HANDBOEK

VOOR DEN

NEDERLANDSCHEN LANDBOUW EN DE VEETEELT.

EERSTE DEEL.

HANDBOEK

VOOR DEN

NEDERLANDSCHEN LANDBOUW EN DE VEETEELT

DOOR

G. REINDERS,
OUD-LEERAAR AAN DE RIJKSLANDBOUWSCHOOL TE WAGENINGEN.

VIERDE, HERZIENE DRUK.

LEEUWENBORCH-BIBLIOTHEEK
Landbouwuniversiteit
Hollandseweg 1
6706 KN Wageningen
Tel. (0317) 482493

EERSTE DEEL.

RIJKS HOOGERE LAND-, TUIN- EN BOSCHBOUWSCHOOL
BIBLIOTHEEK

TE GRONINGEN BIJ J. B. WOLTERS, 1899.

STOOMDRUKKERIJ VAN J. B. WOLTERS.

VOORBERICHT.

Bij het verschijnen van den derden druk van het Handboek voor den Nederlandschen landbouw en de Nederlandsche veeteelt, brachten wij in herinnering hetgeen in de voorrede van den 1en druk werd geschreven:

„De Nederlandsche landbouw staat, wat de practische uitoefening van het bedrijf betreft, bij dien in vele landen niet ten achteren. Hij trekt in het buitenland vele malen de bijzondere aandacht, getuige het niet gering aantal vreemdelingen, dat jaarlijks ons land bezoekt om zijnen landbouw en zijne veeteelt en hetgeen verder daarmede in betrekking staat, te leeren kennen.

Ook aan eene wetenschappelijke beoefening van het bedrijf heeft het hier nooit ontbroken. Wij behoeven slechts te wijzen op de werken van Van Berkhey, *op de* Handboeken *van* Bergsma *en* Uilkens, *op de* Grondbeginselen *van* Van Hall, *de werken van* Staring *en* Enklaar, *op het* Rundvee *van* Hengeveld, *op de onderzoekingen van* G. J. Mulder *en* Van Bemmelen, *alsmede op zoo menig tijdschrift en zoo menige verhandeling, waarin onderwerpen, tot het gebied van den landbouw behoorende, ter sprake worden gebracht. Wij schromen echter niet te zeggen, dat het buitenland ook in de wetenschappelijke beoefening van het landbouwbedrijf ons overvleugelt."*

En wij voegden in het voorbericht van den 3en druk daarbij:

„Ruim 14 jaren zijn sedert dien tijd verloopen, en tot ons leedwezen moeten wij de vraag: Houdt de wetenschappelijke beoefening van het landbouwbedrijf hier te lande ongeveer gelijken tred met die in het buitenland, ook thans nog ontkennend beantwoorden. Deze toch vindt hare afspiegeling in het onderwijs en in andere inrichtingen die eene wetenschappelijke beoefening der landbouwkunde ten doel hebben. En nu mag men dankbaar zijn dat van rijkswege eene landbouwschool, een viertal proefstations en met medewerking van het Rijk enkele vakscholen zijn opgericht, alsmede een landbouwleeraar werd aangesteld, dankbaar ook voor de verspreiding van kennis die daarvan uitgaat naar alle oorden des lands; op verrena is dit echter niet voldoende, om eenigszins met het buitenland op gelijken voet te komen of het verloren terrein te herwinnen.

De Koninklijke Landbouw-commissie heeft dit in hare adviezen aan de Regeering erkend, en ofschoon door haar een volledig plan tot organisatie van het landbouwonderwijs werd ingediend, is het tot eene volledige uitvoering nog niet gekomen. Op dit oogenblik kan dus nog geenszins gezegd worden, welken weg het elementair, het middelbaar en het hooger onderwijs zullen inslaan."

Sedert het verschijnen van den 3en druk, in October 1891, alzoo ruim 9 jaar

geleden, is het aantal proefstations uitgebreid, het getal landbouwleeraars vermeerderd en heeft vooral het elementair landbouwonderwijs — dank zij den steun der Regeering — door het vestigen van wintercursussen en winterscholen, eene belangrijke uitbreiding ondergaan, en wordt ook, zoowel aan de Rijkslandbouwschool te Wageningen als door eenige winterscholen en tuinbouwleeraars in de behoefte aan tuinbouwonderwijs voorzien. Ook is het onderwijs in de Indische cultures aan de Rijkslandbouwschool geregeld.

Voorts zijn in dien tijd verschillende seriën elementaire boekjes op het gebied van den landbouw verschenen. Bij den uitgever dezes wordt mede eene dergelijke serie, onder den naam van „Geïllustreerde Land- en Tuinbouwbibliotheek" uitgegeven.

Op deze wijze wordt dus ook in de behoefte aan elementair landbouwonderwijs en de daarbij te gebruiken boeken meer en meer voorzien.

Nu weder een nieuwe druk van het Handboek noodig was geworden, hebben wij, bij het herzien, met dezen vooruitgang eenigszins rekening gehouden en hopen dat het, vooral ook voor hen die door het onderwijs min of meer ingeleid zijn of worden in de kennis van het landbouwbedrijf, nog meer dan vroeger een bruikbaar boek moge wezen bij het onderwijs en voor eigen studie, dat ook door den gevestigden landbouwer van tijd tot tijd geraadpleegd kan worden.

Dankbaar voor de gunstige beoordeelingen, die de 3e druk van het Handboek van verschillende zijden mocht ondervinden, hebben wij getracht dezen 4en druk, waarvan thans het 1e Deel het licht ziet, geheel op de hoogte van den tijd te brengen. Vooral aan het hoofdstuk over de Bemestingsleer en in 't algemeen aan het scheikundig gedeelte hebben wij gemeend eenige uitbreiding te mogen geven. Wij hopen dat dit 1e Deel, waarin de algemeene natuurkundige grondslagen van het landbouwbedrijf worden behandeld, daardoor ook door hen, die zich op den tuinbouw, de houtteelt of de Indische cultures willen toeleggen, niet zonder succes geraadpleegd zal kunnen worden.

Mijnen dank verder aan allen die mij bij deze omwerking van dienst waren en in het bijzonder aan de fabrikanten of agenten van werktuigen, die mij ook nu weder met de grootste bereidwilligheid hunne cliché's voor afbeeldingen ten gebruike afstonden; hunne namen zijn onder de verschillende figuren geplaatst.

Aangezien dit 1e Deel reeds eenigen tijd geleden werd afgedrukt, kwamen ons, naast enkele verbeteringen, eenige aanvullingen, o.a. twee tabellen V en VI over de grootte der gronden in 1898, eenigszins anders gerangschikt als in die op bl. 37, aan het slot op bl. 456 en volg. gewenscht voor.

De beide andere deelen zijn ter perse en volgen spoedig.

Groningen, April 1901. G. REINDERS.

INHOUD.

I. ALGEMEENE INLEIDING.

HOOFDSTUK I.

Blz.

De bodem van Nederland 4

1. Alluviale gronden 7

A. Venen 7

a. Hooge venen 8

b. Lage venen 9

a a. Eigenlijke lage venen 10

b b. Moerasvenen 11

c c. Darg 12

B. Zeebezinkingen 14

a. de ingedijkte klei- en zavelgronden 16

b. de zandbanken en andere gronden van den bodem, die bij hoogwater (den vloed) meestal overstroomd worden of steeds onder het water bedolven zijn 21

C. Duinen 23

D. Rivierbezinkingen 24

E. Beekbezinkingen 26

F. Zandstuivingen 28

2. Diluviale gronden 29

Samenstelling van het diluvium 29

Zanddiluvium 30

Grintdiluvium 30

Scandinavisch-, Gemengd-, Rijn- en Maasdilivium 31

Leem en mergel. 32

Löss of Limburgsche klei. 33

Verspreiding van het diluvium. Plaatsnamen 34

Blz.

3. Oudere gronden 35
Overzicht van de uitgebreidheid van deze en andere gronden 36
Overzicht der gronden naar het gebruik 37
Het ontstaan van den bodem van Nederland in het algemeen 39
Vorming van het diluvium 39
Vorming van het alluvium 45
A. Veenvorming. 48
a. Vorming van laagveen 48
b. „ „ hoogveen 50
B. Aanslibbingen of bezinkingen 51
Verweering; aanvoer van slibhoudend water 51
Het afzetten van slib 54
Aanslibbing en afslag der kust. 56
Bevordering van de aanslibbing 57

HOOFDSTUK II.

Het klimaat van Nederland 58
1. Samenstelling en eigenschappen van den dampkring 60
2. Temperatuur van de lucht, het water en den grond 64
Zonnewarmte. Luchtstreken 64
Waarvan de hoeveelheid warmte, die eene plaats op de aarde ontvangt, afhankelijk is 65
Verwarming der lucht. 66
Gemiddelde temperatuur. Afwijkingen daarvan. Warmste en koudste maand van 't jaar. 67
Verdeeling der temperatuur op aarde. Isothermen, isotheren en isochimenen 67
Invloed op haren loop hebben: 1° het water (Kusten- en vastelandsklimaat) . 67
2°. Winden 70
3°. Waterdamp, wolken. 70
4°. Bergen, bergketens, bosschen 70
Temperatuur der lucht in Nederland. 71
Normale thermometerstanden 72
Dagelijksche afwisselingen 72
Nachtvorsten 73
Dagelijksche en jaarlijksche afwijkingen 74
Hoogste en laagste temperaturen 75
Grootste positieve en negatieve afwijkingen van de gemiddelde maandelijksche temperaturen 76

Blz.

Temperatuur van het water. 76

„ „ den grond 76

3. Drukking der lucht. Barometerwaarnemingen 77

Normale barometerstand in Nederland. Afwijkingen. 78

Regelmatige of periodische (dagelijksche en jaarlijksche) afwijkingen of veranderingen. 78

Onregelmatige, toevallige of niet-periodische afwijkingen 79

Hoogste en laagste barometerstand, in elke maand te Utrecht waargenomen 80

Grootste positieve en negatieve afwijkingen van den gemiddelden maandelijkschen barometerstand 80

Oorzaken der veranderingen van den barometerstand 81

De barometer als weerglas 82

Gelijktijdige barometerwaarnemingen; isobaren, depressie, gradiënt 82

4. Winden 82

Hun ontstaan, richting, snelheid en kracht. — Wind- of anemometers . . . 82

De onderscheiding der winden naar hunne snelheid en kracht 83

Regelmatige winden (Passaatwinden en moessons) 83

Windrichtingen te Utrecht waargenomen 84

Veranderlijke winden en hun ontstaan 86

Stormen 87

Wet van Buys Ballot 87

Minimum en maximum van drukking 88

Invloed van den wind op het weer. Windrozen 88

5. De vochtigheid van den dampkring. Verdamping, dauw, regen enz. 89

Volstrekte en betrekkelijke vochtigheid (vochtigheidstoestand) der lucht . . . 89

Beoordeeling en bepaling van den vochtigheidstoestand. 90

Normale vochtigheid te Utrecht 91

Invloed van de temperatuur en van den wind op den vochtigheidstoestand. . 91

Nevel, mist, zeedamp, dauw en regen 92

Hoeveelheid regen. Regenmeter 93

Gemiddelde hoeveelheid te Utrecht en grootste positieve en negatieve afwijkingen daarvan 94

Regendagen 95

Betrekking tusschen wind en regen 97

Sneeuw en hagel 97

Verdamping 98

6. Eenige andere verschijnselen in den dampkring 99

a. Electrische verschijnselen. Het onweer 99

Blz.

Donder en bliksem. Het weerlichten 100
b. Lichtverschijnselen. 101
De verschillende licht- en warmtestralen 101
1. De regenboog 102
2. Kringen en kransen om zon en maan. Bijzonnen en bijmanen . . . 102
3. Het flikkeren der sterren 103
4. Kleur der lucht. Morgen- en avondrood. Wolken 103
De helderheid des hemels 104
Geschatte helderheid te Utrecht 104
Windroos voor den vochtigheidstoestand en de helderheid der lucht. . . . 105
Betrekking tusschen de luchtverschijnselen 106
Weervoorspellingen 107
Waarnemingen van de verschijnselen in 't planten- en dierenrijk. 107
De beslissende dagen. 108

HOOFDSTUK III.

HET WATER 109
1. Samenstelling en eigenschappen van 't water. 110
Begrip van elementen en scheikundige verbindingen 110
Het water is veelal noodig om scheikundige veranderingen tot stand te doen komen 111
Haarbuisjeskracht. Oplosbaarheid in water 111
De belangrijkste oplosbare en onoplosbare zouten en hunne nadere en naaste bestanddeelen 112
De in water onoplosbare zouten zijn veelal oplosbaar in zuren 116
Eenige andere scheikundige verbindingen en hare al of niet oplosbaarheid in water enz. 116
Oplosbaarheid van gassen in water 117
2. Het in de natuur voorkomende water 118
a. Regenwater 118
Zijn salpeterzuur-, ammoniak- en keukenzoutgehalte enz 118
b. Rivierwater 119
c. Staand water (kanaal-, sloot-, meerwater enz.) 120
d. Put- of pompwater (bron-, wel-, zakwater) Oorsprong van dit water . . 121
Norton- en pulspompen 122
e. Zeewater. 126
Zachte en harde wateren 127

Blz.

Middelen om de hardheid van 't water te beoordeelen en om hard water zacht te maken. Hardheidsgraad 128
Het vormen van den ketelsteen 128
Minerale wateren 128
Slecht drinkwater en verspreiding van ziekten daardoor 129
Kenmerken van goed drinkwater 130
Middelen om slecht drinkwater te verbeteren 131
Stand van 't water in betrekking tot den bodem 131
Volzee. Winschoter en Amsterdamsch peil 131
Stand van het zee- en rivierwater ten opzichte van A. P. 131
Hoogte van den bodem ten opzichte van A. P. 133
Waterschappen 134
De meerdere of mindere droge ligging der landerijen. Peilen 134

II. KENNIS VAN DE PLANTEN.

HOOFDSTUK I.

DE SAMENSTELLING DER PLANTEN 135
I. *Morphologische samenstelling der planten* 137
Onderscheiding der planten in hoofdgroepen 139
1. de wortel. Hoofdwortel en bijwortels. Penwortels, wortelvezels en vezelige wortels. Lucht-, hecht- en zuigwortels . . . . . 140—143
2. de stengel, het uitstoelen, de wortelstok . . . . . 143—149
Bollen en knollen 147
Knoppen: bloem-, blad- en gemengde knoppen. Toevallige knoppen . . . 148
3. de bladen 149
Hunne onderscheiding 149
Vervormde en bijkomende organen 151
4. de bloem en hare deelen 151
Deelen der bloem: kelk, bloemkroon, bloemdek, meeldraden, stamper, eenige andere in eene bloem voorkomende organen . . . . . 152—157
Mannelijke en vrouwelijke, éénslachtige en tweeslachtige, éénhuizige en tweehuizige bloemen 158
Bloeiwijze 158
5. de vrucht en hare deelen 163
De belangrijkste vruchtsoorten . . . . . 166—167

Blz.

6. het zaad en zijne deelen 167
II. *Scheikundige en anatomische samenstelling der planten* 168
De planten bestaan uit: water, verbrandbare stoffen en asch 168
De in eene plant voorkomende elementen 169
Overzicht van de nadere bestanddeelen 169
I. Stikstofvrije stoffen. 1. Celstof of Cellulose 169
2. Zetmeel 171
3. Gom 173
4. Suikersoorten 173
5. Pectinestoffen 174
6. Zuren 175
7. Vetten en vette oliën. 176
Aetherische oliën, harsen enz. 177
II. Stikstofhoudende verbindingen. 1. Eiwitstoffen 178
a. Planteneiwit 178
b. Plantenkaasstof of legumine. 179
c. De eiwitstoffen der granen enz. 179
d. De fermenten 180
2. Eenige andere stikstofhoudende stoffen der plant, amiden enz.. . . . 181
III. De aschbestanddeelen 182
Hoeveelheid asch 182
Voorbeelden van analysen 182
Inwendige bouw der planten. Cellen, vaten en weefsels 186
De opperhuid en de huidmondjes 187
Sohorsvormend weefsel 188
Vaatbundelweefsel en merg 189
Bouw van den stengel 191
Bouw der wortels. 193
Bouw van de bladen, vruchten en zaden. 193

HOOFDSTUK II.

DE VOORNAAMSTE LEVENSVERSCHIJNSELEN DER PLANT 194
1. Het ontkiemen van zaad, het uitbotten van knoppen enz. . 194
a. het ontkiemen van zaad en de voorwaarden daartoe 195
b. het uitbotten van knoppen 202
2. De voeding, de groei en de ontwikkeling der planten . . . 204
Plantengroei in waterige oplossingen 204
De voedingstoffen der plant 205

Blz.

Het opnemen van water en de voedingsstoffen en de beweging van water met de daarin opgeloste stoffen door de plant 209

Het vormen van nieuwe bestanddeelen uit de opgenomene voedingsstoffen (het assimileeren) en de stofwisseling in de plant . . . . . 213—215

Beweging van het voedingsvocht. 215

Invloed van licht, warmte enz. op den plantengroei . . . . . 218—222

3. De voortplanting en vermenigvuldiging 222

Voortplanting door knoppen 223

„ „ eicellen. Bevruchting . . . . . 224—228

Het ontstaan van nieuwe soorten of variëteiten. 228

III. KENNIS VAN DEN BOUWGROND.

HOOFDSTUK I.

SAMENSTELLING VAN DEN BOUWGROND. 232

a. Het water van den bouwgrond 232

b. De organische stoffen van den bouwgrond. Humus 233

c. Grovere en fijnere deelen. Slibanalyse 235

Scheikundige analyse. Overzicht van de bestanddeelen 240

HOOFDSTUK II.

EIGENSCHAPPEN VAN DEN BOUWGROND. VRUCHTBARE EN ONVRUCHTBARE GROND 243

1. Natuurkundige toestand en natuurkundige verschijnselen. Geschiktheid van den grond 244

a. De structuur en samenhang der gronddeeltjes . . . . . 244—249

b. De warmte van den grond. . . . . 249—252

c. De vochtigheid van den bouwgrond. 252

Zij is afhankelijk: *a a.* van de watercapaciteit en *b b.* van het vochtbehoudend en het condensatie-vermogen van den grond. 253

c c. van het capillairopzuigend en het waterdoorlatend vermogen. . . . 255

d d. van de planten, die geteeld worden 256

d. De zwaarte van den grond; zijn soortelijk gewicht. 258

e. De lucht in den bouwgrond, absorptie van gassen. 259

2. Scheikundige toestand en scheikundige veranderingen in den grond. 260

Blz.

De scheikundige verbindingen, waarin de voedende elementen in den grond voorkomen en overzicht van de hoeveelheden plantenvoedsel . . . 260—266

De scheikundige veranderingen die een bouwgrond ondergaat. Onvruchtbare gronden 266

a. Onvruchtbaarheid door schadelijke stoffen enz 266

b. Onvruchtbaarheid door uitputting. Roofbouw 268

c. De salpeterzuurgisting en andere gistingsverschijnselen in den bouwgrond 274

Het kenmerkende van een vruchtbaren grond 276

d. Het vormen van onoplosbare en oplosbare verbindingen in den grond (Absorptievermogen van den grond) 277

e. Het ontstaan van harde lagen (banken) en de vorming van enkele mineralen in den bodem (zandoer, ijzeroer, spaathijzersteen, mergel, vivianit, pyrit) 282

3. De bouwgronden van Nederland, hare rangschikking (klassificatie) en voornaamste eigenschappen 285

Typen van eenige grondsoorten 287

IV. GRONDBEWERKING EN GRONDVERBETERING. WERKTUIGEN.

Onderscheiding der grondbewerkingen naar het doel 289

Wat werktuigen zijn en waarop bij hunne beoordeeling dient gelet te worden 289

1. Algemeene verbeteringen door het bewerken 292

A. het droogleggen (indijken, droogmaken, draineeren) 292

Indijken en droogmaken. Waterbezwaar. Watermolens. 292

Nadeelen van overtollig water. 294

Het draineeren. Wijze van uitvoering . . . . . 296—302

Voordeelen van het draineeren 302

B. het ontginnen. Begrip 303

1. Ontginnen van zandgronden (zandstuivingen, duinen, heidevelden enz. . 304

2. Het veranderen van bosch in bouw- of weiland. 308

3. Ontginning van veengronden 309

a. Het veenbranden 309

b. De bekalkingsmethode 310

c. De ontginning van afgegraven hoogveen 311

d. De damontginning of veendamcultuur 313

C. Algemeene verbeteringen van reeds ontgonnen bouwgronden 316

Blz.

2. Periodische bewerkingen van den bouwgrond. Doel 320
A. Vernietiging van onkruid. De voornaamste onkruiden 321
B. De werktuigen voor de grondbewerking en het daarmede verrichte werk 323
1. de ploeg, het ploegen. . . . . 324—344
2. de eg of egge . . . . . 344—352
3. de rol en het rollen . . . . . 352—355
4. eenige nieuwe landbouwwerktuigen en het daarmede verrichte werk. Cultivator, kruimelaar, ondergrondsploeg, schilploeg, akkersleep enz. 355—361
C. Het bewerken van den grond door middel van stoom. Stoomploeg, stoomcultivators enz. . . . . 361—366
D. De bearbeidingsmethoden. *a.* het braken . . . . . 366—368
b. de behandeling der stoppelvelden enz. 368
c. het diepbewerken van den bouwgrond 371

V. BEMESTINGSLEER. MESTSTOFFEN.

Doel der bemesting 373
Indeeling der meststoffen 374
I. Directe meststoffen . . . . . 375—424
A. Dierlijke en plantaardige of mest van organischen oorsprong 375
1. De uitwerpselen der huisdieren en de daaruit bereide stalmest. 375
Samenstelling van de uitwerpselen 378
Samenstelling van het strooisel 380
Berekening van de hoeveelheid stalmest 383
Versche en verrotte mest. De rotting 384
Wijze van bewaring en verlies. 389
2. De menschelijke uitwerpselen. Compostmest 397
Samenstelling en hoeveelheid der uitwerpselen 398
Methoden van verzameling, bewaring en gebruik . . . . . 399—410
3. Eenige andere meststoffen van dierlijken oorsprong. Visch en afval van visch, insekten, bloed, ingewanden, vleesch, afval van wol en hoorn, leder enz. 410
Beenderen en huune bewerking . . . . . 410—414
4. Meststoffen van plantaardigen oorsprong. Bijproducten van fabrieken . . 414
Overblijfselen van planten (stoppels en wortels) 414
5. Groenbemesting 415
B. Meststoffen van delfstoffelijken oorsprong 416
1. Guanosoorten en hare bewerking. 416

Blz.

2. Andere phosphorzuurrijke mineralen en de daaruit bereide superphosphaten 419
3. Stikstofrijke mineralen en zouten: Chili-salpeter, gaswater, zwavelzure ammonia enz. 421
4. Kali- en magnesiahoudende meststoffen. . . . . 422—424
a. Onzuivere kalimeststoffen 422
b. Gezuiverde chloorhoudende kalizouten 423
c. Gezuiverde chloorvrije en chloorarme kalizouten. 423
5. Zwavelzuur ijzeroxydule. 424
6. Terpaarde, klei, mergel, slijk enz. 424

II. Indirecte meststoffen 425

1. Gebluschte kalk. 2. Koolzure kalk (Mergel). 3. Gips. 4. Gaskalk en de kalk der sodafabrieken. 5. Schuimaarde. 6. Keukenzout 425
7. Organische stoffen. 426

Prijs der meststoffen 426

Vragen op het gebied der bemesting 427

1. Met welke mestsoorten gemest moet worden? . . . . . 427—433
2. Hoe lang werkt de mest? enz. 433
3. Wat is uitputtende mest of eene uitputtende bemesting? 434
4. Wanneer en hoe moet de mest op het land worden gebracht? Kunstmeststrooiers en gierpompen 435

Aanhangsel. . . . . .

Andere middelen tot het vruchtbaarmaken of het vruchtbaarhouden van den grond 440

Vruchtwisseling, wortelontwikkeling. 440

Bevloeien. 445

Tabel I. Verdeeling der temperatuur op aarde 446
„ II. Samenstelling van eenige Nederlandsche en Indische grondsoorten . . 447
„ II*a*. Idem van rivierslib. II*b*. Idem van zeeslib. II*c*. Idem van terpaarde. 448
„ II*d*. Samenstelling van eenige zandoerbanken 449
„ II*e*. Gehalte van eenige mergelsoorten van koolzure kalk. 449
„ III. Gemiddelde samenstelling van de belangrijkste meststoffen 450, 451 en 452
„ III*a*. Prijzen der meststoffen 452
„ IV. Ter berekening van de uitputting en verrijking van den grond . . . 453

Aanvullingen en verbeteringen. 456

Alphabetisch register 457

I. ALGEMEENE INLEIDING.

Onder landbouw verstaan wij het bedrijf, dat ten doel heeft, om, gebruik makende in de eerste plaats van de natuurlijke middelen: den bouwgrond, den dampkring, het zonlicht, planten en dieren, plantaardige en dierlijke producten te verkrijgen, die tot verschillende doeleinden gebruikt kunnen worden en dus marktwaarde hebben.

Twee hoofdrichtingen kunnen in dit bedrijf worden onderscheiden: de *plantenteelt* en de *veeteelt*, en beide weder in verschillende onderdeelen worden gesplitst; de plantenteelt b.v. in *akkerbouw*, *weidebouw*, *tuinbouw* (warmoezerij of groenteteelt, de teelt van bloemen en andere sierplanten en die van ooftboomen) en de *houtteelt;* de veeteelt in zooveel onderdeelen als er diersoorten of groepen van diersoorten worden aangefokt of ten nutte gemaakt. Met den landbouw niet of minder verwant zijn de *bijenteelt*, de *teelt van zijderupsen*, de *kunstmatige visch-* en *oesterteelt.*

Hij, die dit bedrijf uitoefent, is in het algemeen landbouwer. Als hij echter slechts een der onderdeelen uitoefent of daarvan zijn hoofdwerk maakt, wordt hij nader aangeduid als: akkerbouwer (bouwer of landbouwer in engeren zin), veehouder (veefokker), warmoezenier, houtteler, enz.

De oorsprong van het landbouwbedrijf in zijne twee hoofdrichtingen is onzeker of fabelachtig en wordt in verband gebracht met het geloof aan helden of godsdienstige personen; even onzeker is het, welke van de twee hoofdrichtingen het eerst werd beoefend. Aangezien echter het Oosten naar alle waarschijnlijkheid eerder bewoond was dan het Westen, mag men aannemen dat het Oosten de bakermat ook van den landbouw is geweest. Volgens Genesis was het Kaïn, die het eerst den grond bebouwde. In Indië heet het, dat de landbouwer uit de hand van Brahma is voortgekomen en de heilige stier hem werd gegeven om hem in zijn werk te helpen. In Egypte gaf Isis de eerste landbouwlessen aan de menschen; Diana bracht die kunst naar Griekenland over, en Ceres onderwees haar in Italië en op Sicilië.

Volgens de Arabische overleveringen nam Adam, toen hij het paradijs verliet om de aarde te bebouwen, dertig verschillende boomtakjes mede, en werd het koren aan den mensch gebracht door den engel Michaël, die hem leerde dat het tot zijn voedsel en dat zijner nakomelingen diende; hij gaf hem bevel de aarde te bebouwen en te bezaaien. Dat oorspronkelijk koren had de grootte van een struisvogelei; maar, toen de mensch in zonde verviel,

kreeg het de grootte van een hoenderei, daarna van een duivenei, vervolgens van een hazelnoot; en toen Jozef in Egypte was had het nog de grootte van eene erwt.

Blijkt uit het aangehaalde van welke beteekenis de landbouwer en zijn bedrijf reeds in dit heldentijdperk werden beschouwd, ook in den eersten historischen tijd vindt men bij verschillende volken in hunne heilige boeken (zie b.v. Jesaja 28 : 24—28), in hunne gedichten, in hunne geschiedenis, landbouwbeschrijvingen; later werden bepaalde verhandelingen geschreven om den landbouwer tot gids te dienen in zijn bedrijf. Vooral de Romeinen hebben ons vele geschriften over landbouw nagelaten.

De edelsten onder die oude volken hielden zich met landbouw bezig en eerst in het tijdperk van hun verval — en dit is een der wijste lessen der geschiedenis — lieten zij die aan hunne slaven en de lagere klassen der maatschappij over [1]).

Hieruit volgt tevens, hoe men reeds vroeg heeft ingezien, dat de landbouwer iets aangaande zijn bedrijf uit boeken kan leeren. Uit den aard der zaak bevatten die oude geschriften slechts landbouwbeschrijvingen, raadgevingen enz.; eerst in het begin dezer eeuw, toen men beter heeft leeren kennen, hoe planten en dieren zich voeden, waaruit zij en de lucht, de bouwgrond, de voedermiddelen enz. bestaan, nu het hoe en waarom van vele verrichtingen kan worden aangegeven, steunt ook de landbouw op een wetenschappelijken grondslag, heeft ook hij eene hoogere vlucht kunnen nemen en kan men spreken van *landbouwkunde*.

Onder landbouwkunde verstaan wij dan de wetenschap, die de beoefening der kennis van het landbouwbedrijf tot op zijne grondslagen ten doel heeft. De beginselen dier wetenschap vinden hare toepassing overal, want eene plant- of eene diersoort ontwikkelt, voedt en vermenigvuldigt zich overal op gelijke wijze; zij gebruiken daartoe overal dezelfde elementen, en wat hier haren groei benadeelt of bevordert, doet het ook elders.

Toch is er een groot verschil in den landbouw van het eene land vergeleken bij dien van een ander. Daardoor onderscheidt zich dit bedrijf vooral van andere nijverheidsondernemingen. Een fabrikant van beetwortelsuiker b.v. zal zijne fabriek op gelijke wijze kunnen inrichten hier als in Rusland; hij zal, als zij eens aan den gang is, alle dagen een gelijk product kunnen verkrijgen, omdat hij kan zorgen, dat de omstandigheden, waaronder hij werkt, nagenoeg alle dagen dezelfde zijn. De landbouw echter is veel meer afhankelijk niet alleen van den bodem maar ook van het klimaat en het weer; en hij heeft te doen met levende organismen, die hij niet zoo kan beheerschen als de fabrikant over de doode stof heerscht. Bovendien hangt van den trap der beschaving, de verkregen kennis en van vele maatschappelijke en staathuishoudkundige toestanden af, hoe de landbouw in eenig land wordt uitgeoefend.

---

[1]) Zie over de geschiedenis van den Landbouw: Koenen, *De Nederlandsche Boerenstand;* Langethal, *Geschichte der Landwirtschaft* (Thaerbibliothek); Barral et Sagnier, *Dictionnaire d'agriculture* onder *Agriculture*; F. B. Löhnis, *Landbouw en Regeering. Geschiedkundig overzicht van de maatregelen in den loop dezer eeuw in Nederland genomen, ten behoeve van den landbouw.*

Dientengevolge is het zelden mogelijk het landbouwbedrijf in *deze* streek zoo uit te oefenen als het in *gene* uitgeoefend wordt. Het niet inachtnemen van deze bijzondere omstandigheden heeft reeds menig bedrijf ten gronde gericht.

Om dezelfde reden kunnen ook zelden algemeene regels of, wil men, recepten voor de uitoefening van het landbouwbedrijf gegeven worden. Om tot meer algemeene regels te komen is eene *vergelijkende landbouwkunde* noodig, evenals men door eene vergelijkende ontleedkunde, bij een groot verschil in samenstelling van dieren en planten, veel overeenkomst heeft ontdekt, of eene vergelijkende taalstudie en wetgeving beoefent om algemeene regels op het gebied van taal en wetgeving op te sporen.

De vergelijkende landbouwkunde is echter nog geheel in hare kindsheid.

Den grondslag daarvoor vormen in de eerste plaats de kennis van den bodem en zijne ligging ten opzichte van het water en het klimaat, omdat van deze factoren vooral de landbouw in eenige streek afhankelijk is.

Aangezien bij het samenstellen van dit Handboek vooral de Nederlandsche toestanden in het oog zijn gehouden, om het zooveel mogelijk tot een Handboek voor den Nederlandschen landbouw te maken, volgt in de eerste hoofdstukken een overzicht van den Bodem, het Klimaat en het Water, inzonderheid van Nederland. Wij hebben daarbij tevens gelegenheid om eenige schei- en natuurkundige begrippen aan te geven, wier kennis voor het beoefenen der Landbouwkunde niet ontbeerd kan worden.

Niet alle takken van het bedrijf konden echter in het Handboek worden opgenomen. Wij hebben gemeend ons te moeten bepalen tot den *Akker-* en *Weidebouw* (landbouw in engeren zin) en de *Veeteelt;* maar de grondslagen in het eerste Deel zijn zoo algemeen mogelijk behandeld, zoodat dit ook als inleiding tot beoefening van andere takken kan dienen.

HOOFDSTUK I.

DE BODEM VAN NEDERLAND [1]).

Terwijl de aarde millioenen menschen en een ontelbaar aantal dieren tot woonplaats verstrekt, is de losse aardmassa aan hare oppervlakte als van nature er voor aangewezen, om eene onnoemelijke verscheidenheid van planten voedsel en standplaats te geven. Die bovenste laag der aardkorst wordt, wanneer zij met planten begroeid en met hare overblijfselen vermengd is, gewoonlijk *bouwlaag* of *bouwgrond* genoemd.

Een' bouwgrond, niet door rechtstreeksche tusschenkomst van den mensch gevormd, zullen we eene *oorspronkelijke* of *natuurlijke* bouwlaag noemen, b.v. de bouwlaag onzer heidevelden, die der schorren of kwelders onzer kusten enz.

Daarentegen verstaan wij onder een' *kunstmatigen*, *beteelden* of *eigenlijken* bouwgrond zulk eenen, die door tusschenkomst van den mensch gevormd is, of door bewerking, bemesting enz. meer rechtstreeks door hem aan den plantengroei wordt dienstbaar gemaakt, b.v. de dalgronden der afgegraven hooge venen, ontgonnen heidevelden, enz.

Gronden, hetzij zonder eenigen plantengroei, hetzij met planten begroeid, maar aan zich zelven overgelaten, noemt men *woest*, ter onderscheiding van de zooevengenoemde, welke door bewerking enz. meer bepaald voor de plantenteelt zijn geschikt gemaakt en die daarom ook wel *ontgonnen* of *geculti-veerde* gronden worden genoemd.

Door den invloed van den mensch zijn vele bouwgronden, zoowel in ligging als in samenstelling, aanmerkelijk gewijzigd. Desniettemin blijft hunne oorspronkelijke, natuurlijke gesteldheid in den regel een' grooten invloed op hunne geschiktheid om planten voort te brengen en in 't algemeen op den landbouw uitoefenen. Dat men op vele lage veengronden slechts hooi wint, op de laag liggende kleigronden in sommige streken van Holland, Groningen en Friesland weide- of hooibouw drijft, op de zandgronden meer rogge, aardappels en boekweit, op de kleigronden meer tarwe, koolzaad enz. verbouwt, is ten deele een gevolg van de natuurlijke gesteldheid van den bodem

---

[1]) Dr. W. C. A. Staring, *De Bodem van Nederland* en *Voormaals en Thans;* Dr. J. Lorié, *Contributions à la Geologie des Pays-Bas; Tijdschrift voor Aardrijkskunde; Geneeskundige plaatsbeschrijvingen*, enz.

aldaar. In het bijzonder blijkt de meerdere of mindere geschiktheid van den bodem om deze of gene planten te doen groeien, wanneer we de in 't wild groeiende planten, de zoogenaamde onkruiden (de flora), eener streek vergelijken met die in eene andere. Volgens de onderzoekingen, dienaangaande gedaan, blijkt weliswaar, dat die invloed niet zoo groot is, als men vroeger wel meende, en dat niet alleen de scheikundige samenstelling van den grond hierop invloed uitoefent, maar vooral ook zijne meerdere of mindere losheid, zijne droge of vochtige ligging enz.; een blik op de in 't wild groeiende planten op de zandgronden in Drente, Overijsel, Gelderland enz. en op die der kleigronden in dezelfde provinciën of elders is echter voldoende, om het groote verschil daartusschen op te merken. Ja, zelfs merkt men op de klei- of zavelgronden van eene en dezelfde vorming verschil op.

Onder de zee-kleilanden in het noorden der provincie Groningen b.v. zijn er enkele, die meer zandig zijn en eene hoogere, droge ligging hebben. Daar treden vooral de Klaproos en ook de Korenbloem in menigte op, terwijl het Hoef- of Stinkblad, dat beter op meer kleihoudenden grond, met een lossen ondergrond t'huis is, hier ontbreekt of minder voorkomt.

Juist door dien plantengroei wordt de aard van den bouwgrond dikwijls aangewezen. Men vergelijke b.v. den plantengroei op de heuvels in het oosten van Gelderland en Overijsel (Eibergen, Oldenzaal enz.), grootendeels uit tertiairen leem bestaande, met die op de Veluwe (diluvium).

Nägeli [1]) zag in eene streek, waar een bouwgrond, uit een kalkgesteente ontstaan, en een andere, van een leigesteente afkomstig, met elkander afwisselden, van twee soorten van Duizendblad (*Achillea moschata* en *A. atrata*) de eerste steeds op den leigrond, de tweede op den kalkgrond groeien. Hij merkte weliswaar op, dat wanneer eene van de beide soorten ontbrak, b.v. *A. moschata*, hare plaats door de andere werd ingenomen en deze dus ook op den leigrond voorkwam; maar zoodra beide voorkomen, kiest elke plant als 't ware haar' grond, dat is: de eene groeit zóó voordeelig op dezen en de andere op genen grond, dat de laatste niet op de eerste plek, noch de eerste op de laatstgenoemde gevonden wordt.

Uit deze voorbeelden, die gemakkelijk vermeerderd zouden kunnen worden [2]), blijkt genoegzaam, hoe de natuurlijke gesteldheid van den bodem van invloed is op den plantengroei en daardoor ook op den landbouw, welke op dien bodem wordt uitgeoefend.

Voor eene juiste kennis van de bouwgronden en van hunne meerdere of mindere geschiktheid ter voortbrenging van plantaardige producten, zal het daarom noodig zijn vooreerst hunne natuurlijke gesteldheid en de daarmede nauw samenhangende wijze van vorming na te gaan.

De buitenste korst der aarde, voor zoover men die heeft leeren kennen, bestaat grootendeels uit rotsmassa's of gesteenten, aanmerkelijk verschillende van de losse en weeke lagen, waaruit de bodem van Nederland, in zoover men die heeft onderzocht, gevormd is.

---

[1]) Dr. Jul. Sachs, *Handbuch der Botanik*, S. 828.

[2]) Zie daarover ook het lijstje van onkruiden in het Hoofdstuk over Grondbewerking enz.

Ligt de rotsmassa, dus het gesteente, onmiddellijk aan de oppervlakte, dan is dit gemeenlijk slechts met lagere planten, b.v. mossen, begroeid. Meestal echter is het gesteente aan de oppervlakte verweerd, dat is in grootere en kleinere stukken uiteengevallen, vergruist, door verschillende scheikundige werkingen veranderd en daardoor geschikt geworden om ook andere planten voedsel en standplaats te geven; de rotsmassa is dan aan de oppervlakte in een' bouwgrond veranderd. Zulk een bouwgrond, die dus onmiddellijk gelegen is op het gesteente, waaruit hij ontstaan is, wordt daarom een *oorspronkelijke* of *verweeringsgrond* geheeten.

Dergelijke bouwgronden verschillen zeer naar den aard van het gesteente, waaruit zij zijn ontstaan en worden òf naar dit gesteente òf naar de mineralen die daarvan het hoofdbestanddeel uitmaken, nader onderscheiden. Zoo spreekt men van:

*veldspaath*gronden, ontstaan uit graniet, porphier, trachiet enz.;
augiet- en *hoornblende*gronden, uit basalt, doleriet, melaphier enz.;
glimmer- en *kwarts*gronden, uit glimmerlei, gneiss, kwartsrots enz.;
*zandsteen*gronden, uit verschillende zandsteenen;
*kalk*gronden, uit kalksteen, krijt, dolomiet enz. [1]).

Intusschen bestaat de bodem daar, waar rotsmassa's aan zijne oppervlakte treden, gewoonlijk uit hoogten en laagten, bergen en dalen. De werking nu van water, ijs, enz. op de verweerde rotsmassa der berghellingen heeft veelal eene verplaatsing van de verweeringsproducten ten gevolge. Er kunnen zich daarbij nog verschillende gevallen voordoen, naar gelang de helling meer of minder steil en de kracht van het vallende water meer of minder groot is. Nu eens wordt alles verplaatst, zoodat de rotsen steeds kaal blijven, niet met eenen bouwgrond bedekt worden, dan eens worden slechts de fijnere deelen met het water meegevoerd en blijven de rotsen toch bedekt ofschoon met minder vruchtbaar puin dan in geval de helling gering is.

Uit de weggevoerde verweeringsproducten worden dan elders bouwgronden gevormd. Zij bezinken namelijk daar, waar het water tot rust komt of zijne stroomsnelheid geringer wordt: eerst de grootere stukken, puin, dan de fijner verdeelde, zand, en eindelijk de fijnere slib, terwijl door schuring en wrijving van de verplaatste deelen over elkander en over den rotsachtigen bodem de verdere verweering en de afronding b.v. van puin tot grint niet weinig bevorderd wordt.

Op deze wijze ontstaat derhalve eene tweede groep van gronden, die men *verplaatste* zou kunnen noemen, maar die gewoonlijk *afgespoelde* of *aangespoelde* gronden worden geheeten, en naarmate puin, grint, zand of klei er de hoofdmassa van vormt, in *puin-*, *grint-*, *zand-* en *klei*gronden worden onderscheiden. Aangezien deze verplaatsing vooral geschiedt door het van de bergen stroomende water — over de verplaatsing door gletschers zal later worden gehandeld — worden deze gronden overal gevormd, waar dit zijnen loop vervolgt, derhalve langs de rivieren (in de dalen) en vooral daar waar het rivierwater zich in een meer of een zee stort (Deltavorming in meren en aan de monden der rivieren).

---

[1]) Dr. Adolf Mayer, *Agricultur-Chemie*, II, 49.

In de derde plaats worden gronden gevormd uit de overblijfselen van planten. Eigenlijk draagt de plantengroei tot de vorming of ook vervorming van elken bouwgrond bij, aangezien in elken bouwgrond overblijfselen van planten met de minerale bestanddeelen vermengd zijn. Hier bedoelen wij echter het vormen van geheele aardlagen daaruit. Dergelijke gronden worden *veengronden* geheeten.

Naar de wijze hunner vorming kunnen wij dus drie hoofdgroepen van bouwgronden onderscheiden:

1. *Verweeringsgronden.*
2. *Aangeslibde* of *verplaatste gronden.*
3. *Veengronden.*

Eigenlijke verweeringsgronden komen hier te lande niet voor. Wel treden in Limburg (St. Pietersberg, langs het Geuldal enz.) aan de hellingen der heuvels enkele gesteenten, zoogenaamd krijtturf, aan de oppervlakte; maar aangezien deze door andere lagen overdekt zijn, dragen zij weinig of niet tot de vorming van den bouwgrond bij, en, tenzij men daartoe ook de oerbanken wil brengen, heeft men slechts op enkele andere plaatsen (Delden) en op aanzienlijke diepte vaste gesteentelagen ontdekt.

De Nederlandsche bouwgronden zijn dus, wat betreft hunne natuurlijke vorming, grootendeels ontstaan uit, deels door water deels door ijs aangevoerde, verweeringsproducten van gesteenten, die eens, meestal duizenden meters ver, rotsen vormden, en uit planten; of met andere woorden: zij zijn hoofdzakelijk ontstaan door aanslibbing en veenvorming. Naar den tijd waarin zulks plaats had, kunnen de verschillende lagen gebracht worden tot de *alluviale* of *hedendaagsche* vormingen, *diluviale* of quartaire vormingen, tertiaire vormingen enz.

Van de verschillende grondsoorten, hiertoe behoorende en haar gebruik, in het bijzonder als bouwgrond, volgt hier voorcerst een kort overzicht.

Men gebruike daarbij eene geologische kaart, in de meeste schoolatlassen te vinden, of die van Dr. Staring.

1. ALLUVIALE GRONDEN.

Tot het *alluvium* rekent men: de *venen*, onderscheiden in *hooge-* en *lage venen*, de *zee-*, *rivier-* en *beekbezinkingen*, de *duinen* en de *zandstuivingen.*

Deze gronden liggen deels aan de oppervlakte naast elkander maar deels ook over elkander, zoodat de eene de andere bedekt en daardoor aan het oog onttrekt.

Zoo vindt men laagveen soms onder hoogveen of onder eene zeebezinking, rivierklei of eene beekbezinking onder zandstuivingen bedolven enz. En aangezien de alluviale gronden later gevormd zijn dan de diluviale, bedekken daar, waar zij samen voorkomen, de eerste altijd de laatste, nooit omgekeerd.

A. Venen.

De venen bestaan geheel of grootendeels uit overblijfselen van planten. Naar hunne ligging ten opzichte van het omringende water, worden zij onderscheiden in *hooge* en *lage*. De eerste zijn één of meer meters boven dat water of de

gemiddelde oppervlakte der zee verheven, de laatste liggen daarmede gelijk of slechts weinig er boven.

Met deze ligging gaat gepaard een verschil in den plantengroei, die tot de veenvorming aanleiding heeft gegeven, en eenig verschil in de wijze, waarop uit de planten veen ontstaan is.

a. *Hooge venen.*

De hooge venen vindt men in de min of meer van de zeekusten verwijderde streken van ons land, voornamelijk in de provinciën Groningen, Friesland, Drente en Overijsel. In de andere provinciën treft men ze in 't geheel niet of van weinig uitgestrektheid aan. Alleen de Peel, op de grenzen van Noord-Brabant en Limburg, beslaat in deze provinciën eene oppervlakte van eenige honderden hectaren.

De hooge venen liggen meestal tusschen de diluviale zandgronden dier provinciën in. In Friesland, Groningen en Drente gaan zij naar de zeekusten toe allengs in laagveen over, worden dus hier door deze laatste begrensd en soms bedekken zij deze; aan de tegenovergestelde zijden, soms ver over de grenzen van ons land, palen zij weer aan het diluvium. Het Almeloosche veen in Overijsel en de Peel in Noord-Brabant zijn geheel door diluviale gronden omgeven. Uitgezonderd daar waar zij op laagveen rusten, hebben de hooge venen dan ook het diluvium tot ondergrond, dat te dier plaatse, voor zoover het onderzoek reikt, eene soort kom of dal vormt, waarin het veen is ontstaan. Zij zijn slechts in enkele gevallen door andere gronden overdekt gevonden en liggen dus meest alle aan de oppervlakte.

Ofschoon er nog vele hooge venen woest liggen en zij wegens hunne drassige ligging, slechts met mos, heide, biezen enz., en aan de kanten hier en daar ook met gagelstruiken en wilgen begroeid zijn, is echter ook een groot gedeelte er van ontgonnen en tot bouwland gemaakt, hetzij men het veen tot op den diluvialen zandgrond als turf heeft afgegraven en alleen de bovenste laag, die niet ter verturving geschikt is, de zoogenaamde bonkaarde met den ondergrond heeft vermengd, geëffend en gemest, hetzij men slechts een gedeelte veen heeft afgegraven en het overblijvende, met het zand der gegraven kanalen of wijken, vermengd met de zooevengenoemde bonkaarde, heeft overdekt. In het laatste geval ligt dan hoogveen onder een eigenlijken bouwgrond. Dalgronden en veenbouwten in de Veenkoloniën van Groningen.

Elders (b.v. kleine veentjes in Overijsel) heeft men ze ook afgegraven, alleen met het oog op de turf, en den zandigen ondergrond woest laten liggen.

Bij het veenbranden worden ze met een' kunstmatigen bouwgrond, namelijk de asch van het verbrande veen, vermengd met half- of onverbrande veendeelen, bedekt.

Zoowel het een als het ander heeft ten gevolge gehad, dat een groot gedeelte van het voormalige hoogveen òf in het geheel niet meer aanwezig is òf ten deele afgegraven en met een' bouwgrond, voor een goed deel vreemd aan het veen, is bedekt. Zelfs is het moeilijk nog al de plaatsen aan te wijzen, waar vroeger al hoogveen gevonden werd.

De meeste der nog niet aangestoken hooge venen zijn in het midden hooger dan aan de kanten. Hunne oppervlakte is echter niet regelmatig bol, maar

door eene menigte verhevenheden, *katten* en *bulten* genaamd, bedekt en hierop groeien vooral de zooeven genoemde planten, b.v. heide. Tusschen die hoogten, dus in de laagten, is de grond te vochtig, om tot bodem te kunnen verstrekken voor andere planten dan eenige mossoorten. Maar ook over 't geheel is de hooge-veengrond te drassig en te onvruchtbaar, dan dat zich hierop eenige plantengroei van belang zou kunnen ontwikkelen. Alleen daar, waar de veenlaag minder dik is en eene drogere ligging heeft, slaat b.v. houtgewas zeer goed aan. In het bijzonder is zulks het geval, als de veenlaag grootendeels verwijderd en aan de oppervlakte met zand vermengd wordt.

De dikte der hooge-veenlagen is zeer verschillend. Gemiddeld mag die op 2—5 meter gesteld worden, soms is zij echter aanmerkelijk grooter en bedraagt wel *tien* en meer meters.

Tusschen de eigenlijke veenstof, waarvan men naar de kleur en uiterlijke hoedanigheid of naar de planten waaruit zij ontstaan is, nog verschillende soorten als zwart en bruin veen, vlokveen, heide-, mos- en wollegrasveen onderscheidt, vindt men, in de onderste lagen van het veen, dikwijls *kienhout*, dat zijn stammen en takken van boomen, die evenals de andere plantendeelen wel in samenstelling veranderd zijn, maar hun' vorm behouden hebben.

In de hoogvenen van Oost-Drente treft men in de onderste lagen ook amorph koolzuur ijzeroxydule of zoogenaamde witte klien aan en verder het blauwgekleurde vivianit of phosphorzuur ijzeroxydoxydule. Dit laatstgenoemde mineraal wordt in vele andere aardlagen gevonden: in laagveen, moerasveen, moeraserts, terpen, tabaksgronden enz.

De veenstof en het kienhout worden, na gedroogd te zijn, veelvuldig tot brandstof gebruikt. De turf, die de hooge venen leveren, is hoofdzakelijk de lange of steekturf; echter worden sommige lagen, die daarvoor geschikt zijn of geschikt worden gemaakt, door vermenging met andere lagen, tot eene pap aangelengd en vervolgens tot de bekende baggerturf verwerkt [1]). In de laatste jaren worden de bovenste lagen, de bonkaarde, veel tot turfstrooisel verwerkt, terwijl het uit wollegras ontstane vlokveen tot andere doeleinden, b.v. tot vulling van matrassen en kussens gebruikt wordt.

b. *Lage venen.*

Terwijl de hooge venen aanmerkelijk boven de omringende wateren verheven zijn en alleen water bevatten, doordat de poreuze veenstof het als eene spons opzuigt of het op eene andere wijze belet wordt om weg te stroomen, ligt de oppervlakte der lage venen meestal gelijk met de gemiddelde oppervlakte der zee of slechts weinig boven het omringende water.

Wordt een hoogveen afgegraven en de ondergrond daarna tot bouwgrond gemaakt, dan kan deze in den regel gemakkelijk drooggelegd worden, ja zelfs moet het water der kanalen, voor den afvoer van turf enz. gegraven, meestal door schutsluizen worden opgehouden. Daarentegen moeten de gronden, die na verwijdering van de veenstof der lage venen overblijven, veelal opzettelijk droog gemalen worden, om er bouwgrond van te maken.

---

[1]) Dr. G. A. Venema, *De Venen en de Veenkoloniën* in *Bijdragen tot de kennis van den tegenwoordigen staat der prov. Groningen*, IIIe deel.

Tusschen de lage veengronden is nog veel verschil. Van de *eigenlijke lage venen*, die in meer of minder diep water (meren) gevormd zijn, onderscheidt men de *moerasvenen*, in ondiep water of een' vochtigen bodem ontstaan, en de *darg*.

aa. *Eigenlijke lage venen.*

Lage venen vindt men in alle provinciën van ons land, maar vooral in die, welke aan de zee grenzen. De meeste liggen in eene strook tusschen de diluviale gronden of de hooge venen en de zeebezinkingen. Aan deze zijde, naar den zeekant toe, worden zij ten deele door de zeeklei, aan gene zijde soms door hoogveen overdekt, en gelijk zoo pas opgemerkt is, hierdoor van het diluvium gescheiden. Daar echter, waar eene rivier het lage veen doorsnijdt of vroeger heeft doorsneden, gelijk met vele Hollandsche venen 't geval is, of waar, zooals bij de lage venen van Ankeveen, Kortehoef en Loosdrecht, ten westen van het Gooiland, op eenigen afstand eene rivier (hier de Vecht) loopt, worden ze begrensd en ten deele overdekt door rivierklei.

In Zuid- en Noord-Holland grenzen ze ten westen aan de duinen. Door het verstuiven van de duinen landwaarts in, is hier een gedeelte van het veen met zand overdekt geworden, ja, door het langzaam verplaatsen van de geheele duinketen, van 't westen naar 't oosten, zijn de duinen als 't ware over het veen heen geschoven, zoodat dit aan den anderen kant, aan de zeezijde, weer voor den dag komt.

Evenals in Holland treft men ook in andere provinciën, op eenigen afstand van de oevers der rivieren laagveen aan. Zoo b.v. aan den rechteroever der Maas, ten noorden van Venloo en aan de oevers van den IJsel. Hier is het dus aan de eene zijde rivierklei en aan de andere het dilivium of hoogveen, welke het laagveen begrenzen.

Wielen of kolken, door vroegere doorbraken van dijken ontstaan, zijn ook dikwijls met laagveen gevuld, zoo b.v. het Velperbroek, nabij Arnhem.

De dikte van het laagveen is zeer verschillend en wisselt af van een paar meter tot *tien* en meer meters.

Dat laagveen door andere gronden overdekt is geworden, is reeds opgemerkt. Hier is het zeeklei, daar rivierklei, elders duinzand, waaronder laagveen bedolven ligt. In vele gevallen is die overdekte veenlaag niet zeer dik en is het meer eene soort van veen, die wij hierna onder den naam van *darg* zullen beschrijven.

Evenals hoogveen is ook laagveen op sommige plaatsen opzettelijk door eene aardlaag overdekt, met het doel om er bouwgrond van te maken. In het bijzonder is dit het geval met het veen aan den duinkant in Zuid- en Noord-Holland. De bloembollenteelt te Overveen en Bloemendaal, in de omstreken van Haarlem, geschiedt in duinzand met veel mest en veen vermengd, 't welk men daar tot drie en meer meter toe over het veen heeft gewerkt. De tuinbouw in het Westland geschiedt voor een deel in een' dergelijk aangebrachten grond, op den oorspronkelijken veenbodem rustende. In de provincie Groningen, in het zoogenaamde Lageland ten zuiden van het Damsterdiep, wordt de bovengrond, die hier geheel of ten deele uit veen (darg) bestaat, met den daar in den ondergrond voorkomenden zeer vruchtbaren kleigrond vermengd. Aan de oevers der rivieren o. a. aan de Vecht

bij Loenen en Maarsen, mest men en overdekt men dus den veengrond met rivierslib. Elders bij de warmoezerijen in Noord-Holland (Oud-Karspel, Noord- en Zuid-Scharwoude en Broek) overdekt en hoogt men den veengrond op met slootaarde.

Overigens liggen de meeste lage venen in ons land, gelijk ze gevormd zijn, begroeid met grassoorten en andere planten. Door het graven van greppels enz. bevordert men wel het afloopen van 't water, waarmede ze 's winters ten deele bedekt zijn en door bemesting de vruchtbaarheid, maar door de buitengewoon lage ligging zijn ze veelal slechts bruikbaar voor hooi- en weidebouw of daarvoor aangewezen. Vele leveren echter ook de grondstof voor het maken van turf (bagger). De uitgeveende plassen laat men òf aan zich zelven over en hier vormt zich, zooals we hieronder zullen vermelden, opnieuw veen, òf men bemaalt ze en legt ze tot akker-bouwgrond aan.

De grond, dien men na het uitbaggeren en het daaropvolgend droogmalen bekomt, dat is dus de *ondergrond* van het veen, is zeer verschillend. Op de grenzen van het diluvium of hoogveen, b.v. in de provincie Groningen, te Scharmer, Harkstede, de Leek enz., in Friesland en elders, is het vooral dilivium, in Holland en het westen van Utrecht grootendeels zee- of rivierklei. Daar nu zee- of rivierklei van nature veel vruchtbaarder is dan de diluviale zandgrond, loont het in de laatstgenoemde provinciën veel beter de moeite, de plassen droog te malen, dan in de eerstgenoemde streken. Hier acht men den ondergrond meestal niet van zooveel waarde, om er de kosten van droogmalen aan te besteden, 't welk ginds wel het geval is.

De bekende vruchtbaarheid van de binnenpolders in Noord- en Zuid-Holland of het *nieuwe* land aldaar, de Schermer, de Purmer, de Zuidplas-polder enz., dat uitgebaggerde en droog gemaakte lage venen, zoo te zeggen dalgronden van laagveen zijn, toont duidelijk aan, welk een' uitmuntenden ondergrond de lage venen aldaar bevatten.

bb. *Moerasvenen.*

Hiertoe rekent men laagveen, in ondiep water of op een zoogenaamd drassigen, moerassigen bodem ontstaan, een' grond, die bijna het geheele jaar door met water volgezogen of er mede bedekt is. Eens gevormd, is het moerasveen van eigenlijk laagveen moeilijk te onderscheiden, behalve dat de veenlaag minder dikte heeft.

De oppervlakte verschilt echter ook in vele gevallen. Terwijl die der lage venen horizontaal en tamelijk vlak is, is die der moerasvenen dikwijls hellend en, wanneer ze gewoid worden, evenals de hooge venen, van kleine hoogten en laagten voorzien, aangezien de planten, waaruit dit veen vooral ontstaat, zoogenaamde *Carex*-soorten of Rietgrassen, op hoopjes groeien, en het weidende vee deze hoopjes min of meer vermijdt en den grond daartusschen alzoo ineentreedt.

De hellende *ligging* staat in verband met de *plaats van voorkomen*. Moerasveen toch vindt men veelal aan de oevers van kleine rivieren, welke uit hooge venen haar oorsprong nemen, b.v. die tusschen de zandruggen in het zuidoosten van Friesland, op de grenzen van hoogveen, vooral aan die zijde waar het

veen het meest helt en dus het water het meest afzakt, en op de grenzen van laagveen.

De meeste moerasvenen hebben, zoo niet opzettelijk voor beteren afvoer van het water gezorgd wordt, met betrekking tot het omringende water eene zeer lage ligging en zijn alleen tot hooi- of weiland geschikt. Even als vele lage venen, staan zij 's winters, vooral aan de oevers der kleine rivieren, onder water. Langs de Mussel-A in de provincie Groningen, worden ze *derrie-* of *lichtbruine* gronden of ook wel *oer-*, *roodolm* of *roode darggronden* genoemd en bevatten ze volgens Geertsema veel ijzerdeelen. In Friesland worden ze *klijnlanden* geheeten [1]).

Vele moerasvenen zijn behalve met Sekgras of driekantsoorten, bij eene lagere ligging, waardoor zij bijna het geheele jaar door onder water staan, en meer kleihoudenden ondergrond, met riet bezet.

In den noord- en noordoostelijken hoek van den Hugowaard en het Berkmeer in Noord-Holland wordt die rietgroei aanmerkelijk bevorderd en beter riet verkregen door het lage land met een dijkje en eene ringsloot te omgeven. Door een' duiker laat men het water in het rietveld uit de ringsloot loopen, zoodat de grond 1—1½ decimeter bedekt wordt. Dit geschiedt gewoonlijk van 1 Mei tot het laatst van September of in 't begin van October van tijd tot tijd. Dan heeft het riet zijne gewone lengte verkregen en moet het water afgetapt worden, om het riet blank te houden. Het snijden van 't riet heeft in den winter plaats. Met tusschenpoozen van eenige jaren, wordt de bovenste veenlaag afgestoken, gedroogd en zoo mogelijk tot brandstof gebezigd. De wortelstokken van het riet loopen daardoor beter uit, en de rietgroei wordt dus aanmerkelijk bevorderd.

Tot de moerasvenen dienen ook gebracht te worden de venen, welke in de valleien der duinen, de duinpannen, gevormd worden. Door den gebrekkigen afvoer van 't water wordt dit in die laagten opgehoopt; er ontwikkelt zich hier een welige plantengroei, die in den vochtigen bodem tot de veenvorming aanleiding geeft.

Op eene dergelijke wijze is en wordt er moerasveen gevormd in de vlakten op de diluviale gronden. Ofschoon soms aanmerkelijk boven de oppervlakte der zee verheven, kan bij gebrek aan een' goeden waterafvoer, het regenwater, dat er zich in verzamelt, of het beekwater, dat nu en dan die vlakten overstroomt, niet wegvloeien. Eensdeels wordt hier slib, dat het beekwater aanvoert, afgezet, en eene eigenlijke beekbezinking (waarover later) gevormd, anderdeels ontstaat er in den vochtigen bodem moerasveen. Deze vlakke gronden zijn bekend onder den naam van *brocken.*

cc. *Darg.*

Onder *darg* of *derrie* verstaan wij hier de veenlaag, die onder de kleigronden langs de Noordzeekusten van af Sloeswijk tot en met België en onder de klei aan de oevers der rivieren bedolven ligt. Op eene soortgelijke wijze

---

1) C. Geertsema, *Beschrijving van den Landbouw in de districten Oldambt, Westerwolde en Fivelingo*, blz. 96, en *Bijdragen tot de Geneeskundige plaatsbeschrijving*, IIde stuk, Friesland, blz. 29.

ontstaan als de lage of moerasvenen, zouden we darg ook kunnen noemen: met klei overdekt moeras- of laagveen.

Darg vindt men dus voorcerst onder de kleigronden in het noorden der provinciën Groningen en Friesland, langs den Dollard en de Wadden, onder dergelijke gronden aan de oevers der Zuiderzee, van de Lemmer tot voorbij Elburg, onder de kleigronden van Holland en Zeeland en aan de oevers der rivieren. Ook het veen onder de duinen zou men darg kunnen noemen.

De diepte, waarop hij onder de kleilaag ligt, is zeer verschillend en ten deele afhankelijk van de hoogte van den overdekkenden grond boven de oppervlakte der zee. In het zoogenaamde Lageland van de provincie Groningen, in de omstreken van het Damsterdiep, en in de Medelanden, ligt zij minder diep dan op het zoogenaamde Hoogeland, het noordelijk en noordoostelijk deel der provincie.

Niet overal wordt onder de klei darg aangetroffen. Op sommige plaatsen is het ook niets anders dan de oude bouwlaag, die met planten begroeid en met veel plantenwortels vermengd, door klei of zand overdekt werd. Die plantendeelen worden, met klei vermengd, nu in den ondergrond als darg teruggevonden. Daar de plantengroei toen ter tijd echter meer aan zich zelven was overgelaten en er vele plassen waren, waarin riet en andere planten welig groeiden en na het afsterven in veen veranderden, of met andere woorden de veenvorming meer algemeen was, volgt daaruit van zelve, dat op vele plaatsen darg moet worden aangetroffen. De dikte van de darglaag is alzoo zeer verschillend en wisselt van één en meer meters af tot één of meer decimeters. De planten of plantendeelen, die bij de overdekking met slib nog niet of niet geheel in veen veranderd waren, hebben die verandering onder de sliblaag ondergaan. Haar vorm is in den darg daardoor veel beter bewaard gebleven dan in ander veen.

Behalve in de nabijheid van het diluvium, waar de veenlaag, die darg genoemd wordt, op zandgrond rust, treft men meestal klei onder darg aan. Dikwijls wisselen eenige klei- of darglagen ook met elkander af.

Onder de nieuwere kleilagen, b.v. die der nieuwere Dollard- en Wadpolders en aan de oevers van den IJsel, vindt men den darg, waar hij voorkomt, niet altijd onmiddellijk onder de klei, maar onder het zeezand. Ook op de Wadden is onder het zeezand dikwijls darg aangetroffen [1]). Hetzelfde is in Zeeland opgemerkt, waar evenmin onder de nieuwere klei-bezinkingen onmiddellijk veen wordt aangetroffen [2]).

Ofschoon de darg slechts als ondergrond voorkomt en alleen daar, waar veen- en kleigronden allengs in elkander overgaan of met elkander afwisselen, gelijk b.v. in het Lageland ten zuiden van 't Damsterdiep, in de prov. Groningen, een deel van den bouwgrond uitmaakt, oefent hij vele malen op dezen laatsten toch een' belangrijken invloed uit. Terwijl de darglagen aan

---

[1]) Dr. R. Westerhoff en Dr. G. Acker Stratingh, *Natuurlijke Historie der prov. Groningen*, bl. 190.

[2]) *Bijdragen tot de Geneeskundige plaatsbeschrijving*, 1e stuk, Zeeland, bl. 42. — Zie ook Dr. F. Seelheim, *Grondboringen in Zeeland*, bl. 14. Verh. K. A. v. W. XIXde deel.

den eenen kant — daar zij het water goed doorlaten — aan den bouwgrond eene droge ligging geven, geven zij aan den anderen kant, evenals zij zelve veelal hoogst onvruchtbaar zijn, aanleiding tot het ontstaan van zoogenaamd zure, onvruchtbare kleilagen in den ondergrond. Soms zijn deze darglagen sterk ineengeperst en laten dan het water moeilijk door [1]).

Tijdens hare overdekking met zeeklei, door het zee- of brakwater gedurig overstroomd, of ten deele misschien in dergelijk water ontstaan [2]), bevatten ze dikwijls nog vele zoutdeelen, en is het water, dat langs darglagen in putten of slooten zich verzamelt, veelal brak, stinkend en bruin gekleurd. In Zeeland werd door verbranding van den darg uit de asch vroeger zelfs keukenzout gewonnen.

Evenals in de hooge venen worden in de lage venen in 't algemeen dikwijls boomstammen (kienhout) gevonden, die er op wijzen, dat sommige met bosschen begroeid zijn geweest. Daarmede in overeenstemming zijn de overblijfselen van dieren vooral van herten, die men dikwijls in laagveen of darg vindt.

Niet alleen de veenstof der hooge venen, gelijk vermeld is, maar ook die van lage venen wordt dikwijls met klei, zand en mest vermengd, om er een' vruchtbaren bouwgrond van te maken.

Om niet van den algemeen bekenden turfmolm te spreken, vermelden we, dat deze vermenging met *molm*, gelijk de veenstof in Holland genoemd wordt, zeer gebruikelijk is bij de warmoezeniers en bloemkweekers. Zeer gezocht daarvoor is de zoogenaamde *meermolm*, die aan de kanten der meren aanspoelt.

Het licht, bruingekleurd veen acht men daartoe van minder qualiteit dan het donker gekleurde, dat, zooals men 't noemt, meer moerig is.

B. Zeebezinkingen.

Tot de zeebezinkingen behooren de klei- en zavelgronden in de noordelijke provinciën en aan de kusten der Zuiderzee, de meeste klei- en zavelgronden in Holland, Zeeland en noordwestelijk Noord-Brabant, benevens de gronden van den bodem onzer zeeboezems, zeegaten en stranden.

Ofschoon de bestanddeelen geheel of grootendeels door de rivieren aangevoerd zijn, noemt men deze gronden zeebezinkingen, omdat zij, blijkens de daarin voorkomende schelpen en andere overblijfselen van zeedieren, uit zoutwater zijn bezonken. Zij zijn daardoor te onderscheiden van dergelijke gronden direct uit het rivier- of zoetwater bezonken, waarin schelpen, van zoetwater-weekdieren afkomstig, voorkomen en die meer binnenlands gevonden worden. Dáar, waar deze rivieren zich in zee storten of vroeger gestort hebben, of beter (want tijdens den vloed stroomt het zeewater de rivieren op) dáar, waar het zeewater in de rivieren langzamerhand in zoet

---

[1]) *Verslagen K. A. v. Wetenschappen*, Deel XXVI, bl. 6.

[2]) Dr. F. Seelheim, *Sur les tourbières d'eau saumâtre*, Arch. Neerl. des sciences nat. 1878.

water overgaat of overgegaan is, gaat ook langzamerhand de zeebezinking in eene rivierbezinking over.

Men onderscheidt de zeebezinkingen verder in *oudere* en *nieuwere*. Het tijdstip, waarop men hier te lande begonnen is dijken langs de rivieren en zeekusten aan te leggen, is een keerpunt geweest in de geschiedenis der vorming van den bodem van ons land. Toen het rivier- en zeewater nog niet door dijken bedwongen was, had het toegang tot plaatsen en was er gelegenheid tot vorming van gronden in streken, die nu ver van de zee of eene rivier verwijderd liggen. Bovendien had het afzetten van klei, met meer of minder zand vermengd, onder andere omstandigheden plaats, dan waaronder zich dergelijke gronden nog tegenwoordig vormen of na het opwerpen der dijken gevormd zijn. De gronden nu, vóór het aanwezig zijn van dijken in ons land, uit het zeewater bezonken, neemt men *oudere*, die, welke na dien tijd daaruit bezonken zijn en wier vorming tegenwoordig nog plaats vindt, *nieuwere* zeebezinkingen.

Het tijdstip, waarop men begonnen is dijken aan te leggen is niet met zekerheid bekend en de grens van de oudere en nieuwere bezinkingen niet altijd met juistheid aan te geven. In de provinciën Friesland en Groningen vormt de rij terpen en wierden, welke men aldaar vindt of vroeger vond, — want vele zijn afgegraven, — wellicht die grens. Want deze vormden vóór het aanwezig zijn der dijken de vluchtheuvels, waarop onze voorouders bij hooge vloeden veilig waren [1]). In de provinciën Zuid- en Noord-Holland rekent men den bodem der meer binnenlands gelegen polders, de Purmer, de Zijpe, de Haarlemmermeer, Zuidplas enz. tot de oudere zeebezinkingen. In 't algemeen mag men ook de gronden, welke onder darg of veen voorkomen, in zooverre die niet tot het diluvium behooren, daartoe rekenen.

Evenals de alluviale gronden de diluviale bedekken, — indien deze laatste niet aan de oppervlakte voorkomen, — zoo vindt men de nieuwere dikwijls over de oudere zeebezinkingen liggen. Zoo ligt de oude wadbodem met zijne zand- en schelpbanken onder de nieuwere zavelgronden der wadpolders in Groningen en Friesland bedolven, ja is het niet onwaarschijnlijk, dat onder den tegenwoordigen wadbodem, even als er hier en daar darg voorkomt, ook oude zeeklei gevonden wordt. Naar alle waarschijnlijkheid toch strekte de tegenwoordige kust van Groningen en Friesland zich voormaals verder uit dan tegenwoordig. De eilandenrij moet vroeger, ten deele althans, met het vastland verbonden zijn geweest, maar door geweldige watervloeden daarvan zijn afgescheiden, de daartusschen liggende grond alzoo zijn weggespoeld. Die grond bestond weliswaar voor een groot gedeelte uit veen, maar daaronder, daartusschen en daarboven lag klei, evenals we dit in het Lageland der prov. Groningen, dat tot de oudere zeebezinkingen behoort, waarnemen.

---

[1]) Bij het trekken van die grens naar de terpen dient men echter in aanmerking te nemen, dat men in het algemeen zal begonnen zijn de hoogere gedeelten door dijken te beschermen. Door de lagere gedeelten stroomde van nature het water naar de zee of omgekeerd bij hooge vloeden van de zee naar het land. De hoogere gedeelten overstroomden bij gematigde vloeden niet en deze zullen het eerst bewoond, bebouwd en langs de lagere gedeelten door dijken omringd zijn geworden.

Wij moeten ons dus niet voorstellen, dat, ofschoon de terpen en wierden in het noorden van Friesland en Groningen wellicht de grens vormen van de bovenliggende oudere en nieuwere bezinkingen, er ten tijde dat die hoogten door onze voorouders werden opgeworpen, ten noorden daarvan geen land gevonden werd; integendeel onze voorstelling zal juister zijn, wanneer we ons de toenmalige kust der eilanden, en ook die van het vastland, op sommige plaatsen althans, meer noordelijk denken dan zij tegenwoordig is.

Immers, ten tijde dat de Romeinen deze streken bezochten, bestonden wel reeds de Wadden, maar zij hadden niet die uitgestrektheid en die gedaante welke zij tegenwoordig bezitten. De eilanden besloegen eene grootere oppervlakte; zij vormden met het eigenlijk vastland meer een geheel dan tegenwoordig het geval is. Het noordwestelijk gedeelte van Groningen b.v. moet zich eens verder noordwaarts hebben uitgestrekt en met het nog in den historischen tijd als eiland bestaan hebbende Korenzand (nu eene zandplaat) min of meer hebben samengehangen.

Ofschoon wij het vastland, de Wadden en de eilanden nog als een geheel kunnen beschouwen, als land, dat alleen bij hoogwater onder loopt, omdat het niet zooals het andere ingepolderde land door dijken beschermd wordt, waar de riviermonden met verschillende takken tusschendoor loopen en dat door duinen op eene natuurlijke wijze tegen het zeewater beschermd wordt, zal dit in vroegeren tijd op meer zichtbare wijze het geval geweest zijn.

Van die oude eilanden en van dat oude vastland komen nu nog brokken darg met boomstammen (kienhout) en wellicht ook oude zeeklei, meestal onder zeezand bedolven, op de Wadden en zelfs buiten de eilanden voor [1]).

Tot de zeebezinkingen behooren dus:

a. *de ingedijkte zeeklei- en zavelgronden.*

Het onderscheid tusschen beide berust op het verschil in klei- en zandgehalte. De zavelgronden noemt men ook lichte klei-, de andere zware kleigronden. Wij komen op dit verschil later terug, en vermelden nu alleen, dat — de IJpolders, de bezinkingen aan den Dollard en enkele aan 't Reitdiep in de prov. Groningen en in Zeeland misschien uitgezonderd, — de nieuwere zeebezinkingen tot de zavel-, de oudere tot de kleigronden dienen gebracht te worden. Gemakshalve noemt men ze samen *zeeklei-bezinkingen.*

Onder de zeeklei vindt men dus, gelijk reeds meermalen is opgemerkt, wanneer die tot de oudere behoort, meestal darg; zoo zij tot de nieuwere behoort, meestal eerst zeezand. Onder den darg wordt op vele plaatsen weer klei gevonden, dan nog wel eens darg en klei en zand en eindelijk het diluviale zand.

De oppervlakte der zeeklei is over 't geheel vlak. Behalve nog eenige van de reeds vermelde terpen en wierden, door de voormalige bewoners in Groningen en Friesland opgeworpen op de grens van de oudere en nieuwere bezinkingen, en enkele andere opgeworpen hoogten, maken eenige overblijfselen van dijken of door de natuur gevormde ruggen, misschien de overblijfselen

---

1) Dr. R. Westerhoff, *De Kwelderkwestie, nader toegelicht.*

van voormalige stranden of schoorwallen, bijna de eenige hoogten in die provinciën uit.

In de provincie Zeeland treft men eveneens dergelijke opgeworpen hoogten aan, ofschoon meerendeels kleiner dan de evengenoemde terpen en wierden. Door het groot aantal nog bestaande of tot wegen aangelegde dijken is het terrein hier meer ongelijk dan in Groningen en Friesland.

Ofschoon over 't geheel vlak is er toch met betrekking tot de gemiddelde oppervlakte der zee of het Amsterdamsche peil nog al veel verschil in de hoogte der zeeklei-landen. Daar de rijzing of daling echter niet plotseling is, valt zij niet dadelijk in 't oog. Hunne ligging is echter meestal hellend.

Over 't geheel zijn de oudere gronden lager gelegen dan de nieuwere, zoodat de grond rijst, naarmate men de kust nadert. Zoowel in Groningen als in Friesland, Zeeland en elders kan dit opgemerkt worden. De oudste Dollardpolder, die van de Meeden, ligt bijna 2 meter lager dan de Finsterwolder, de Noordpolder bij den zeedijk 0.3 à 0.6 meter hooger dan het Uiterdijksland en dit 1 à 2 meter hooger dan het lage land ten zuiden van Warfum. De Bildtpollen, het noordelijk aangeslijkte land in Friesland, liggen hooger dan het Nieuw-Bildt, in 1600 ingedijkt, en dit wederom hooger dan het Oud-Bildt, in 1508 door dijken omringd. Hetzelfde is het geval met vele polders in Zeeland, b.v. op Schouwen en Zuid-Beveland en in Noord-Holland [1]). Van elken polder helt de grond van den eenen dijk tot den anderen. In dit laatste opzicht is er echter een aanmerkelijk verschil, naarmate de zeebezinking meer uit klei dan wel meer uit zand bestaat. Zoo hellen de veel klei bevattende Dollard-polders van den ouderen naar den nieuweren dijk af, de Wad-polders, die meer uit zavelgrond bestaan, hebben eene tegenovergestelde helling. Hetzelfde verschil wordt met de kwelders, dat zijn de buitendijksche gronden, die nog niet ingedijkt zijn, opgemerkt.

Terwijl de Dollardkwelder van den dijk af langzamerhand daalt, wordt een kwelder aan de Wadden van den dijk af langzamerhand hooger tot aan den zoogenaamden schoorwal, daalt dan plotseling en gaat nu in het vlakke zeezand over of verheft zich nogmaals, totdat op eenigen afstand een tweede schoorwal gevormd wordt.

De dikte der zeeklei-laag is zeer verschillend en wisselt af van 0.5 meter of nog minder tot soms verscheidene meters. Van de Dollardpolders heeft de bovenste kleilaag eene dikte van 1—4 meter, die der polders aan de Wadden en aan de Zuiderzee gelegen, is 1 à 2 meters dik. Daar echter, waar vroeger geulen geweest of ter bekoming van grond voor het opwerpen van dijken gaten gegraven zijn, heeft de kleilaag eene grootere dikte. Een ruim veld van onderzoek aangaande de dikte dezer zeebezinkingen, blijft echter nog over. Op vele plaatsen toch is de dikte der kleilaag wel bepaald tot aan den darg of het zeezand, maar slechts op enkele plaatsen tot aan den diluvialen zandgrond.

Te Gorinchem werd op 121 meter, te Vlissingen op ± 20 meter, bij Veere op 15 en te Goes op 8 meter het zanddiluvium aangetroffen. In Friesland heeft de zeebezinking, volgens Bruinsma, van de oppervlakte tot het diluvium eene dikte van 6—8 meter. In de provincie Groningen is weinig

1) Zie *Waterstaatskaart.*

omtrent de dikte der oude zeeklei-lagen bekend. Naar het schijnt, loopt de Hondsrug (diluvium), die even ten noorden van de stad Groningen onder de zeebezinking wegschiet, tot aan Winsum door en in de richting van dit dorp naar de stad en bij dit dorp heeft men meermalen bij gravingen den diluvialen zandbodem aangetroffen. De kleilaag schijnt hier dus minder dik te zijn dan op andere plaatsen in het noorden dier provincie. Bij eene putboring te Warfum werd op eene diepte van 25 meter het zanddiluvium gevonden.

Deze cijfers geven echter een zeer onvoldoend beeld van de dikte der zeebezinking, daar zij niet uit eene enkele laag, maar dikwijls uit verscheidene bestaat, in vele gevallen, gelijk reeds opgemerkt is, afgewisseld door darglagen. Zoo onderscheidt de hoogleeraar Harting in den bodem onder Amsterdam 9 verschillende lagen. De heer P. J. Neyt vond in den bodem van Noord-Beveland (Zeeland) [1]) het volgende: „Op 3.90 meter beneden het maaiveld of op 1.10 tot 1.20 meter beneden het gewoon laagwaterpeil ligt eene vaste blauw gekleurde zandlaag, waarop eene 40 tot 50 centimeter dikke laag lichtgrijs gekleurde vette klei rust. Op deze kleilaag bevindt zich eene laag veen, dik 60 tot 70 centimeter, kennelijk het overblijfsel van riet en andere planten. De veenlaag draagt eene 2 meter dikke laag zand, vermengd met zeeschelpen. Het zand wordt in het bovenste gedeelte der laag roodachtig bruin en gaat over in eene laag bouwklei, waarvan het bovenvlak omstreeks 50 centimeter beneden het gewoon hoogwaterpeil ligt."

Eene dergelijke afwisseling van klei, zand en darglagen vindt men ook elders. Een algemeen overzicht kan daarvan, ook omdat er tusschen deze klei- en zandlagen nog veel verschil bestaat, niet gegeven worden.

Onder de oudere kleigronden komen er echter, deels aan de oppervlakte als bouwgrond, deels in de diepte, grondsoorten voor, waarbij hier een oogenblik dient stil gestaan te worden.

Vele dezer gronden hadden, nadat zij waren gevormd, met betrekking tot het omringende water, eene zeer lage ligging, zoodat zij zelfs gedurende een groot gedeelte van 't jaar onder water stonden. Daardoor werden zij niet zelden met eene laag veen bedekt, dat echter ten gevolge van hevige watervloeden op sommige plaatsen, b.v. aan den Dollard, de Zuiderzee, het voormalige IJ enz. weder ten deele werd weggeslagen en daarna ten gevolge van herhaalde aanslibbing met nieuwe zeeklei werd bedekt. Elders waren deze laag gelegene kleigronden met weinig voedzaam gras, Russchen en Carex-soorten bedekt, waarvan in den regel 's zomers alleen hooi kon gewonnen worden. Vandaar de naam van *meedelanden* (maai- of hooilanden), aan deze gronden in de provincie Groningen gegeven (Winsummer-, Tinallinger-, Adorper-, Saaxummer-, Loppersummer-meeden enz.).

Ofschoon plaatselijk dikwijls nog onderling verschillende, kunnen in deze laag liggende streken, behalve gewone kleigrond, vooreerst twee grondsoorten worden onderscheiden, bekend onder den naam van *roodoorn* en *knik*. Komen beide soorten samen voor, dan vormt de eerste meestal den bovengrond van

---

[1]) Zie hieromtrent *Geneeskundige plaatsbeschrijving*, 1e en 2e stuk, Dr. Lorié, *Contributions à la Geologie des Pays-Bas* en Dr. F. Seelheim, *De grondboringen in Zeeland.*

de laatste. Prof. Van Bemmelen, die deze grondsoorten scheikundig onderzocht heeft, zegt van de eerste [1]): „In het algemeen kunnen wij de bovengronden van de oude kleilanden, die eene bruine of roodachtige kleur bezitten, die rijk zijn aan humusdeelen (overblijfselen van planten) en aan fijn verdeeld ijzeroxyde, die gemiddeld 0.2 pct. kalk bevatten en met water aangemengd, eene *grauwroode* brij geven, onder den naam van roodoorn samenvatten."

Knik wordt door Van Bemmelen beschreven als eene zeer taaie, vaste klei, waardoor de wortels der planten moeilijk heendringen en waarvan het water moeilijk afloopt. Zij heeft niet eene gelijkmatig roode kleur, maar roode aderen en plekken in menigte. Overblijfselen van planten komen er weinig of niet in voor.

Ofschoon in de provincie Groningen hoofdzakelijk onderzocht, worden ongetwijfeld dergelijke gronden ook in andere provinciën aangetroffen. Zoo komt onder de oude kleigronden in Friesland, buiten de voormalige Middelzee, knip- of knikklei voor, die Bruinsma beschrijft als eene grondsoort, „die hard en wreed is en veel ijzer bevat" en dus met de gelijknamige grondsoort in Groningen tamelijk wel overeenkomt. Onder de aangrenzende nieuwe klei van de voormalige Middelzee vindt men deze knip niet.

Onder het veen (darg) komt vrij algemeen eene kleisoort voor, die blauw van kleur is en daarom *blauwe klei* geheeten wordt, zoowel in Groningen, Friesland als in Holland, op eene diepte van 4—5 meter — A. P., soms nog dieper; zij bezit veelal eene dikte van 1—3 meter en gaat geleidelijk over in zandmergel. In Groningen is deze klei door de landbouwers zeer gezocht als verbeteringsmiddel van den bovengrond (woelklei), terwijl zij een groot deel vormt van den tegenwoordigen bodem des Haarlemmermeerpolders en in het algemeen van de Noord- en Zuidhollandsche droogmakerijen. Tusschen beide vindt men ook meer zandige klei, die soms het karakter van leem heeft, waarover later zal gehandeld worden.

In de nabijheid der darglagen wordt voorts niet zelden klei aangetroffen, die als woelklei geheel ongeschikt is en bekend staat onder den naam van *zure* of *spier*-klei (Duitsch *Maibolt* of *Pulvererde*). Zoowel in de provincie Groningen als in den Haarlemmermeerpolder, de IJpolders en in den bodem van andere drooggemaakte meren, plassen en zeeboezems, is die door Prof. Van Bemmelen [2]) gevonden.

De opvolging der grondsoorten is dan in den regel als volgt:

Oudere gronden.

I. In de lage venen b.v. de oudste toestand van het IJ en onder Amsterdam.

Op	1—3	meter — A. P.	Veen.
„	4—4.5	„ „	Spierklei.
„	5	„ „	Blauwe klei, overgaande in
„	6—7	„ „	Zeezand.

[1]) *Bouwstoffen tot de kennis van de kleigronden der prov. Groningen*, bl. 123.

[2]) *De Samenstelling en Vorming van zure gronden in het Nederlandsch alluvium*, K. A. v. W.

II. Laagliggende kleigronden, b.v. het lage land der prov. Groningen.
Op 1—3 meter — A. P. Kleilaag van 1—4 meter. Daaronder of daartusschen dikwijls eene dunnere of dikkere veen- of darglaag.
„ 4 „ „ Spierklei, daarna blauwe klei, overgaande in
„ 6 „ „ Zeezand.

Nieuwere gronden, ontstaan waar vroeger door afslag gronden verdwenen zijn en later uit brak water nieuwe klei bezonken is.

III. Aan eene kust, b.v. aan den Dollard:
Op 1—3 meter — A. P. 1—3 meter nieuw bezonken zeeklei.
„ 4 „ „ Overblijfsel der oude veenlaag.
„ 5 „ „ Spierklei.
„ 6 „ „ Blauwe klei, overgaande in
„ 7 „ „ Zeezand.
IV. In een zeeboezem, zooals het IJ:
Op 1—1.5 meter — A. P. Nieuw bezonken zeeklei van 1—3 meter dikte, begrensd door hooger liggend veen.
„ 4 „ „ Spierklei, daarna blauwe klei, overgaande in
„ 7 „ „ Zeezand.

Een duidelijk bewijs, dat deze grondsoorten uit zee- of brak water bezonken zijn, vindt men niet alleen in de zeeschelpen, die vooral in de meer zandige lagen gevonden worden, maar ook in het brakke water, dat de putten zeer algemeen opleveren. De grond schijnt in de diepte nog geheel met de zouten van 't zeewater doortrokken te zijn, zoodat zelfs slooten, geheel van het buitenwater afgeschut, eenigen tijd, nadat ze gegraven zijn, soms brak water bevatten.

Behalve schelpen van weekdieren vindt men in de zeeklei soms eene groote hoeveelheid overblijfselen (pantsers of schalen) van kleine levende wezens, vooral van planten (diatomeën). Bij de putboringen te Amsterdam is op 40 meter diepte eene laag gevonden, die in 1 kilogr. 613.000.000 diatomeën bevatte en daarom met den naam van diatomeënklei bestempeld wordt [1]).

De zeeklei-gronden behooren tot de van nature meest vruchtbare in ons land en kunnen — vooral de zwaardere — na hunne vorming en indijking (polders) verscheidene jaren bebouwd worden, zonder eenige bemesting. Wanneer Gümbel [2]) van het Löss of de diluviale klei in Beieren zegt: „De korenschuren van Beieren zijn slechts aan het Löss haar onuitputtelijken rijkdom verschuldigd; deze aardlaag brengt in 't algemeen meer rijkdom voort dan dikke ertsgangen en rijke koolbeddingen kunnen geven", dan kan hetzelfde van vele Nederlandsche bouwgronden en in 't bijzonder van de zeeklei-bezinkingen gezegd worden, die bij eene goede behandeling een groot rijkdom-voortbrengend vermogen bezitten.

In Holland worden de meeste zee-kleigronden tot weiland gebruikt, vooral

---

[1]) Dr. Staring, *De Bodem van Nederland*, I, bl. 305 en Dr. P. Harting, *De Bodem onder Amsterdam*, blz. 150, 210.

[2]) Fallou, *Grund und Boden des Königreichs Sachsen*, S. 149.

de oudere of de binnenpolders; alleen de nieuwere (Anna-Paulowna-polder, de Waard- en Groetpolder enz.), die aan zee gelegen en meer zavelig of zandig zijn, worden meer algemeen tot akkerbouw aangewend, evenals die in Groningen, Zeeland, Noord-Brabant en Friesland. In de laatste provincie zijn zij in de gemeenten Wonseradeel, Barradeel en Wijmbritseradeel en in enkele streken van Groningen (aan 't Reitdiep en in de omstreken der stad) meer algemeen tot blijvende graslanden aangelegd.

b. *De zandbanken en andere gronden, die bij hoog water (de vloed) meestal overstroomd worden of steeds onder het zeewater bedolven zijn.*

De Noordzee, die met hare inhammen: de Dollard, Lauwerzee, Zuiderzee enz. de kusten van ons land bespoelt, heeft eenen bodem, die voor het grootste gedeelte uit grof zand bestaat, dat algemeen met den naam van zeezand wordt bestempeld.

Buiten de eilandenrij in het noorden en de duinenketen in het westen, is, behoudens enkele zandbanken, de diepte der zee weldra aanmerkelijk.

Wij laten den bodem aldaar, als voor den landbouwer van geen belang, onvermeld. Binnen de eilandenrij of langs de uitmondingen der rivieren is de bodem zeer oneffen. Aan de kusten van Groningen en Friesland en aan de oevers der Zuiderzee ziet men bij ebbe (laag water) eene onafzienbare vlakte, waar weinig of geen water staat. Vandaar de naam van Wadden (waadbare plaatsen), aan de streken tusschen de eilanden en 't vaste land gegeven. Hier bevinden zich namelijk eene menigte zandbanken of platen, die bij ebbe droog loopen en alleen, wanneer 't vloed (hoog water) is, overstroomd zijn. Tusschen die platen loopen minder of meer diepe geulen, zeegaten of riviermonden, waarlangs de schippers zeilen, die het Wad bevaren of oversteken om zee te kiezen. Door tonnen of bakens, op de kanten dier zandbanken geplaatst, wordt hun de weg, wanneer die bij hoog water — en alleen dan is het Wad meer algemeen bevaarbaar — anders niet meer te zien is, aangewezen. In een etmaal tweemaal door 't zeewater overstroomd, is hier geen plantengroei van eenig belang mogelijk. Slechts op enkele platen en stranden vindt men zeegras, zeewier en enkele andere planten en onmiddellijk aan de dijken, die het zeewater beletten de ingedijkte landen (polders) te overstroomen, wordt vooral aan den Dollard, de Wadden, den noordoosthoek van Noord-Holland, het eiland Wieringen en bij de Zeeuwsche en Zuidhollandsche stroomen eene strook aangetroffen, die alleen bij hooge vloeden overstroomd wordt, in Groningen onder den naam van *kwelders*, elders onder dien van *pollen*, *keegen* en *schorren* bekend, welke met planten begroeid is.

Niet alleen om die reeds met planten begroeide strook, welke reeds aan den landbouw wordt dienstbaar gemaakt, meenen wij van die buitendijksche gronden melding te moeten maken, maar ook omdat de Nederlander daarop steeds het oog gevestigd houdt. Daar die strook eenmaal een deel van het vasteland uitgemaakt heeft, zal de mensch, na reeds zooveel op de zee veroverd te hebben, niet rusten, voor zij tot hare natuurlijke grenzen, de duinen is teruggedrongen. Van tijd tot tijd wordt dan ook een gedeelte ingedijkt, en meermalen zijn of worden plannen beraamd om de Zuiderzee en

de Wadden van de Noordzee af te sluiten of bij gedeelten droog te maken. Het is dus niet onbelangrijk te weten, waaruit de bodem aldaar bestaat.

Op de Wadden, in het noordelijk deel der Zuiderzee, in 't algemeen daar, waar het water door vloed en eb, door stroom of door den wind in voortdurend hevige beweging wordt gebracht, bestaat de hoofdmassa uit zeezand overeenkomende met het duinzand en het hierboven genoemde zand onder de zeeklei, en voorts gekenmerkt door eene menigte heele zeeschelpen. Op sommige plaatsen zijn deze schelpen zelfs tot banken, *schelp-* of *schil*banken opgehoogd; ze worden van hier door de schelpvisschers (schillerlui) weggehaald en binnenslands gebracht, om in de kalkovens tot kalk gebrand te worden (schelpkalk).

Daar echter, waar het water meer tot stilstand komt, gelijk vooral in de bochten en inhammen, maar ook op andere plaatsen, aan de zoomen van enkele gaten en balgen, 't geval is, zet zich klei af. Zoo bestaat het gedeelte van den bodem der Zuiderzee, bezuiden de lijn, getrokken van den mond des IJsels tot Urk en van daar tot Enkhuizen, voor nagenoeg het $^4/_5$ gedeelte uit eene kleilaag, die meer dan één meter dikte heeft [1]).

Elders, in het bed van de Eems, op sommige plaatsen in de Zuiderzee, bij Urk en onmiddellijk aan de Geldersche kust en in de Meep, eene geul ten zuiden van Terschelling, wordt grof zand met vuursteenen en keien gevonden, die, zooals we hierna zullen zien, vooral het diluvium of den bodem eener rivier kenmerken.

Tusschen de kleigronden der kwelders bestaat, gelijk reeds opgemerkt is, (zie bl. 17) mede groot verschil; die aan den Dollard en bij de Overijselsche kust zijn in het algemeen zwaarder dan die aan de noordoostzijde der Noordhollandsche kust en aan de kusten van Groningen en Friesland.

Dat onder het zeezand of de bezonken klei hier en daar de oude darg- of veengrond en oude zeeklei gevonden is en misschien meer algemeen voorkomt, is bij het behandelen der zeeklei reeds opgemerkt. Wij vestigen daarop nogmaals de aandacht, want eene nauwkeurige kennis niet alleen van den boven-, maar ook van den ondergrond is, met het oog op mogelijke inpolderingen, van het uiterste gewicht. Niet alleen van den eersten, maar ook van den laatsten hangt toch de waarde van een stuk land af. Het kleidelven in de provincie Groningen heeft genoegzaam bewezen, welk nuttig gebruik er van deze ondergronden gemaakt kan worden. Op dezelfde wijze kan ook de ondergrond door vermenging met den wellicht slechten bovengrond van het ingedijkte land, dezen aanmerkelijk verbeteren en de kosten van indijking goed maken, vooral wanneer op niet te groote diepte klei onder zand of veen wordt gevonden.

Door indijking, drooglegging enz., worden deze gronden bij gedeelten allengs in bouwgrond veranderd. De kwelders of schorren, die reeds met planten begroeid zijn, dienen meest tot weidelanden, slechts zelden wordt er hooi gewonnen. Aan de Zuiderzee, b.v. bij Kampen en het Zwolsche Diep in Overijsel en aan de kust van Gelderland, tracht men door het planten van

---

[1]) *Verslag der Staatscommissie tot het instellen van een onderzoek omtrent eene afsluiting en eene droogmaking van de Zuiderzee.*

biezen eenig voordeel van den nog niet begroeiden, buitendijkschen grond te trekken en tevens daardoor de aanslibbing te bevorderen.

Elders wordt er nog een ander gebruik van gemaakt. Aan den Dollard namelijk en op enkele plaatsen ook aan de Wadden, voert men den aangeslibden kleigrond met schepen of wagens binnenslands, om daarmede vooral de zand- en veengronden te verbeteren.

C. Duinen.

Duinen treft men aan op de westkust van Zuid- en Noord-Holland, der Zuidhollandsche en Zeeuwsche eilanden en op de kusten (vooral de noordelijke en westelijke) der Wadden-eilanden. Slechts op enkele plaatsen in Noord-Holland, van Petten tot Kamp en van het Nieuwe Diep tot Huisduinen, heeft men steenstortingen, in Zeeland, bij West-Kappel, dijken moeten aanleggen; overal elders vormen de duinen aan die kusten de natuurlijke zeewering.

Duinen zijn hoogten. Langs de zeekust vormen zij met elkander een geheel, een' stevigen dam, die het zeewater belet binnen te dringen. Binnen die reeks, de *zeelooper of strandreep*, vindt men hier meer daar minder, nu eens op zich zelf staande, dan evenals de strandreeks daarmede innig en met elkander verbonden hoogten. Bij Velzen en Overveen is die duinenreeks meer dan een uur gaans, bij Calandsoog slechts weinige minuten breed. Zij bestaan uit hetzelfde zand, waaruit de zandbanken en over 't geheel de bodem der Noordzee is gevormd. Oorspronkelijk zijn het dan ook zandbanken geweest, die droog geloopen zijn en waarvan het zand tot hoogten is opgewaaid. De schelpen echter, die in de zandbanken heel voorkomen, zijn hier tot gruis verbrijzeld en met het zand vermengd. Echter vindt men dit schelpgruis niet overal en niet altijd in dezelfde hoeveelheid. De witte kleur van het zeezand is, hier meer daar minder, door ijzerroest in eene bruine veranderd.

Aan de landzijde gaan de duinen algemeen in vlakke zandgronden, in Holland bekend onder den naam van *geestgronden*, over, die, ofschoon door bemesting en bebouwing in samenstelling gewijzigd, oorspronkelijk uit hetzelfde duinzand bestonden. Sommige geestgronden zijn ook door afzanding der duinen ontstaan. De laagten, de valleien tusschen de duinen, zijn bekend onder den naam van *duinpannen*.

Ofschoon de duinen zich aanmerkelijk boven de nabijgelegen lage venen en kleigronden verheffen, is hare hoogte met betrekking tot de gemiddelde oppervlakte der zee toch minder, dan men op het eerste gezicht zou vermoeden, en zelden meer dan zestig meter. Ook de duinpannen en de geestgronden liggen boven de gemiddelde oppervlakte der zee. Desniettegenstaande zijn vele duinpannen vochtig en geven daardoor gelegenheid tot het vormen van moerasveen en hier en daar ook van zandoer. Uit andere heeft men echter het water weten af te leiden en er bouwgronden van gemaakt. Over 't geheel liggen de duinen en de duinpannen, — eenige tuinen bij buitenplaatsen of andere woningen, eenige velden voor aardappelen enz., eenig aangelegd bosch uitgezonderd — woest. Zij zijn wel ten deele met planten begroeid, vooral de duinpannen, die planten geven wel aan de duinen een zeer eigenaardig karakter en aan eenig vee wat voedsel, maar de landbouw

heeft overigens van dien grond of zijn' plantengroei rechtstreeks nog weinig gebruik weten te maken. Proeven om ze met boomgewas te beplanten schijnen ook vroeger wel gelukt te zijn, maar hadden tot nog toe weinig verder gevolg. Thans worden door de Heidemaatschappij in deze richting proeven genomen, die aanvankelijk een goed resultaat geven, en het is te hopen dat deze tot eene regelmatige beplanting met boomgewas zullen leiden. Tot nog toe is, om het verstuiven te voorkomen, eene kostbare helmbeplanting noodig.

Veel schade veroorzaken hier als overal elders de wilde konijnen deels aan het jonge gewas, deels omdat het zand, juist bij de opening van de gangen dezer dieren, licht aan 't verstuiven komt.

In tegenstelling met de duinen en duinpannen worden de daarbij behoorende geestgronden algemeen bebouwd of met boomgewas beteeld. Behalve de teelt van aardappels en rogge is vooral die van bloembollen in de omstreken van Haarlem en die van artsenijgewassen bij Noordwijk merkwaardig, omdat er uit blijkt, welk gebruik er van het schrale duinzand gemaakt kan worden.

Nog op eene andere wijze wordt, gelijk wij reeds vroeger met een enkel woord vermeld hebben, het duinzand gebruikt. De ringdijken van den Haarlemmermeer-polder o.a. zijn grootendeels van duinzand opgeworpen, menig water in de nabijheid der duinen is daarmede gedempt. Op andere plaatsen, vooral in de nabijheid van Overveen, heeft men laagveen, bij Loosduinen en Monster kleigrond met duinzand vermengd en zoo een' uitmuntenden bouwgrond gevormd, waarop bij goede bemesting, hier vooral groenten, ginds bloembollen gekweekt worden. 't Gevolg van dat wegvoeren van zand, van die afzanderijen, is geweest, dat menige duin verdwenen en de onderliggende grond eveneens tot bouwgrond is gemaakt.

De ondergronden der duinen zijn laagveen, zeeklei of zeezand. Bij Overveen worden de duinen juist tot op dit zeezand, herkenbaar aan de ongebroken schelpen, die er in voorkomen, afgezand. Om het Katwijksche kanaal rust het duinzand op rivierklei.

D. Rivierbezinkingen.

Terwijl de zeebezinkingen in of onder zout- of brak water zijn gevormd, zijn de rivier- en de hierna te behandelen beekbezinkingen in zoet water ontstaan, eerstgenoemde aan onze hoofdrivieren, den Rijn, de Maas en den IJsel en hunne takken, laatstgenoemde aan de oevers van kleinere rivieren en beken.

Evenals bij de zeebezinkingen is het opwerpen van dijken aan de oevers der rivieren een keerpunt geweest in het vormen dezer gronden. Want terwijl vóór dien tijd nieuwe lagen, soms op aanmerkelijken afstand van het stroombed der rivier werden afgezet, is en was die vorming sedert, binnen die dijken, tot de uiterwaarden, — dat zijn de strooken lands, tusschen de rivier bij normalen stand van 't water en de dijken, — bepaald.

De loop der rivieren wijst min of meer de streken aan, waar de gronden, tot deze vorming behoorende, gevonden worden; maar bovendien treft men ze aan op plaatsen, waar vroegere rivierarmen bestaan hebben — vele riviertakken zijn thans gekanaliseerd of ook verloopen — of rivierwater bij hoogen waterstand heenstroomde, b.v. aan de Vecht in Utrecht en Noord-Holland en hier en daar in de Geldersche vallei.

Naar de monden der rivieren toe gaan zij allengs in laagveen en waar bij vloed zeewater in de rivieren stroomt, in zeeklei over. Zoo bestaan de gronden aan de oevers der Schelde, in ons land in de provinciën Zeeland en Noord-Brabant, niet uit rivier-, maar uit zeeklei, en zoo ook de gronden aan de Maas, in het westelijk deel van laatstgenoemde provincie en in Zuid-Holland.

Men vindt de rivierbezinkingen dus hoofdzakelijk in de provinciën Noord-Brabant, Gelderland, Overijsel, Limburg en Utrecht in meerdere of mindere uitgestrektheid tusschen de diluviale zandgronden aan weerszijden van de rivieren.

Zij bestaan hoofdzakelijk uit klei, in eigenschappen veel met de gelijknamige zeebezinking overeenkomende en ter onderscheiding daarvan *rivierklei* geheeten. Hier en daar echter wisselen deze kleigronden af met *zand-* en *zavelgronden.*

Waar het diluvium met een steilen oever de rivierkleilanden begrenst, zooals langs de Maas bij Venloo en hooger op, aan den linker Rijnoever van Xanten tot Nijmegen, langs de Veluwe van Dieren tot Wageningen en van de Grebbe tot Driebergen, gaat de klei bijna onmiddellijk in zand over; maar daar, waar de hoogere diluviale gronden langzaam oprijzen, zooals tusschen Nijmegen en Grave en van Venloo tot 's-Hertogenbosch, vindt men tusschen het diluviale zand en de klei eene strook zavelgrond, waarschijnlijk door vermenging van het zooevengenoemde diluviale zand en het rivierslib (klei) ontstaan. Ook aan de beide IJseloevers, aan de landzijde (de binnenzijde) der dijken, van Zwolle tot den Eltenberg en van Hattem tot Velp worden dergelijke zavelgronden aangetroffen.

Terwijl de gronden, door de dijken van de uiterwaarden afgescheiden, thans niet meer of alleen bij overstroomingen ten gevolge van doorbraak der dijken met rivierslijk worden bedekt, is dit met de uiterwaarden nog bijna jaarlijks eene of meermalen het geval. Het laagje slib, dat er bij elke overstrooming over heengelegd wordt, is voor deze gronden eene uitmuntende bemesting. Zij worden daardoor tevens jaarlijks een weinig opgehoogd en zijn hooger gelegen dan de binnendijksche gronden.

Behalve klei werpt het rivierwater ook zand —, bij snellere beweging van 't water van de zandbanken in het rivierbed opgenomen —, op den oever. Ongaarne ziet de landbouwer dit. Om dezelfde reden als bij de vorming der zavelgronden aan de Wadden een schoorwal ontstaat, hoopt zich ook hier onmiddellijk aan den oever het zand op, zijn de uiterwaarden onmiddellijk aan dien oever het hoogst en hellen ze van daar tot de dijken af, of daar zich de vorming van die hoogten achtereenvolgens herhaalde, is hare oppervlakte golvend. Aan die golvende oppervlakte zijn oudere rivierbezinkingen dikwijls gemakkelijk te herkennen, b.v. de kleilanden aan den Krommen Rijn, omstreeks Jutphaas in de prov. Utrecht. Op vele plaatsen is dit zand tot bepaalde hoogten, *rivierduinen*, opgewaaid.

De bodem helt echter in het algemeen naar den loop der rivieren, b.v. tusschen Arnhem en Nijmegen ligt hij 9 à 10 M., tusschen Opheusden en Dodewaard ruim 6 M. en tusschen Culemborg en Zaltbommel 2 à 3.5 M. + A. P. en daalt verder westwaarts beneden A. P. Tusschen Rijn en Waal vormt de bodem eene soort kom, vooral in de Boven-Betuwe, zoodat deze in de nabijheid der Linge eenige meters lager is gelegen dan in de nabijheid der genoemde hoofdrivieren.

De dikte van de kleibedding dezer bezinkingen is zeer verschillend; zij bedraagt gewoonlijk niet meer dan één of hoogstens een paar meter, maar soms verscheidene meters.

De rivierbodem zelf bestaat uit grint, zand en op enkele plaatsen uit klei. Grint vindt men meer stroomopwaarts of in 't algemeen daar, waar de stroomsnelheid het grootst is: in den Rijn b.v. in het Pannerdensche kanaal en in den IJsel tegenover Dieren, in de Waal tot Bommel en in de Maas van Maastricht tot Mook; zand, waar die minder groot is en klei, waar het water tijdelijk tot rust komt [1]).

Onder de zware rivierklei wordt veelal lichtere klei, daarna rivierzand en vervolgens diluviaal zand met of zonder grint gevonden, op sommige plaatsen ook veen (darg), terwijl omgekeerd ten gevolge van het veranderen der stroomsnelheid en van den loop eener rivier, ook wel eens klei onder grint en zand bedolven is geraakt. Op sommige plaatsen komt die lichtere klei aan de oppervlakte, soms ook het grinthoudende zand, of is dit slechts met eene dunne kleilaag bedekt (heibanen), en verder naar den mond der rivier veen.

Terwijl de uiterwaarden algemeen als grasland (wei- en hooiland) worden gebruikt en op de lagere gedeelten en in de ten behoeve van de steenbakkerijen gegraven putten ook met bosch (wilgen) zijn bezet (waardhout), wordt op den binnengedijkten grond in 't algemeen akkerbouw uitgeoefend.

Die rivierklei levert ook de grondstof voor eene menigte steenbakkerijen.

E. Beekbezinkingen.

De gronden aan de oevers onzer kleine rivieren zijn in aard en samenstelling zeer verschillend, maar hun begroeid zijn met grasgewas heeft hun een bepaald karakter gegeven, dat uitgedrukt wordt door den naam van *groengronden*, een naam die des te meer gepast is, omdat zij door de groene kleur van het hen bedekkend gras zeer gemakkelijk van de omringende zand- of heidegronden kunnen worden onderscheiden.

Wegens hunne lage ligging en de overstroomingen, waaraan zij bloot staan, zijn ze tot weide- en hooibouw als 't ware aangewezen, maar door verbetering van den waterstand heeft men vele ook in akkerland kunnen veranderen.

Terwijl de hoofdrivieren slib aanvoeren van streken, ver buiten de grenzen van ons land gelegen, is dit met de beken niet het geval, omdat het stroomgebied hiervan òf niet òf niet ver buiten die grenzen zich uitstrekt en alleen van uit dit stroomgebied slib kan worden aangevoerd.

Evenwel niet alle kleine rivieren voeren slib in zulk eene hoeveelheid aan, dat hierdoor werkelijke lagen gevormd kunnen worden. Die in Friesland, tusschen de hooge zandruggen in het oosten der provincie: de Boorn, de Tjonger of Kuinder en de Linde, en die in het noorden van Drente: de Mussel- en de Ruiten-A, de Hunze, de Drentsche-A, het Peizerdiep enz., welke in hooge venen haren oorsprong nemen, doen dit weinig of niet. Aan de oevers hiervan vormen zich geene beekbezinkingen, maar algemeen, gelijk vroeger reeds vermeld is, moerasveen, met meer of minder klei of zand vermengd.

---

[1]) Volgens onderzoek van den ingenieur Lely voeren de Nederlandsche rivieren thans geen zand af.

Riviertjes, die eigenlijke groengronden zullen vormen, moeten in streken hun' oorsprong nemen of langs plaatsen loopen, waarvan zij slib meê kunnen nemen.

Dit is het geval met de Drentsche beekjes in de omstreken van Koevorden, in Overijsel met de Vecht, de Dinkel, de Regge en de Schipbeek, in Gelderland met de Berkel, de Vordensche beek, den Ouden IJsel enz. Deze ontspringen òf uit het hierna te beschrijven diluvium, òf uit de tertiaire en andere gronden in het oosten van Gelderland en Overijsel of buiten de grenzen van ons land gelegen, die eveneens eene fijne slib afgeven aan het daarop vallende regenwater, 'twelk tot al grooter en grooter wordende stroompjes aangroeiende, eindelijk het riviertje vormt.

Veelmalen wordt een beek ook gevoed met water, dat als regenwater op de hooge zandgronden vallende in den bodem dringt en langs grint- en zandlagen afzijpelende in de beek of aan hare oevers opwelt. Ook dit water bevat weinig of geen slib, wel dikwijls ijzerverbindingen.

Zoo vindt men op de Veluwe alleen groengronden van eenige beteekenis in de omstreken van Apeldoorn. De meeste beken aldaar worden gevoed door uit den grond zijpelend water. Dit is derhalve niet slibhoudend en mocht er ook al slib in voorkomen, de stroomsnelheid is te groot en hare oevers zijn te hoog, om aan die oevers bezinkingen van eenige beteekenis te kunnen geven.

Een nogal aanzienlijke oppervlakte beslaan genoemde gronden in Noord-Brabant, hier beemden geheeten, aan de riviertjes de Dommel, de Reuzel, de Mark enz. Het zijn vooral de zoogenaamde Kempen, welke hier de bouwstoffen leveren of geleverd hebben voor het vormen dezer gronden.

Wat de rivieren in het groot vertoonen, vertoonen de beken in het klein, en daar haar water meestal niet zooals dat der rivieren tusschen dijken bekneld is, meer natuurlijk. Evenals de oude hoofdrivieren dikwijls haar' loop veranderd hebben, is dit ook met de beken het geval. Met hoe meer snelheid het water de oevers overschrijdt, hoe grooter de massa is die meêgevoerd kan worden. Op dezelfde wijze en om dezelfde reden is onmiddellijk aan die oevers een rug gevormd, waarvan de zandmassa, door den wind tot duinen, *beekduinen*, is opgestuwd, b.v. aan de Dinkel bij Losser, aan de Vecht tusschen Hardenberg en Ommen, aan de Berkel boven Rekken. Vandaar ook de op vele plaatsen golvende oppervlakte dezer gronden.

Op andere plaatsen, vooral op de vlakke gronden van het zanddiluvium of broeken, vormt het overstroomende, soms ook het uit den bodem opwellende water, plassen. Thans nu de landbouwer meer en beter gebruik van den grond weet te maken, tracht hij door het graven van kanalen, slooten enz. dit water zoo spoedig mogelijk weer weg te krijgen of ook worden die gronden in 't geheel niet meer overstroomd; maar in vroeger tijd, toen men ze meer onbebouwd liet liggen, bleef hier het water geruimen tijd staan en gaf zoodoende aanleiding tot het vormen van moerasveen, dat later allicht weer overdekt is geworden met slib.

De dikte der sliblaag, die zich als beekbezinking heeft afgezet, is evenals die der rivierbezinkingen zeer ongelijk, maar over 't geheel minder dik dan deze en bedraagt ongeveer $^1/_2$ meter. Aan de oevers van sommige beken treft men eene dikkere laag aan; daar, waar oude stroombeddingen dicht gespoeld zijn, bedraagt die dikte soms 4 à 6 meter.

De ondergrond der beekbezinkingen bestaat in 't algemeen uit zand. Niet zelden is dit wel- of loopzand, waaruit water, van de hooger gelegen zandgronden afkomstig, opwelt, en wanneer dit ijzerhoudend is, aanleiding geeft tot de vorming van ijzeroer of moerasijzererts in den bodem. Waar in ons land sprake is van ijzerbeddingen, die uitgegraven worden om er ijzer uit te smelten, komen deze dan ook onder de beekbezinkingen, vooral in de provinciën Overijsel, Gelderland en Noord-Brabant voor. In de laatstgenoemde provincie is het bekend onder den naam van *flins*, *vlijm* of *oer*, welke laatste naam de meest gebruikelijke is in ons land. In lagen van verschillende dikte tot 3 decimeter toe, dicht onder de graszode voorkomende, wordt het in de laatste jaren veelvuldig gedolven en naar de Duitsche ijzersmelterijen vervoerd.

Aan de oevers der Molenbeek, bij Kwade Oord en Keienberg, gemeente Renkum, wordt ook diatomeën-aarde, blz. 20, gevonden.

Elders, o.a. in Noord-Brabant, treft men onder dergelijke gronden koolzure kalk aan, in Noord-Duitschland Wiesenkalk geheeten en wat wij gevoegelijk *moeraskalk* zouden kunnen noemen [1]), soms spaathijzersteen of siderit (gekristalliseerd koolzuur ijzeroxydule) en vivianit, bl. 9.

De moerasvenen en de beekbezinkingen, beide aan de vroeger of nog bestaande riviertjes van ons land en in 't algemeen in de lagere gedeelten van een diluviaal terrein voorkomende, vormen allerlei overgangen. Het moerasveen is meestal met leem, het leem der bezinking met veen vermengd. Beide zijn meestal groenlanden; maar de planten die er op groeien, zijn nog zeer verschillend en in den regel des te beter geschikt tot het voeden van vee, naarmate de grond meer klei- of leemhoudend is en jaarlijks evenals de uiterwaarden met meer of minder slib wordt bemest. De overeenkomst van beide soorten van grond blijkt ook hieruit, dat onder beide in den regel oer voorkomt.

Op vele plaatsen worden op deze gronden zoden (*schollen* of *schadden*) gestoken en deze als strooisel in de veestallen, daarna ter bemesting van het bouwland gebruikt, of ook, na gedroogd te zijn, als brandstof; soms wordt die grond evenals de hooge venen gebrand en zoo in bouwland veranderd.

Met de beekbezinkingen min of meer overeenkomende, ofschoon zeer waarschijnlijk niet uit zoet water, maar uit zee- of brak water bezonken, is de bodem van voormalige riviertjes in het gebied der zeebezinkingen, b.v. in de provincie Groningen: de Fivel, de Delf enz. Wordt de loop dezer stroompjes nog door eene helling in het terrein aangewezen, de grond is ook verschillend van de omliggende gronden, meestal zwaarder, en bevat hier en daar ook oer in den ondergrond.

F. Zandstuivingen.

Evenals het zand aan onze kusten tot duinen is opgestuwd, verheffen er zich op de zandvlakten binnenslands dikwijls hoogten, die enkel uit het losse zand dier vlakten bestaan en ter onderscheiding van de zooevengenoemde zeeduinen wel met den naam van *landduinen* worden bestempeld. Bij de

---

[1]) In Noord-Duitschland noemt men *Moormergel*, veen waarin koolzure kalk fijn verdeeld is, zoodat de kalk op het oog niet te zien is en *Wiesenkalk*, de koolzure kalk die zich in lagen of nesten *in* of *onder* het veen heeft afgezet.

hoogten behooren vlakten, soms minder of meer diepe kommen, waaruit het zand dier hoogten opgewaaid is en die evenals deze nagenoeg kaal, dat is, met weinig of geene planten begroeid zijn. Bij eenigen wind is dat zand voortdurend in beweging. Vandaar de naam van zandstuivingen aan de hier gevormde gronden gegeven. Daar zij nog tegenwoordig ontstaan en aan geduurige veranderingen blootgesteld zijn, behooren zij uit een aardkundig oogpunt tot de hedendaagsche, alluviale vormingen, en dienen wij hier met een enkel woord er melding van te maken, ofschoon het zand zelf van diluvialen oorsprong is.

Zandstuivingen komen namelijk voor op die afdeeling van het diluvium, bekend onder den naam van zanddiluviumen en bestaan ook uit hetzelfde zand, dat de hoofdmassa dezer gronden vormt, met deze uitzondering nochtans, dat, evenals het water dikwijls eene scheiding van de bestanddeelen eener reeds gevormde laag in grovere en fijnere deelen enz. bewerkt, ook de wind hier eene scheiding heeft veroorzaakt, de grovere of meer samenhangende deelen heeft laten liggen, de fijnere van plaats doen veranderen. Daaraan moet worden toegeschreven het hier en daar aanwezig zijn van eene groote hoeveelheid grint en keien in de nabijheid der zandstuivingen, op de plaatsen namelijk, waar het zand is weggestoven. Niet oneigenaardig noemt men dit tot duinen opgehoopte zand *vliegzand.*

In den regel is het niet bedekt zijn met planten de oorzaak van het verstuiven. Daar, waar men op eene onverstandige wijze heideplaggen heeft gestoken, kan licht aanleiding gegeven worden, dat het zand in beweging geraakt en zelfs naburige bouwgronden daarmede worden overstoven. Ook het uitroeien van bosschen heeft daartoe wellicht op vele plaatsen aanleiding gegeven. Omgekeerd worden de zandstuivingen dikwijls voorkomen door den grond met plaggen te bedekken of met dennen te beplanten. Waar de grond goed met planten bezet is en daardoor meerdere vastheid heeft bekomen, verstuift het zand niet of niet zoo spoedig.

Behalve met heide bedekte zandgronden heeft het zand hier en daar ook veen overstoven en vindt men dus eene veenlaag tusschen het zand der zandstuivingen en het eigenlijk diluviaal zand. Aangezien zoowel de hooge venen als de zandstuivingen op het diluvium en dikwijls in elkanders nabijheid voorkomen, behoeft ons zulks niet te verwonderen.

Op vele diluviale gronden in Drente, Friesland, Noord-Brabant, Utrecht en Gelderland komen nog zandstuivingen voor, ofschoon de meeste bedwongen zijn. De grootste uitgestrektheid beslaan zij op de Veluwe, vooral ten zuiden van den Oosterspoorweg, in de omstreken van Kootwijk.

2. DILUVIALE GRONDEN.

Het diluvium bestaat uit grondsoorten, die onder geheel andere omstandigheden gevormd zijn dan de bovengenoemde alluviale gronden.

Ofschoon niet zelden met den naam „zandgronden" bestempeld, bestaan zij echter niet enkel uit *zand;* tusschen het zand vindt men *grint*, dat zijn kleine, afgeronde steentjes, en groote steenen, die meestal ook afgerond zijn, *keien* of *flinten* genaamd. Bovendien vindt men tusschen het zand dikwijls *leembeddingen*, hier en daar ook *mergel*, terwijl in het zuiden van

Limburg eene grondsoort gevonden wordt, die meer de geaardheid van klei heeft en *Limburgsche klei* of *Löss* genoemd wordt.

Evenals we bij de gronden van de hedendaagsche vorming vrij wat verschil hebben opgemerkt in oorsprong of wording en samenstelling, bestaat er alzoo ook tusschen de diluviale gronden nogal verschil.

Wij onderscheiden: *zanddiluvium*, *grintdiluvium* en de *Limburgsche klei* of het *Löss* [1]).

Van deze beslaat het *zanddiluvium* de grootste oppervlakte. Over 't geheel kan men zeggen, dat alle zandgronden, die niet tot de duinen, de geestgronden of de zandbanken behooren, en geen of weinig grint bevatten (zie hierachter), het zanddiluvium vormen. Het vormt bovendien meestal den ondergrond van de rivierklei en van de hooge en lage venen, als deze namelijk onmiddellijk op zand rusten, en bedekt dikwijls de grintgronden, nooit omgekeerd. Het is daarom evenals de Limburgsche klei kennelijk van latere vorming. Het zanddiluvium bevat slechts bij uitzondering keien en grint, en mocht deze laatste aanwezig zijn, dan bereikt zij nauwelijks de grootte van erwten. Het heeft over 't geheel eene effene oppervlakte of hoogten, die gering zijn en weinig uitgestrektheid bezitten, tenzij het zand door eene latere werking als bij de zandstuivingen van plaats veranderd is.

Het *grintdiluvium* daarentegen bestaat in hoofdmassa ook wel uit zand, maar tusschen dat zand vindt men soms eene groote hoeveelheid grint en keien. Zijne oppervlakte is niet effen, maar vormt ruggen of heuvels, die dikwijls in rijen liggen, welke evenals de ruggen eene bepaalde richting hebben.

Terwijl nu de ruggen en heuvels uit zand met grint en keien bestaan en dus tot het grintdiluvium behooren, bestaan de daartusschen liggende vlakten meestal uit enkel zand en vormen dus zanddiluvium.

Over het *Löss*, — naar de samenstelling en plaats van voorkomen ook *Limburgsche klei* geheeten, — zal straks gehandeld worden.

Het diluviale zand bestaat uit minder of meer afgeronde korreltjes, brokjes van uiteengevallen (verweerde) steenen namelijk, die door het herhaald overelkander schuren en wrijven afgerond zijn. Van het allerfijnste vliegzand gaat het over tot eene meer grofkorrelige massa, en eindelijk bereiken de korrels b.v. de grootte van erwten en meer. Die grootere afgeronde steentjes, welke evenals in de rivierbeddingen, bl. 26, soms bepaalde lagen of banken vormen in het diluvium en algemeen voor het hard maken van wegen worden gebruikt, dragen den naam van *grint*. Grint is dus evenals de zandkorrels afkomstig van de tot puin gevallen grootere steenen en bestaat evenals het zand meestal uit eene scheikundige verbinding, bij de aardkundigen bekend onder den naam van kwarts. Beide zijn dikwijls bruin gekleurd door aanhangend ijzerroest.

De grootere steenen, die men tusschen het zand aantreft en welke hier te lande bekend zijn onder den naam van *keien* of *flinten*, zijn meestal meer samengesteld. In het diluvium der noordelijke provinciën bestaan genoegzaam

---

[1]) De diluviale gronden van het Eemstelsel (zand met schelpen) bij putboringen in de Geldersche vallei, onder Amsterdam, Purmerend enz. gevonden, laten wij, als niet aan de oppervlakte komende, buiten beschouwing.

alle groote blokken uit een gesteente, dat men *graniet* noemt, waarin gemakkelijk drie mineralen kunnen worden aangewezen: *kwarts*, meestal glasachtig, wit en zeer hard; *glimmer*, dat dunne plaatjes vormt, die als de bladen van een boek op elkander liggen, en zwart, geel of wit gekleurd is (welke kleur aan goud of zilver doet denken), en een meestal rood of als vleesch gekleurd mineraal, dat den naam van *veldspaath* draagt. Eene dergelijke samenstelling heeft het *gneiss*. In andere steenen treedt de evengenoemde glimmer in grootere hoeveelheid op; deze hebben daardoor het voorkomen van lei en worden *glimmerschiefer* of *glimmerlei* geheeten. Nog andere steenbrokken bestaan uit *syeniet*, *dioriet* enz., die door het daarin voorkomende hoornblende of augiet zwart of groen gekleurd zijn. Vergelijk bl. 6.

Tusschenbeide vindt men ook brokken van *krijt-* of *kalkgesteenten*, die evenals het krijt, hoofdzakelijk uit koolzure kalk bestaan, en *zandsteenen*, dat zijn door kiezelzuur, ijzerroest of klei aaneengebakken zandkorrels, gelijk de algemeen bekende ronde slijpsteenen of de Bentheimersteen, enz. Op enkele plaatsen, bij Winschoten o. a. zijn ook stukken *barnsteen* in het diluvium gevonden, alsmede beenderen van *mammouthen*, *rhinocerossen* enz., dieren, die bij de wording dezer lagen hier waarschijnlijk geleefd hebben.

Naar den vermoedelijken oorsprong van dit zand met grint en keien, onderscheidt Dr. Staring [1]) het grintdiluvium in *Scandinavisch-*, *Gemengd-*, *Rijn-* en *Maas*-diluvium. Tot het *Scandinavisch* diluvium brengt hij dat, 'twelk in de provinciën Groningen, Friesland, Drente en in Overijsel (bij Vollenhove en ten noorden van de Vecht) en op de Wadden- en Zuiderzee-eilanden gevonden wordt. Het *Gemengd* diluvium vindt men volgens Staring in de provinciën Overijsel, Gelderland en Utrecht en in het Gooiland (Noord-Holland), dus ten zuiden van de Vecht in Overijsel en ten noorden van den Rijn. Tot het *Rijn*-diluvium rekent hij die grintgronden, welke tusschen den Rijn en de Maas gevonden worden. Slechts een klein gedeelte van dit diluvium komt in ons land aan de oppervlakte voor, in de omstreken van Nijmegen en aan den rechteroever der Maas in noordelijk Limburg, waar het met de gronden in Kleefsland, buiten de grenzen, samenhangt. Het *Maas*-diluvium vormt hoofdzakelijk de grint-gronden van Noord-Brabant en die, welke in en om de vallei van de Maas in Limburg gevonden worden.

In het zuiden van laatstgenoemde provincie op enkele plekken, in het naburige België en in de Rijnprovincie komt nog eene andere soort van diluvium voor, dat uit zand met veel *vuursteenen*, afkomstig van de naburige krijthoogten, bestaat en daarom *vuursteen*-diluvium genoemd wordt.

Ofschoon uit latere onderzoekingen, vooral van Dr. Lorié, is gebleken, dat deze indeeling van het diluvium en hare begrenzing niet geheel juist zijn en eene andere daarvoor in de plaats is gesteld (zie hieronder), zijn Starings benamingen daarvoor nog het meest in gebruik.

Onder den naam van *leem* wordt niet altijd hetzelfde verstaan. Wat de fijnheid der samenstellende deelen betreft, komt het veel met klei overeen. Terwijl de zuivere klei echter in hoofdzaak uit de scheikundige verbinding, kiezelzure aluinaarde met ongeveer 10 % water, bestaat en onze gewone

---

[1]) Dr. Staring, *Bodem van Nederland*, II, bl. 79 en volg.

kleigronden een mengsel vormen, waarvan zandkorrels en de zooevengenoemde zuivere klei hoofdbestanddeelen zijn [1]), bestaat een leemgrond in hoofdzaak uit een mengsel van zandkorrels, zeer fijn zand (*meelzaad*) en klei. De zuivere klei van de kleigronden is in leemgrond dus ten deele vervangen door fijn zand. Leem is minder zacht op het gevoel bij het wrijven tusschen de vingers. Zijne deeltjes zijn dikwijls met ijzerroest omgeven en kleven daardoor min of meer aan elkander. Vandaar ook de gele of geelbruine kleur, aan vele leemgronden eigen [2]).

Het leem komt meest in lagen, vaak van verschillende kleur, tusschen het diluviale zand voor. Niet zelden, vooral in het Gemengd diluvium b.v. in den Grebschen en Wageningschen berg, hebben deze lagen eene bepaalde helling; zij zijn lensvormig en doen aan oude rivierbeddingen denken. Ook het zand en de grint komen hier niet zelden in duidelijke lagen voor. (Gelaagd gemengd diluvium).

Op andere plaatsen, in den Hondsrug en het Roode klif, op Urk enz. treft men, in eene leemig-zandige grondmassa van meest gele, grauwe of bruine kleur, gekraste steenen aan, nu eens enkele, hier en daar verspreid, dan meer of minder talrijk. Deze leemachtige afzettingen uit het diluviale tijdperk zijn bekend onder den naam van *keinergel* of *blokleem* (Duitsch *Geschiebe-* of *Blocklehm*, Eng. *Boulderclay* of *Till*, ongelaagd diluvium). Zij zijn (zie hieronder) te vergelijken met de grondmoraines van de tegenwoordige gletschers.

Het diluviaal leem levert aan eene menigte tichelwerken de grondstof tot het bakken van steen en is bovendien een uitmuntend verbeteringsmiddel van de andere diluviale bouwgronden, vooral wanneer het kalkhoudend of mergelachtig is.

Daar, waar leem of klei met zand gemengd voorkomt, spreekt men op het diluvium van zavel- of gemengde gronden. Wij hebben reeds opgemerkt, dat dergelijke gronden veelvuldig op de grenzen van het diluvium en de rivierklei gevonden worden. Zij zijn tot bouwgronden veel beter geschikt dan het gewone diluviale zand, de in 't wild voorkomende planten groeien er weliger en ontginningen gelukken hierop veel beter dan op de eigenlijke zandgronden. In

---

[1]) Om niet in herhaling te vervallen, zal van de andere bestanddeelen van kleigronden en van bouwgrond in 't algemeen melding gemaakt worden in de hoofdstukken over den bouwgrond zelf en die over de voeding en het groeien der planten.

[2]) In Duitschland worden ook de zavelgronden tot de Lehmböden gebracht. Wij meenen echter dat er een kenmerkend verschil is tusschen leem- en zavelgrond. Ook in het gebied der zeebezinkingen, bl. 19, komen grondsoorten voor, die evenals een kleigrond grootendeels uit eene fijne, gemakkelijk afslibbare massa bestaan, maar minder zacht op 't gevoel en vaak door aanhangend ijzerroest door de geheele massa heen geel of geelbruin gekleurd zijn. Zij vertoonen daardoor overeenkomst met leem uit het diluviale tijdperk en worden ook door dien naam van een gewonen kleigrond onderscheiden. Een zandgrond bevat ook vaak veel fijn zand maar dit is toch veel minder gemakkelijk afslibbaar dan de fijne leemdeelen. Niet alle grond die met dezen naam bestempeld wordt, is echter leem. Met dezen naam wordt dikwijls elke grondsoort aangeduid, die men geschikt acht tot metselen, waartoe de echte leem zeer bruikbaar is, maar waarvoor ook allerhande grondsoorten, van bijna zuiver zand af tot minder of meer zware klei toe, naardat de verbruiker in zijne omgeving vindt, als leem worden genomen.

tegenstelling van deze, die grootendeels nog woest liggen, zijn ze dan ook meest alle bebouwd. Aan den Veluwezoom, van Wageningen tot Dieren en ten westen van de Utrechtsche heuvels, is deze grondsoort bekend onder den naam van *boeken-* (beuken-) grond, omdat beuken en andere boomen hier uitmuntend aanslaan.

Behalve door ijzerroest zijn de leemdeeltjes en de zandkorrels soms omgeven en min of meer aan elkaar gehecht tot onregelmatige klompen door koolzure kalk. Bedraagt deze hoeveelheid koolzure kalk in den grond b.v. meer dan 10 procent, dan noemt men hem *mergel* en onderscheidt die weer in zand- of kleimergel, naar gelang zand of klei het hoofdbestanddeel ervan uitmaakt. In 't algemeen noemt men dus mergel: zand, klei of leem, waarvan de deeltjes met een laagje koolzure kalk omgeven zijn.

Ofschoon er op verschillende plaatsen in ons diluvium mergel gevonden is, is er omtrent de uitgestrektheid der mergellagen nog weinig bekend. Naar het schijnt is de hoeveelheid niet groot, veel minder dan b.v. in Noord-Duitschland en slechts op enkele plaatsen van beteekenis (Hondsrug, bij Winschoten, Marum, Raalte, bij Winterswijk en op eenige plaatsen in Limburg.

Het *Löss* of de Limburgsche klei, die, zooals reeds gezegd is, in zuidelijk Limburg aan den rechteroever der Maas, boven Sittard en bij Maastricht aan den linkeroever van die rivier aan de oppervlakte voorkomt en zich verder in België, hier bekend onder den naam van *Limon hesbayen*, en aan de oevers van den Rijn in Duitschland uitstrekt, is eveneens eene grondsoort, die meer het karakter van leem of mergel dan wel van klei heeft, maar door het in zich bevatten van zoetwaterdieren en de plaatsen van herkomst, uit een aardkundig oogpunt, kennelijk van de andere mergel- of leemgronden in het diluvium te onderscheiden. Evenals de laatste grondsoort is zij door aanhangend ijzerroest dikwijls geel gekleurd en veel minder taai en minder gemakkelijk kneedbaar dan de zware rivier- of zeeklei. Meest altijd is zij ook kalkhoudend, soms bevat zij tot *twintig* ten honderd koolzure kalk en heeft dan meer het karakter van mergel.

De Limburgsche klei wordt grootendeels als bouw- of akkerland gebruikt. Van de diluviale zandgronden daarentegen is nog maar een klein gedeelte in de nabijheid der bewoonde plaatsen ontgonnen. Wat verder ontgonnen is, is grootendeels tot bosch aangelegd. De meeste liggen nog woest, dat is: zijn met heide en andere planten begroeid, die slechts weide voor eenige kudden schapen en runderen geven. Boomgewas slaat ook hierop wel in 't wild aan, maar dit wordt meestal door de weidende dieren ondergehouden en daardoor eene natuurlijke verandering in bosch tegengegaan.

Op vele plaatsen is het zoogenaamde plaggensteken ook in gebruik, dat is: men berooft het heideveld van de bovenste natuurlijke bouwlaag en gebruikt die plaggen tot strooisel voor het vee en daarna, vermengd met de uitwerpselen der dieren, tot bemesting der naburige bouwlanden. Enkele bouwgronden, zooals die in het Zutfensche, zijn daardoor aanmerkelijk opgehoogd.

Elders in Neder-Veluwe en Utrecht wordt de heidekorst ook wel gebrand evenals hoogveen, de asch met den zandgrond en wat schapenmest innig gemengd en daarna met rogge beteeld. Na de rogge zaait men spurrie. Het land ligt nu eenige jaren als weiland, *driesland* geheeten, totdat de heideplanten weer de overhand hebben behaald.

Onder de heidekorst wordt niet zelden eene oerbank gevonden, ter onderscheiding van het oer onder de beekbezinkingen enz., *zandoer* geheeten. Dit zandoer bevat echter gewoonlijk weinig ijzeroxyde. De zandkorrels zijn daarin hoofdzakelijk door humusstoffen en humuszure en kiezelzure zouten aaneengehecht [1]). Voor het ontginnen, vooral bij het aanleggen van bosch, geven deze oerbanken eene belangrijke hinderpaal.

Voor de verspreiding van het diluvium verwijzen wij naar eene geologische kaart. Intusschen maken wij hier opmerkzaam op eenige plaatsnamen of hunne uitgangen, waardoor dikwijls de geaardheid der gronden in die streken wordt aangewezen.

In de eerste plaats op den uitgang (of het voorgevoegde) *wald*, *woud* of *wouden*. Daar vele zandgronden zeer waarschijnlijk vroeger meer dan thans met bosschen begroeid waren, duidt die uitgang niet alleen de voormalige boschrijkheid, maar ook den zandigen bodem, althans den zandigen ondergrond dier streken aan. In Friesland heeft men b.v. Veenwouden, Woudsend, Oosterwolde enz., in Groningen: Westerwolde, het Wold-Oldambt enz. De voormalige bosschen zijn ten deele uitgeroeid of in veen veranderd; maar de zandige streek of het veen, waarop of waarin de boomen groeiden, meestal nog eene menigte hunner stammen (kienhout) insluitende, worden met denzelfden naam nog aangeduid.

De uitgangen *veen* of *moer* (Hoogeveen, Friezenveen, Oostermoer enz.) wijzen meer bepaald voormalige of nog bestaande venen aan, terwijl door de uitgangen *gast*, *garst*, *gaast* of *geest* en *zand*, (Grootegast, Tjerkgaast enz., Westerzand, Heinkenszand enz.) meer bepaald zandgronden worden aangeduid. Soms wijst men met den naam van garst, gaast of geest de zandgronden, in de nabijheid van andere gronden voorkomende, aan, of in 't algemeen worden de zandgronden zoowel hier als in Duitschland *gaast-* of *geestgronden* genoemd, ter onderscheiding van de klei- (*Marsch-*) en andere gronden.

Eene moeielijkheid voor de aanwijzing van het eigenlijk diluvium leveren de dalgronden op, die, ofschoon grootendeels uit hetzelfde zand met veen vermengd bestaande, uit een aardkundig oogpunt daarvan moeten worden onderscheiden, vooral ook omdat vele van deze gronden nog veen, dus een alluvialen grond onder zich hebben, 'twelk, zooals gezegd is, met het diluvium zelden of nooit het geval is.

Gelijk reeds gezegd is, zijn de diluviale gronden, die aan de oppervlakte voorkomen, òf met bosch bezet òf, vooral in de nabijheid der dorpen of bewoonde plaatsen, in bouwgrond, in Drente en Overijsel *essen* geheeten, veranderd, òf — en deze maken het meerendeel uit — zijn woest, slechts met heide en andere planten begroeid. Vandaar de naam van *heidevelden*, waarmede ze dikwijls worden aangeduid. Vele zijn bij de gemeenten in onverdeeld bezit (Marken); eerst in de laatste jaren wordt, tengevolge van de Markenwet, tot eene verdeeling overgegaan.

Terwijl de alluviale gronden de lagere streken en vooral de noordelijke en westelijke gedeelten van ons land vormen, zijn de oostelijke en zuidelijke

---

[1]) Zie mijne Verhandeling over de samenstelling en het ontstaan der zoogenaamde oerbanken in de Nederlandsche heidegronden in de werken der K. A. v. W.

gedeelten of in 't algemeen de hoogere streken uit het diluvium gevormd. Slechts op een paar plaatsen ligt het onmiddellijk aan de kust: in het zuidwesten van Friesland (Gaasterland en 't Roode klif bij Stavoren), in Overijsel (bij Vollenhove), in Gelderland (de Veluwe) en in Noord-Holland (het Gooiland) en op de eilanden: Tessel, Terschelling, Wieringen en Urk.

3. OUDERE GRONDEN.

Van de gronden, in vroegere tijdperken gevormd, komt slechts op enkele plekken aan of op de grenzen iets aan de oppervlakte in ons land voor, in de provinciën Overijsel, Gelderland en Limburg en in Zeeuwsch-Vlaanderen. Zij vormen echter daar op verschillende plaatsen kennelijk den ondergrond van de diluviale zandgronden. In de omstreken van Delden en Ootmarsum in Overijsel en van Eibergen en Winterswijk in Gelderland vindt men kort onder de oppervlakte leemgronden, die tot het tertiaire tijdperk gebracht worden. De leemlagen hebben hier soms eene aanmerkelijke dikte en geven, daar zij hoogten en laagten vormen, ook aan de bovenliggende diluviale gronden eene golving in het terrein, die, aangezien de hoogten minder steil opklimmen, geheel anders is dan die, welke bij laatstgenoemde gronden pleegt voor te komen. Behalve door deze golvingen verraadt zich het aanwezen dezer gronden dikwijls door de in 't wild groeiende planten en doordat hier gewassen, tarwe en klaver bijv., verbouwd worden, die men op den diluvialen zandgrond niet gewoon is te zien. Ook door de menigte tichelwerken, waarvoor deze lagen de grondstof leveren, wordt men in die streken opmerkzaam gemaakt op het aanwezig zijn van leembeddingen.

In Limburg vindt men dergelijke gronden, óf op de hellingen van heuvels aan de oppervlakte óf door zand met keien of de diluviale klei bedekt. Meestal echter zijn het hier zandgronden, evenals in het naburige België, minder, zooals in Overijsel en Gelderland (en de daarmede samenhangende gronden in Duitschland), leemgronden.

Ook de tertiaire gronden in Zeeuwsch-Vlaanderen ten oosten en zuiden van Hulst en verder in België tot in de omstreken van Antwerpen zijn van eenigszins anderen aard. Zij bestaan uit zand met schelpen en behooren tot het *système scaldisien* der Belgische geologen of het zoogenaamde *crag* op de kust van Suffolk in Engeland. Bij boringen in Zeeland en bij eene putboring te Utrecht is gevonden, dat deze laag den ondergrond van het diluvium in het westen van ons land vormt.

Uit een nog ouder tijdperk zijn het krijttuf, waaruit de St.-Pietersberg nabij Maastricht bestaat, de rotsen langs het Geuldal en enkele andere kalk- en zandlagen in Limburg, — de kalk- en leembeddingen, die men op het Willink onder Ratum, gemeente Winterswijk, en op andere plaatsen in Gelderland in den ondergrond heeft, — de zand-, mergel- en kalksteenen, die de rotsen van Bentheim en Gildehaus en den bodem in Munsterland, buiten onze grenzen, vormen en te Losser bij Oldenzaal onder het diluvium voorkomen en bij eene putboring te Delden voor den dag zijn gekomen. Men brengt ze tot het secundaire tijdperk, terwijl de steenkolenmijnen,

die men omstreeks Kerkrade in Limburg ontgint, en de daaronder liggende bergkalk tot het eerste tijdperk van de wording der aardlagen behooren.

Gelijk reeds gezegd, komen van deze oudere gronden in Nederland slechts eenige hectares aan de oppervlakte voor. De uitgebreidheid der andere gronden in Nederland is, volgens meting op de Geologische Kaart, als volgt:

Lage venen	366.064	hectares
Moerasvenen	68.028	„
Hooge venen	91.499	„
Verveende hooge venen of dalgronden	84.593	„
Beekbezinkingen	63.609	„
Rivierbezinkingen, klei, zand en grint, rivierduinen en heibanen	348.388	„
Zeebezinkingen, oude en nieuwe, met uitzondering van de zandbanken	753.814	„
Zeeduinen en geestgronden	93.580	„
Zandstuivingen	72.525	„
De alluviale gronden beslaan alzoo	1942.280	hectares

of 59 ten honderd van de geheele oppervlakte.

Het zanddiluvium		961.828	hectares
Limburgsche klei		52.140	
Maas-diluvium	16.500 hect.		
Rijn-diluvium	12.552 „		
Gemengd diluvium	150.735 „		
Scandinavisch diluvium	147.892 „		
Grintdiluvium — samen	327.679	327.679	„
Diluviale gronden — samen		1341.647	hectares

of 41 ten honderd van de geheele oppervlakte van Nederland.

Telt men het aantal hectares alluviale en diluviale gronden samen, dan bekomt men 3.283.927 hectares, terwijl de grootte volgens het Landbouwverslag van 1886 3.294.367 hectares bedraagt. Van het verschil wordt iets door de oudere gronden ingenomen, het overige wordt veroorzaakt door enkele fouten in de opgaven of in de meting.

Overzien wij van de verschillende grondsoorten in Nederland ten slotte ook het gebruik, dat er als bouwgrond van gemaakt wordt.

Gelijk reeds meermalen opgemerkt is, zijn vele gronden, zooals de natuur die vormt, om verschillende reden niet of slechts weinig voor de productie van planten geschikt. Eerst door tusschenkomst van den mensch worden ze tot eigenlijke bouwgronden. Dewijl nu over de ontginningen, dat is de wijzen, waarop woeste gronden tot akker- (bouw-) of grasland worden aangelegd of met boomen worden beteeld enz., eerst later zal gehandeld worden, en dan zooveel mogelijk de redenen zullen worden opgegeven, waarom woeste gronden als zoodanig geene goede bouwgronden kunnen zijn, bepalen wij ons hier, in nevenstaande tabel en in Fig. 1 graphisch voorgesteld, tot eene opgave van de hoegrootheid der gronden in Nederland,

GROOTTE IN HECTARES EN IN PROCENTEN VAN DE GEHEELE GROOTTE, GERAAMD IN 1886.

	Woeste grond.		Water en moeras.		Dijken en wegen.		Onbelaste gronden.		Bebouwde gronden.		Bouw- of akkerland.		Wei- en hooiland.		Warmoezerijen en tuinen.		Boomgaarden en boomkweekerijen.		Bosch.		Geheele grootte.
	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.	Percent.	Hectares.
Groningen . . .	36.586	15.6	4.176	1.7	2.512	1.07	2.892	1.2	2.666	1.1	122.279	52	59.197	25.2	2.790	1.2	603	0 26	1.236	0.52	234.937
Friesland	34.618	10.4	29.003	8.7	1.993	0.6	3.998	1.2	2.473	0.7	51.353	15.5	198.629	59.8	2.354	0.7	841	0.25	6.985	2.1	332.247
Drente	144.635	54.5	2.365	0.9	2.880	1.8	3.185	1.2	990	0.37	34.693	13.1	65.511	24.7	1.506	0.56	179	0.06	9.390	3.5	265.234
Overijsel	113.331	33.9	14.061	4.2	4.071	1.2	9.967	2.9	3.076	0.9	60.709	18.2	109.215	32.7	1.031	0.31	454	0.14	17.856	5.3	333.771
Gelderland . . .	123.114	24.1	5.540	1.1	4.307	0.8	18.163	3.5	5.684	1.1	125.480	24.6	142.274	27.9	5.869	1.15	5.293	1.04	73.462	14.4	509.186
Utrecht	12.723	9.2	7.316	5.3	2.208	1.6	2.361	1.7	2 610	1.9	25.121	18.2	68.107	49.4	1.021	0.74	2.283	1.6	14.011	10.1	137.761
Noord-Holland .	30.387	11.1	25.882	9.5	5.933	2.1	5.054	1.8	6.658	2.4	37.780	13.8	152.145	55.6	1.919	0.7	1.533	0.56	6.204	2.3	273.495
Zuid-Holland . .	12.745	4.2	19.899	6.5	8.709	2.8	9.864	3.2	5.089	1.6	66.022	21.8	162.700	53.8	3.797	1.25	3.226	1.06	9.905	3.3	301.946
Zeeland	11.387	6.5	8.730	4.9	6.652	3.8	1.741	0.9	2.162	1.2	101.828	58.1	37.760	21.5	1.205	0.7	1.686	0.9	2.148	1.2	175.299
Noord-Brabant .	143.304	28	11.070	2.1	4.391	0.8	26.034	5.1	3.859	0.7	145.877	28.5	114.543	22.4	3.996	0.78	1.427	0.27	56.718	11.1	511.219
Limburg	48.265	22	7.320	3.3	701	0.32	8.695	3.9	1.563	0.7	89.451	48.8	25.025	11.4	2.407	1.1	6.732	3.1	29.013	13.2	219.172
Nederland . . .	711.095	21.5	135.362	4.1	44.357	1.3	91.954	2.8	36.830	1.1	860.593	26.1	1135.096	34.5	27.895	0.84	24.257	0.73	226.928	6.9	3294.367

ingedeeld naar het gebruik dat er volgens het kadaster van gemaakt wordt en gelijk ze in de landbouw-verslagen wordt gedaan. De getallen zijn aan 't landbouw-verslag over 1886 ontleend.

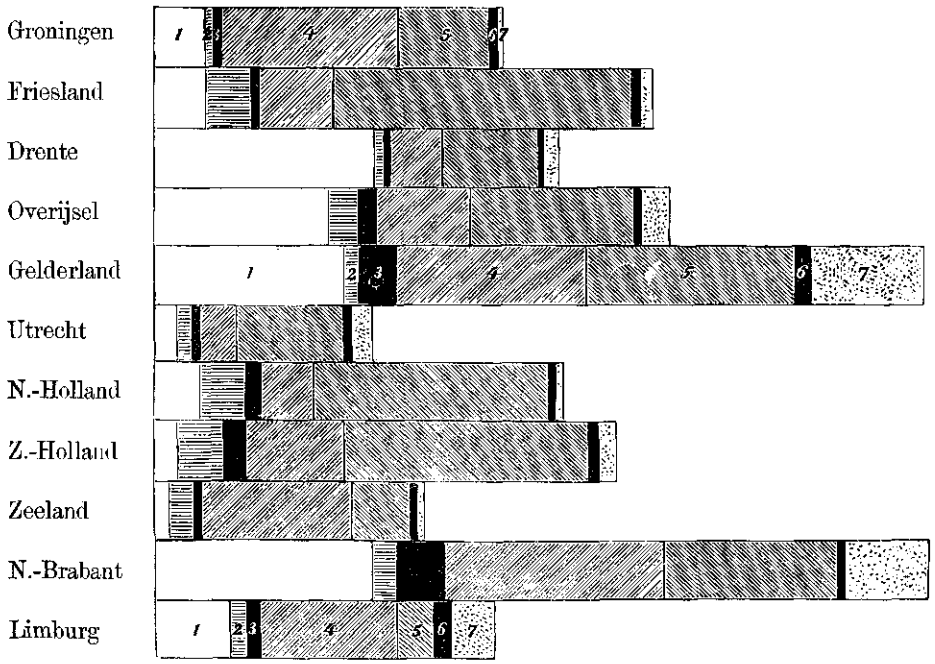


Fig. 1. Gebruik van den bodem: 1. Woeste grond. 2. Water en moeras. 3. Onbelaste grond, bebouwde en lustgronden. 4. Bouwland. 5. Wei- en hooiland. 6. Warmoezerijen enz. 7. Bosch. In onderlinge verhouding.

Hierbij valt op te merken, dat verstaan wordt onder:

1) *woeste gronden*, de heiden (deels hoogveen, deels zandgronden, slechts hier en daar zooals in Limburg met gras begroeid en als schapenweide dienende), en de onbegroeide schorren;

2) *water* en *moeras*, behalve de havens, vaarten, kanalen, grachten en de eigenlijke moerassen, ook het water, door het kadaster belast als land, en de kolken, poelen, aanwassen, bies- en rietgorzen en rietvelden;

3) *onbelasten* grond: wegen, straten en pleinen, rivieren en beken, begraafplaatsen, pastorale tuinen en openbare parken en gebouwde, beter bebouwde gronden, dat zijn dezulke, wier oppervlakte met gebouwen bezet, maar niet belast is;

4) *bebouwde of gebouwde* gronden, ook de lustgronden of het terrein van vermaak volgens 't kadaster, dat is de aanleg om de buitenhuizen;

5) *wei-* en *hooiland*, ook de uiterwaarden, de kwelders in Groningen en de begroeide schorren in Zeeland;

6) *bosschen*, niet alleen opgaand hout, maar ook het hakhout, vooral van eiken- of akkermaal op de zandgronden, van elzen op de klei en in Holland en van wilgen langs de rivieren.

Wanneer en hoe is nu de bodem van Nederland gevormd?

Gelijk uit het voorgaande overzicht blijkt, zijn de gronden, die in Nederland aan de oppervlakte liggen òf hedendaagsche vormingen òf behooren zij grootendeels tot die van het vierde of diluviale tijdperk van de geschiedenis der vorming van de uit water bezonken lagen. Met uitzondering van enkele hoogten als den St.-Pietersberg bij Maastricht, bl. 35, vormden, bij het begin van dit laatste tijdperk, de in vorige tijdperken reeds gevormde gronden eene vlakte, voor een gedeelte met zeewater bedekt. Meer bepaald waren de vroeger, bl. 35, vermelde tertiaire gronden, die aan of op de grenzen op weinig diepte gevonden worden, maar die op andere plaatsen, Utrecht, Gorcum, Zeist, Delden, bij putboringen eerst op aanzienlijke diepte ontdekt zijn, in die zee bezonken. Nederland alsmede een gedeelte van België en bijna geheel Noord-Duitschland waren toen dus nog min of meer onder water bedolven.

De tegenwoordige oevers van den Rijn tot bijna aan Remagen toe bestonden nog niet. De toenmalige Rijn doorstroomde eene breede vlakte of een breed dal. En evenals Nederland waren de naburige rijken als Engeland, Denemarken enz. op eene andere wijze door de zee begrensd.

Het klimaat van ons land en van gehcel Europa was toen veel kouder, of is omstreeks dien tijd kouder geworden. Op de bergen aan den Rijn in Duitschland en op de Ardennen aan de oevers der Maas in Frankrijk b.v., heerschte eene dergelijke temperatuur als tegenwoordig nog op de Alpen. De koude luchtstreek strekte zich als 't ware verder zuidelijk uit dan tegenwoordig.

Met die lagere temperatuur moeten dan ook verschijnselen gepaard zijn gegaan, overeenkomende met die, welke we tegenwoordig nog op de Alpen of andere hooge bergen en in de Noordelijke IJszee waarnemen.

De Alpen en de landen aan of in de Noordelijke IJszee zijn met groote ijsmassa's, die men *gletschers* noemt, bedekt. Dit bergijs, dat uit aaneengevroren stukjes sneeuwijs gevormd wordt en eene menigte barsten en spleten vertoont, glijdt door zijne zwaarte langzamerhand naarbeneden. Steeds in de laagste plaatsen op de hellingen geperst wordende, schuift het als 't ware tusschen de hoogere rotsmassa's door. Van die rotsmassa's nu vallen, tengevolge van het splijten der gesteenten door de vorst, door de verwoestende kracht eener vallende sneeuwlaag (lawine) of door ongelijke verwarming en verschillende uitzetting, grootere of kleinere steenbrokken op de gletschers. Stonden deze nu stil, dat wil zeggen, daalden zij niet langzamerhand, dan zou die massa steenbrokken op enkele plaatsen worden opgehoopt; echter tengevolge van een voortdurend dalen der gletschers worden hunne randen min of meer regelmatig met steengruis bedekt. Deze lagen steenbrokken zijn bekend onder den naam van *moraines* en aangezien bovengenoemde aan de kanten der gletschers voorkomen, noemt men ze *kantmoraines*. Wanneer twee gletschers zich vereenigen en de twee samenkomende randen dus ongeveer het midden van den nieuwen gletscher vormen, treft men ook hier eene of meer strooken steenbrokken aan (*middenmoraines*).

Groote ijsmassa's dus, aan de kanten en hier en daar ook in 't midden met steengruis en steenbrokken beladen, nu eens sneller, dan weer langzamer dalende, hier meer daar minder nieuwe brokken steen opnemende, bedekken in vele hoog gelegen landen, zooals Zwitserland, de bergtoppen.

Het benedeneinde der gletschers smelt langzamerhand af, natuurlijk des te meer, naarmate de temperatuur hooger is. In de Alpen b.v. smelten de gletschers 's zomers meer of hooger af dan 's winters. In koudere gewesten dalen ze lager af dan in de warmere streken. Daar, waar het einde van eenen gletscher smelt, blijft het steengruis liggen, zoo het niet op eene andere wijze weggevoerd wordt. Groote hoopen steengruis op deze wijze naar beneden gevoerd, treft men derhalve bij het smeltende uiteinde der gletschers aan. Men noemt ze *eindmoraines*.

Ook tusschen de gletschers en de begrenzende rotsen schuiven dikwijls steenbrokken *in* en *onder* de gletschers of zij geraken daaronder door de spleten in het ijs en vormen wat men noemt *grondmoraines*.

Terwijl nu de steenbrokken op de gletschers gedurende het dalen weinig of geene verandering ondergaan en meestal met hoekige kanten zich tot eindmoraines ophoopen, is zulks met die, welke in en onder de gletschers geraken en de grondmoraines vormen, geenszins het geval. Zij worden onder den druk van de ontzaglijke ijsmassa, die zich op en over hen voortbeweegt, tot een poeder (zand) verbrijzeld of rond en glad geslepen en aan de oppervlakte van fijne strepen voorzien. Zij vormen eene laag van grootere en kleinere rolsteenen, zand en slijk onder den stroom van ijs. Daarmede voortgeschoven, worden de grootere op het einde van den gletscher, bij de eindmoraine gevoegd, de fijnere deelen met het water, afkomstig van het smeltende ijs (de gletscherbeek), weggespoeld.

De hoeveelheid zand, die eene gletscherbeek op deze wijze ontvangt, is soms zeer aanzienlijk. Men berekent b.v., dat met den Aargletscher, die in de maand Augustus dagelijks ongeveer 2.000.000 M³ water levert, in denzelfden tijd 984.374 kilogram zand wordt weggevoerd.

Ook de kanten en de bodem van het bed, waarin de gletscher zich beweegt, worden daardoor uitgeschuurd, glad geslepen en van evenwijdig aan elkander loopende strepen voorzien. Het zand en de rolsteenen dienen hier tot polijstpoeder. Wanneer gedurende den zomer het uiteinde van eenen gletscher meer afsmelt, dan hij zelve daalt, dan komt een gedeelte van het bed, waarin hij zich beweegt, bloot te liggen, en kan de werking, die hij op den grond uitoefende, nagegaan worden.

De Fransche natuurkundige Daubrée heeft het vormen dezer gladgeschuurde vlakken met evenwijdige strepen door de gletschers proefondervindelijk aangetoond. IJs, zand en stukken rots werden onder verschillenden druk en met verschillende snelheid over eene rotsmassa gewreven. Afronding en verbrijzeling had ook hier plaats; op eene gladgeschuurde vlakte met strepen werden rolsteenen, zand en slib verkregen [1]).

In de Poolstreken zijn de dalen in hunne geheele uitgestrektheid, van den bergtop tot beneden aan den voet, gedurende een groot gedeelte van het jaar met ijs bedekt, ja is waarschijnlijk hier en daar al het land onder 't ijs bedolven. Met zekerheid is dit bekend van het middengedeelte van Groenland. Zoo'n ijsbedekking over het geheele land is bekend onder den naam van *landijs*. Groote ijsstroomen in den vorm van gletschers gaan hiervan uit.

---

[1]) Dehérain, *Cours de Chimie agricole*, p. 241, en A. Daubrée, *Etudes synthétiques de Géologie expérimentale.*

De zomerwarmte is hier zoo gering, dat ook dan de gletschers den bergvoet bereiken. Vormen deze bergen nu de kust, dan daalt de gletscher tot in de zee en schuift hier een eind op den bodem voort, totdat eindelijk het brok ijs, dat zich onder water bevindt, door zijn geringer soortelijk gewicht komt boven drijven en van den gletscher afbreekt. Deze gletscherbrokken zijn de *ijsbergen*. Behalve in de poolzeeën worden die ijsbergen ook in de zeeën die daaraan grenzen, in het voorjaar b.v. dikwijls in het Noorden van den Atlantischen Oceaan aangetroffen. Met de zeestroomen (hier de poolstroom) meer zuidelijk gedreven, smelten ze eindelijk tengevolge van de meerdere warmte van de lucht en het water aldaar.

Evenals de gletschers der Alpen zijn ook die der poolstreken en de daarvan afkomstige ijsbergen met puin beladen, dat bij het smelten op den bodem der zee of op het strand, waar de ijsberg smelt, achterblijft. In het noordelijk deel van den Atlantischen Oceaan heeft men ijsbergen waargenomen, die 1500 meter omtrek hadden, 30 tot 70 meter boven het water uitstaken en met eene puinmassa bedekt waren, wier gewicht in sommige gevallen wel op 1 millioen kilogrammen mocht worden geschat. Op de Newfoundland-bank, ten oosten van Amerika, stranden jaarlijks eene menigte van deze groote ijsbrokken, smelten en hoopen aldaar eene ontzaglijke hoeveelheid zand en steenbrokken op.

Strijken de ijsbergen over rotsen op den bodem der zee heen of stranden ze op rotsachtige klippen, zoo oefenen ze daarop eene dergelijke werking uit als de gletschers op de bergvlakte. Het zand en 't puin, dat aan hun onderkant in het ijs is vastgevroren, schuurt de rotsen glad, maakt voren en strepen in de richting, waarin ze zich bewegen; de steenbrokken worden afgerond en verbrijzeld. De heuvels of bergen, b.v. die, welke in noordelijk Amerika de kust vormen, dragen aan de noordzijde, waarop de ijsbergen stranden, de zichtbare sporen van de werking, door het ijs daarop uitgeoefend. Ze zijn glad en effen, soms van diepe voren voorzien, terwijl zij het ruwe en hoekige van den zuidkant dier heuvels geheel en al missen.

De uitwerking der gletschers en ijsbergen is dus hoofdzakelijk driërlei: 1) afronding en gladschuring van de oorspronkelijk ruwe en hoekige oppervlakte der rotsen en rotsblokken; 2) verplaatsing van het puin en de rotsblokken en hunne opeenhooping; 3) verbrijzeling tot grint, zand en slib.

Op dezelfde wijze nu als tegenwoordig nog naar Newfoundland met de ijsbergen en in de Alpendalen met de gletschers eene groote hoeveelheid puin en steenen wordt verplaatst, op dezelfde wijze werden in den tijd, dien we ijstijd genoemd hebben, in ons land en in geheel noordelijk Europa met het ijs groote massa's puin en steenbrokken aangevoerd. Daardoor laat zich voorreerst de aanwezigheid van de groote steenbrokken, vooral in het diluvium der noordelijke provinciën, en hunne Noorsche afkomst ook gereedelijk verklaren. Want gelijk reeds gezegd, heeft een nauwkeurig onderzoek met zekerheid aan het licht gebracht, dat in het zoogenaamd Scandinavisch diluvium, 't welk behalve in de noordelijke provinciën van ons land, in geheel Noord-Duitschland voorkomt, dezelfde gesteenten gevonden worden, als waaruit de gebergten van Zweden en Noorwegen bestaan. Zwerfblokken, Findlingsblöcke (vondelingen) heeft men die keien genoemd, niet wetende vanwaar

ze afkomstig waren. De benaming van Noordsche steenen zou thans meer gepast zijn.

Ter nadere verklaring van 't ontstaan der diluviale gronden werd vroeger de Drifttheorie van Lyell aangenomen, volgens welke hier eene opene zee geweest zou zijn, waar ijsbergen uit het noorden en noordoosten kwamen aandrijven, die hier smolten en de steenen enz., die zij aanvoerden, achterlieten. Thans geldt meer de theorie van den Zweedschen geoloog, Otto Torell, die in 1875 de meening uitsprak, dat in het diluviale tijdperk zich eene groote ijsmassa (gletschers) van Skandinavië en Finland tot over de Noorduitsche laagvlakte, waartoe ook Nederland behoort, heeft uitgestrekt. Het voorkomen van gekraste steenen op verschillende plaatsen, hier te lande in den Hondsrug, in den bodem eener diepe put te Sneek, in het Roode Klif, op Urk enz., volgens eene bepaalde richting gekrast, de eigenaardige buigingen in de aardlagen hier en daar waargenomen en de diepe kolken, gletschermolens, reuzenketels of -potten geheeten (Riesentöpfe en Sölle) en meren in Noord-Duitschland en hier te lande, bij het afsmelten van het ijs ontstaan [1]), kan slechts verklaard worden, door aan te nemen dat hier werkelijk gletschers geweest zijn, zoodat thans de gletscher-theorie van Torell vrij algemeen in de plaats gesteld wordt van de Drift-theorie van Lyell.

Er is echter één verschil met de tegenwoordige Alpengletschers. In de Alpen vindt men slechts een ijsstroom in de dalen; het meer vlakke noordelijke Europa was geheel met ijs bedekt, ja er bewoog zich waarschijnlijk een machtige ijsstroom, met Scandinavië als middelpunt, naar het zuiden, oosten en westen, die behalve de plaats van het tegenwoordige vlakke land ook de tegenwoordige Oost- en Noordzee tot aan Groot-Brittanië toe, innam. Men had dus landijs, dat evenals een gletscher in beweging was, daardoor steenbrokken, puin enz. verplaatste en door zijne drukking de hierboven genoemde geologische werkingen daarop en op den bodem, waarover het zich bewoog, uitoefende [2]).

Behalve uit het noorden werd echter ook uit het zuiden diluviale grondmassa aangevoerd. Want evenals er in Noorwegen nog sporen van voormalige gletschers aanwezig zijn, als gladgeschuurde berghellingen, voorzien van groeven en schrabben op de wijze ontstaan, als hierboven verklaard is, en die zelfs de richting aanduiden, waarlangs het ijs zich heeft bewogen, zijn er ook in zuidelijk Europa, met name in de Alpen de duidelijkste sporen aanwezig, dat de gletschers aldaar vroeger een veel grooter gebied hadden dan tegenwoordig.

Behalve gladgeschuurde vlakten vindt men ophoopingen van steenen (eindmoraines) op plaatsen, waar de tegenwoordige gletschers op verrena niet meer aan toe reiken; steenhoopen, die met de tegenwoordig gevormd wordende

---

[1]) Dr. F. E. Geinitz, *Die Seen, Moore und Flussläufe Mecklenburgs* en Dr. Lorié, *De Derbingskuil van Gieten en zijne familie*, in de *Nieuwe Drentsche Volksalmanak* 1890.

[2]) Noord-Duitschland is zelfs twee keer met ijs bedekt geweest; de eerste met landijs dat min of meer zuidelijk zich bewoog en steenen aanvoerde uit Scandinavië afkomstig; de tweede ijsstroom had meer eene westelijke richting en voerde steenen uit Finland aan. Tusschenbeide was het land vrij van ijs en konden er planten groeien en dieren leven. Overblijfselen daaraan uit dit zoogenaamde interglaceaal tijdperk vindt men tusschen de twee door ijs gevormde moraines.

eindmoraines groote overeenkomst hebben en wier vorming het best door gletschers verklaard wordt. De Alpengletschers daalden echter niet zoo ver af naar het noorden, dat zij Nederland bereikten. Maar waarschijnlijk werden met den Rijn en de Maas gletscherbrokken, van de bergen aan hare oevers afkomstig en met puin en steenen van die bergen beladen, aangevoerd, of werden met het toen snelvlietende water dier rivieren groote massa's zand en steenen, door de gletschers in de dalen gebracht, verder gevoerd dan thans en op de plaatsen, waar nu de provinciën Gelderland, Overijsel, Utrecht, Limburg en Noordbrabant gevonden worden, uit het water afgezet. De overeenkomst toch van de steensoorten in het Rijn-diluvium met die, welke de bergen aan de oevers dezer rivier samenstellen en die van het Maas-diluvium met de gesteenten, waaruit het Ardennerwoud, het hoofdgebergte waardoor deze rivier haren loop neemt, bestaat, in verband met het bovenstaande beschouwd, wettigen het besluit, dat het zand met de daartusschen liggende steenen van en langs het Rijn- en Maasdal zijn aangevoerd. Terwijl het Scandinavisch diluvium dus meer bepaald eene ijsvorming is en de kern daarvan uit grond- en eindmoraines van het voormalige landijs, de ongelaagde keileem, bestaat, is het Rijn- en Maas-diluvium meer eene watervorming en daardoor grootendeels gelaagd, ofschoon de groote keien daarin voorkomende niet wel anders dan door ijs vervoerd kunnen zijn. Mogelijk dreven brokken van het landijs ook zuidelijk, werden zoo de steenen die ze meevoerden vermengd met die uit het zuiden en ontstond zoo het gemengd diluvium.

Op grond van een en ander veronderstelt Prof. Martin [1]), dat deze diluviale vormingen in de volgende tijdorde hebben plaats gehad.

a. Oude riviervormingen of *Préglaceale vormingen.* Hiertoe behooren behalve het *Rijn-* en *Maasdiluvium* een gedeelte van het *Gemengd diluvium*, met name de Veluwezoom langs Rijn en IJsel. Deze vormingen hebben oorspronkelijk zoo niet het geheele dan toch het grootste gedeelte van het tusschen Rijn en IJsel gelegen delta opgevuld, voor zoover het van diluvialen oorsprong is en maken waarschijnlijk een belangrijk deel uit van den ondergrond der noordelijke provinciën.

b. Landijs- (*gletscher-*) of *Glaceale vormingen*, namelijk grond- en eindmoraines van het landijs, dat behalve Noord-Duitschland een groot gedeelte van Noord-Nederland eens bedekt moet hebben. Waarschijnlijk heeft dit landijs den tegenwoordigen Rijnloop niet overschreden en is de ijskant van invloed geweest op den loop dezer rivier en heeft hij haar belet naar het noorden te vloeien. Behalve het Scandinavisch diluvium behoort hiertoe het ongelaagd gemengd diluvium, dat door Dr. Lorié in de Utrechtsche heuvels en in het oosten van Gelderland en Overijsel is aangetoond. Als eindmoraines, bij het afsmelten van het ijs gevormd, zijn o. a. de heuvelen te beschouwen die den Hondsrug vormen en in Z.Z.O. richting vanaf Groningen zich tot in het zuidoosten van Drente uitstrekken.

c. Vormingen ontstaan bij het afsmelten van het landijs of *Postglaceale vormingen.* Hiertoe behoort in de eerste plaats het zanddiluvium. Door de

[1]) *Tijdschrift v. h. Kon. Ned. Aard. Gen.*, II Serie, Deel VI, bl. 1.

hoogere temperatuur, die op het einde van het diluviale tijdperk moet zijn ingetreden, werd het ijs der gletschers gesmolten. Hevige waterstroomen waren daarvan het gevolg. De heuvels van grint, zand en leem werden afgespoeld en uitgegroefd. De grootere steenen bleven liggen; alleen fijne grint, zand en wat leem werden door het water meegenomen en worden nu in de laagten tusschen de heuvels en op hunne hellingen, als zanddiluvium teruggevonden. Ook de dalen tusschen de heuvels en, evenals in Noord-Duitschland, enkele meren (Zuidlaardermeer b.v.) kunnen op deze wijze in dezen tijd zijn ontstaan. Brokken ijs kunnen voorts van de gletschers zijn afgescheurd of van elders als ijsbergen zijn komen aandrijven, waardoor weder andere vormingen zijn ontstaan, b.v. die, welke door Dr. Lorié met den naam van „gelaagd gemengd diluvium" bestempeld worden.

Naar den tijd zouden dus achtereenvolgens ontstaan zijn:

1° Rijn en Maasdiluvium;

2° het Scandinavisch diluvium en het gemengd diluvium dat ongelaagd is;

3° het gelaagd gemengd diluvium en het zanddiluvium.

Het Rijn- en het Maasdiluvium zijn dus het oudst; zij komen in de zuidelijke provinciën aan de oppervlakte voor en zijn meer noordelijk door het later gevormde Scandinavisch en gemengd diluvium overdekt, door het eerste in de noordelijke provinciën, door het tweede in de midden-provinciën.

Van nog jongeren datum is het zanddiluvium, daar dit wel het zand met grint en keien (grintdiluvium) bedekt maar niet omgekeerd; terwijl het algemeen den ondergrond van de in lateren tijd ontstane alluviale veen- en kleigronden vormt [1]).

Hetzelfde geldt van de Limburgsche klei of het löss. Waar dit aan de oppervlakte voorkomt, ligt het meestal tusschen de grintgronden in en overdekt deze, maar veen of gewone rivier- of zeeklei treft men er niet onder aan. Blijkens de daarin voorkomende overblijfselen van zoetwaterdieren is deze eigenaardige grondsoort afgezet in een min of meer van de zee afgesloten boezem of meer, waarin de Rijn en andere rivieren haar water stortten of waardoor ze haar loop namen. De slibmassa, die met het water van deze rivieren werd aangevoerd, vulde dit waterbekken langzamerhand geheel en al. Of hier ook löss gevormd is door het verstuiven van de door het ijs gevormde fijne slib of van de fijne verweeringsproducten van leigesteenten, gelijk elders, o. a. in China, schijnt te hebben plaats gehad, is niet met zekerheid bekend.

Vroeger toen de Drifttheorie van Lyell gold, volgens welke de diluviale grond voor een groot deel door drijvende ijsbergen zou zijn aangevoerd, moest, om te verklaren, hoe het komt dat deze gronden thans verscheidene meters hooger liggen dan de gemiddelde oppervlakte der zee, worden verondersteld, dat de bodem hier en elders is opgeheven zooals thans bijvoorbeeld wordt waargenomen, op de eilanden en de kusten van Noorwegen en Zweden, eene verheffing, die volgens meting aan peilschalen op een meter

[1]) Gedeeltelijk kan het zanddiluvium ook door de in dit of in 't begin van het alluviale tijdperk snelvlietende rivieren, waarin geen klei afgezet of geen veen gevormd werd, ontstaan zijn.

per eeuw mag gesteld worden. Rotsen, vroeger onder het zeewater bedolven, vormen daar thans klippen, waartegen het opkomende vloedwater wordt teruggestooten en die eigenaardige beweging in het water veroorzaken, bekend onder den naam van branding. Plaatsen, waar de schepen vroeger veilig langs konden zeilen, zijn daardoor thans gevaarlijk voor hen geworden.

Volgens de theorie der landijsvorming is zulk eene veronderstelling van het opheffen des bodems niet noodig. Want het is duidelijk, dat toen het ijs smolt, het gevormde water zich in de laagten verzamelde en dat na het terugtrekken van het ijs ook het rivierwater meer geregeld kon afvloeien en de gevormde bodem, die het voormalige zeebekken uit het tertiaire tijdperk, bl. 35, voor een groot deel had gevuld, kon droogvallen. Diepe putboringen, in de laatste jaren verricht, hebben toch aan 't licht gebracht, welke groote massa grond in het diluviale tijdperk door ijs en water is aangevoerd. Zoo werd gevonden dat de diluviale lagen te Delden eene dikte hebben van 14 meter, te Goes van ongeveer 30 meter, te Gorcum 108 meter en te Utrecht 137 meter. Natuurlijk hebben die lagen eene geringere dikte, zooals ook uit de aangehaalde cijfers blijkt, waar het diluvium aan het tertiair grenst, en de voormalige zee weinig diepte had, namelijk in het oosten van Overijsel, Gelderland en Limburg en langs de zuidelijke grens van ons land. Daar wordt de oude tertiaire zeebodem dan ook op geringe diepte aangetroffen en geven zijne hoogten en laagten zelfs den vorm aan den hem bedekkenden diluvialen grond, zie bl. 35.

Ook werd daarbij aangenomen dat die opheffing in eene bepaalde richting plaats had, om daardoor te verklaren dat er ruggen en heuvelreeksen van eene bepaalde strekking zijn ontstaan; maar nu het zeker is, dat werkelijke gletschers ons land bedekt hebben en hier moraines hebben achtergelaten, is ook deze veronderstelling niet meer noodig. Wie eens bij laag water op eene zandbank in onze Wadden geweest is, kan zich ook licht eene voorstelling maken, hoe onder den invloed van het snel stroomende water, die heuvels, welke als eilanden en zandbanken in de toenmalige met water overstroomde vlakte beschouwd kunnen worden, als het ware gefatsoeneerd zijn en eene bepaalde richting hebben gekregen, zoo deze door de richting van den ijsstroom er niet reeds aan gegeven was; hoe elders diepe geulen (de tegenwoordige dalen) gespoeld zijn, op gelijke wijze als dit thans nog op onze Wadden geschiedt. De aanwezigheid van leem, dat grootendeels als een slijpproduct van het landijs kan beschouwd worden en niet zoo gemakkelijk wegspoelt als zand, in deze heuvels is waarschijnlijk een der redenen dat zij zijn blijven bestaan, terwijl de zandige gedeelten meer zijn geëffend.

Na de vorming van de verschillende diluviale gronden begint het tijdperk der hedendaagsche of alluviale vormingen. Wij moeten hier echter niet aan een' plotselingen overgang denken, maar ons voorstellen, dat terwijl de bodem allengs van ijs bevrijd en boven het water verheven geraakte en het klimaat zachter werd, er *hier* grond werd aangeslibd, *ginds* duinen of hooge- en lage venen ontstonden, dat er dus aardlagen werden gevormd, die tegenwoordig nog ontstaan en die wij tot het alluvium gebracht hebben.

Eene moeielijkheid bij de verklaring van het ontstaan dezer gronden geeft ons echter de voortdurende strijd, die er gedurende dit tijdperk, evenals in

de voorafgaande tijdperken tusschen het gevormde land en het water plaats had, of anders: de omstandigheid, dat het water, waaruit nu eens klei of zand bezonk of waarin veen gevormd werd, op een anderen tijd dien aangeslibden grond en het gevormde veen weer wegnam. Dewijl in den geschiedkundigen tijd genoeg voorbeelden daarvan zijn aan te halen, mag men op grond daarvan besluiten, dat zulks in den vóórhistorischen tijd ook heeft plaats gehad.

De geschiedenis, ofschoon niet altijd klaar en duidelijk, vermeldt b.v., hoe de plaats waar thans de Zuiderzee gevonden wordt, ten deele ingenomen werd door het meer Flevo, „dat (zijn water) met een' veel smalleren uitloop dan thans die zee, tusschen Friesland en Noord-Holland door, in de Noordzee ontlastte; hoe het in de middeleeuwen tusschen de Zuiderzee en den mond van het Vlie nog vastland was, schoon laag en, behalve dat, met veel wateren doorsneden; hoe de Noordzee ingang in het land heeft verkregen, Tessel van Vlieland gescheiden, Wieringen enz. van het vaste land gerukt en veel gronds weggenomen heeft enz." [1]).

De Wadden-eilanden hadden eene grootere uitgestrektheid en waren ten deele denkelijk met het vastland verbonden. „Ten tijde dat de Romeinen in deze streken krijg voerden en dus voor omtrent achttien eeuwen, bestonden wel reeds deze eilanden en Wadden, alsook zeer vermoedelijk de meeste van onze aangeslijkte kleilanden, maar de eerstgenoemde waren alstoen veel aanzienlijker, zoo niet in aantal, dan toch in grootte. Zij leerden toen van de Jutlandsche kaap af drieëntwintig eilanden kennen. Nu kan men er nog wel ongeveer even zooveel berekenen, doch deze zijn niet meer dezelfde en alle voorzeker veel kleiner. Bovendien lagen waarschijnlijk vele toen nog door zulke ondiepe Wadden met het vasteland verbonden, dat deze althans in den zomertijd, nog grootendeels bij eb droog kwamen te liggen en op vele plaatsen konden overtrokken worden" [2]).

Uit de geschiedenis en door het vinden van overblijfselen van gebouwen, van veen of darg enz., in zee en onder de duinen is het bekend, hoe door geweldige overstroomingen land verzwolgen werd: Holland daardoor van Friesland, Oost-Friesland van Groningen werd afgescheiden, hoe de Zuiderzee, de Dollard en de Biesbosch, de Middelzee, (die later weer dicht geslibd werd) enz. ontstonden; hoe de duinen verder oost- of zuidoostwaarts verplaatst werden enz.

In 't algemeen mag en kan men op grond van de geschiedkundige berichten aannemen, dat de uitgestrektheid van Nederland grooter was dan tegenwoordig. In overeenstemming hiermede is de geaardheid van den bodem, die thans nog nu en dan onder de wateren gevonden wordt, welke de plaats waar vroeger land gevonden werd, innemen. Het vinden van darg of veen en kleilagen op de Wadden is een duidelijk bewijs, dat hier eenmaal meerdere stilstand in 't water moet geweest zijn, waarin die klei kon bezinken of dat veen kon gevormd worden, waaruit verder volgt, dat die streek

---

[1]) Dr. G. A. Stratingh, *Aloude staat*, bl. 21. Zie ook: A. A. Beekman, *De strijd om het bestaan.*

[2]) Dr. R. Westerhoff en Dr. G. A. Stratingh, t. a. pl., bl. 35.

beter tegen het zeewater beveiligd moet geweest zijn en dus de duinen der eilanden een beter aaneengeschakeld geheel vormden.

De strijd tusschen 't land en 't water in dit tijdperk is met de duinvorming begonnen.

Nadat de diluviale zandgrond van ijs bevrijd en gedeeltelijk boven het water verheven was geworden, wierp de zee dit zand op eenigen afstand van de kusten tot zandbanken omhoog, evenals zulks tegenwoordig nog geschiedt. Droog wordende, werd het door den wind opgenomen en tot heuvels opgewaaid. Zoo vormde een heuvelenreeks aan de kust de natuurlijke borstwering voor het indringen van de zee. Alleen daar, waar de rivieren en riviertjes haar water in de zee stortten, was zij verbroken en had het zeewater vrijen toegang.

Wij dienen ons dus voor te stellen, dat de toenmalige kust er ongeveer evenzoo uitzag als tegenwoordig aan de monden van de Weichsel en de Oder aan de Oostzee, den Nijl in Egypte enz. Deze rivieren namelijk storten niet onmiddellijk haar water in de zee uit, maar in een kom, aan de Oostzee Haff geheeten, door eene smalle streep gronds, den oeverwal (Nehrung), van de zee gescheiden [1]). Van een' dergelijken oeverwal nu vormen de duinen aan de westkust van ons land en die der reeks Wadden-eilanden nog de overblijfselen. Vroeger maakten zij meer een geheel, eene Nehrung uit, zooals er aan de Oostzee verscheidene voorkomen. Het binnen dien landtong aanwezige Haff wordt thans ingenomen door de zooevengenoemde lagere gedeelten van ons land, de provinciën: Zeeland, westelijk Noord-Brabant, Noord- en Zuid-Holland, een groot gedeelte van Friesland en van Groningen en de Zuiderzee.

Terwijl nu in de poelen en moerassen van de reeds gevormde zandgronden veen ontstond, vooral moerasveen en hoogveen en aan de oevers der rivieren en deels in het Haff rivierklei, werd het Haff langzamerhand opgevuld met zeeklei en laagveen. Waarschijnlijk bevatte het Haff eerst meer zoetwater en was de vorming van rivierklei en veen meer algemeen. Later toen de duinenrij ten deele verbroken werd en daardoor het Haff meer met de zee in verbinding kwam, werd in het brak- of zoutwater zeeklei afgezet; alleen aan de oevers van de grootere of kleinere rivieren meer stroomopwaarts, vormde zich nog eene zoetwater-bezinking, beek- of rivierklei, en in de overgebleven meren, poelen en plassen veen.

Die kom, tusschen het diluvium en den oeverdam of de duinerij, schijnt eenmaal bijna geheel opgevuld te zijn geweest, maar zooals reeds gezegd is, door geweldige watervloeden werd het gevormde land weêr weggeslagen, zelfs verder op sommige plaatsen, aan den Dollard b.v., dan de tegenwoordige kusten, totdat de mensch tusschenbeide is gekomen en niet alleen door het opwerpen van dijken de zee belet heeft, verder landwaarts in te dringen, maar ook zorgvuldig de op nieuw aangeslijkte gronden zoo spoedig mogelijk heeft binnengedijkt en tegen het opnieuw verspoelen heeft beveiligd.

Veenvorming en aanslibbingen zijn de voornaamste geologische werkingen,

---

[1]) Als een dergelijke kom kan men nog de Zuiderzee beschouwen, waardoor de IJsel stroomt en waarin, gelijk wij gezien hebben, vrij wat slib zich afzet.

waardoor de alluviale bodem vooral der kuststreken van ons land gevormd is. Die vormingen dienen we nog nader te beschouwen [1]).

A. Veenvorming.

Veen, hebben we vroeger gezegd, bestaat uit overblijfselen van planten, die bij afsluiting van lucht onder water of in een' vochtigen bodem eene scheikundige verandering hebben ondergaan. Om van die verandering, welke zeer ingewikkeld is en van verschillende omstandigheden (de temperatuur, geheele of gedeeltelijke afsluiting der lucht enz.) afhankelijk is, een denkbeeld te krijgen [2]), is het slechts noodig eenige planten of plantendeelen geruimen tijd onder water te houden. Terwijl de planten allengs in eene bruine of zwarte massa veranderen, die gedroogd, tot een poeder fijn gewreven kan worden, stijgen uit het water eene menigte gasbellen omhoog. Die lucht of dat gas is geene gewone dampkringslucht, maar bestaat onder anderen uit *koolzuur*, het aan zijn stinkenden reuk gemakkelijk te herkennen *zwavelwaterstofgas* en vooral uit *moerasgas*. Stoot men met een stok in eene moddersloot, waarin natuurlijk op dezelfde wijze veenvorming in het klein plaats heeft, dan komen eene menigte groote bellen omhoog, die uit hetzelfde gasmengsel bestaan en dat aan zijne brandbaarheid gemakkelijk kan herkend worden. Het bruine vaste overblijfsel der planten is veenstof. Voor een klein gedeelte lost het in water op en geeft aan het veenwater de eigenaardig bruine kleur.

Dat ook de temperatuur invloed uitoefent op de vorming van veen is duidelijk, wanneer men overweegt, dat venen noch in de heete luchtstreek (wel op de koudere bergen aldaar), noch in de koude luchtstreken, maar alleen in de gematigde luchtstreken worden aangetroffen. In het koude diluviale tijdperk is daarom ook weinig of geen veen gevormd [3]).

Naar hunne ligging worden de venen onderscheiden in hooge en lage. Beide verschillen bovendien in samenstelling en naar de planten waaruit ze gevormd zijn en vereischen dus eene afzonderlijke behandeling.

a. *Vorming van laagveen.*

Het vormen van laagveen kan nog het best worden nagegaan. Daar, zooals bekend is, vele dezer venen uitgebaggerd worden, ter vervaardiging van de korte of baggerturf, treft men in hunne nabijheid gewoonlijk waterplassen aan, plaatsen namelijk waar het veen uitgebaggerd is. In die min of meer diepe stilstaande wateren, begint weldra de veenvorming op nieuw.

Hunne oppervlakte is bedekt met een' weligen plantengroei. In het midden of daar, waar het water dieper is, bespeurt men vooral de met hare groote ovale bladen op het water drijvende en met gele of witte bloemen prijkende

---

[1]) Over zandoer, ijzeroer en enkele andere vormingen zal in het Hoofdstuk over de scheikundige verschijnselen in den bouwgrond iets worden medegedeeld.

[2]) Zie over veenvorming Dr. F. Senft, *Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen*, enz. en Dr. A. Borgman, *De Hoogvenen van Nederland*.

[3]) Op Spitsbergen en andere eilanden van de Noordelijke IJszee vindt men steen- of bruinkool, eene dergelijke vorming als veen, maar deze zijn ontstaan in een tijdperk toen de temperatuurverdeeling op aarde eene geheel andere was.

Pompen of Plompen (*Nymphaea alba* en *Nuphar luteum*) en de Scheeren, ook Kaarden, Hanekammen of Mieringen (*Stratiotes aloïdes*) geheeten; aan de kanten of daar, waar het water minder diep is, groeien andere planten, zooals Riet (*Phragmites communis*), Kalmus (*Acorus Calamus*), Egelskop (*Sparganium*), Lischdodden (*Typha*), Kattestaarten (*Lythrum Salicaria*) enz. Deze planten, jaarlijks afstervende, zakken op den bodem en daardoor hoopt zich in het water eene groote massa overblijfselen van planten op, die na eenigen tijd van den bodem, waarin de wortels vastgegroeid zijn, los wordt en lichter dan water zijnde, komt boven drijven. Op die drijvende zode, in Groningen *ladden*, in Friesland *tillen*, *tilland* of *drijftillen*, in Overijsel *kraggen* en in Holland *rietzodden* geheeten, ontwikkelt zich weldra een niet minder welige plantengroei: Driekant of Sekgras (*Carex*) en Drieblad of Waterklaver (*Menyanthes trifoliata*), soms ook struiken vooral van Els, Wilg en Gagel (*Myrica Gale*), slaan er op aan en vermeerderen de veenmassa jaarlijks op den nu drijvenden bodem, totdat zij den vasten bodem bereikt heeft en de geheele plas gevuld is. Het veen is dan gevormd. De boomstammen (kienhout), die men hier en daar in het laagveen aantreft, wijzen er op dat vroeger boomgroei op deze venen nog al aanzienlijk was.

Voor de vorming van laagveen zijn dus noodig waterplassen en een ongestoorde plantengroei. Daar, waar het water voortdurend in beweging is, vormt zich geen veen. Wanneer dus op de tegenwoordige Wadden of elders veen wordt aangetroffen, dan mag men aannemen, dat hier eenmaal stilstaand water geweest is, tenzij het veen van elders mocht zijn aangevoerd. En ofschoon in de geschiedenis der watervloeden dikwijls melding wordt gemaakt van het wegdrijven van geheele stukken land, de zooevengenoemde drijftillen namelijk, die elders weder aanspoelden en dus niet op de plaats zelve ontstonden, moet men echter dit als eene uitzondering beschouwen en als regel aannemen, dat het veen op de plaats waar het gevonden wordt, ook gevormd werd. Dus ook op de Wadden.

Bovendien is voor de veenvorming natuurlijk noodig, dat de planten, die in de zooevenvermelde plassen groeien, daar ook afsterven. Maar wanneer, zooals in de veenplassen in de omstreken van Giethoorn, bij Steenwijk, en te Kortehoef en Loosdrecht in 't Gooiland, geschiedt, de zooevengenoemde Scheeren door landbouwers worden weggehaald om de omringende bouwlanden er mede te bemesten, of wanneer, gelijk in de slooten en kanalen in de bebouwde streken althans geschiedt, de waterplanten van tijd tot tijd worden uitgerukt, of de bagger (ingespoelde aarde met overblijfselen van planten) wordt uitgegraven om den waterafvoer ongehinderd te doen plaats hebben of het weidende vee te schutten, dan wordt evenmin veen gevormd. Noch het een noch het ander, noch ook de waterafvoer zal vroeger zoo goed hebben plaats gehad, waaruit volgt, dat de veenvorming toen meer algemeen moet geweest zijn dan tegenwoordig.

Van de diepte van 't water hangt de dikte der veenlaag af, die daarin ontstaat. In ondiep water en in een' drassen bodem bereikt het veen nooit die dikte, die het in diep water krijgt, want eens boven water zijnde, groeit de veenlaag weinig of niet meer aan, vooral nu de venen meer algemeen tot hooi- of weiland aangelegd zijn en dus jaarlijks de daarop groeiende planten

worden weggenomen. Ook de planten die hier het veen gevormd hebben of nog vormen, zijn andere. In ondiep water is het vooral eerst de Waterhermoes of het Pijpkruid (*Equisetum palustre*), ook wel Paardestaart geheeten, daarna Riet, Sekgras (*Carex*), Drieblad, Wollegras (*Eriophorum*) enz.; in drassigen bodem zijn het vooral sekgrassoorten waaruit het veen ontstaan is. Dat deze laatste venen gewoonlijk moerasvenen genoemd worden, ter onderscheiding van de eigenlijke lage venen, is vroeger gezegd. Zij gaan niet zelden in hoogveen over.

b. *Vorming van hoogveen.*

Wij hebben reeds gezegd, dat uit de geschiedenis is op te maken de voormalige boschrijkheid van ons land. Het vroeger aanwezig zijn van bosschen wordt nader bevestigd door de hooge venen, die blijkbaar deels uit bosschen ontstaan zijn.

Tijdens de Romeinen deze streken bezochten, waren vele hooge venen nog moerassige bosschen, zooals het voor eenige jaren nog aanwezige Beekbergerwoud op de Veluwe [1]). Vele plaatsen, die de Romeinsche veldheer Julius Caesar, zoowel hier als in Engeland heeft bezocht en als met bosschen bezet worden opgegeven, zijn thans hooge venen.

In een dergelijk bosch, de Drieschigt in Twente, heeft men de verandering van bosch in hoogveen opzettelijk kunnen nagaan [2]).

Hoogveen bestaat dan ook uit overblijfselen van takken en bladeren van boomen en struiken en van eene menigte andere kleinere planten, vooral van Veenmos (*Sphagnum*), Wollegras (*Eriophorum vaginatum*), Struikheide (*Calluna vulgaris*) en Dopheide (*Erica tetralix*). In sommige hooge venen komen echter weinig of geen boomstammen voor; zij zijn nagenoeg geheel uit eene of eenige der hierboven genoemde kleinere planten ontstaan en ook de bovenste lagen van een boschveen zijn daaruit in het algemeen gevormd. Waar bosschen de eerste aanleiding tot hunne vorming gegeven hebben worden de stammen der boomen nog als kienhout in de onderste lagen van het veen aangetroffen; de vochtigheid van het oerwoud veroorzaakte, dat zij en de tusschen hen groeiende planten, vooral mossen, in veen veranderd werden. Wanneer namelijk de uit de afgevallen bladeren, takken, enz. gevormde veenlagen zoo dik zijn geworden, dat de boomgroei niet meer mogelijk is, dan sterven deze af, vallen om en heeft de veenvorming in den moerassigen bodem verder uit kleinere planten, vooral uit mossen plaats. Verschillende boomsoorten hebben elkander daarbij opgevolgd.

Een nauwkeurig onderzoek dienaangaande heeft aan 't licht gebracht, welke deze zijn en hoe zij elkander opgevolgd hebben. In de onderste hooge-veenlagen vindt men namelijk kienhout van dennen, daarboven van eiken, vervolgens berk en els. De laatste drie, benevens wilgen komen ook in de lage venen voor.

Dat de verandering van bosch in hoogveen thans niet meer algemeen plaats heeft, moet hieraan worden toegeschreven, dat de mensch tusschenbeide is

---

[1]) Dit woud is thans ontgonnen, zie *Bijblad van de Landbouw-Courant*, 1874, bl. 245.

[2]) Dr. Staring, *Bodem van Nederland*, I, bl. 107.

gekomen, door, zooal niet voor eene betere afwatering, dan toch voor het verwijderen van het afgevallen en omgevallen hout te zorgen. Ook het opslaan van houtgewas op de heide en op de lage venen wordt door hem tegengegaan.

Waar echter niet een vochtig bosch de aanleiding tot de hoogveenvorming gaf en in het veen dus geen boomkorn gevonden wordt, gaf daartoe waarschijnlijk de vochtige, komvormige ligging van den zandgrond aanleiding. Verzamelde zich in zoo'n kom water, dan kon daarin eerst moeras- of laagveen gevormd worden en deze vorming langzamerhand, wanneer de veenlaag boven het omringende water zich verhief, in die van hoogveen uit Veenmos, Wollegras, Heide enz., overgaan, dus laag- of moerasveen de eerste aanleiding tot het ontstaan van hoogveen geven.

Regel is dit echter niet, want bij eene vochtige ligging kan ook uit Heide, Wollegras, Veenmos enz. veen ontstaan. Evenals de boomsoorten volgen ook deze planten elkander in den regel op. Eerst vormt zich b.v. veen uit Heide (zwart veen), dan uit Wollegras (vlokveen) en dan uit Veenmos (grauw veen), zoodat in een hoogveen deze veensoorten boven elkander liggen, en waar het veen zich uitbreidt, treft men van den rand naar het midden gaande, de genoemde opvolging van planten in den regel aan.

B. Aanslibbingen of bezinkingen.

Wij hebben reeds meermalen van aanslibbingen melding gemaakt. Uit zee-, rivier- en beekwater zet zich slib (klei of zand) af en daardoor worden aardlagen gevormd: zeeklei en zeezand, rivierklei en -zand, beekklei en -zand. Het zand der gevormde zandgronden, zandbanken geheeten, wordt wanneer ze droog worden, soms door den wind opgenomen en hieruit ontstaan de duinen: zee-, rivier- en beekduinen.

Een eerste vereischte voor het vormen eener bezinking uit genoemde wateren is natuurlijk, dat het water slib bevat. Wij vragen daarom in de eerste plaats: bevat dit water slib, en zoo ja: vanwaar ontleent het dit?

Bij de behandeling der gletschers en van de verweeringsgronden is reeds vermeld, hoe door schuring en wrijving van de steenbrokken over elkander en onder het ijs eene ontzaglijke hoeveelheid puin en slib met het smeltende ijs van de bergen af naar beneden wordt gevoerd. Ook door de kracht, die het water bij zijne beweging (het stroomen of vallen) uitoefent, door de uitzetting die het, in scheuren en spleten dringende water bij het bevriezen ondergaat, en vooral ook door de scheikundige werking, die de zuurstof en het koolzuur op de gesteenten uitoefenen enz., vallen de gesteenten uit elkander. Naar den aard dier gesteenten is dit uiteenvallen, of zooals het gewoonlijk genoemd wordt, de verweering zeer verschillend. In hoofdzaak komt zij echter hierop neer, dat terwijl de steenen uiteenvallen, een gedeelte er van in het water oplost en opgelost in het bron-, rivier- of zeewater terug gevonden wordt, een ander deel als een onoplosbaar min of meer fijn poeder, grint, zand of klei, overblijft, dat in het stroomende water zwevende of rollende, van de bergen af wordt gevoerd.

Dat stroomend water de rotsen verbrijzelt, leert de volgende proef van

Daubrée [1]). In een cilindervormig vat, dat om een horizontale as kon rondgedraaid worden, werd 3 kilogram veldspaath (zie bl. 31) en 5 kilogram water gedaan en nu met eene snelheid van 2550 meter in het uur — eene snelheid die vele bergstroomen wel hebben — rondgedraaid. Na 124 uur — in een' waterstroom met dezelfde snelheid voortgaande, zou de afgelegde weg 460 kilometer geweest zijn, — was eene hoeveelheid slijk van 2.72 kilogr. gevormd, terwijl in het water 12.6 gr. kali, een oplosbaar bestanddeel van de veldspaath, gevonden werd. Per 25 kilometer doorloopen ruimte, zou dit zijn $^4/_{10}$ van het gewicht der veldspaath. Afgeronde brokken gaven echter veel minder slijk, slechts $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{400}$ van hun gewicht.

Dat het koolzuur de verweering bevordert, blijkt hieruit, dat toen koolzuurhoudend water (gewoon spuitwater) genomen werd, er van de afgeronde keien minstens *tweemaal* zooveel oploste.

Dat zuurstof hiertoe medewerkt, kan elke granietbrok, die aan weer en wind blootgesteld is, ons leeren. De bruine aders, welke over den steen heenloopen, bestaan uit ijzerroest, dat door inwerking van de zuurstof des dampkrings op het kiezelzuurijzeroxydule van het gesteente — dat het altijd in kleine hoeveelheid bevat — ontstaan is. Langs die aders splijt het gesteente veel gemakkelijker; want, daar het ijzerroest eene grootere ruimte inneemt, dan het in den steen voorkomende ijzeroxydule, is hier reeds eene kleine barst ontstaan.

De vorst doet hetzelfde. Wij behoeven slechts te herinneren aan het schilferachtige voorkomen, dat elke steen, hetzij een gewone kei of een baksteen en pleisterwerk, met water doortrokken, na het bevriezen vertoont.

Ook door den plantengroei wordt zij bevorderd. Niet slechts het geboomte, dat met zijne wortels in de rotsspleten dringt en deze daardoor al grooter en grooter maakt, maar ook de nietigste mossen, gelijk die op onze daken, dragen daartoe bij, door òf koolzuur te leveren, òf de vochtigheid terug te houden, òf de steenen als het ware uit te groeven.

Door deze en gene werkingen slijten de rotsen steeds af. Het puin, zand of de slib worden met het rivierwater naar zee gevoerd, tenzij ze op de rotsmassa blijven liggen en een verweeringsgrond vormen, zie bl. 6, of reeds in het bed of aan de oevers der rivieren blijven liggen.

Van de snelheid des rivierwaters hangt het af, hoe groote en hoe zware steenbrokken al vervoerd worden. De grootere en soortelijk zwaardere blijven het eerst liggen, daarna de grint en het zand, terwijl de fijnere slib alleen dàn zich afzet, wanneer het water eenigen tijd in rust komt. Vervolgt men den loop eener rivier, van haren oorsprong tot den mond, dan zal men in den regel de producten der verweering in de genoemde volgorde vinden, omdat de stroomsnelheid in den regel naar den mond toe afneemt. Alleen daar, waar de rivier een meer doorstroomt of haar water buiten de oevers treedt, gelijk met onze rivieren op de uiterwaarden 't geval is, en vroeger toen zij nog niet met dijken waren omgeven, meer algemeen plaats had, zet zich fijne slib af. De grootste massa fijne slib gaat met het water naar zee of zet zich bij geringer stroomsnelheid aan den mond, vooral wanneer die

---

[1]) Dehérain, *Cours de Chimie agricole*, p. 243.

een min of meer afgesloten kom vormt, bl. 47, af. Soms, gelijk zulks bij het ontstaan van 't diluvium met onze rivieren 't geval moet geweest zijn, wordt ook zand enz. meê naar zee gevoerd. De Nederlandsche rivieren doen dit thans niet, gelijk uit een opzettelijk onderzoek van de rivierslib gebleken is [1]).

De volgende opgaven kunnen een denkbeeld geven welk eene verbazende hoeveelheid slib de zee van eenige rivieren ontvangt.

De Mississippi voert jaarlijks in de golf van Mexico eene hoeveelheid slib, die, afgezet, 2331 hectaren ongeveer 10 meter hoog bedekken zoude; de Donau naar de Zwarte Zee eene hoeveelheid, die 498 hectaren 10 meter hoog zou kunnen bedekken.

De waarnemingen aan onze bovenrivieren omtrent waterafvoer en slibgehalte [2]) hebben het volgend resultaat gegeven.

Plaats en tijd van waarnemingen.	Jaarlijksche waterafvoer in milliarden M³.	Jaarlijksche slibafvoer.		Gemiddeld slibgehalte in grammen per M³. water.
		in millioenen K.G.	in millioenen M³.	
Boven-Rijn bij Pannerden (1879—1885).	74	4000	2.5	54
Neder-Rijn bij Arnhem (1883—1884).	18.1	610	0.381	45
Waal (1879—1885) bij Nijmegen	49	4700	3	97
bij St. Andries.		3000	1.9	62
Boven-Maas bij Maastricht (1881—1885).	9.9	980	0.61	99
IJsel bij Westervoort (1880—1684).	8.4	470	0.294	56

Verder is uit de waarnemingen gebleken, dat het slibgehalte bij hooge waterstanden in den regel grooter is dan bij lage; dat het slibgehalte bij sterken was der rivier veelal vrij plotseling zeer groot wordt, en dat in het midden van den zomer het slibgehalte belangrijk grooter is dan bij gelijke waterstanden in andere jaargetijden.

De uitkomsten der waarnemingen aan de benedenrivieren zijn minder zeker. Het slibgehalte van den Zeeuwschen stroom het Zijpe was grooter dan dat van de Mosselkreek en het water dezer riviertak rijker dan dat der Eendracht; van het Zijpe en de Eendracht was het slibgehalte grooter bij vloed dan bij eb, van de Mosselkreek juist omgekeerd.

Te Kampen is het slibgehalte van den IJsel iets kleiner, vooral bij hooge waterstanden, dan te Westervoort.

---

[1]) C. Lely, *Nota over de uitkomsten van de waarnemingen omtrent het slibgehalte der Nederlandsche rivieren.*

[2]) C. Lely, t. a. pl.

Evenals rivierwater is het zeewater een middel, waardoor in de natuur aardlagen vernietigd, vervoerd en weder afgezet worden. Van het eerste zijn reeds eenige voorbeelden aangehaald, aan de geschiedenis der watervloeden ontleend. Men ziet het ook aan het gedurig verplaatsen der zandbanken en der eilanden op onze kusten. Onze zeegaten hebben eene neiging om zich steeds te verplaatsen. De zandbanken, waar zij tusschen doorloopen, slaan aan de eene zijde af en zetten aan de andere zijde aan. Hetzelfde geschiedt met sommige eilanden. De Zeeuwsche eilanden slaan aan de zuidzijde af en slibben aan de noordzijde aan. Sommige Wadden-eilanden, b.v. Rottum, worden van het noordwesten naar het zuidoosten verplaatst. De Zeeuwsche stroomen gaan steeds verder noordwaarts, de zeegaten of riviermonden tusschen de zandbanken en de eilanden op de Wadden over 't geheel zuid- en zuidoostwaarts.

De slib nu, door de rivieren aangevoerd en ten deele in zee zich verspreidende, wordt voor een ander deel aan de monden der rivieren afgezet, b.v. aan de Zuidhollandsche- en Zeeuwsche eilanden en aan de oevers van den IJsel. Aan de Wadden en den Dollard is dit eveneens het geval.

Van welke rivieren de slib, welke zich op de laatstgenoemde plaatsen afzet, al afkomstig is, is niet met zekerheid te zeggen. De Eems, de Lauwers en andere kleine rivieren voeren weinig slib, het IJselwater daarentegen voert eene groote hoeveelheid aan. Deels zal dit aan zijne oevers en aan de kusten der Zuiderzee worden afgezet, deels door de verschillende gaten langs de Wadden stroomende, zeewaarts gaan, en met den vloedstroom weder naar de kust worden gedreven. Op deze wijze kan ook de slib, die met de Maas, de Schelde enz. in zee stroomt en met den daar heerschenden stroom noordwaarts wordt gedreven, met den vloed tusschen het Marsdiep en de andere gaten door langs de Wadden worden geleid.

Het zoute- of brakke water in den Dollard, op de Wadden, in de Zuiderzee enz. bevat dan nu eens eene grootere, dan eene geringere hoeveelheid slib, hetzij deze rechtstreeks door de rivieren aangevoerd is, hetzij zij eerst aan de riviermonden is afgezet maar later door het water weer is opgenomen; het water buiten de eilanden niet. Onder den invloed der getijden (ebbe en vloed), de heerschende winden en de stroomen, zet zij zich nu af, maar ook het zeewater zelf oefent hierop wellicht invloed uit. Roert men zware klei met zuiver water aan, dan blijft dit geruimen tijd troebel door de daarin zwevende deeltjes. Wordt echter zeewater genomen of eenig zout bij het water gevoegd, dan bezinkt de klei bijna oogenblikkelijk. Iets dergelijks heeft nu zeer waarschijnlijk ook plaats, wanneer slibhoudend rivierwater aan de monden met zeewater in aanraking komt [1]). De in zeewater bezonken klei vormt echter eene losse massa, die bij eenige beweging dadelijk weer in het water wordt verdeeld [2]).

Met het vloedwater wordt de slib naar de kust gedreven. Daaruit volgt,

---

[1]) Aangezien de riviersslib onzer rivieren zeer kalkhoudend is, zie de analyses achter dit Deel in Tabel II, en deze kalk een dergelijken invloed op het bezinken heeft als keukenzout, kan de bezinking ook zonder vermenging met keukenzout, als slechts voldoende rust aanwezig is, intreden.

[2]) Fr. Schulze, *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 1866, S. 366; Th. Schlösing, *Annales de Chimie et de Physique*, 1874.

dat plaatsen aan de kust, die niet door de dagelijksche vloeden maar alleen door hooge vloeden worden overstroomd, ook niet veel meer opgehoogd zullen worden, omdat zij alleen nog in het laatste geval slib kunnen ontvangen.

Komt de vloedstroom aan eene kust snel op, dan bevat de slib in den regel meer zand, en aangezien het zand eerder bezinkt dan de klei, wordt onder deze omstandigheden de aangeslijkte grond des te zandiger en komt hij vaak hooger te liggen, naarmate hij verder van de kust verwijderd is. Vergelijk bl. 17.

De slib zet zich hoofdzakelijk tijdens de eb, wanneer het water weder daalt of met andere woorden weer van de kust stroomt, af. Want daartoe is er rust in het water noodig, althans eene geringe stroomsnelheid en deze is in den regel geringer bij eb dan bij vloed. Hoe langer het water nu in rust is, gedurende den overgang van vloed tot eb (de kentering van het getij), en hoe langzamer het terugstroomt, des te meer slib zal er afgezet worden. Bij waarnemingen omtrent het slibgehalte der Zeeuwsche stroomen, hierboven vermeld, werd dan ook herhaaldelijk gevonden, dat bij stil water het slibgehalte veel geringer is.

Op dien meerderen of minderen stilstand van het water oefenen verschillende omstandigheden invloed uit. De vloedstroom, die natuurlijk de laagste plaatsen van het Wad volgt, kan onder verschillende richtingen de kust naderen; maar daar de kusten van het vaste land of de zandplaten allengs hooger worden, moet het water altijd min of meer tegen eene helling oploopen. Stroomt het nu tijdens den vloed rechthoekig op de kust in, dan gebeurt het volgende. Dicht bij de kust ontstaan twee stroomingen: een benedenstroom, die slibhoudend en landwaarts gericht is, en een bovenstroom, veroorzaakt door het teruggaande water. Deze laatste houdt den benedenstroom tegen, de snelheid hiervan vermindert en dientengevolge zet zich reeds gedurende den vloed slib uit het water af.

Loopt de vloedstroom daarentegen langs de kust, dan gaat het water als 't ware de kust rond. De aanvoerende (vloed-)stroom en de afvoerende (eb-)stroom loopen niet tegen elkander in en behouden daardoor meerdere snelheid en een gevolg hiervan is natuurlijk minder afzetting althans van fijne slib. Nadert de vloedstroom de kust onder een' hoek, dan is de afzetting des te grooter naarmate die hoek meer den rechten nadert.

Komt de vloed van twee verschillende kanten op, zoodanig dat twee vloedstroomen tegen elkander inloopen, dan kan ook daardoor stilstand in 't water ontstaan en slib afgezet worden [1]).

Hoe grooter het verschil in hoogte van 't water bij eb en vloed is, des te

---

[1]) Dr. R. Westerhoff, *De Kwelderkwestie* en Dr. Venema en Dr. Stratingh, *De Dollard*. Natuurlijk kunnen deze en dergelijke verschijnselen onder gewijzigde omstandigheden ook bij de rivierbezinkingen worden waargenomen. Zoo zet zich vaak onder den invloed van tegengestelde of draaiende stroomen slib of tusschen de kribben in eene rivier, en komt er als het water eener rivier snel wast en met groote snelheid de uiterwaarden overstroomt, meer zand op de uiterwaarden, dat kort aan den oever bezinkt en den grond hier alzoo zandiger en hooger maakt dan den verder van den oever verwijderden uiterwaardsgrond, die minder en meer kleihoudende slib ontvangt. Vergelijk bl. 25.

grooter kleilaag er onder dezelfde omstandigheden (stilstand in 't water) natuurlijk kan gevormd worden. Kanalen of gaten, die bij vloed vol water en bij eb weder droog loopen, worden daardoor eindelijk geheel met slib opgevuld.

Volgens Dr. G. A. Venema [1]) bevorderen aflandige winden, dat zijn die, welke *van de kust af*waaien, de aanslibbing; terwijl daarentegen winden, die *op een kust in*waaien, aan die kust afslag veroorzaken.

Wanneer een wind van de kust afwaait, dan ontstaat eene dergelijke strooming in het water als we zooeven bij een' vloedstroom, die rechthoekig op de kust loopt, hebben opgemerkt. De wind toch alleen op het bovenwater werkende, voert dit van de kust af; het evenwicht wordt daardoor verbroken en dientengevolge stroomt slibhoudend benedenwater naar de kust toe. Bij vloed wordt het bovenste water door den wind tegengehouden, het benedenwater stroomt echter daardoor met des te grooter snelheid naar de kust en voert stoffen meê, die bij windstilte reeds eerder zouden bezinken. Treedt nu de eb in, dan wordt het bovenwater snel weggevoerd, maar het afebbende benedenwater tegengehouden door den benedenstroom in 't water, door den wind veroorzaakt. Daardoor ontstaat meerdere stilstand in dit slibhoudende water en wordt er slib afgezet.

Een wind, die naar de kust toe gericht is, veroorzaakt eene dergelijke strooming, maar heeft eene tegengestelde uitwerking. Daardoor worden stoffen van de kust verwijderd, aangezien de afebbing van het benedenwater er door bevorderd en zoodoende niet alleen de aanslibbing verhinderd wordt, maar er zelfs afslag plaats heeft [2]).

Daar nu de zuidwesten- en westzuidwestenwinden de meest heerschende in ons land zijn, ligt eene kust wier strekking noordwest-zuidoost is, gunstig voor de aanslibbing, wanneer de zee ten noordoosten, b.v. de aan de Zuiderzee grenzende kust van Noord-Holland, maar ongunstig als die ten zuidwesten gelegen is, b.v. de Friesche Zuiderzee-kust, omdat in het eerste geval de wind vaker van de kust afwaait, terwijl in het tweede geval juist het omgekeerde plaats heeft. Veel ongunstiger ligt eene kust echter, die ten westnoordwesten door de zee begrensd wordt, b.v. de westkust van Holland en Zeeland, omdat de westnoordwestenwinden bijna driemaal talrijker zijn dan de tegenovergestelde oostzuidoostenwinden. Eene kust ten oostzuidoosten door de zee begrensd, b.v. de Dollard en de Lauwerzee ten deele, breidt zich daarentegen onder dezelfde omstandigheden uit. De vermelde verplaatsing van de Wadden-eilanden enz. en ook de uitbreiding van sommige meren wordt daardoor zeer goed verklaard.

De aanslibbing is verder afhankelijk van de eigenlijke stroomen. Terwijl door ebbe en vloed en door den wind het water en de daarin zwevende stoffen eene heen- en weergaande beweging aannemen, die binnen zekere grenzen beperkt is, worden genoemde stoffen met het water over eene groo-

---

[1]) *Nieuwe en eenvoudige verklaring van de veranderingen, die de kusten van ons land enz. ondergaan.*

[2]) De werking van den wind op het water en den daardoor veroorzaakten afslag kan men het best waarnemen bij sommige meren, die zich aan de noordoostzijde uitbreiden en aan de zuidwestzijde dichtgroeien.

tere uitgestrektheid verplaatst door de eigenlijke stroomen. Zeestroomingen kunnen op verschillende wijzen ontstaan (door de wenteling der aarde om hare as, 't verschil in temperatuur enz.); de stroomen op de Wadden en tusschen de Zuidhollandsche en Zeeuwsche eilanden zijn slechts te beschouwen als riviertakken. Aangezien nu met het rivierwater slib wordt aangevoerd, volgt daaruit, dat de richting dezer stroomen invloed op de aanslibbing moet uitoefenen.

Een niet minder grooten invloed oefent de plantengroei op de aanslibbing uit. Zoodra de strook, tot waar de dagelijksche vloeden reiken, eenigszins door aanslijking is opgehoogd, slaan hierop planten aan. Behalve eenige Wieren (*Confervaceae*) en het Zeegras, ook wel Zeewier of Zeelint (*Zostera marina*) geheeten, die het verst in het Wad op en vooral bij Wieringen en in de Zuiderzee in groote hoeveelheid soms voorkomen, is de meest algemeene plant, die men het verst van de kust af ontmoet, de gelede Zeekraal, Krabbestruik, Krabbekruid of Krabbekwaad (*Salicornea herbacea*). Bij meer kleihoudend slib wordt deze opgevolgd door eene strook bezet met Zulte, Starrekruid of Zoutwateraster (*Aster maritima*). Evenwel komt deze plant, die op de aanslibbingen van den Dollard zeer algemeen is, op de Wadden niet dan bij uitzondering voor. Tusschen de genoemde planten ontwikkelen zich weldra andere. Aan den Dollard wordt de zultestreek opgevolgd door het Kweldergras (*Poa maritima*), dat hier zeer welig groeit; aan de Wadden volgen op de Krabbestruik vooral het Zandkruid met Kweldergras, Weegbreeën (*Plantago*), Ganzevoet (*Chenopodium soorten*) enz., planten die bij den Dollard ook, ofschoon in geringere hoeveelheid schijnen voor te komen. De laatstgenoemde planten groeien als 't ware bij hoopjes. Er vormen zich namelijk langzamerhand groene plekken, die meestal droog liggen, door nog kale of slechts met Zeekraal bezette plaatsen afgewisseld, totdat men eindelijk de kwelders of de geheel met planten, vooral met grassen, begroeide strook aan den dijk ontmoet. Tusschen deze groene plekken en den eigenlijken kwelder treft men op de Wadden op vele plaatsen een' door afslag gevormden schoorwal aan.

Op de aanslibbingen aan de Zuiderzee bij den mond des IJssels, door minder zout water bespoeld, groeien weer andere planten, vooral Biezen, Riet en Zegge of Driekantsoorten.

Door genoemde planten wordt de aanslibbing nu aanmerkelijk bevorderd. Terwijl zij aan den eenen kant meerder tegenstand en daardoor meer stilstand in het slibhoudend water geven en de afzetting van slib daardoor grooter is, bevestigen zij aan den anderen kant door hare wortels de afgezette slib beter en beveiligen ze daardoor meer voor verspoeling.

Op dit verspoelen oefent ook de meerdere of mindere droge ligging van den aangespoelden grond invloed uit. Als de slib, die met den vloed aangebracht is, tijdens de eb niet opdroogt, dan wordt zij bij den nieuwen vloed door het water op nieuw opgenomen.

Daarom tracht men op sommige plaatsen, onder anderen aan den Dollard, door het graven van slooten en slootjes evenwijdig aan elkander en min of meer rechthoekig op de kust en door dwarsgruppels vereenigd, den aangeslijkten grond droog te leggen. De grond wordt daardoor in vierkantjes ver-

deeld, met de aarde uit de slooten en gruppels opgehoogd en zooveel mogelijk geëffend of aan de kanten der slootjes en gruppels aan dijkjes gezet. Men tracht de snelheid van het water bij eb daardoor tevens te verminderen en dus de aanslibbing te bevorderen. Elders, bij Kampen b.v., worden met dit doel kleine dijken (vangdammen) aangelegd.

Daar de aanslibbing echter, zooals wij gezien hebben, vooral van de richting der heerschende winden ten opzichte van de kust, de richting der stroomen enz., dus van natuurlijke oorzaken afhankelijk is, zullen deze kunstmiddelen eerst dan baten, wanneer de natuur medewerkt. Omgekeerd zal bij het gebruik maken van deze middelen de natuurlijke gang der aanslibbing in 't oog moeten gehouden worden [1]).

HOOFDSTUK II.

HET KLIMAAT VAN NEDERLAND [2]).

Naast den bouwgrond is de dampkringslucht door de natuur aangewezen om tot voortbrenging van planten te dienen. En niet alleen zijn hare bestanddeelen voor het groeien van planten maar ook voor het leven van mensch en dier onmisbaar. Bovendien hebben met haar verschillende veranderingen plaats, die wel eens meer bepaald natuurverschijnselen worden genoemd en op den plantengroei en op het dierlijk leven een' grooten invloed uitoefenen. Wind, regen, onweer, eene gedurige afwisseling van temperatuur en wat men eene heldere, betrokkene of bewolkte lucht noemt, zijn algemeen bekende verschijnselen of veranderingen, die in onzen dampkring plaats hebben. Zij vormen wat men ook wel noemt het weer.

De groote afhankelijkheid van verschillende bedrijven, maar vooral van den landbouw van het weer en de hoop om uit sommige verschijnselen de toekomstige weersgesteldheid te voorspellen, heeft reeds vroeg tot waarnemingen en tot gezegden, die nog in den mond van 't volk voortleven, aanleiding gegeven. De wetenschap heeft weliswaar in het licht gesteld, dat weersvoorspellingen eenige dagen vooraf nog niet mogelijk zijn, blijkbaar is er echter reeds vroeg een streven geweest, om ook hier verband tusschen oorzaak en gevolg te zoeken; blijkbaar heeft men reeds vroeg veel belang in de kennis van het weer gesteld. De wetenschap heeft dan ook van de dampkringslucht en hare veranderingen een voorwerp van onderzoek gemaakt. Door jarenlange waarnemingen op verschillende plaatsen, vooral met daarvoor uitgedachte

---

[1]) Zie Dr. G. A. Venema en Dr. G. A. Stratingh, t. a. pl. en P. Heidema Sr., *De vruchtbaarmaking van gronden door middel van slib*, uitgegeven door het Bataafsch Genootschap te Rotterdam.

[2]) Dr. F. W. C. Krecke, *Het klimaat van Nederland;* Meteorologische Jaarboeken; Verslagen der K. A. van Wetenschappen; Klein, *Weerkunde* door J. van Dam; Dr. W. J. van Bebber, *Lehrbuch der Meteorologie.*

werktuigen als thermometers, barometers enz. en door berekeningen heeft men verband tusschen de luchtverschijnselen ontdekt en hare oorzaken ten deele kunnen opsporen. Bovendien uit het bijzondere het algemeene afleidende, heeft men gemiddelde waarden gevonden, die voor de onderscheidene landen en streken der aarde zeer verschillend zijn.

De afwijkingen van deze gemiddelde waarden bepalen het klimaat van een land, welk woord dan ook afwijking beteekent. Zoo spreekt men van een vochtig, van een droog, van een warm en koud klimaat enz., als de lucht vochtiger, droger, warmer of kouder is dan het gemiddelde van verschillende plaatsen.

Afwijkingen van deze gemiddelden komen in elk jaargetijde, op elken dag, ja op elk uur voor en het zijn juist deze afwijkingen, welke ter beoordeeling van de weersgesteldheid op een zeker oogenblik dienen in aanmerking genomen te worden.

De invloed van het klimaat op de voortbrenging van planten en de andere takken van het landbouwbedrijf is van zoo algemeene bekendheid, dat het nauwelijks noodig schijnt door eenige voorbeelden dien invloed aan te toonen. Terwijl de Engelsche landbouwer bijna den geheelen winter door kan zaaien en zijn vee laten weiden, is dit in ons land slechts zelden in dit jaargetijde mogelijk. Tarwesoorten, die in Engeland met uitstekend succes verbouwd worden, mislukken hier niet zelden, omdat onze strengere winters ze doen doodvriezen. Vele landbouwers in zuidwestelijk Frankrijk verbouwen wintervlas en winterhaver, omdat het zachte winterklimaat de teelt dezer gewassen niet verhindert en de groote droogte in de zomermaanden haar als zomergewas zeer onzeker maakt. De Maïs kan hier te lande wel als voedergewas verbouwd worden, maar voor de productie van zaad zijn onze zomers te kort of beter gezegd, de temperatuur in de maanden September en October, als wanneer de maïs rijp wordt, te laag. De Maankop levert hier in hare zaden wel olie (papaverolie), maar weinig of geene opium om welk product zij vooral in 't oosten geteeld wordt. De rijpgeworden druiven bevatten hier en in Engeland wel een zeer aangenaam smakend vocht, maar geene genoegzame hoeveelheid suiker voor de productie van wijn, gelijk b.v. in Hongarije, waar de zomertemperatuur veel hooger is. Terwijl des voorjaars in Holland en Zeeland de weiden reeds met een frisch groen zijn bedekt en de boomen met hun bladerendos zijn getooid, vertoonen de Groningsche weiden nog hun vaal winterkleed, is het Groningsch geboomte nog kaal. Deze en gene verschijnselen zijn hoofdzakelijk aan den invloed van het klimaat toe te schrijven.

Ook de verspreiding der planten over den aardbol wijst dien invloed aan. De aardrijkskundigen zijn gewoon den aardbol, naar de verspreiding van de voornaamste cultuurgewassen, in eenige gordels te verdeelen. Hoofdzakelijk komt deze verdeeling met die der temperatuur op aarde overeen. Aardappels en Gerst kunnen het verst naar 't noorden verbouwd worden: in Zweden en Noorwegen op 68½° N.B.; Rogge teelt men aldaar tot op 66°, Haver op 62½° N.B.; Tarwe in Zweden op 62°, in Noorwegen op 64° N.B. Niet zelden mislukken hier de graangewassen, aangezien ze bij ontoereikende warmte of te korten groeitijd niet rijp worden. Het groeien van planten is

dan ook, gelijk later nog in het bijzonder opgemerkt zal worden, zeer afhankelijk van de temperatuur, zoodat die noch te hoog noch te laag zijn kan, zal de plant niet in haren groei stilstaan of sterven. Bovendien worden vele harer levensverrichtingen, b.v. het vormen van sommige harer bestanddeelen, door de temperatuur gewijzigd, gelijk hierboven reeds door eenige voorbeelden is aangetoond.

Hetzelfde geldt van het leven van een dier. Vele huisdieren zijn weliswaar over de geheele aarde verspreid, velen kunnen aan een ander klimaat gewend (geacclimateerd) worden, maar verandering van klimaat heeft niet zelden verandering van eigenschappen ten gevolge. Rundveerassen, in een ruw en vochtig klimaat, bezitten eene dikkere huid en zijn met grovere haren bedekt dan die in eene warmere en drogere streek. Inzonderheid verandert ook de wol der schapen onder den invloed van 't klimaat. De korte gekroesde wol der Spaansche merinos b.v. wordt langer, wanneer de dieren van een droog in een vochtig klimaat worden overgebracht [1]).

1. Samenstelling en eigenschappen van den dampkring.

Het gasvormig omhulsel der aarde, dat wij dampkring noemen, bestaat in hoofdzaak uit een mengsel van twee gassen: *zuurstof* en *stikstof*.

Van deze speelt het eerste bij de verschijnselen, die wij in het vervolg zullen behandelen, eene groote rol. Zoowel bij het verbranden en het verteren van stoffen als bij de ademhaling van dieren en planten, vooral waar te nemen bij het ontkiemen van 't zaad, het uitbotten van bollen en knollen enz., is zuurstof noodig. Het andere hoofdbestanddeel, de stikstof, neemt daarentegen slechts in enkele gevallen deel aan de scheikundige werkingen, die in den dampkring plaats hebben. De rol, die zij vervult, is meer, de hevige werking der zuurstof, die, zoo de dampkring enkel uit dit gas bestond, zou plaats grijpen, te matigen. Voorwerpen toch, die in den dampkring slechts langzaam verbranden, doen dit in een flesch, enkel met zuurstof gevuld, met hevigheid. Omtrent de verhouding der stikstof tot de voeding der planten deelen wij in het hoofdstuk over de levensverschijnselen der planten iets mede.

In ronde getallen bevatten 100 liter dampkringslucht 21 liter zuurstof en 79 liter stikstof of met andere woorden: op ongeveer $\frac{1}{5}$ zuurstof heeft men $\frac{4}{5}$ stikstof.

In alle streken der aarde en ten allen tijde is nagenoeg dezelfde verhouding gevonden. Wel wordt bij het verbranden, het ademhalen enz. steeds zuurstof verbruikt, dat is in scheikundige verbindingen opgenomen, van den anderen kant echter wordt uit scheikundige verbindingen zuurstof afgescheiden. Het laatste geschiedt, gelijk wij later zullen vermelden, vooral door de planten. Vermindert dus in de eerstgenoemde gevallen het zuurstofgehalte der lucht, in het laatstgenoemde geval wordt het verlies hersteld. Alleen bij het veenbranden, of — gelijk in sommige streken van Amerika en elders gebruikelijk is — bij het aardbranden en in vertrekken, waar veel menschen of dieren samen zijn, kan het zuurstofgehalte der lucht plaatselijk en tijdelijk minder worden. Evenwel door de eigenschap, die men veronderstelt dat de lucht-

[1]) Dr. H. Settegast, *Thierzucht.*

deeltjes bezitten, van in eene voortdurende en in dezelfde richting voortgaande beweging te zijn, wordt het evenwicht spoedig hersteld. Evenals de veendamp, gelijk bekend is, zich zichtbaar uren ver rondom de plaats, waar het veenbranden geschiedt, uitbreidt, doen dit ook, ofschoon onzichtbaar de andere luchtdeeltjes. Terzelfder tijd begeeft zich lucht van andere plaatsen en dus ook zuurstof daarhenen, waar dit gas verbruikt is, en na eenigen tijd is geen verschil meer te bespeuren (*Diffusie der gassen*). In stallen of vertrekken, waar dieren of menschen opgehoopt zijn, mogen de wanden de luchtdeeltjes in hunne, in dezelfde richting voortgaande, beweging tegenhouden en terugstooten, uit een nauwkeurig onderzoek is het gebleken, dat de lucht door metselwerk, glas, den bodem enz. en in allen gevalle door spleten en reten dringt en er uitwisseling van lucht van buiten naar binnen en omgekeerd plaats heeft. Zonder deze eigenschap zou de lucht in onze vertrekken en in onze veestallen spoedig bedorven zijn. Men heeft toch gevonden dat, om 24 uur te leven in eene volkomen afgeslotene ruimte, er noodig zijn:

Voor een	man	van	65	KG.	70—154	M³ lucht.
„ „	paard	„	500	„	537—1187	„ „
„ „	rund	„	400	„	430—950	„ „
„ „	schaap	„	30	„	32—71	„ „
„ „	varken	„	80	„	86—90	„ „

Bovendien geven eene menigte andere oorzaken aanleiding tot verplaatsing der luchtdeeltjes, die, zoo zij duidelijk waargenomen wordt, algemeen bekend is onder den naam van wind en mede veroorzaakt, dat de lucht bijna overal en altijd dezelfde samenstelling heeft. Daar de zuurstof echter in iets grootere hoeveelheid in water oplosbaar is dan de stikstof, heeft men wel waargenomen, dat na hevige regens het zuurstofgehalte der lucht plaatselijk iets minder kan zijn. Maar ook in dit geval is om bovengenoemde reden het verschil al spoedig niet meer te ontdekken.

Behalve zuurstof en stikstof worden er in de lucht nog eene menigte andere stoffen aangetroffen, die, ofschoon in geringe hoeveelheid aanwezig, toch van groote beteekenis zijn. Van deze noemen wij in de eerste plaats het *koolzuur* (ook kooldioxyd en koolzuur-anhydrid geheeten). De gemiddelde hoeveelheid van dit gas, in de lucht voorkomende, bedraagt in 10 000 liter 3 liter of ongeveer $\frac{3}{10000}$ deelen. Bijna overal, zoowel op het vlakke veld als in de steden, op de bergen en op zee wordt deze verhouding gevonden. Alleen in de zooevengenoemde gevallen, waarin de hoeveelheid zuurstof der lucht afneemt, neemt het koolzuurgehalte in den regel toe. Ook in enkele steden werd het gehalte grooter gevonden. Zoo is de kleinste hoeveelheid te Londen 0.03 proc., op nevelachtige dagen gemiddeld 0.072 proc. en in Dec. 1882 na langdurigen nevel was er zelfs 0.141 proc. In schoollocalen en in veestallen is de hoeveelheid in den regel eveneens grooter en bedraagt soms 0.5 proc. en meer. Daar onze brandstoffen koolstof bevatten, waarmede de zuurstof der lucht zich tot koolzuur verbindt, laat zich het verdwijnen van zuurstof en het gelijktijdig ontstaan van koolzuur gereedelijk verklaren. Eene langzame verbranding heeft ook in het lichaam van mensch en dier plaats. De werktuigen voor de ademhaling, die eensdeels, bij de inademing, versche

lucht in het lichaam voeren, voeren anderdeels, bij uitademing, het gevormde koolzuur weer weg, waardoor de toeneming van de hoeveelheid koolzuur in de lucht op plaatsen, waar menschen en vee opgehoopt zijn, verklaard wordt. Een volwassen mensch ademt in een uur ongeveer 22 liter koolzuur uit en de lucht door hem uitgeademd bevat ongeveer 4 proc. koolzuur. Ook bij de langzame verbranding of de vertering van overblijfselen van planten en dieren in of op de aarde wordt zuurstof verbruikt en koolzuur gevormd. Zoo vonden Boussingault en Lewy, dat de lucht in een' bouwgrond bevatte in 100 liter 0.93 koolzuur, 19.50 zuurstof en 79.57 stikstof, dus ongeveer 30 maal zooveel koolzuur als gewoonlijk in den dampkring voorkomt, en eene daarmede evenredige hoeveelheid zuurstof minder. De lucht in een bosch is gewoonlijk mede iets rijker aan koolzuur. In eene eerst negen dagen geleden bemesten grond was de hoeveelheid koolzuur 245 maal grooter dan in de lucht. Evenwel blijkt uit latere proeven van Dehérain, Wollny en Schlösing Jr., dat het verschil in koolzuurgehalte niet zoo groot is, naardat de grond meer of minder humus (mest) bevat [1]).

Niet door verbranding maar door andere scheikundige werking wordt voorts bij vulkanen en in vulkanische streken, in de aarde, koolzuur vrij gemaakt; hier stroomt op sommige plaatsen koolzuur uit grotten en aardspleten en is de hoeveelheid van dit gas in den dampkring in de nabijheid daarvan zoo groot, dat de ademhaling niet alleen belemmerd, maar het leven van mensch en dier in gevaar gebracht wordt. Als zulke plaatsen zijn bekend het Doodendal op Java en de Hondsgrot bij Napels.

Nog eene andere bron voor het in de lucht aanwezige koolzuur is de gisting, die bij de bereiding van wijn, bier, spiritus enz. plaats heeft. Vandaar dat in de lucht der gistinglocalen ook eene grootere hoeveelheid koolzuur kan aangetoond worden.

Van zuurstof en stikstof onderscheidt zich het koolzuur door zijne grootere zwaarte: het is ruim 1.5 maal zwaarder dan de dampkringslucht. Het bezit wel dezelfde veronderstelde eigenschap, die alle gassen gemeen hebben, namelijk dat zijne deeltjes in eene steeds voortgaande beweging zijn, en daardoor kan er van een voortdurend bewaren in een open vat ook van dit gas geen sprake zijn; maar zwaarder zijnde, wordt het meer door de aarde aangetrokken dan zuurstof en stikstof. Men kan het koolzuur daarom, evenals eene vloeistof, van het eene vat in 't andere overgieten en in localen, waar veel koolzuur gevormd wordt, hoopt het zich bij onvoldoende luchtverversching op den bodem daarvan op, evenals aan de oppervlakte der aarde bij den zooevengenoemden Hondsgrot en het Doodendal. Ook in gistkuipen kan het vrij lang blijven zweven. Daar nu de ademhaling van een dierlijk lichaam bij eene te groote hoeveelheid koolzuur in de lucht en daarmede het leven ophoudt, veroorzaakt het niet zelden den dood van iemand, die zich te vroeg in eene gistkuip begeeft, en van menig dier, dat zich te dicht bij de aardspleten, waaruit koolzuur stroomt, waagt. Daar het koolzuur de verbranding niet kan onderhouden, is het uitgaan van een licht in eene gistkuip een bewijs, dat er te veel koolzuur in aanwezig is om zonder gevaar er in te

---

[1]) *Ann. Agron.*, T. XV, p. 500.

kunnen afdalen. Ook in vertrekken, waar veel menschen samen zijn, ziet men niet zelden de lampen allengs minder helder branden, als een gevolg van de grootere hoeveelheid koolzuur. Daar het koolzuur meer dan de andere gassen van den dampkring in water oplosbaar is, — wij herinneren hier slechts aan het bekende spuitwater, dat niets anders dan koolzuurhoudend water is, — bevat het regenwater eene betrekkelijk groote hoeveelheid van dit gas en heeft men na hevige regens dan ook meermalen eene geringere hoeveelheid koolzuur in den dampkring waargenomen.

Van den dienst van 't koolzuur zullen we nog meermalen melding moeten maken. Hier vermelden we alleen, dat het de hoofdbron, zoo niet de eenige bron is, waaruit de bladgroenhoudende planten [1]) hare koolstof bekomen. Die planten nemen namelijk dit gas door de huidmondjes harer bladeren op, gebruiken de koolstof tot vorming harer weefsels, terwijl de daardoor vrij gewordene zuurstof door dezelfde huidmondjes in den dampkring terugkeert. Terwijl dus vooral door verbranding, ademhaling en gisting de hoeveelheid koolzuur in den dampkring vermeerderd wordt, wordt door den plantengroei steeds koolzuur uit den dampkring weggenomen [2]).

Een ander bestanddeel van den dampkring is de *waterdamp*. De hoeveelheid hiervan kan tijdelijk en plaatselijk zeer verschillend zijn en is van eene menigte omstandigheden afhankelijk. In 't algemeen is zij grooter bij eene hoogere, geringer bij eene lagere temperatuur. (Zie vochtigheid in den dampkring.) De hoofdbron er van is de verdamping van 't water aan de oppervlakte der aarde.

Verder vindt men in den dampkring geringe hoeveelheden van andere scheikundige verbindingen. Daar, waar stikstofhoudende organische stoffen, zooals bloed, vleesch, de vloeibare en vaste uitwerpselen van menschen en dieren enz. rotten, ontstaan *koolzure ammoniak*, *zwavelwaterstof*, enz., bij onweer wordt *salpeterzuur* of *salpeterzure ammoniak* gevormd. Ammoniakverbindingen worden ook aangetroffen in den rook, die uit onze schoorsteenen in de lucht ontwijkt, tenzij ze in het roet der schoorsteenen achterblijven. Ofschoon de hoeveelheid van deze en dergelijke stikstofverbindingen in de lucht in den regel zeer gering is, hebben ze voor den plantengroei toch eene bepaalde beteekenis. Met regen, sneeuw, dauw enz. worden ze namelijk naar den grond gevoerd en verhoogen daardoor zijne vruchtbaarheid.

Op dezelfde wijze is de lucht de groote tijdelijke bergplaats voor allerlei lichte voorwerpen. Met het schuimende zeewater wordt *keukenzout*, met den wind worden *het fijne stof der wegen* en de *zaadjes der planten* daarin gevoerd. Tissandier heeft gevonden dat in 24 uur op 1 M² 2 tot 12 milligram stof valt. Neemt men 6 milligram als gemiddeld aan, dan wordt dit per hectare in een jaar bijna 22 KG. Belangrijk vooral is de aanwezigheid in en de verspreiding door de lucht van de *microscopisch kleine* planten of dieren

---

[1]) De bladgroenvrije planten, b.v. schimmels en het warkruid op de klaver voeden zich, gelijk later zal blijken, op eene andere wijze.

[2]) Een zeker evenwicht wordt voorts verkregen tusschen het door vulkanische werkzaamheid vrijgeworden koolzuur en dat 't welk bij de scheikundige verweering, zie bl. 50, gebonden wordt.

(microben) of hare sporen, waaruit zich schimmels, b.v. het roest op 't koren ontwikkelen, of die in verschillende vloeistoffen als urine, melk enz. terechtkomende, zich snel vermenigvuldigen en tot rotting en gisting aanleiding geven. Miquel heeft berekend dat de hoeveelheid bacteriën in 1 M³ lucht bedraagt:

Atlantische oceaan	0.6
Op hooge bergen	1
In de salons van zeeschepen.	60
In de nieuwere gedeelten van Parijs	4500
„ „ oudere „ „ „	36000
In het nieuwe armenhuis „ „	40000
In het hospitaal de la pitié „ „	79000

Frankland en Hart vonden op het dak van een gebouw in South-Kensington te Londen, in 1886, gemiddeld 3000 bacteriën in 1 M³ lucht, het minst in Januari, 400, het meest in Augustus, 10500.

Daar een mensch dagelijks 5—10 M³ lucht inademt, zoo volgt daaruit dat het aantal door hem ingeademde microscopische organismen zeer aanzienlijk kan zijn.

De dampkringslucht bestaat dus in hoofdzaak uit een mengsel van gassen met eene meerdere of mindere hoeveelheid waterdamp. Zij maakt met de vaste aardkorst en het water der aarde één geheel uit; zij volgt de vaste aarde in hare dagelijksche beweging om hare as en in hare jaarlijksche rondom de zon. De luchtdeeltjes zijn voortdurend in beweging en trachten zich zoo ver mogelijk uit te breiden, maar worden hierin eindelijk verhinderd, doordat zij evenals alle andere stofdeeltjes naar het middelpunt der aarde worden getrokken. Hoe ver de luchtdeeltjes zich boven de vaste aardkorst verheffen is niet met zekerheid bekend. Tengevolge van genoemde aantrekking zijn zij aan de oppervlakte daarvan het meest opgehoopt, dat is bevindt zich in 1 M³ het grootste aantal. Daar is de lucht het zwaarst. Hoe hooger men zich in den dampkring verheft, hoe geringer dit aantal, hoe ijler, hoe lichter de lucht wordt. Door berekening vindt men, dat het aantal luchtdeeltjes in 1 M³ op eene hoogte van ongeveer 35000 M. zeer gering moet zijn, zoodat op deze hoogte ongeveer de grens van de dampkringslucht kan worden aangenomen.

Een verder gevolg van de aantrekking der aarde is, dat de dampkringslucht eene drukking uitoefent op de voorwerpen, waarmede zij in aanraking is en die ons aangewezen wordt door den barometerstand.

2. Temperatuur van de lucht, het water en den grond.

De hoofdbron voor de warmte op aarde is de zon. Men heeft berekend, dat de hoeveelheid warmte, die de zon jaarlijks naar de aarde zendt, in staat zou zijn, — ingeval er niets van door den dampkring geabsorbeerd werd, — om eene laag ijs van ruim 30 meter rondom de aarde te smelten. De hoeveelheid warmte, die de verschillende deelen der aarde van de zon ontvangen, is echter zeer ongelijk. Niet alleen hangt zulks af van den duur, dat de zon schijnt, dat is van de lengte van dag en nacht, en van de richting, waarin de zonnestralen de aarde bereiken, maar ook van eene menigte andere oorzaken.

Naar de lengte van dag en nacht en naar de richting waaronder de zonnestralen de aardoppervlakte bereiken, wordt deze verdeeld in *eene heete lucht-*

streek, ten noorden en ten zuiden van den aequator der aarde van $23^1/_2°$ NB. tot $23^1/_2°$ ZB., twee koude luchtstreken, rondom de polen der aarde tot op $23^1/_2°$ afstand daarvan, en twee gematigde luchtstreken tusschen de heete en de koude luchtstreken in van $23^1/_2°$—$66^1/_2°$ N. en ZB.

In de heete luchtstreek zijn dag en nacht het geheele jaar door bijna even lang, en treffen de zonnestralen de aarde bijna loodrecht; in de koude luchtstreken duren de langste dag en de langste nacht minstens 24 uur, en wegens den lagen stand der zon aan den hemel treffen de zonnestralen de aarde onder een zeer schuinen hoek; in de gematigde luchtstreken duren de langste dag en de langste nacht hoogstens 24 uur (op de grens der koude luchtstreek) en worden de verschillen tusschen den langsten of kortsten dag of nacht des te geringer naarmate men de heete luchtstreek nadert, terwijl naar die mate ook de zonnestralen de aardoppervlakte onder minder scheeve hoeken treffen.

Dat nu de hoeveelheid warmte, die eene plaats op aarde van de zon ontvangt, afhangt van den duur dat de zon schijnt, zal wel geene nadere verklaring noodig hebben. Ook is het duidelijk dat een stralenbundel die meer loodrecht invalt over eene kleinere oppervlakte wordt verdeeld en die oppervlakte dus meer verwarmt. Staat de zon op eene plaats hoog aan den hemel en doortrekken hare stralen dus de luchtlagen onder rechte of bijna rechte hoeken, dan is ook de luchtruimte die doorsneden wordt veel kleiner dan wanneer zij ze onder scheeve hoeken doorsnijden, hetwelk geschiedt wanneer de zon slechts weinig boven den horizon verheven is. Aangezien nu des te meer van de warmtestralen der zon door den dampkring wordt opgeslorpt, naarmate zij eene dikkere laag moeten doorloopen, is het verklaarbaar dat de zon in onze streken des winters en bij hare opkomst en haren ondergang, gedurende het geheele jaar, zoo weinig warmte geeft en waarom de heete luchtstreek, waar zij het geheele jaar door een' grooten boog aan den hemel beschrijft, meer door haar wordt verwarmd.

Brengen wij voorts het bovenstaande in betrekking tot den stand der zon ten opzichte van de aarde in de verschillende luchtstreken, dan volgt daaruit, dat in de heete luchtstreek slechts één jaargetijde heerscht, met onzen zomer overeenkomende; in de poolstreken daarentegen een koude winter met lange nachten en een betrekkelijk warme zomer met lange dagen. De zon staat hier in den zomer weliswaar niet hoog boven den horizon, maar wegens den langen duur van haar schijnen ontvangt de aarde bijna aanhoudend meer warmte. Winter en zomer zijn hier de hoofdjaargetijden; herfst en lente duren slechts kort. Alleen in de gematigde luchtstreken kan men de vier jaargetijden duidelijk onderscheiden. De zomers, ofschoon korter van duur dan in de poolstreken, zijn warmer, omdat de zon zich hooger boven den horizon verheft, de winters minder streng.

Wanneer men van de temperatuur eener plaats op aarde spreekt, dan bedoelt men daarmede in den regel de *temperatuur van de lucht* op die plaats, zooals zij met een' thermometer, voor de directe zonnestralen beschut, wordt waargenomen. Neemt de temperatuur der lucht nu af, naarmate men zich van den Aequator naar de Polen der aarde begeeft, dit is eveneens het

geval, wanneer men zich in den dampkring verheft. Bij het bestijgen van bergen en op tochten in luchtballons wordt dit steeds waargenomen. Hoe hooger eene plaats dus boven de oppervlakte der zee is gelegen, des te lager is onder overigens gelijke omstandigheden hare temperatuur. Als het gemiddelde van de waarnemingen bij het beklimmen van bergen kan worden aangenomen, dat bij een stijgen van ongeveer 180 meter de temperatuur één graad daalt; bij de waarnemingen in luchtballons werd gemiddeld voor 212 meter hoogte één graad verschil gevonden. Op gelijke wijze als dan ook de plantengroei naar de Polen toe al schraler en schraler wordt en eindelijk geheel ophoudt, wegens gebrek aan de noodige warmte, ziet men den rijkdom der flora afnemen bij het beklimmen van een' berg, totdat men de grens der eeuwige sneeuw bereikt, waar alle plantengroei onmogelijk wordt.

Het afnemen van de temperatuur in de hoogere streken der atmosfeer moet toegeschreven worden aan de groote ijlheid der lucht aldaar. De dampkringslucht absorbeert betrekkelijk weinig van de stralen der zon en des te minder naarmate zij ijler is, derhalve weinig in hare bovenste lagen. De verwarming der lucht geschiedt hoofdzakelijk van de aarde uit, doordien zij (de aarde) de warmtestralen opneemt en aan de lucht mededeelt, deels door uitstraling deels door geleiding. De dampkringslucht is iets stoffelijks; juist daardoor kan zij warmte opnemen en des te meer naarmate zij dichter is, dat is, naarmate er meer luchtdeeltjes in eene bepaalde ruimte gevonden worden. Nu stijgt de verwarmde lucht weliswaar naar boven, omdat zij door de warmte uitgezet en daardoor lichter wordt, uitzetting der lucht gaat echter steeds met eene afneming van de temperatuur gepaard en hierdoor vooral ook wordt veroorzaakt, dat de steeds ijler wordende atmosfeer in hare bovenste lagen slechts weinig warmte bezit.

Is het nu in 't algemeen waar, dat plaatsen, op hoogere breedte gelegen, kouder zijn, en de daarop gegronde en hierboven vermelde verdeeling van de aarde in ééne heete, twee gematigde en twee koude luchtstreken juist is; is het ook waar, dat de temperatuur der lucht daalt, naarmate zij verder van de aarde verwijderd is, zoo zijn er toch eene menigte oorzaken, die hierin verandering brengen. Alvorens de belangrijkste dezer invloeden na te gaan, dienen wij nog het een en ander met betrekking tot de temperatuur eener streek te vermelden.

Wanneer men op eene bepaalde plaats der aarde den thermometer dagelijks van uur tot uur of althans des morgens, 's middags en 's avonds waarneemt, dan merkt men, dat hij in den regel des morgens eenigen tijd vóór zonsopkomst het laagst, des middags ongeveer te 1 à 2 uur het hoogst en des avonds weer lager staat. Door deze waarnemingen dagelijks te herhalen, leert men den dagelijkschen gang van de temperatuur kennen, alsmede hoe de stand van den thermometer in den loop van een jaar enz. is. Daar de thermometer echter nu eens daalt, dan rijst, dan weder daalt, dan weder rijst, valt het moeilijk om uit dit groot getal cijfers den jaarlijkschen gang der temperatuur op te maken. Daarom is men er op bedacht geweest, uit de waargenomen thermometerstanden gemiddelde temperaturen af te leiden. Telt men namelijk de thermometerstanden, op een zekeren dag waargenomen, samen en deelt deze som door het getal malen dat waargenomen is, dan

geeft het quotient de gemiddelde temperatuur van dien dag aan. De gemiddelde dagelijksche temperaturen van de dagen eener maand samentellende en door het getal dagen deelende, bekomt men de gemiddelde temperatuur van die maand. En de gemiddelde temperaturen van alle maanden van een jaar samentellende en deze som door twaalf deelende, bekomt men de gemiddelde temperatuur van dit jaar. Die gemiddelde temperaturen kunnen natuurlijk zeer uiteenloopen, niet alleen van dag tot dag, van maand tot maand, maar ook van jaar tot jaar. Men berekent daarom op gelijke wijze de gemiddelde temperatuur van eenige jaren, de gemiddelde temperatuur der verschillende maanden, dagen en uren van eenige jaren en bekomt op deze wijze eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur, eene gemiddelde temperatuur van de maand Januari, Februari enz. van den 1sten Januari, van den 1sten Januari 's morgens te 8 uur enz. Deze gemiddelde temperaturen doen ons dan den normalen gang van den thermometer in den loop van een' dag, in den loop van een jaar enz. veel beter kennen.

De verschillen met deze gemiddelde of normale temperaturen noemt men *afwijkingen* en onderscheidt die in *regelmatige* of *periodische* (dagelijksche en jaarlijksche en afwijkingen gedurende eenige jaren) en *onregelmatige* of *niet-periodische.*

Uit deze waarnemingen en berekeningen is gebleken, dat in de noordelijk gematigde luchtstreek de maand Juli over 't geheel de warmste maand en Januari de koudste is. De warmste dagen van het jaar vallen dus evenmin samen met de langste dagen, als de warmste uren van den dag samenvallen met den hoogsten stand der zon. En evenmin is de kortste dag van 't jaar in den regel de koudste. De reden van dit verschijnsel is, dat op den langsten dag en eenige dagen daarna de aarde nog meer warmte van de zon ontvangt dan zij zelve uitstraalt. Eerst omstreeks het laatst van de maand Juli — in ons land ongeveer vijf weken na den langsten dag [1] — is er evenwicht. Daarna begint de aarde weer meer warmte uit te stralen en gaat daarmede voort tot ongeveer drie weken na den kortsten dag [2], wanneer er weder evenwicht is. Om dezelfde reden valt het warmste uur van den dag eenigen tijd na den middag — hier te lande te 1 à 2 uur.

Voor de verdeeling van de temperatuur op aarde verwijzen wij naar tabel 1, achteraan dit deel geplaatst, waarin tevens de ligging der plaatsen ten noorden of ten zuiden van den Aequator is opgegeven. Eene inzage van deze lijst doet zien, dat de temperatuur eener plaats geenszins alleen afhankelijk is van hare breedte-ligging. Zulks wordt veroorzaakt door verschillende storingen, waarvan wij de belangrijkste nu zullen nagaan.

1°. *Het water.* Het water volgt wel de rijzing en daling van de temperatuur der lucht, maar minder met plotselinge overgangen. Dompelen wij op een' koelen zomerdag onze hand in het water eener sloot, of beter plaatsen

---

[1]) Prof. Buijs Ballot vond zelfs uit de 100jarige waarnemingen te Zwanenburg den 5den Augustus als den gemiddeld warmsten dag, blijkens 30jarige waarnemingen van 1845—1874 te Helder is 25 Juli gemiddeld het warmst met 18°.26.

[2]) Uit de waarnemingen te Zwanenburg werd gevonden 9 en 10 Jan. en uit die van Helder 12 Jan. met 2°.10 als de gemiddeld koudste dag.

wij er eenen thermometer in, het zal ons warm voorkomen. Op een' warmen dag is het water daarentegen kouder dan de lucht. Over 't geheel genomen is de temperatuur van 't water meer gelijk gedurende een jaar. Zoo was, volgens elfjarige waarnemingen, de gemiddelde temperatuur van de lucht 's morgens om 8 uur te Vlissingen in Januari 2°.71 en het zeewater op den N. Hinder 7°.86, in Juli daarentegen die der lucht 18°.62 en die van 't zeewater 16°.21. Tusschen de temperatuur der lucht was dus een verschil van 15°.81 en tusschen die van 't water slechts 8°.35 [1]). De oorzaak van dit verschijnsel moet gezocht worden in de groote warmtecapaciteit van 't water, dat is in zijn vermogen om eene grootere hoeveelheid warmte op te nemen, zonder dat zulks aan een' thermometer te zien is. Nemen wij tot voorbeeld 1 KG. water, 1 KG. drogen kleigrond en 1 KG. dampkringslucht. Om het eerste 1° C. in temperatuur te doen rijzen, zal er ongeveer viermaal zooveel warmte noodig zijn als voor dezelfde hoeveelheid grond of lucht. De zon zal dus ook onder dezelfde omstandigheden viermaal langer moeten schijnen [2]) of beter gezegd, viermaal meer warmte moeten geven om 1 KG. water evenveel in temperatuur te doen rijzen als eene gelijke hoeveelheid grond of lucht. Daalt het water daarentegen in temperatuur, dat is staat het warmte af, dan gaat de daling ook langzamer of met andere woorden: het water behoudt zijne temperatuur langer, omdat het meer warmte kan afstaan.

Eene tweede omstandigheid, die bij de verwarming van 't water op aarde in aanmerking dient genomen te worden, is de verdamping. Als het water in temperatuur stijgt, verdampt er ook meer water, en aangezien er voor die verdamping warmte verbruikt wordt, welke vooreerst aan het water wordt ontnomen, heeft ook dit ten gevolge, dat het water niet zoo spoedig in temperatuur rijst als de lucht.

Stellen we ons nu voor een land met eene menigte meren en plassen doorsneden of dat onmiddellijk aan zee gelegen is, of een eiland, dat natuurlijk geheel door water omringd is, in eene streek en in een' tijd, dat, wegens den stand der zon, de temperatuur moet toenemen. Wat zal dan plaats hebben? Het land zal eerder warmer worden dan het water, de lucht boven het land daardoor ook spoediger dan die boven het water. De warmere lucht boven het land stijgt naar boven en wordt vervangen door de van het water naar het land stroomende koudere lucht. Het omgekeerde heeft plaats, wanneer de stand der zon aan den hemel lager wordt en de temperatuur dus in het algemeen moet afnemen. De warmere lucht boven het water stijgt naarboven of vermengt zich met de koudere lucht boven het land, die overigens naar het water stroomt.

Luchtstroomingen, winden, door ongelijke verwarming van de verschillende deelen der aarde ontstaan, hebben wel in het algemeen ten gevolge, dat de verdeeling der warmte op aarde meer gelijk wordt, maar inzonderheid heeft

---

[1]) *Geneeskundige plaatsbeschrijving*, stuk I, bl. 165.

[2]) Volgens Lorenz en Rothe, *Lehrbuch der Klimatologie*, S. 45, kaatst eene watervlakte meer warmte terug dan de vaste aarde, maar laat het water ook warmte stralen door, zoodat bij 't beschijnen door de zon ook de diepere waterlagen, ja bij geringe diepte ook de bodem onder het water door de zon wordt verwarmd.

dit plaats, gelijk licht is in te zien, wanneer de ongelijke verwarming van twee plaatsen in elkanders onmiddellijke nabijheid geschiedt, gelijk in de aangehaalde voorbeelden plaats heeft. Een uitgestrekt vastland daarentegen, ver van de zee verwijderd, wordt des zomers snel verwarmd en koelt des winters spoedig af, en daardoor heeft de lucht hier des zomers eene veel hoogere temperatuur dan 's winters. Men maakt daarom onderscheid tusschen een *zee-* of *kustenklimaat* en een *vastelandsklimaat*. Engeland en in 't algemeen de westkust van Europa en dus ook ons land bezitten het eerste, Midden- en Zuidelijk-Europa en Midden-Azië het laatstgenoemde klimaat. Minder strenge winters en koudere zomers zijn het kenmerkende van 't eerste, koudere winters en warmere zomers dat van het laatste. Vandaar dat het, in 't geheel door wateren omgeven, Groot-Brittanje en Ierland, waar het eigenaardige van een zeeklimaat nog sterker uitkomt dan hier te lande, zelden vriest, maar des zomers ook zelden warm genoeg is om druiven, augurken enz. te doen rijpen.

Op onderstaande kaart zijn, om dit duidelijk te maken, de lijnen die de plaatsen van gelijke zomertemperatuur (isotheren, de gestippelde) en die van gelijke wintertemperatuur (isochimenen, de doorgetrokkene) vereenigen, getrokken.

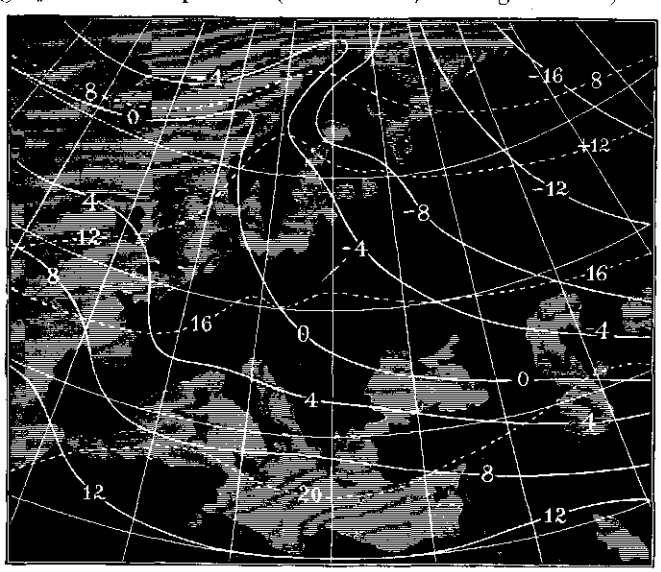


Fig. 2. Zomer- en wintertemperatuur in Europa.

Volgt men den loop der lijnen, dan ziet men dat het op IJsland en te Bergen in Noorwegen 's winters niet kouder is dan in 't zuiden van Rusland. 's Zomers is het op laatstgenoemde plaats echter even warm als in het zuiden van Spanje of op de noordkust van Afrika, (gem. temp. in Juli $\pm$ 25°) zoodat hier de zoetste druiven geteeld kunnen worden. Op IJsland daarentegen wordt de tarwe, bij gem. 10° in Juli, in 't geheel niet en te Bergen wordt ze nauwelijks rijp.

Op deze hoogere wintertemperatuur in Engeland, op IJsland, aan de westkust van Noorwegen en min of meer aan de geheele westkust van Europa oefenen echter ook de zeestroomingen een grooten invloed uit. Zeestroomingen ontstaan door de ongelijke verwarming van 't water en andere oorzaken. Het warme water bij de Linie b.v. stroomt, ofschoon met verschillende afwijkingen over 't geheel noordwaarts. Takken van deze hoofdstrooming, in den Atlan-

tischen Oceaan Golfstroom geheeten, dringen tot IJsland en verder door, bespoelen Engeland en in 't algemeen de westelijke kusten van Europa en dragen daardoor bij tot verhooging van de temperatuur dier streken. Inzonderheid verhoogt hij in den winter de temperatuur van IJsland, omdat hij in dit jaargetijde het verst noordwaarts dringt. De koude waterstroom, die van de Polen naar de Linie gaat (poolstroom) strijkt daarentegen langs de oostkust van Noordelijk Noord-Amerika en verlaagt de temperatuur dier streken aanmerkelijk, gelijk eene inzage van tabel 1 doet zien, zoodat tarwe, gerst, haver enz. in Amerika op verrena zoo ver niet naar 't noorden verbouwd kunnen worden als in Europa.

2°. *Winden.* Ook de wind draagt er toe bij, dat de verdeeling der warmte op aarde eene andere is, dan zij volgens den stand der zon zou moeten zijn. Vooral wordt ook het groote verschil in de temperatuur op een en hetzelfde tijdstip van 't jaar daardoor veroorzaakt. Een oostenwind brengt ons 's zomers warmte, 's winters koude aan. In Oostelijk Amerika daarentegen gaat de westenwind in den regel des zomers met eene hoogere en des winters met eene lagere temperatuur gepaard.

3°. *Waterdamp, wolken.* Door eene grootere of geringere hoeveelheid waterdamp in de lucht en het al of niet aanwezig zijn van wolken, kan de temperatuur tijdelijk en plaatselijk aanmerkelijk gewijzigd worden. Terwijl de hoofdbestanddeelen der dampkringslucht, de stikstof en zuurstof, de warmtestralen grootendeels doorlaten, is dit met den waterdamp niet het geval. Te dezen opzichte maakt het echter een groot verschil of het tevens lichtgevende stralen zijn, gelijk door de zon naar de aarde uitgestraald worden, of donkere zooals de aarde uitstraalt. Deze laatste worden veel meer door den waterdamp der lucht geabsorbeerd. De tevens lichtgevende stralen der zon worden dus doorgelaten, maar wanneer ze als donkere warmtestralen weder van de aarde uitgaan, laat de vochtige dampkring ze slechts ten deele door. De dampkringslucht werkt dus als eene soort van val: zij geeft de warmtestralen wel toegang tot de aarde, maar laat ze niet weder ongehinderd in de oneindige ruimte uitstralen [1]). Hoe meer waterdamp de lucht nu bevat, des te meer warmtestralen neemt zij op, des te warmer wordt zij. De waterdamp in de lucht kan dus tijdelijk en plaatselijk de temperatuur van deze wijzigen.

Ook de helderheid der lucht oefent invloed uit op de temperatuur. Terwijl een bewolkte hemel de zonnestralen belet om tot de aarde door te dringen, belet hij ook het uitstralen der warmte van de aarde. Bij een' helderen hemel ontvangt de aarde onder overigens gelijke omstandigheden meer warmte, maar zij straalt ook meer uit. Heldere nachten zijn daarom in den regel kouder dan donkere. Zie dauwvorming en nachtvorsten.

4°. *Bergen, bergketens, bosschen.* Ook deze oefenen invloed uit op de temperatuur van een land. Wij herinneren slechts, dat de temperatuur aan de zuidzijde van een' berg of bergketen aanmerkelijk hooger kan zijn dan die aan de andere, omdat de zonnestralen hier meer loodrecht de aarde treffen, bl. 65. Ook beveiligen bergketens een land dikwijls voor koude

---

[1]) Iets dergelijks heeft in een' broeibak en bij de druiventeelt achter vlak glas plaats.

luchtstroomen en houden de warmte tegen, zoodat het klimaat aan de eene zijde ruw, aan de andere zacht is en daardoor ook de landbouw, die aan weêrszijden uitgeoefend wordt, aanmerkelijk verschilt. In Spanje, Italië en elders zijn daarvan vele voorbeelden aan te wijzen. — Aangaande den invloed van bosschen op de temperatuur van een land, is niet veel met zekerheid bekend. Volgens de onderzoekingen van Ebermayer in 't koningrijk Beieren, is de jaarlijksche gemiddelde temperatuur der lucht in een bosch iets lager dan op 't vrije veld. In den zomer is het verschil het grootst, (2.1°) in den winter het geringst (minder dan 0.5°). Des nachts daalt de temperatuur in een bosch nooit zoo laag als op 't vrije veld. Neemt men hierbij in aanmerking, dat de bodem en de lucht in een boschrijk land in den regel meer vochtig zijn, dan mag hieruit het besluit getrokken worden, dat bosschen bijdragen tot eene meer gelijkmatige temperatuur en alzoo aan een land min of meer het eigenaardige van een kustklimaat te geven. Volgens waarnemingen in Zweden is de invloed van bosschen op de temperatuur echter niet zoo groot als velen wel meenen [1]). Plaatselijk kunnen bosschen natuurlijk ook evenals andere hooge voorwerpen eene streek voor koude luchtstroomen beveiligen.

Wat de temperatuur der lucht in Nederland in het bijzonder betreft, zij het volgende opgemerkt. Wegens de ligging van Nederland in de gematigde luchtstreek zijn de vier jaargetijden hier duidelijk te onderscheiden. De langste dag duurt er ruim $16^1/_2$ uur, de kortste $7^1/_2$ uur. Niet de breedte ten noorden of ten zuiden van den Aequator bepaalt echter alleen het klimaat. De zon zendt jaarlijks naar deze streken evenveel warmtestralen als naar eene plaats van dezelfde breedte in Duitschland of elders; maar nu eens worden die stralen door een bewolkten hemel grootendeels onderschept, dan bij een helderen hemel grootendeels doorgelaten; nu eens wordt met den heerschenden wind een warme dan een koude luchtstroom aangevoerd enz. Geene aanzienlijke hoogten wijzigen hier de temperatuur van eenig belang. De machtigste factor daarvoor is de zee, die ons land van twee zijden begrenst en bovendien aanzienlijke inhammen in ons land maakt. Nederland bezit dus een kustenklimaat met het eigenaardige daarvan: betrekkelijk koude zomers en geene daaraan beantwoordende strenge winters. Daarbij komt de eigenaardige gesteldheid van onzen bodem. De veen- en kleigronden, ja ook de losse vlakke zandgronden houden eene grootere massa water terug dan de steenachtige gronden met hunne kloven en hunne hellende ligging, welke men elders aantreft. Bovendien zijn vele onzer gronden met talrijke kanalen en slooten doorsneden, vele zijn slechts weinig boven het omringende water verheven en worden alleen door kunstmiddelen er boven gehouden. Ook dit water is van invloed op de temperatuur en maakt vooral den dampkring meer vochtig, waarvan dan weder een aanhoudend neerslaan van water, nu eens in den vorm van regen, dan van nevel, dauw enz. het gevolg is.

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde maandelijksche temperaturen van eenige plaatsen in ons land opgegeven.

---

[1]) *Landbouw-Courant*, 1890, no. 21.

NORMALE THERMOMETERSTANDEN TE

In	Groningen.	Leeuwarden.	Helder.	Utrecht.	Vlissingen.	Maastricht.
December	2.07	2.34	3.45	2.61	3.69	2.75
Januari	0.53	0.82	1.66	1.47	2.27	1.42
Februari	2.04	2.44	2.67	2.40	3.64	3.27
Maart	3.95	4.52	4.36	4.85	5.41	5.86
April	8.55	8.52	8.08	9.36	9.85	10.95
Mei	12.96	13.28	12.24	13.35	14.02	15.65
Juni	16.56	16.79	15.99	16.89	17.17	18.87
Juli	18.17	18.34	17.90	18.39	19.40	20.69
Augustus	17.82	18.06	17.89	18.—	18.97	19.96
September	14.60	14.96	15.22	15.14	16.50	16.49
October	10.43	10.38	11.17	10.36	12.29	11.52
November	5.01	5.46	6.32	5.18	7.20	6.09
het jaar	9.39	9.66	9.75	9.90	10.87	11.13

Uit de tabel ziet men, dat de meerdere of mindere afstand van de zeekust en de breedte eener plaats reeds in ons land invloed hebben op hare temperatuur.

Op plaatsen onmiddellijk aan zee gelegen, zooals Helder en Vlissingen, is het des winters betrekkelijk minder koud dan op plaatsen verder van de zee verwijderd, zooals Maastricht; des zomers daarentegen minder warm. Met andere woorden: het verschil tusschen de gemiddelde temperatuur in Juli en Januari is te Maastricht grooter dan te Vlissingen en Helder; want op eerstgenoemde plaats bedraagt het 19.27, op de laatstvermelde 17.13 en 16.24. Ook voor andere plaatsen, verder van de zee gelegen, geldt hetzelfde. Zoo is het b.v. te Assen in de eerste dagen van Januari gemiddeld kouder dan te Groningen, des zomers daarentegen warmer, ofschoon beide plaatsen slechts 5 uur gaans van elkander liggen.

Verder blijkt uit deze opgaaf, dat in de wintermaanden en in Maart op de meeste plaatsen de temperatuur gemiddeld beneden 5 graden blijft. En volgt men den dagelijkschen gang van den thermometer, dan blijkt dat ook in November gedurende slechts eenige uren van den dag eene temperatuur van 6 à 7 graden wordt bereikt. Daar nu de meeste landbouwgewassen en onkruiden eerst goed bij dezen warmtegraad beginnen te groeien, is het duidelijk, dat in genoemde maanden de plantengroei zeer onbeteekenend moet zijn.

De invloed van de nabijheid der zee is ook merkbaar in de dagelijksche afwisseling der temperatuur. Gaat men den stand van den thermometer in den loop van een' dag na, dan ontdekt men dat hij in den namiddag ongeveer het geheele jaar tusschen 7 en 8 uur, en 's morgens in de wintermaanden tusschen 9 en 10, in Maart, Sept., Oct. en Nov. tusschen 8 en 9 en van April tot Aug. tusschen 7 en 8 uur den gemiddelden stand aanwijst. Des daags staat hij natuurlijk hooger, des nachts lager. Neemt men nu de

gemiddelde verschillen van de hoogste dagelijksche thermometerstanden met de laagste van dezelfde plaats, dan blijkt dat die in het algemeen in den zomer grooter zijn dan in den winter. Te Utrecht b.v. is het verschil in de wintermaanden 3 à 4 en in de zomermaanden 8 à 9 graden. En vergelijkt men de verschillen, vooral die van de zomermaanden, op twee plaatsen waarvan de eene aan zee, de andere meer binnenslands gelegen is, dan loopen deze vrij wat uiteen. Zoo is het verschil in die maanden aan den Helder ruim 5.5 graden en te Maastricht ruim 10 graden, dus bijna dubbel zoo groot, gelijk in onderstaande figuur graphisch wordt voorgesteld.

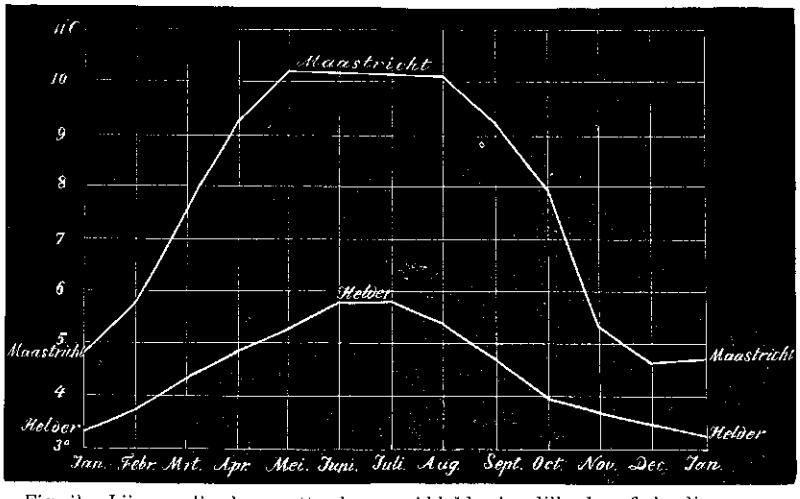


Fig. 3. Lijnen, die de grootte der gemiddelde dagelijksche afwisseling van temperatuur te Maastricht en Helder in de verschillende maanden van 't jaar aangeven.

Ofschoon men dus vaak hoort beweeren, dat de temperatuur aan de kusten veel veranderlijker is dan binnenslands, blijkt uit deze opgaven dat het tegendeel 't geval is. Behalve aan den invloed van 't water moet zulks ook toegeschreven worden aan de helderheid der lucht, die aan de kusten geringer is en daardoor ook aan den oogenblikkelijken invloed der zon en aan de uitstraling des nachts, waardoor het minimum niet zoo laag daalt. De grootere afwisseling in temperatuur vooral in de oostelijke plaatsen van ons land is voor den landbouw in 't algemeen niet zonder invloed. Terwijl de ontwikkeling der planten, wegens de hoogere temperatuur des daags goed vooruitgaat, kan onder gunstige omstandigheden de nachtelijke uitstraling zoo groot zijn, dat de temperatuur beneden het vriespunt daalt en de nachtvorsten de meer teere planten of plantendeelen (boekweit, aardappels, bloei van rogge en van vruchtboomen) geheel of ten deele doen sterven. Alhoewel ook volgens de geaardheid van den grond, — veen- of zandgrond b.v. — de nachtelijke uitstraling plaatselijk meer of minder groot kan zijn, hebben in 't algemeen de meer van de zee verwijderde streken daarom het meest van nachtvorsten te lijden, omdat juist daar de grootste afwisseling in temperatuur heerscht.

Komen genoemde nachtvorsten, gelijk wel beweerd wordt, vooral in de eerste dagen van Mei voor? Pancratius, Servatius en Bonifacius (12—14 Mei)

noemt men in Duitschland *die drei gestrengen Herren*, in Frankrijk *les trois saints de glace*, omdat dan de nachtvorsten het meest zouden heerschen. En volgens berekening van Prof. Dove, uit veeljarige waarnemingen, heeft er ook eene verlaging van de gemiddelde temperatuur omstreeks dien tijd plaats, die volgens hem aan de grootere nachtelijke uitstraling bij den alsdan meer helderen hemel moet worden toegeschreven, maar volgens anderen wordt veroorzaakt door het smeltende ijs in de Dwina en andere rivieren, die in de Oostzee of hare golven uitmonden. Daar in 't laatst van April of 't begin van Mei het ijs losraakt, zou daardoor namelijk de temperatuur van het Oostzeewater en ook die der lucht aldaar verlaagd worden. Dr. Prestel en Prof. Buys Ballot hebben echter aangetoond, de eerste uit 30jarige waarnemingen te Emden, de laatste uit die over een gelijk tijdvak te Helder, dat op die plaatsen geene daling van de gemiddelde temperatuur plaats heeft. Prof. Buys Ballot vindt geen enkele datum in Mei, die gemiddeld kouder is dan zijn voorganger. Wel vindt hij dit in Februari, ook in Maart, ook nog in 't laatst van April, maar niet in Mei. Echter is de rijzing in vijf dagen het geringst = 0.66 van 9 tot 14 Mei. Hij schrijft het verschijnsel grootendeels aan zinsbedrog toe. „In Mei klagen wij, omdat wij er veel van verwachten. Het aardrijk heeft een zoo geheel ander aanzien gekregen, dat wij ook eene andere temperatuur willen hebben. De temperatuursverlaging wordt beter door ons opgemerkt, omdat de ontluikende bloemen en de ontplooide bladeren er door sterven en afvallen; anders zien wij dat zoo niet."

Afwijkingen van de opgegevene normale temperaturen komen dikwijls voor. Des winters is het vaak veel kouder, — want anders zou het, daar de gemiddelde temperatuur steeds boven 0° is, niet vriezen — des zomers niet zelden veel warmer en omgekeerd. Nu eens zijn deze niet-periodische afwijkingen van korteren, dan van langeren duur, nu eens positief dan negatief, zonder regelmaat. Uit een onderzoek van Prof. Buys Ballot en anderen is het echter gebleken, dat gelijknamige afwijkingen elkander vaker opvolgen dan ongelijknamige, dat wil zeggen: op een te warmen dag volgt vaker een eveneens te warme dan een te koude, op eene te warme maand vaker weder eene te warme dan eene te koude. En zoo bestaat er ook meer kans dat op een' te kouden dag weder een te koude, op eene te koude maand weder eene te koude volgt, dan een te warme dag of eene te warme maand.

Zelfs is het niet zeldzaam, dat eenige koude of eenige warme jaren elkander opvolgen zonder dat te dezen opzichte eene bepaalde regelmaat ontdekt is.

Daarmede is geenszins in strijd het feit, 't welk wel eens waargenomen wordt, namelijk dat op een' zachten winter een koud voorjaar volgt of omgekeerd, ofschoon de statistiek leert dat op een' warmen winter vaker een warme dan een koude zomer en op een' kouden winter vaker een koude dan een warme zomer volgt. Maar als de wintermaanden te warm zijn geweest, dan is het ook zoo vreemd niet, dat nu eens eene te koude maand of eenige te koude dagen volgen.

De oorzaak van die te hooge of te lage temperatuur is vooral afhankelijk van de windrichting. Wanneer nu in Nederland en aanliggende streken onder den invloed van zuidwesten- en westenwinden, die niet zelden lang aanhouden

een zachte winter heerscht, dan heerscht er wellicht ten oosten of ten westen van ons, b.v. in Azië of Amerika, een min of meer strenge winter. De massa ijs, die dan in laatstgenoemde streken gevormd wordt, smelt des voorjaars. Daartoe wordt eene zekere hoeveelheid warmte verbruikt, waardoor de lucht aldaar afkoelt en in oostelijke of westelijke richting naar die plaatsen vloeit, waar de temperatuur reeds hooger is. De koude schrale noordoosten- en oosten- en de niet minder koude en vochtige westen- en noordwestenwinden, die ons klimaat in het voorjaar (wellicht ook door ijsbergen) niet zelden minder aangenaam maken, zijn daarvan het gevolg.

Wij maken op deze afwijkingen opmerkzaam omdat zij nogaleens voorkomen, maar moeten tevens opmerken, dat op deze temperatuurverdeeling vele uitzonderingen bestaan. Nu eens heerscht er in geheel Europa een strenge winter, dan eens alleen in het noorden, dan in het zuiden, dan weder in een ander gedeelte, zonder dat hiervoor altijd bepaalde redenen opgegeven kunnen worden of zonder dat die afwijkingen door bepaalde verschijnselen worden voorafgegaan.

Evenals bij de dagelijksche en jaarlijksche periodische afwijkingen opgemerkt is, zijn deze niet-periodische afwijkingen echter niet overal even groot. Bijzonder groot zijn zij in Siberië en in Noord-Amerika. Hier komen jaarlijks wel 10—20 dagen voor, waarop de temperatuur 10°, ja soms 20 en 25° van de gemiddelde kan verschillen en wel 50 tot 60 dagen waarop het verschil meer dan 6° is. Temperatuur-afwijkingen van meer dan 10° komen in de tropische gewesten daarentegen in het geheel niet voor.

De buitengewoon hooge en lage temperaturen, die in elke maand in ons land van 1849—1896 al waargenomen zijn, bevat het volgende lijstje:

Hoogste temperaturen:			Laagste temperaturen [1]:		
16 Jan. 1852 en 18 Jan.	1877	12.6	21 Januari	1850	—21.0
16 Februari	1867	14.6	18 Februari	1855	—17.7
23 Maart	1871	20.8	2 Maart	1853	—10.0
23 April	1865	25.9	8 April	1864	—4.0
28 Mei	1892	31.7	1 Mei	1865	—2.9
15 Juni	1858	33.9	14 Juni	1849	2.5
23 Juli	1873	33.1	1 Juli	1849	4.9
4 Augustus	1857	34.4	28 Augustus	1864	5.5
2 September	1871	29.5	26 September	1855	—0.8
5 October	1886	24.8	27 Oct. 1866—24 Oct.	1880	—2.1
2 November	1852	17.6	23 November	1858	—10.6
7 December	1856	14.1	8 December	1871	—20.0

Verder deelen wij hier nog mede de grootste positieve en negatieve afwijkingen van de gemiddelde maandelijksche temperaturen, die in de bijgevoegde jaren zijn voorgekomen.

---

[1]) Eene groote koude in den winter gaat steeds vergezeld van een hoogen barometerstand, maar schijnt ook min of meer afhankelijk te zijn van eene bedekking der aarde met sneeuw, die als slechte warmtegeleider de warmte der vaste aardkorst van de lucht afsluit. In buitengewoon koude winters 1788/89, 1829/30, 1879/80 vie vooraf in een groot gedeelte van Europa eene groote hoeveelheid sneeuw.

Grootste positieve afwijkingen:			Grootste negatieve afwijkingen:		
Jan.	1866	4.08	Jan.	1850	4.97
Febr.	1867	3.45	Febr.	1855	8.21
Maart	1862	3.27	Maart	1853	4.28
April	1865	3.04	April	1852	2.34
Mei	1868	5.81	Mei	1876	2.82
Juni	1858	3.50	Juni	1869	2.65
Juli	1852	3.43	Juli	1888	2.66
Aug.	1857	3.06	Aug.	1881	3.47
Sept.	1865	2.77	Sept.	1877	2.46
Oct.	1857	1.76	Oct.	1881	3.49
Nov.	1852	3.47	Nov.	1858	3.94
Dec.	1852	4.45	Dec.	1890	7.24

Gelijk hierboven reeds werd opgemerkt, volgt de *temperatuur van het water* wel den jaarlijkschen gang der luchttemperatuur, maar de verschillen zijn minder groot. De dagelijksche afwisseling is vaak nauwelijks waar te nemen.

De temperatuur van het water der zeeën, die, gelijk bekend, drievierde gedeelte van de oppervlakte der aarde bedekken, is in de tropische gewesten het hoogst en neemt vandaar in het algemeen naar de Polen af, maar is nogtans in bijzonderheden even onregelmatig verdeeld als de luchttemperatuur. Ongeveer $^2/_5$ van de geheele oppervlakte der zee heeft eene gemiddelde temperatuur boven de 24°. Dit geldt echter alleen van de oppervlakte; op aanzienlijke diepten is de temperatuur van het water slechts weinig boven 0° of zelfs daar beneden, ook in de tropische gewesten. De oorzaak van deze zoo lage temperaturen in de diepte wordt toegeschreven aan een machtigen stroom van koud water, welke van de Polen naar den Aequator stroomt ter vervanging van het warmere water, dat van daar naar plaatsen van hoogere breedten vloeit.

Wat ten slotte de *temperatuur van den grond* betreft, deze kan in eene en dezelfde streek zeer verschillend zijn. De kleur, samenstelling, ligging enz. van den grond oefenen hierop grooten invloed uit. Terwijl wij op deze en gene verschillen bij de behandeling van den bouwgrond zullen wijzen, meenen wij hier te kunnen volstaan met de vermelding, dat alleen de bovenste lagen der vaste aardkorst in de dagelijksche en jaarlijksche wisselingen der temperatuur deelen. Aan de oppervlakte zijn deze afwisselingen het grootst, ja grooter dan die der lucht. Zoo werd gevonden, dat terwijl de gemiddelde dagelijksche afwisseling der temperatuur van de lucht in de zomermaanden te Utrecht 8 à 9 graden bedraagt, die van eene grasvlakte in die maanden ruim 22 graden is. Des daags is de temperatuur van den grond dus aanzienlijk hooger, des nachts veel lager dan die der lucht. Alles wat de nachtelijke warmteuitstraling bevordert doet de verschillen grooter zijn, alleen bij betrokken of bewolkte lucht komt de temperatuur van den grond nagenoeg met die der lucht overeen. Op sommige plaatsen kan de temperatuur der aardoppervlakte soms aanzienlijk stijgen. Zoo is het bekend, dat het zand der Nubische woestijn des daags zoo warm wordt, dat men daarin eieren kan koken.

Met de diepte worden de verschillen tusschen de hoogere en lagere tem-

peraturen geringer en houden eindelijk geheel op. Ebermayer vond in Beieren, dat op eene diepte van 3 voet, op het open veld, de dagelijksche afwisselingen bijna nul zijn, in een bosch reeds op eene diepte van 2 voet. Te Brussel vond men volgens vijfjarige waarnemingen den grond op eene diepte van 3.9 meter het koudst (9.5° C.) in April, het warmst (14° C.) in October. Het verschil bedroeg dus nog slechts 4.5° C. Hoe dieper men komt des te later treden de hoogste en laagste temperaturen in. Forbes te Edinburg vond, dat in een zandgrond de hoogste temperatuur op 1 meter diepte den 31 Juli, op 1.9 meter den 24 Augustus, op 3.9 meter den 7 October en op 7.8 meter diepte eerst den 30 December inviel. Volgens Ebermayer staat de thermometer op eene diepte van 2 voet des namiddags te 5 uur steeds lager dan des morgens. In het voorjaar vond hij de oppervlakte van den grond warmer dan de diepere lagen: op 4 voet diepte bedroeg het verschil gemiddeld 3.2° op 't vrije veld en 2.1° in een bosch; in Mei zelfs 8.3° op 't vrije veld en 6.6° in een bosch, d.i. in Mei was de grond op 4 voet diepte 8°.3, resp. 6.6° koeler dan aan de oppervlakte. In den herfst heeft het omgekeerde plaats, d. i. de grond is in de diepte warmer dan aan de oppervlakte. Op welke diepte alle wisseling van temperatuur nu ophoudt, is niet met zekerheid bekend. Te oordeelen naar de waargenomen afneming mag men veilig aannemen, dat te Brussel — en met ons land zal dit niet veel verschil geven — op eene diepte van 25 meter de temperatuur standvastig is. Daar de mededeeling van de warmte aan de onderste aardlagen door geleiding geschiedt, en het warmtegeleidend vermogen van den grond naar zijne samenstelling verschilt, moet de temperatuurverdeeling in de verschillende grondsoorten echter zeer onderscheiden zijn. Bovendien is deze afhankelijk van de meerdere of mindere vochtigheid van den grond en van de temperatuur der lucht. Tusschen de keerkringen, op de kust van Malabar, waar de jaarlijksche wisselingen der luchttemperatuur gering zijn, vond men op eene diepte van 3.7 meter nog slechts een verschil van één graad tusschen de hoogste en laagste jaarlijksche temperatuur. In Siberië, te Jakutsk, waar de jaarlijksche gemiddelde temperatuur beneden het vriespunt daalt, is de grond op eene zekere diepte steeds bevroren, ofschoon de bovenste lagen gedurende den betrekkelijk warmen zomer ontdooid zijn. Door de inwendige aardwarmte neemt de temperatuur van de aardlagen, gelijk bekend is, met de diepte toe: voor 30 meter diepte ongeveer 1 graad. In vulkanische streken wordt daardoor de temperatuur van den bouwgrond niet zelden geïnfluenceerd.

3. Drukking der lucht. Barometerwaarnemingen.

De drukking der lucht wordt gemeten met den barometer, een werktuig, waarvan er verschillende soorten bestaan, die we van algemeene bekendheid mogen achten. Wordt de drukking der lucht grooter, dan stijgt het kwik in den kwikbarometer, daalt de roode vloeistof in den controleur of verplaatst de wijzer zich rechts van een' anéroïde- en wijzerbarometer. Men zegt dan, dat de barometerstand hooger wordt. Wordt de drukking der lucht geringer, dan heeft zij op den barometer eene tegenovergestelde uitwerking: de barometerstand wordt lager. De stand zelf wordt uitgedrukt door de lengte eener kolom kwik, die met de drukking der lucht evenwicht maakt. Een barometer-

stand van 761 mM. b.v. beteekent dus, dat de lucht eene even groote drukking uitoefent als eene kolom kwik van deze lengte.

Aangezien het aantal luchtlagen dat op het kwik van den barometer drukt, afneemt, naarmate hij boven de oppervlakte der zee geplaatst is, daalt naar die mate de barometerstand. Teneinde de barometerwaarnemingen onderling te kunnen vergelijken, worden ze daarom herleid als te zijn waargenomen aan de oppervlakte der zee. Het verschil bedraagt voor elke 11 meter hoogte ongeveer 1 m.M. Eene dergelijke herleiding is voor de temperatuur noodig.

Gaat men den barometerstand in den loop van den dag en gedurende eenige dagen, maanden en jaren na, dan merkt men dat hij aan gedurige veranderingen onderhevig is.

Deze veranderingen zijn deels *regelmatig* of *periodiek*, deels *onregelmatig* of *toevallig*. Ter juiste beoordeeling dient men daarom den *normalen* of *gemiddelden* barometerstand eener plaats te kennen.

In onderstaande tabel zijn die van eenige plaatsen in ons land opgegeven.

NORMALE BAROMETERSTAND 'S MORGENS OM 8 UUR.

In	Groningen.	Leeuwarden.	Helder.	Utrecht.	Vlissingen.	Maastricht.
December	758.95	759.65	759.80	759.96	761.36	757.22
Januari	759.41	760.19	760.42	760.67	762.11	758.04
Februari	759.18	760.32	760.27	760.39	761.86	757.52
Maart	759.94	761.07	761.23	761.04	762.53	759.97
April	758.35	759.40	759.54	759.14	760.54	755.96
Mei	759.46	760.38	760.62	760.12	761.48	756.71
Juni	760.09	760.84	761.25	760.85	762.41	757.65
Juli	759.25	760.05	760.39	760.38	761.88	757.06
Augustus	759.64	760.44	760.86	760.67	762.30	757.63
September	760.21	760.91	761.20	761.07	762.51	758.05
October	759.23	759.94	760.05	759.90	761.30	757.01
November	758.33	759.11	759.20	759.13	760.44	756.14
het jaar	759.34	760.19	760.40	760.28	761.73	757.41

De regelmatige veranderingen zijn *dagelijksche* en *jaarlijksche*. Op de meeste plaatsen der aarde begint de barometer des morgens te 4 uur tot 10 à 11 uur te rijzen, daalt dan tot omstreeks 4 uur in den namiddag, rijst vervolgens weder tot ongeveer 10 uur 's avonds, om van af dezen tijd tot 's morgens 4 uur weder te dalen. Deze tijden veranderen echter iets in den loop van een jaar: in den zomer vallen de laagste en hoogste standen des morgens en 's voormiddags vroeger, die van den namiddag en avond later in. Het verschil tusschen den hoogsten en laagsten dagelijkschen stand is tusschen de keerkringen het grootst, 2 á 3 m.M.; daar zijn de dagelijksche veranderingen ook het regelmatigst; hier te lande bedraagt het verschil zelden meer dan 0.5 mM.,

en is het alleen met een gevoelig werktuig, b.v. een' controleur, waar te nemen. In den regel gaat deze verandering niet met eene plotselinge omkeering van de weersgesteldheid gepaard. Integendeel, hoe bestendiger het weer is, des te regelmatiger doet zij zich voor. Zij dient dus wel te worden onderscheiden van de onregelmatige veranderingen of afwijkingen, waarmede niet zelden eene verandering van het weer vergezeld gaat.

Dezelfde opmerking geldt voor de jaarlijksche regelmatige veranderingen. Uit bovenstaande tabel ziet men, dat op de meeste plaatsen in Nederland, en hetzelfde geldt voor de aangrenzende landen, de barometerstand een maximum bereikt in Januari, Maart, Juni en September en een minimum in Februari, April, Juli en November. De maxima omstreeks Januari en September en de minima in April en omstreeks het laatst van October zijn echter het best geconstateerd. De geheele jaarlijksche gang is hier ter nauwernood twee mM., terwijl zij op de oostkust der vastelanden als in Japan en Buenos-Aires acht en negen mM. bedraagt.

Ter beoordeeling van den barometerstand op een gegeven oogenblik dient men deze gemiddelden in aanmerking te nemen. Een barometerstand van 761 mM. b.v. is te Utrecht in de maanden Maart en September nog beneden den normalen, maar in November bijna 2 mM. te hoog. In vele dagbladen wordt daarom die van des morgens 8 uur vermeld en worden voorts de waargenomen afwijkingen van den gemiddelden stand medegedeeld.

Het verschil in de gelijktijdig waargenomen barometerstanden op de opgegevene plaatsen moet hoofdzakelijk aan het verschil in de hoogteligging dier plaatsen worden toegeschreven. Als de barometers op genoemde plaatsen alle op dezelfde hoogte hingen boven de oppervlakte der zee als die te Utrecht, dan zou de jaarlijksche gemiddelde zijn: te

Groningen	$= 759.34 - 0.66 = 760.00$	mM.
Leeuwarden	$= 760.19 - 0.21 = 759.28$	„
Helder	$= 760.40 + 0.18 = 760.58$	„
Vlissingen	$= 761.73 - 0.75 = 760.98$	„
Maastricht	$= 657.40 + 3.18 = 761.58$	„

Onjuist is daarom ook veelal de plaatsing van de woorden, *veranderlijk*, *mooiweer* enz. naast de schaal van den barometer. Voor Vlissingen b.v. zou, — gesteld dat bij een' stand van 760 mM. al verandering van weer plaats had, 'twelk nog lang niet altijd zeker is, — het woord veranderlijk hooger of meer rechts, voor Maastricht lager of meer links geplaatst moeten zijn. Herleidt men de waarnemingen voor de verschillende plaatsen naar het normale oppervlak der zee, of gelijk hierboven naar de hoogte, waarop de Utrechtsche barometer hangt, dan blijkt het, dat de gemiddelde barometerstand in het noorden van Nederland iets lager is dan in het zuiden.

De onregelmatige veranderingen in de luchtdrukking (de toevallige of niet-periodische afwijkingen van den barometer) hebben nu eens eene groote uitgestrektheid, dan een kleiner gebied; nu eens gaat de rijzing of daling plotseling, dan weer langzaam. Volgt men zijn' gang in den loop van een jaar, dan neemt men talrijke overgangen van positieve tot negatieve afwijkingen en omgekeerd waar. Het aantal dier wisselingen bedraagt 70 en meer. 's Winters zijn de rijzingen en dalingen in den regel grooter dan 's zomers.

Eene rijzing of daling van 10 mM. is geene bijzonderheid in het eerstgenoemde jaargetijde, maar wel in Juli en wijst dan op eene groote stoornis in den evenwichtstoestand, waarvan de gevolgen (b.v. onweer) niet achterwege blijven. Zulks blijkt ook uit de volgende opgaven van de hoogste en laagste standen gedurende 47 jaren te Utrecht waargenomen.

HOOGSTE EN LAAGSTE BAROMETERSTAND OVER 1849—1896 IN ELKE MAAND TE UTRECHT WAARGENOMEN.

Maand	Jaar	Dag	Hoogste stand	Jaar	Dag	Laagste stand
Januari	1882	17	785.2	1873	20	724.0
Februari	1849	11	82.8	1850	6	26.0
Maart	1852	6	83.9	1876	12	21.9
April	1887	17	78.2	1859	15	32.1
Mei	1881	5	76.4	1867	13	37.0
Juni	1865	8	74.3	1866	17	42.2
Juli	1869	11	73.5	1894	11	39.4
Augustus	1871	27	73.2	1876	31	39.2
September	1851	15	76.3	1863	22	35.6
October	1849	29	79.7	1886	16	31.1
November	1859	11	81.9	1875	11	25.9
December	1860	10	83.3	1886	9	22.8

Men ziet daaruit dat de hoogste maar ook de laagste standen in de wintermaanden voorkomen en dat het verschil in de zomermaanden op verrena zoo groot niet is.

Ook de grootste positieve en negatieve afwijkingen van den gemiddelden maandelijkschen stand gedurende 40 jaren, in het volgende lijstje bijeengevoegd, wijzen zulks aan.

Grootste positieve Grootste negatieve afwijkingen van den gemiddelden maandelijkschen barometerstand in de jaren 1849—1889 te Utrecht waargenomen.

Januari	1882	10.43 mM.	1885	9.64 mM.
Februari	1863	7.79 „	1879	9.61 „
Maart	1854	9.92 „	1876	9.88 „
April	1870	5.63 „	1879	6.38 „
Mei	1881	3.66 „	1856	3.90 „
Juni	1865	5.16 „	1852	5.29 „
Juli	1885	4.77 „	1888	5.49 „
Augustus	1869	3.47 „	1860	5.62 „
September	1865	7.10 „	1876	5.06 „
October	1856	7.35 „	1885	6.06 „
November	1867	7.71 „	1882	6.76 „
December	1857	9.98 „	1876	9.27 „

De afwijkingen in de zomermaanden zijn derhalve veel geringer dan in de wintermaanden.

Twee oorzaken vooral doen deze veranderingen in 't algemeen ontstaan:

1°. verandering van de temperatuur der lucht. Daar de warmte, gelijk wij gezien hebben, de lucht doet uitzetten en zij daardoor lichter wordt, zal de drukking der lucht minder en de barometerstand dus lager worden. Vandaar ook dat de barometer in de tropische gewesten, tusschen de keerkringen, aan de oppervlakte der aarde lager staat dan op hoogere breedte of anders: de gemiddelde barometerstand hooger is naarmate de gemiddelde temperatuur daalt. Het daardoor verbroken evenwicht der lucht wordt, gelijk wij hieronder zullen zien, hersteld door toevloeien van koudere lucht naar de plaats van verwarming [1]).

2°. verandering van de hoeveelheid waterdamp in de lucht of in 't algemeen van zijne spanning. De waterdamp van den dampkring draagt evenals zijne andere bestanddeelen er toe bij, dat het kwik in den eenen arm van een' hevelbarometer hooger staat dan in den anderen. Neemt op eene plaats zijne quantiteit toe, terwijl de temperatuur der lucht dezelfde blijft, dan wordt daardoor dus de drukking der lucht plaatselijk grooter en rijst de barometerstand; condensatie van waterdamp doet daarentegen den barometerstand dalen. Intusschen wordt, gelijk vroeger vermeld is, door verhooging van temperatuur de verdamping bevorderd (zie bl. 66). De quantiteit waterdamp en daardoor de drukking der lucht zullen dus onder die omstandigheden moeten toenemen. Daar echter, om de onder 1° vermelde reden, wegens de verhooging der temperatuur de drukking der lucht gelijktijdig minder wordt, kan het evenwicht blijven bestaan, of is het rijzen of dalen van den barometer afhankelijk van den kleineren of grooteren invloed, dien eene der twee genoemde oorzaken uitoefent. Op plaatsen met een droog klimaat wordt daarom 's zomers gemiddeld een lagere, op plaatsen met een vochtig klimaat, b.v. aan kusten en op eilanden, op denzelfden tijd een hoogere barometerstand waargenomen dan 's winters. Zoo is de gemiddelde maandelijksche barometerstand te Irkutsk (Aziatisch Rusland), in 't midden van een groot vastland, het laagst in Juli, het hoogst in Januari; te Reikiavik op IJsland daarentegen staat de barometer in de zomermaanden gemiddeld aanzienlijk hooger dan in den winter.

De temperatuur en de hoeveelheid waterdamp der lucht veranderen, gelijk door ons opgemerkt is, met de richting van den wind, waaruit volgt, dat ook de barometerstand, die van beide zoo afhankelijk is, met die richting eene verandering moet ondergaan. In den herfst is de invloed van de windrichting op den barometerstand het grootst, in den zomer het geringst. In den winter ligt de windstreek, waarmede de hoogste barometerstand gepaard gaat, meer naar 't oosten, in 't voorjaar meer naar 't noorden; in het laatstgenoemde jaargetijde is de windstreek van den laagsten barometerstand meer zuidelijk in den winter meer westelijk gericht.

In December b.v. is bij noordoostenwind de gemiddelde barometerstand 766.61 mM., bij zuidenwind 759.15 mM. Komt de windrichting niet met den barometerstand overeen, rijst de barometer b.v. bij zuidwesten of westen wind,

---

[1]) Omdat er lucht van de koudere gewesten naar de Linie vloeit staat in de bovenste luchtlagen de barometer bij de Linie hooger dan b.v. op 40° breedte.

dan bestaat er kans, dat de wind naar 't noorden of noordoosten zal gaan en omgekeerd.

Tusschen de drukking der lucht en den toestand der atmosfeer bestaat in 't algemeen eene nauwe betrekking. Een lage barometerstand gaat b.v. in ons land veelal met regenachtig, een hooge met helder droog weer gepaard. Aangezien de barometer deze veranderingen soms sneller aangeeft, dan de verschijnselen zelven zich aan de oppervlakte der aarde vertoonen, wordt hij terecht als middel ter beoordeeling van de weersgesteldheid in de naaste toekomst, als weerglas, gebruikt.

Evenwel hangt de verandering van 't weer niet zoo zeer af van den absoluut hoogen of lagen barometerstand, maar van het verschil van zijn' stand met dien op andere plaatsen. Ter juister beoordeeling van het weer worden daarom van de voornaamste plaatsen, waar meteorologische waarnemingen worden gedaan, de barometerstanden naar sommige centra, b.v. Utrecht, Hamburg, Brussel geseind, en eens per dag de gelijktijdige waarnemingen gepubliceerd in de dagbladen of op eene andere wijze bekend gemaakt, b.v. door het uitgeven van een kaartje [1]), waarop o.a. de plaatsen, die op dat oogenblik een gelijken barometerstand hadden, door lijnen vereenigd zijn. Deze lijnen worden *isobaren* geheeten. Uit het beloop dier lijnen ziet men dan dadelijk of er ergens een gebied van lage drukking, een *depressie* is, terwijl elders een gebied van hooge drukking kan worden aangewezen. Het verschil tusschen twee isobaren, die, loodrecht gemeten, eene graad (15 geographische mijlen) van elkander gelegen zijn, in millimeters uitgedrukt, wordt *gradient* geheeten.

4. Winden.

Bij een' wind onderscheidt men: *richting*, *snelheid* en *kracht*. De richting der winden wordt bepaald naar de hemelstreek, waaruit zij waaien. Daarnaar onderscheidt men den wind in: zuiden-, zuidwesten-, zuidwesten-zuidenwind enz. Het bepalen van de snelheid en der daarvan afhankelijke kracht van den wind gaat minder gemakkelijk. Gewoonlijk geschiedt dat bij schatting. Ter bepaling van de kracht, die de wind uitoefent, heeft men ook bepaalde toestellen, *wind-* of *anemometers*, uitgedacht. Uit de kracht van den wind kan dan zijne snelheid ten naastenbij berekend worden. In het schatten van de windkracht kan men door oefening vaardigheid verkrijgen. De zeeman bepaalt die naar den loop van 't schip en benoemt ze naar de zeilen, die gereven moeten worden enz. De landbouwer kan zich daartoe van de in zijne omgeving voorkomende boomen bedienen. Van een' zekeren boom zullen bij weinig wind alleen de bladeren zich bewegen, bij meer wind de kleine, bij nog meer wind de groote takken en bij zeer veel wind de geheele stam. Ter vergelijking kan het volgend tafeltje dienen, waarbij de snelheid volgens 12 trappen geschat is, alsmede de snelheid die hij dan heeft, de drukking die hij ongeveer uitoefent en de verdere uitwerking van den wind zijn aangewezen.

---

[1]) Hier te lande in het *Utrechtsch Dagblad*.

Benaming der winden en hunne uitwerking.	Graad van snelheid.	Snelheid in meters per seconde.	Drukking in kilogr. op 1 M².
Stilte. De rook stijgt op.	0	1	0
Tochtje. De bladeren der boomen worden bewogen.	1	2	1—3
Zachte wind. Dunne twijgjes worden bewogen.	2	6	3—5
Zwakke wind. Dikkere twijgen worden bewogen.	3	8	
Matige wind. Dikkere takken worden bewogen.	4	10	5—10
Frissche wind.	5	12.5	
Sterke wind. De boomen schudden.	6	15	10—20
Zeer sterke wind. Dikkere stammen worden bewogen en takken afgescheurd.	7	18	20—30
Stormachtige wind. Takken breken af.	8	21.5	30—50
Storm. Boomen worden ontworteld en daken beschadigd.	9	25	50—70
Hevige storm.	10	29	70—100
Zeer hevige storm.	11	33.5	
Orkaan. De dikste boomen worden ontworteld en daken van de huizen gerukt.	12	40	100 en daarboven.

In sommige streken der aarde heeft de wind gedurende het geheele jaar of gedurende eenige maanden steeds dezelfde richting. Schippers, die naar Amerika zeilen, kunnen zeker zijn, dat zij, op de hoogte van de Canarische eilanden komende, steeds een' noordoostenwind zullen ontmoeten, die hen naar de overzijde van den oceaan voert. Op het zuidelijk halfrond treft men een' voortdurenden zuidoostenwind aan (Passaatwinden). In de nabijheid van de Linie komt eene streek voor, waar 't bijna altijd stil is; slechts nu en dan wordt die stilte door hevige stormen, stortregens en onweders afgebroken. Bij Voor-Indië heerscht van April tot October een zuidwesten, van October tot April steeds de tegenovergestelde noordoostenwind (Moessons). In de gematigde luchtstreken is de wind meer veranderlijk, dat is, waait hij nu eens uit dezen dan uit genen hoek.

De ongelijke verwarming der aarde van de Linie tot de Polen veroorzaakt twee hoofdstroomingen in de lucht, die door den naam van *aequatoriale-* en *poolstroom* worden onderscheiden. De warmere lucht bij den Aequator stijgt namelijk naarboven en vloeit naar de Polen; zij wordt vervangen door de koudere lucht, die aan de oppervlakte der aarde van de Polen stroomt. Brachten andere oorzaken hierin nu geene afwijkingen teweeg, dan zoude er op het noordelijk halfrond aan de oppervlakte der aarde een noordenwind en daarboven een zuidenwind en op het zuidelijk halfrond een beneden-zuiden en een boven-noordenwind moeten waaien. Op het noordelijk halfrond echter gaat de noordenwind allengs in een' noordoosten over, omdat de deelen der aarde ten gevolge van hare wenteling van 't westen naar 't oosten

om eene denkbeeldige as, die door de Polen gaat, eene zeer verschillende snelheid bezitten. Terwijl de Polen in rust zijn, neemt de snelheid der aarddeelen en dus ook die der lucht toe, naarmate men den Aequator nadert. Juist doordat de lucht en al wat zich op de aarde bevindt meedraaien, bespeuren wij daarvan niets. Wanneer wij echter van onze breedte plotseling op de Linie verplaatst werden, waar de aarde hare grootste snelheid heeft, dan zou het ons evenzoo gaan, als iemand, die van den wal op een bewegend vaartuig stapt: wij zouden een' stoot krijgen, in dezelfde richting als de beweging der aarde. Hetzelfde nu is het geval met de lucht, die zich van het noorden naar het zuiden verplaatsende, allengs in streken komt, waar de aarde zich sneller van het westen naar 't oosten beweegt. De lucht blijft hierbij ten achteren. De overige voorwerpen op aarde slaan als 't ware door de lucht heen, en dit geeft denzelfden indruk, alsof de wind uit het oosten waait. Aangezien hij tevens zijne richting uit het noorden blijft behouden, ontstaat hieruit een noordoostenwind. Door dezelfde oorzaak ontstaat uit de op het zuidelijk halfrond naar de Linie vloeiende lucht een zuidoostenwind. De lucht, die bij de Linie naar boven stijgt en zich vooreerst als bovenwind naar de Noord- en de Zuidpool begeeft, heeft daarentegen eene grootere omwentelingssnelheid dan de plaatsen op hoogere breedte. Zij loopt de aardsche voorwerpen daarom allengs meer van het westen naar 't oosten vooruit en beweegt zich dus ten opzichte van die voorwerpen niet alleen van 't zuiden naar 't noorden, maar ook van 't westen naar 't oosten, zoodat een zuidwestenwind ontstaat. Op het zuidelijk halfrond heerscht door dezelfde oorzaak een noordwesten bovenwind.

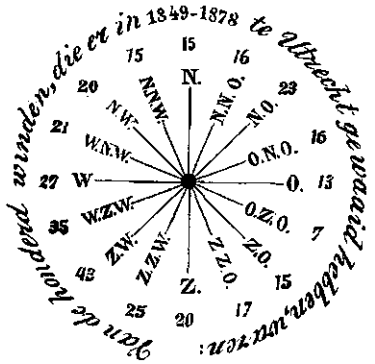


Fig. 4. Verhouding tusschen het aantal winden van 1849—1878 te Utrecht in honderdtallen.

Deze windrichtingen komen op zee het regelmatigst voor. Want op het land en aan de kusten, vooral in de gematigde luchtstreken, worden zij door verschillende oorzaken gewijzigd.

In de tabel op de volgende bladzijde, is het aantal waargenomen winden opgegeven, en wel zoodanig, dat van twee winden de meest heerschende in eene maand vooraan en daarachter de tegenovergestelde geplaatst is. Uit de tabel blijkt, dat de hoofdrichting van den wind gedurende bijna het geheele jaar tusschen het westen en zuidwesten in is gelegen; van Maart tot Augustus heeft hij echter eene strekking om nu en dan naar het noorden, van October tot Januari om van tijd tot tijd naar het zuiden te gaan; in April en Mei hebben de noorden- en de noordoostenwinden de overhand. Het aantal winden is voorts in Fig. 4 op eene eenvoudige wijze in honderdtallen — niet van de honderd als in de figuur staat — voorgesteld. In 30 jaar is namelijk de richting van den wind te Utrecht 32800 maal opgeteekend en daarbij waargenomen, dat zij 1500 maal noord, 1600 maal noordnoordoost was enz.

WINDRICHTING TE UTRECHT 1849—1878 (DES MORGENS, MIDDAGS EN AVONDS).

Maanden	ZO.-NW.	ZZO.NNW.	Z.-N.	ZZW.-NNO.	ZW.-NO.	WZW.-ONO.	W.-O.	WNW.-ONO.	NW.-ZO.	NNW.-ZZO.	N.-Z.	NNO.-ZZW.	NO.-ZW.
Januari	175-82	209-75	284-51	336-53	499-145	265-141	163-118	102-61					
Februari		132-82	176-72	205-80	335-200	313-140	246-84	184-52	155-144				
Maart					270-224	284-176	197-129	183-62	199-144	156-121	161-116	190-167	
April						247-180	219-129	180-73	169-125	143-102	201-110	227-130	262-202
Mei					252-248	274-192	215-122	177-68	202-103	179-93	189-87	234-134	
Juni					316-176	314-87	267-94	239-50	232-86	194-85	175-90	166-129	
Juli					327-179	400-85	335-59	277-42	220-78	161-85	151-88	152-151	
Augustus				191-126	409-134	359-78	295-63	236-52	203-100	147-83	176-138		
September			157-113	240-124	406-173	307-102	216-97	142-63	142-135	105-127			
October	156-124	239-82	249-68	291-73	461-145	247-120		122-76					
November		196-116	235-77	228-67	343-222	203-174	166-134	142-69	167-151				
December	141-104	191-67	276-57	314-79	448-177	284-152	186-115	128-71					
Jaar	472-310	967-422	1377-438	1805-602	4066-2023	3497-1627	2505-1144	2112-739	1689-1066	1085-696	1053-629	969-711	262-202

Alleen in October kwam onder O.-W. voor: 181 — 166, maar in niet ééne maand een overschot ONO.-WZW. en OZO.-WNW.

Waarnemingen met betrekking tot de richting van den wind, op andere plaatsen hier te lande gedaan, hebben tot ongeveer hetzelfde resultaat geleid. Alleen in de noordoostelijke streken van ons land schijnt de gemiddelde windrichting iets meer zuidelijk te zijn.

Van de menigte oorzaken, die de afwijkingen van deze hoofdrichtingen kunnen doen ontstaan, noemen wij als voor ons land van 't meeste belang:

a. de ongelijke verwarming van het land en 't water. Des zomers stijgt de temperatuur van het land meer dan die der zee, des winters is de warmtegraad der zee hooger. Door dit verschil ontstaan zee- en landwinden, zooals de hierbovengenoemde moessons in Voor-Indië.

Eene dergelijke afwisseling in temperatuur heeft aan de kusten dikwijls in den loop van een' dag plaats, waardoor eene dagelijksche afwisseling in de richting van den wind het gevolg kan zijn. Inzonderheid wordt zulks hier te lande opgemerkt als de wind weinig kracht heeft en het bestendig weer is.

In zijne hoofdrichting zuidwest of westzuidwest dan gaat hij in den loop van den dag, tengevolge van de sterkere verwarming van het ten zuiden en oosten van ons gelegen land, meer west- en noordwaarts. Des nachts koelt het land meer af en keert de wind langs denzelfden weg of door het oosten en zuiden naar het zuidwesten terug. Is de hoofdrichting echter, b.v. in April of Mei noordoost, dan draait de wind om dezelfde reden des daags naar 't noorden en noordwesten, des nachts naar 't oosten en zuiden om langs denzelfden weg naar het noordoosten terug te keeren, of hij draait, naar het zuiden en westen gaande, het geheele kompas rond. Daarbij wordt niet zelden een regelmatig toe- en afnemen van de windkracht waargenomen, zoodat zij in den morgen en voormiddag stijgt, om omstreeks den middag of te één à twee uur haar maximum te bereiken, dan weder daalt en ongeveer met zonsopkomst haar minimum bereikt.

b. condensatie van waterdamp. Het gevolg hiervan moet zijn: vermindering van de dampkringsdrukking. Voor het herstellen van 't evenwicht vloeit lucht, dat is wind, naar de plaats waar condensatie plaats heeft.

c. toeneming van de spanning van den waterdamp, waardoor de totale drukking der lucht vermeerderd wordt en er voor het herstellen van 't evenwicht lucht naar elders stroomt. De meerdere verdamping van water nabij de Linie en op den Oceaan en de condensatie van den damp op hoogere breedte en op het vasteland draagt daarom evenals de ongelijke verwarming zeker bij tot het veelvuldiger heerschen en de meerdere kracht der westelijke en zuidwestelijke winden hier te lande.

Slechts horizontale luchtstroomen (winden) worden door den windwijzer aangegeven. Naast deze komen er in den dampkring verticale (neerdalende en stijgende) luchtstroomen voor; de kennis daarvan is nog gebrekkig, maar zeker zijn zij van grooten invloed op de verandering van het weer.

Behalve de richting van den wind dient men ook zijne sterkte in aanmerking te nemen. Hoe heviger een wind is, des te korter blijft hij in den regel uit denzelfden hoek waaien. Uit waarnemingen te Utrecht, Helder, Vlissingen, Groningen en elders gedaan, is het voorts gebleken, dat de windkracht in den regel in Januari en Maart het grootst is. Zij is echter niet

op alle plaatsen even groot. Te Helder en op andere aan de zee gelegen plaatsen, waar de wind zijn vrijen loop heeft, waait in den regel een krachtiger wind dan op plaatsen, zooals Utrecht, die meer binnenslands gelegen zijn.

Hevige winden, stormen en orkanen ontstaan tengevolge van een groot verschil in den toestand der atmosfeer op plaatsen, op eenigen afstand van elkander gelegen. Dan vooral wordt een groot verschil in den barometerstand op die plaatsen waargenomen.

De meeste stormen komen voor in den winter en in 't voor- en najaar. Zoo werden er van 1849—1862 te Utrecht in de maanden Maart en October 110 en van April tot September slechts 27 stormen waargenomen. Meest alle stormen komen in het zuidwesten op: de wind gaat vervolgens meer naar 't westen, dat is hij ruimt, slechts zelden gaat hij meer naar 't zuiden of krimpt hij. Bij een' storm, in het noordoosten opkomende, krimpt de wind daarentegen meestal. Met deze verandering van windrichting gaat tevens veelal eene verandering van temperatuur gepaard.

Dat de windrichting afhankelijk is van een verschil in barometerstand en deze bij storm grootere positieve of kleinere negatieve afwijkingen van den normalen stand toont, is zóó waar, dat Buys Ballot daaruit eene wet heeft kunnen afleiden, die bij 't voorspellen van stormen en in 't algemeen van de windrichting van groot gewicht is blijken te zijn. Deze wet kan aldus worden uitgedrukt: „Wanneer men zich den wind als een persoon voorstelt, die in dezelfde richting als hij zich beweegt, dan ligt de hoogste barometerstand (de grootste positieve afwijking) aan zijne rechterhand en de plaats, waar de barometer het laagst staat, aan zijn linker." Met het oog daarop wordt de barometerstand in ons land op verschillende plaatsen b.v. te Groningen, Helder, Vlissingen en Maastricht dagelijks terzelfder tijd waargenomen en de afwijking van den normalen stand naar verschillende plaatsen geseind. Is dan de waargenomen barometerstand te Groningen betrekkelijk hooger dan te Maastricht, zoo kan een oostenwind verwacht worden, tenzij de wind reeds deze richting heeft. Is de afwijking tusschen Groningen en Vlissingen het grootst, dan volgt een zuidoosten- of noordwestenwind, is die tusschen Maastricht en Helder grooter, een noordoosten- of zuidwestenwind enz. Storm komt echter alleen dan voor, wanneer het verschil in den barometerstand op twee der genoemde plaatsen 4 mM. of meer bedraagt of juister: de gradient, bl. 82, 5 mM. of meer is. Wegens de gemiddelde zuidwestelijke richting van den wind loopen, bij gelijke verschillen van stand, de oostelijke winden niet zoo geregeld en niet zoo sterk door.

Het spreekt nu van zelf, dat van hoe meer plaatsen, ook van andere landen, men waarnemingen omtrent den barometerstand enz., terzelfder tijd gedaan, ontvangt, des te beter de windrichting kan opmaken. Kent men het gebied van lage drukking, eene depressie, dan volgt uit bovengenoemde wet, dat de wind uit alle streken naar dit gebied waait, maar daarbij eene draaiing ondergaat tegengesteld aan de richting der wijzers van een uurwerk. In het gebied van hooge drukking is de richting van den wind juist tegenovergesteld, dat is hij waait van uit dit gebied naar alle streken, maar

gedraaid in dezelfde richting als die der wijzers van een uurwerk, gelijk in onderstaande figuur is aangewezen. In de bovenste luchtlagen heeft de lucht eene tegengestelde beweging, dat is zij stroomt als in de figuur is aangewezen, *van* het minimum af en *naar* het maximum toe. Er ontstaan alzoo kringvormige stroomen, doordien de lucht daar waar de drukking in het minimum is naar boven stijgt, in de hoogere luchtstreken naar het maximum van drukking vloeit om dan langs den aardbodem naar het minimum van drukking te stroomen. Zie hieronder: vederwolken.

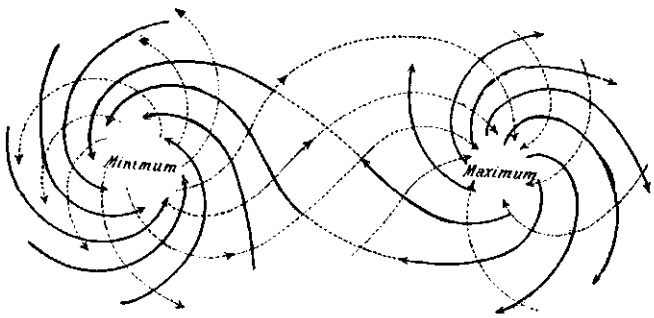


Fig. 5.
Minimum of gebied van lage drukking.
Maximum of gebied van hooge drukking.
———— Richting van de onderste luchtstroomen.
..... „ „ „ bovenste „

Uit deze gelijktijdige waarnemingen is tevens gebleken, dat de depressies zich min of meer regelmatig verplaatsen, meestal van het westen naar het oosten. Haar gewone weg is ten noorden van ons. Vandaar de meest heerschende zuidwesten- en westenwinden hier te lande. Met deze verplaatsing moet echter eene verandering van windrichting gepaard gaan, en in verband met den weg dien de depressies gewoonlijk nemen, volgt dat de gewone draaiing van den wind moet zijn: van het Z.O. door het zuiden naar het N.W. Bevindt zich echter eene depressie die oostwaarts gaat, ten zuiden van ons, dan draait de wind van het Z.O. door het O. naar het N.W. Vandaar ook dat bij een' storm, die in het zuidwesten opkomt, wat in den regel geschiedt, de wind ruimt, maar bij een' storm, die uit het noordoosten opkomt, de wind krimpt.

De hoedanigheid van den wind, dat is zijne temperatuur, zijne vochtigheid enz., heeft een' grooten invloed op de weersgesteldheid van het oogenblik, en daardoor oefenen de meest heerschende winden een' grooten invloed uit op het klimaat van een land, en de wind, die in een' zekeren tijd waait op de weersgesteldheid van dat tijdperk. Een belangrijk hulpmiddel om den toestand van het weer, gelijk die zich gewoonlijk bij elken wind voordoet, te overzien, zijn de *windrozen*, tabellen namelijk, waarin naast elke windrichting de gemiddelde temperatuur, vochtigheidstoestand enz. der lucht, die daarbij zijn waargenomen, vermeld staan. Daaruit blijkt o.a. dat 's winters en 's zomers de invloed van den wind op de temperatuur het grootst is. In het eerstgenoemde jaargetijde brengen de landwinden, ongeveer uit het noordoosten waaiende, hier koude aan, in den zomer de zeewinden uit het noordwesten en noordnoordwesten. De zuidelijke winden verhoogen in 't algemeen hier te lande de temperatuur; 's zomers heeft echter de zuidoostelijk of oostelijk gerichte landwind, des winters en in den herfst hebben de zuidwestelijk of westelijk gerichte zeewinden daarop grooteren invloed. In den

herfst, vooral in September en October is de invloed van de windrichting op de temperatuur zeer gering. Er schijnt dan vele malen een zeker evenwicht in den dampkring te bestaan. Land en water zijn ongeveer even warm; overal rondom ons is de temperatuur min of meer gelijk: wij hebben dan het bestendige weer van den ná- of Michiels zomer. In 't voorjaar, inzonderheid des morgens in April, is de invloed van den wind op de gemiddelde temperatuur om dezelfde reden ook niet groot. In Mei daarentegen is de graad van warmte reeds zeer ongelijk, al naardat de wind van het ten zuidoosten van ons gelegen en warmere land, dan wel uit het noordwesten van de koudere zee waait. Voor verdere bijzonderheden dienaangaande meenen wij naar elders te mogen verwijzen [1]).

5. De vochtigheid van den dampkring. Verdamping, dauw, regen enz.

't Is bekend, dat het water aan of op de oppervlakte der aarde langzamerhand in damp overgaat, en dat de temperatuur op die verdamping een' grooten invloed uitoefent. Daar nu de verdeeling der warmte op aarde zeer ongelijk is, volgt daaruit reeds, dat onder dezelfde omstandigheden er veel verschil moet zijn in de hoeveelheid waterdamp, die op verschillende plaatsen der aarde gevormd wordt. Uit de zee tusschen de keerkringen, uit den warmeren Golfstroom en uit *onzen* vochtigen bouwgrond in den zomer verdampt er daarom meer water dan uit de zee op grootere breedte, uit den kouden Poolstroom en uit den grond hier te lande in den winter. Op die verdamping oefenen echter eene menigte andere omstandigheden invloed uit, waarvan de kennis tevens ter verklaring van de menigte verschijnselen, die met de vochtigheid der lucht in verband staan, onmisbaar is.

In de eerste plaats moet dan opgemerkt worden, dat de hoeveelheid waterdamp, die in de lucht opgenomen kan worden, beperkt en mede afhankelijk is van de temperatuur der lucht. Zie het lijstje op de volgende bladzijde. Lucht of eene ruimte, waarin zooveel mogelijk damp opgenomen is, noemt men *verzadigd*. Hierin kan geene verdamping meer plaats hebben, tenzij de temperatuur rijst. Daalt de temperatuur, dan wordt zij *oververzadigd;* de waterdamp wordt vloeibaar water en slaat als nevel, regen, dauw, hagel, sneeuw enz. neer; waarover later. Lucht waaruit gemakkelijk water neerslaat, noemt men *vochtig*. Als zoodanig kan men meestal de lucht in veestallen, in vele kelders, karnhuizen enz. beschouwen. Men ziet daar immers de vochtigheid tegen de koudere zolders, wanden of vloeren dikwijls neerslaan! De lucht kan echter veel vocht bevatten, zonder daarom het voorkomen te hebben, dat er veel vocht in aanwezig is. En omgekeerd kan ze betrekkelijk zeer vochtig zijn en toch weinig vocht bevatten. Zulks hangt van de temperatuur af. Men maakt daarom onderscheid tusschen *volstrekte* en *betrekkelijke vochtigheid der lucht*. Het lijstje op de volgende bladzijde wijst de hoeveelheid waterdamp aan, die bij de aangegeven temperatuur in de lucht aanwezig kan zijn. Tevens wordt daarin opgegeven de spanning of de drukking, bl. 81, die de waterdamp dan uitoefent.

[1]) Zie de Meteorologische Jaarboeken van 1868 en 1878 en de Algemeene statistiek van Nederland.

Temperatuur, graden C.	Drukking of spankracht van den waterdamp in millimeters kwikdruk.	Gewicht in grammen van den waterdamp in 1 M³ lucht.
— 10	2.09	2.9
— 5	3.11	4.
0	4.6	5.4
2	5.3	6.1
4	6.1	6.9
6	7.	7.7
8	8.	8.7
10	9.16	9.7
12	10.45	10.9
14	11.9	12.2
16	13.5	13.7
18	15.35	15.3
20	17.39	17.3
22	19.66	19.1
24	22.18	21.3
26	29.99	23.8
28	28.1	26.4
30	31.53	29.4
35	41.8	38.1
40	54.9	49.2

Nemen wij nu tot voorbeeld de temperatuur van 16° C. Bij dezen warmtegraad kan er 13.7 gram waterdamp in de lucht zijn. Vindt men echter, dat in 1 M³ slechts 6.85 gram aanwezig is, dan wijst de breuk $\frac{6.85}{13.7} = \frac{1}{2}$, die men dus verkrijgt door de hoeveelheid waterdamp, in de lucht aanwezig, te deelen door de hoeveelheid, die er bij die temperatuur in bestaanbaar is, de *betrekkelijke* vochtigheid of den *vochtigheidstoestand* der lucht aan. De *absolute* vochtigheid daarentegen is de hoeveelheid waterdamp, die bij eene zekere temperatuur in de lucht aanwezig is. Zij is des zomers in den regel grooter dan 's winters. Daar de temperatuur in ons land in dit laatste tijdperk echter zooveel lager is, is het verzadigingspunt eerder bereikt en daardoor de betrekkelijke vochtigheid in den regel grooter. Men kan dit ook nog anders uitdrukken. In het bovenaangehaalde voorbeeld kan er bij 16° 13.7 gram waterdamp in de lucht aanwezig zijn. Bevat zij echter slechts 8 gram, dan is er 5.7 gram *dampgebrek*.

Het is nu licht in te zien, dat de vochtigheidstoestand der lucht invloed op de verdamping moet uitoefenen. Bevat de lucht betrekkelijk weinig waterdamp, is er dampgebrek, dan is de verdamping onder overigens gelijke omstandigheden grooter; is er betrekkelijk reeds veel vocht in de lucht aanwezig, dan behoeft er nog slechts weinig vocht te verdampen en het verzadigingspunt, waarbij alle verdamping ophoudt, is bereikt.

De vochtigheidstoestand van de lucht kan op verschillende wijzen beoordeeld en met behulp van hygro- en psychrometers bepaald worden. Stoffen, die begeerig vocht tot zich trekken, zoogenaamde hygroscopische voorwerpen, als gewoon keukenzout, potasch, chilisalpeter, gemalen koffie enz. worden nat of kleverig als de vochtigheidstoestand der lucht grooter is. Zij drogen

op of verliezen haar aanhechtend vermogen, als de lucht betrekkelijk droger wordt en geven dus in meerdere of mindere mate aanwijzing omtrent den vochtigheidstoestand.

In procenten uitgedrukt is de gemiddelde vochtigheidstoestand der lucht te Helder 84, te Utrecht 82, te Nijmegen 81 en te Maastricht 75, terwijl hij te Berlijn 76, te Peking 61 en op 't eiland Borkum 86 bedraagt. Op eilanden en aan de kusten is hij dus grooter dan in het binnenland. Onder de landen, waar de lucht in den regel veel droger is dan hier te lande, noemen wij verder de oostelijke staten van N.-Amerika.

Vooral in den zomer wordt hij onophoudelijk gewijzigd. Stijgt de temperatuur, dan zal, ofschoon door de meerdere verdamping de volstrekte hoeveelheid waterdamp toeneemt, de vochtigheidstoestand in den regel geringer worden, omdat er dan meer vocht in den dampkring aanwezig zijn kan. Daalt de temperatuur, b.v. door eene veranderde windrichting, dan neemt de vochtigheidstoestand toe, ofschoon de quantiteit vocht dezelfde blijft. Hoe hij in den loop van een jaar gemiddeld te Utrecht is, blijkt uit de volgende opgave:

Normale vochtigheid der lucht in procenten te Utrecht:

Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
89.5	86.4	80.1	72.3	70.8	84.1	75.3	78.0	81.3	85.9	88.2	90.5

Men ziet daaruit dat de lucht in de wintermaanden vochtiger is dan in de zomermaanden, terwijl hij ook in Juni een zeker maximum bereikt, en dat het voorjaar over 't geheel droger is dan de herfst. Eene dergelijke afwisseling wordt in den loop van den dag opgemerkt: in de morgen- en avonduren is de lucht gemiddeld vochtiger dan op den middag; op plaatsen, meer binnenslands gelegen als b.v. Maastricht zijn de avonden echter droger dan de morgens, op plaatsen aan de kust, als den Helder, is het omgekeerde het geval.

In den gemiddelden vochtigheidstoestand komen echter belangrijke storingen voor, want behalve van de temperatuur is hij zeer afhankelijk van de windrichting. Westen- en zuidwestenwinden zijn hier zoowel als in Amerika de meest heerschende. Hier aankomende zijn zij over de zee, maar aan de oostkust van Amerika over eene groote uitgestrektheid lands gestreken. Vandaar vooral ook de veelal grootere vochtigheid hier, de grootere droogte in 't oosten van Amerika. Bij een' oosten- en vooral bij een' zuidoostenwind daarentegen is de lucht hier droog en in Amerika vochtig. Er zijn waarnemingen bekend, volgens welke de lucht onder die omstandigheid hier te lande slechts 13 à 18 percent vocht bevatte van de hoeveelheid, die er bij de heerschende temperatuur in aanwezig had kunnen zijn.

Ook oefent de wind een' grooten invloed op de verdamping uit. Wordt ergens de met veel vocht bezwangerde lucht weggevoerd en door droge lucht vervangen, dan kan hierin meer waterdamp worden opgenomen. Is de als wind aangevoerde lucht daarentegen vochtig, dan wordt de verdamping weinig of niet er door bevorderd.

Wordt eene met waterdamp verzadigde lucht afgekoeld, dan kan het water niet als damp blijven bestaan, maar neemt den vorm van dunne blaasjes aan, die, wanneer zij zich in massa aan de oppervlakte der aarde vertoonen,

bekend zijn onder den naam van *nevel*, en den naam van *wolken* dragen, wanneer zij boven ons in 't luchtruim zweven. De nevelvorming kan het best worden waargenomen op een' schoonen zomeravond, wanneer de aarde door uitstraling warmte verliest en ook de lucht daardoor afgekoeld wordt. Zij vertoont zich daar natuurlijk het eerst of het sterkst, waar de grootste afkoeling plaats heeft of de lucht het vochtigst is, dus nu eens sterker boven het land, dat eerder zijne warmte verliest, dan eens boven de slooten, grachten enz. waar de lucht in den regel meer vochtig is.

Mist, *zeedamp*, in Zeeland ook *zeevlam* geheeten, zijn vormen van gecondenseerden waterdamp, op eene soortgelijke wijze als nevel, door afkoeling van de vochtige lucht, ontstaan.

Wanneer men dampkringslucht door watten filtreert en daardoor van de stofdeeltjes bevrijdt, heeft daarin geen nevelvorming plaats. Daaruit mag men besluiten, dat voor de nevelvorming, behalve eene met waterdamp verzadigde ruimte, ook dergelijke stofdeeltjes, die gelijk bl. 64 opgemerkt is, in menigte in de lucht voorkomen, noodig zijn. Vandaar ook de sterke nevels in plaatsen, waar veel fabrieken zijn b.v. Londen en andere fabriekstedeu.

Dauw noemt men den gecondenseerden waterdamp, wanneer hij zich als water aan de oppervlakte van voorwerpen afzet. Daar planten in den regel reeds eene lagere temperatuur bezitten en meer warmte uitstralen dan de onbegroeide grond, heeft de dauwvorming hierop inzonderheid plaats, en in 't algemeen worden die voorwerpen het sterkst bedauwd, welke gedurende de nachtelijke uitstraling het meest hunne warmte verliezen. Dauwvorming geschiedt voorts vooral bij eenen onbewolkten hemel, omdat de warmteuitstraling der aarde dan grooter is, en bij weinig wind, omdat de met waterdamp bezwangerde lucht dan niet weggevoerd en door meer droge vervangen wordt [1]).

---

[1]) Opmerkelijk is, wanneer 't dauwt, het verschil in temperatuur der lucht onmiddellijk aan de oppervlakte der aarde en een paar meters daarboven, dat verscheidene graden bedragen kan. De reden hiervan is de weinige beweging in de lucht, die met de aarde in onmiddellijke aanraking is; door hare meerdere zwaarte stijgt zij niet omhoog, en vermengt zich niet met de warmere lucht daarboven. De weinige beweging in de lucht verklaart ook de doodsche stilte in den nacht waarin 't dauwt. Des daags is dit geheel anders. De lucht, met de door de zon verwarmde aarde in aanraking komende, wordt warmer en daardoor lichter, stijgt naarboven en veroorzaakt eene voortdurende beweging in de luchtlagen, die wij op het vrije veld aan de eigenaardige golvingen op ver verwijderde voorwerpen, welke sterk door de zon beschenen worden, als dijken en daken, zoo dikwijls waarnemen.

Daalt de temperatuur der voorwerpen op aarde en van het onderste luchtlaagje beneden 0°, zoo treedt nachtvorst in, die wij dus onder dezelfde omstandigheden (bij een onbewolkten hemel en stil weer) te verwachten hebben. Tusschen den vochtigheidstoestand der lucht en nachtvorst is er ook eene zekere betrekking en wel in dezen zin, dat als de vochtigheidstoestand grooter is en dus het dauwpunt, dat is de temperatuur die een bevochtigde thermometer aanwijst, hoog gelegen is, er minder gevaar voor nachtvorst bestaat. Ook is, als het dauwpunt boven 0° gelegen, er minder nachtvorst te vreezen, omdat er bij het condenseeren van waterdamp warmte vrij wordt, die het verdere verlies door uitstraling kan dekken. Vindt men echter dat het dauwpunt kort voor zonsondergang beneden 0° is gelegen, dan kan als vrij zeker worden

Nevel- en dauwvorming gaan aan de oppervlakte der aarde dikwijls met elkander gepaard, *wolkenvorming* en *regen* daarentegen in de hoogere streken der atmosfeer. Worden namelijk de nevelblaasjes eener wolk sterker afgekoeld, dan wordt ook hier de gecondenseerde waterdamp vloeibaar en valt in druppels, als regen, neer.

De hoeveelheid regen, die op eenige plaats der aarde valt, wordt bepaald met een' regenmeter, dat is een opene bak van eene bepaalde oppervlakte. Het water, dat hierin opgevangen wordt, verzamelt zich in eene buis, onder aan den bak bevestigd. Door de opening, waardoor het water uit den bak toegang tot de buis heeft, nauw te nemen, wordt de verdamping zooveel mogelijk tegengegaan. Van tijd tot tijd, b.v. alle 24 uur, tapt men het water uit de buis af en meet het, of leest met behulp van eene peilschaal of drijver zijn' stand in de buis af. Wanneer dan tevens de oppervlakte van den bak bekend is, leert eene eenvoudige berekening, welke hoogte (gewoonlijk in millimeters uitgedrukt) het laagje water heeft, dat in 24 uur gevallen is, en door berekening, op gelijke wijze als dit voor de thermometer- en barometerwaarnemingen vermeld is, vindt men de hoeveelheid regen, die maandelijks en jaarlijks valt, en komt men tot eene juiste bepaling van normale regenhoeveelheden, van natte en droge maanden en jaren, van natte en droge streken enz.

De hoeveelheid regen toch, die er valt, is voor verschillende tijden en plaatsen zeer ongelijk. De nabijheid der zee, de richting van den wind, de hoogteligging eener streek, de aanwezigheid en de richting van bergketens, bosschen enz. oefenen hierop invloed uit. Terwijl het in de woestijn de Sahara, in sommige streken van Amerika (Peru, Bolivia) en elders zelden of nooit regent, valt er op andere plaatsen, in West-Indië b.v., niet zelden zooveel regen op één dag als hier te lande in een geheel jaar.

In ons land en in 't algemeen in Europa regent het vooral bij zuidwesten- en westenwinden, in 't oosten van Amerika vooral bij oostenwind. In beide gevallen toch is de lucht over den Oceaan gestreken en heeft veel waterdamp meegevoerd. Op bergen valt, door de sterkere afkoeling der lucht, meer regen dan in de dalen. Merkwaardig is daarom ook de invloed, dien bergketens op de hoeveelheid regen kunnen uitoefenen. Te Bergen, op de westkust van Noorwegen, valt jaarlijks minstens viermaal zooveel regen als in het aan de andere zijde van 't gebergte liggende Christiania. De vochtige zuidwestenwind, die daar vooral den regen aanvoert, wordt namelijk door de koude bergtoppen zoodanig afgekoeld, dat zijn waterdamp gecondenseerd

---

aangenomen, dat de thermometer in den volgenden nacht (altijd bij een helderen hemel enz.) tot dit punt zal dalen. Volgens Bebber is er alzoo nachtvorst te vreezen, als in den namiddag bij eene temperatuur van 14° 12° 10° 8° 6° 4° 2°
de droge en vochtige thermometer verschillen 5.8 4.9 4.0 3.1 2.3 1.5 0.1°
en de betrekkelijke vochtigheid hoogstens bedraagt 39 44 50 58 66 75 81°.

Volgens Wollny zijn de uitkomsten om op deze wijze nachtvorst te voorspellen onzeker, juist wegens het groote temperatuurverschil in de luchtlaag op 2 meter hoogte en de onderste luchtlagen, waarop hierboven gewezen is. Volgens hem kan er dus nachtvorst zijn, ofschoon het dauwpunt in de lucht op 2 meter hoogte niet beneden het vriespunt daalt, gelijk uit de hygrometerwaarneming zou volgen.

wordt en hij eerst daarvan beroofd, over 't gebergte henen strijkt. Bosschen zijn niet alleen van invloed op de hoeveelheid regen maar ook op de wijze, waarop hij op de aarde valt, en kunnen vooral door dit laatste in een bergland van grooten invloed zijn op de vruchtbaarheid van den grond. Zijn toch de toppen der bergen of ten deele hunne hellingen niet met bosch begroeid, dan spoelt het daarop vallende en daarvan afloopende regenwater den lossen bouwgrond tot op de onvruchtbare rotsen weg. Op eene met bosch begroeide helling daarentegen wordt de val van 't water gematigd en stroomt het meer regelmatig naar beneden.

Wegens de lagere temperatuur is de betrekkelijke vochtigheid der lucht in een bosch grooter en het verzadigingspunt eerder bereikt. Daaraan moet waarschijnlijk de vermeerdering van regen door bosschen worden verklaard en de regenvermindering die men op sommige plaatsen, waar vele bosschen geveld zijn, als op sommige West-Indische eilanden (St. Thomas, Curaçao) worden toegeschreven.

De gemiddelde hoeveelheid regen, in de 12 maanden des jaars, te Utrecht, volgens 40jarige waarnemingen (1849—1896) is in mM. hieronder opgegeven. Daarbij zijn tevens de grootste positieve afwijkingen en de grootste negatieve afwijkingen, die in die maanden zijn voorgekomen, met vermelding van het jaar wanneer, gevoegd.

Gemiddelde hoeveelheid regen in:

Dec.	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
61.2	48.9	44.4	44.5	37.9	49.4	54.8	75.4	81.1	66.0	73.0	59.4

Grootste positieve afwijkingen in:

1854	1877	1893	1859	1853	1869	1861	1865	1870	1876	1852	1890
88.7	51.6	88.3	61.1	68.8	83.7	79.4	109.4	92.4	76.3	142.4	58.7

Grootste negatieve afwijkingen in:

1890	1861	1857	1854	1893	1857	1893	1885	1871	1863	1861	1853
56.2	39.4	38.4	30.6	37.4	43.6	41.4	68.9	61.2	58.5	70.5	55.5

In een jaar is de gemiddelde hoeveelheid dus 696 mM. en gemiddeld per maand 58.1. Maart en April zijn de regenarmste, Juli en Augustus de regenrijkste maanden. De grootste afwijking kwam voor in October; want, terwijl er in die maand gemiddeld 73 mM. water viel, was deze hoeveelheid in 1852 $73 + 142.4 = 215.4$ mM. en in 1861 slechts $73 - 70.5 = 2.5$ mM.; alzoo een verschil van 212.9 mM. — In de eerste drie maanden des jaars was de afwijking het kleinst en bedroeg resp. 91.0, 92.5 en 91.7 mM.

De hoeveelheid gevallen regen kan dus in de verschillende maanden, het eene jaar bij het ander, nog al uiteenloopen. De jaarlijksche hoeveelheid kan 500 mM. en minder, maar ook 900 mM. en meer bedragen. Ook plaatselijk is er eenig verschil in de hoeveelheid. Van 1879—1888 bedroeg zij gemiddeld te Groningen 679.3, te Helder 654.8, te Amsterdam 675.8, te Vlissingen 627.1, te Maastricht 610.6, en gemiddeld van verscheidene plaatsen in ons land 682 mM.

Ter vergelijking voegen wij hierbij, dat de jaarlijksche gemiddelde hoeveelheid regen te Alexandrië 210 en te Astrachan slechts 140 mM. bedraagt; terwijl zij in vele tropische gewesten vele malen grooter, b.v. te Buitenzorg 4820, te Padang 4580 en te Cherrapunje (Hindostan) zelfs 12090 mM. is.

Niet alleen echter de hoeveelheid regen, maar ook het aantal regendagen achtereen of de duur van elken regen zijn dikwijls machtige factoren, die den landbouwer in zijne werkzaamheden ophouden.

Het aantal regendagen in een jaar bedraagt volgens waarnemingen te Utrecht ruim 200, maar wisselt af van 165 tot 250 dagen. Zondert men echter hiervan uit de dagen, waarop minder dan 0.5 mM. gevallen is, dan bedraagt het gemiddeld getal dagen over de jaren 1849—1879 slechts 160.

Soms regent het slechts een enkelen dag, soms meerdere dagen achtereen. Er bestaat echter meer kans, dat het twee of meer dagen achtereen zal regenen of droog zijn, dan dat de regen of droogte met één dag zal ophouden. Zulks blijkt uit de opgave op de volgende bladzijde, verkregen uit waarnemingen te Utrecht.

Laat ons ter vergelijking en ter verklaring de maand Augustus nemen. In deze maand is het in 30 jaren slechts 44 maal gebeurd, dat het op een zekeren dag regende en den volgenden dag niet, 36 maal dat het twee dagen achtereen regende, 15 maal drie dagen achtereen enz. Er waren dus:

44	regendagen	één	aan	één,
72	„	twee	„	twee,
45	„	drie	„	drie,
100	„	vier	„	vier,
45	„	vijf	„	vijf enz.

In 't geheel waren er 508 regendagen en daarvan slechts 44, waarop het den volgenden dag niet regende, 72 waarbij het telkens twee dagen achtereen regende enz., in October regende het zelfs eenmaal 30 dagen en tweemaal 26 dagen achtereen.

Hetzelfde geldt, ofschoon in mindere mate, van de droge dagen.

Deze tabel geeft ons tevens een beeld van de veranderlijkheid van 't weer, wat regen of droogte betreft, in de verschillende maanden.

Men ziet dat het in de wintermaanden zelden een 14 dagen achtereen droog is; meer kans op langdurige droogte is er in April en in October; maar daar tegenover staat dat in deze maanden ook soms lang aanhoudende regens voorkomen.

De hoeveelheid regen, die er bij een enkelen regenbui of op een enkelen regendag valt, is zeer ongelijk.

Als het in Augustus één uur regent, valt er dikwijls meer water, dan wanneer 't in Januari een dag regent. De reden hiervan moet gezocht worden in de grootere hoeveelheid waterdamp, die de lucht dan wegens de hoogere temperatuur kan bevatten. Volgens het lijstje op bl. 90 toch bevat de lucht, die met waterdamp verzadigd is, bij eene temperatuur van 18° C. in 1 M³ 15.3 gram waterdamp. Wordt deze uu afgekoeld tot 16° C., dan moet noodzakelijk 15.3 — 13.7 = 1.6 gram gecondenseerd worden. Daalt daarentegen de temperatuur eener met waterdamp verzadigde lucht b.v. in den winter van 6 tot 4° C., dan wordt slechts 7.7 — 6.9 = 0.8 gram, dus slechts de helft gecondenseerd.

Regens, waarbij er 20 mM. water, dat is 20 liter op den vierkanten meter, valt, zijn in ons land niet zeldzaam, ja er zijn regens waargenomen, die in een etmaal 50 tot 70 mM. water leverden. Om een juister denkbeeld te

VAN 1 DEC. 1848—6 JAN. 1879. — AANTAL MALEN, DAT HET 1, 2, 3, N-DAGEN ACHTEREEN TE UTRECHT

GEREGEND HEEFT.

Dagen.	Dec.	Jan.	Febr.	Maart.	April.	Mei.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Aantal.
1	43	45	43	42	55	49	63	61	44	42	42	33	562
2	29	27	30	27	30	27	30	36	36	28	21	32	353
3	25	24	13	23	8	18	16	16	15	15	16	15	204
4	13	30	19	6	15	17	14	17	25	11	12	20	199
5	8	5	10	8	3	14	8	10	9	8	4	8	95
6	13	4	5	10	3	6	7	7	6	12	3	7	83
7	4	7	9	9	8	8	3	4	7	3	6	7	75
8		5	3	2	4	3	3	2	2	3	3	2	32
9	6	6	1	2	2	1	2	5	1	4	3	4	37
10	3	1	4	1	1	2	2	2	1	2	3	1	23
11	2	2	1	2	3			1	2	1	1	2	17
12	3	2		2		1		1		2	1	4	16
13	2			1	2			1		1	1		8
14	1		1	1		1			1	2	3	2	12
15		1		1				1	2			1	6
16		2		1	1				1				5
17	1	1	2	1		1		2		2		2	10
18			1								1	1	4
19		1					1						3
20													
21			1				1						2
22					1						1		2
23													
24													
25													
26											2		2
27													
28												1	1
29													
30											1		1
													1752

DROOG IS GEWEEST.

Dagen.	Dec.	Jan.	Febr.	Maart.	April.	Mei.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Aantal.
1	73	87	63	65	56	60	66	82	77	62	58	66	815
2	32	40	28	31	27	22	23	33	26	38	20	27	347
3	21	9	14	20	14	22	21	20	19	16	13	24	213
4	7	5	13	9	12	12	13	8	8	6	8	12	113
5	5	8	6	7	9	7	5	5	5	5	7	4	73
6	5	2	3	4	4	7	11	2	6	4	5	2	55
7	5	1	4	3	6	5	3	5	3		4	1	40
8	1	3	1	1	3	5	1	2	1	1	3	1	23
9	1	3	2		2	2	3	3	2	5	1	2	26
10		2	1	3	2	2			3	1	1	1	16
11	1	1		1	2		3	1	1	1	2	1	14
12					2				1				3
13	1				1	1			1				3
14								1					1
15						1	2						3
16													
17					1			1		1			3
18				1								1	2
19								2			1		3
20						1					1		2
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29											1		1
30													
													1756

geven van die hoeveelheid, zij hier herinnerd, dat 1 mM. regenhoogte gelijk staat met 10 000 liter per hectare. In de vermelde voorbeelden viel er dus 500 000—700 000 liter water in een etmaal op de hectare.

Ter beoordeeling van de kans op regen moeten verder de windrichting, de daarmede vaak samenhangende hoogere of lagere barometerstand en de vochtigheidstoestand der lucht worden waargenomen. Volgens waarnemingen te Utrecht regent het ongeveer 4 maal vaker bij winden die van het zuiden tot noordnoordwest waaien dan bij winden uit het noorden tot zuidzuidwesten komende. Verder werd opgemerkt, dat de wind bij de meeste regens draait en wel meestal met de zon, behalve als het uit het noorden of oosten regent; dan is er nagenoeg evenveel kans dat hij krimpt, dan dat hij ruimt. Niet zelden is de wind, als het regent, wankelend, dat is: draait hij nu rechts dan weer links. Een en ander bewijst de stelling „dat de wind eigenlijk den regen niet aanvoert, maar maakt door vermenging van den komenden luchtstroom met de lucht die aanwezig was of doordien verschillende luchtstroomen afwisselen." Daarom wordt te Utrecht de windrichting vóór, onder en nà het vallen van den regen opgeteekend en nu die regen als door die winden voortgebracht beschouwd. Blijft de windrichting onveranderd, dan moet het volgens het gevoelen, in bovenstaande stelling uitgedrukt, niet regenen dan alleen doordien op eene andere wijze een weinig water gecondenseerd wordt of doordien twee verschillende luchtstroomen boven elkander heenstrijken (waarvan de windvaan in de onderste luchtlagen niets merkt) en bij dit strijken gedeeltelijk langs elkander schuiven en elkander doordringen. Dan moet dus, gelijk de waarnemingen ook hebben geleerd, steeds weinig regen vallen. In de andere gevallen, waarbij verandering van windrichting waargenomen wordt, is die hoeveelheid grooter. Of er meer regen zal vallen als de wind krimpt of ruimt, hangt af van de streken van den horizon, waaruit de wind vóór den regen waaide, òf hij een vochtigen, kouden ter linker- of ter rechterzijde heeft enz. Door vermenging van een warmen vochtigen wind met een kouden zal b.v. regen kunnen ontstaan; wanneer een vochtige koude wind met een drogen en warmen wind in aanraking komt, de lucht kunnen opklaren.

Wanneer de waterdamp plotseling beneden 0° C. afkoelt, neemt het water den vasten toestand, dien van *sneeuw* of *hagel*, aan. *Sneeuw* bestaat uit kleine ijskristallen, die in kleinere of grootere hoopjes vereenigd, op de aarde vallen, hagel uit ijskristalletjes, tot witte ondoorschijnende korrels aaneengebakken (winterhagel) of uit eene doorschijnende massa (zomerhagel). Evenals het vermengen van luchtstroomen dikwijls regen doet ontstaan, op dezelfde wijze veronderstelt men, dat er bij sterkere afkoeling van vochtige lucht door een kouden luchtstroom sneeuw of hagel gevormd wordt. Het laatste heeft in de gematigde luchtstreek evenwel slechts in het koudere jaargetijde in de benedenste luchtlagen plaats. In de bovenste koudere luchtlagen wordt in alle tijden van 't jaar en in alle hemelstreken sneeuw of hagel gevormd. 's Zomers en in de heete luchtstreek gedurende het geheele jaar smelt de sneeuw, wanneer zij de benedenste luchtlagen bereikt. Alleen grootere ijsbrokken, gelijk er niet zelden bij onweersbuien gevormd worden, vallen ook in den zomer op aarde.

Water in den vorm van sneeuw viel er te Utrecht, volgens waarnemingen van 1849—1862, in alle maanden, behalve in Juni, Juli, Augustus en September; in Mei en October is die hoeveelheid zeer gering (in 14 jaar respectievelijk 2.8 en 0.1 mM.), in Februari het grootst (in 14 jaar 133.7 mM.). In laatstgenoemde maand kwamen ook de meeste sneeuwbuien voor.

Hagel viel er volgens diezelfde waarnemingen in alle maanden van 't jaar. Van de 136 hagelbuien kwamen 32 in den winter, 73 in de lente (43 in April alleen), 10 in den zomer en 21 in den herfst voor. De hagelbuien van den zomer, die dikwijls vergezeld gaan van onweer, zijn de meest gevreesde. Want de meestal doorschijnende hagelsteenen, — soms van de grootte van een duive- of hoenderei, — die dan vallen, veroorzaken niet zelden aanzienlijke schade aan de landbouwgewassen, vooral aan tabak, boekweit, koolzaad enz. De uitgestrektheid eener hagelbui is zeer verschillend. Evenals vele regenbuien in den zomer, trekt zij langs eene bepaalde streek, of met andere woorden: zij heeft eene veel grootere uitgestrektheid in de lengte dan in de breedte.

Het water, dat in den vorm van regen, sneeuw of hagel valt, stroomt deels *van* of *door* den grond in rivieren, kanalen, slooten enz., deels blijft het in den grond terug. Uit de rivieren, kanalen enz. stroomt het voor een deel naar zee, voor een ander deel verdampt het. Omgekeerd wordt soms zeewater (of boezemwater, waarover later) ingelaten om het in de kanalen voor de scheepvaart en in de slooten als schuttingsmiddel op de vereischte hoogte te houden. Het water, in den grond terugblijvende, verdampt van hieruit rechtstreeks, of wordt door de planten opgenomen en verdampt langs deze in de lucht, tenzij het in de planten achterblijft.

Jaarlijks verdampt er dus eene zekere quantiteit water. Bepalingen worden dienaangaande wel gedaan, maar aangezien deze slechts betrekking hebben op de verdamping uit eene opene schaal en in de natuur niet slechts water uit kanalen, slooten enz., maar ook uit den grond verdampt, en deze verdamping zeer verschillend is, alnaarmate de grond droog of vochtig, warm of koud is enz., — zie later onder het vochtbehoudend vermogen van den bouwgrond — kan geene opgave van de absolute quantiteit gedaan worden en moeten wij, met verwijzing naar hetgeen bl. 80 en volg. aangaande de verdamping gezegd is, ons tot het volgende bepalen.

De verdamping houdt, behalve vele afwijkingen door den vochtigheidstoestand der lucht en den heerschenden wind veroorzaakt, ongeveer gelijken tred met de temperatuur. 's Zomers en des daags verdampt er meer water dan 's winters en in den nacht. De poreuze bouwgrond en vele andere stoffen nemen zelfs des nachts, — en bij vochtig weer des daags ook, — door hare hygroscopiciteit (vochtaantrekkend vermogen) vocht uit de lucht op. Ook dauw en nevel veroorzaken naast regen, sneeuw en hagel, dat de bouwgrond vergoeding voor het verdampte water ontvangt. Uit waarnemingen, hier en elders gedaan, is gebleken, dat de hoeveelheid water die van eene watervlakte jaarlijks verdampt per M^2 ruim zoo groot is als de hoeveelheid regen die op dezelfde vlakte valt — van Maart tot September is de verdamping grooter, in de overige maanden valt er meer regen — en aangezien het o.a. uit waarnemingen van v. d. Ster te Helder, verder gebleken is, dat uit den met planten begroeiden grond meer water verdampt dan van eene vrije watervlakte, zoo

volgt hieruit dat vooral de bouwgrond op eene andere wijze vergoeding voor het verdampte water moet ontvangen. Men dient echter in aanmerking te nemen, dat met bijna elken regen het water eener sloot b.v. niet alleen vermeerdert door hetgeen er rechtstreeks invalt, maar ook door hetgeen er van den grond af instroomt. De rivieren ontvangen bovendien water van elders. En de bouwlaag ontvangt niet alleen door regen enz. uit den dampkring, maar ook uit den ondergrond en deze uit de omringende wateren of van hooger gelegen gronden vergoeding voor het verdampte.

6. Eenige andere verschijnselen in den dampkring.

a) *Electrische verschijnselen. Het onweer.* Het verschijnsel, dat men *onweer* noemt, wordt veroorzaakt door electriciteit. Uit de waarnemingen, die dagelijks, in ons land te Utrecht en te Helder, omtrent den electrischen toestand van den dampkring worden gedaan, blijkt, dat de dampkring bijna altijd electrisch is en wel meestal positief, slechts zelden negatief. Tusschen dit electrisch zijn, gelijk het met bepaalde, daarvoor uitgedachte, toestellen waargenomen wordt, en de electrische werkingen, welke zich bij het onweer voordoen, heeft men echter nog geenerlei verband kunnen ontdekken. Want juist in den tijd, dat de lucht het minst sterk electrisch is (des zomers), komen de meeste onweders voor, 's winters en vooral bij mistig weer, als het zelden of nooit onweert, is zij het sterkst electrisch. Ook omtrent het ontstaan van de luchtelectriciteit is men nog in het onzekere. Eensdeels heeft men hare vorming trachten te verklaren door de verdamping van water en door den plantengroei, anderdeels verband meenen te bespeuren tusschen hare vorming en de condensatie van waterdamp.

Wanneer men een toestel, waarop electriciteit, hetzij positieve, hetzij negatieve is opgehoopt, b.v. den conductor eener electriseermachine, ontlaadt, dat is zijne electriciteit met de tegenovergestelde op een ander voorwerp, b.v. die onzer hand, doet vereenigen, dan springt er met een knal eene vonk over. Die vonk is des te schitterender en die knal des te heviger, naarmate de hoeveelheid opgehoopte electriciteit grooter is. Hetzelfde verschijnsel, maar op eene veel grootschere wijze, vertoont zich bij het onweer: de bliksem is de vonk, de donder de knal van de ontlading der onweerswolk. Aangezien de voortplanting van het licht zeer snel geschiedt, mag men aannemen, dat de bliksem op denzelfden tijd gezien wordt, als hij ontstaat. Anders is dit het geval met den donder. Het geluid heeft éene secunde noodig om eene ruimte van 330 meter te doorloopen of 16 secunden voor 5280 meter. Aangezien nu 5555 meter gelijk één uur gaans is, mag men aannemen, dat, wanneer er 16 à 17 secunden verloopen tusschen het zien van den bliksem en het hooren van den donder, het onweer ongeveer één uur van ons verwijderd is, of bij 8 secunden een half uur, bij 4 secunden een kwartier. De donder kan blijkens gedane waarnemingen op geen grooteren afstand gehoord worden dan 3 à 4 uur. De bliksem is op veel grooteren afstand zichtbaar. Bliksemt het echter achter eene wolk of op verren afstand, dan ziet men de stralen niet rechtstreeks, maar alleen het *weerlichten*. Een dergelijk weerlichten zonder donder wordt ook dikwijls hoog in de lucht waargenomen en toegeschreven aan het ontladen der electriciteit in de daar aanwezige ijle lucht, evenals zulks

geschiedt, wanneer men in eene buis, waaruit de lucht gepompt is, met behulp van eene electriseermachine eene vonk laat overspringen.

Het overspringen van de groote electrische vonk, den bliksem, geschiedt tusschen twee wolken of tusschen eene wolk en een voorwerp op aarde. In het laatste geval zegt men, dat de *bliksem inslaat.*

De uitwerkselen van het inslaan van den bliksem zijn bekend; houten en andere brandbare voorwerpen ontbranden, metalen worden gesmolten, muren, boomen enz. gespleten, menschen en dieren gedood enz. Slaat de bliksem ergens in een zandigen grond, dan heeft men dikwijls waargenomen, dat eene buis van aanzienlijke, soms 10 meter lengte daarin geboord werd, wier wand, uit aaneengebakken zandkorrels bestaande, als verglaasd was.

Hoog uitstekende, spits toeloopende voorwerpen (kerktorens, masten van schepen en hooge boomen) worden het meest door den bliksem getroffen. Daarom is het altijd gevaarlijk bij of onder dergelijke voorwerpen eene schuilplaats te zoeken, als het onweert. Ook dient men zich verwijderd te houden van metalen voorwerpen als kachels en van stroomend of van neervallend water, van dakgoten en andere uitstekende kanten en hoeken.

De eigenschap der electriciteit, van door de metalen goed geleid te worden, past men toe bij de bliksemafleiders. Op het hoogste gedeelte van het gebouw wordt één of worden eenige metalen spitsen geplaatst en deze door metalen draden of kettingen met de vochtige aarde, b.v. in eene gracht of sloot, in geleidend verband gebracht. Is deze metaalgeleiding overal goed — en hierop dient men vooral te letten — dan vereenigt de electriciteit der aarde zich langs den draad met die der onweerswolk, zonder eenige schade aan het gebouw te veroorzaken, in plaats van zijnen weg door het gebouw, van het eene goed geleidende voorwerp op 't andere, door muren en balken enz. te nemen en daardoor deze te doen ontbranden en gene te doen springen en allerlei andere schade of onheil te veroorzaken.

Houdt men bij eene geladene electriseermachine eene spitse punt, dan springt in den regel geene vonk over; maar vloeit de electriciteit onder den vorm van een zacht licht als 't ware uit. Iets dergelijks wordt met betrekking tot de luchtelectriciteit nu en dan waargenomen. Van torenspitsen, de masten van schepen, de ooren van paarden en andere voorwerpen ziet men soms licht uitstralen. 't Verschijnsel is het meest bekend onder den naam van St.-Elmsvuur en 't vertoont zich bij onweer en natuurlijk bij nacht het sterkst.

De verschijnselen, die een onweer gewoonlijk voorafgaan en bij het opkomen worden waargenomen, zijn bekend. Hevige stortregens gaan meestal, hagelbuien niet zelden met het onweer gepaard. Ook water- of windhoozen, waarbij de wind evenals bij de cyclonen der keerkringen eene draaiende beweging heeft, en waardoor het ontstaan van de eigenaardige kegelvormige wolken wordt verklaard, vergezellen een onweer soms. Na een onweer ontstaat dikwijls koude, die meestal een gevolg eener andere windrichting is. Neemt men daarbij in aanmerking dat de lucht vóór het onweer meestal warm en vochtig en daardoor drukkend is, dan komt men tot het besluit, dat vermenging van luchtstroomen van zeer verschillende temperatuur de naaste oorzaak van het onweer is. Hebben er b.v. gedurende den zomer een tijdlang zuiden- en zuidwesten- of zuidoostenwinden gewaaid, dan wordt eene groote massa waterdamp in de lucht opgenomen. Valt hierin een koudere luchtstroom, b.v. uit de hoogere luchtlagen, dan wordt de waterdamp snel gecondenseerd; er worden wolken gevormd en de electriciteit der lucht, zich op die wolken ophoopende, krijgt eindelijk zulk eene groote spanning, dat zij van de eene op de andere wolk of op de aarde in den vorm eener bliksemstraal overspringt.

De meeste onweders komen voor in de heete luchtstreek; in den tijd der windstilte als eene warme vochtige luchtmassa naarboven stijgt, onweert het hier bijna dagelijks. In de gematigde luchtstreken zijn zij minder talrijk en hoofdzakelijk tot de zomer-

maanden beperkt. Van de 100 onweders hier te lande vallen er ongeveer 80 in de maanden April—September. Verder naar het noorden worden zij nog zeldzamer en het veelvuldigst in het koude jaargetijde.

Verder is waargenomen dat de meeste onweders voorkomen in de namiddaguren, en dat in de 80 van de 100 gevallen de barometer te laag en slechts 20 keer te hoog stond. Bij eene positieve afwijking van den barometerstand is dus slechts zelden een onweer te verwachten. Buys Ballot geeft als regel, dat het nimmer op een' dag onweert, waarop des morgens de barometer boven 765 mM. stond.

In welke richting de onweders gewoonlijk opkomen, hoelang zij duren en in welke richting ze aftrekken, is, naar het schijnt, plaatselijk verschillend. Aan de zeekusten is men van gevoelen, dat ze naar zee, aan de rivieren, dat ze langs deze trekken. Let men op de windrichting vóór, tijdens en ná het onweer, dan is die, in overeenstemming met den lageren barometerstand, meestal aequatoriaal. Na het onweer heeft de wind echter in den regel geruimd.

Onweders, in den winter en in 't voorjaar voorkomende, acht men gevaarlijker — en de statistiek bewijst dat dit zoo is, — dan de onweders van den zomer. Bekend is vooral het onweer van den 19 Februari 1860, waarbij de bliksem op verschillende plaatsen in Friesland en Noord-Holland insloeg en in België niet minder dan 20 kerktorens trof.

b. *Lichtverschijnselen.* De zon is niet alleen de hoofdbron van de warmte, maar ook van het licht op aarde. Ook het licht is voor de meeste gewassen onmisbaar. Terwijl aarde en lucht de grondstoffen leveren, waaruit eene plant wordt opgebouwd, zijn licht en warmte hare onzichtbare bouwmeesters. Evenals veel of weinig warmte een' machtigen invloed uitoefenen op het plantengebouw, dat hier of daar verrijst, hangt het dikwijls ook van veel of weinig licht af, welke gedaante of welke samenstelling eene plant zal verkrijgen. Licht en warmte zijn trouwens zeer nauw verwante krachten of eigenaardige trillingstoestanden van eene stof, die men veronderstelt overal aanwezig te zijn, den aether. Terwijl echter, gelijk wij gezien hebben, de warmte in den dampkring eene menigte verschijnselen veroorzaakt, die op het klimaat van een land grooten invloed uitoefenen, is dit met het licht niet of in veel mindere mate het geval. Eene korte aanduiding van eenige lichtverschijnselen moge hier daarom voldoende zijn.

Wij mogen aannemen, dat de hoeveelheid licht, welke de zon uitstraalt, steeds dezelfde is. Alleen van den stand der aarde ten opzichte van de zon en van den toestand des dampkrings hangt het af, hoeveel licht eene plaats aan de oppervlakte der aarde bereikt. Evenals de warmtestralen worden namelijk de lichtstralen in meerdere of mindere hoeveelheid door den dampkring geabsorbeerd, en aangezien de weg, dien zij door den dampkring moeten afleggen, nu eens langer, dan korter is, aangezien de lucht nu eens met waterdamp bezwangerd, dan weer droog, nu eens bewolkt dan helder is, bestaat er ook groot verschil in de hoeveelheid licht, die eene plaats jaarlijks ontvangt.

Maar wat is eene warmtestraal, wat eene lichtstraal? Wanneer men in een donker vertrek een' bundel zonnestralen op een glazen prisma laat vallen, dan neemt die bundel, door het prisma gaande, eene andere richting en een' anderen vorm aan. Plaatst men achter het prisma een scherm en vangt de gebroken zonnestralen hier op, dan ziet men eene min of meer breede streep, die de verschillende kleuren van den regenboog vertoont: rood, oranje, geel,

groen, blauw, indigo en violet. Een thermometer, in deze verschillende kleuren geplaatst, stijgt in het rood het meest, maar nog meer wanneer men hem buiten de gekleurde streep naar de zijde van het rood houdt. In het indigo en 't violet rijst hij slechts weinig; deze stralen bezitten dus weinig warmte, maar oefenen daarentegen veel scheikundige werking uit, welke werking ook nog buiten de violette kleur wordt waargenomen. De witte zonnestralen zijn dus niet alle van dezelfde soort. Zij zijn wel alle breekbaar, maar niet alle evenveel. Want juist daardoor vallen zij, door een prisma gaande, uiteen. Evenals er rood, wit enz. gekleurde lichtstralen zijn, zijn er ook verschillende warmtestralen: warmtestralen, die geen licht, warmtestralen die tevens rood, geel enz. gekleurd licht geven. De donkere warmtestralen zijn het minst breekbaar en wijken daarom, door een prisma gaande, ook het minst van haren weg af; dan volgen de roode, oranje, gele, groene, blauwe, indigo en violette lichtstralen en eindelijk nog stralen, die geene warmte en ook geen licht geven, maar wel scheikundige werking uitoefenen. Uit de vereeniging van de verschillend gekleurde lichtstralen ontstaat weder wit licht. Ontbreekt er een van, dan heeft men gekleurd licht. De donkere warmtestralen worden, zie bl. 70, het meest door den dampkring geabsorbeerd, de scheikundige stralen volgens Bunsen en Roscoe niet evenredig met de andere daardoor opgeslorpt.

De voorwerpen op aarde stralen nu eens deze dan gene stralen uit. Eene kachel b.v., die verwarmd is zonder gloeiend te zijn, straalt donkere warmtestralen uit; is zij roodgloeiend, dan worden er ook roode en, zoo zij witgloeiend is, ook de andere lichtstralen door haar uitgestraald. Een geel gekleurd voorwerp straalt hoofdzakelijk gele lichtstralen uit, een groen gekleurd glas laat alleen de groene lichtstralen door, enz. Wij kunnen hier in geene nadere bijzonderheden treden aangaande de lichtverschijnselen in het algemeen, maar moeten daarvoor naar de leerboeken der Natuurkunde verwijzen. Deze en gene hoofdbegrippen zijn echter noodig voor het begrijpen van de verschijnselen, die wij hier in het kort zullen aanduiden.

1. *De regenboog.* Evenals het witte zonlicht door een glazen prisma in zijne zeven kleuren wordt ontbonden, geschiedt dit ook door de regendruppels bij het verschijnen van een' regenboog. Een regenboog ontstaat daarom ook alleen dan, wanneer het regent, en kan door ons alleen dan worden waargenomen, wanneer de regenbui aan deze en de zon aan gene zijde van ons zich bevinden. De gekleurde lichtstralen worden namelijk tevens door de regendruppels teruggekaatst en vallen zoo in het oog. Hoe lager de zon nu aan den horizon staat, hoe grooter de boog is, en omgekeerd. Bevindt de zon zich echter hooger dan $41\frac{1}{2}$ graden boven den horizon — gedurende een groot gedeelte van 't jaar is dit op den middag steeds het geval — dan valt de boog beneden den horizon en kan hij door ons niet worden waargenomen.

2. *Kringen en kransen om zon en maan. Bijzonnen en bijmanen.* Een eigenaardig lichtverschijnsel in den dampkring vormen ook de kringen, die men niet zelden, bij een' eenigszins bewolkten hemel, rondom de zon of maan waarneemt. Aan de binnenzijde rood en aan de buitenzijde violet gekleurd, ofschoon meestal niet zoo schitterend als de regenboog, beschrijven zij een' cirkel met een' straal van 22° tot 23° of soms het dubbele van deze

longte. Soms wordt de kring ter weerszijden van zon of maan en op dezelfde hoogte als deze boven den horizon door eene lichte streep doorsneden; daardoor ontstaat op de doorsnede een beeld, dat eenigszins op de zon of de maan gelijkt en daarom *bijzon* of *bijmaan* genoemd wordt. Loodrecht boven de zon of maan wordt dan, door aanraking van een gedeelte van een tweeden cirkel aan de eerstgenoemde veeltijds eene derde bijzon of bijmaan waargenomen. Men verklaart deze lichtverschijnselen door aan te nemen, dat in de hoogere luchtlagen eene menigte ijskristalletjes zweven, die evenals een glazen prisma of de regendruppels het licht ontleden. Terwijl de aanwezigheid van ijs in de hoogere luchtlagen er op wijst, dat het daar koud wezen moet, is het niet onbelangrijk, dat uit een onderzoek van Dr. Kreeke gebleken is, dat eenige dagen na het verschijnen van een' kring de temperatuur vaker daalt dan rijst, en bestaat er dus na het verschijnsel meer kans op koud dan op warm weer. De koude is het eerst te verwachten indien de witte verticale of horizontale ring (bijzon of bijmaan) ontstaat, omdat die alleen wordt waargenomen als de ijskristalletjes dalen en daardoor voor een groot deel evenwijdig aan elkander zijn. Met de kringen moeten niet verward worden de *kransen* om zon en maan en die men om ieder licht ziet, dat door een beademd glas beschouwd wordt. De kransen worden dan ook veroorzaakt door den gedeeltelijk gecondenseerden waterdamp der lucht.

Een kring om de zon, den 15 April 1849 te Utrecht en elders in ons land en omstreeks dien tijd ook op andere plaatsen in Europa waargenomen, werd wel van zeer buitengewone verschijnselen in den dampkring gevolgd. Den 18 April begon het namelijk te Utrecht te sneeuwen, dat tot den 20sten aanhield, en eveneens heerschte er een sneeuwstorm in een groot gedeelte van het overige Europa. De temperatuur daalde aanmerkelijk, in Frankrijk zelfs zoo, dat de vijvers van het paleis der Tuileriën met ijs bedekt en de veldgewassen grootendeels vernield werden.

3. *Het flikkeren der sterren.* Ook tusschen het flikkeren der vaste sterren — de planeten vertoonen het verschijnsel niet — en de weersgesteldheid in de naaste toekomst meenen vele waarnemers eene bepaalde betrekking gevonden te hebben. Volgens Montigny neemt het flikkeren altijd toe, als er regenachtig weer in aantocht is, en kan men daaruit reeds eenige dagen vooraf regen voorspellen. Na den regen vermindert het flikkeren.

4. *Kleur der lucht. Morgen- en avondrood. Wolken.* De blauwe kleur van den hemel of het uitspansel boven ons schrijft men toe aan de eigenaardige werking, die de waterdamp op het licht uitoefent, en waardoor slechts de blauwe lichtstralen worden teruggekaatst. Ook de roode kleur der lucht in het oosten, eenigen tijd vóór en in het westen, nà den ondergang der zon, bekend onder den naam van *morgen-* en *avondrood*, wordt door den waterdamp, die echter eenigszins gecondenseerd moet zijn, veroorzaakt. Beziet men de zon door den stoom, die uit de veiligheidsklep eener locomotief ontsnapt, dan kan hetzelfde rood worden waargenomen. Het avondrood wordt als eene voorbode van mooi weer, het morgenrood als eene regenbode beschouwd. In beide gevallen bevat de lucht waterdamp, die echter bij het avondrood ten deele tot waterbolletjes gecondenseerd is, ten gevolge van de warmteuitstraling der aarde, maar bij het morgenrood verdicht blijft, niettegen-

staande de zon de aarde en daardoor ook de lucht verwarmt. De meerdere warmte is niet in staat om de waterbolletjes, welke de kleur veroorzaken, weder in onzichtbaren damp te doen overgaan; integendeel de lucht betrekt niet zelden en er volgt regen.

Hoe dikker de luchtlaag is, des te meer licht wordt door den dampkring geabsorbeerd en des te grauwer wordt de kleur des hemels. Wij kunnen daarom de zon bij haren op- en ondergang, zonder dat het ons hindert, aanzien; op den vollen middag, vooral in den zomer, is ons dit niet mogelijk. De hoeveelheid licht, die wij van de zon ontvangen, is overigens afhankelijk van de *helderheid* des hemels, dat is, van de af- of aanwezigheid van wolken, aangezien deze de zonnestralen verstrooien en ze verhinderen rechtstreeks de aarde te bereiken. Ter beoordeeling van het weer en het klimaat is het dus ook van belang de helderheid der lucht in aanmerking te nemen. Bij gebrek aan een geschikt hulpmiddel om deze te bepalen, wordt zij gewoonlijk geschat, b.v. van 0 tot 10 graden. Een geheel betrokken lucht duidt men dan aan door 0, eene geheel heldere lucht door 10; eene voor de helft met wolken bedekte lucht door het cijfer 5.

Volgens de schattingen 's middags om 2 uur te Utrecht van 1850—1889 is de helderheid van den hemel gemiddeld in December het geringst en neemt vervolgens toe tot April en Mei, is in Juni weer geringer, neemt daarna weer toe tot September om van af dezen tijd tot December weder af te nemen, gelijk uit onderstaande opgave blijkt.

Geschatte helderheid over 1850—1889, in elke maand om 2 uur te Utrecht.

Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
3.5	3.7	4.2	4.6	4.8	4.5	4.6	4.6	4.7	4.2	3.7	3.3

In den loop van een' dag is de lucht gemiddeld het helderst 's avonds omstreeks 10 uur, het minst helder des voormiddags te 10 uur. In alle maanden blijft de gemiddelde helderheid beneden 5; zoodat de wolkenbedekking de overhand heeft.

Daar bij eene met wolken bedekte lucht de warmtestralen, die van de aarde uitgaan, worden teruggekaatst, daalt de temperatuur in den winter nooit zoo laag bij een bewolkten als bij een helderen hemel. Daarentegen verhindert een bewolkte hemel, dat de zonnestralen tot de aarde doordringen en blijft het inzonderheid in den zomer des daags kouder, dan wanneer hij helder is. Bij eene bewolkte lucht in den namiddag en den nacht blijft het langer warm, of met andere woorden: het verschil in temperatuur tusschen dag en nacht is bij eene bewolkte lucht minder groot dan bij eene heldere.

Van grooten invloed op de bewolking of de helderheid der lucht is de windrichting. Westen- en zuidwestenwinden voeren hier veelal de wolken aan. Vooral worden wolken gevormd, wanneer deze warme en vochtige winden zich met koudere polaire luchtstroomen ongeveer op onze breedte vermengen. De wolkenvorming is dan een gevolg van de afkoeling van den eersten door den laatstgenoemden luchtstroom. Eene ontmoeting van dergelijke luchtstroomen in de onderste luchtlagen veroorzaakt 's winters niet zelden mist. Krijgt de koudere stroom de overhand, dan klaart de lucht op en volgt er soms vorst; in zoover kan nevel of mist als een voorbode van vorst beschouwd worden. Op gelijke wijze ontstaan de minder zware wolken, aan onze kusten onder

den naam van zeedampen bekend, wanneer de koudere zeewind met den warmeren landwind gemengd wordt of omgekeerd.

West- en zuidwest gerichte winden gaan dus veelal met eene vochtige en bewolkte lucht gepaard, de tegenovergestelde met een' helderen hemel en eene drogere lucht. Zulks blijkt het duidelijkst uit de volgende

WINDROOS.

VOOR DEN VOCHTIGHEIDSTOESTAND. | VOOR DE HELDERHEID DER LUCHT.

VOLGENS WAARNEMINGEN TE UTRECHT VAN 1849—1868.

Wind.	Winter.	Lente.	Zomer.	Herfst.	Winter.	Lente.	Zomer.	Herfst.
Noord	82.9	61.4	63.6	70.1	3.4	**4.9**	**5.2**	4.4
NNO.	**84.4**	**63.1**	62.3	72.8	3.2	**4.9**	**6.2**	**4.8**
NO.	83.7	59.6	60.4	72.6	**4.1**	**5.4**	**6.3**	**5.2**
ONO.	80.6	54.1	59.0	72.4	**4.8**	**5.7**	**5.7**	**5.4**
Oost	78.9	54.1	52.0	67.9	**4.8**	**5.7**	**6.5**	**6.8**
OZO.	78.0	46.1	59.9	68.5	**5.9**	**6.5**	**5.8**	**6.0**
ZO.	78.5	51.3	53 4	72.8	**5.6**	**6.2**	**6.1**	**5.5**
ZZO.	83.6	56.8	59.4	**77.4**	**4.5**	**5.9**	**5.6**	**5.0**
Zuid	**85.9**	**63.5**	**65.4**	**77.1**	3.4	4.5	3.8	4.2
ZZW.	**87.6**	**67.2**	**67.3**	**78.3**	2.4	3.5	3.6	3.5
ZW.	**87.7**	**66.3**	**66.7**	**79.2**	2.3	3.3	3.7	3.4
WZW.	**68.5**	**70.4**	**66.3**	**78.2**	2.9	3.5	4.2	3.3
West	83.8	**66.9**	**67.0**	**74.7**	3.4	3.9	3.9	4.1
WNW.	80.7	**65.3**	**67.1**	**77.0**	3.7	3.8	4.0	3.7
NW.	78.5	**65.7**	**65.8**	**77.7**	**4.2**	3.9	3.7	3.9
NNW.	78.9	**65.9**	**65.7**	**73.3**	**4.2**	4.6	4.4	4.4
Gemidd.	83.8	62.4	65.0	75.8	3.7	4.8	4.9	4.4

Men ziet uit de vette cijfers, die den vochtigheidstoestand en de helderheid boven het gemiddelde aanwijzen, dat deze twee windrozen eene sterke tegenstelling met elkander vormen. Terwijl de lucht het meest vochtig is bij winden, die van de zuid- en westzijde van 't kompas waaien, is zij als een gevolg daarvan dan het minst helder. Daar, gelijk bl. 90 opgemerkt is, de verdamping van 't water zeer afhankelijk is van den vochtigheidstoestand der lucht, ligt het voor de hand, dat die bij winden, van de noord- en oostzijde van 't kompas waaiende, grooter zijn zal, dan bij die, welke van de zuid- en westzijde opkomen. Met het heerschen van een' oosten- of daaromtrent waaienden wind, gaat daarom het bekende drogende heldere weer van het voorjaar en den zomer, vooral in de maanden April en Mei, en meermalen ook in den herfst en winter gepaard.

De wolken zelve brengt men op het voorbeeld van den Engelschen natuurkundige, Luke-Howard, tot eenige hoofdvormen. Deze zijn: de *vederwolk* (windveeren) of *cirrus*, de *stapelwolk* of *cumulus*, de *laagswijze wolk* (bank) of *stratus* en de *regenwolk* of *nimbus*. De vederwolken zweven het hoogst en wel in die luchtlagen, waar de gecondenseerde waterdamp noodzakelijk vast worden moet. De stapelwolken vertoonen meer een' afgeronden, maar overigens zeer verschillenden vorm. Zij zweven lager en worden naar den stand van

zon of maan zeer verschillend verlicht. Niet zelden zijn hare randen gekleurd. De laagsgewijze wolken of banken vertoonen zich aan of althans evenwijdig met den horizon, terwijl elke wolk, die zich in regen oplost, regenwolk wordt genoemd.

Behalve deze hoofdvormen kan men nog eenige tusschenvormen onderscheiden. De bekende *schapenwolkjes* kunnen als eene vereeniging van de vederwolk met de stapelwolk beschouwd worden. Eene regenwolk ontstaat dikwijls uit een cumuluo-stratus, eene bank namelijk, waarboven zich stapelwolken bevinden, zoodat deze meestal voorboden van regen zijn.

De wolken worden bewogen met de luchtstroomen. Aan hare beweging kan men daarom de richting van den wind in de hoogere luchtlagen leeren kennen. In de laatste jaren is daarop meer bepaald de aandacht gevestigd, en met name op de richting der vederwolken. Aangezien deze het hoogst zweven en, gelijk reeds bl. 88 opgemerkt werd, in de hoogere luchtlagen de windrichting eene andere is, schijnt er verband te bestaan tusschen de richting der vederwolken en de windrichting aldaar. Volgens waarnemingen van Broun is de richting der vederwolken ongeveer 20° rechts (volgens de wijzers van een uurwerk) van die van den benedenwind. Beide wijken in hare richting ongeveer evenveel van de isobaren — lijnen van gelijken barometerstand — af, de eene naar rechts, de andere naar links, zoodat de isobaren eene richting hebben, tusschen die der vederwolken en die van den benedenwind in. Daar nu verder — zie fig. 5 bl. 88 — de benedenwind spiraalsgewijze naar eene depressie en de bovenwind (de vederwolken) naar het maximum van drukking gericht is, kan daaruit ten naaste bij de ligging van het minimum ten opzichte van het maximum van den barometer opgemaakt worden.

Ook uit dit laatste voorbeeld blijkt dat er een onmiskenbaar verband tusschen de verschillende luchtverschijnselen bestaat. Eene temperatuur, lager dan de normale, gaat in den regel met eene verhooging van den barometerstand gepaard, eene betrokkene vochtige lucht met regen enz. Ter beoordeeling van het weer is het daarom van belang, de verschillende verschijnselen in verband met elkander te beschouwen. Want het eene is een gevolg van het andere en daarom kan uit het eene waargenomen verschijnsel niet zelden tot het andere besloten worden. Een enkel voorbeeld moge dit ophelderen. Volgens de windroos, hier voor opgegeven, hebben we in 't voorjaar, in April en Mei, bij noorden- of noordoostenwinden veelal eene heldere lucht, droog weer en een' hoogen barometerstand. Op een' zekeren dag echter begint de barometer te dalen, de temperatuur stijgt, de lucht blijft nog helder, maar zij wordt langzamerhand vochtiger, kenbaar aan de vroeger daarvoor opgegeven middelen; de wind gaat door het oosten heen naar 't zuiden. Er vertoonen zich nu ook meerdere wolken; de lucht betrekt en er volgt regen. Na eenigen tijd rijst de barometerstand weder, de wind gaat meer en meer naar 't westen, de regen houdt op, de lucht wordt helder enz. Zoo ongeveer volgen de verschijnselen elkander meermalen op.

In hoever uit de waarnemingen van het oogenblik tot de weersgesteldheid in de naaste toekomst kan worden besloten, is door ons ter loops aangegeven. Zie bl. 82, 87, 88, 92, 95, 97, 101, 103, 104 en 106.

De barometer, thermometer en vochtigheidsmeter, maar bovendien een practische blik, — alleen door langdurige waarnemingen te verkrijgen, — kunnen daarbij tot gids dienen. Niet een enkel verschijnsel, maar zooveel verschijnselen mogelijk dient men waar te nemen en in verband met elkander te beschouwen; niet alleen den barometer, maar ook den thermometer enz. dient men te raadplegen en hunnen stand te vergelijken met den gemiddelden stand van den tijd des jaars en den heerschenden wind om eenigszins met grond het weer te beoordeelen. Van veel belang zou het voorts zijn, dat de dagelijksche weerberichten, zie bl. 87, ook in de landbouwende streken algemeen werden verspreid, b.v. door teekens aan torens gelijk dit in de voornaamste havens voor de scheepvaart geschiedt. In Noord-Amerika en ook in eenige landen van het Duitsche rijk (Beieren) heeft dit reeds algemeen plaats en wordt daarvan veel gebruik gemaakt. Het lijdt geen twijfel of ook de landbouw hier te lande zal het ontvangen van dergelijke berichten met der tijd op prijs weten te stellen, vooral in enkele gedeelten van 't jaar b.v. den oogsttijd.

In het dagelijksch leven gelden wel is waar nog andere middelen om het weer te voorspellen, zooals het geroep of geschreeuw van sommige vogels, het gedrag van enkele andere dieren enz., met opzet vermelden wij echter die zoogenaamd practische weerkundige regels niet, omdat ze niet door wetenschappelijke waarnemingen gestaafd zijn geworden en voor een groot deel hoogst onzeker zijn. Om dezelfde reden is hier geene melding gemaakt van den invloed der maan op het weer. Ofschoon de maan nog bij velen voor eene der oorzaken tot weersverandering geldt en ofschoon zij weliswaar eenige werking op den dampkring uitoefent, is de verandering in drukking enz., daardoor teweeg gebracht, zoo gering, dat men haren invloed bij meteorologische waarnemingen en bij weervoorspellingen geheel buiten rekening kan laten.

Iets anders is het evenwel met eenige verschijnselen in het planten- en dierenrijk. Daar, gelijk wij gezien hebben, het leven van planten en dieren afhankelijk is van het klimaat en het weer, kunnen omgekeerd planten en dieren eenige aanwijzing omtrent het klimaat eener streek geven. Op aanwijzing van den Belgischen weerkundige Quetelet worden daarom in Nederland vooral door bemoeiing van wijlen Dr. Staring, jaarlijks vele aanteekeningen verzameld en in de Meteorologische Jaarboeken medegedeeld van de bladontplooiing, het begin van 't bloeien, het rijp worden der vruchten enz., van de aankomst en het vertrek der zwaluwen enz. enz. Dat deze verschijnselen niet op alle plaatsen in Nederland en in alle jaren terzelfder tijd plaats hebben, ligt in den aard der zaak, maar door deze waarnemingen jaarlijks te doen kan men ook hiervan gemiddelde cijfers bekomen. Zoo ontplooit, volgens waarnemingen van 1867—1872, de Bergamotpeer haar blad gemiddeld te Zaandam den 17 April, te Oostkapelle den 24 April, de Goudenregen te Zaandam den 22 April, te Oostkapelle den 18 April; de Yp laat te Zaandam zijn blad vallen den 21 October, te Oostkapelle den 29 October, te Aardenburg den 8 November, het Sneeuwvlokje ontplooit zijn blad te Zaandam den 3 Februari, te Oostkapelle den 17 December; de gewone Vlier laat zijn blad vallen te Zaandam den 23 October, te Oostkapelle den 7 November enz. Ofschoon wij

het geenszins van belang ontbloot achten, dat de landbouwers ieder voor zich dergelijke aanteekeningen maken en vervolgens de gemiddelde datums berekenen, meenen wij echter dat deze waarnemingen eerst dan goed met elkander te vergelijken zijn, wanneer voor de planten ook de standplaats, wat betreft de geaardheid van den grond (vochtig of droog b.v.), de omgevende voorwerpen, de soort van planten, de diepte waarop ze gepoot zijn enz., zooveel mogelijk dezelfde zijn. Vooral dient men zulks in aanmerking te nemen bij het maken van vergelijkingen tusschen den groeitijd enz. van de geteelde gewassen, omdat deze omstandigheden, gelijk bekend is, ook op eene en dezelfde plaats en op zich zelve reeds vrij wat verschil geven. Intusschen worden, juist door de waarnemingen op onderscheidene plaatsen en in verschillende jaren te doen, de verschillen geconstateerd en komt men tot de vraag: waardoor wordt dit veroorzaakt?

Op één punt meenen wij ten slotte nog opmerkzaam te moeten maken, namelijk op de afwisselingen van het weer en de zoogenaamde beslissende dagen. Reeds bij de temperatuur en den regen is door ons opgemerkt (zie bl. 74 en 95), dat wanneer eene afwijking in deze of gene richting waargenomen wordt, zij in den regel eenigen tijd blijft bestaan. Niet in alle tijden van 't jaar schijnt de kans op verandering echter even groot te zijn. Volgens een onderzoek van W. Koeppen vallen er in het jaar twee tijdstippen voor: in het vroege voorjaar (aan de kusten tusschen Maart en April, meer binnenslands tusschen Februari en Maart) en in den laten zomer, waarop men bijna twee tegen één mag stellen, dat als de loopende maand te koud of te warm is, zulks ook in de volgende het geval zijn zal. Op twee andere tijdstippen in het jaar (in de maanden April—Mei, October—November), bestaat er echter evenveel kans, dat het weer veranderen, als dat het zoo blijven zal. Met dit verschijnsel in verband staat wellicht hetgeen men met betrekking tot de beslissende dagen, de „Lostage" der Duitschers, meent waargenomen te hebben. In Frankrijk zegt men en de Duitschers hebben eene dergelijke spreuk:

Als sinte Medardus (vroeger oude stijl, 20 Juni, thans nieuwe stijl, 8 Juni) regen zendt,
Regent het de maand ten end [1]).

Hier te lande worden St. Margaretha (20 Juli), de voorjaarsnachtevening en de langste dag voor beslissende dagen gehouden, dat wil zeggen: men rekent, dat het weer op de volgende dagen ongeveer zoo zijn zal, als het op den daarvoor aangewezen dag is. Wanneer men nu in plaats van één bepaalden dag, b.v. eene week of eenige dagen als Lostage stelt, dan mag het niet onbelangrijk geacht worden, deze dagen of deze tijdstippen van een jaar zooveel mogelijk te leeren kennen, om ook daarnaar de kans welk weer het zijn zal te berekenen. Weerkennis berust grootendeels op kansrekening en ofschoon, wanneer er van kans sprake is, nooit zekerheid kan bestaan, heeft zij toch eene groote practische waarde, vooral voor den landbouwer, wiens geheele bedrijf nog grootendeels op eene kansrekening berust.

In het voorgaande hebben wij ons inzonderheid beijverd om ter aanduiding

[1]) Huisvriend van J. J. A. Gouverneur, 1854.

van het klimaat, gemiddelde waarden mede te deelen. Want naar de gemiddelden, slechts in enkele gevallen naar de uitersten, moet het bedrijf eens landbouwers ingericht zijn; met de uitersten dient hij echter eveneens rekening te houden, want hieraan zijn veelal zijne gevaren verbonden.

HOOFDSTUK III.

HET WATER [1]).

Is het voortbrengen van landbouwgewassen, gelijk wij weten, afhankelijk van den grond, waarin de planten bevestigd zijn en voedsel vinden en van de lucht, die haar eveneens voedsel verschaft en waarvan de verschijnselen zoo zeer haren groei wijzigen, een niet minder grooten invloed oefent het water op den plantengroei uit.

Niet alleen maakt het een wezenlijk bestanddeel uit der levende plant, dat noodig is om haar eene zekere mate van stevigheid en afronding van vorm te geven, niet alleen dient het tot vorming van sommige andere bestanddeelen en dus tot voedsel van de plant, maar het is ook een van de middelaars, waardoor het opnemen en de verspreiding van dat voedsel door de plant en dus de voeding zelve, tot stand komt.

Zonder water geen leven, ook niet van een dier. Enkele lagere diersoorten mogen geheel uitgedroogd kunnen worden zonder het leven er bij in te schieten, in 't algemeen maakt het water een wezenlijk bestanddeel ook van een dierlijk lichaam uit, waardoor de stofwisseling, de opneming, de vertering van voedsel, in 't algemeen de voeding mogelijk wordt.

Op de voortbrenging van planten en dieren, het hoofddoel van het landbouwbedrijf, oefent het water dus den machtigsten invloed uit.

Zonder water dikwijls geene scheikundige werkingen: geene verandering in het mengvoer, waardoor dit meer gemakkelijk verteert, dikwijls geene verandering in den mest, waardoor deze meer geschikt ter bemesting, en geene verandering in den bouwgrond, waardoor deze vruchtbaarder wordt.

Tusschen zuiver water en water, zooals het in de natuur voorkomt, is een groot verschil. Naarmate dit laatste meer of minder met de lucht of den bodem in aanraking is geweest, is het verontreinigd met stoffen die er òf in zweven òf in opgelost zijn. Daarop berust hoofdzakelijk het onderscheid dat wij kunnen merken tusschen: regenwater, beekwater, rivierwater, pompwater enz. Maar ook tusschen eene en dezelfde soort van water, vooral van rivier-

---

[1]) Bij dit en voorgaande hoofdstuk vooral te raadplegen een Leerboek voor Schei- en Natuurkunde en verder A. A. Beekman, *De strijd om het bestaan.* Voor het onderzoek van water: Tiemann und Gärtner, *Die Chemische und Mikroskopisch-Bakteriologische Untersuchung des Wassers* en Dr. F. Fischer, *Das Trinkwasser, seine Beschaffenheit, Untersuchung und Reiniging.*

en pompwater is er niet zelden een groot verschil. Plinius heeft het reeds gezegd: Zoo de grond, zoo het water. In een landbouwbedrijf is nu eens deze dan gene watersoort meer geschikt voor het doel, waartoe het gebruikt wordt. Sommige wateren kunnen geacht worden schadelijk te zijn voor de gezondheid van mensch en dier door de ziektekiemen, soms ook door de vergiftige stoffen, die het bevat.

Uit een en ander volgt dat eene nadere kennismaking met het water voor den landbouw van belang moet zijn.

Een gewichtig punt, vooral voor ons land, is voorts de stand van 't water ten opzichte van den bodem, omdat meerdere of mindere voor- en nadeelen — zooals wij later zullen zien — voor dien bodem daaruit kunnen voortvloeien.

1. Samenstelling en eigenschappen van 't water.

De ouden hielden het water voor een element; zij beschouwden het als eene der grondstoffen, waaruit de ons omringende dingen bestaan. De aarde, de lucht en het vuur waren, meenden zij, de andere grondstoffen, waarvan de samenstelling niet alleen, maar ook de eigenschappen der ons omringende voorwerpen afhankelijk zijn.

Thans is het bekend dat het water geene scheikundige grondstof, geen scheikundig element is, maar eene samengestelde stof, eene scheikundige verbinding van waterstof en zuurstof. 't Aantal van die tegenwoordig bekende grondstoffen of scheikundige elementen bedraagt ongeveer 70. Behalve de genoemde en de stikstof, die we als een hoofdbestanddeel van de dampkringslucht ontmoet hebben, zullen we in 't vervolg nog van andere elementen melding maken. Het element de waterstof heeft juist zijn naam aan het water ontleend. Evenals stikstof en zuurstof is het een gas, dat echter niet, zooals deze vrij in de natuur voorkomt, maar steeds met andere elementen verbonden.

Evenals er door verbranding van koolstof koolzuur (eene samengestelde stof, eene scheikundige verbinding van koolstof en zuurstof, zie bl. 62) gevormd wordt, zoo ontstaat er ook bij de verbranding van waterstof eene samengestelde stof: de scheikundige verbinding water. In hoofdzaak zien wij dit dagelijks.

De stoffen toch, die we tot verlichting en verwarming gebruiken, — algemeen uitgedrukt onze brandstoffen, — bevatten behalve koolstof ook waterstof. Welnu de verbranding daarvan komt ten slotte in hoofdzaak neer op vorming van koolzuur en water. Op de vorming van koolzuur daarbij hebben we vroeger gewezen; die van water (waterdamp) kan gemakkelijk aangetoond worden door een koud voorwerp boven de vlam eener kaars of lamp te houden. Daardoor toch wordt de waterdamp gecondenseerd en slaat als water tegen het koude voorwerp aan.

Het water bezit belangrijke eigenschappen, waarvan wij hier eenige zullen vermelden, niet om het daardoor van andere stoffen te leeren onderscheiden, maar die noodig zijn te weten om de menigte verschijnselen te verklaren, waarmede wij ons achtereenvolgens zullen bezig houden. Bij vele veranderingen der stoffen is water in het spel. Droge stoffen veranderen weinig of niet en absoluut droge kunnen jaren lang onveranderd blijven. Toevoeging van water

is dikwijls voldoende ze te doen rotten, verteren of hoe die veranderingen ook mogen heeten. Droog hooi en vochtig hooi.

In sommige gevallen schijnt het water hierbij eenvoudig als oplosmiddel te werken, waardoor de deeltjes die op elkander inwerken, meer met elkander in aanraking worden gebracht. Tot voorbeeld daarvan moge dienen het bekende bruispoeder en de poeders, die voor 't fabriceeren van spuitwater gebruikt worden. Zoodra er water met dit poeder in aanraking komt, heeft er scheikundige werking plaats, waardoor het koolzuur, dat de opbruising veroorzaakt, zich ontwikkelt.

In andere gevallen ondergaat het water zelf eene verandering of met andere woorden, neemt het aan de scheikundige werking, die plaats grijpt, deel. Nu eens wordt het daarbij als een wezenlijk bestanddeel eener scheikundige verbinding opgenomen, b.v. bij het blusschen van kalk, dan eens in zijne bestanddeelen ontleed: de zuurstof en de waterstof gaan daarbij meestal nieuwe verbindingen aan [1]).

Vele vaste lichamen worden, met water in aanraking komende, er door bevochtigd; zij trekken namelijk de kleine deeltjes water meer aan (adhaesie) dan die deeltjes elkander onderling (cohaesie). Daardoor wordt ook verklaard, dat het water tegen de wanden van een vat min of meer op- en zijne oppervlakte bij die wanden niet vlak, maar min of meer hol-gebogen staat. Neemt men nu een nauw buisje of twee dicht bij elkander staande platen, dan ondersteunen de wanden elkander als 't ware in het opzuigen en staat het water daarin of daartusschen aanmerkelijk hooger dan in het vat, waarin men genoemd buisje of die platen plaatst. Men noemt dit opzuigend vermogen in nauwe buisjes daarom *haarbuisjeskracht* of met een vreemd woord *capillariteit*. Wordt een vast lichaam door het water niet bevochtigd, een glas waarvan de wanden met vet bestreken zijn b.v., of in 't algemeen wordt een vast lichaam door eene vloeistof niet bevochtigd, kwik in eene barometerbuis b.v., anders gezegd, wanneer de cohaesie der vloeistof grooter is dan de adhaesie tot een vast lichaam, — zoo heeft het omgekeerde plaats, dat is het water staat aan de wanden niet hooger maar lager, niet hol maar bol en in een nauw buisje niet hooger maar lager. Het opzuigen van water door den bouwgrond, het moeilijk indringen van water in droog zand en menig ander verschijnsel, waarop in 't vervolg gewezen zal worden, wordt daardoor verklaard.

Andere stoffen worden door het water niet alleen bevochtigd, maar daarmede vloeibaar, dat is opgelost.

De oplosbaarheid der stoffen in water is niet alleen van den aard dier stoffen zelve, maar ook van de temperatuur afhankelijk. Bovendien wordt die van de eene stof dikwijls gewijzigd door de tegenwoordigheid eener andere of veroorzaakt het gelijktijdig aanwezig zijn van twee of meer stoffen scheikundige werkingen, waardoor nu eens oplosbare dan onoplosbare stoffen gevormd worden. Teneinde dit duidelijk en tevens de hieronder voorkomende

---

[1]) Bij al die veranderingen der stoffen waarbij bacteriën of andere lagere organismen in het spel zijn, als het rotten, gisten enz. maakt water het leven van deze organismen eerst mogelijk en blijven deze stoffen daarom in drogen toestand meestal onveranderd.

analysen van water begrijpelijk te maken, zal het noodig zijn de samenstelling dier stoffen eenigszins nader aan te geven.

Reeds op bl. 110 is gezegd, dat alle stoffelijke voorwerpen uit ongeveer een zeventigtal elementen of grondstoffen opgebouwd zijn. De Scheikunde leert ons de eigenschappen daarvan, hun voorkomen in de natuur enz., de stoffen of verbindingen, die twee of meer met elkander vormen, enz. nader kennen [1]).

De alzoo uit twee of meer elementen opgebouwde stoffen of scheikundige verbindingen zijn bekend onder den naam van zuren, basen, zouten enz.

Wij zullen nu in de eerste plaats nagaan de al of niet oplosbaarheid van de verbindingen, bekend onder den naam van zouten. Het volgende lijstje bevat de voor ons belangrijkste dezer scheikundige verbindingen met hare nadere (zuuranhydrid en metaaloxyd) en naaste bestanddeelen (elementen) en de hoeveelheid ten honderd, daarin voorkomende, zuiver en watervrij. Dit laatste voegen wij hierbij, omdat de meeste zouten, inzonderheid die welke in den handel als meststoffen voorkomen, b.v. zwavelzure kali, gips, chilisalpeter enz. veelal niet geheel zuiver zijn, en andere zouten, zooals zij in den handel voorkomen, niet altijd watervrij zijn maar zoogenaamd kristalwater bevatten. Dit is b.v. het geval met de koolzure soda, die gekristalliseerd niet minder dan 62.8 % water bevat en de ongebrande gips met 20.9 % kristalwater. Wij hebben daarbij gevoegd de scheikundige formules waardoor de samenstelling wordt aangeduid, eveneens zonder het kristalwater in aanmerking te nemen.

---

[1]) De voor ons meest belangrijke elementen met hun atoomteeken en atoomgewicht zijn de volgende:

Namen.		Atoomteeken.	Atoomgewicht
Waterstof	of Hydrogenium	H	1
Zuurstof	„ Oxygenium	O	16
Stikstof	„ Nitrogenium	N	14
Koolstof	„ Carbonium	C	12
Kiezel	„ Silicium	Si	28
Boor	„ Borium	Bo	11
Zwavel	„ Sulphur	S	32
Phosphor	„ Phosphorus	P	31
Chloor	„ Chlorium	Cl	35.5
Broom	„ Bromium	Br	80
Iood	„ Iodium	I	127
Fluor	„ Fluorium	Fl	19
Potassium	„ Kalium	K	39
Sodium	„ Natrium	Na	23
Calcium		Ca	40
Magnesium		Mg	24
Aluminium		Al	27
IJzer	„ Ferrum	Fe	56
Mangaan	„ Manganium	Mn	55
Koper	„ Cuprum	Cu	63

enz.

SAMENSTELLING DER ZOUTEN.

Chloriden, jodiden en bromiden, oplosbaar.

Chloornatrium, NaCl (keukenzout)					chloor	60.7
					natrium	39.3
chloorkalium, KCl					chloor	47.6
					kalium	52.4
chloorammonium (salmiak) NH_4Cl	chloor		66.3		chloor	66.3
	ammonium	ammoniak	31.8	waterst.	5.6	(17.65)
				stikstof	26.2	(82.35)
		waterstof	1.9	waterstof		1.9
chloorcalcium, $CaCl_2$					chloor	64
					calcium	36
chloormagnesium, $MgCl_2$					chloor	74.7
					magnesium	25.3
joodkalium, KJ					jodium	76.4
					kalium	23.6
broomkalium, KBr					bromium	67.2
					kalium	32.8
broommagnesium, $MgBr_2$					bromium	
					magnesium	
onoplosbaar fluorcalcium, $CaFl_2$					fluor	
					calcium	

Koolzure zouten of carbonaten, oplosbaar.

koolzure kali, K_2CO_3	koolzuur	31.8 %			koolstof	8.7 (27.3)
					zuurstof	23.1 (72.7)
	kali	68.2 %			kalium	56.6
					zuurstof	11.6
koolzure soda, Na_2CO_3	koolzuur	41.4 %			koolstof	
					zuurstof	
	soda	58.6 %			natrium	
					zuurstof	
koolzure ammonia, $(NH_4)_2CO_3$	koolzuur	46.8 %			koolstof	
					zuurstof	
	ammonia	52.2 %	ammoniak	33.1	stikstof	29.8
					waterstof	
			water	19.1	zuurstof	
					waterstof	

Koolzure zouten of carbonaten, onoplosbaar.

koolzure kalk, $CaCO_3$	koolzuur	44 %			koolstof	
					zuurstof	
	kalk	56 %			calcium	40
					zuurstof	
koolzure magnesia, $MgCO_3$	koolzuur	52.2 %			koolstof	
					zuurstof	
	magnesia	47.6 %			magnesium	29.6
					zuurstof	
koolzuur ijzeroxydule, $FeCO_3$	koolzuur	38.6 %			koolstof	
					zuurstof	
	ijzeroxydule	61.4 %			ijzer	
					zuurstof	

Zwavelzure zouten of sulfaten, oplosbaar.

zwavelzure kali, K_2SO_4	zwavelzuur	46 %			zwavel	18.4 (40)
					zuurstof	27.6 (60)
	kali	54 %			kalium	45
					zuurstof	
zwavelzure soda (glauberzout) Na_2SO_4	zwavelzuur				zwavel	
					zuurstof	
	soda				natrium	
					zuurstof	
zwavelzure ammonia, $(NH_4)_2SO_4$	zwavelzuur	60.61 %			zwavel	
					zuurstof	
	ammonia	39.39 %	ammoniak	25.76 %	stikstof	21.21
					waterstof	
			water	13.63 %	zuurstof	
					waterstof	

Zwavelzure zouten of sulfaten, oplosbaar.	zwavelzure kalk (gips) $CaSO_4$	zwavelzuur	58.8 %	zwavel zuurstof				
		kalk	41.2 %	calcium zuurstof	29.4			
	zwavelzure magnesia (bitterz. of Eng. zout) $MgSO_4$	zwavelzuur	66.7 %	zwavel zuurstof				
		magnesia	33.3 %	magnesium zuurstof	19.0			
	zwavelzuur ijzeroxydule (ijzervitriool) $FeSO_4$	zwavelzuur	52.3 %	zwavel zuurstof				
		ijzeroxydule	47.7 %	ijzer zuurstof	36.9			
Salpeterzure zouten of nitraten, oplosbaar.	salpeterzure kali (gewone salpeter) KNO_3	salpeterzuur	53.5 %	stikstof zuurstof	13.9 (26) 39.6 (74)			
		kali	46.5 %	kalium zuurstof	38.6			
	salpeterzure soda (chilisalpeter) $NaNO_3$	salpeterzuur	63.4 %	stikstof zuurstof	16.4			
		soda	36.6 %	natrium zuurstof				
	salpeterzure ammonia NH_4NO_3	salpeterzuur	67.6 %	stikstof zuurstof	17.5 17.5	35		
		ammonia: ammoniak	21.1 %	stikstof waterstof				
		ammonia: water	11.2 %	zuurstof waterstof				
	salpeterzure kalk $Ca(NO_3)_2$	salpeterzuur	65.8 %	stikstof zuurstof	17			
		kalk	24.2 %	calcium zuurstof				
Phosphorzure zouten of phosphaten	onoplosbaar. tricalcium phosphaat $Ca_3P_2O_8$	phosphorz.	45.8 %	phosph. zuurstof	20 25.8	(43.66) (56.34)		
		kalk	54.2 %	calcium zuurstof				
	„ bicalcium phosphaat $CaHPO_4$	phosphorz.	52.2 %	phosphorus zuurstof	22.8 29.4			
		kalk	41.2 %	calcium zuurstof				
		water	6.6 %	waterstof zuurstof				
	oplosb. zure phosphorzure kalk monocalcium phosph. $CaH_4P_2O_8$	phosphorz.	52.6 %	phosphorus zuurstof	23 29.6			
		kalk	28.9 %	calcium zuurstof				
		water	18.5 %	waterstof zuurstof				
	onoplosbaar. phosphorzure aluinaarde $Al_2P_2O_8$	phosphorz.		phosphorus zuurstof				
		aluinaarde		aluminium zuurstof				
	„ phosphorzuur ijzeroxyde $Fe_2P_2O_8$	phorphorz.		phosphorus zuurstof				
		ijzeroxyde		ijzer zuurstof				
Kiezelzure zouten of silicaten,	oplosb. kiezelzure kali	kiezelzuur		kiezel zuurstof				
		kali		kalium zuurstof				
	„ kiezelzure soda	kiezelzuur		kiezel zuurstof				
		soda		natrium zuurstof				

Kiezelzure zouten of silicaten,	onoplosb.	kiezelzure kalk	kiezelzuur	. . . .	kiezel zuurstof
			kalk	. . . .	calcium zuurstof
	„	kiezelzure aluinaarde (klei)	kiezelzuur	. . . .	kiezel zuurstof
			aluinaarde	. . . .	aluminium zuurstof

Deze opgave zal wel geene nadere verklaring noodig hebben. Eene inzage van de tabel doet ons zien, welke zouten al en welke niet oplosbaar zijn, en dat het keukenzout b.v. uit 60.7 % chloor en 29.3 % natrium bestaat, de salmiak uit 66.3 % chloor, 31.8 ammoniak en 1.9 waterstof. De ammoniak is echter geen element, maar in de 31.8 gewichtsdeelen vindt men 26.2 gew. d. stikstof en 5.6 gew. d. waterstof. De salmiak bevat dus 26.2 % stikstof. De koolzure kali of koolzure potasch, K_2CO_3, bestaat uit 31.8 % koolzuur, CO_2, en 68.2 % kali of potasch K_2O of 8.7 % koolstof enz. Tusschen ( ) is nog aangegeven, dat de ammoniak, NH_3 uit 17.65 % waterstof en 82.35 % stikstof, het koolzuur uit 27.3 % koolstof en 72.7 % zuurstof bestaat en zoo ook voor enkele andere verbindingen. Voor de meeste zouten is echter alleen opgegeven de hoeveelheid ten honderd van het element, dat uit een landbouwkundig oogpunt vooral waarde aan de verbinding geeft en waarop later zal worden teruggekomen. Van enkele verbindingen, wier samenstelling zeer onstandvastig is en waarbij het voor de praktijk ook minder aankomt die hoeveelheid te kennen, is de procentische samenstelling niet vermeld.

In de later volgende analysen van water (en hetzelfde geldt ook van grond-, mestsoorten enz.), vindt men dikwijls niet de geheele hoeveelheid zouten, maar alleen enkele bestanddeelen daarvan opgegeven, b.v. zwavelzuur, koolzuur, stikstof, chloor enz. Uit de tabel kan men dan zien, dat b.v. 60.7 gram chloor gelijk staat met 100 gram keukenzout, 21.21 gram stikstof met 100 gram zwavelzure ammonia, 16.4 gram stikstof met 100 gram chilisalpeter, 58.8 gram zwavelzuur met 100 gram gips enz. Voor eene andere hoeveelheid kan men natuurlijk gemakkelijk de gevraagde quantiteit berekenen. Gesteld men vindt in 1 liter water 0.03 gram chloor, dan staat dit gelijk met $\frac{100 \times 0.03}{60.7} = \frac{3}{60.7} = 0.05$ gram keukenzout ongeveer. Of er wordt opgegeven dat men 1 hectare land met 25 KG. stikstof moet bemesten, dan kan men daarvoor nemen $\frac{100 \times 25}{16.4} = 152$ KG. ruim chilisalpeter of $\frac{100 \times 25}{21.21} = 118$ KG. zwavelzure ammonia. Omgekeerd kan men met behulp van de tabel vinden, aan hoeveel zout het eene of andere element of bestanddeel beantwoordt.

Wordt b.v. door een proefstation opgegeven, dat in eene soort beendermeel 18 proc. phosphorzuur voorkomt, dan beantwoordt dit aan $\frac{18 \times 100}{45.8} =$ 39.3 % phosphorzure kalk of tricalcium phosphaat[1]).

[1]) Deze en dergelijke berekeningen kunnen ook uitgevoerd worden met behulp van de scheikundige formules en atoomgewichten, waarvoor wij naar een Leerboek der

De meeste zouten zijn bij eene hoogere temperatuur meer oplosbaar dan bij eene lagere, lossen daarom in warm water ook gemakkelijker op dan in koud. Bij het keukenzout maakt dit echter weinig of geen verschil. Zoo lost in 1 liter water op

	bij 0°	bij 15°	bij 50°	bij 75°	bij 100°
	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.
Keukenzout	35.5	36	37	38	39.6
Chloorkalium . . .	29.2	33.5	42.5	—	59.4
Zwavelzure kali. .	8.36	10.4	16.5	—	26
Salpeter	13.3	26.6	85	—	240
Gips	2.05	2.6	bij het kookpunt minder oplosbaar		
Koolzure soda. . .	6.97	16.2	51.6 bij 38° / 15.5 „ 104°		

Om pekel, dat is eene oplossing van keukenzout te maken, helpt het ons dus weinig, of we warm water nemen; daarentegen wel wanneer we salpeter of koolzure soda (gewone soda) willen oplossen. Het laatste lost bij eene temperatuur van 38° het meest, bij eene hoogere temperatuur weer minder op.

Koolzure kalk, koolzure magnesia, koolzuur ijzeroxydule en phosphorzure kalk, die in zuiver water onoplosbaar zijn, lossen op in koolzuurhoudend water (spuitwater). Ook door toevoeging van andere zuren (azijnzuur, salpeterzuur, zwavelzuur, zoutzuur) bij water kunnen stoffen, onoplosbaar in zuiver water, oplosbaar worden gemaakt; waarover later. Gips, dat in zuiver water weinig oplost, is meer oplosbaar in water, dat keukenzout bevat; 1 liter eener verzadigde keukenzout-oplossing lost 8.2 gram gips op. Het amorphe, niet gekristalliseerde kiezelzuur, dat weinig in zuiver water oplosbaar is, lost wel op, wanneer het water koolzure kali, soda enz. bevat.

Voegt men bij water, waarin reeds een zout opgelost is, eene oplossing van een ander zout, dan wordt niet zelden een onoplosbaar zout gevormd en het water dus troebel. Zoo ontstaat er eene troebeling, wanneer bij putwater, dat gips bevat, eene oplossing van koolzure soda wordt gevoegd. Zwavelzure kalk (gips) geeft namelijk met koolzure soda zwavelzure soda (oplosbaar) en koolzure kalk (onoplosbaar).

Voorts zijn in water

oplosbaar:		onoplosbaar.	
de bijtende kali, KOH	kali of potasch, water	het ijzeroxyd, Fe_2O_3	ijzer 69.2 %, zuurstof 30.8 %
		het waterhoudend ijzeroxyd (ijzerroest)	ijzeroxyd, water
de bijtende soda, NaHO	soda, water	het ijzeroxydule, FeO (watervrij)	ijzer 77.1 %, zuurstof 22.9 %
		Id. verbonden met water	ijzeroxydule, water
de ongebluschte kalk, CaO	calcium, zuurstof	en de meeste andere metaaloxyden en hunne verbindingen met water	
de gebluschte kalk $Ca(OH)_2$	kalk, water		

Scheikunde verwijzen. Bevat een zout kristalwater, dan moet dit natuurlijk in rekening worden gebracht. De hoeveelheid daarvan wordt in de formules door het aantal molecules aangegeven, b.v. de formule van de gekristalliseerde gips is $Ca\,SO_4$, $2\,H_2O$ of $Ca\,SO_4$, 2 aq., die van de gekristalliseerde soda Na_2CO_3, 10 aq. enz.

Ook de stoffen, die in planten en dieren voorkomen of inzonderheid daarvan afkomstig zijn, de zoogenaamde organische (verbrandbare) stoffen, zijn deels in water oplosbaar, deels weinig of niet. Oplosbaar zijn b.v. suiker, gom, planteneiwit enz., onoplosbaar zetmeel, vet enz. De meestal bruingekleurde stoffen, die bij het vergaan van planten en dieren in water, in een' vochtigen bodem enz. ontstaan (zie bl. 48), zijn slechts voor een klein gedeelte in zuiver water oplosbaar. Bevat het met deze stoffen in aanraking komende water echter tevens kali-, soda- of ammoniazouten, dan worden niet zelden oplosbare verbindingen gevormd, die aan het water eene bruine kleur geven (gier, veenwater enz.). Men behoeft eene oplossing van koolzure soda slechts eenigen tijd met turfmolm in aanraking te brengen, om haar spoedig bruingekleurd te zien.

De oplosbaarheid van een gas (eene luchtsoort) in water is eveneens van haren aard en van de temperatuur, maar bovendien van de drukking, waaronder het gas staat of de spanning, die het uitoefent, afhankelijk. — Bij een mengsel van gassen hangt de oplosbaarheid niet slechts af van den aard, maar ook van de hoeveelheid van elk gas, in het mengsel aanwezig, of de gedeeltelijke drukking, door elk der gassen uitgeoefend. Van de bestanddeelen des dampkrings b.v. is de zuurstof op zich zelve ongeveer tweemaal, het koolzuur ongeveer zeventigmaal meer oplosbaar dan de stikstof, maar aangezien er steeds meer stikstof aanwezig, of — om het zoo eens uit te drukken — omdat de kans, dat een deeltje stikstof met het water in aanraking zal komen, zooveel grooter is dan die van een deeltje zuurstof of koolzuur, vindt men toch in het water der natuur steeds meer stikstof opgelost dan zuurstof en koolzuur. Alleen de betrekkelijke hoeveelheid zuurstof en koolzuur in het water opgelost is grooter dan die der stikstof. Zoo kunnen in 100 liter water tot 5 liter dampkringslucht opgelost worden, maar deze bestaat niet, gelijk vroeger opgegeven is, uit 21 zuurstof, 79 stikstof en 0.03 koolzuur, maar uit 34 zuurstof, 64 stikstof en 2 koolzuur ten honderd. Daar, waar de lucht meer koolzuur bevat, b.v. in den bouwgrond en in aardspleten, vermeerdert de kans, dat er meer koolzuur in het daar aanwezige water zal oplossen, natuurlijk met die hoeveelheid, en zoo vindt men soms water, waarvan de opgeloste lucht 10 tot 20 procent koolzuur bevat.

Neemt de oplosbaarheid der zouten enz. in den regel met de temperatuur toe, die der gassen neemt daarmede af. Brengt men een glas koud putwater in een warm vertrek, dan ziet men daarom niet zelden luchtbellen aan den wand van 't glas te voorschijn komen. Bij verwarming van water is in 't algemeen een van de eerste daarbij waar te nemen verschijnselen: het ontwijken van de opgeloste lucht. Het volgend lijstje dat eenige gassen bevat, welke sterk in water oplosbaar zijn, wijst bovendien de afhankelijkheid der oplosbaarheid van de temperatuur ten duidelijkste aan.

1 liter water lost op:

	bij 0°		bij 15°	
Ammoniakgas, NH_3, . .	1149	liter	450	liter.
Zwavelwaterstof, H_2S, .	4.37	„	3.23	„
Koolzuur, CO_2, ...	1.79	„	1.00	„

2. Het in de natuur voorkomende water.

Wij hebben het water, gelijk het in de natuur voorkomt, onzuiver genoemd. Gassen en vaste stoffen zijn er in opgelost, andere vloeistoffen niet zelden ermede vermengd. Bovendien zijn vele watersoorten troebel door daarin zwevende voorwerpen (aarddeeltjes enz.); millioenen levende wezens, waarvan de meeste voor het bloote oog onzichtbaar zijn, strekt het water der natuur niet zelden tot woonplaats.

Naar hunnen oorsprong en de wijze van voorkomen onderscheidt men de natuurlijke wateren in *regenwater*, *rivierwater*, *staandwater*, *zeewater* en *put-* of *pompwater* (*bron-*, *wel-*, *zakwater*), naar hunne samenstelling in *zachte* en *harde* wateren, *zoute-*, *zure-*, *bittere-*, *zwavelwateren* enz.

a. *regenwater*. Van alle in de natuur voorkomende wateren is het regenwater nog het meest zuiver. Bij het vallen uit den dampkring en bij het staan aan de lucht vindt het echter gelegenheid lucht op te lossen, wier hoeveelheid in 100 liter tot 5 liter kan bedragen en die uit ongeveer 64 stikstof, 34 zuurstof en 2 koolzuur ten honderd bestaat. Die lucht bevat dus meer zuurstof en meer koolzuur, dan gewoonlijk in den dampkring gevonden wordt. Het in de lucht meest als koolzure ammonia voorkomende ammoniak wordt eveneens door regen, sneeuw enz. opgenomen en in het regenwater teruggevonden. In 1000 liter water van regen heeft men van 1—6 gram, in 1000 liter water van nevel en dauw 2—6 gram, in dat van sneeuw en hagel ongeveer evenveel ammoniak als in het eigenlijke regenwater gevonden. Ook bevat het salpeterzuur en salpeterigzuur (als salpeterzure en salpeterigzure ammonia, NH_4NO_3 en NH_4NO_2), in 1000 liter 1—6 tot soms 10 gram. Tijdelijk en plaatselijk is deze hoeveelheid stikstofverbindingen zeer uiteenloopend, grooter b.v. in regen na lange droogte en in water in de steden opgevangen, geringer na veel regen en op het vrije veld. Nemen wij voor de gemiddelde hoeveelheid regen in een jaar 690 mM., zie bl. 94, en veronderstellen we, dat al het regenwater, op 1 hectare land vallende, in den grond dringt, dan wordt dit 690 × 10 000 = 6 900 000 liter. Nemen we nu verder aan, dat in 1000 liter 1.5 gram ammoniak en 1.5 gram salpeterzuur voorkomt, dan wordt daarmede van elk 10.35 kilog. naar den grond gevoerd, of aangezien, zie bl. 113 en 114, het ammoniak 82.35 en het salpeterzuur 26 ten honderd stikstof bevat, $10.35 \times \frac{82.35}{100} = 8.5$ KG. en $10.35 \times \frac{26}{100} = 2.7$ KG., dus te zamen 11.2 KG. stikstof, eene hoeveelheid, waardoor de vruchtbaarheid van een land niet onbelangrijk kan toenemen, gelijk later blijken zal[1]).

Op gelijke wijze wordt het stof der wegen enz., dat in den dampkring geraakt, met den regen naar de aarde gevoerd. Aan de zeekusten vooral en

---

[1]) Uit verschillende waarnemingen blijkt, dat de hoeveelheid stikstof, die als ammoniak in het regenwater voorkomt, ongeveer 3 maal zoo groot is als die in salpeterzuur en salpeterigzuur. Volgens de waarnemingen in Engeland is de hoeveelheid stikstof, die een hectare daardoor jaarlijks ontvangt, gemiddeld 8.1 KG.; volgens de Duitsche en Italiaansche waarnemingen 11.4 KG., volgens die te Monsouris, bij Parijs 13.84 KG. In de tropische gewesten is de hoeveelheid grooter maar zeer ongelijk.

in de nabijheid van zoutmijnen vindt men om dezelfde reden de zouten der zee, vooral keukenzout in 't regenwater. In het aanslag tegen vensterglazen na storm is het niet moeilijk keukenzout aan te toonen. In het regenwater van een pannendak stroomende werd door ons tot 35 gram keukenzout per 1000 liter water gevonden. De commissie, door Z. M. den Koning in 1866 benoemd tot onderzoek van drinkwater, vond in 1000 liter regenwater 20 à 30 tot 80 gram keukenzout, en ofschoon enkele malen geen gips gevonden werd, bevatte b.v. regenwater te St. Annaland (Zeeland) en te Edam 40—90 gram van dit zout. Is. Pierre vond te Caen in 1000 liter 24.6 gram zouten en hierin 5.75 gr. keukenzout, Bobierre te Nantes in 1000 liter 5—12 keukenzout. Ook voor het keukenzout dezelfde berekening makende als hierboven voor het salpeterzuur en den ammoniak, wordt dit jaarlijks per hectare 34.5—82.8 K.G., volgens de waarnemingen in Engeland 24.73—59.5 K.G.

De kiemsporên van microscopische planten en dieren, die steeds in de lucht en op de daken voorkomen, worden met het water in onze regenbakken gevoerd, ontwikkelen zich daarin onder gunstige omstandigheden en sterven. Ook direct uit de lucht of van de daken, vooral van rieten daken, worden organische stoffen in het water gevoerd. Deze en dergelijke voorwerpen, die het regenwater niet zelden een kleur geven of troebel maken, kunnen niet anders dan schadelijk zijn, wanneer het als drinkwater gebruikt zal worden; het gehalte aan ammoniak en salpeterzuur neemt daardoor toe; het water verliest zijn eigenaardige reuk en smaak en wordt stinkend. Aangezien deze stoffen bij langdurige droogte min of meer in de lucht opgehoopt worden en met den eersten regen, na die droogte, worden aangevoerd, is het van belang dit eerste water niet te verzamelen, maar het te laten wegloopen. Niet zelden wordt dan ook opgemerkt, dat het regenwater, het eerst na eene langdurige droogte opgevangen, na eenigen tijd stinkend wordt, door de rotting van de mede aangevoerde organische stoffen.

De temperatuur van 't regenwater, gelijk het valt, is zeer verschillend en variëert in 't algemeen met die der lucht; in bakken verzameld, is zijne temperatuur ook afhankelijk van de diepte dier bewaarplaatsen. Hoe minder diep deze zijn, des te meer verandert de temperatuur met die der lucht; hoe dieper des te meer constant zal onder dezelfde omstandigheden de temperatuur van het regenwater zijn: des winters dus minder koud, des zomers minder warm dan de lucht. Daar nu het rotten van de zooevengenoemde organische stoffen tegengegaan wordt door eene lagere temperatuur en het water van eene constante temperatuur zich ook overigens meer aanbeveelt dan wanneer het aan gedurige wisseling van temperatuur blootgesteld is, zijn om deze redenen diepe bakken te verkiezen boven ondiepe.

b. *rivierwater*. Het water eener rivier is oorspronkelijk regenwater, hetzij rechtstreeks als zoodanig gevallen, hetzij afkomstig van de gesmolten sneeuw en het sneeuwijs der bergen. Dezelfde stoffen, die in het regenwater gevonden worden, komen dan ook in het rivierwater voor. Dampkringslucht en daarvan inzonderheid zuurstof en koolzuur houdt het opgelost; ook geringe hoeveelheden ammoniak en salpeterzuur worden er steeds in aangetroffen. Het regen- of sneeuwwater stroomt echter, alvorens zich in de rivier te verzamelen en in het bed der rivier, over of door de aarde en lost daaruit

verschillende zouten op. Reeds bij het ontstaan van den bodem van Nederland, bl. 51, is door ons opgemerkt, dat bij het verweêren der rotsen, waarop het water zulk een' machtigen invloed uitoefent, sommige stoffen er in worden opgelost, andere in het water zwevende, als slib, worden medegevoerd. Welke die opgeloste stoffen al zijn, blijkt uit de hieronder volgende analysen van het water van twee onzer hoofdrivieren. In 't algemeen is hare geheele hoeveelheid niet groot en bedraagt zelden meer dan 150—200 gram in 1000 liter water. Koolzure kalk, keukenzout en gips zijn daarvan de hoofdbestanddeelen. Toch wordt met de massa water, die jaarlijks door de rivieren naar de zee stroomt, eene groote hoeveelheid zouten weggevoerd. Volgens eene berekening van Bischof b.v. gaat met het Rijnwater jaarlijks zooveel koolzure kalk naar zee, dat 332 539 millioen stuk oesters daaruit hare schalen kunnen opbouwen. Niet in alle tijden van 't jaar heeft het echter dezelfde samenstelling, niet op alle plaatsen in zijn verloop is het van gelijke hoedanigheid. Langs of door de steden stroomende, neemt het niet zelden rioolwater en allerlei andere vuile stoffen op, aan de monden wordt het met zeewater vermengd. Daar waar het rivierwater gebruikt wordt om te bevloeien, — waarover later, — of als drinkwater, is het dus van belang op deze omstandigheden te letten en is eene nauwkeurige kennis van zijne samenstelling vooral ook van de slib, die het meêvoert — zie de tabel aan het eind van dit deel — van groot gewicht. Ook dient men daarbij op zijne temperatuur acht te geven.

Het water der kleinere rivieren (beken) verschilt natuurlijk eveneens naar de bron, waaruit het afkomstig is; in ons land is het beekwater gewoonlijk arm aan vaste stoffen; neemt het uit hooge venen zijn oorsprong, zoo is het veelal bruin gekleurd door opgeloste humusstoffen.

c. *Staand water* (*kanaal-*, *sloot-*, *meerwater enz.*). Ook dit water is met enkele uitzonderingen oorspronkelijk regenwater en in den regel slechts oppervlakkig met den grond in aanraking geweest. Toch is ook hier het gezegde van Plinius: „zoo de grond, zoo het water" van toepassing. In het gebied der zeebezinkingen (Zeeland, Noord-Holland, Friesland en Groningen) is dit water niet zelden brak tot zout, in de veenstreken veelal bruin gekleurd. Evenals van het rivierwater is echter de geheele hoeveelheid opgeloste zouten niet groot. De bovengenoemde commissie tot onderzoek van drinkwater vond in 1000 liter sloot- en kanaalwater van 20—600 gram keukenzout en van sporen tot 400 gram gips. In bewoonde plaatsen wordt het niet zelden met allerlei vuil verontreinigd. Vooral is dit het geval in de nabijheid van stijfsel (aardappelmeel-) en andere fabrieken, die haar spoelwater enz. in kanalen laten loopen. De rottingsproducten der daarin opgeloste eiwitstoffen bederven dan niet alleen dit water, maar ook door de daaruit opstijgende gassen o. a. door de zwavelwaterstof, de lucht. Steeds met de lucht in aanraking en aan de voornaamste warmtebron onzer aarde, de zon, blootgesteld, wisselt zijne temperatuur meer af dan die van vele andere watersoorten. Des zomers verdampt het daardoor ook niet zelden tot op een klein volume en wordt het overblijvende daardoor noodzakelijk rijk aan opgeloste zouten. Vele staande wateren, ofschoon overigens vrij goed drinkwater leverende, worden daardoor 's zomers brak en derhalve ongeschikt voor drinkwater.

Meer bepaald is dit met het water der Friesche meren opgemerkt[1]) dat des voorjaars zeer goed drinkbaar maar 's zomers om de grootere hoeveelheid opgeloste zouten daarvoor soms niet gebruikt kan worden. Soms wordt des zomers, om het kanaalwater op peil te houden, ook zeewater ingelaten en het daardoor brak.

d. *Put- of pompwater* (*bron-*, *wel-*, *zakwater*). Hieronder verstaat men water, dat in de aarde dringende en door de aardlagen trekkende, op eene andere plaats, bijv. in een' put weder te voorschijn komt. Eigenlijke bronnen, waarbij het water in onderaardsche kanalen, tusschen de aardlagen door, stroomt en stroomende uit den grond opborrelt, zijn meer aan bergachtige streken, met althans rotsachtigen ondergrond eigen en komen hier te lande slechts bij uitzondering voor. Wat hier ook wel eens bronwater genoemd wordt, beschouwen wij als te zijn welwater, als water namelijk, dat, in den regel oorspronkelijk regenwater, in de aarde dringt tot het eene laag ontmoet, die het water moeilijk doorlaat en een dieper zakken dus verhindert, terwijl het door de daarboven liggende laag, gewoonlijk eene zandlaag (welzand) of eene grintlaag zijdelings heensijpelt en in den put dringt. Zakwater noemen wij meer bepaald regenwater, dat in de nabijheid van een' put gevallen is en meer rechtstreeks door den grond trekkende, zich in den put verzamelt.

Van al de tot nog toe beschouwde watersoorten is het putwater 't meest met den grond in aanraking geweest en houdt het daarom ook veelal eene grootere hoeveelheid zouten opgelost dan het regen-, rivier- of slootwater. Van de koolzuurhoudende lucht in den bouwgrond of in 't algemeen in de aarde voorkomende, (zie blz. 62 o. a.) heeft het veel koolzuur, van de veen- en darglagen bruine humusstoffen, elders heeft het van de kalksteen-, gips- of steenzout-(keukenzout) lagen of van deze in den ondergrond veelal meer voorkomende zouten, koolzure kalk, gips, keukenzout enz. opgelost.

Wij laten hier thans een paar analysen van rivier- en pompwater volgen.

In 1000 liter water komt voor:

Bestanddeelen.	Rivierwater.		Putwater.			
	Rijn bij Arnhem. gram.	Maas bij Grave. gram.	Pomp te Ameron-gen. gram.	Pomp te Middelb. gram.	Pomp te Leiden. gram.	Pomp te Leeuwar-den. gram.
Bestanddeelen, die den ketelsteen vormen. Koolzure kalk	88	72	24	311	319	511
Koolzure magnesia	3	0.5	2	21	6	231
Zwavelzure kalk (gips)	20	6	14	12	83	0
Kiezelzuur, ijzer- en alumi niumverb.	3	3	3	27	33	96
Keukenzout	18	24	64	133	218	927
Zwavelzure magnesia	3	7	0	14	138	35
Zwavelzure kali en zwavelzure soda	0	0	0	36	129	578
Kiezelzure kali verbrandbare stoffen enz.	21	14	17	148	67	223
Samen	159	127	124	702	993	2601

1) *Geneeskundige plaatsbeschrijving*, Stuk II, Friesland.

Het putwater van steden en dorpen bevat niet zelden eene buitengewone hoeveelheid salpeterzuur, salpeterigzuur, ammoniak, soms zelfs phosphorzuur, (al deze bestanddeelen in den vorm van zouten) als ontledingsproducten vooral van de organische stoffen, waaronder de uitwerpselen van menschen en dieren, waarmede de bodem aldaar langzamerhand doortrokken is geworden, en organische stoffen zelve in ontleding en ontbinding.

Voor het water, dat zich in onze putten verzamelt, kunnen vier bronnen worden aangenomen:

1. het door den grond zakkende regenwater in de nabijheid van den put, 2. het water, dat elders vallende, zich door den poreuzen bodem heeft verplaatst, 3. het rivierwater, 4. het zeewater.

Dat op de eerstgenoemde wijze zich water in onze putten moet verzamelen is duidelijk, te meer daar hunne wanden, dikwijls slechts uit los opeengestapelde steenen, soms zelfs uit turf bestaande, het water gemakkelijk doorlaten.

Een put, op deze wijze door zoogenaamd zakwater gevoed wordende, geeft bij veel regen eene genoegzame hoeveelheid water, maar bij langdurige droogte en veel verbruik vermindert het aanzienlijk; soms droogt de put geheel uit. Van hoe verren afstand het al in den put dringt, hangt van de diepte van den put en van de hoedanigheid der aardlagen, waarin hij geboord is, af. Laten die lagen het water gelijkmatig door, dan dringt het van alle kanten en op bijna elke hoogte den put binnen. Is dit niet het geval, wisselen lagen, die het water gemakkelijk doorlaten af met lagen, waarop het staan blijft, dan sijpelt het vooral door de eerstgenoemde lagen en boven de laatstgenoemde als eene wel in den put. Inzonderheid op het diluvium wordt dit verschijnsel waargenomen. Daar heeft men onder het zand met grint en keien niet zelden eene leemlaag, die het water zeer moeilijk doorlaat. Hierop stuit het water dus, terwijl het zijdelings door het zand of de grint een' uitweg zoekt. Bestaat een bodem uit afwisselende klei- en zandlagen, dan zal men eene wel aantreffen in elke zandlaag, vooral als deze uit grofkorrelig zand (welzand) bestaat, terwijl het op de kleilagen min of meer staan blijft. Bij het boren van Artesische (Norton-)pompen bekomt men daarom, al naar de diepte, water van zeer verschillende qualiteit. Van hoe verren afstand het water nu al naar den put kan stroomen, hangt ook hier van de onderlinge ligging dier lagen af. Evenals onze bodem echter in 't algemeen aan de oppervlakte van het zuidoosten naar het noordwesten daalt, is dit ook met de onderliggende aardlagen het geval en zakt het water dus ook in deze richting af. Hiermede in overeenstemming is het verschijnsel, 'twelk door putgravers niet zelden opgemerkt is, namelijk dat de wel meestal aan de zuidoostzijde van den put gevonden wordt.

Dringt aan de oevers der rivieren het rivierwater, aan onze zeekusten het zeewater, aan de boorden onzer kanalen, slooten enz. dit staande water in den grond en worden daardoor onze putten gevoed? Onmiddellijk aan onze hoofdrivieren, wier bed over eene groote uitgestrektheid uit zand, ja zelfs grof zand en grint bestaat, dat zich onder de aangrenzende kleigronden voortzet, is dit zeer zeker het geval. Bij hooge rivierstanden dringt het water zelfs onder de dijken door en veroorzaakt de zoogenaamde kwel, tenzij men zorg draagt den teen dier dijken genoegzaam te bekleien. Op gelijke wijze als dit kwelwater aan gindsche zijde der dijken de slooten vult en soms geheele

landen overstroomt, kan het ook in de daar voorkomende putten vloeien.

Daar echter met een' hoogen stand van het rivierwater veelal veel regen valt en de afvoer van dit regenwater door dien hoogen stand wordt verhinderd, zal ook dit hier evenals overal elders den put voeden. Toch schijnt het rivierwater en zoo ook het kanaal- en zeewater een bepaalden invloed op den stand van het water in een put uit te oefenen. Volgens Dr. Staring ligt de wel die de put in het Soerensche bosch voedt, even diep als de oppervlakte der Zuiderzee beneden den grond aldaar gelegen is. Op de hoogten bij Arnhem zijn de welputten even diep, als de oppervlakte van den grond boven den waterspiegel van den Rijn gelegen is. Volgens Stamkart en Matthes „is de rijzing en daling van den put op de Noordermarkt te Amsterdam, een verwijderd gevolg van den hoogeren en lageren stand van het IJ-water" [1]). Ook in de zeepolders is wel eens opgemerkt, dat, als het kanaalwater stijgt, zulks ook het geval is met het water van de nabijzijnde dobben en slooten.

Het bodemwater dat in de putten dringt, schijnt dus in vele gevallen met het omringende rivier-, kanaal- en zeewater in evenwicht te zijn of te trachten daarmede in evenwicht te komen. De put vormt met het kanaal, met de rivier of met de zee, vaten die met elkander gemeenschap hebben. De gemeenschapskanalen zijn echter zeer nauw; zoodat van een eigenlijk stroomen daarin geen sprake zijn kan; het water ontmoet grooten tegenstand en kan in het eene vat aanmerkelijk hooger staan dan in het andere, zonder dat het evenwicht dadelijk hersteld wordt. Onze duinen houden immers het zeewater tegen. Op het eiland Rottum maakt men dijken van zeezand om het vloedwater te keeren. Daar en elders in de duinen geven de putten in het duinzand gegraven, uitmuntend water, ofschoon het zeewater dikwijls veel hooger staat dan het water in den put. Daar, waar de bodem bestaat uit klei- en zandlagen, die eene hellende ligging hebben en elkander afwisselen, zal eene kleilaag het hooger staande water ook kunnen afsluiten.

Wanneer Dr. Staring dus zegt „in de waterrijke zee-alluviën en de lage venen, ligt de oppervlakte van de wel even hoog als de omringende waterspiegel en rijst en daalt met dezen" dan gelooven wij, dat dit wel het geval zijn zal in de zand- en veenstreken, maar niet of veel minder in de zeekleilanden [2]).

Ofschoon de stand van het water in een' put dus gewijzigd kan worden door dien van het rivier-, kanaal- of zeewater, dringt er daarom nog geen rivier-, kanaal- of zeewater in den put of komt het putwater in samenstelling met genoemde watersoorten overeen.

Vooreerst toch wordt het aanwezige bodemwater in den grond en daardoor ook in den put omhoog gestuwd en ten tweede lost het rivierwater enz., met de aardlagen in aanraking komende, evenals het regenwater, bestanddeelen uit den grond op en — mocht het ook in de putten dringen —, door aanraking met den bodem zal het toch in samenstelling gewijzigd zijn. Of dus het

---

[1]) Rapport van de drinkwatercommissie.

[2]) Zie verder Verslag van de commissie tot onderzoek naar de mate, waarin water onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt, uitgegeven door de K. A. v. W.

brakke tot zoute bodemwater, dat aan de kusten in de putten dringt, zeewater is, vermengd met het door den grond zakkend regenwater en beide gewijzigd door aanraking met den bodem, dan of het regenwater is, dat uit de in zeewater bezonken lagen het zout heeft opgenomen, hierop kan geen bepaald antwoord gegeven worden. Weliswaar stijgt met de diepte van den put in vele gevallen het zoutgehalte, — en hierop berust eigenlijk de veronderstelling, dat het diepe bodemwater aan onze kusten zeewater is —, maar wij zullen hieronder zien, dat men o. a. in Noord-Holland tot op aanmerkelijke diepte borende, zoet water bekomt. Bovendien moet, als het in den put zakkende water oorspronkelijk slechts regenwater is, met de diepte noodzakelijk het gehalte aan keukenzout stijgen, omdat het met des te meer aardlagen in aanraking is geweest.

Graaft men in onze zeealluviën een' put van geringe diepte b.v. van 2 à 2.5 meter en zet de wanden met steenen of turf los op, dan is het water in den regel niet brak; maar graaft men dieper dan is dit wel het geval en wordt het in den regel des te brakker, naarmate men dieper graaft. Bevinden zich in den ondergrond darglagen, dan is het ook niet zelden bruin gekleurd en heeft den zeer onaangenamen aan vuile eieren herinnerenden reuk van zwavelwaterstofgas.

Wij houden dit water voor zakwater, dat op verschillende hoogte in den put vloeit, met allerlei gronden, inzonderheid klei- en darglagen in aanraking geweest is en daaraan zijn onaangenamen reuk en smaak ontleend heeft. Ook welwater, van elders aangevoerd, rivier-, kanaal- en slootwater kan zich daarbij voegen. Zulks hangt van verschillende omstandigheden en inzonderheid van de ligging van den put, ten opzichte van genoemde wateren, den aard der doorboorde en omringende gronden af. In de steden en dorpen voegt zich daarbij soms rioolwater en een aftreksel van den met allerlei vuil vermengden bodem. Vandaar niet alleen meer zouten in dit water, maar daarbij ook salpeterzuur, salpeterigzuur en ammoniak als ontledingsproducten vooral van de dierlijke of menschelijke uitwerpselen, enz., gelijk o. a. door bovengenoemde commissie in vele stedelijke putten gevonden werd, zoowel op het alluvium als op het diluvium [1]).

Dergelijk water is in den regel van zeer slechte hoedanigheid. Beter water wordt veelal verkregen wanneer men dit zakwater afsluit, door den put in goeden tras op te metselen en alleen het water eener wel toetelaten. Op de eenvoudigste wijze, vooral wanneer daartoe diepere lagen opgezocht moeten worden, wordt dit doel bereikt met de zoogenaamde Norton- en pulspompen. De eerste bestaan uit aan elkander bevestigde ijzeren buizen van ongeveer 0.5 c.M. diameter, waarvan de onderste van een stalen punt met openingen is voorzien, en die met een daarvoor bestemd ijzeren heiblok in den grond gedreven worden, de tweede uit aan elkander bevestigde wijdere cilinders van 1 à 2 d.M. middellijn, die door eene zware belasting in den grond worden geperst, en waaruit men de aarde met behulp van een klepboor (puls) naar boven werkt. Ofschoon de kans, dat men in deze putten goed drinkwater zal

---

[1]) Meermalen werd door ons in zulk water ook phosphorzuur gevonden.

bekomen niet altijd zeker is, blijkens de ondervinding daarvan in verschillende streken van ons land opgedaan, is toch het resultaat, dat men op vele plaatsen o. a. in Noord-Holland, — waar het water der gewone putten, ja ook dat van vele slooten brak is, — er mede verkregen heeft, zeer merkwaardig. Zoo heeft men b.v. te Purmerende twee van 62 en 75 meter diepte geboord (een derde mislukte) en één in de Beemster op het buiten van den heer N. Brantjes Marienheuvel van 25 meter diepte, die eene groote hoeveelheid water leveren van goede qualiteit. Zoo geven die te Purmerende ongeveer 15 liter in de secunde. Bij die in de Beemster is de hoeveelheid nog grooter. De wel van dezen put voerde het water op tot 0.25 meter boven den beganen grond, die 1.75 meter boven het Beemster zomerpeil ligt. Voor de verzameling van dit water heeft men op eene diepte van ongeveer 2 meter beneden den beganen grond een dubbelen houten vloer gelegd en daarop een gemetseld reservoir gemaakt van 1.5 meter diameter. Uit dit reservoir gaat eene buis naar den stal om door middel van eene pomp water te verschaffen aan 26 stuks vee. Verder loopt eene buis naar de pomp van het werkhuis voor de kaasmakerij en voorts eene buis met pomp naar den tuin voor het begieten van bloemen enz. Al deze pompen bleken niet voldoende te zijn om het welwater te gebruiken en het reservoir zou uit elkander geperst zijn geworden, zoo nog niet eene buis aangebracht was om het overtollige naar eene sloot af te voeren.

In plaats van ijzeren buizen neemt men ook vierkante houten kokers, uit deelen samengesteld en geheel of gedeeltelijk met een spiraal van bandijzer beslagen. Om het heien of persen in den grond gemakkelijk te maken worden ze van buiten geschaafd en wordt de onderste koker toegespitst en met ijzer beslagen. De afzonderlijke kokers van ongeveer 10 voet lengte worden door inkepingen op elkander bevestigd, tot men op eene diepte van 20 à 30 meter in den grond gedrongen is, die binnen de kokers met behulp van eene klepboor naarboven gewerkt wordt. Van deze putten, die goed kunnen voldoen als de bovenste twee of drie kokers goed dicht zijn, nadat ze in den grond zijn gedreven en minder geld kosten dan de gewone Nortonpompen, heeft men verscheidene in Noord-Holland geboord. Inzonderheid zijn zij van belang voor de verschaffing van drinkwater aan het vee. Daartoe worden de putten in slooten of kommen, die in geen verband staan met den algemeenen waterboezem, gegraven — en de kop des kokers zoo diep mogelijk onder den waterspiegel afgezaagd. Steeds houdt men die kommen daardoor met water gevuld, dat in 't algemeen één à een half meter beneden den beganen grond, ja soms nog hooger opdringt. Ook in de provinciën Gelderland en Utrecht zijn eene menigte dergelijke pulspompen — maar hier neemt men ijzeren kokers — met goed gevolg geslagen [1]).

De temperatuur van het putwater is over 't geheel meer constant dan die van de tot nog toe beschouwde watersoorten. Men mag ook aannemen, dat evenals de hoogste en laagste temperatuur van den bodem later intreden dan die der lucht en het verschil tusschen beide geringer wordt met de diepte,

---

[1]) Soms bevat dit water zooveel moerasgas (brongas), dat het de moeite loont het voor verbranding en verlichting te gebruiken.

zulks ook met het water 't geval zijn zal, dat met dien bodem in aanraking is of geweest is[1]).

e. *zeewater.* De zee is de algemeene verzamelplaats van het water, dat langs verschillende wegen, hetzij op eene natuurlijke, hetzij op eene kunstmatige wijze in de rivieren zich verzamelt en daarin van het land afstroomt. Een natuurlijk gevolg daarvan zou moeten zijn, dat bijna al het water in de zeeën weldra samengeloopen en het land van water beroofd was, indien jaarlijks uit die groote watervlakten niet eene groote massa water verdampte en de gevormde waterdamp, op of boven het land gecondenseerd, in den vorm van regen, sneeuw of hagel daarop neerkwam. Evenals zoovele andere stoffen heeft het water een' eigenaardigen kringloop. Uit de zee- en andere wateren destilleert het als 't ware over naar het land; langs de rivieren stroomt het weder naar de zee terug. Met dat rivierwater wordt — gelijk wij weten — eene groote hoeveelheid zouten meegevoerd; wat de waterdamp daarvan terugvoert naar het land, is van weinig of geene beteekenis. Een gevolg daarvan is dat deze zouten in het zeewater opgehoopt worden. En ofschoon enkele verbindingen gewoonlijk in geringere hoeveelheid voorkomen in het zeewater dan in het rivierwater, b.v. de koolzure kalk, die bij gebrek aan de noodige hoeveelheid koolzuur afgezet of in de schalen der zeedieren, b. v. oesters, opgenomen wordt, worden vele zouten in grootere hoeveelheid er in aangetroffen, vooral keukenzout en de magnesiumzouten, ja men vindt in het zeewater verbindingen en elementen, die in het rivierwater niet of ternauwernood kunnen worden aangetoond b.v. van jodium, bromium, ja van koper, lood, zilver enz.

Niet overal heeft het zeewater dezelfde samenstelling. In de Oostzee b. v. waarin vele rivieren haar water zenden en waaruit weinig water verdampt, houdt het minder zout opgelost (0.06—0.75 KG. in 100 liter) dan in de Noordzee, den Atlantischen Oceaan en de Middellandsche Zee, die in 100 liter water 3.5 KG. en soms nog meer zout bevatten. Het rijkst aan zouten is wel het water der Doode Zee, waarvan in 100 KG. 15—25 KG. gevonden werd.

Door ons werd in 1 liter zeewater gevonden:

Bestanddeelen.	Uit de Noordzee gram.	Van het Wad achter Warfum bij 't opkomen van den vloed. gram.
Keukenzout	25.50	21.63
Gips	1.72	0.52
Zwavelzure magnesia	1.77	2.07
Chloormagnesium	3.85	2.40
Chloorkalium	1.30	0.52
Broomnatrium	0.37	—
Koolzure kalk	—	0.47
Samen	34.51	27.61

[1]) In andere streken kan het water ook eene hoogere temperatuur hebben dan de gemiddelde luchttemperatuur (warme bronnen).

Jacobi [1]), die het water der Noordzee en der Zuiderzee op verschillende plaatsen onderzocht, vond ten noorden van de Wadden-eilanden in 1 liter 33—34.5 gram zouten, in dat der Zuiderzee bij Enkhuizen 15 gram, op een paar andere plaatsen 20—28 gram per liter.

Dit geringer zoutgehalte op het Wad en in de Zuiderzee moet, evenals hierboven vermeld is van de Oostzee, aan vermenging met het rivier-, kanaalwater enz. worden toegeschreven. Zoo vond ook Seelheim [2]) dat het water der Westerschelde bij Veere in 1 liter 33.9 maar bij Bruinisse (bij vloed) slechts 29.8 gram zouten bevatte, en, de afzonderlijke bestanddeelen vergelijkende, berekende hij dat, terwijl het eerstgenoemde als zuiver zeewater kon worden beschouwd, het laatste uit een mengsel van 87.8 deelen zeewater en 19.2 deelen rivierwater bestond.

De hierboven vermelde watersoorten zijn òf *zachte* òf *harde* wateren. Men maakt namelijk deze onderscheiding naar de verschillende werking, die het water op eene zeepoplossing, bij het wasschen op het linnengoed en op de huid en bij het koken op verschillende groenten uitoefent. Water, waarin kalk- en magnesiazouten opgelost zijn, geeft namelijk met eene zeepoplossing een vlokkig neerslag, dat zich in het te wasschen linnengoed afzet en het stijf en onze huid bij het wasschen stroef maakt; het schuimt daarbij niet, erwten en andere groenten kan men in dit water niet gaar koken. Water, dat weinig of geene kalk- en magnesiazouten bevat, wordt bij het wasschen met zeep wel min of meer troebel, maar het schuimt daarbij; het linnengoed kan daarin schoon gewasschen worden en het blijft evenals onze huid lenig. Groenten worden er gemakkelijk in gaar gekookt. Het eerstgenoemde water noemt men daarom hard, het laatstgenoemde week of zacht water.

De hardheid van 't water kan met behulp van eene zeepoplossing beoordeeld worden. De scheikundigen bereiden daarvoor eene oplossing van zeep in spiritus en bepalen daarmede zelfs ten naastenbij het gehalte van 't water aan kalk en magnesia. Neemt men b. v. $^1/_{10}$ liter water in een daartoe geschikt fleschje en voegt van de zeepoplossing erbij, dan vormen de kalk en de magnesia met het vetzuur der zeep, onoplosbare verbindingen (het vlokkig neerslag) en geeft het water niet eerder bij het schudden schuim, dat eenigen tijd staan blijft, vóórdat al de kalk en de magnesia zijn neergeslagen. Hoe grootere quantiteit van deze oplossing dus aan het water moet worden toegevoegd, des te meer kalk en magnesia is er in aanwezig, des te harder is het water.

Men maakt nog onderscheid tusschen *totale*, *tijdelijke* en *blijvende* hardheid. De kalk (en ook magnesia) komt in het water voor als carbonaat (koolzure kalk) en als sulfaat (zwavelzure kalk). Het eerstgenoemde zout lost op, als het water tevens koolzuur bevat, het laatste is in zuiver water oplosbaar. De hardheid nu, veroorzaakt door de koolzure kalk, duurt slechts zoolang als het water koolzuur bevat. Zij is dus tijdelijk. Drijft men het koolzuur, door het water te koken, uit, dan slaat de koolzure kalk neer en wordt het water

---

1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Bd. 167 S. 1.

2) *Archives neerlandaises des sciences naturelles*, 1874, S. 433.

zacht. Ook door toevoeging van kalkwater, eene oplossing van gebluschte kalk, dat met het vrije koolzuur eveneens koolzure kalk vormt, kan dergelijk water zacht gemaakt worden. Van beide middelen wordt dan ook gebruik gemaakt, om van putwater b.v. geschikter waschwater te maken. Water, waarin gips opgelost is, noemt men blijvend hard: het kan noch door koking, noch door bijvoeging van kalkwater zacht gemaakt worden, maar wel door eene oplossing van koolzure soda, dat met de zwavelzure kalk zwavelzure soda en koolzure kalk (onoplosbaar) vormt. De hardheid wordt gewoonlijk in graden uitgedrukt. De daarvoor meest gebruikelijke schaal is de Duitsche, waarbij als eenheid is aangenomen 1 deel kalk (calciumoxyd) op 100 000 deelen water. Water van 12 graden hardheid bevat dus in 1 liter ongeveer 0.12 gram kalk (een gedeelte hiervan is magnesia). Bij de Fransche schaal is op 100 000 deelen water 1 deel koolzure kalk als eenheid aangenomen. Voor de herleiding van Fransche tot Duitsche hardheidsgraden moeten zij met 0.56 vermenigvuldigd worden. Bepaalt men nu met eene zeepoplossing de hoeveelheid kalk zonder het water vooraf te koken, dan verkrijgt men de totale hardheid, en daarna in het gekookte water dan bekomt men de blijvende hardheid, terwijl het verschil de tijdelijke hardheid aanwijst. Het spreekt van zelf, dat het water, wanneer het zoowel koolzure kalk als gips bevat, niet alleen tijdelijk maar ook blijvend hard is, en dat men, van een of van beide der genoemde middelen gebruik makende, om het water zachter te maken, het gevormde neerslag moet laten bezinken en daarna het heldere water afgieten.

Welke van de in de natuur voorkomende watersoorten nu hard, welke zacht zijn, zal na hetgeen hierboven van hare samenstelling gezegd is, niet moeilijk op te maken zijn: regen-, beek-, rivier- en het zoogenaamd staand water zijn min of meer zacht, het put- en zeewater min of meer hard.

Ook bij het maken van stoom in stoomketels dient men met de hardheid van 't water rekening te houden. 't Is toch bekend, dat, wanneer wij in onze gewone keukenketels putwater koken, er langzamerhand eene korst in gevormd wordt. In nog grootere mate vormt zich die zoogenaamde ketelsteen bij het gebruik van hard water in den stoomketel, daar hierin een groot gedeelte van het water verdampt en de oplossing dus geconcentreerd wordt. Niet alleen de koolzure kalk, die in de keukenketels hoofdzakelijk den ketelsteen vormt, maar ook de weinig oplosbare gips zet zich dan aan de wanden af en helpt mede die korst vormen, waardoor de ketel gevaar kan loopen van te springen en de verwarming zeer ondoelmatig wordt. Behalve de bovengenoemde worden dan ook nog andere min of meer doeltreffende middelen aanbevolen, om het water voor stoomketels zacht te maken of de vorming van den ketelsteen te voorkomen [1]).

Van de watersoorten, die zich meer bepaald door de aanwezigheid van eene of meer stoffen onderscheiden, noemen wij slechts de bitterwateren, die veel zwavelzure magnesia (Epsom, (Engeland), Engelsch zout), de zwavelwateren, die veel zwavelwaterstof (Bentheim, Aken), de zure wateren (Pyrmont, Selters), die veel koolzuur en de staalbronnen, die veel koolzuur ijzer bevatten.

---

1) Volgens Asselin is glycerine een eenvoudig middel daartegen: 1 deel glycerine op 3000 à 4000 KG. brandstof. Een ander middel, door ons wel eens toegepast, is een mengsel van gebluchte kalk, bijtende soda en beetwortelstroop.

Deze zoogenaamde minerale-bronwateren meenen wij echter verder met stilzwijgen te mogen voorbijgaan. Hier te lande komen dergelijke bronwateren slechts bij uitzondering voor (enkele staalbronnen, b.v. sommige Nortonpompen, op de Veluwe en in de Haarlemmermeer). Het meertje van Rockanje, nabij Heilevoetsluis, bevat, evenals het water te Karlsbad, veel koolzure kalk, zoodat voorwerpen, b.v. rietstengels, die er in staan of die men erin houdt, daarmede omkorst worden.

Reeds de Grieken, Romeinen en andere oude volken droegen bijzondere zorg voor goed drinkwater en brachten het daartoe in kolossale leidingen, — die echter later in verval geraakt zijn, — van elders in hunne steden. Eerst in deze eeuw, waarin het der wetenschap gelukt is, meer verband tusschen drinkwater en ziekte en gezondheid te ontdekken, begint men opnieuw voor goed drinkwater meer zorg te dragen. Inzonderheid heeft het verschijnen der cholera de menschen als 't ware doen opschrikken. En ofschoon de soort van drinkwater op zich zelve niet de oorzaak van cholera en vele andere ziekten moge zijn, door vermenging van de uitwerpselen der choleralijders met het drinkwater wordt deze ziekte zeer zeker verspreid, en van den aard van 't drinkwater (al of niet aanwezigheid van rottende dierlijke stoffen b.v.) hangt het af, of die uitwerpselen een' vruchtbaren bodem tot uitbreiding der ziekte gevonden hebben, ja dan neen. Meer bepaald is dit verband tusschen drinkwater en typhus aangewezen. En moge het waar zijn, dat enkele personen, evenals zij in bedorven lucht kunnen leven, van slecht drinkwater niet ziek worden, in vele gevallen is zorg voor goed of slecht water eene quaestie van doen leven of sterven. Voorbeelden daarvan zijn genoeg voorhanden. Slechts een paar uit vele. In de Milbank-gevangenis te Londen is, sedert het drinkwater niet meer uit den Thems, welks water met dierlijke uitwerpselen verontreinigd is, maar uit een' artesischen put op Trafalgarsquare genomen wordt, de sterfte van 69—82 tot op 4—9 op de 1000 inwoners verminderd; typhus en buikloop (dysenterie en diarrhee) zijn verdwenen. Een melkverkooper te Londen bracht de typhus in 70 familiën, doordien hij zijne melkemmers met onzuiver putwater spoelde of wellicht zijne melk daarmede vermengde.

Ook sommige ziekten van dieren, o. a. het miltvuur, schijnen door slecht drinkwater veroorzaakt of verspreid te kunnen worden[1]). En moge tot nog toe de aandacht hierop minder algemeen gevestigd zijn, in de zorg, die o. a. de Engelschen dragen voor het drinkwater hunner uitmuntende dieren, kunnen zij ons ook hier tot voorbeeld strekken, en de bijzondere voorliefde, die vele

[1]) In het *Tijdschrift voor veeartsenijkunde en veeteelt*, 1874 bl. 138 en 199 worden twee gevallen aangehaald, waaruit duidelijk het verband tusschen slecht drinkwater en ziekte van het vee, hier paarden, blijkt. In het eerste geval moest de dood van een veulen zeer waarschijnlijk worden toegeschreven aan het drinken van sterk zwavelwaterstofhoudend pompwater. Hierbij werd opgemerkt, dat de melk der koeien, die van dit pompwater dronken, totaal onbruikbaar was door den aan vuile eieren herinnerenden reuk van het zwavelwaterstofgas. Het tweede geval had betrekking op lendentyphus bij paarden, zeer waarschijnlijk veroorzaakt door het gebruik van slecht putwater, hetwelk, behalve dat 't zeer brak was, eene groote menigte microscopische wezens (bacteriën) bevatte.

dieren voor dit of gene water hebben, kan voor ons eene aanwijzing zijn, dat het oog des meesters ook hier zelden onnoodig is.

De verspreiding van ziekten door het drinkwater, de algemeene vrees voor besmetting daardoor hebben dan ook in bijna alle landen en steden commissiën doen vormen tot onderzoek van het drinkwater. Worden de ziekten door het drinkwater verspreid, of zijn sommige watersoorten schadelijk voor de gezondheid, waaraan — zoo heeft men gevraagd — zijn deze watersoorten dan te herkennen, of anders: wat is goed, wat slecht drinkwater? Verschillende autoriteiten hebben deze vraag trachten te beantwoorden en kenmerken voor goed en slecht drinkwater opgegeven. En ofschoon zij in deze opgave min of meer met elkander mogen verschillen, komen de meesten hierin met elkander overeen, dat goed drinkwater frisch, helder, kleur- en reukloos moet zijn, niet te veel zouten — per liter b.v. niet meer dan $^1/_2$ à 1 gram — en inzonderheid niet te veel sulfaten en nitraten, slechts sporen van salpeterigzuur en ammoniak, b.v. niet meer dan 1 à 2 milligram per liter, en weinig of geene organische voorwerpen of organische stoffen mag bevatten. Aanwezigheid van ammoniak, salpeterzuur en veel microscopisch kleine levende wezens (bacteriën), soms ook van keukenzout, doet vermoeden, dat vuil water met allerlei plantaardige en vooral dierlijke stoffen er in gevloeid is, wat in geen geval mag plaats hebben.

Koolzure kalk acht men ook in grootere hoeveelheid minder schadelijk dan zwavelzure kalk, zwavelzure magnesia, potasch- en sodazouten. In de beste welwateren heeft het eerstgenoemde verreweg de overhand boven de laatstgenoemde zouten. Voor het bereiden van spijzen (groenten, erwten en boonen) en van dranken (koffie en thee), en als waschwater is hard water (zie hierboven) echter weinig geschikt. Hetzelfde geldt als het water in sommige fabrieken (branderijen, brouwerijen, suikerfabrieken en papierfabrieken) gebruikt zal worden; ook dan verdient zacht water in het algemeen de meeste aanbeveling. In suikerfabrieken werken bovendien de sulfaten van kalium en natrium, alsmede nitraten nadeelig, omdat zij de stroopvorming bevorderen, en in papierfabrieken is het ijzergehalte nadeelig. Bij de beoordeeling van het water dient men voorts op zijne temperatuur te letten, gelijk hierboven bij het regen- en putwater reeds werd opgemerkt. Volgens een onderzoek van het drinkwater in Hannover door Fischer, kwamen er steeds meer ontledingsproducten van organische stoffen in het water voor, naarmate de temperatuur meer afwisselde.

Het onderzoek van de bovenvermelde drinkwater-commissie heeft aan 't licht gebracht, dat, terwijl de cholera in 1866 meer heerschte op alluviale dan wel op diluviale gronden, in 15 gemeenten, waar sloot-, gracht- of kanaalwater werd gedronken, op de 1000 inwoners 17.7 aan deze ziekte stierven, in 22 gemeenten, waar putwater in gebruik was, stierven 16.8, in 18 gemeenten, waar men rivierwater dronk 11.9 en in 16 gemeenten, wier inwoners regenwater dronken, slechts 5.3 of, buiten Amsterdam, in 15 gemeenten 6.4 op de 1000 inwoners. Het regenwater onderscheidt zich dus in dit geval gunstig.

Van de onderzochte watersoorten moesten vele als drinkwater worden afgekeurd, vooral sloot-, kanaal- en rivierwater, waarvan van de 78 onderzochte soorten 71 niet voldeden.

17 van de 22 onderzochte regenwatersoorten voldeden hoofdzakelijk om

dezelfde reden niet. Van de 171 onderzochte soorten van putwater werden 109 minder geschikt geoordeeld om het gehalte of de soort van opgeloste zouten, 123 en 115 niet wegens onaangenamen reuk en smaak en 161 niet wegens het in verband staan met rottende dierlijke stoffen.

Eene andere vraag, die onmiddellijk zich hier aansluit, is deze: waardoor kan slecht drinkwater verbeterd worden of hoe kan men in goed drinkwater voorzien? En de naar omstandigheden min of meer practische middelen, daarvoor aangegeven, zijn: koking vooral met het doel om de organische voorwerpen onschadelijk te maken; filtreering door kool enz. om de in het water zwevende of opgeloste organische stoffen, de daarin voorkomende organismen en enkele zouten te verwijderen; het aanvoeren van goed water van elders; zorgvuldige verzameling van regenwater enz. Voor de zuivering van troebel water, inzonderheid rivier-, kanaal en ander staand water, kan ook gebruik gemaakt worden van het middel door de bovengenoemde drinkwatercommissie aangegeven, nl. ijzerchloride. Eenige druppels eener oplossing daarvan geven namelijk in het water een' neerslag, die de zwevende stoffen omhult en ze mee doet bezinken, zoodat het bovenstaande water helder wordt.

Met betrekking tot den bodem (het land) neemt het water der natuur een bepaalden stand in, die tijdelijk en plaatselijk zeer verschillend is. De stand van het water eener rivier wordt gewijzigd door den meerderen of minderen aanvoer vanboven, de stand van het zeewater door eb en vloed, de stand van het kanaal-, sloot- en meerwater naar de verhouding tusschen de hoeveelheid regen, de verdamping en de plaatselijk meerdere of mindere gelegenheid tot afvoer. In het bijzonder voor ons land, dat voor een groot deel door de zee begrensd is, welks bodem, gelijk wij weten, voor een groot deel beneden de oppervlakte der zee gelegen is en dat door tal van rivieren wordt doorsneden, is die waterstand (waterstaat) van groot gewicht.

Tot grondslag voor het bepalen van den waterstand dienen verschillende peilen. Aan de zeekusten vergelijkt men dien met „volzee", dat is de hoogte der gewone vloeden; bij den waterstaat in de prov. Groningen wordt tot vergelijkingsvlak genomen het waterpasse vlak, dat door het midden van den bol in den noordoostelijken vleugel van de groote spilsluis te Groningen getrokken kan worden, welks midden het peil aangeeft van het kanaal van Groningen naar Winschoten, bekend onder den naam van Winschoterpeil (W. P.). Het meest algemeen gebruikte peil is echter het Amsterdamsche of A. P., (0.81 M. beneden W. P.), dat is de gemiddelde hoogte van den vloed in het IJ, vóór Amsterdam[1]). In 1812, door de zorg van Generaal Kraijenhoff nauwkeurig onderzocht, is dit peil op steenen in vier onderscheidene sluizen te Amsterdam aangewezen. Reeds in de 17de eeuw diende het als „stadspeil" tot bepaling van de hoogte, waartoe het water in de grachten van Amsterdam mocht worden ingelaten en „tot grondslag van berekening voor de hoogte waarop de zeedijk moest worden gehouden." In 1818 werd bij Koninklijk

[1]) Volgens Stamkart, *Verslagen en mededeelingen der K. A. v. W., afd. Natuurkunde*, Deel XVII, 1865. Moll beschouwde het A. P. als de gemiddelde oppervlakte der zee. Daar het verschil tusschen eb en vloed bij Dungerdam, nabij Amsterdam, slechts 3 d.M. bedraagt, verschilt A. P. niet veel van de gemiddelde zeeoppervlakte.

besluit bepaald, dat het als grondslag zou dienen voor de waarnemingen van den waterstand langs de hoofdrivieren des rijks, en sedert is het langzamerhand niet alleen naar de onderscheidene provinciën maar ook in het buitenland tot in Posen overgebracht.

Het is ondoenlijk om hier met betrekking tot de hoogte van den grond en het water ten opzichte van dit peil in veel bijzonderheden te treden. Wij moeten daarvoor naar andere werken, b.v. de Algemeene Statistiek, het Jaarboekje v. Ingenieurs, de Waterstaatskaart enz. verwijzen en zullen slechts enkele punten, hoofdzakelijk daaraan ontleend, aangeven.

Het zeewater op onze kusten rijst en daalt, gelijk bekend is, met vloed en eb. Plaatselijk en tijdelijk zijn beide verschillend. Zoo is te

	Vlissingen.	Hellevoetsluis.	den Helder.	Delfzijl.
de gemiddelde vloed	1.74	1.01	0.23	1.34 M. + A.P.
en de gemiddelde ebbe	1.88	0.82	0.92	1.34 M. — A.P.
en het verschil dus	3.62	1.83	1.25	2.68 M.
Duur van den vloed	5—55 u.	4—57 u.	1—5 u.	5—35 u.
Duur van de ebbe	6—13 u.	7—15 u.	3—7 u.	5—56 u.
Hoogste waargenomen vloed	3.32	2.66	1.74	3.82 M. + A.P.
Laagste waargenomen ebbe	3.06	1.95	1.96	2.50 M. — A.P.

Verder stroomopwaarts en in de inhammen wordt dit gemiddeld verschil tusschen eb en vloed geringer. Zoo bedraagt het op de Maas en Merwede: te Brielle 1.46, te Rotterdam 1.47, te Dordrecht 1.24 en te Gorinchem 0.35 M.; in de Zuiderzee: bij Harlingen 1.23, bij Medemblik 0.61, bij Enkhuizen 0.55, bij Dungerdam (nabij Amsterdam) 0.45, bij Elburg 0.27, bij de Lemmer 0.10 en bij Blokzijl slechts 0.06 M.; bij Rottum bedraagt het verschil 2.34, bij Zoutkamp 2.38, te Delfzijl 2.68 M.

Op dit verschil, dat voor den geregelden afvoer van 't binnenwater aan de kust van groot gewicht is, oefenen ook de heerschende winden invloed uit, die weder plaatselijk verschillend is.

Zoo is, volgens waarnemingen van 1849—1854, bij de winden die het grootste verschil geven, te Delfzijl en Zoutkamp:

	Gemiddelde stand in meters boven (+), beneden (—) „volzee"			
	bij vloed		bij eb	
	Delfzijl.	Zoutkamp.	Delfzijl.	Zoutkamp.
met noordwestenwind	+ 0.510	+ 0.510	— 2.212	— 2.108
„ zuidoosten „	— 0.040	— 0.092	— 2.861	— 2.389
verschil	0.550	0.603	0.649	0.281

De invloed van den wind op den vloed is dus te Delfzijl en te Zoutkamp nagenoeg gelijk, op den ebbestand daarentegen niet onaanzienlijk verschillend. Bij een' zuidoostenwind kan het binnenwater daarom onder dezelfde omstandigheden te Delfzijl beter afstroomen dan te Zoutkamp, bij noordwestenwind is dit nagenoeg gelijk.

De stand van het water onzer rivieren is niet minder verschillend. Het

rijst, gelijk bekend is, 's winters, wanneer de aanvoer door de veelvuldiger regens en vooral door het ontdooien van de sneeuw en het ijs grooter wordt; ijsdammen stuwen het dan soms plaatselijk op.

Van den oorsprong tot den mond daalt het langzamerhand. Zoo is de gemiddelde waterstand gedurende den zomer (van 1 Mei—1 Nov.) van den Rijn bij Arnhem ongeveer 9 M. + A. P., te Wijk bij Duurstede nagenoeg 4.26 M. + A. P., die der Maas bij Maastricht 42.8 M. + A. P., te St. Andries, waar zij zich met de Waal vereenigt, ongeveer 3 M. + A. P., en bij Rotterdam 0.97 M. + A. P.

De hoogte van den Nederlandschen bodem is begrensd tusschen 5 à 6 meter beneden (—) en 200 meter boven (+) A. P. Zoo ligt

Vaals (Limburg)	200 M. + A. P.		Bijlmermeer	3.00 —	A. P.
St-Pietersberg	123	„	Schermer	3.26	„
Wageningsche berg	46	„	Purmer	3.80	„
't Hoogeveen te Zuidbarge	29	„	Haarlemmermeer	4.15	„
Helpman (Groningen)	5.50	„	Zuidplaspolder	5.61	„
De Anna-Paulowna-polder	0.23 — à 0.70 + A. P.				
Zijpe (Noord-Holland)	0.80 — à 1.33	„			

Het Lageland der prov. Groningen, b.v. in de omstreken van het Damsterdiep, Ten Boer, Bedum enz. ligt 0.3 + à 1.2 — A. P., het Hoogeland, 1 à 2 + A. P. Ook de alluviale bodem van Friesland, Zeeland en de meeste andere provinciën ligt ten deele boven, ten deele beneden A. P., terwijl de diluviale gronden met de daarop nog voorkomende of afgegraven hooge venen zich eenige meters daarboven verheffen. Zie hierboven.

Daar nu het A. P. weinig verschilt van den gemiddelden zeespiegel, blijkt uit deze opgave, dat vele gronden, vooral in de westelijke provinciën, beneden de oppervlakte der zee gelegen zijn. Tenzij zulks op eene natuurlijke wijze door duinen geschiedt, moeten zij daarom kunstmatig door dijken tegen het indringen van 't zeewater beveiligd worden.

Ook langs de grootste lengte onzer rivieren zijn dijken noodig om het rivierwater uit het land te houden, aangezien slechts op enkele plaatsen (Veluwzoom en de Maas in Limburg) de rivieren hooge oevers (heuvels) hebben, die op eene natuurlijke wijze het water keeren.

In de westelijke gedeelten van Nederland zijn de gronden langs de rivieren algemeen lager gelegen dan de gemiddelde rivierwaterstand, ja hier en daar zelfs lager dan de rivierbodem, en ofschoon in de oostelijke gedeelten de bodem veelal hooger is dan de gemiddelde waterstand der rivieren, zoude deze toch bij zeer hooge rivierstanden, die meest alle winters voorkomen en waarbij het water niet zelden eenige meters rijst, overstroomd worden, tenzij ook hier geene dijken waren aangelegd om de overstrooming tot de uiterwaarden te beperken.

Hebben nu de oostelijke gedeelten van Nederland eene natuurlijke loozing van het overtollige regenwater, doordien zij hooger zijn gelegen dan de waterloopen, de westelijke en noordelijke gedeelten hebben dit veelal niet; hier moet het regenwater kunstmatig worden verwijderd om de gronden bebouwbaar te maken of de voordeelen van eene droge ligging te doen genieten.

Vanaf oude tijden heeft men ingezien, dat tot het verwijderen van dit

water of tot het beschermen tegen 't zee- of rivierwater de krachten van enkele personen te kort zouden schieten en dat vereeniging hier noodzakelijk is. De oprichting van waterschappen, waarover in de Landhuishoudkunde nader gehandeld zal worden, was daarvan een gevolg.

Eene van de voornaamste bepalingen in het reglement van een waterschap is het peil, in het bijzonder het zomerpeil, waarop het water, binnen zekere grenzen, moet gehouden worden en het maalpeil, dat is de hoogte, waarop het water in het boezemkanaal mag worden opgevoerd. Deze peilen zijn voor de verschillende waterschappen zeer uiteenloopend; zij worden bepaald naar de gemiddelde hoogte van de gronden, naar de middelen tot waterlossing, naar de inzichten, die men heeft omtrent het voor- of nadeel van een' hoogen waterstand enz. Omgekeerd moeten de middelen tot waterlossing: de kanalen, sluizen, molens enz. er op berekend zijn, om het water bij veel regen spoedig op het bepaalde peil terug te kunnen brengen. Deze middelen worden nader bij de grondverbetering besproken.

Uit de verhouding tusschen het peil van 't waterschap en de hoogte van den grond ten opzichte van A. P. volgt natuurlijk de mindere of meerdere droge ligging dier landen. Zoo is de gemiddelde hoogte van den Haarlemmermeerpolder = 4.15 — A. P. en het zomerpeil van dien polder = 4.75 — A. P. Die van de Schermer ± 3.25 — A. P. en het zomerpeil der afzonderlijke polders, waarin deze verdeeld is, ongeveer 4 à 4.25 — A. P. Vele landen in Noord-Brabant en Friesland liggen slechts ± 0.3 M. boven het zomerpeil, dat meerendeels — A. P. gelegen is. Het zomerpeil van het waterschap Hunsingoo in Groningen is 0.64 M. — A. P. (1.45 M. — W.P.), terwijl het daartoe behoorende land deels boven, deels beneden A. P. gelegen is. En van de middelen tot afvoer van 't water enz. is de kans, of de tot een waterschap behoorende landen langer of korter aan een' te hoogen waterstand lijden, afhankelijk.

Behalve middelen om het water af te voeren zijn van den anderen kant dikwijls middelen noodig om het op te houden, 't zij voor de scheepvaart, 't zij om molens in beweging te brengen, enz. Ook deze middelen zullen wij bij de grondverbetering nader bespreken.

II. KENNIS VAN DE PLANTEN [1]).

HOOFDSTUK I.

DE SAMENSTELLING DER PLANTEN.

Teneinde met kennis van zaken werkzaam te zijn aan de voortbrenging der planten — het hoofddoel van het landbouwbedrijf — is het noodig hare samenstelling te kennen.

Wij zullen hier de samenstelling der planten, meer in 't bijzonder die der landbouwgewassen, uit drieërlei oogpunt beschouwen. Zoo op het eerste gezicht merken wij aan de planten op: een wortel of wortels, een stengel of stengels, bladeren, bloemen, vruchten. Deze verschillende deelen maken het onderwerp uit van de Vormleer of de Morphologie der planten en uit dit oogpunt beschouwd, spreekt men van hare morphologische samenstelling. Aan die deelen kan men de planten dikwijls op het eerste gezicht onderscheiden; de plantkundigen maken daarvan gebruik om hare karakteristieke kenmerken aan te geven en haar te herkennen en te rangschikken. Wij dienen deze deelen te leeren kennen, want de landbouwer teelt de planten nu eens hoofdzakelijk om het zaad (vrucht), dan eens (mangelwortels b.v.) om den wortel, vele boomen om den stengel (stam), appel- en pereboomen om de vrucht, gras- en klaversoorten in den regel om den stengel en de bladeren; ja hij moet — en hierin bestaat in vele gevallen de kunst van het bedrijf — deze deelen zooveel mogelijk veredelen en bevoorrechten, soms ten koste van de andere deelen.

Sedert eeuwen heeft de mensch zich daarop toegelegd. Hij heeft niet alleen die planten, welke hem tot voedsel konden verstrekken of op eene andere wijze nuttig konden zijn, uitgezocht, boven andere planten (onkruiden) bevoordeeld of opzettelijk gekweekt, maar ook van eene en dezelfde plantensoort juist die enkele planten gekozen, welke hem door het deel, waarom zij geteeld worden, het meest nuttig toeschenen. Wanneer er van verschillende variëteiten, soorten enz. van geteelde planten sprake is, dan verschillen deze dan ook juist in genoemde deelen van elkander. Onze aardappelsoorten verschillen weinig of niet in den vorm en in de gedaante van stengel, blad, vrucht enz.

---

[1]) Men raadplege hierbij het een of ander Leerboek voor Plantkunde, b.v. dat van S. P. Huizinga, Dr. H. Bos of van Oudemans en H. de Vries. Voor de physiologie ook Dr. A. Frank, *Pflanzenphysiologie.*

maar in den vorm en in de hoedanigheid der knollen; onze tarwesoorten verschillen hoofdzakelijk alleen in den vorm enz. der aren en der vrucht; onze koolsoorten brengen zaad van bijna gelijke gedaante voort, maar nu eens is de wortel verdikt (raapknollen), dan eens de stengel- of de bladmassa sterk ontwikkeld of de bloeiwijze op eene eigenaardige wijze vervormd (Koolrapen boven den grond, Witte en Savoije kool enz., Bloemkool). Alleen het Koolzaad en enkele zijner verwanten leveren meer en olierijker zaad. In al deze gevallen hebben we met één of eenige weinige soorten van planten te doen, die langzamerhand veranderen, maar juist omdat de mensch ze voor zijn doel uitgezocht, bevoordeeld, gekweekt heeft, tot meerdere volkomenheid zijn gebracht. Wij zullen er dan ook herhaaldelijk op wijzen, dat het bij de plantenteelt niet alleen er op aankomt om den grond vruchtbaar te maken, te zaaien, te poten enz., maar vooral ook op de keuze van het te zaaien zaad en dat men het doel, waarom men de planten verbouwt, steeds zooveel mogelijk voor oogen houde. Want om goede wortels, eene groote stengel- en bladmassa enz. voort te brengen, moeten — wij zullen het later zien — andere voorwaarden vervuld worden, dan om vruchten of zaad te produceeren. Of om een zeer bekend voorbeeld te nemen, de gekweekte gele of roode Wortelen (*Daucus carota*), die zich in bijna niets anders van de bij ons in 't wild voorkomende onderscheiden dan door den onvertakten, meer vleezigen wortel, en door kweeking daaruit dan ook verkregen kunnen worden, dient men niet alleen in eenen voor wortelen passenden grond te zaaien, maar ook zaad te nemen van wortelen, welke zooveel mogelijk overeenkomen met die, welke men wenscht te verbouwen.

Wij meenen daarom in dit hoofdstuk vooreerst eene korte beschrijving te moeten geven van de verschillende deelen eener plant, vooral met het doel om die deelen te leeren kennen, waarom de voortbrenging geschiedt.

Elk van de genoemde plantendeelen bestaat echter uit nadere bestanddeelen. Twee richtingen kunnen bij dit onderzoek naar de nadere samenstelling eener plant worden ingeslagen. De eerste is die, waarbij van den microscoop gebruik gemaakt wordt, de andere is de scheikundige. Bij het microscopisch onderzoek zijn de plantkundigen gestuit op in plantkundigen zin ondeelbare (anatomische) bestanddeelen, de cellen of de elementaire organen der plant. Deze cellen, op zich zelve beschouwd, of tot weefsels vereenigd, maken het onderwerp uit van de Anatomie der planten en uit dit oogpunt beschouwd, spreekt men van hare anatomische samenstelling. Voor de kennis van de voeding, den groei enz. der planten — het onderwerp voor ons in het volgende hoofdstuk — alsmede voor de beoordeeling van hare verteerbaarheid als dierlijk voedsel, van de zuiverheid der plantaardige voedermiddelen en van de methoden ter bereiding van andere producten daaruit, is eenige kennis van die anatomische samenstelling van groot gewicht.

Wij zullen daarom in de tweede plaats in dit hoofdstuk een kort overzicht hiervan geven en tevens daarin de samenstelling der planten uit een scheikundig oogpunt beschouwen. Wij zullen daarbij vermelden, welke de nadere scheikundige, welke de elementaire bestanddeelen eener plant zijn om later zoo mogelijk met meerdere juistheid aan te kunnen toonen, welk voedsel de plant noodzakelijk moet ontvangen, en tevens nagaan hoe deze bestanddeelen in de plant verdeeld zijn.

Want niet zelden wordt de plant juist om de eene of andere daarin voorkomende stof verbouwd. De fabrieksaardappelen teelt men immers om hun zetmeel, de suikerbieten om haar suiker-, het koolzaad om zijn oliegehalte. Bij de teelt dezer gewassen komt het er dus niet enkel op aan om veel van de geheele massa, maar eene groote hoeveelheid van het eene of andere bestanddeel, dat is b.v. aardappels met veel zetmeel, suikerbieten met veel suiker, koolzaad met veel olie voort te brengen enz.

1. MORPHOLOGISCHE SAMENSTELLING DER PLANTEN.

Beschouwt men eene onzer geteelde planten, b.v. eene vlasplant, dan kunnen daaraan de volgende hoofddeelen worden onderscheiden: een naar beneden groeiend deel, de wortel en een deel, dat juist in tegengestelde

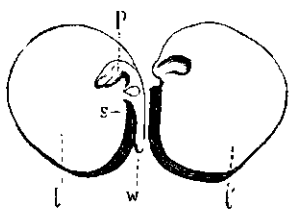


Fig. 6. Erwt in tweeën gespleten: *l'*, zaadlobben; *w*, worteltje; *s*, stengeltje; *p*, pluimpje.

richting met den wortel groeit en stengel genoemd wordt. Aan den stengel vindt men bladeren en aan zijn in eenige takken verdeelden top bloemen, waaruit later de vrucht en hierin het zaad zich ontwikkelt. Deze hoofddeelen: wortel, stengel, bladeren, bloemen, vruchten en zaden vindt men min of meer in vorm en samenstelling met die der vlasplant verschillende bij alle zoogenaamd zichtbaarbloeiende planten terug.

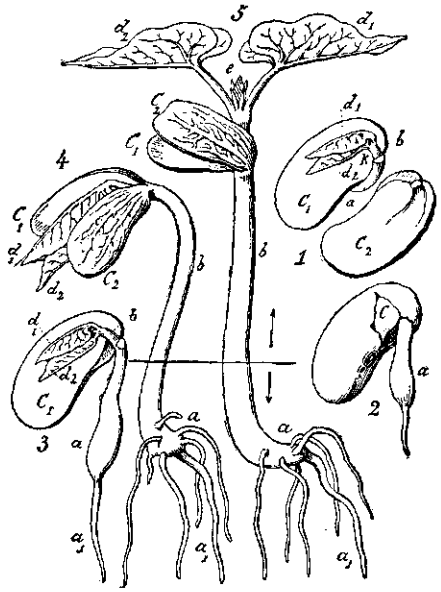


Fig. 7. Eene tuinboon, in verschillende tijdperken van ontkieming, aangewezen door de cijfers 1, 2, 3, 4 en 5; *a*, hoofdwortel; a_1, bijwortels; *b*, stengellid onder de zaadlobben (hypocotyl lid); *c*, zaadkern; $c_1 c_1$, zaadlobben; $d_1 d_1$, eerste paar blaadjes; *e*, eindknop. De horizontale streep wijst de grens van het worteltje en 't stengeltje, de pijltjes wijzen de richting aan, waarin beide groeien.

Aan het zaad onderscheidt men de zaadhuid en de kern. In de kern is de kiem eener nieuwe plant aanwezig. Laat men b.v. eene boon of eene erwt eenigen tijd in water weeken, dan kan de kern gemakkelijk in tweeën gespleten worden; de twee plaatjes waarin zij zich verdeelt, Fig. 6, noemt men zaadlobben *l*; de eigenlijke kiem, *wsp*, ligt daartusschen. Bij nauwkeurige beschouwing zijn aan de kiem reeds de beide hoofddeelen der plant; wortel *w* en stengel *s*, te onderscheiden. Aan den stengel komen mede een paar blaadjes *p* voor, alleen of met het stengeltje gewoonlijk pluimpje geheeten.

Laat men nu een zaad, b.v. eene boon, door haar matig vochtig en op

eene niet te lage temperatuur te houden, ontkiemen, dan groeit het worteltje weldra uit en vertakt zich, Fig. 7. Iets later ontwikkelen zich het stengeltje en 't pluimpje, in eene richting tegenovergesteld met die van het worteltje groeiende, tot een bebladerden stengel. De zaadlobben zijn nog aanwezig, maar schrompelen weldra ineen en vallen af. Zij hebben tot het eerste voedsel voor het jonge plantje gediend, dat nu in staat is om met den wortel uit den grond en met de bladen uit de lucht voedsel op te nemen.

Eene dergelijke ontwikkeling kunnen wij opmerken bij de ontkieming van het Koolzaad en van vele andere planten. Bij het opkomen van 't Koolzaad zien wij de zaadlobben als het eerste paar blaadjes van een' eigenaardigen vorm, meestal nog met de zaadhuid bedekt, boven den grond verschijnen. In andere gevallen, b.v. bij Erwten, Waalsche boonen enz. blijven zij beneden de oppervlakte van den grond.

In vele opzichten verschilt hiervan de samenstelling van het zaad en de ontwikkeling van de kiem der graangewassen, grassen enz. Met het blooto oog gezien, Fig. 8, vertoont de kiem van dit zaad zich als een klein plekje aan het eene eind. In eene doorsnede onder den microscoop, Fig. 9, zijn pluimpje en worteltje duidelijk te onderscheiden, maar in plaats van twee zaadlobben treft men slechts één aan, die het stengeltje als een kokertje omsluit, Fig. 8, F bij *g*. Bovendien maakt het jonge plantje met zijne zaadlob slechts een klein gedeelte van de zaadkern uit; het grootste gedeelte daarvan wordt ingenomen door het zoogenaamde kiemwit. Bij het ontkiemen ontwikkelt zich het pluimpje weldra tot stengel, waar de bladen als een kokertje omheen gesloten zijn; het worteltje daarentegen ontwikkelt zich slechts weinig: in zijne plaats treden weldra eenige zoogenaamde bijwortels, waarover later. Zie Fig. 8, E en F. Het kiemwit dient tot voedsel voor het jonge plantje, terwijl een daartusschen gelegen orgaan, het schildje, Fig. 9, *s*, als 't ware de brug vormt, waardoor dit in het plantje treedt.

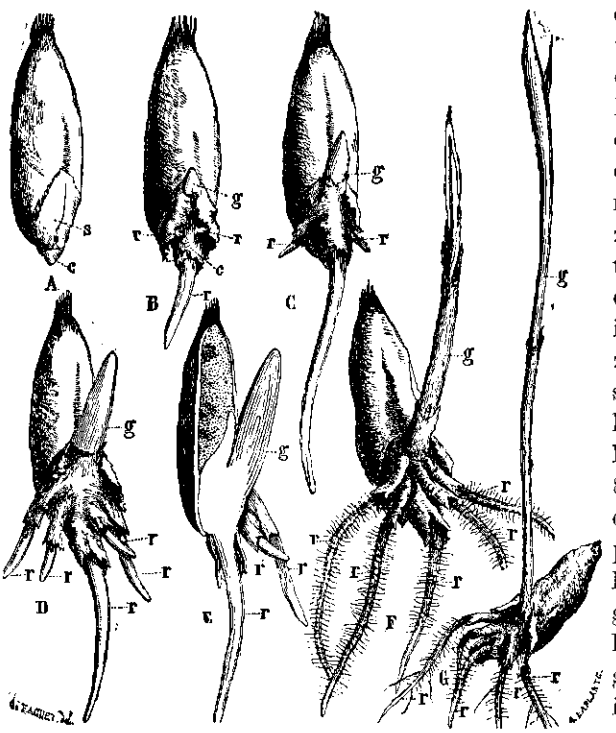


Fig. 8. Eene graankorrel in verschillende tijdperken van ontkieming, *A*—*G*: *r*, wortels; *g*, stengel (halm); *c*, wortelzakje (*coleorhiza*).

Dergelijk kiemwit treft men in vele andere zaden aan, b.v. in die van het Vlas, de Boekweit en de Karwij, Fig. 9, B, C en D, waar het de kiem omgeeft (uitwendig kiemwit) en bij dat der Bieten E, waar het door de kiem omsloten wordt (inwendig kiemwit). Tevens merkt men op, dat, hoe kleiner de kiem, des te meer kiemwit aanwezig is, en omgekeerd.

Boonen, Erwten, Vlas, Koolzaad, Grassen, enz. planten zich door zaad voort. Eene andere voortplanting b.v. door knollen (aardappels), bollen, (tulpen), stekken enz. is weliswaar mogelijk en bij de teelt soms regel — doch door het vermogen van kiembaar zaad voort te brengen onderscheiden deze planten zich op eene in 't oog vallende wijze van eene andere groep van planten, die zich niet door zaad, maar meestal door zoogenaamde sporen voortplanten. Tot deze laatste groep van planten behooren het roest op 't koren, de paddestoelen, de schimmel die de aardappelziekte veroorzaakt enz.

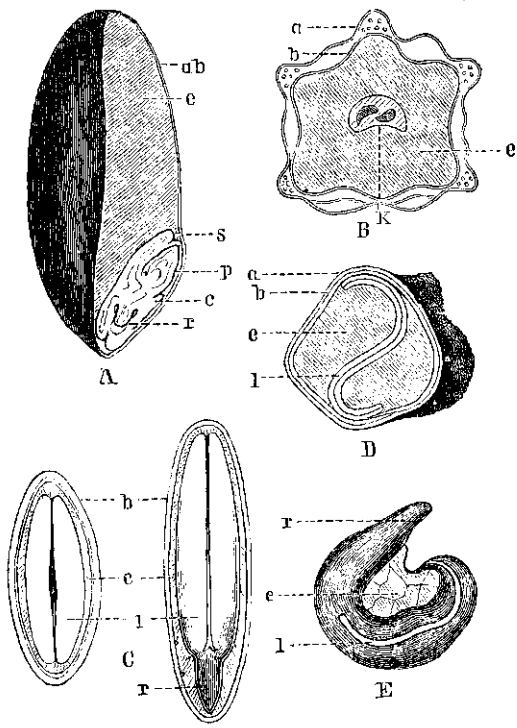


Fig. 9. *A* Overlangsche doorsnede van eene tarwekorrel; *B*, dwarsdoorsnede van een deelvruchtje; *C*, lijnzaad; links dwarsdoorsnede; rechts overlangsche doorsnede; *D*, boekweit, dopvrucht, dwarsdoorsnede; *E*, mangelwortel, lengtedoorsnede; *r*, worteltje; *c*, stengeltje; *p*, pluimpje; *s*, schildje; *l*, zaadlobben; *K*, kiem; *e*, kiemwit; *a*, vruchthuid; *b*, zaadhuid.

De planten kan men dus in twee groepen onderscheiden: in *Zaadplanten* en in *Sporeplanten*. Daar, gelijk wij hieronder zullen zien, het zaad een product is van meestal duidelijke bloemen, worden de eerstgenoemde ook wel zichtbaarbloeiende planten genoemd. Organen, met bloemen te vergelijken, komen bij sporeplanten ook weliswaar voor, maar deze zijn anders ingericht en veel minder in 't oogvallend, waarom laatstgenoemde ook wel bedektbloeiende planten worden geheeten. — In het zaad der zaadplanten komen meestal één of twee zaadlobben voor (zie hierboven); in enkele zaden echter, waartoe die der hier te lande voorkomende naaldboomen behooren, treft men er meer aan. Genoemde zaden onderscheiden zich ook nog door andere kenmerken van die met één of twee zaadlobben en vooral hierdoor, dat zij naakt, dat is niet van een vruchtomhulsel omgeven zijn.

Wij verdeelen derhalve de planten volgens dit schema:

I. Zaadplanten (zichtbaarbloeiende) { 1 Bedektzadigen { *a* Tweezaadlobbigen / *b* Eenzaadlobbigen. / 2 Naaktzadigen

II. Sporeplanten (bedektbloeiende).

Wij zullen thans de hoofddeelen van de uit zaad voortgekomen planten in eenige bijzonderheden beschouwen, om later bij de behandeling van eenige plantenziekten enkele sporeplanten te leeren kennen.

1. *de wortel.* De wortel is een der belangrijkste organen der plant, waardoor zij in den grond bevestigd is en voedsel daaruit opneemt. Er is echter een groot verschil tusschen den eenen wortel en den anderen, gelijk trouwens elken landbouwer bekend is. De wijze, waarop eene plant in den grond bevestigd en met de aarde, waaruit zij het voedsel opneemt, in aanraking is, moet dus ook zeer verschillend zijn. Alle wortels komen echter daarin met elkander overeen, dat zij aan het benedeneinde aangroeien en nooit organen bezitten, waaruit zich stengels, bladeren en bloemen ontwikkelen. Zij zijn daardoor te onderscheiden van enkele andere organen der plant, die, ofschoon eveneens in den grond voorkomende en tot bevestiging van de plant daarin bijdragende, zooals de wortelstokken der Kweek of het Kweekgras (*Triticum repens*), Fig. 10, de dahliabollen (-knollen) enz., die tot den stengel behooren; waarover later.

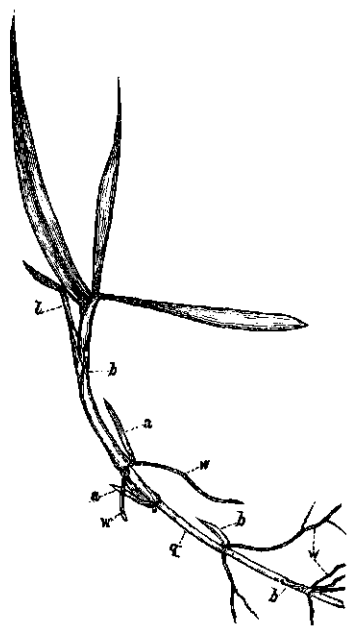


Fig. 10. Kweek of puingras, *Triticum repens: q*, wortelstok op de knoopen van schubben *b* voorzien, die in groene bladen overgaan, waar de kweek boven den grond komt; *a*, zijtakken van den wortelstok; *ww*, wortels.

Een wortel, die rechtstreeks uit de kiem te voorschijn komt, zooals bij de Boonen, Erwten, het Koolzaad enz. noemt men een *hoofdwortel*, alle andere aan eene plant voorkomende wortels, zooals de uit een' hoofdwortel voortkomende takken, de wortels van stekken, de fijne wortels aan een jong graanplantje enz. *bijwortels.* — Een hoofdwortel komt bij de meeste Tweezaadlobbige planten, zooals het Koolzaad, het Vlas, Erwten, Boonen enz. voor; hij ontbreekt, evenals bij de grassen en graangewassen, bij alle andere Eénzaadlobbige planten en onder de Tweezaadlobbigen bij de Komkommerachtige planten (komkommers, augurken, meloenen).

Heeft de wortel een gelijkmatig verloop, zooals bij het Vlas, de meeste boomen, het Koolzaad, enz., dat is, is hij op de plaats, waar hij in den stengel overgaat, de hals, het dikst en neemt het lichaam tot het benedeneind, de punt, in dikte af, dan heet hij *paal-* of *penwortel.*

Daarentegen noemt men de fijne takjes aan een' hoofdwortel, die in hun geheele verloop bijna even dik zijn, *wortelvezels*, en de ongeveer op dezelfde wijze gevormde bijwortels der grassen, uien, komkommers enz. *vezelige wortels*, Fig. 11—13.

De hoofdwortels dringen in den regel diep in den grond door en de planten, waaraan zij gevonden worden, zijn daarom veelal „diepwortelend." Onder de

planten, die alleen bijwortels bezitten, zooals de Granen, Grassen, Komkommers, Uien enz. zijn er ook wel (Haver b.v.), die met hare wortels diep in den grond dringen, maar de wortelverspreiding is hier toch eene geheel andere dan b.v. bij mangelwortels of het Koolzaad. Vele dezer wortels zoeken het voedsel hoofdzakelijk uit den bovengrond, Uien b.v., en de planten, waaraan zij gevonden worden zijn daarom „vlakwortelend." In hoever men hierop te letten heeft bij de bemesting, de vruchtwisseling enz. en welken invloed de geaardheid van den grond en de bemesting op deze wortelverspreiding uitoefenen zullen we later zien.

Soms wordt de vorming van bijwortels opzettelijk bevorderd. Zoo ontnemen de boomkweekers niet zelden aan een' boom den hoofdwortel. De zijdelingsche bijwortels verspreiden zich dan meer in den vruchtbaren bovengrond. De boom kan later gemakkelijk uit den grond opgenomen en verpoot, de mest gemakkelijker bij de wortels gebracht worden.

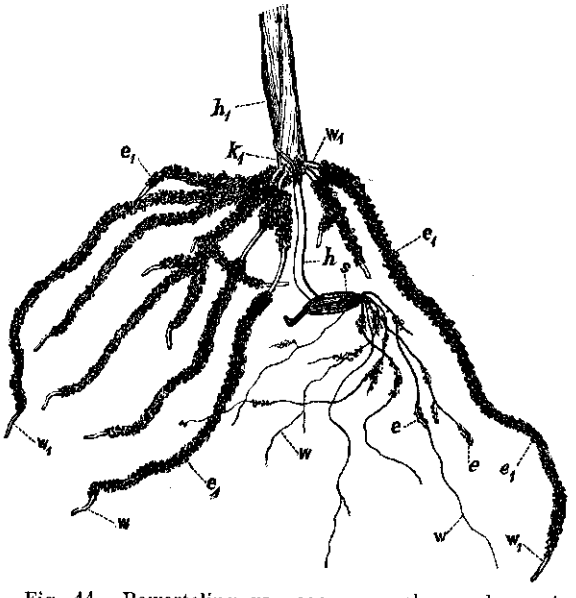


Fig. 11. Beworteling van eene zes weken oude gerstplant, *Hordeum hexastichon: s*, de uitgeputte gerstkorrel; *w*, kiemwortels, die zich niet verder ontwikkelen, nog slechts op enkele plekken met gronddeeltjes *e* vergroeid; w_1, kroonwortels uit den knoop k_1, met aarde e_1 omgeven die er aan blijft hangen; *h* en h_1, de opvolgende leden van den halm.

Aan takken van Wilgen, Populieren en andere boomen, die men in den grond steekt (stekken) of in den grond buigt (afleggers), aan de over den grond voortkruipende ranken der Witte klaver en der Aardbeziën ontwikkelen zich, gelijk reeds opgemerkt is, eveneens bijwortels. Hetzelfde is het geval aan de wortelstokken (de Kweek, Fig. 10, en vele andere grassen, het Hoefblad, Fig. 18), de bollen en de knollen. Wat echter in het gewone spraakgebruik graswortel genoemd wordt is geen ware wortel, maar een onderaardsche stengel (wortelstok). De eigenlijke wortels ontwikkelen zich hieruit en wel op de zoogenaamde knoopen, gelijk Fig. 10 duidelijk aanwijst [1]). Maar ook bij de jonge gras- en graanplanten, die uit zaad voortgekomen zijn, ontwikkelen zich de wortels, welke de planten later inzonderheid zullen voeden uit den stengel. De wortels, uit het zaad voortgekomen, gaan toch meestal te niet, terwijl de wortels uit den stengelknoop, kroon, een weinig beneden de oppervlakte van den grond voortgekomen, later het groote wortelnet dezer planten uitmaken. Zie Fig. 11.

---

1) De bijwortels ontwikkelen zich altijd uit de inwendige deelen der plant (endogeen), stengels en bladeren aan de oppervlakkige deelen (exogeen).

Het uiteinde van een' groeienden wortel is bedekt met een mutsje of kapje, Fig. 12, dat de nieuw gevormde deelen voor uitwendige invloeden schijnt te beschermen, terwijl daarboven een menigte haartjes, Fig. 8, gevonden worden, die bij het opnemen van het voedsel eene belangrijke rol spelen. Aan planten, die men in water laat groeien, Hyacinten b.v., is dit mutsje en zijn die

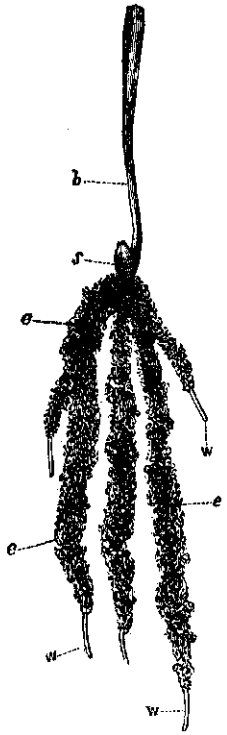


Fig. 12. Jonge tarweplant: *s*, de korrel; *b*, stengel met blad; de vijf wortels *w* zijn met aarddeeltjes *e* omgeven, die door de wortelharen worden vastgehouden. De worteluiteinden zijn naakt, nog zonder wortelharen.

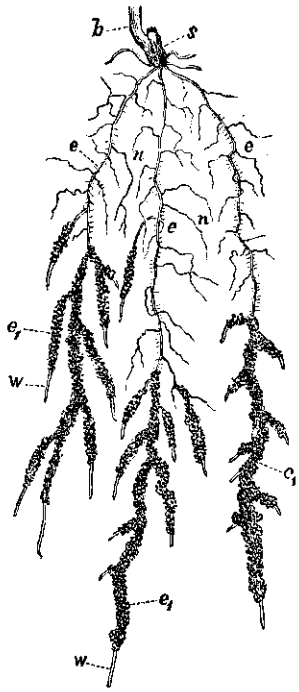


Fig. 13. Beworteling van een tarweplantje dat vier weken ouder is dan het in de vorige fig. voorgestelde; de bovenste deelen der wortels *w* bezitten geene wortelharen meer; alleen aan de onderste deelen komen deze voor en hier blijft de aarde e_1 aan vastgehecht.

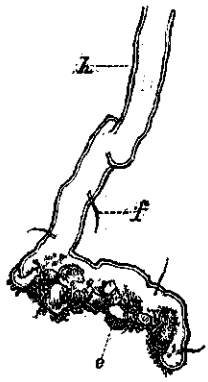


Fig. 14. Een wortelhaartje van de tarwe, 500 maal vergroot, bij *e* met de gronddeeltjes vergroeid; *f* zoogenaamde voeldraden.

wortelhaartjes zeer goed te onderscheiden. Bij planten, die in den grond wassen, gaat dit minder gemakkelijk: de wortelhaartjes zijn zoo innig met de aarddeeltjes verbonden, dat zij afbreken wanneer men tracht den grond weg te spoelen, Fig. 12—14. Bij het verpoten gaan dan ook vele wortelhaartjes verloren, en de plant begint niet weder te wassen, voor nieuwe wortelhaartjes gevormd en met den grond als 't ware vergroeid zijn. Innige bedekking met losse aarde, zoodat de grond bij regen als 't ware om de wortels geslibd wordt, gelijk dit bij het verpoten van vruchtboomen gebruikelijk is, het mede overbrengen van de met de wortelhaartjes vereenigde aarde, het bedekken van wortels van kool en andere planten met slootaarde of slib zijn dan ook middelen, die men gebruikt om de bestaande wortelharen te behouden of de vorming van nieuwe te bevorderen.

Ook bij planten, die om hare hoofdwortels geteeld worden, mangelwortels, suikerbieten enz. zijn het de wortelharen, aan de menigte bijwortels die het veedsel inzonderheid verzamelen; de hoofdwortel is hier vooral een magazijn van stoffen, waaruit na een tijdperk van rust nieuwe stengels, bladen en wortels gevormd en daarna zaad voortgebracht wordt, of waarvan de mensch tot voedsel enz. gebruik maakt.

Met een enkel woord maken wij hier nog melding van de zoogenaamde *lucht-*, *hecht-* en *zuigwortels*. Eerstgenoemde, aldus geheeten omdat zij aan de bovenaardsche stengels in de lucht zich ontwikkelen, treft men aan, onder anderen aan de bovenste stengelknoopen van welig groeiende Mais en soms ook aan de Haver; de stengel der bekende Klimop is aan de eene zijde groepsgewijze bezet met wortels, waarmede zij zich aan boomen, muren enz. vasthecht (onechte woekerplant); de echte woekerplanten bezitten zuigwortels, welke zich in den wortel of den stengel van andere planten boren en hieruit voedsel zoeken. Van laatstgenoemde zullen wij later eenige voorbeelden, o.a. het bekende Warkruid (*Cuscuta*), woekerplant van de Klaver en het Vlas, vermelden.

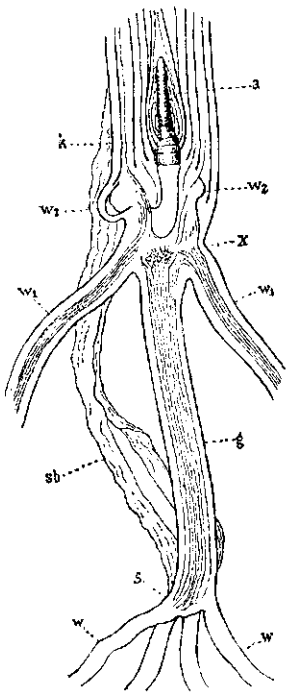


Fig. 15. Overlangsche doorsnede eener roggeplant, vroeg in het voorjaar: *s*, de plaats waar de korrel ontkiemd is; *w*, kiemwortels; *sb*, de verdroogde zaadlob; *g*, eerste stengellid, dat zeer verlengd is; bij *x*, uitstoelingsknoop; w_1 eerste, w_2 tweede krans van kroonwortels; *k*, de vijf halmknoopen van den hoofdstengel, ter weerszijden daarvan ziet men de bijstengels; *a*, de jonge aar met 25 telbare aartjes. Vergrooting 10 maal.

2. *de stengel*, *bollen*, *knollen*, *knoppen*. Het deel der kiem, dat in tegengestelde richting met den wortel naarboven groeit, vormt den stengel der jonge plant. De stengel onderscheidt zich echter niet alleen door de richting, waarin hij groeit, van den wortel, maar ook al spoedig door het bezit van bladen en later door het bezit van bloemen en vruchten, organen die aan den wortel nooit gevonden worden. Bovendien is hij in dikwijls duidelijke knoopen en leden verdeeld (Granen, Boekweit enz.).

Evenals men de wortels eener plant in hoofd- en bijwortels onderscheidt, verdeelt men op denzelfden grond de stengels in hoofd- en bijstengels. Een hoofdstengel is dus die, welke uit de kiem te voorschijn is gekomen; alle andere aan eene plant voorkomende stengels zijn bijstengels. Bij boomen wordt de hoofdstengel gewoonlijk *stam* geheeten: de bijstengels noemt men hier *takken* en de jonge nog niet verhoute takjes *twijgen*. De bijstengels der Granen en Grassen ontwikkelen zich bij het uitstoelen uit de zoogenaamde kroon, waarvan wij zooeven de wortels vermeld hebben. Fig. 15 stelt een roggeplantje voor, zooals het zich in het voorjaar vertoont. Ter weerszijden van den hoofdstengel zijn in de oksels der bladen twee bijstengels gevormd. Later in het voorjaar vormen zich aan weerszijden van elken bijstengel weder twee, zoodat het

getal nu 7 bedraagt. Hetzelfde kan zich nogmaals herhalen, zoodat het getal stengels dan 15 bedrragt, enz. Niet alle komen echter tot ontwikkeling; naar de meerdere of mindere vruchtbaarheid van den grond, de meer of minder ruime plaats, die de plant kan innemen, de weersgesteldheid enz. is dit getal grooter of kleiner, dat is de plant stoelt meer of minder. Mecchi vermeldt, dat op zijn' vruchtbaren grond uit één tarwekorrel 30 tot 80 stengels voortkwamen.

Op dit uitstoelen, dat, gelijk bekend is op de productie een' grooten invloed uitoefent, komen wij later terug en vermelden alleen nu nog, dat elke bijstengel op den uitstoelingsknoop (kroon) wel met den hoofdstengel verbonden blijft, maar onder gunstige omstandigheden zijn eigen wortels vormt en daarna, zonder te sterven van den hoofdstengel verwijderd kan worden. Worden de bijstengels verhinderd wortels te schieten (bij droogte of als de plant los in den grond bevestigd is) of snijdt men hunne wortels onophoudelijk af, zoo is hunne ontwikkeling dan ook gering. Ligt het zaad zeer ondiep, dan is de uitstoelingsknoop onmiddellijk boven den zaadknoop gelegen en dus het eerste stengellid zeer kort. Vooral bij tarwe komt dit dikwijls voor, Fig. 17. Zaait men dieper dan worden de onderste stengelleden langer, Fig. 17. Bij Tarwe Rogge en Gerst komen dan ook uit de dieper liggende knoopen enkele bijstengels voort. Bij Haver heeft dit niet plaats.

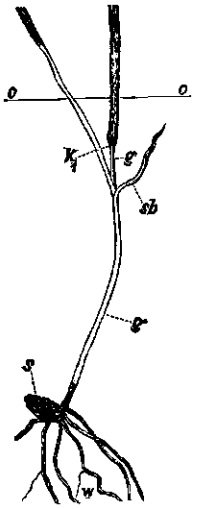


Fig. 16. Een slecht ontwikkeld tarweplantje; *s*, zaadkorrel 5—6 cM. diep gezaaid; hier is het eerste stengellid zeer lang; tot eene uitstoeling op de knoop *k*, is het niet gekomen; *oo*, oppervlakte van den grond.

Ook de grassen, de klavers en vele andere planten

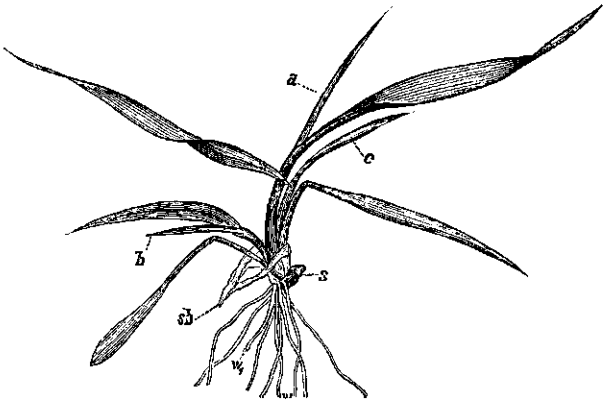


Fig. 17. Een goed ontwikkeld tarweplantje, met hoofdstengel *a* en twee zijstengels *b* en *c*; *s*, zaadkorrel; *sb*, verdroogde zaadlob; *w*, kiem-, w_1, kroonwortels; door ondiep zaaien is het eerste stengellid hier kort.

stoelen uit, vooral wanneer vóór den bloeitijd de hoofdstengel wordt afgemaaid. Ook op dit uitstoelen komen wij bij de teelt dezer gewassen terug. Bij eerstgenoemde planten vormen de bijstengels het ondergras der „bossen."

Aan sommige planten, zooals het Madeliefje, de Paardebloem enz. schijnt de stengel te ontbreken. Vele dezer planten zijn overblijvend. 's Winters sterven de bovenaardsche deelen af en het schijnt alsof des voorjaars de dicht opeengehoopte bladen uit den wortel te voorschijn komen. Bij Mangel-

wortels, het Koolzaad en andere planten, die nog niet doorgeschoten zijn, vindt men de bladen op eene dergelijke wijze als eene zoogenaamde bladroset geplaatst. In alle deze gevallen hebben wij met een zeer korten stengel te doen, die als het ware den top van den penwortel dezer planten vormt. Zoo ook bij Distels, Schorseneren, Roode klaver enz. Hierbij is het boveneind van het in den grond voorkomend deel stengel. Daaruit komen des voorjaars of na het afmaaien of afrukken in den zomer, nieuwe stengels of bladen te voorschijn. Het afsteken dezer planten tot op het worteldeel, waaruit geene stengels of bladen ontwikkelen, moet ze noodzakelijk te gronde doen gaan en is dus bij distels een meer afdoend middel voor hunne vernietiging dan het afmaaien.

Uit wortels komen geene stengels of bladen voort. Wanneer men dus zegt, dat de in den grond overgebleven wortels van onkruiden, grassen enz. weder uitloopen, is dit onjuist. Het zijn óf onderaardsche stengels (wortelstokken) óf wortels

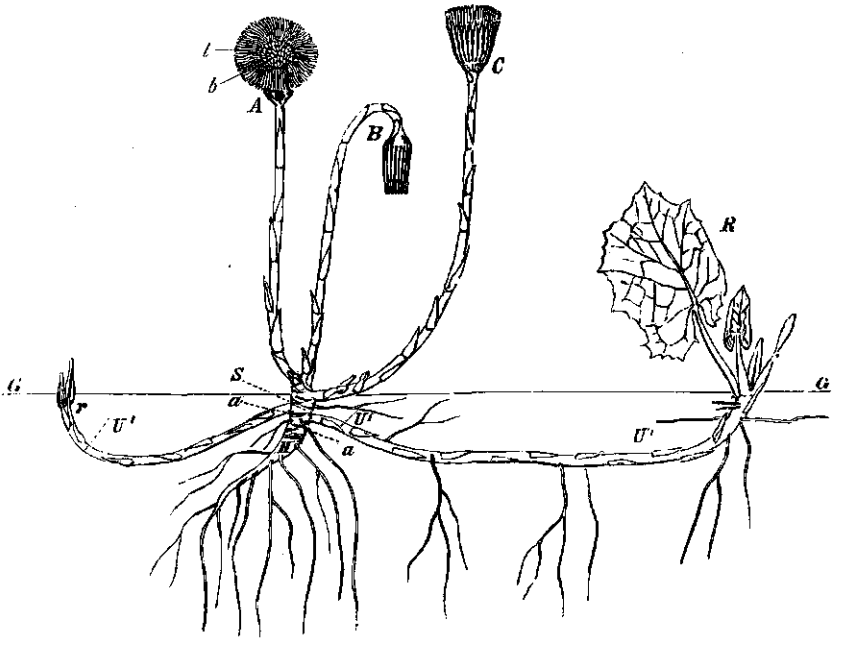


Fig. 18. Een uit eene zaadkorrel opgekomen bloeiende hoefbladplant van het tweede levensjaar, in April, naar Dr. Beyerinck [1]). *S*, hoofdstengel; *H*, hoofdwortel met wortelvezels; U^1U^1, twee wortelstokken, die boven lidteekens *aa* van afgestorven bladen staan; *GG*, oppervlakte van den grond; *Rr*, jonge bladrosetten, die zich uit de naarboven gebogen toppen van U^1U^1 beginnen te vormen; *A*, een bloeiend hoofdje; *b*, buisvormige schijfbloemen; *l*, lintvormige straalbloemen; *B*, een onrijp, *C*, een rijp vruchthoofdje, met vruchtpluis boven het omwindsel.

met een verkort stengeldeel. — Dat de zoogenaamde kweekwortels en vele andere zoogenaamde graswortels, die in eene weide „losse zoden" vormen, wortelstokken zijn, is hierboven reeds opgemerkt. Hun verdeeld zijn in knoopen en leden, Fig. 10, wijst de overeenkomst met den bovenaardschen stengel op

[1]) *Tijdschrift voor Landbouwkunde*, 1e jaargang.

het eerste gezicht aan. Evenals zich aan den bovenaardschen stengel op de knoopen (de verdikkingen of in andere gevallen de insnoeringen) bijstengels, bladen of wortels ontwikkelen, kan elk stukje kweek, waaraan nog een knoop gevonden wordt, weder beginnen te groeien. Het is daarom raadzaam de kweekplanten in haar geheel met eggen of andere werktuigen — waarover later — naarboven te brengen. Eene verdeeling in kleinere stukken, die moeilijk opgeraapt of aan de oppervlakte gebracht kunnen worden, en waardoor ook de verspreiding bevorderd wordt, moet zooveel mogelijk worden vermeden.

Dezelfde opmerking geldt voor andere wortelstokken, ook voor die van het Hoefblad (*Tussilago Farfara*). Wat ook hier wortels genoemd worden, zijn in den regel wortelstokken. De aanwezigheid van de met bladen overeenkomende schubben op de knoopen (insnoeringen), die ook hierbij soms duidelijk zijn waar te nemen, wijzen de stengelachtige natuur reeds op het eerste gezicht aan. Bovendien blijkt zulks uit de nieuwe stengels, bladen en bloemen die er zich uit ontwikkelen. Fig. 18 stelt het Hoefblad, gelijk het zich in het voor-

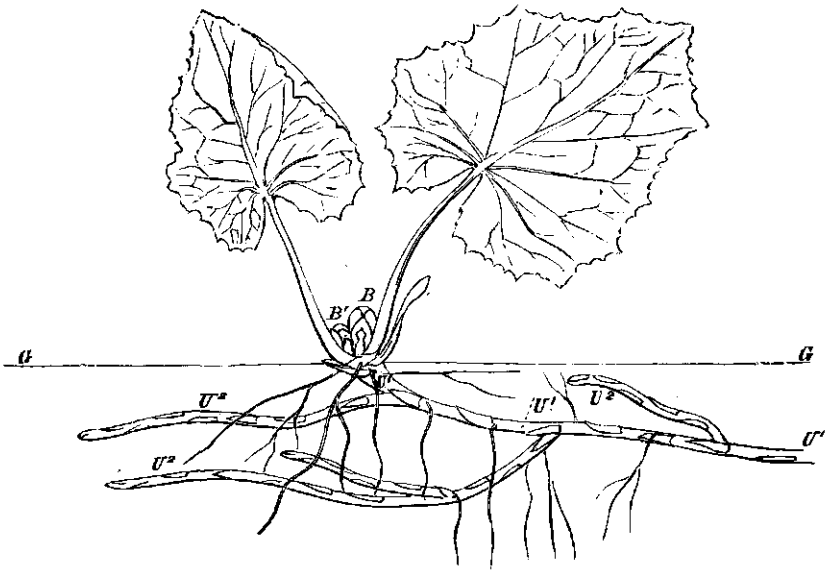


Fig. 19. Een wortelstok U^1 der plant in fig. 18 afgebeeld in September van het tweede jaar. GG oppervlakte van den grond; $U^2U^2U^2$ nieuwe wortelstokken in hun eerste levensjaar, uit de oksels van de bladschubben op U^2 ontspringend, een daarvan heeft reeds een zijtak gevormd; BB^1 bloemhoofdjes in knoptoestand, gereed om te overwinteren.

jaar en Fig. 19 in den herfst gewoonlijk vertoont, voor. De stengel S en de weinig ontwikkelde uit zaad voortgekomene hoofdwortel H, Fig. 18, van het vorig jaar, worden, om het zoo eens uit te drukken, uitgezogen door de bloemen A, B, C, en sterven na het voortbrengen van zaad af.

Er zijn echter in den vorigen zomer ook nienwe stengels (wortelstokken) gevormd, waaruit tijdens of kort na het bloeien, bladen R te voorschijn komen, om voor de verdere ontwikkeling voedsel uit de lucht te trekken,

terwijl de wortels, waarmede de plant voedsel uit den grond opneemt, reeds aanwezig zijn en zich weldra sterker zullen ontwikkelen. Wij zien hier dus een gedeelte van den wortelstok afsterven, terwijl een nieuw gedeelte, dat bij de verdere ontwikkeling zich tot eene aanmerkelijke diepte in den grond kan verspreiden, daarvoor in de plaats treedt. In den herfst zijn daaruit, Fig. 19, nieuwe wortelstokken U^2 en bloemen BB^1 in knoptoestand gevormd. In den winter sterven de bovenaardsche deelen (bladen) af, in het voorjaar ontwikkelen zich de bloemen BB^1 en wordt de wortelstok U^1 nitgezogen en vervangen door U^2. Ook bij de kweek- en andere wortelstokken kan men dit opmerken.

De doorsnede van den stengel is zeer verschillend. Die der echte grassen is min of meer rond. Deze kunnen daardoor gemakkelijk onderscheiden worden van de op natte weiden voorkomende Rietgrassen, die een driekanten stengel bezitten, evenals o.a. de Brandnetel door zijn' ronden (gevoorden) van de Doovenetel, met een' vierkanten stengel verschilt.

Slechts enkele planten worden opzettelijk om den stengel geteeld. Bij vele voedergewassen, klavers b.v. tracht men weliswaar eene groote stengelmassa te verkrijgen, maar het zijn hier hoofdzakelijk ook de bladen, waarop men het oog heeft gevestigd. Alleen de zoogenaamde woudboomen worden in hoofdzaak om het hout, dat de stam levert, geteeld. Hier tracht men dus goed ontwikkelde stammen te verkrijgen, terwijl de ontwikkeling der takken door het snoeien wordt tegengegaan. Bij de vruchtboomen wordt daarentegen niet zelden de ontwikkeling van den hoofdstengel verhinderd en eene verdeeling in takken bevorderd (piramiden, leiboomen) om ook daardoor de vruchtvorming in de hand te werken. Vlas en Hennep zijn voorts hier te lande onder de kruidachtige gewassen planten, bij wier teelt men de ontwikkeling eener doeltreffende stengelmassa in het oog houdt. In Italië en in eenige gedeelten van Frankrijk verbouwt men op gelijke wijze eene soort Zomertarwe om het stroo tot het fabriceeren van hoeden (Italiaansch stroo). De Koolrapen boven den grond, Fig. 20, die men voor dezelfde plantensoort houdt als de gewone Witte kool, de Boerenkool (moes) enz., toonen voorts aan, hoe ook de stengel gewijzigd en tot een bepaald doel dienstig gemaakt kan worden.



Fig. 20. Koolraap boven den grond.

Tot de stengelachtige organen worden ook gerekend de *bollen* en *knollen*. Bij de eerste, Fig. 21, vormt de zoogenaamde schijf, waaruit zich bij het „trekken op water" of na het poten in den grond de talrijke bijwortels ontwikkelen, het stengelgedeelte, terwijl de schubben bladachtige organen zijn. Deze vormen meestal de grootste massa eens bols; bij de knollen, Fig. 22, daarentegen, die men nog in stengel- en wortelknollen onderscheidt, treedt de stengelmassa meer op den voorgrond. Aardappels b.v. zijn stengelknollen. De zoogenaamde oogen of kiemen, waaruit zich nieuwe stengels

ontwikkelen, zijn knoppen en vertegenwoordigen min of meer het bladachtige orgaan. Een en ander zal ons later bij de anatomische samenstelling nog nader blijken. Bij de wortelknollen, waarvan de Dahlia's ons een goed voorbeeld geven, vindt men die oogen alleen op het bovenste gedeelte. Dit bovenstuk moet daarom — zal er uit een dahliabol (knol) eene nieuwe plant voortkomen — altijd aanwezig zijn. Het ondereind van een dahliabol levert wel, evenals de aardappel en

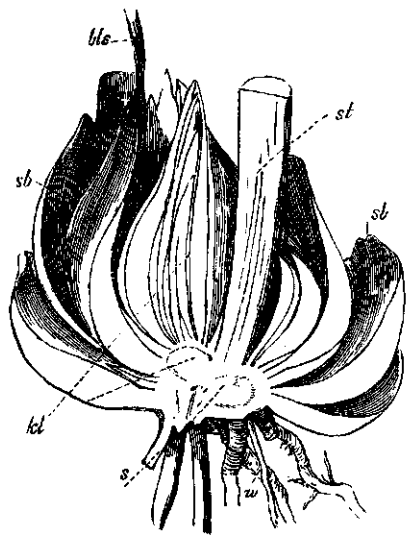


Fig. 21. Bol van de witte Lelie: *st*, stengel; *s*, schijf; *sb*, schubben; *bls*, bladstelen; *w*, wortels.

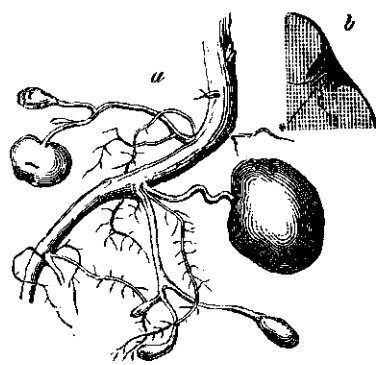


Fig. 22. *a*, Ondereinde van den aardappelstengel met knollen; *b*, een stuk van een aardappel met een „oog".

de eigenlijke bollen in hunne schubben voedsel voor de jonge plant, maar is op zichzelf niet ontkiembaar, terwijl van een' aardappel elk stuk, als Fig. 22, *b*, waaraan slechts een oog aanwezig is, ontwikkelt.

Wij noemden die oogen zooeven knoppen. Wij meenen thans met een enkel woord geschikt melding te kunnen maken van deze organen. Knoppen kunnen wij het best des voorjaars waarnemen aan onze boomen en heesters en bloemplanten. Wij weten, dat uit die knoppen stengels en bladeren of bloemen te voorschijn komen. Eerstgenoemde worden gewoonlijk *bladknoppen*, laatstgenoemde *bloemknoppen* geheeten. Ontwikkelt er zich uit een' knop zoowel een stengel met bladeren als eene bloem of bloemen, dan heet hij *gemengd*. De plantkundigen verstaan onder knop elk orgaan in zijn minst ontwikkelden toestand en spreken dus niet enkel van blad- en bloemknoppen, maar ook van wortel-, vrucht- zaadknoppen enz. De oogen of kiemen der aardappels zijn dus om dezelfde reden knoppen.

De *gewone* bladknoppen treft men meestal ten getale van één in de oksels der bladen aan en zijn evenals deze regelmatig over den tak of stengel verspreid. *Toevallige* knoppen noemt men daarentegen die, welke meer ordeloos over den tak voorkomen en zich door bijzondere omstandigheden (na het afkappen b. v. uit de overgebleven stompen (hakhout) of tengevolge van het snoeien of afmaaien van het bovengelegen stengeldeel) ontwikkelen.

Enkele planten worden ook inzonderheid om hare knoppen geteeld. De roode en witte Sluitkool, Fig. 24, de Savoyekool, Fig. 23, de Brusselsche

spruitjes, Fig. 25, en de Bloemkool, Fig. 26, Kropsla enz. zijn toch niets anders dan planten met organen, die door de cultuur gedwongen worden eenigen tijd in den knoptoestand te blijven bestaan en bovendien zich monsterachtig te vergrooten.

3. *de bladen.* De dienst, dien de wortels en vooral de wortelharen doen bij het opnemen van 't voedsel uit den grond, doen de bladen bij het opnemen

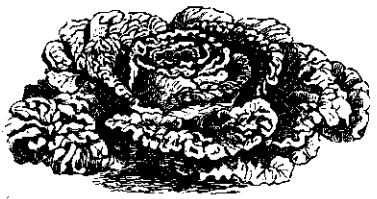


Fig. 23. Savoyekool.



Fig. 24. Sluitkool.

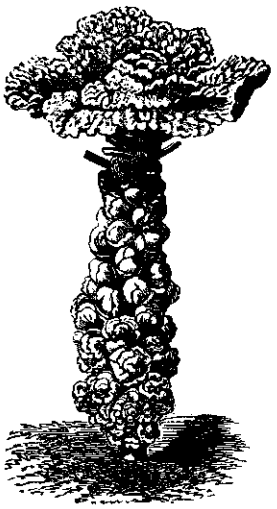


Fig. 25. Spruitkool.



Fig. 26. Bloemkool.

van 't voedsel uit de lucht. De bladen behooren dus tot de meest belangrijke organen eener plant. Hoe zij daartoe ingericht zijn, zal hieronder bij de anatomische samenstelling der planten blijken.

Tot de bladen of bladachtige organen rekent men echter niet alleen de eigenlijke bladen, dat zijn de meestal vlakke groene deelen, die in onze streken jaarlijks aan de plant te voorschijn komen om na eenigen tijd weer af te vallen, maar ook de schubben (zie hierboven) en andere zijdelings aan den stengel voorkomende deelen, zooals de bloem- en vruchtbekleedsels enz. Men onderscheidt dus stengel-, bloem-, vruchtbladen enz.

Aan de meeste bladen merken wij op: een *bladsteel* en eene *bladschijf.* Het deel der bladschijf, waar zij aan den steel bevestigd is, heet *voet*, het daar tegenovergestelde deel *top* en de omtrek *rand.* Voet, top en rand bepalen den vorm van het blad en daarnaar onderscheidt men: *lijnvormige*, *eironde*, *ovale*, *niervormige*, *hartvormige*, *pijlvormige* enz. bladen. Verder merken wij aan een blad op de nerven of aderen, d. z. de uitwendig zichtbare vaatbundels,

die wij later zullen leeren kennen. Bladen, die gelijk bij de klavers en de erwten, Fig. 27, uit enkele blaadjes bestaan, welke meestal op korte steeltjes,

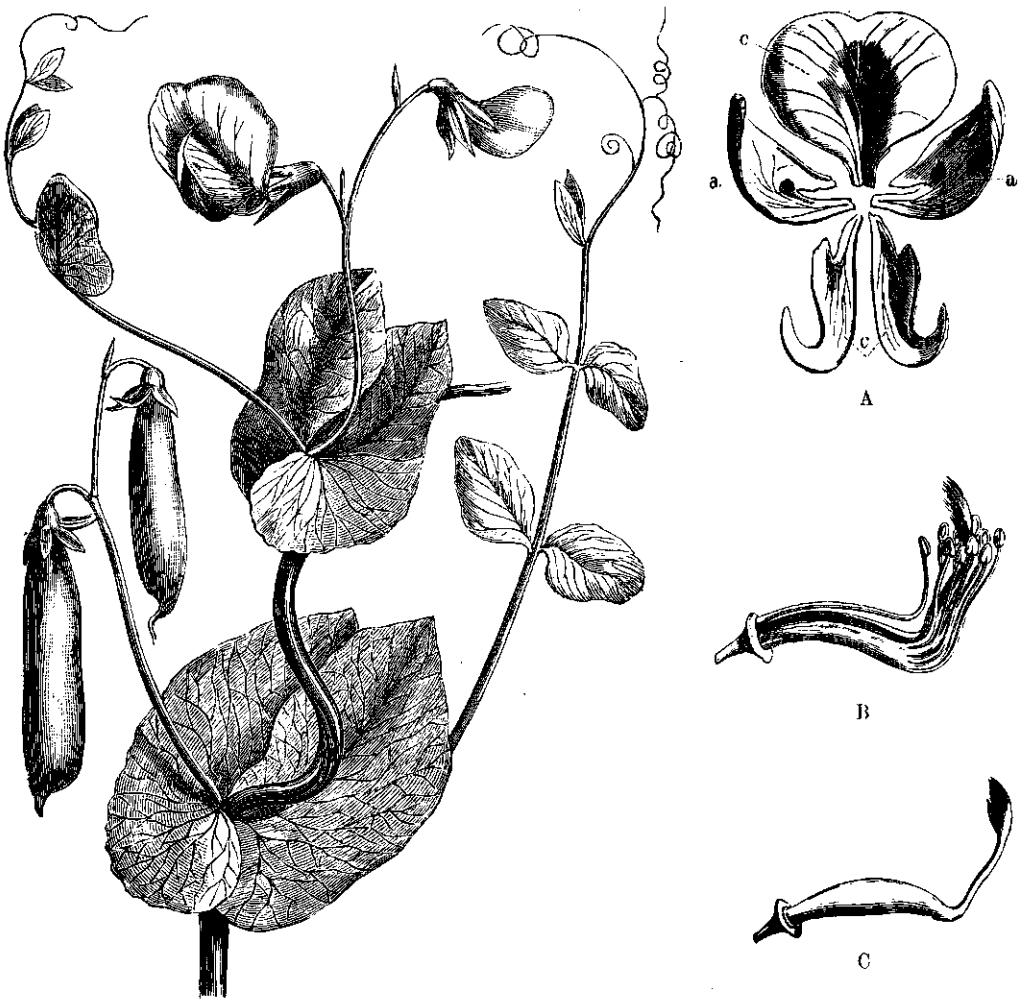


Fig. 27. Gewone Erwt, *Pisum sativum*; de bladen zijn samengesteld en eindigen in ranken; aan den voet vindt men de groote „stengelomvattende" steunblaadjes; de bloem is eene vlinderbloem; de vrucht eene peul. A, Deelen der vlinderbloemige bloemkroon: *a*, de vlag; *b*, vleugels of zwaarden; *c*, kielblaadjes, samen de kiel vormende. B, stamper omgeven door de tweebroederige meeldraden. C, stamper afzonderlijk.

aan een gemeenschappelijken bladsteel bevestigd zijn, noemt men *samengesteld*, ter onderscheiding van die, welke slechts uit een enkel blad met of zonder bladsteel bestaan en *enkelvoudig* genoemd worden.

Ontbreekt, gelijk bij vele Distels, het Koolzaad enz. de bladsteel, dan noemt men het blad *zittend*. Niet zelden omgeeft de bladschijf in dit geval den stengel minder of meer en wordt het blad *stengelomvattend* of *halfstengelomvattend* geheeten. In andere gevallen (b.v. bij de Boterbloemen) ontmoet men daar, waar de bladsteel aan den stengel bevestigd is, eene verbreeding, bekend onder den naam van *bladscheede* of kleine blaadjes van een anderen

vorm, *steunblaadjes* geheeten, Fig. 27. Bij de Grassen en Granen omgeeft die bladscheede, op een der knoopen aan den stengel bevestigd, dezen als eene buis, Fig. 28, om dan onmiddellijk in de bladschijf over te gaan. Deze inrichting dient ongetwijfeld om den halm sterker te maken en hem een loodrechten stand te doen houden. Bij den overgang van de bladscheede in de schijf vindt men dan veelal een klein blaadje van eene andere kleur, bekend onder den naam van *bindseltje*, dat de evengenoemde bladscheedebuis als het ware vanboven sluit.

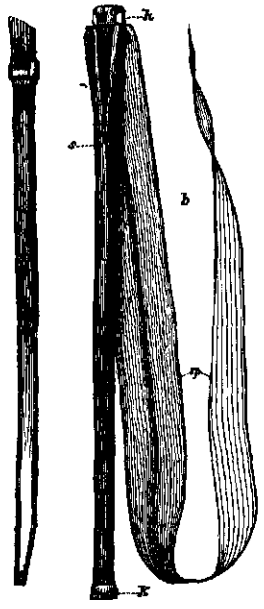


Fig. 28. Het halmstuk, links afzonderlijk afgebeeld, is uit de bladscheede *s* getrokken; *b* is het volledige blad met al zijne deelen, nl. de bladknoop *k*, de bladscheede *s*, het bindseltje *h* en de bladschijf *sp*.

De vorm van dit bindseltje is bij de verschillende Granen en Grassen zeer uiteenloopend. Daaraan kunnen sommige gemakkelijk van elkander onderscheiden worden. Zoo b.v. jonge Gerst, van jonge Tarwe en jonge Haver. Verg. Fig. 28 en Fig. 29.

Bij de Boekweit, Fig. 30, Rhabarber, Zuring enz. vindt men boven de plaats van aanhechting van den bladsteel aan den stengel een kokertje, aan het boveneind soms van haren voorzien, bekend onder den naam van *tuitje*.

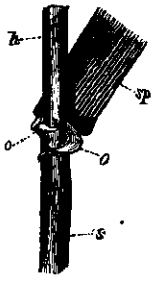


Fig. 29. Gedeelte van een gersthalm, *h*: *s*, bladscheede; *sp*, bladschijf; *oo*, de sikkelvormige uiteinden van het bindseltje, die den halm omsluiten.

Hierboven is door ons gezegd, dat de bladen in den regel vlak zijn. Van eene geheel andere gedaante en geaardheid zijn de bladen van de zoogenaamde vetplanten (Huislook, St.-Janskruid enz.). Men noemt ze *dikke bladen*. De bladen van Uien zijn inwendig hol (buisvormig). Ook de bladen der Dennen wijken van den gewonen vorm af: zij zijn zeer lang en dun en worden daarom gewoonlijk *naalden* geheeten (Naaldboomen).

Over de bladachtige organen eener bloem zal later gehandeld worden. Hier vermelden wij alleen nog, dat aan den stengel behalve bladeren en bloemen dikwijls nog verschillende andere aanhangselen gevonden worden. Distels, Rozen enz. zijn met stekels, vele andere planten met haren bezet, die den stengel nu eens zacht, dan ruw op het gevoel maken. Ook op de bladen komen dergelijke aanhangselen voor. — Stekels en haren zijn meer *bijkomende* organen eener plant. Doornen en ranken noemt men *vervormde* organen, omdat zij in de plaats van andere organen der plant komen. Zoo zien wij *ranken* of *klauwieren* in de plaats der enkele blaadjes van het samengesteld blad bij de Erwten, Fig. 27, en in de plaats van een geheel blad bij de Komkommers, Kalabassen enz. Doornen in de plaats van takken (*takdoornen*) treft men aan bij de Haag- en Sleedoorn; bij de Hulst en de Distels gaan de bladnerven in doornen over.

4. *Bloem*, *bloeiwijze*. Terwijl de bladeren en wortels hoofdzakelijk dienen tot voeding van de plant, bevatten hare bloemen de organen, die voor de

voortplanting dienen. Deze organen zijn: de *meeldraden* en de *stamper*. Zie Fig. 30. Daarbij voegen zich in den regel nog eenige andere deelen. Zoo treft men in vele bloemen aan: 1° eene krans van veelal groen gekleurde bladen, 2° eene krans van meestal anders gekleurde bladen. Eerstgenoemde krans vormt den *kelk*, laatstgenoemde de *bloemkroon*. Kelk en bloemkroon kan men de beschuttende organen voor de meeldraden en den stamper noemen. In andere bloemen is slechts eene dezer beschuttende organen aanwezig. Zoo b.v. bij de Boekweit, Fig. 30, Melde, Tulpen, enz. In dit geval spreekt men van een *bloemdek*. Komt dit, zooals bij de Zuring, Hennep, Fig. 37, en de Bieten, meer met eene kelk overeen, zoo noemt men het *kelkachtig;* gelijkt het, als bij Uien, Tulpen, Crocus enz. meer op eene bloemkroon, dan heet het *bloemkroonachtig*. Bij de Grassen ontbreekt ook dit bloemdek: slechts een paar schubbetjes, Fig. 31 *p*, zijn er van overgebleven. Op welke wijze hier de voortplantingsorganen beschermd worden zal hieronder blijken.

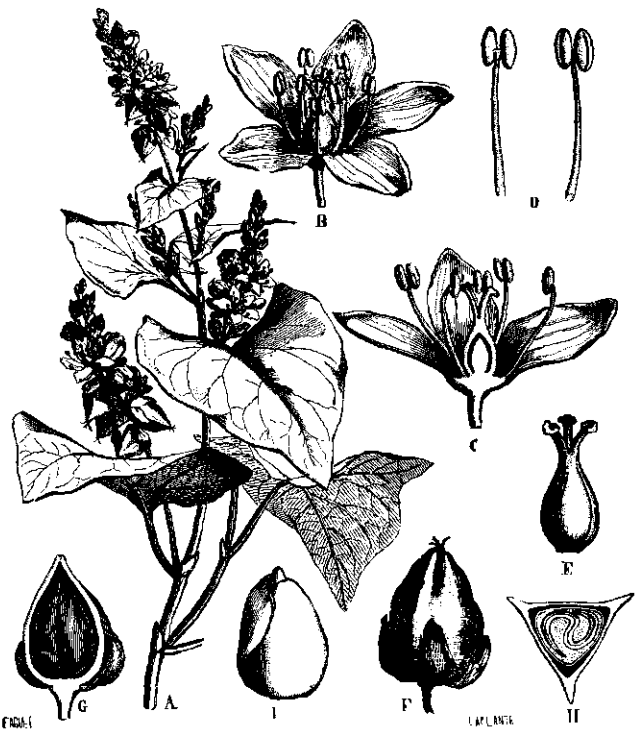


Fig. 30. Boekweit. *A*, bovenste deel van een bloeienden stengel; *B*, kortstijlige bloem; *C*, idem, doorgesneden; *D*, meeldraden; *E*, stamper; *F*, dopvrucht met verwelkt bloemdek; *G*, idem, verticaal doorgesneden; *H*, dwars doorgesneden; *I*, van het bloemdek bevrijde vrucht.

Van deze verschillende deelen neemt de stamper steeds het midden der bloem in. Daaromheen bevinden zich achtereenvolgens de meeldraden, de bloem- en kelkbladen of het bloemdek. De inplanting is echter niet altijd dezelfde. Bij het Koolzaad, het Vlas enz. zijn ze duidelijk boven elkander aan den top van den stengel of bloemsteel (bloembodem) bevestigd, Fig. 32, A. Hier kan men achtereenvolgens den kelk, de bloemkroon en de meeldraden verwijderen: men houdt dan ten slotte den stamper op den verheven bloembodem over. Bij andere bloemen, b.v. die van den Appel, Fig. 33, A, Peer, Erwt, Karwij, Fig. 40, is de bloembodem urnvormig en zijn de bloemkroon met de meeldraden, althans schijnbaar, op den kelk bevestigd. Hierop berust de onderscheiding der planten in: *Bodembloemigen* en *Kelkbloemigen*.

Nog anders is de plaatsing van de meeldraden bij de bloem van een Aardappel, een Primula veris, een Doovenetel, een Leeuwenbek enz. Hier zijn zij op de bloemkroon, die in deze bloemen uit één stuk bestaat, ingeplant en kunnen dus met deze van de bloem verwijderd worden.

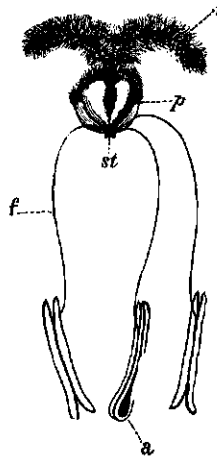


Fig. 31. De werkelijke deelen van eene tarwebloem: *st*, vruchtsteeltje; *p*, stamper met de beide schubbetjes en de stempels *n*; *f*, de drie meeldraden, die zich na het openen der bloem verlengd hebben; *a*, het helmknopje door eene spleet geopend, zoodat het stuifmeel kan ontwijken.

Planten met zulke bloemen noemt men daarom *Kroonbloemigen*, terwijl men van *Énmanteligen* spreekt, als slechts één bloemdek, zie hierboven, aanwezig is.

De namen: *Kruisbloemigen*, *Vlinderbloemigen*, *Lipbloemigen*, aan enkele plantenfamiliën gegeven, zijn verder aan den betrekkelijken stand van deze beschuttende organen of aan den eigenaardigen vorm der bloemkroon ontleend; voor deze en andere bijzonderheden verwijzen wij naar een Leerboek der Plantkunde.

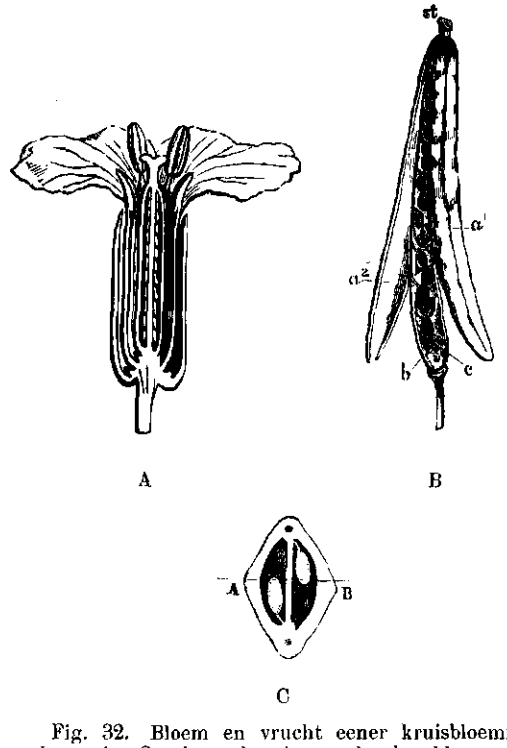


Fig. 32. Bloem en vrucht eener kruisbloemige plant. A, Overlangsche doorsnede der bloem. B, Hauw: a^1 en a^2, de beide kleppen; *b*, het tusschenschot; *c*, de zaden; *st*, de vroegere stempel. C, Dwarse doorsnede der hauw. De lijn AB wijst de richting aan waarin zij zou moeten worden doorgesneden om haar als in fig. A te doen zien.

Aangaande de hoofddeelen eener bloem, de meeldraden en stamper, merken wij nog het volgende op. De *meeldraden* zijn de voor de voortplanting dienende mannelijke organen der plant. Aan eenen meeldraad, zie Fig. 30, onderscheidt men den *helmdraad* en het *helmknopje*. Dat gedeelte van den helmdraad, 't welk door het knopje heenloopt en waarmede dit aan den draad bevestigd is, wordt *helmbindsel* geheeten, terwijl het uiterst fijne poeder, dat in het knopje gevonden wordt en gelijk wij zullen zien, bij het bevruchten eene belangrijke rol speelt, *stuifmeel* wordt geheeten. Evenals de kelk en de bloemkroon blijkbaar van bladachtigen aard zijn, is dit ook met de meeldraden het geval. De helmdraad kan men als bladsteel, het knopje

als bladschijf en het helmbindsel als de hoofdnerf van het blad beschouwen.

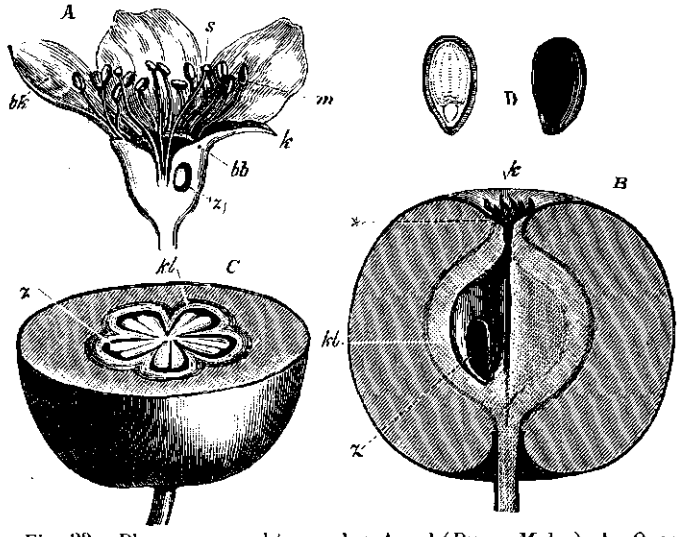


Fig. 33. Bloem en vrucht van den Appel (*Pyrus Malus*). A, Overlangsche doorsnede der bloem: *k*, kelk; *bk*, bloemkroon; *m*, meeldraden, *s*, stempel; *bb*, bloembodem. B, vrucht overlangs doorgesneden: *kl*, klokhuis; *z*, zaadkorrel; *k*, overblijfsel van den kelk. C, vrucht dwars doorgesneden. D, zaadkorrel, rechts van buiten, links van binnen gezien, zoodat de kiem zichtbaar is.

Door de teelt, dat is door het kweeken in goed gemesten grond enz., kunnen de meeldraden dan ook werkelijk in bladen veranderd worden. Wij zien dit bij de zoogenaamde dubbele bloemen. Vergelijkt men b.v. eene enkele (wilde) Roos met eene gekweekte, dan zal men in de eerste 5 bloembladen met een groot getal meeldraden aantreffen, bij de gekweekte is het getal bladen aanmerkelijk vermeerderd ten koste van de meeldraden. Bij eene soort gekweekte Tulpen (Tournesol) kan deze overgang van meeldraden in meelbladen niet zelden duidelijk worden waargenomen. Ook in de bloem van de in moerassige streken voorkomende Waterleliën ziet men de bloembladen van buiten naar binnen, al smaller en smaller wordende, in meeldraden overgaan. Zijn alle meeldraden in bloembladen veranderd, dan is de bloem niet meer voor de voortplanting geschikt, tenzij stuifmeel van eene andere bloem wordt aangevoerd.

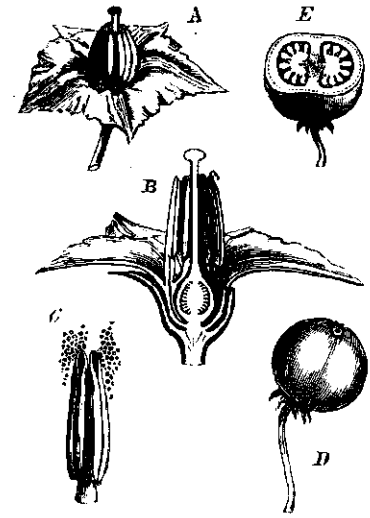


Fig. 34. Aardappel: *A*, bloem; *B*, idem, verticaal doorgesneden; *C*, meeldraad, waarvan de helmknoppen zijn opengesprongen en het stuifmeel uitstorten; *D*, besvrucht; *E*, idem, dwars doorgesneden om de daarin gelegen zaadjes te doen zien.

Het stuifmeel, dat in den bloeitijd uit het helmknopje, hetzij door eene klep, door poriën of door eene voor ontlast wordt, Fig. 34, bestaat uit een uiterst fijn poeder. Onder den microscoop gezien, blijkt dit poeder uit korreltjes (cellen), soms tot klompjes van een bepaalde gedaante vereenigd, te bestaan. Aan zulk eene cel kan men dan onderscheiden·

een uitwendig vlies, van eenige poriën voorzien, een inwendig vlies en daarbinnen eene min of meer kleverige vloeistof. Bij het bevruchten (zie hieronder) groeit het inwendig vlies uit, en vormt door eene van de openingen van het uitwendig vlies dringende, eene buis, de *stuifmeelbuis*.

Het aantal meeldraden, in eene bloem voorkomende, is zeer ongelijk: bij de Kruisbloemigen treft men er 6: 4 lange en 2 korte aan, bij het Vlas 5,

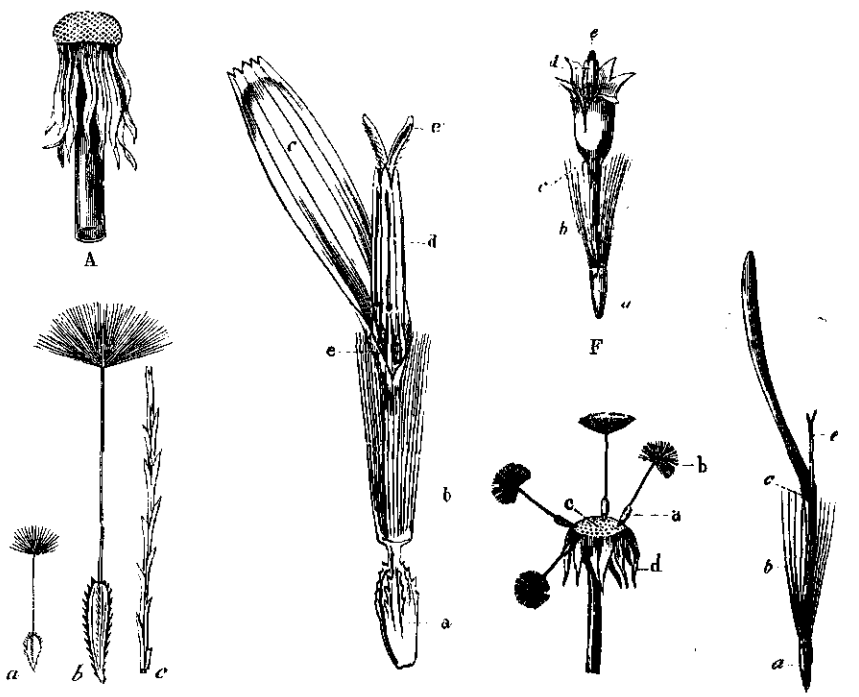


Fig. 35. Bloem en vrucht van de Paardebloem: A, algemeene bloembodem met omwindsel. B, afzonderlijk bloempje, vergroot: *a*, vruchtbeginsel; *b*, kelkslippen; *c*, bloemkroon; *d*, meeldraden, waarvan de helmknoppen vergroeid zijn; *e* e^1, stijl en stempels. C, bloembodem met het omwindsel *d* en enkele vruchtjes *ab*; *b*, vruchtpluis. D: *a*, vruchtje met vruchtpluis; *b*, id. vergroot; *c*, een der draden van het vruchtpluis nog meer vergroot. E, lintvormige straalbloem, F, buisvormige schijfbloem van het Hoefblad (*Tussilago farfara*). De beteekenis der letters *a*, *b*, *c*, *d* en *e* als bij A. Vergelijk Fig. 18, bl. 145.

bij appel-, perebloesems enz. verscheidene. In 't algemeen bedraagt dit getal bij de Tweezaadlobbige planten 4, 5 of de veelvouden er van, bij de Eénzaadlobbigen, zie Fig. 31 en 36, uit 3 of een veelvoud van 3. Bij de Stokrozen, de Malva's enz. zijn alle meeldraden tot één bundel vereenigd: men noemt ze daarom *éénbroederig;* bij de meeste Vlinderbloemige planten, Fig. 27, treft men 10 meeldraden. 9 tot een bundel vereenigd en één afzonderlijk aan (*tweebroederige meeldraden*), terwijl bij de Samengesteld-bloemigen, zie hierachter, de helmknoppen met elkander vereenigd, maar de helmdraden vrij zijn (*samenhelmig*), Fig. 35, B, E en F.

De *stamper* of *stampers*, — want in sommige bloemen, b.v. de rozen, vindt men meer dan een stamper, — vertegenwoordigt in eene bloem het

voor de voortplanting dienende vrouwelijke orgaan der plant. Hetzij hooger op den bloembodem ingeplant dan de meeldraden, zooals bij de Kruisbloemigen, hetzij lager, gelijk bij een' appel, de Vlinderbloemigen enz., neemt de stamper toch altijd het midden der bloem in: hij bevindt zich namelijk op den top des bloembodems, Fig. 32, 33 en 34.

Ofschoon ook in den vorm van den stamper eene groote verscheidenheid bestaat, komt hij in den regel overeen met die eener flesch. Het benedeneinde (de buik der flesch) noemt men *eierstok*, het boveneinde, waarin eene opening (de mond der flesch), *stempel* en het meestal dunnere stuk tusschenbeide (de hals der flesch) *stijl*. De opening in den stempel staat door een kanaal, het *stijlkanaal*, met den eierstok in verbinding. In plaats van één' treft men niet zelden twee of meer stempels aan, zie Fig. 30 en 31.



Fig. 36. Zandrietgras of Zegge (*Carex arenaria*): 1, bloeiende plant met wortelstok, de bovenste bloempakjes bevatten alleen mannelijke, de benedenste alleen vrouwelijke bloemen; 2, mannelijke bloem vergroot; 3, vrouwelijke bloem zonder dekblad; 4, stamper; 5, dekblad der vrouwelijke bloem; 6, mannelijke bloem van *Carex hirta*; 7, hare vrouwelijke bloem.

Van deze deelen is de eierstok het belangrijkste. Terwijl de stijl en stempels namelijk na het bevruchten meestal afvallen, groeit de eierstok uit en vormt, soms in vereeniging met andere deelen der bloem, de *vrucht*, de daarin voorkomende eitjes, het *zaad*. Houdt men den stamper eener groote boon of erwt, Fig. 27, C, tegen het licht, dan kunnen hierin de eitjes zeer gemakkelijk waargenomen worden. Zie ook Fig. 34 B, de eitjes van de aardappelplant. De stamper is evenals de meeldraden van bladachtige natuur en aangezien zijn belangrijkste deel, de eierstok, de vrucht vormt, wordt hij ook wel vruchtblad, of als hij, gelijk bij het Vlas, uit meer bladen gevormd is, vruchtbladen geheeten. Stelt men zich een ongesteeld blad voor, dat men langs de hoofdnerf heeft omgevouwen, terwijl de bij elkander komende randen met elkaar vergroeid zijn, dan kan men zich eene voorstelling vormen van het ontstaan van

een enkelvoudigen stamper. Bij het Vlas zijn de vruchtbladen van onderen



Fig. 37. Hennep (*Cannabis sativa*). 1, Gedeelte van den stengel der bloeiende mannelijke plant; 2, Idem van de vrouwelijke plant; 3, mannelijke bloem; 4, vrouwelijke bloem; 5, zaad; 3, 4 en 5 zijn vergroot.

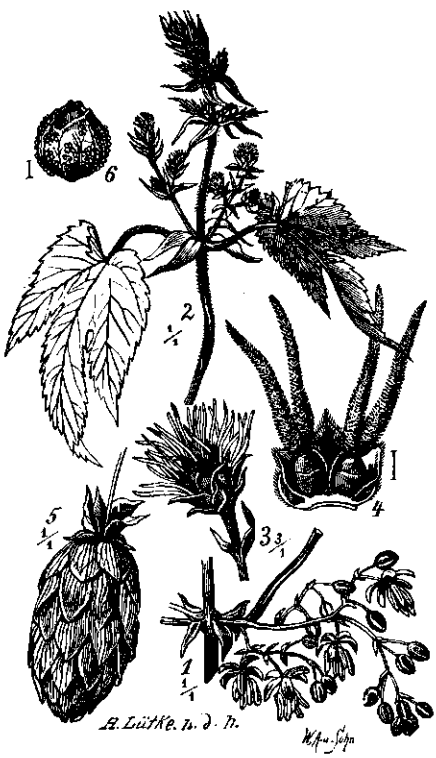


Fig. 38. Hop (*Humulus lupulus*). 1, Gedeelte van den stengel eener mannelijke plant; 2, Idem eener vrouwelijke plant; 3, bloeiwijze van vrouwelijke bloemen, vergroot; 4, bloemschub met twee vrouwelijke bloemen, zeer vergroot; 5, hoppebel; 6, vrucht, vergroot.

alleen vergroeid.

Op den samengegroeiden bladrand (de buiknaad) zijn meestal de eitjes bevestigd. Hebben meer vruchtbladen tot het vormen van den stamper bijgedragen, zoo vindt men de eitjes in meerdere rijen in den eierstok, zie Fig. 32.

Behalve de genoemde organen, komen in sommige bloemen nog andere, bijkomende organen voor. Merkwaardig zijn daaronder de *honigbakjes* of *honigkliertjes*. De bloemen toch, welke deze organen bezitten, worden veelvuldig om den honig, dien zij afscheiden, door insecten bezocht, en aangezien bij sommige bloemen, gelijk wij later zullen zien, de bevruchting niet anders dan door insecten tot stand kan komen, dragen genoemde organen middellijk bij tot de bevruchting. Het best kunnen deze honigbakjes of kliertjes waargenomen worden bij de Keizerskroon, op den voet van elk bloemdek-blad. Ook op de bloembladen der Boterbloemen en van de Boekweit zijn zij gemakkelijk te ontdekken.

Na deze beschouwing over de verschillende bloemdeelen moeten we nog opmerken, dat in sommige bloemen

alleen meeldraden, in andere alleen stampers gevonden worden en nog in andere beide ontbreken. De eerste noemt men daarom *mannelijke*, de tweede *vrouwelijke* bloemen; beide heeten ze *éénslachtige* ter onderscheiding van de bloemen, waarin zoowel meeldraden als stampers gevonden worden en die daarom *tweeslachtige* of *volkomene* bloemen heeten. Komen de mannelijke en vrouwelijke bloemen op eene en dezelfde plant voor, zooals bij den Hazelaar, den Els, de Dennen en de Rietgassen, Fig. 36, dan noemt men die planten *éénhuizig*. Worden op de eene plant mannelijke en op eene andere vrouwelijke bloemen aangetroffen, zooals bij de Hennep, Fig. 37, de Hop, Fig. 38, de Wilgen, Populieren, Eiken enz., dan wordt de plant *tweehuizig* geheeten. Ontbreken in eene bloem zoowel de meeldraden als de stamper, dan is zij *geslachtloos* en kan vrucht nog zaad voortbrengen. Dergelijke bloemen zijn die onzer Hortensia's, sommige bloempjes in de aren der Granen en Grassen enz.



Fig. 39. Bloempluim van de Haver (*Avena sativa*); *t*, bindseltje.

In het volgende Hoofdstuk, waarin over de bevruchting gehandeld zal worden, komen wij nog op eenige bijzonderheden met betrekking tot de beide hoofddeelen der bloem, de meeldraden en den stamper, terug.

De meeste planten dragen meer dan eene bloem, en in dit geval zijn deze ten opzichte van elkander meestal op eene bepaalde wijze geplaatst. Zulk eene groep van bloemen met eenige bijkomende organen noemt men eene *bloeiwijze*. Men onderscheidt deze in: *a. onbepaalde* bloeiwijzen, waarbij de ontluiking der bloemen van onderen naar boven of van buiten naar binnen geschiedt en de hoofdas gewoonlijk niet door een bloem wordt afgesloten; *b. bepaalde* bloeiwijzen, waarbij de as veelal terstond door een bloem wordt afgesloten en de ontluiking geschiedt van boven naar beneden, en *c. gemengde* bloeiwijzen, waarbij de onder *a* en *b* genoemde in samenstelling voorkomen.

Zoo zijn de bloemen van het Koolzaad en van andere koolsoorten op kortere of langere steeltjes aan den algemeenen bloemsteel (bloemspil) geplaatst. Men noemt dien algemeenen bloemsteel met de gesteelde bloempjes, dat is dus deze bloeiwijze, een *tros*. (Duidelijker kan de tros worden waargenomen bij Aalbessen, de roode Ribes, bij de Krodde en de witte Mosterd). De onderste bloemen ontwikkelen zich het eerst. De bloeiwijze is dus onbepaald.

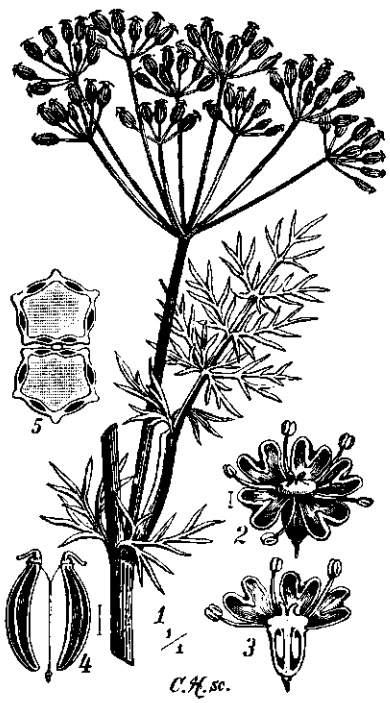


Fig. 40. Karwij (*Carum Carvi*). 1, Vruchttak; 2, bloem, vergroot; 3, overlangsche doorsnede der bloem, vergroot; 4, vrucht, rijp zoodat de splitvruchtjes gescheiden zijn en aan het steeltje hangen, vergroot; 5, dwarsdoorsnede der vrucht, vergroot.

Voordat de bloemen van het Koolzaad open zijn, vindt men ze meer opeengehoopt: zij liggen min of meer in hetzelfde vlak en vormen dan, wat men noemt een *scherm*. Bij eene moes- of koolplant staan zij echter reeds in den knoptoestand meer uit elkander.

Het Vlas bezit eene dergelijke bloeiwijze. Ook hier gaan de onderste bloemen aan den algemeenen bloemsteel het eerst open. Terwijl echter de steeltjes der afzonderlijke bloemen bij het Koolzaad enz. ongeveer even lang zijn, zijn de onderste bloemsteeltjes bij het Vlas langer dan de bovenste: de bloemen (of de daaruit voortkomende vruchten) komen daarom bij het Vlas nagenoeg op dezelfde hoogte te staan, 'twelk aanleiding heeft gegeven om deze bloeiwijze, ter onderscheiding van den tros, *bloemtuil* te noemen. Bij Haver, Fig. 39, en duidelijker nog bij de Waterweegbree, den Eschdoorn en sommige Grassen, zijn de onderste bloemstelen (die hier in den regel weder vertakt zijn) ook het langst en de hooger geplaatste korter. De bloemen komen echter niet alle op gelijke hoogte te staan, maar de geheele bloeiwijze krijgt meer den vorm eener piramide en wordt *pluim* geheeten.

Eene *aar* treft men aan, behalve bij de meeste Granen en Grassen, zie hieronder, o. a. bij de Weegbreeën. Zij onderscheidt zich van den tros, doordat de afzonderlijke bloempjes aan den algemeenen bloemsteel ongesteeld of zeer kort gesteeld zijn; terwijl men in dit geval van een *katje* spreekt, als de bloempjes, zooals bij den Wilg, Hazelaar, Berk, Els enz. éénslachtig, dat is òf alle mannelijk òf alle vrouwelijk zijn (*mannelijke* en *vrouwelijke katjes*). De bloeiwijze der vrouwelijke bloem van de Hop, de hoppebellen, Fig. 38, en van de Dennen wordt *kegel*, die der Karwij, Fig. 40, Wortels (*Daucus carota*), Peterselie enz. een *scherm* (*Schermbloemige planten*), die van Klaver, het Hoefblad enz. *hoofdje* geheeten.

Omtrent de beide laatsgenoemde bloeiwijzen nog het volgende. Bij een

scherm zijn de bloempjes op ongeveer even lange stelen geplaatst op den top der algemeene bloemsteel of bloemspil: *enkelvoudig scherm*, vrb. Kers. In vele gevallen echter dragen de eerstgenoemde stelen nog niet de bloempjes, maar bloemsteeltjes, en deze laatste de bloempjes of later de vruchtjes: *samengesteld scherm*, Fig. 40. Een der bloempjes van eene schermbloemige plant, die tijdens het bloeien de plaats dezer vruchtjes innamen, is daarbij afgebeeld.

Een hoofdje echter, zooals dat bij de Samengesteldbloemige planten voor-



Fig. 41. Beemd Langbloem (*Festuca pratensis*). 1, pluim; 2, aartje geopend; de onderste, in Fig. 42 de buitenste, blaadjes zijn de kelkkafjes, daarbinnen ziet men de bloempjes (in Fig. 42 slechts één) omsloten door de kroonkafjes, waarvan het buitenste in Fig. 42 eene kafnaald draagt; 3, bloem zonder het buitenste kroonkafje, dat bij 4 afzonderlijk is geteekend. 2, 3 en 4 zijn vergroot.



Fig. 42. Beemd Vossestaart (*Alopecurus pratensis*). 1, aar; 2, aartje, geopend; de twee penseelvormige stempels en de drie meeldraden zijn aan den top zichtbaar; 3, bloempje, gesloten. 2 en 3 zijn vergroot.

komt, bestaat uit eene samenvoeging van ongesteelde bloempjes op een algemeenen bloemsteel of bloembodem, Fig. 18 en 36. Een afzonderlijk bloempje van de Paardebloem is in Fig. 36, B afgebeeld; eenige vruchtjes ziet men bij C, terwijl E en F de afzonderlijke bloempjes van het Hoefblad doen zien. Een bepaalde bloeiwijze vindt men o. a. bij de Linde en de Hoornbloem, een gemengde bloeiwijze o. a. bij de Cichorei.

Bij eene bloeiwijze komen veelal ook bijkomende organen voor. Als zoodanig beschouwt men de groene blaadjes, die een hoofdje van onderen omgeven en en wel eens met een kelk verwisseld zouden kunnen worden. Fig. 36, A en C. Dergelijke blaadjes, die ook aan den voet der bloemsteeltjes van vele schermen gevonden worden, b.v. van Wortelen, Peterselie enz. dragen den



Fig. 43. 1. Aar der tweerijige Gerst: *a*, een pakje van drie aartjes afzonderlijk en daarnaast een stukje van de kafnaald vergroot: *b*, *c*, gerstkorrels. 2. Tarweaar, *e*, een aartje afzonderlijk met vijf bloempjes: 1, 2, 3, 4 en 5, elk door de kroonkafjes omsloten; * kelkkafjes; *f*, tarwekorrels. 3. Roggeaar: *g*, een aartje afzonderlijk; *h*, *i*, roggekorrels. 4. Takje van de pluim der Haver: *l*, *k*, haverkorrels.

naam van *omwindsel*. Draagt eene plant, zooals eene Lelie, slechts eene enkele bloem, zoo is deze veelal van een blad omgeven, waarin de bloem, vóór het ontluiken, min of meer gedoken is. Een dergelijk blad heet *bloemscheede*. Bij een tros, tuil en pluim vindt men aan den voet des algemeenen bloemsteels kleine blaadjes, die een anderen vorm hebben dan de gewone

stengelbladen en *schutblaadjes* worden geheeten. In een kegel wordt rondom elk bloempje een dergelijk schutblad gevonden. Deze schutbladen helpen na het uitbloeien mede de vruchten vormen, maar blijven dan bij de Hop, Fig 38, vliezig en worden bij de Dennen houtig.

Wij hebben hierboven gezegd, dat de bloemstelen aan den algemeenen bloemsteel voorkomende, weder vertakt kunnen zijn. Dit is niet alleen het geval met eene pluim of een scherm maar inzonderheid met de aren onzer Granen en Grassen. De pakjes, die samen in Fig. 41 eene pluim en in Fig. 42 eene aar vormen, bevatten meestal niet eene enkele bloem, maar meer bloemen. Terwijl men nu de geheele bloeiwijze, in Fig. 41 voorgesteld, eene pluim (vandaar *pluimgrassen*) en in Fig. 42 eene aar (*aargrassen*) noemt, wordt elk pakje een *aartje* geheeten. Aan zulk een aartje, Fig. 41 en 42, treft men de volgende deelen aan. De beide onderste blaadjes, waarvan het eene iets hooger ingeplant is dan het andere, heeten kelkkafjes. Zij omsluiten de daarboven geplaatste bloempjes, waarvan het aantal in het pakje voorkomende zeer verschillend is. Bij Vossestaart vindt men in elk pakje slechts eene bloem, bij Beemd Langbloem Fig. 41, 7—8. Elk bloempje wordt ingesloten door twee kafjes, Fig. 41 en 42, die men kroonkafjes noemt. Ook hiervan is het eene, het buitenste, iets lager ingeplant dan het andere en draagt meestal eene naald (kafnaald).

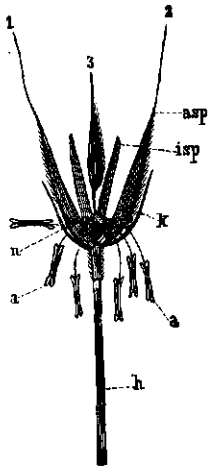


Fig. 44. Roggeaartje met drie bloemen: 1 en 2 zijn geopend, 3 is gesloten. Uit elk der twee zijbloempjes hangen de meeldraden *a* aan de uitgegroeide helmdraden; *k*, kelkkafjes; *n*, de stamper tusschen de kroonkafjes: *asp*, het buitenste; *isp*, het binnenste; *h*, boveneind van den halm.

Op eene dergelijke wijze zijn de bloemen en later de vruchten der Granen bijeengevoegd, zie Fig. 43. In een tarweaartje, Fig. 43 *e*, omsluiten de kelkkafjes 3—5 bloempjes, waarvan in den regel slechts 2—3 vrucht geven; in een roggeaartje, Fig. 43 *g* en 44, treft men er 2 (soms meer) aan, die beide vruchtbaar zijn; in een aartje van Haver, Fig. 45 A, mede 2—4, en in een gerstaartje slechts één. Bij dit laatste graangewas zijn, Fig. 43 *a*, drie aartjes bijeengevoegd, elk door priemvormige kelkkafjes omsloten. Van de hierin voorkomende bloempjes is bij de tweerijige Gerst alleen dat van het middelste aartje vruchtbaar, terwijl bij de vier- en zesrijige ook de zijdelingsche bloempjes vrucht geven en er dus later drie vruchtjes bijeenstaan.

Elk bloempje is ook bij de Granen door twee kroonkafjes omsloten en daarvan draagt het buitenste weder eene kafnaald. Zie de figuren. Bij Gerst en Haver omsluiten deze kroonkafjes later de vrucht en moeten daarvan afgepeld worden. Bij Tarwe laten ze los, als de vrucht rijp is.

De kelk- en kroonkafjes beschermen dus evenals de kelk en de bloemkroon de door hen ingesloten bloempjes en werden vroeger ook voor kelk en bloemkroon gehouden. Aangezien echter de kelkkafjes meestal meer dan eene bloem insluiten en de kroonkafjes nooit op gelijke hoogte voorkomen, 'twelk met de blaadjes eener bloemkroon steeds het geval is, beschouwt men ze tegenwoordig niet als deelen eener bloem maar van eene bloeiwijze.

5. *de vrucht.* Wanneer eene bloem ontloken is, gebloeid heeft, duurt het

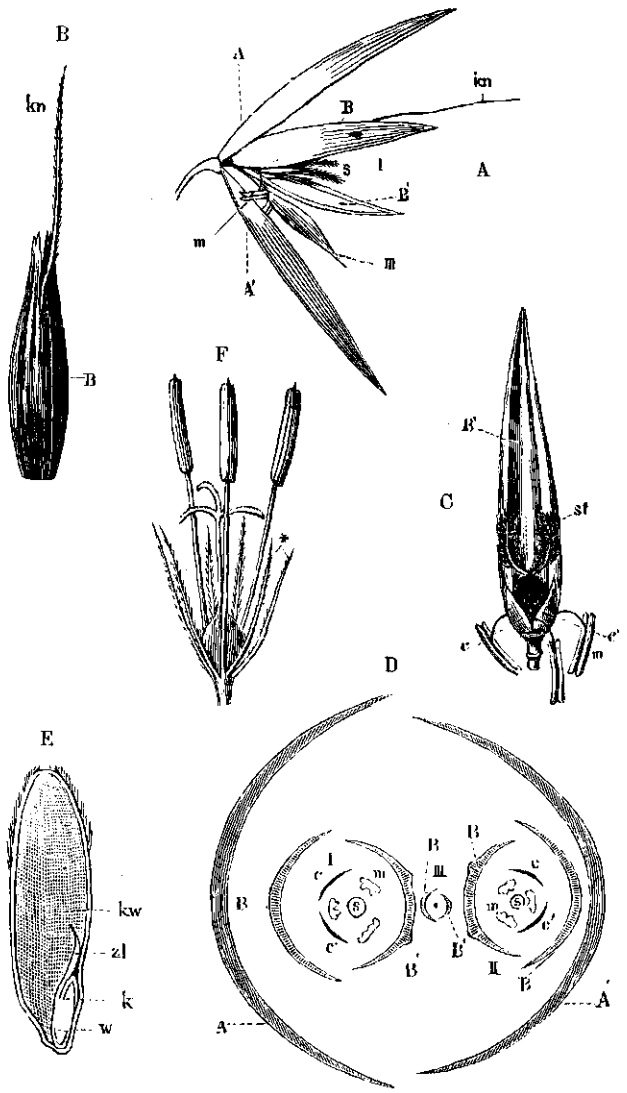


Fig. 45. A, Aartje van de Haver: *A*, *A*^{1}, kelkkafjes; I, een afzonderlijk bloempje, geopend; III, niet geopend en onvruchtbaar, *B*, *B*^{1}, de kroonkafjes met kafnaald *kn*; *m*, meeldraad; *s*, stempel. B, Het buitenste kroonkafje afzonderlijk: *kn*, kafnaald. C, Het binnenste kroonkafje met de bloem afzonderlijk: *B*^{1}, kroonkafje; *cc*^{1}, schubbetjes; *m*, meeldraden; *st*, stempels. D, Diagram of dwarsdoorsnede van het aartje. De beteekenis der letters is dezelfde als in A, B en C; I en II vruchtbare, III, een onvruchtbaar bloempje. E, Verticale doorsnede van eene graankorrel: *kw*, kiemwit; *zl*, schildje; *k*, pluimpje; *w*, worteltje. F, bloem eener bloembies met drie meeldraden en een stamper met drie stempels.

niet lang of zij verflenst: de bloembladen, de meeldraden, in vele gevallen ook de kelk of het bloemdek vallen af. Een deel der bloem blijft echter na de bevruchting bestaan en begint nu weldra zich te ontwikkelen. Dat deel is

de stamper en hiervan steeds de eierstok. Het product van die ontwikkeling is de vrucht. Behalve de eierstok nemen ook niet zelden andere deelen aan de vruchtvorming deel, waarop hierboven reeds gewezen is. In dit laatste geval spreekt men van *valsche* of schijnvruchten, ter onderscheiding van die, welke alleen uit den stamper gevormd zijn en *ware* vruchten genoemd worden.

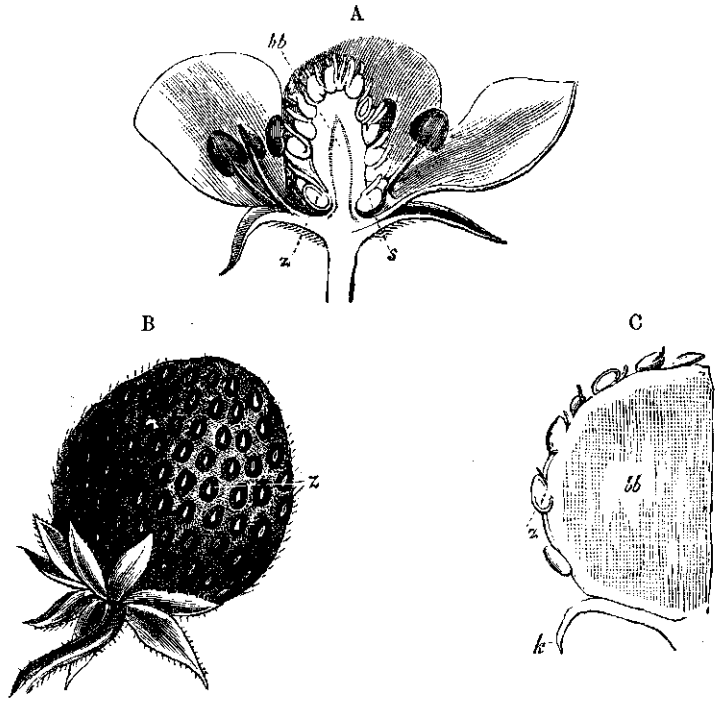


Fig. 46. Bloem en vrucht van de Aardbezie: A, bloem, in doorsnede: *bb*, bloembodem; *s*, stamper, *z*, zaadknop. B, vrucht van buiten: *z*, vruchtje. C, idem, in doorsnede: *bb*, uitgegroeide bloembodem; *k*, kelk; *z*, zaadjes in de aan den omtrek staande vruchtjes.

Zoo zijn onze kersen en pruimen, de peulen der Erwten en de hauwen van 't Koolzaad ware vruchten. Een appel daarentegen is eene schijnvrucht, omdat ook de bloembodem mede uitgroeit, zie Fig. 33. Zoo ook eene aardbezie, Fig. 46, waarbij de uitgegroeide bloembodem zelfs de grootste massa van de vrucht uitmaakt. De ware vruchtjes bevinden zich als kleine uitstekende puntjes (dopvruchtjes, zie hieronder) aan de oppervlakte van het vruchtvleesch.

De vrucht van het Vlas (de vlasknop), die gelijk reeds, bl. 156, gezegd is, uit eenige vruchtbladen gevormd wordt, noemt men eene *doosvrucht*. Wanneer het Vlas rijp wordt, laten genoemde vruchtbladen weer min of meer los. Evenwel moet bij het Vlas dat hier te lande, in Noord-Duitschland en elders verbouwd wordt, het in de doos bevatte zaad noodzakelijk uitgeslagen (gedorscht) worden (slag-lijnzaad). Bij eene andere soort of verscheidenheid van Vlas, in Zuid-Duitschland, vooral in Wurtemberg geteeld, springen de zaaddoozen van zelve open („Klang- of Springlein"). De vrucht van de Maankop, Fig. 47, is eveneens eene doosvrucht, waarbij echter de vruchtbladen, bij het rijpworden, niet loslaten, maar het zaad door kleine openingen,

poriën, p, kan ontlast worden. Gemelde openingen ontstaan in het schild, waarmede hier de vrucht bedekt is en dat den vroegeren stempel vertegenwoordigt, doordien de verschillende vruchtbladen, waaruit deze doosvrucht gevormd is en die men bij eene doorsnede gemakkelijk ontdekt, hier weder loslaten. Het Koolzaad bezit eene vrucht, die uit twee vruchtbladen gevormd is, welke bij het rijpworden niet vanboven loslaten zooals bij het Vlas, maar van onderen, terwijl de zaden in vier rijen, twee ter rechter- en twee ter linkerzijde geplaatst zijn aan een vliezig tusschenschot. Een dergelijke vrucht wordt *hauw* geheeten, zie Fig. 32. Eene hauw is veel meer lang dan breed en daardoor te onderscheiden van het *hauwtje*, dat meestal even lang als breed is en ook veel minder zaden bevat. Laatstgenoemde vrucht komt voor bij Doderzaad, Huttentut en bij het zeer algemeen verspreide onkruid, de Herderstasch (*Capsella bursa pastorius*). De hauwen van de Radijs vallen in één stuk zonder zich te verdeelen, af, terwijl bij de wilde Radijs, Herik of Kiek (*Rhaphanis raphanistrum*) de hauwen tusschen de zaden ingesnoerd zijn en zich hier verdeelen. De Kiek is daardoor te onderscheiden van de Krodde (*Sinapis arvensis*), in de provincie Groningen hier en daar en elders ook wel Herik geheeten. — Hauwen en hauwtjes komen alleen bij de Kruisbloemige planten (zie bl. 153) voor. De meeste vruchten van de Vlinderbloemigen (zie bl. 147) zijn peulen, vandaar de naam peulvruchten. Peulen treft men dus aan bij Erwten, Boonen, Wikken enz. Eene *peul*, Fig. 48, is uit één vruchtblad gevormd: de zaden, — indien er meer voorhanden zijn, — bevinden zich op de randen van het vergroeide blad (de buiknaad). De eitjes, waaruit de zaden zijn voortgekomen, zijn slechts voor de helft ontwikkeld. Opent men b.v. de peul eener Erwt, zie Fig. 48, dan ziet men de zaden met de onontwikkelde eitjes afwisselen.

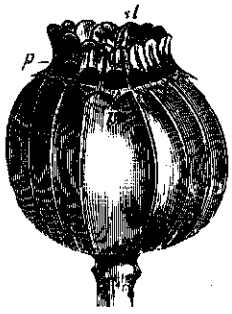


Fig. 47. Doosvrucht van de Maankop: *st*, stengel; *p*, poriën.

Nog anders is de vrucht der Boekweit, Fig. 30, die der Samengesteldbloemigen, der Hennep, Fig. 37, Rhabarber enz. In al deze vruchten is slechts één zaadje aanwezig, maar terwijl die der Samengesteldbloemigen, der Boterbloemen, der Hennep enz. uit één vruchtblad gevormd is, bestaat die der Boekweit, der Zuring, Rhabarber enz. uit meer vruchtbladen. Eerstgenoemde vruchten zijn bekend onder den naam van *dopvruchten*, laatstgenoemde onder dien van *noten*. In sommige gevallen, zooals bij den Iep, den Berk en den Els zijn deze nootjes van vliezige aanhangselen voorzien en worden daarom *vleugelvrucht* geheeten, terwijl de dopvruchtjes der Samengesteldbloemigen gekroond zijn door een gesteeld of ongesteeld kuifje, het zoogenaamde vruchtpluis, zie Fig. 36 D en 49, dat uit den kelk der bloem ontstaan is. Ook de vruchten der Schermbloemige planten zijn dopvruchten, die paarsgewijze tot ééne (dubbele dopvrucht) vereenigd zijn. Bij het rijpworden splitsen deze vruchtjes zich meer of minder gemakkelijk in tweeën: vandaar de naam *splitvruchten*. Zie Fig. 40 en 50. Ook bij den Eschdoorn komen dergelijke vruchten voor.

Wat in het dagelijksch leven dikwijls vruchten genoemd worden, zijn niet

altijd vruchten in plantkundigen zin. En wat veelal zaad genoemd wordt is niet zelden eene vrucht. Vruchten toch noemt men niet zelden de geteelde planten, in haar geheel, bij welker teelt men het oog heeft nu eens inzonderheid op de vrucht met het daarin bevatte zaad, dan eens op het zaad alleen en nog in andere gevallen hoofdzakelijk op de stengels. En wat b.v. onder den naam wortel- en karwijzaad in den handel komt zijn vruchtjes. De hierin bevatte zaadjes zijn innig met de vruchthuiden vergroeid, zoodat zij zich er moeilijk van

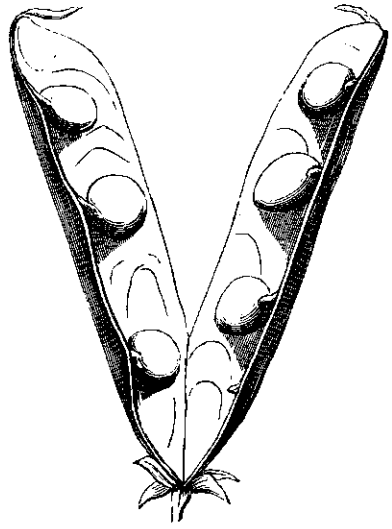


Fig. 48. Peul eener erwt. Men ziet hierin de zaden met de navelstrengel aan den zaaddrager.

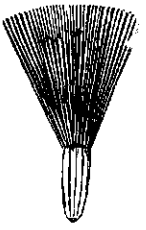
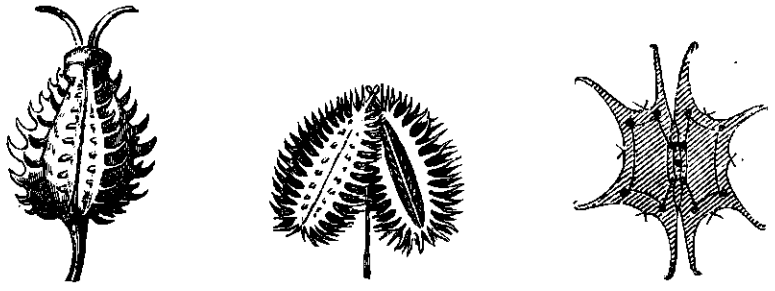


Fig. 49. Dopvrucht met vruchtpluis van het Hoefblad.

laten scheiden. In nog meerdere mate is dit het geval met de *graanvrucht*. In den handel worden de zaden dus zeer terecht van de granen (graanvruchten) onderscheiden. Het zaad van Koolzaad, Mosterd, Boonen, Erwten enz. is werkelijk zaad, maar wat onder den naam van granen verkocht wordt is



A B C

Fig. 50. Vrucht van den gewonen Wortel (*Daucus carota*): A, in haar geheel; B, in tweeën gespleten; C, in doorsnede.

eene vrucht, waarvan de huid innig met de zaadhuid vergroeid en alleen bij vergrooting daarvan te onderscheiden is. Zie Fig. 9, A en B. Ook boekweit-, sla-, schorsoneerzaad enz. is geen zaad maar vrucht, evenals het kanariezaad, dat tot de graanvruchten behoort.

De tot nog toe beschouwde vruchten:

de *doosvrucht*, de *hauw* en het *hauwtje*, de *peul*, de *dopvruchten*, de *nootjes* en *gevleugelde vruchten*, de *dubbele dopvruchten* (*splitvruchten*) en de *graanvrucht* zijn alle *droge* vruchten, wegens hare droge consistentie alzoo

genoemd ter onderscheiding van de *vleezige* vruchten. Van deze laatste vermelden wij alleen:

de *appel-* of *pitvrucht*, die voorkomt bij Appels, Peren en Kweeën;

de *steenvrucht* bij Kersen, Abrikozen, Perziken, Pruimen, Haagappels enz.;

de *besvrucht* bij Berberis, Aalbes, Kruisbes, Druiven, Aardappels, Fig. 34, enz.

De zoogenaamde *opeengehoopte* vruchten hebben haar ontstaan te danken aan het samengroeien der eierstokken van eenige bloemen (eener bloeiwijze) met de algemeene bloemspil. Hiertoe behooren de moerbeziën, de ananassen, de kegels van Hop, Els en Dennen, de vruchtkluwens van mangelwortels enz. en de vijg. Ook de rijpgewordene „aren", druiven- en bessentrossen, zou men, ofschoon hier eene minder innige vergroeiing heeft plaats gehad, opeengehoopte vruchten kunnen noemen.

6. *het zaad.* Met de vorming van het zaad houdt het leven van vele planten op; daarmede is haar einddoel bereikt. Alleen de zoogenaamde overblijvende planten, bijv. onze boomen en heesters en de planten, die met een wortelstok in den grond overblijven (sommige Grassen, Meekrap, Rhabarber) brengen meermalen zaad voort.

Als wij de deelen van het zaad willen opmerken, doen wij 't best ze in den onrijpen toestand te beschouwen. Opent men eene onrijpe peul, eene hauw of een appel, dan ziet men de zaden meestal met korte steeltjes aan den zoogenaamden zaaddrager bevestigd. Zie Fig. 48. Door dit steeltje, dat den naam van *navelstreng* draagt, ontvangt, gelijk wij later zullen zien, het zaad zijn voedsel van de overige deelen der plant. Is het zaad rijp geworden, dan vinden we daar, waar het aan den navelstreng bevestigd was, nog eene min of meer duidelijke, doffe plek, den *navel*, die bij de tuinboonen, de paardekastanjes enz. meestal lichter gekleurd en bij de veldboonen de bekende zwarte neus vormt. Dicht bij den navel treft men eene kleine opening aan, die meestal moeilijk is waar te nemen, maar bij de pronkerboonen duidelijk met het bloote oog te zien is en de grootte eener speldeprik heeft. Deze opening, die ook aan het eitje, waaruit het zaad is voortgekomen, kan opgemerkt worden en met de bevruchting (waarover later) in verband staat, wordt *poortje* geheeten.

Aan een zaad onderscheidt men: de *zaadhuid* en de *kern*. De zaadhuid of zaadschil bestaat meestal uit twee lagen: de buitenste en binnenste zaadhuid. Van deze is de binnenste vliezig en kleurloos, de buitenste niet zelden gekleurd en soms van verschillende aanhangselen voorzien. Zoo zijn de zaden van den Katoen- en van den Kapokboom (*Eriodendron anfractuosum*) rondom met lange haren bezet, die de bekende katoen en kapok leveren, de wilgenzaden met een kuifje van haren omgeven, de dennen- an spurriezaden van een vliezig aanhangsel voorzien. Het is deze uitwendige zaadhuid ook, welke bij het lijnzaad, de kweepitten en het sterkers-zaad de slijmerige stof bevat, welke deze zaden bij bevochtiging doet opzwellen en slijmerig maakt.

In de zaadkern treft men, gelijk reeds vroeger opgemerkt is, de kiem van het jonge plantje, dat onder gunstige omstandigheden zich daaruit ontwikkelt, aan. Bij Boonen, Erwten en in 't algemeen bij de Peulvruchten, alsmede bij de Kruisbloemigen en vele andere planten, bestaat de zaadkern uit de kiem alleen. In de zaden van 't Vlas, van de Boekweit, de Granen, Grassen enz.

vindt men naast de kiem eene meestal meelachtige zelfstandigheid, bekend onder den naam van *kiemwit*. Naar de al of niet aanwezigheid van dit kiemwit, 'twelk men nog in inwendig en uitwendig kiemwit, Fig. 9, bl. 136, onderscheidt, verdeelt men de zaden in kiemwitlooze en kiemwithoudende. Evenals de zaadlobben dient ook het kiemwit tot voedsel voor het jonge plantje, zie bl. 138 en 139.

In den vorm en in de grootte der zaden bestaat eene groote verscheidenheid, welke moeilijk te beschrijven en af te beelden is, en die men het best leert kennen door eene verzameling daarvan aan te leggen.

II. SCHEIKUNDIGE EN ANATOMISCHE SAMENSTELLING DER PLANTEN.

Bij de behandeling van het water hebben we reeds eenige scheikundige verbindingen leeren kennen. Het water zelf, bl. 110, de zouten, bl. 112, eenige gassen, bl. 60 en 61, hebben we als zoodanig beschouwd en de elementen of grondstoffen, waaruit genoemde verbindingen bestaan, vermeld. Ook in de planten treft men dergelijke min of meer samengestelde stoffen aan; ook de planten bestaan uit scheikundige verbindingen, die soms meer van elkander gescheiden, meestal echter innig met elkander vermengd of vergroeid, bepaalde vormen bezitten, waaruit het plantenlichaam is opgebouwd en die wij hieronder als cellen, vaten enz. zullen leeren kennen. Wij zullen thans de nadere en naaste bestanddeelen der planten vermelden, maar bepalen ons daarbij tot de voornaamste.

Wanneer men gras, klaver en dergelijke planten op eene niet te lage temperatuur aan de lucht blootstelt, dan worden zij zoogenaamd luchtdroog.

Er ontwijkt daarbij eene zekere quantiteit water. Van hare andere bestanddeelen gaat, tenzij zij gaan rotten, weinig of niets verloren. — Het hooi of hoe deze plantenstof in luchtdrogen toestand ook heeten moge, is echter niet volstrekt droog, maar bevat nog water, dat eerst bij eene temperatuur van ongeveer 100° C. wordt uitgedreven. Zoo bevat het weidegras in verschen toestand gemiddeld 72 % water, het grashooi 15 %, roode klaver 79 % en klaverhooi ongeveer 17 %, het dennenhout in verschen toestand 40 % en luchtdroog gemiddeld 20 % water. Een dergelijk gewichtsverlies heeft bij het drogen van andere planten plaats. Wij beschouwen dus het water als een der nadere bestanddeelen van de versche plant. Wij weten dat er planten met veel en met weinig water zijn en dat alleen in hare droge stof de waardegevende deelen voorkomen.

Verhit men nu de droge plant, terwijl zij aan de lucht blootgesteld is, op eene temperatuur hooger dan 100° C., dan verbrandt of ontwijkt als rook enz. het grootste gedeelte; slechts eene kleine hoeveelheid asch blijft als onverbrandbaar bestanddeel der plant terug. Honderd kilogr. weidegras b.v. dat volgens bovenstaande opgave 28 KG. droge stof bevat, laat bij verbranding gemiddeld 2 KG. asch achter, roode klaver 1.6 KG. enz.

Wij kunnen dus door eene plant te drogen en vervolgens aan de lucht te verhitten en 't gewichtsverlies, hierdoor ontstaan, te bepalen, reeds eenigermate over hare samenstelling oordeelen. Wij kunnen zeggen, de planten bestaan uit:

water, *verbrandbare stoffen*, *onverbrandbare stoffen* (*asch*).

Deze bepalingen doen ons echter de samenstelling der planten nog zeer onvoldoende kennen. Welke zijn de bestanddeelen van het verbrandbare gedeelte, welke die van de asch der planten? Uit welke elementen of grondstoffen bestaan zij? In welke van de hierboven vermelde plantendeelen komen genoemde bestanddeelen voor? Ziedaar vragen, die wij als het ware van zelve doen en waarop bovenstaande bepalingen ons geen antwoord geven. Een nauwkeurig onderzoek heeft dan vooreerst aan het licht gebracht, dat onder bepaalde voorzorgsmaatregelen het verbrandbare gedeelte uit de elementen koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof bestaat, terwijl in de asch gevonden worden, naast de elementen koolstof en zuurstof: kalium, natrium, calcium, magnesium, ijzer, phosphorus, zwavel, silicium en chloor. Twee, drie of meer dezer elementen vormen scheikundige verbindingen, die hieronder als de in de plant voorkomende nadere bestanddeelen zullen worden vermeld. Nadere bestanddeelen der planten zijn b.v. de suiker, uit de elementen koolstof, waterstof en zuurstof bestaande, en de vooral in het koolzaad en in 't lijnzaad, maar ook in vele andere zaden voorkomende oliën, waarin dezelfde elementen maar in eene andere verhouding gevonden worden. Bij verhitting aan de lucht nemen beide stoffen zooveel mogelijk zuurstof op, zij verbranden hoofdzakelijk tot koolzuur en water (zie bl. 110), zij behooren dus tot de verbrandbare bestanddeelen der plant. Ook de zeer algemeen in de planten verspreide maar vooral in de zaden opgehoopte eiwitstoffen, die uit de elementen koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof met eene kleine hoeveelheid zwavel en veelal met phosphorzure zouten vermengd, bestaan, verbranden voor het grootste gedeelte tot vluchtige verbindingen. Alleen de zwavel met zuurstof en met de metalen kalium, calcium enz., die steeds in hare nabijheid gevonden worden, verbonden, vinden wij als zwavelzure zouten nevens de phosphorzure zouten en een gedeelte van de koolstof als koolzuur zout in de asch terug. Iets dergelijks heeft plaats met de vooral in vruchten voorkomende zouten van organische zuren, als wijnsteenzuur, appelzuur enz. Ook deze verbranden voor het grootste gedeelte; de daarin voorkomende metalen kalium, natrium, calcium enz. vinden wij echter eveneens in de asch als koolzure kali, -soda, -kalk enz. weder.

Na deze voorafgaande opmerkingen zullen wij de voornaamste nadere bestanddeelen van de droge planten-zelfstandigheid afzonderlijk nagaan. Voor een gemakkelijk overzicht nemen wij de volgende groepen aan:

I. Stikstofvrije verbindingen.
- 1 celstof of cellulose. } koolhydraten.
- 2 zetmeel of amylum. } koolhydraten.
- 3 gom. } koolhydraten.
- 4 suikersoorten. } koolhydraten.
- 5 pectinestoffen.
- 6 organische zuren.
- 7 vetten, oliën en enkele andere verbindingen.

II. Stikstofhoudende verbindingen.
- 1 eiwitstoffen.
- 2 eenige andere stikstofhoudende stoffen.

III. Asch.

I. *Stikstofvrije stoffen.* 1. *Celstof of cellulose*, $(C_6H_{10}O_5)n$. Wanneer men een dun schijfje van eenig plantendeel onder den microscoop beschouwt, Fig. 51,

dan ontdekt men, dat het uit min of meer regelmatige, ronde of hoekige lichaampjes, die wij hieronder als cellen, vaten enz. zullen leeren kennen, opgebouwd is, evenals een huis uit steenen, planken enz. is samengesteld. In haren natuurlijken toestand vormen de cellen blaasjes, de vaten buizen. De stof nu, waaruit de wand dezer cellen of vaten hoofdzakelijk bestaat, en die dus min of meer het geraamte van het geheele plantenlichaam vormt, is in de scheikunde bekend onder den naam van celstof of cellulose. Wij kennen die stof in den meest zuiveren toestand als linnen, katoen, papier, enz.

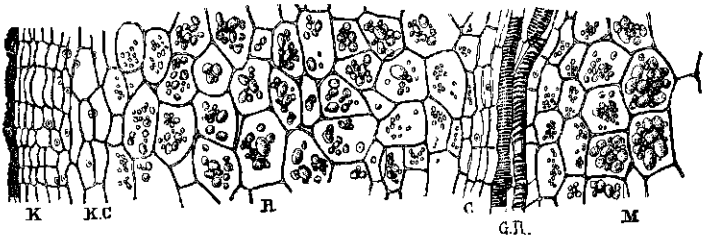


Fig. 51. Lengte doorsnede van eenen aardappel, 200 maal vergroot: *K*, kurklaag; *KC*, kurkcambium; *R*, schors, uit cellen waarin zetmeelkorrels voorkomen bestaande; *C*, cambium; *GR*, vaatbundelring; *M*, mergcellen, eveneens met zetmeel.

Onder den microscoop blijken de vezels, waarin deze stoffen zich laten verdeelen, uit buisjes van een eigenaardigen vorm met meestal dikke wanden en zeer nauwe holte te bestaan. — In water, verdunde zuren en andere oplosmiddelen, zooals alcohol, aether enz. is de celstof onoplosbaar. Sterkere zuren zetten haar in andere verbindingen om. Met sterk zwavelzuur en daarna met eene oplossing van jodium bevochtigd, wordt zij blauw gekleurd. Door deze en gene eigenschap verschilt zij van het hieronder te vermelden zetmeel, dat door jodium direct blauw gekleurd wordt en door verdunde zuren, gelijk wij straks zullen zien, in gom en suiker omgezet en daardoor oplosbaar gemaakt kan worden. Door sterkere zuren gaat zij evenwel ook in suiker over en door fermenten in het darmkanaal in andere oplosbare of gasvormige verbindingen. Inzonderheid is dit het geval met de celstof van jonge plantendeelen. Hierin vormt de celwand nog een uiterst dun vliesje, waarop genoemde oplosmiddelen gemakkelijk kunnen inwerken. De celstof van jonge groenten en in 't algemeen van jonge plantendeelen b.v. van jeugdig gras en jonge klaver is daarom ook meer gemakkelijk verteerbaar. Bij den verderen groei der plant wordt de celwand echter door het afzetten van verscheiden lagen dierzelfde celstof en vooral doordat zich andere stoffen daar tusschen voegen, verdikt. Vele dezer tusschengevoegde stoffen zijn onverteerbaar en aangezien zij de eigenlijke celstof als het ware omhullen, veroorzaken zij ook, dat de genoemde oplosmiddelen niet gemakkelijk ermede in aanraking komen: zij maken daardoor ook de celstof onoplosbaar en derhalve ook onverteerbaar. Zoo is in oude klaver en in oud gras b.v. de celstof ten deele omhuld door kiezelzuur en in 't algemeen in de „houterig" geworden planten door eene andere eveneens onverteerbare stof, de *houtstof* (*lignin*). Plantendeelen, met zulke verhoute cellen, verliezen ook hunne buigzaamheid; zij worden steviger gelijk wij dit kunnen opmerken niet alleen bij het hout der boomen, maar ook aan het houtgedeelte van 't Vlas b.v., terwijl het bastgedeelte van laatstgenoemde plant uit cellen (vezels)

bestaat, waarvan de wand hoofdzakelijk alleen door celstof verdikt is en die dan ook hare buigzaamheid behouden hebben.

Wanden van cellen, die zich aan de oppervlakte van een plantendeel, b.v. van de bladen bevinden, ondergaan eene dergelijke verandering. Hier gaat de celstof in eene eveneens onverteerbare of althans moeilijk verteerbare stof, de kurkstof, Fig. 51, over of wordt daarmede omhuld.

Na deze opmerkingen zal het duidelijk zijn, dat de hoeveelheid celstof in eene plant voorkomende, niet altijd dezelfde kan zijn, — in gedroogd weidegras van de maand April werd b.v. 12% in dat van Juli en Augustus 18 à 19% aangetroffen, — maar dat ook de qualiteit met het oog op hare waarde als voedsel zeer verschilt[1]). In de voederanalysen wordt zij in den regel met den naam van ruwvezel of juister ruwe celstof aangeduid, om daardoor aan te wijzen, dat de stof, welke ermede bedoeld wordt, niet altijd zuivere celstof is.

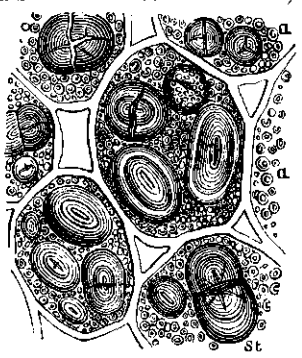


Fig. 52. Doorsnede van een gedeelte der zaadlobben eener erwt, 800 maal vergroot: *st*, zetmeelkorrels; *a*, protoplasmakorrels.

2. *zetmeel*, $(C_6H_{10}O_5)n$. Terwijl de celstof het hoofdbestanddeel van den wand der plantencellen vormt, maakt het zetmeel een groot gedeelte van den inhoud van vele cellen uit, Fig. 52. Ook in de cellen van een aardappelknol, Fig. 51, vinden wij zetmeel als het ware opgehoopt. In 't algemeen treft men het zetmeel, als de plantengroei stilstaat, in die gedeelten der plant aan, waaruit zich bij haren vernieuwden groei, nieuwe deelen ontwikkelen, derhalve in knollen, knoppen, wortels enz. Ook in de stammen van vele boomen wordt het dan aangetroffen (Sagopalm), alsmede in vele zaden. Het dient hier namelijk als voorraadsstof tot voeding dezer nieuwe deelen of van het kiemplantje, dat zich uit het zaad ontwikkelt. En vooral ook om hun zetmeelgehalte zijn vele dezer plantdeelen als voedsel voor mensch en dier zeer geschat. Wrijft men genoemde plantendeelen, b.v. een aardappel, stuk, dan worden de celwanden verbrijzeld en vindt het zetmeel gelegenheid om uit de cellen te ontsnappen. In water aangeroerd, zinkt het op den bodem van 't vat; vandaar de naam zetmeel.

Zetmeel heeft eene dergelijke samenstelling als de hierboven vermelde celstof, dat is, het bestaat uit evenveel procenten koolstof, waterstof en zuurstof. In zuiveren toestand vormt het een wit poeder, dat onder den microscoop uit korreltjes van een eigenaardigen vorm blijkt te bestaan, die voor bijna elke plantensoort verschillend is, Fig. 53. Aan den vorm der korrels valt het dan ook niet moeilijk om te ontdekken van welke planten het zetmeel afkomstig is. In aardappels zijn zij eivormig en van duidelijke strepen voorzien, in tarwe, rogge en gerst zijn ze meer lensvormig en bezitten ze eene ster- of lensvormige spleet; in haver zijn verschillende korreltjes aaneengevoegd, die bij eene lichte drukking van elkander gaan; in erwten, Fig. 52, boonen en andere

[1]) Wij geven hier slechts eenige opgaven van hoeveelheden. Voor een beter overzicht zal eene tabel daarvoor later geplaatst worden.

peulvruchten zijn ze meer rondachtig en evenals in de tarwe van eene spleet voorzien, in rijst en mais meer hoekig. Ook de grootte der korrels is verschillend. Niet alleen komen in eene en dezelfde plantencel groote en kleine, soms ook samengestelde korrels voor (zie Fig. 52 en 53), maar vooral verschilt de grootte van die der eene plant, vergeleken met die eener andere. Zij zijn het grootst in aardappels, 0.185 duizendste deelen van een millimeter (m m M.), in sago 0.07, in tarwe 0.05, in mais 0.03, in bieten, gele wortels en pastinaken slechts 0.004 m m M. Bijzonder klein zijn ook die in de bladeren voorkomende.

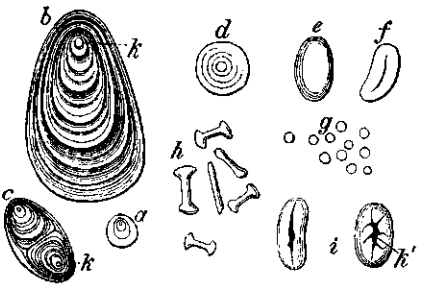


Fig. 53. Zetmeelkorrels: *a*—*c* uit een aardappel, *a* zeer jonge, *b* volwassene enkelvoudige, *c*, samengestelde korrels; *d*—*f* groote; *g*, kleine korrels uit het kiemwit der tarwe, *d* na behandeling met chroonzuur; *h*, uit het melksap van *Euphorbia splendens*; *i*, uit de zaadlobben eener boon; *k*, kern van eene zetmeelkorrel; *k'*, met lucht gevulde holte, door indroging van de weeke kernzelfstandigheid ontstaan. Naar Dr. Julius Wiesner.

Bij de gewone temperatuur is zetmeel onoplosbaar in water. Bij eene hoogere temperatuur met water verhit, zwellen de korrels op, bersten open en vormen de bekende stijfsel. Langdurige verhitting doet ze oplossen. In drogen toestand op 160—200° verhit, gaat het in dextrine of kunstgom over. Met verdunde zuren, speeksel en het zoogenaamde pancreas-vocht, dat uit de pancreasklier in het darmkanaal wordt afgescheiden, wordt het mede in de hieronder te vermelden gom en daarna in eene suikersoort (maltose), die beide in water oplosbaar zijn, omgezet. Eene dergelijke verandering ondergaat het zetmeel bij 't ontkiemen van zaden of bij het uitloopen van knollen, bollen enz., waarin het als voorraadstof opgehoopt is.

Vroeger hield men de zetmeelkorrels voor eene enkele stof. Nägeli heeft echter aangetoond, dat zij uit twee stoffen bestaan, die hij met de namen zetmeel-celstof en zetmeel-granulose onderscheidt. Brengt men namelijk zetmeel in aanraking met speeksel, een aftreksel van mout of met verdunde zuren op eene temperatuur van ongeveer 45°, dan vertoonen zich de korrels onder den microscoop als 't ware uitgevreten, die van aardappels veel duidelijker en ook die van tarwe, Fig. 53, *d*, gestreept. Men houdt eindelijk een gedeelte over, dat met jodium bevochtigd, niet blauw gekleurd wordt. Voegt men er echter een druppel zwavelzuur bij, dan treedt dadelijk, evenals bij celfstof de blauwe kleuring in. Dat nu het zetmeel in zijn geheel blauw gekleurd wordt, wordt veroorzaakt, doordien slechts een klein gedeelte van eene korrel celstof is; de granulose, die eigenlijk met jodium eene blauwe kleur vormt, heeft verreweg de overhand. Daar nu de granulose veel gemakkelijker oplost en dus ook zeer waarschijnlijk gemakkelijker verteerd wordt dan de celstof, en de hoeveelheid van de eerstgenoemde stof in alle soorten van zetmeel niet even groot is (in tarwezetmeel b.v. grooter dan in aardappelzetmeel), volgt hieruit, dat de waarde van de eene soort zetmeel als voedsel verschillend zijn moet van die eener andere soort. Wij dienen dus, evenals hierboven voor de celstof opgemerkt is, ook bij de beoordeeling van het zetmeel als voedingsstof in aanmerking te nemen van welke plant het afkomstig is.

Wat nu de hoeveelheid zetmeel betreft, die in eene plant of een plantendeel voorkomt, moeten we nog opmerken, dat deze in een en 'tzelfde deel zeer verschillend zijn kan. Er komen aardappels voor met 9 maar ook met 27 %; er is tarwe met 55 en ook van 65 % zetmeel enz. De plantenvariëteit, waarvan het zaad of de knollen afkomstig zijn, de bemesting van den grond, het klimaat zijn hierop van invloed. Aardappels b.v. in een vochtigen en verschbemesten kleigrond geteeld, bevatten minder zetmeel dan die welke in drogen en niet verschbemesten zandgrond verbouwd zijn, en tarwe, in zuidelijke klimaten verbouwd, is eveneens armer aan zetmeel, maar rijker aan de hieronder te vermelden eiwitstoffen, dan die, welke in een kouder klimaat geteeld is.

In enkele planten, b.v. in de dahliabollen en de topinambourwortels komt weinig of geen zetmeel voor, maar eene in samenstelling en eigenschappen daarmede veel overeenkomende stof, die men met den naam van *inulin* bestempeld heeft. Inulin is in water oplosbaar en wordt door jodium niet blauw gekleurd. Het gaat echter evenals zetmeel onder verschillende invloeden in gom en suiker over. Topinambours (*Helianthus tuberosus*) vormen dan ook in sommige streken een zeer geacht voedermiddel en worden in enkele departementen van Frankrijk, evenals hier te lande de aardappels, met voordeel gebruikt tot het fabriceeren van spiritus.

3. *Gomsoorten* $(C_6H_{10}O_5)n$. Uit kersen-, pruimen- en perzikboomen ziet men niet zelden, vooral na sterke bemesting en uit de wonden, die opzettelijk of bij toeval hun toegebracht zijn, eene taaie vloeistof te voorschijn komen, die na eenigen tijd aan de lucht blootgesteld geweest te zijn, vast wordt.

Eene dergelijke stof zweet uit den stengel van vele Accasiasoorten in zuidelijk Azië en wordt onder den naam van Arabische gom in den handel gebracht. In 't algemeen kan men die stoffen gom noemen. Zij hebben, wanneer men eene kleine hoeveelheid asch, die bij de verbranding achterblijft, niet in rekening brengt, dezelfde samenstelling als de celstof en het zetmeel.

Deze zijn echter onoplosbaar in water, de gomsoorten daarentegen zijn daarin oplosbaar of vormen met water eene slijmerige opgezwollene massa. Zetmeel gaat, als reeds gezegd, door verhitting in eene dergelijke stof, *kunstgom* of *dextrine* geheeten, over. Een dergelijke overgang van zetmeel in gom heeft plaats bij het ontkiemen van zaad, gelijk reeds vroeger is opgemerkt, en waarschijnlijk ook in andere deelen der levende plant.

Tot de gomsoorten kan men ook rekenen de slijmige massa, waarmede het lijnzaad bij bevochtiging met water wordt omgeven. Dederzaad, kweepitten en vooral de saleb bevatten dezelfde stof. Die stof maakt ook het deeg van roggemeel slijmig. Wellicht komt zij in vele andere plantendeelen voor en is de naam plantenslijm, aan deze gomsoort gegeven, dus zeer gepast. Zij kan als een omzettingsproduct van de celstof worden beschouwd.

4. *Suikersoorten.* De suiker onzer huishouding is in de wetenschap bekend onder den naam van *rietsuiker* $(C_{12}H_{22}O_{11})$, een naam die de afkomst dezer stof — uit het in meer zuidelijke landen geteelde suikerriet namelijk — aanwijst. Rietsuiker wordt echter niet enkel in het Suikerriet, maar ook in Suikerbieten, ja in vele andere planten en plantendeelen aangetroffen. Minder algemeen bekend zijn de *druivensuiker* of *dextrose* $(C_6H_{12}O_6)$, die insgelijks in vele planten naast rietsuiker voorkomt, vooral gelijk de naam aanwijst, in druiven,

de *vruchtensuiker* of *laevulose* ($C_6H_{12}O_6$), mede in vele vruchten aanwezig, enz. Het zetmeel en andere koolhydraten worden onder opneming van water, in deze of dergelijke suikersoort, omgezet, wanneer zij met verdunde zuren, met speeksel, een moutaftreksel enz. in aanraking worden gebracht. Ook rietsuiker gaat onder genoemde invloeden in druivensuiker en vruchtensuiker over.

Druivensuiker treft men inzonderheid aan in nog groeiende plantendeelen. De zoete smaak van de jeugdige stengels der Granen, vooral die der Maïs wordt door deze suikersoort veroorzaakt. Wanneer deze deelen nog groen zijn, en meer bepaald vóór den bloeitijd der plant, bevatten ze dan ook eene grootere hoeveelheid suiker en hebben derhalve een grootere waarde als groenvoeder, dan wanneer ze rijp zijn geworden. Ook het jonge gras in goede weiden voorkomende, heeft zijn zoeten smaak aan de daarin bevatte suiker te danken en is door den smaak kennelijk te onderscheiden van oud gras en van het zure gras der laagliggende weiden, dat, wegens zijn geringer suikergehalte en zijne meestal zure vochten eene veelal geringere voedingswaarde heeft.

Rietsuiker daarentegen wordt meer als voorraadstof in de planten vooral in sommige wortels en vruchten aangetroffen. De planten-variëteit, die geteeld wordt, de soort van grond en de bemesting hebben ook hier grooten invloed op de quantiteit. De als suikerbiet geteelde variëteit van beetwortel b.v. bevat soms tot 18 %, maar gemiddeld niet meer dan 11—15 % suiker. Versche bemesting, vooral met veel stikstofhoudenden mest, vermindert de hoeveelheid suiker en vermeerdert de quantiteit eiwitstoffen. — Daar rietsuiker door zuren in druivensuiker wordt omgezet, treft men in vruchten, die nevens suiker veel zuren bevatten, geen of weinig rietsuiker, maar betrekkelijk meer druivensuiker aan. Zoo vond Buignet in druiven 16 à 17 %, in aalbessen 6.4 %, in kersen 10 % druivensuiker, maar geen rietsuiker; in ananassen daarentegen 2 % druivensuiker en 11 % rietsuiker, in abrikozen en aardbeziën 2.7 en 5 % van eerstgenoemde suikersoort en 6.8 en 6 van laatstgenoemde.

Rietsuiker en druivensuiker zijn beide oplosbaar in water, maar de eerstgenoemde meer dan laatstgenoemde. Rietsuiker is ook zoeter en kan niet gelijk de druivensuiker onmiddellijk door gisting in alcohol en koolzuur worden omgezet; maar moet daartoe eerst in druivensuiker en vruchtensuiker overgaan.

Behalve de genoemde komen in sommige planten nog andere suikersoorten voor, die wij hier echter met stilzwijgen meenen te mogen voorbijgaan. In samenstelling en eigenschappen komen ze ook veel met de vermelde overeen.

De tot nog toe beschouwde verbindingen worden gemeenlijk *koolhydraten* genoemd. Zij bevatten ongeveer evenveel koolstof, waterstof en zuurstof en beide laatstgenoemde elementen in dezelfde verhouding als in water (1 : 8), gelijk uit de formule en de procentische samenstelling blijkt.

		koolstof	waterstof	zuurstof
Celstof, gom en zetmeel	$(C_6H_{10}O_5)n$	44.4 proc.	6.2 proc.	49.4 proc.
Rietsuiker	$C_{12}H_{22}O_{11}$	42.1 „	6.4 „	51.5 „
Druivensuiker	$C_6H_{12}O_6$	40 „	6.7 „	53.3 „

5. *Pectinestoffen.* Onder dezen naam vat men eene menigte stoffen samen, die evenals het plantenslijm van het lijnzaad niet zelden eene geleiachtige massa vormen. Van het genoemde en andere koolhydraten verschillen ze door een grooter zuurstofgehalte. Voor zoover onze kennis daarvan reikt, kunnen

zij het best als geoxydeerde plantenslijmen beschouwd worden, die onder opneming van water zich laten splitsen in een zuur en een pentose [1]) of een koolhydraat. Volgens Grouven, zijn zij voor een groot deel verteerbaar en mag hare waarde als voedingsstof evenhoog geschat worden als die der koolhydraten. De pectinestoffen worden trouwens ook gevonden in plantendeelen, welke in den regel gaarne door ons en de dieren genuttigd worden, vooral in die, welke tevens zetmeel of suiker bevatten. Vruchten, die bij koking eene gelei geven (aalbessen, kruisbessen enz.) of geleiachtig worden (peren, appels, wortelen en knollen) bevatten eene zekere hoeveelheid van deze stoffen en wel van de meest belangrijke, waarnaar ze alle genoemd worden, n.l. *pectine*. De pectinestof, die in onrijpe appels en peren voorkomt, wordt pectose geheeten. Deze is niet geleiachtig. Bij het rijpworden dezer vruchten gaat zij echter ten deele in de geleiachtige pectine over. Kookt men genoemde vruchten, dan heeft de omzetting sneller en meer volledig plaats. Men behoeft slechts onrijpe appels te raspen, het verkregen moes uit te persen en te koken. Het heldere sap zal dan bij bekoeling eene gelei vormen. Deze omzetting wordt vooral bevorderd door verschillende zuren, zooals azijnzuur, zuur vruchtensap enz. Toevoeging van bessensap maakt onze stoofperen bij het koken geleiachtiger, niet alleen onmiddellijk door het toegevoegde sap, maar ook middellijk door den invloed, dien genoemde zuren, daarin voorkomende, op de pectinestoffen uitoefenen. Eene zekere hoeveelheid azijnzuur, citroenzuur enz. oefent daarop een dergelijken invloed uit. Ook door toevoeging van eenig zuur bij bovengenoemd appelsap, ziet men het bij koking veel spoediger geleiachtig worden en zal men zich dus proefondervindelijk van den invloed van 't zuur op de pectine-vorming kunnen overtuigen.

6. *Zuren.* De Zuring, de Rhabarber, de bladen van Mangel- en Suikerbieten en vele vruchten hebben kennelijk een zuren smaak, die door verschillende zuren of zuursmakende zouten veroorzaakt wordt. Ook in andere planten of plantendeelen komen, ofschoon in geringere hoeveelheid en daardoor niet gekenmerkt door een zuren smaak, dergelijke verbindingen voor. De scheikundigen hebben dan ook verschillende zuren in de planten ontdekt, wier namen als appelzuur, citroenzuur, wijnzuur, zuringzuur enz. hun plantaardigen oorsprong verraden en onder den algemeenen naam van plantenzuren bekend zijn. De plantenzuren bestaan uit koolstof, waterstof en zuurstof: zij bevatten echter evenals de pectinestoffen eene grootere hoeveelheid zuurstof dan de koolhydraten. In sommige planten komen ze nu als zoodanig voor; in de meeste gevallen echter is een gedeelte van de waterstof vervangen door een metaal zooals kalium, natrium enz. en daardoor een zout gevormd. De zure smaak, die aan het vrije zuur eigen is, gaat daardoor in een min of meer zoutachtigen over, (wijnsteen, zuringzout enz.).

Na deze uitweiding over de samenstelling dezer verbindingen, voor welker nadere bijzonderheden wij naar een Leerboek der Scheikunde verwijzen, laten wij hier de belangrijkste zuren en hunne wijze van voorkomen volgen.

---

[1]) Onder pentosen verstaat men de aldehyden van vijfwaardige alcoholen ($C_5H_7(OH)_5$), waarvan verschillende, in de planten voorkomende, verbindingen (of bij splitsing daaruit ontstaan) zich laten afleiden; terwijl de koolhydraten kunnen afgeleid worden van zeswaardige alcoholen ($C_6H_8(OH)_6$), waarvan de aldehyden hexosen worden geheeten.

Mierenzuur komt voor behalve in mieren en in de processierupsen, in Brandnetels en in de dennennaalden; *zuringzuur* in verschillende planten (Zuring, bladen van Suiker- en Mangelwortels); *wijnsteenzuur of wijnzuur* in verschillende vruchten, inzonderheid in druiven; *citroenzuur* in citroenen, sinaasappels, aalbessen, kersen, aardbeziën en frambozen; *appelzuur* in appels, aalbessen, kruisbessen, pruimen, kersen, aardbeziën enz.; *looizuur* vooral in eikenschors, hop, enz.

7. *Vetten, vette oliën enz.* Terwijl de pectinestoffen en de plantenzuren rijker aan zuurstof zijn dan de koolhydraten, zijn de vetten en vette oliën armer aan zuurstof, gelijk onderstaand tafeltje aanwijst.

In 100 kilogr.

	koolstof	waterstof	zuurstof
Rietsuiker	42.1 KG.	6.4 KG.	51.5 KG.
Pectine	43 „	5.4 „	51.6 „
Wijnsteenzuur	32 „	4 „	64 „
Raapolie	± 77 „	11 „	12 „

Vetten en vette oliën bestaan niet uit eene enkele scheikundige verbinding maar uit een mengsel van minstens drie: stearine, palmitine en oleïne. Stearine en palmitine zijn bij de gewone temperatuur vaste lichamen, de oleïne is eene vloeistof. Stearine komt vooral voor in de meest vaste vetten, zooals runder- en schapenvet, palmitine in de palmolie of het kokosvet der kokosnoten en de oleïne in de oliën. De vloeibare oleïne houdt als 't ware de vaste palmitine en stearine in eene olie opgelost. Alleen door afkoeling scheiden laatstgenoemde zich uit sommige oliën af. Uit de olijfolie b.v. zien wij 's winters de palmitine en de stearine als eene vaste, korrelige massa zich van de nog vloeibare oleïne afscheiden.

De vette oliën onderscheidt men nog in *drogende* en *niet-drogende*. Eerstgenoemde, waartoe de lijnolie en de papaverolie behooren, gaan, aan de lucht blootgesteld, door opneming van zuurstof in den vasten toestand over en drogen daardoor schijnbaar op; laatstgenoemde, waartoe behooren de raapolie, de hennepolie enz. doen dit niet.

Vetten zullen wij later als een hoofdbestanddeel van een dierlijk lichaam beschouwen. Vette oliën komen meer in de planten voor en zijn vooral opgehoopt in sommige zaden.

Winterkoolzaad	bevat in	100 KG.	43.4 KG.,	in	1 hectol.	32.7	liter	olie.
Zomerkoolzaad	„	„	39.5 „	„	„	27	„	„
Lijnzaad	„	„	39 „	„	„	28	„	„

De hoeveelheid, in een en hetzelfde plantendeel voorkomende is echter ook hier weder zeer ongelijk. Het grofste koolzaad is gewoonlijk het vetst, het fijnste het magerst. Zoo bevat het Indische koolzaad, dat zeer fijn is, dikwijls niet meer dan 30 à 32 % olie.

De hoeveelheid olie of vet in andere plantendeelen is zeer gering, in wortels en knollen b.v. slechts 0.1—1.5 %; in de zaden, ofschoon geen oliezaden zijnde, steeds grooter, in haver b.v. 6 % en in erwten 2 %.

In onrijpen toestand bevatten de oliezaden ook geen of weinig olie, maar zetmeel. Men mag aannemen dat dit allengs bij het rijpworden van 't zaad in olie wordt omgezet. Als een oliezaad ontkiemt, heeft het omgekeerde plaats. Uit olie wordt weder zetmeel gevormd, 'twelk evenals wij zulks van het in

de granen voorkomende hebben vermeld, in gom en druivensuiker overgaat, om bij het groeien van 't jonge kiemplantje tot vorming van celstof enz. te dienen.

De vetten en vette oliën komen dus evenals het zetmeel in de planten hoofdzakelijk voor als voorraadstoffen ter voeding van de kiem. Juist om de olie dier zaden worden sommige planten verbouwd en het doel der teelt moet zijn niet alleen eene massa zaad, maar ook zaad met veel olie te produceeren.

Met de vetten en vette oliën moeten niet verward worden de zoogenaamde vluchtige oliën. In uitzicht daarmede veel overeenkomende, hebben ze echter eene geheel andere samenstelling en worden, daar ze gemakkelijk verdampen of bij de gewone temperatuur gasvormig zijn, *vluchtige* of *aetherische* oliën genoemd. De reuk aan vele bloemen en vruchten eigen, wordt door deze stoffen veroorzaakt, die overigens wegens hare geringere hoeveelheid als voedingsstof van weinig beteekenis zijn, ofschoon de rol die zij vervullen nog geenszins bekend is[1]). Nu eens heeft het plantendeel, waarin eene of meer dezer oliën voorkomen, daardoor een meer aangenamen reuk en smaak (karwij, peterselie enz.), dan eens een zeer onaangenamen. De vruchten of andere deelen van de zoogenaamde specerij-planten (Karwij, Peterselie enz. hebben vooral daardoor waarde. Opmerkelijk is het dat deze stoffen — en daarmede hare reuk —, wanneer de planten waarin ze voorkomen, door het vee genuttigd worden, in de dierlijke vloeistoffen, meer bepaald in de melk overgaan. Aan den reuk en smaak der melk en van den daaruit bereiden boter kan men niet zelden ontdekken, welk voedsel het vee ontvangen heeft.

Met de aetherische oliën komen in de plant veelal verbindingen of mengsels van verbindingen voor, die men met den naam van *harsen* bestempelt. De meest bekende daarvan is de gewone vioolhars. Het is die stof, welke wij in het dennen- (vuren- en grenen-) hout kunnen opmerken. Het dikke vocht, dat uit deze boomen vloeit, wordt op sommige plaatsen verzameld, in Frankrijk uit *Pinus maritima*, in Amerika uit *Pinus austria*, en gedestilleerd om de vluchtige olie, de terpentijnolie, te verwijderen, terwijl de hars achterblijft.

Eene voor de voeding der plant belangrijke stof is voorts het *bladgroen* of *chlorophyll*. De planten hebben daaraan hare groene kleur te danken en gelijk wij in het volgende hoofdstuk zullen zien, het vermogen om stoffen uit den dampkring op te nemen en tot bestanddeelen van haar zelve om te zetten. Onder den microscoop vertoont het bladgroen zich in korrels, zie Fig. 54, die echter niet enkel uit de bladgroen-kleurstof bestaan, maar ook zetmeel, eiwitstoffen enz. bevatten. Omtrent de samenstelling dezer kleurstof zijn de scheikundigen het nog niet eens. Wij vermelden daarom alleen, dat het ijzer een wezenlijk bestanddeel ervan uitmaakt en dat aanwezigheid van licht een noodzakelijk vereischte voor hare vorming is. Planten, die in een ijzervrijen grond gepoot worden, verbleeken daarom, evenals die welke in de duisternis gehouden worden.

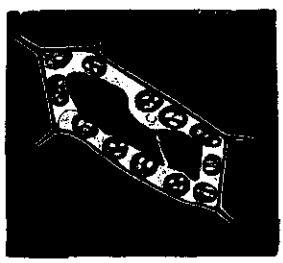


Fig. 54. Cel met bladgroenkorrels, in 't inwendige daarvan worden zetmeelkorrels gezien.

[1]) Waarschijnlijk zijn de aetherische oliën voor de plant zelve van belang, doordien daardoor schadelijke insekten of andere schadelijke dieren geweerd worden.

II. *Stikstofhoudende verbindingen.* 1. *Eiwitstoffen.* De eiwitstoffen vormen een van de meest verspreide bestanddeelen der plant. Gelijk wij hieronder zullen nagaan, wordt in alle jeugdige cellen eene kleverige, half vloeibare massa aangetroffen, waaruit of waarin nieuwe cellen gevormd worden en alle levensverschijnselen der plant als het ware schijnen uit te gaan. Deze stof, die in de planten-ontleedkunde den naam van *plasma* of *protoplasma* draagt, bestaat hoofdzakelijk uit eiwit. Eiwitstoffen worden dan ook in alle nog groeiende deelen der plant aangetroffen en vormen een der meest wezenlijke bestanddeelen der plantencel. Bovendien zijn ze niet zelden in sommige plantendeelen en bepaaldelijk in de zaden opgehoopt. Zie Fig. 52.

Den naam eiwitstoffen heeft men aan deze verbindingen gegeven wegens hare overeenkomst in eigenschappen en samenstelling met het wit van een vogelei. Zij zijn ook onder den naam van proteïnestoffen bekend. Behalve stikstof bevatten ze koolstof, waterstof en zuurstof, bovendien eene kleine hoeveelheid zwavel, terwijl phosphorzure zouten er soms innig mede vermengd of er meê verbonden zijn. Hare samenstelling is dus lang zoo eenvoudig niet als de tot nog toe beschouwde verbindingen. Hare elementen schijnen ook minder vast met elkander vereenigd te zijn, zoodat zij gemakkelijk veranderingen ondergaan en in andere verbindingen ontleed worden. Daar, waar wij van rotting, gisting enz. spreken, zijn het in den regel eiwitstoffen, waarmede die veranderingen beginnen, en, niet alleen zij zelve rotten gemakkelijk, ook de stoffen, die met haar voorkomen, slepen zij als het ware in die veranderingen mede. Stoffen, waarmede eiwitstoffen vermengd zijn, zijn dus veel meer aan bederf onderhevig dan die, waarin ze niet voorkomen.

De eiwitstoffen der planten — over de in dieren voorkomende spreken wij later — komen deels in het plantensap opgelost voor, deels worden zij in onopgelosten toestand in de planten aangetroffen. Tot de eerste behooren: het *planteneiwit* of *albumine*, oplosbaar in water en de *plantenkaasstof* of *legumine*, oplosbaar o.a. in oplossingen van phosphaten; tot de laatste de eiwitstoffen, die vooral in tarwe-, roggemeel enz. voorkomen. Eene bijzondere groep vormen voorts de zoogenaamde fermenten.

a. Planteneiwit. Deze eiwitstof heeft de grootste overeenkomst met het wit van een vogelei. Evenals dit bij eene temperatuur van ongeveer 70° vast wordt (stolt), gelijk wij zulks bij het koken van een vogelei waarnemen, stolt ook het planteneiwit bij deze temperatuur. Men behoeft slechts wortels, knollen, appels enz. te raspen, het verkregen moes uit te persen en het zoo noodig door filtreering geklaarde sap te verwarmen, om het eiwit in vlokken te zien stollen. Inzonderheid zijn de terecht als voedingstof hoog gewaardeerde groenten: salade, roode en witte kool enz. betrekkelijk rijk aan deze eiwitstof. In gras, klaver, de stengels der granen enz. komt zij vóór den bloeitijd in grootere hoeveelheid voor dan na dien tijd. Zoo vond men in roode Klaver vóór den bloeitijd gemiddeld 3.3 % en ná den bloeitijd 2.9 % van deze stoffen. Deze hebben dan ook om deze reden in eerstgenoemd tijdperk eene grootere voederwaarde; vergelijk bl. 170. Evenals wij dit van de koolhydraten opgemerkt hebben, worden namelijk de eiwitstoffen vooral in het zaad opgehoopt, d. i. het in de stengels voorkomende eiwit wordt na den bloeitijd in het zaad verplaatst. Het wordt dan tevens meestal eenigszins gewijzigd, met andere woorden: gaat in eene andere eiwitstof over.

b. Plantenkaasstof of *legumine.* Gelijk uit het voorgaande ons gebleken is, wordt het albumine veel in de nog groeiende planteudeelen aangetroffen, legumine daarentegen treft men als voorraadstof aan, opgehoopt in de zaden der Peulvruchten of Leguminosen (vandaar legumine) en onder de granen in haver. Fig. 52 wijst aan, hoe zij in erwten met zetmeel vermengd in de cellen voorkomt. Plantenkaasstof heet deze verbinding wegens hare overeenkomst met de gelijknamige stof der melk. Evenals deze wordt de plantenkaasstof niet door koking, gelijk het albumine, maar wel door verdund azijnzuur (azijn), leb enz. gestold. In China wordt dan ook uit de legumine der erwten, op soortgelijke wijze als uit de kaasstof der melk, eene soort van kaas bereid en onder den naam van Tao-foo in den handel gebracht.

c. De eiwitstoffen der granen enz. Wanneer wij tarwemeel in een doek onder water kneden, houden we op het doek eene samenhangende, elastieke massa over, die grootendeels de eiwitstoffen van het meel bevat en waaraan door den Italiaanschen geleerde Beccari den naam van *gluten* gegeven is, maar die ook onder den Nederlandschen naam van kleefstof bekend is. Nadat later verschillende scheikundigen met het onderzoek van deze stof zich hebben beziggehouden, heeft Ritthausen aangetoond, dat vier verschillende eiwitstoffen in deze kleefstof aanwezig zijn, die hij met de namen: *gluten-fibrin*, *gluten-caseïne*, *gliadin* en *mucidin* onderscheidt. Genoemde eiwitstoffen komen in alle tarwesoorten voor. De gliadin of plantenlijm vindt men echter inzonderheid in de zoogenaamde glazige of harde tarwe, die bij het malen de steenen smeerig maakt en bij het bakken een zeer taai deeg vormt. Gliadin doet de andere eiwitstoffen en het zetmeel samenhangen. Bij het drogen trekt zij zich meer samen en in een tarwekorrel voorkomende, maakt zij juist daardoor deze meer hard. — In de zoogenaamde zachte melige tarwe komt over 't geheel minder kleefstof en vooral weinig gliadin, maar meer fibrin en mucidin voor. Laatstgenoemde stoffen zijn op zich zelve minder samenhangend. Uit meel van weeke tarwe kan de kleefstof op bovengenoemde wijze daarom moeilijk worden afgescheiden. Dergelijk meel is ook minder geschikt tot het bakken van brood, omdat het deeg niet „staan blijft." Meel van harde tarwe heeft tegenovergestelde nadeelige eigenschappen. Door vermenging van beide soorten bekomt men dus geschikter „bakmeel." In rogge, gerst en haver, boekweit en de oliezaden komen dergelijke eiwitstoffen voor. Alleen gliadin ontbreekt meestal. Het meel dezer granen en van de boekweit is dan ook als deeg minder samenhangend en minder geschikt tot het bakken van brood.

Uit het bovenstaande blijkt, dat, ofschoon in alle granen eiwitstoffen voorkomen, er nog al verschil bestaat in de hoedanigheid dezer stoffen, wat zeer waarschijnlijk op hare verteerbaarheid als voedsel niet zonder invloed is. Ook de samenstelling verschilt, gelijk uit onderstaande tabel blijkt.

Dat voorts de hoeveelheid dezer eiwitstoffen, in eene graansoort voorkomende, niet altijd dezelfde is, is reeds terloops opgemerkt. Er zijn tarwesoorten met 10 en ook met 20 % eiwitstoffen. Steeds vindt men ze echter als kleine korreltjes, inzonderheid in eene laag cellen onmiddellijk onder de zaadhuid gelegen. Fig. 55, wijst die cellen in eene tarwekorrel aan. In eene gerstekorrel komen drie zulke rijen cellen, met kleefstof gevuld, onder de zaadhnid voor. Wordt nu de gerst sterk gepeld, dan gaan deze lagen ten deele in het

afval, „de dust" of „bolster", over; deze wordt dan eiwitrijker, terwijl de gort eiwitarmer wordt. Aan grove gort en vele parelgort zijn de drie lagen nog te ontdekken, gelijk men zich door eene doorsnede als Fig. 55 van de tarwe kan overtuigen. In tarwe en rogge schijnt de eiwitlaag meer innig met de zaadhuid verbonden te zijn en blijft dus bij het malen ten deele aan de zemelen gehecht.

Wij laten thans de samenstelling ten honderd van de bovenstaande eiwitstoffen volgen.

100 KG.	bevat aan kilogr. koolstof	waterstof	zuurstof	stikstof	zwavel
Albumine	54	7.4	22.3	15.7	0.9
Legumine	51.5	7	25.3	15.5	0.7
Gluten-caseïne	52.9	7	22	17	1.0
„ -fibrin	54.3	7.2	20.6	16.9	1.0
„ -mucidin	54	6.9	21.5	16.6	0.9
„ -gliadin	52.7	7.0	21.4	18	0.8

d. De fermenten. Tot de eiwitstoffen worden in den regel ook gerekend eenige verbindingen, die in de planten met andere stoffen vermengd voorkomende, een bepaalden invloed op de omzetting dezer laatste uitoefenen en gewoonlijk met den naam fermenten of giststoffen bestempeld worden. Zoo vindt men in gekiemde gerst eene eiwitstof, de *diastase*, volgens Dr. Wijsman [1]) een mengsel van *dextrinase* en *maltase*, onder welks invloed het zetmeel in gom en suiker overgaat; in het mosterdzaad het *myrosin* en in bittere amandelen het *emulsin*, die eene dergelijke werking op andere in deze zaden voorkomende stoffen uitoefenen, waardoor in het eerstgenoemde zaad bij het malen en 't bevochtigen met water, mosterdolie en hierdoor de eigenaardige mosterdreuk, en in de laatstgenoemde zaden de door haar reuk gekenmerkte bittere amandelolie en het vergiftige blauwzuur ontstaan. Wij zullen zoo aanstonds en in het vervolg meermalen gelegenheid hebben om op deze en gene omzettingen of ontledingen, inzonderheid ook van de eiwitstoffen, opmerkzaam te maken.

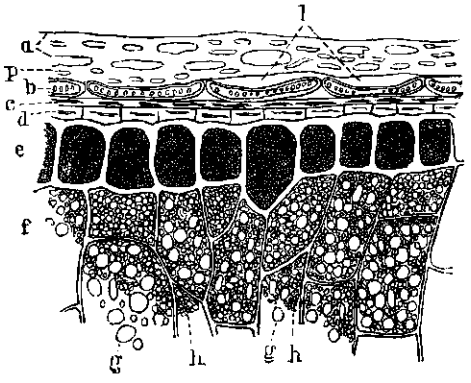


Fig. 55. Deel eener dwarsdoorsnede van eene tarwekorrel, 160 maal vergroot: *a*—*b*, vruchthuiden, waarvan *b* vroeger chlorophyll bevatte; *c* en *d*, zaadhuiden; *l*, luchtholten; *e*, eiwitlaag; *f*, zetmeelhoudend weefsel; *g*, zetmeelkorrels; *h*, de daartusschen gelegen eiwitstoffen.

Het kan dan van belang zijn de middelen te kennen, waardoor deze en gene stoffen gemakkelijk aangetoond kunnen worden.

Gelijk wij nu in het jodium een middel hebben leeren kennen om zetmeel en in vereeniging met zwavelzuur celstof te ontdekken, door de blauwe kleuring, die het met deze stoffen geeft, zoo kan het ook dienen ter ontdekking van eiwitstoffen, welke er geel door gekleurd worden. Snijdt men b.v. een' aardappel door en bevochtigt een der snijvlakken, na de uit de cellen

[1]) H. P. Wijsman jr., De diastase, beschouwde als mengsel van maltase en dextrinase.

getreden zetmeelkorrels door afspoeling met water verwijderd te hebben, met jodium, dan wordt zij bijna geheel blauw gekleurd. Alleen het buitenste laagje nabij de schil en eene kringvormige streep meer naar het midden (de zoogenaamde cambiumlaag), waar geen zetmeel maar eene grootere hoeveelheid eiwit geworden wordt, worden geel gekleurd. Vooral in fijne doorsneden onder den microscoop kan jodium ter herkenning van eiwitstoffen enz. gebruikt worden. In eene doorsnede als in Fig. 63 en 64 voorgesteld, zullen bij bevochtiging met jodium de zetmeelkorreltjes blauw en de korrelige massa daartusschen, alsmede de lagen K en Cf, KC en C, geel gekleurd worden.

2. *Eenige andere stikstofhoudende stoffen der plant.* Behalve de eiwitachtige lichamen treft men in de planten nog eenige andere stikstofhoudende stoffen aan. Stikstofhoudend zijn b.v. vele verbindingen, bekend onder den naam van glucosiden, alzoo geheeten, omdat zij bij splitsing onder andere producten glucose of druivensuiker leveren. Daartoe behoort b.v. de stof, welke in bittere amandelen, in perziken-, pruimen- en abrikozenpitten, in laurierkersen en in de knoppen en jonge spruitjes van verschillende andere planten inzonderheid van die, waarvan bovenstaande zaden afkomstig zijn, voorkomt en bekend is onder den naam van *amygdalin*. Het is deze stof, die — gelijk wij hierboven gezien hebben — onder den invloed van het emulsin naast druivensuiker, bittere amandelolie en blauwzuur levert. De sterk riekende mosterdolie, waarvan wij hierboven het ontstaan uit het mosterdzaad vermeld hebben, wordt gevormd uit een in dat zaad voorkomend glucosid, het *myronzuur*, dat zich onder den invloed van het myrosin splitst in bovengenoemde olie en in druivensuiker [1]).

In de jonge kiemplanten van Boonen, Erwten en andere Peulvruchten komt eene andere stikstofhoudende stof voor, reeds in 1805 door Vauquelin en Robiquet in jonge aspergiescheuten ontdekt en met den naam van *asparagin* bestempeld. Deze en dergelijke stoffen, die men gewoonlijk met den naam *zuuramiden* en *amidozuren* aanduidt, komen in vele andere kiemplanten en in de uit wortelstokken enz. voortgekomene jonge scheuten voor. Zij vormen een tusschenproduct van de in de zaden enz. als voorraadstof opgehoopte eiwitstoffen en het eiwit van 't protoplasma, waaruit, gelijk wij reeds vermeldden, nieuwe cellen en nieuwe plantdeelen gevormd worden, of tusschen het eiwit, dat in sommige deelen der plant gevormd wordt, en het als reservestof dienende eiwit, dat b.v. in de vruchten wordt opgehoopt.

Stikstofhoudend zijn voorts de zoogenaamde *alcaloïden*. De meeste vergiftige plantendeelen bevatten eene zekere hoeveelheid van eene of meerdere dezer stoffen. Andere planten of plantendeelen b.v. de kinabast zijn hare geneeskrachtige, nog andere b.v. koffie, thee, tabak (?) hare opwekkende en nog andere b.v. het opium hare verdoovende werking daaraan verschuldigd. De belangrijkste alcaloïden zijn: *nicotine* in de tabak, *coniine* in de waterscheerling (*Cicuta virosa*), *piperine* in de peper, *morphine* in het opium (dat is het gedroogde melksap van den Slaapbol of Maankop (*Papaver somniferum*), de

---

[1]) In de meekrapwortels wordt insgelijks een glucosid aangetroffen, het *ruberithrinzuur*, dat echter geen stikstof bevat en zich in de bekende kleurstof, *alizarine*, en in druivensuiker splitst.

strychnine en *brucine* in de kraansoogen (de zaden eener uitheemsche plant, *Strychnos nux vomica*), *chinine* in de kinabast, *caffeïne* en *theïne* in koffie en thee.

III. *De aschbestanddeelen.* Elke plant laat bij de verbranding eene zekere hoeveelheid asch achter. Nog niet zoo heel lang geleden werd aan deze asch der planten niet veel beteekenis gehecht. Men meende, dat zij meer toevallig in de plant voorkomt en dat zij met haren groei in geenerlei verband staat. De onderzoekingen omtrent den plantengroei in de laatste 50 jaren hebben echter ten duidelijkste aan het licht gebracht, dat zij daarbij eene belangrijke rol vervult, ja dat hare bestanddeelen meerendeels volstrekt noodzakelijk voor den plantengroei zijn en naar het schijnt elk daarvan eene bijzondere functie bij dien groei uitoefent. Wij dienen dus hier die aschbestanddeelen nader aan te geven, terwijl wij in het volgende hoofdstuk hunne noodzakelijkheid voor den plantengroei en de rol die zij daarbij vervullen, zooveel mogelijk in het licht zullen stellen.

Welke elementen in den regel in de plantenasch gevonden worden is reeds bl. 169 vermeld, daarbij ook aangegeven hoe deze asch verkregen wordt en tevens opgemerkt, dat de scheikundige verbindingen, welke in de asch worden aangetroffen, niet altijd als zoodanig in de plant voorkomen.

De zwavel van de eiwitstoffen b.v. vindt men met zuurstof en metalen verbonden als zwavelzure zouten in de asch terug. De zouten der organische zuren worden bij het verbranden ontleed en als koolzuur kalium, koolzuur calcium enz. in de asch teruggevonden. Men behoeft de asch van de eene of andere plant slechts met een zuur te overgieten om aan de opbruising het ontwijkende koolzuur (CO_2) van die zouten te ontdekken. Daar dus het koolzuur eigenlijk van de verbrandbare bestanddeelen der planten (b.v. van de organische zuren, zie bl. 175) afkomstig is, wordt het in eene analyse gewoonlijk niet vermeld. Tot voorbeeld hoe zulk eene analyse overigens wordt opgegeven (vergelijk de opmerkingen op bl. 115) en om eenigszins aan te toonen de hoeveelheid asch en hare voornaamste bestanddeelen in eenige cultuurgewassen, moge de volgende tabel dienen. Voor eene juistere beoordeeling dezer hoeveelheden is de quantiteit water, die ongeveer in deze plantendeelen gevonden wordt, tevens vermeld.

In 1000 kilogram.

	Tarwe		Paardeboonen			Koolzaad		Vlas		Witte klaver (groen)	Mangelwortels
	korrels	stroo	zaad	stroo	kaf (peulen)	zaad	stroo	zaad	stengel		
	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
Zwavelzuur, SO_3 . . .	0.4	1.2	1.5	0.1	1.2	1.3	3.7	0.4	2	1.2	0.3
Phosphorzuur, P_2O_5 .	8.2	2.3	11.6	4.1	2.6	16.4	2.7	13	4	2	0.8
Kiezelzuur, SiO_2 . . .	0.3	28.2	0.4	3.1	0.3	0.4	2.6	0.4	1.7	0.6	0.2
Chloor, Cl	—	—	0.8	2.8	0.9	0.1	4	—	1.2	0.6	0.5
Kali, K_2O	5.5	4.9	12	25.9	35	8.8	10	10.4	9	2.4	4.3
Soda, Na_2O	0.6	1.2	0.4	2.2	1.3	0.4	4	0.6	2.4	1.1	1.2
Kalk, CaO	0.6	4.6	1.5	13.5	6.6	5.2	10	2.7	6.7	4.4	0.4
Magnesia, MgO	2.2	1.1	2	4.6	5.8	4.6	2.3	4.2	2	1.4	0.4
IJzeroxyd, Fe_2O_3 . . .	0.2	0.3	—	0.6	0.2	0.04	0.9	—	0.7	0.3	0.5
Geheele hoeveelheid asch	18	44	30	57	53	37	49	32	29	14	8.6
Hoeveelheid water . .	140	140	150	180	150	100	180	120	140	800	870

Uit deze tabel blijkt, dat niet alleen de geheele hoeveelheid asch maar ook die harer verschillende bestanddeelen zeer verschillend is. In het tarwestroo komt b.v. meer asch voor dan in de korrels, in de vlasstengels echter minder dan in het zaad. Van eenig plantendeel bevatten de buitenste deelen in den regel meer asch dan de meer naar binnen gelegen deelen: de bladen en bladscheeden van een graangewas of gras b.v. meer dan de daaronder gelegen stengel, de kafbladen en kafnaalden meer dan de vruchthuid; bij het vlas meer in de vruchtdoos dan in het zaad, enz. Phosphorzure zouten treft men in de plant inzonderheid in de nabijheid der eiwitstoffen, kalizouten in de nabijheid der koolhydraten, vooral bij het zetmeel, kiezelzuur bij de celstof aan. In de asch van plantendeelen, die veel eiwit bevatten, b.v. de granen en zaden, komt daarom veel phosphorzuur voor, en eene tarwesoort die rijker aan eiwit is, is ook rijker aan phosphorzuur. Plantendeelen met veel zetmeel, aardappels b.v., bevatten veel potasch (potasch- of kaliplanten); die met veel celstof, b.v. het stroo der Granen, veel kiezelzuur (kiezelplanten). Bladrijke gewassen, b.v. Erwten, Boonen en Klaver, bevatten veel kalk (kalkplanten). Zie de tabel hierboven.

De in de tabel opgenomen getallen zijn de gemiddelden van een groot getal analysen. Er komen daarvan vele afwijkingen voor. Welig groeiende planten bevatten eene betrekkelijk grootere hoeveelheid asch dan zwakke planten. Pierre vond b.v. in de droge stof van zeer zwakke koolzaadplanten slechts 8 %, in die van krachtige planten 14 % asch. Waarschijnlijk hangt dit samen met de hoeveelheid aschbestanddeelen die in een bodem voor de planten beschikbaar is en tot den meer weligen groei aanleiding geeft. Tot zekere grens, kan men zeggen, neemt de hoeveelheid aschbestanddeelen als phosphorzuur, kali en kalk in de plant toe wanneer deze groeit op een bodem die rijker daaraan is. Ook verschilt de hoeveelheid naar de verschillende tijdperken van groei. Jeugdige planten zijn betrekkelijk rijker aan asch dan oudere. Pierre vond den 22 Maart b.v. in koolzaadplanten op 1 KG. droge stof 102 gram asch en den 20 Juni slechts 75 gram; in vlasstengels werd den 6 Juni 11 % en den 7 Juli slechts 3.13 % asch gevonden. Kort na den bloeitijd neemt de geheele hoeveelheid asch in eene plant niet meer toe. De plant moet zijne bestanddeelen dus voor dien tijd uit den grond opnemen. Zij worden dan echter van het eene deel naar het andere verplaatst. Zoo berekende Pierre, dat in de bladeren der tarwe van 1 hectare gevonden werd:

den	22 Juni	6.4	KG.	phosphorzuur	en	4.43	KG.	kali
en	„ 25 Juli	1.15	„	„	„	0.77	„	„

daarentegen in de aren:

den	22 Juni	4.33	„	„	„	2.25	„	„
en	„ 25 Juli	10.88	„	„	„	13.79	„	„

Evenals de eiwitstoffen en de koolhydraten zijn het phosphorzuur en de kali dus duidelijk van de bladen naar de aren en hier in het intusschen gevormde zaad overgaan [1]).

Aan het einde van ons onderzoek naar de scheikundige samenstelling der plant meenen wij nog met een enkel woord — zonder ons juist met de methoden van onderzoek in te laten — melding te moeten maken van de

---

[1]) J. Is. Pierre, *Etudes theoriques et pratiques d'agronomie et de physique végétale.*

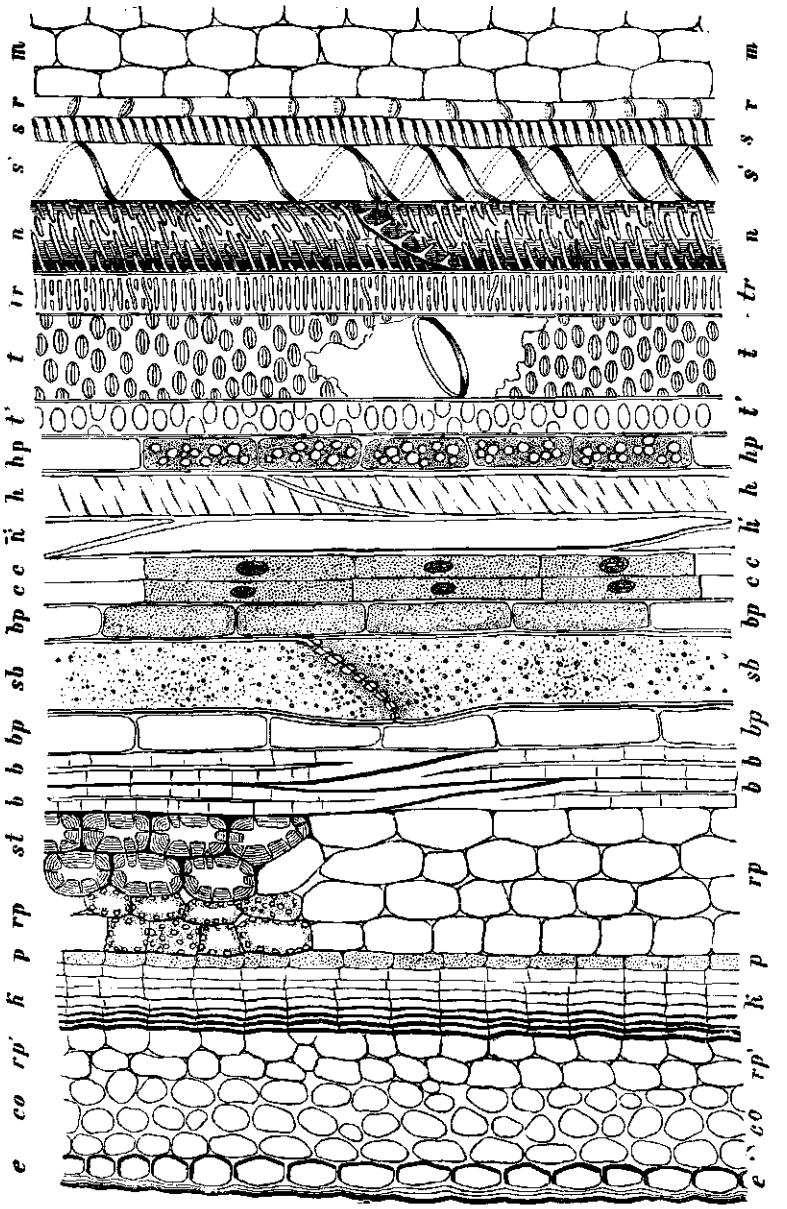


Fig. 56 [1]). *e*, opperhuid; *co*, collenchym; *rp*[1], schorsparenchym; *k*, kurklaag, welker tafelvormige cellen uit de laag *p* zijn ontstaan; *rp*, schorslaag, welker cellen soms bladgroen bevatten of wier wand sterk verdikt en verhard is (steencellen *st*); *bb*, spoelvormige prosenchymcellen der bast; *bp*, bastparenchym; *sb*, zeefvaten met doorboorde tusschenschotten; *cc*, cambium of teeltweefsel; *hh*[1], houtcellen; *hp*, houtparenchym; *t*[1]—*r*, verschillende houtvaten; *tt*[1], stippel-; *tr*, laddervormige-; *n*, netvormige-; *ss*[1], spiraalvormige-; *r*, ringvaten; *m*, merg.

---

[1]) Deze figuur stelt eene schematische overlangsche doorsnede voor van een boomtak, ongeveer 200 maal vergr. De verschillende vormen van cellen en weefsels, die

wijze, waarop die samenstelling gewoonlijk wordt opgegeven. Wij doen dit het best door eenige analysen tot voorbeeld te nemen.

In 100 gew. deelen van de onderstaande plantendeelen komen voor:

	Tarwe		Paardeb.		Koolzaad		Witte klaver	Mangel-
	korrels	stroo	zaad	stroo	zaad	stroo	groen	wortels
Water	14.2	14	14.1	18	12	18	80.2	87
Eiwitstoffen, beter stikstofh. stoffen	13.2	2	25.1	9.9	19.4	3	4	1.2
Vet	1.6	1.4	1.6	1	45	1.5	0.8	0.1
Stikstofvrije extractiefstoffen	66.2	30	44.5	29.7	9.9	32.2	8.0	9.9
Ruwe celstof	3	48.2	11.7	35.7	10	41	5.6	1
Asch	1.8	4.4	3	5.7	3.7	4	1.4	0.8

Op welke wijze men de hoeveelheden water en asch bepaalt is reeds bl. 168 gezegd. De hoeveelheid eiwitstoffen wordt berekend uit de bepaalde hoeveelheid stikstof. Daar men weet, dat de eiwitstoffen ongeveer 16 % stikstof bevatten, zie bl. 180, vermenigvuldigt men de gevonden quantiteit stikstof met 6.25, omdat als 16 KG. stikstof aan 100 KG. eiwit beantwoordt, 1 KG. stikstof beantwoordt aan 6.25 KG. eiwit. Door uittrekking met aether wordt de hoeveelheid vet, meestal door enkele stoffen, b.v. bladgroen, verontreinigd, verkregen en door uittrekking met water, alcohol, verdunde zuren enz. worden de koolhydraten, harsen enz. verwijderd. Men houdt dan eindelijk eene massa over, die hoofdzakelijk uit celstof bestaat. Men weegt ook deze, na droging op 100° en na mogelijke hoeveelheden eiwit en asch nog bepaald en afgetrokken te hebben, drukt men de gevondene hoeveelheid in procenten uit. Op gelijke wijze worden de hoeveelheden water, eiwitstoffen, vet en asch in procenten uitgedrukt. Trekt men nu de som dezer procenten van 100 af, dan geeft het verschil een zeker getal procenten, die in de analyse onder den naam van stikstofvrije extractiefstoffen worden opgegeven, omdat deze stoffen door genoemde oplosmiddelen uit de plant getrokken worden. Deze bestaan dan hoofdzakelijk uit suiker, zetmeel, pectinestoffen, organische zuren enz.; zij bepalen, gelijk wij later zullen zien, met de eiwitstoffen en het vet hoofdzakelijk de waarde van eenig plantendeel als voedsel.

---

verschillende doorsneden te zien geven, zijn hier in één teekening bijeengebracht. Ook is de dikte van het bastgedeelte (van *e* tot *bp*) veel te groot voorgesteld in vergelijking van het houtgedeelte (van h^1 tot *r*). De collenchymcellen vindt men in jonge plantendeelen; hare wand is in de hoeken niet zelden verdikt en daardoor het weefsel, dat zij vormen, b.v. in de knoopen der grassen, steviger geworden, of tengevolge waarvan uitwendig kanten en ribben kunnen ontstaan, zooals bij sommige vierkante stengels het geval is. Veelal bevatten deze en vooral het daaronder gelegen schorsparenchym, rp^1, bladgroen. *k*—*st* stelt den toestand voor, zooals die veelal bij oudere planten b.v. bij stammen en takken van boomen en heesters voorkomt, waar de oppervhuid door eene kurkhuld vervangen wordt. De lagen *b*—*bp* vormen den bast, de lagen h^1—*r* de meer verdikte houtcellen en vaten; in den bast vindt men veeal zeefvaten met doorboorde tusschenschotten, in het hout vaten wier wand ongelijkmatig verdikt is, waardoor zij verschillende teekeningen vertoonen. Tusschen het bast- en houtgedeelte vindt men de cambium- of teeltweefsellaag, waaruit aan den buitenkant nieuwen bast en aan den binnenkant nieuw hout ontstaat.

Uit het voorgaande is het ons gebleken, dat de scheikundige verbindingen, waaruit het plantenlichaam bestaat, niet ordeloos daarin voorkomen; maar veelal op bepaalde plaatsen opgehoopt zijn en niet zelden den vorm van cellen, vaten enz. bezitten, die op eene eigenaardige wijze gegroepeerd, ten slotte de gedaante van het geheele plantenlichaam bepalen. Wij moeten thans met betrekking tot dien inwendigen bouw der planten nog in eenige bijzonderheden treden.

Den grondslag voor dien bouw leveren de zooevengenoemde cellen, die men daarom als de elementaire organen der plant beschouwt. Fig. 51, 52 en 55 doen ons eenige cellen in doorsnede zien. In werkelijkheid zijn het meestal ronde of hoekige blaasjes, die een' duidelijken wand en een' inhoud bezitten. Slechts in jeugdigen toestand ontbreekt nog de wand, wanneer de cellen ouder worden niet zelden haar inhoud en zijn zij alleen met lucht gevuld. De wand der cellen bestaat, althans in jeugdigen toestand uit celstof; binnen dien wand en dus in de cellen treft men verschillende stoffen aan, waaronder eene halfvloeibare, min of meer kleverige massa, het reeds vroeger bl. 178 vermelde en voornamelijk uit eiwit bestaande *plasma* of *protoplasma*, de eerste plaats bekleedt. In alle groeiende plantendeelen wordt deze stof in de cellen aangetroffen. Zij ontbreekt daarin slechts, wanneer het plantendeel met groeien ophoudt. In of met haar heeft de vorming van nieuwe cellen en stoffen plaats. Van haar gaat — om het zoo eens uit te drukken — het leven der plant uit. Eene bijzondere rol schijnt daarbij de zoogenaamde celkern met het kernlichaampje te vervullen. — In de cellen treft men voorts aan: het celvocht, dat is water waarin verschillende stoffen, zooals suiker, gom, zouten enz. opgelost zijn, alsmede de vroeger vermelde zetmeel- en eiwit-korrels en oliedroppels, benevens kristallen van sommige zouten, bladgroenkorrels enz.

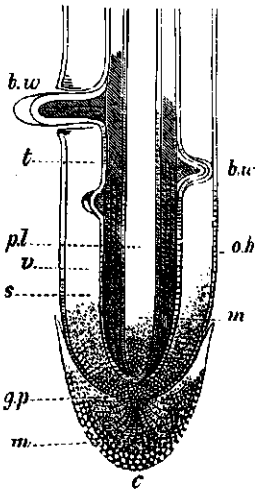


Fig. 57. Schematische voorstelling van den bouw en den groei eens wortels; *pl*, mergkoker; *v*, vaten, *m*, nieuw gevormd merg; *t*, teeltweefsel; waaruit o. a. de bijwortels, *bw*, ontstaan; *s*, schors; *oh*, opperhuid; *m*, wortelmutsje; *gp*, groeipunt waar nieuwe cellen gevormd worden. De afgescheidene cellen c lossen langzamerhand op en vormen een zuur vocht.

In eene groeiende plant neemt het aantal cellen steeds toe; de vermeerdering geschiedt òf door deeling òf doordat in eene cel een aantal nieuwe ontstaan, die in de plaats van de oude treden. Verder wordt de vorm van sommige cellen gewijzigd en worden hare wanden verdikt (bast- en houtcellen of vezels enz.).

Uit de vereeniging van gelijksoortige cellen ontstaan weefsels en vaten. Zoo noemt men, zie Fig. 56, eene vereeniging van de langgerekte bast- en houtvezels het *prosenchym*, het aan of dicht aan de oppervlakte van een stengel of wortel voorkomende uit meer platte cellen bestaande weefsel, *kurkweefsel*, een weefsel van cellen met een min of meer ronden of hoekigen vorm als b.v. in de zaden, *parenchym* enz. Vaten ontstaan uit de cellen als van langwerpige cellen, in het verlengde van elkander gelegen, de aan elkander sluitende eindwanden opgelost worden en de zijwanden in elkaar groeien. Naar de soort der alzoo tot buizen vereenigde cellen of

naar haar inhoud onderscheidt men de vaten in *hout- of luchtvaten*, *bast* of *zeefvaten*, *melksapvaten* enz.

Laatsgenoemde vaten, die men slechts bij een gering getal planten en dan meestal in den bast, maar soms ook in andere deelen aantreft (Melkdistels, Paardebloem, enz.) onderscheiden zich van de vorige, doordien zij, dikwijls in elkander overgaande, een netwerk van buizen vormen. Het daarin aanwezige melksap bevat behalve gom, eiwit, enz. niet zelden voor eene plantensoort karakterestieke stoffen, b.v. alcaloïden (maankop), caoutchouc en gutta percha (in eenige uitheemsche planten).

Eenmaal gevormd ondergaan de hierbovengenoemde weefsels weinig verandering meer. Men kan ze daarom blijvende weefsels noemen. Sommige dezer weefsels of hunne cellen dienen dan om aan de plant stevigheid te geven, b.v. de bast- en houtcellen, andere tot bewaarplaats van voedsel, b.v. de mergcellen, enz. Daarentegen komen in groeiende plantendeelen weefsels voor, die onophoudelijk veranderen, doordien de cellen grooter worden, hare gedaante gewijzigd wordt en er nieuwe cellen *in* of *uit* de bestaande gevormd worden, die dikwijls onderling verschillen en elk voor zich den grondslag vormen voor het ontstaan van nieuwe weefsels die voor bijzondere doeleinden moeten dienen. Een dergelijk weefsel treft men aan in de zoogenaamde groeipunten van stengels en wortels, b.v. in het topeinde van het stengeldeel van een' uitbottenden knop, in het uiteinde eens wortels onmiddellijk onder het wortelmutsje, Fig. 57, en in eene laag tusschen den bast en het hout, het zoogenaamde cambium, Fig. 56. Bij de halmen der granen komt een dergelijk weefsel voor in de knoopen. Hier verlengt zich elk lid, dat gelijk Fig. 15 doet zien, in zijn aanleg zeer kort is; ook de aren groeien op gelijke wijze uit, terwijl de bladeren, die als op bl. 151, Fig. 28 gezegd is, op de knoopen zijn ingeplant, aldaar eveneens uitgroeien. Deze weefsels worden daarom, ter onderscheiding van de bovengenoemde *blijvende* weefsels, met den naam van *teelt-*, *deelings-* of *vormings*weefsels (meristeem) bestempeld. In vorm komen deze weefsels veel met het zooevengenoemde parenchym overeen: zij worden daarom wel met den naam van oorspronkelijk parenchym (Oerparenchym) bestempeld.

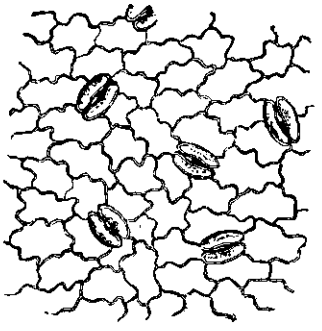


Fig. 58. Opperhuidcellen van een Beukeblad, onderzijde, met sluitcellen en huidmondjes, vergroot.

Wij zullen thans in het kort nagaan, welke weefsels alzoo gevormd worden.

Uitwendig zijn de plantendeelen bekleed met eene laag cellen die men de *opperhuid* noemt. Hoe meer dit plantendeel aan de lucht en het licht blootgesteld is, des te meer verschil is er tusschen deze cellen en de daaronderliggende. Aan jonge bladen en jeugdige stengels zijn hare wanden nog dun en daardoor teer. Zij worden echter langzamerhand en inzonderheid aan de naar buiten gekeerde zijde verdikt en daardoor steviger. — In jeugdigen toestand zijn alle opperhuidcellen gelijksoortig en sluiten alle aan elkander. Weldra worden echter cellen gevormd, welke eene andere gedaante, meestal die eener halve maan hebben, dunwandiger en met bladgroen gevuld zijn,

zoogenaamde *sluitcellen*, en eene ruimte, eene spleet, tusschen zich laten, die *huidmondje* genoemd wordt, Fig. 58 en 59. Genoemde huidmondjes staan met eene holte, deze met de met lucht gevulde tusschencelruimten *l*, en daardoor met de inwendige deelen der plant in verband. Door haar heeft de wisseling tusschen de inwendige lucht en die van den dampkring plaats. De luchtholten, waarmede zij in verbinding staan, zijn mede oorzaak, waarom de bladen der waterplanten op het water drijven.

Bij alle bladgroenhoudende planten worden huidmondjes aangetroffen, inzonderheid op de bladen maar ook op andere groene deelen. De bladen der Eénzaadlobbige planten bezitten ze aan beide zijden, de Tweezaadlobbigen meestal slechts aan de onderzijde. Zij ontbreken bij de planten in water gedompeld, en op de in 't water drijvende bladen komen zij slechts aan de bovenzijde voor. Hun aantal is zeer verschillend. Weiss telde op 1 mM² aan de onderzijde der bladen van Haver 27, van Mais 158, van Erwten 216 en van den Zomereik 488. Hunne wijdte wisselt meestal af van 0.0002 tot 0.0008 mM.

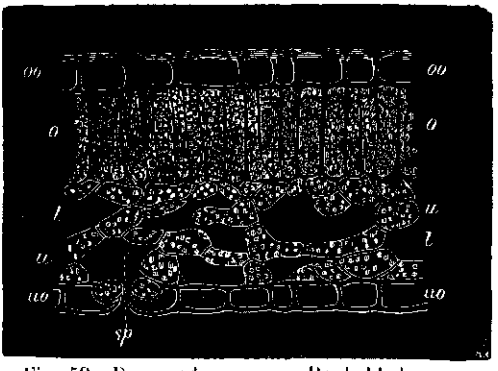


Fig. 59. Doorsnede van een Beukeblad, vergr.: *oo*, opperhuid der bovenvlakte; *uo*, opperhuid der ondervlakte met huidmondje *sp* tusschen de sluitcellen; *l*, luchtholten, waartoe de huidmondjes toegang geven; *o*, bovenste laag van het bladmoes, zoogenaamd palissadenweefsel; *u*, benedenste laag van het bladmoes.

Tot de opperhuid rekent men ook de vroeger vermelde bijkomende organen der plant, zooals de haren aan bladen, stengels en wortels, de stekels enz.

Onder de opperhuid van den stengel of wortel eener zichtbaarbloeiende plant treft men verder eenige celrijen aan van eene min of meer regelmatige gedaante (parenchymcellen), die bij eenjarige stengels meestal met bladgroen gevuld zijn en daardoor aan dezen de groene kleur mededeelen. Genoemde cellagen zijn bekend onder den naam van *primaire schors*. Is een plantendeel op de eene of andere wijze beleedigd geworden, b.v. een boomtak, dien men bij het snoeien heeft verwijderd, dan zien wij de overgebleven stomp van uit de bovengenoemde schorslagen langzamerhand en als met een wal vooruitschuivende, door een weefsel, hier *lid-teekenweefsel* geheeten, overdekt; en is van oudere deelen eener plant, vooral van overblijvende, de opperhuid verloren gegaan, dan ontstaat weer een ander weefsel, dat de binnenste deelen beschermt en *kurkweefsel* geheeten wordt, Fig. 56. Ook de aardappelknollen, wortelstokken en oudere wortels of oudere gedeelten daarvan en andere min of meer saprijke organen der planten zijn eveneens door dergelijke kurklagen bedekt, Fig. 64. Hebben de cellen van dit kurkweefsel eene min of meer vierhoekige gedaante, zijn ze dunwandig en ontstaan in het daaruit gevormd weefsel min of meer diepe barsten, dan noemt men het *eigenlijk kurk*. Zijn de cellen meer afgeplat en meer verdikt, dan wordt het weefsel *lederkurk* geheeten. De eigenlijke kurk is zeer veerkrachtig, de lederkurk zeer taai. Eerstgenoemde kurk komt meestal slechts op enkele plekken, b.v. op de

eigenaardige oogjes (lenticellen) van een' meerjarigen vliertak, en slechts bij enkele stammen in eenigszins groote hoeveelheid voor (Kurkeik, Kurkiep); laatstgenoemde kurksoort vormt de samenhangende lagen, welke onze meerjarige boomstammen of takken, na het verdwijnen van de opperhuid en zoo lang zij nog eene gladde oppervlakte hebben, omgeven. Evenals wij hieronder bij het hout zullen opmerken, groeit ook de lederkurk niet zelden bij tijdperken en ontstaan afwisselende lagen met dik- en dunwandige cellen, die bij het ouder worden der boomen afschilferen (Berk, Kers); Fig. 56, *k*. In 't algemeen zijn dus de eenjarige stengels en de twijgen onzer ooft- en woudboomen met eene opperhuid, de meerjarige takken met lederkurk, de oudere takken en de stam meestal door eene in de lengte veelvuldig gescheurde massa bedekt, die bekend is onder den naam van *korst*. Bij den verderen diktegroei van stammen en takken toch splijt de kurklaag, daar zij de inwendig gelegen deelen niet meer kan omsluiten. De vorming van nieuwe lagen gaat echter in meer binnenwaarts gelegen deelen voort, terwijl verdroogde kurkcellen afgestooten worden, zoodat de korst steeds dikker wordt. Niet alle stammen vertoonen deze korstvorming in gelijke mate. Van sommige boomen, b.v. van den Beuk, blijft de stam, ook op vergevorderden leeftijd, glad.

Wanneer men de doorsnede van een jong stengeltje of worteltje onder den microscoop beschouwt, bespeurt men voorts in bundels gegroepeerde cellen, die in een blijvend weefsel overgaan of overgegaan zijn. Vezels, gewone cellen en vaten maken de bestanddeelen van dit weefsel uit en naar laatstgenoemd bestanddeel wordt het gewoonlijk *vaatbundelweefsel* geheeten. Op lateren leeftijd kunnen de vaatbundels met het bloote oog niet zelden worden waargenomen. Breekt men den bladsteel eener grootbladige Weegbree, een aan onze wegen zeer algemeen voorkomend onkruid, door, dan blijven de stukken meestal door die bundels aan elkander bevestigd of ziet men de bundels als zeer veerkrachtige draden uit het overige weefsel te voorschijn komen.

Evenals wij ze hier door den bladsteel heen zien loopen, loopen zij ook nu eens evenwijdig aan elkander, dan eens elkander kruisende door den stengel en den wortel der plant. Kleinere bundels gaan van de in den hoofdstengel voorkomende bundels in de bijstengels en van deze in de bladeren over, in welke laatste zij de nerven vormen. Op gelijke wijze splitsen zich de vaatbundels, die in den hoofdwortel voorkomen, om in de bijwortels over te gaan. De vaten dezer bundels vormen alzoo met elkander samenhangende buizen, die de plant van het eene uiteinde, den wortel, tot het andere, de bladeren, doortrekken.

Aan elken vaatbundel onderscheidt men een bast-gedeelte en een houtgedeelte. Het eerste vormt het hoofdbestanddeel van den, onder de schors voorkomenden, bast (ook wel secundaire schors geheeten), het tweede het hout der plant. Zie Fig. 56 en 62.

Bij de Eénzaadlobbige planten en enkele Tweezaadlobbigen liggen de vaatbundels meer verspreid. Hier gaat de vorming van bast en hout slechts voort, totdat al het cambium in deze blijvende weefsels is overgegaan. De diktegroei van den stengel (en van den wortel) houdt dan meestal op. Bij de meeste Tweezaadlobbige planten daarentegen zijn zij gewoonlijk kringsgewijze geplaatst en blijft er, tusschen den bast en het hout, eene laag cellen, die de eigen-

schap behouden om zich door deeling te vermenigvuldigen, dus teeltweefsel, zie bl. 187, over. Aan de vermeerdering van cellen in deze laag hebben, gelijk wij straks zullen zien, de stengels en wortels der overblijvende planten hun voortdurend toenemen in dikte te danken.

Het weefsel tusschen de vaatbundels en door deze en de schors ingesloten,

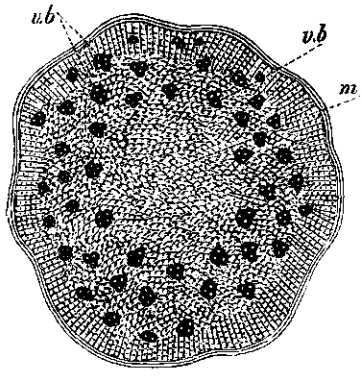


Fig. 60. Dwarsdoorsnede van den stengel eener Eénzaadlobbige plant (Aspergie): *vb*, vaatbundels; *m*, merg.

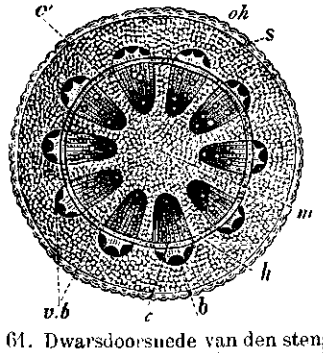


Fig. 61. Dwarsdoorsnede van den stengel eener Tweezaadlobbige plant (schematisch): *o*, opperhuid; *s*, schors; *vb*, vaatbundels, waarin *b* de bast; *h*, het hout met vaten *v* en *c* het cambium; *c*¹ tusschenvaatbundel cambium; *m*, merg.

vormt het *merg* en de *mergstralen*, Fig. 62. In vele gevallen echter is de ontwikkeling van het merg in verhouding tot het schors- en vaatbundelweefsel

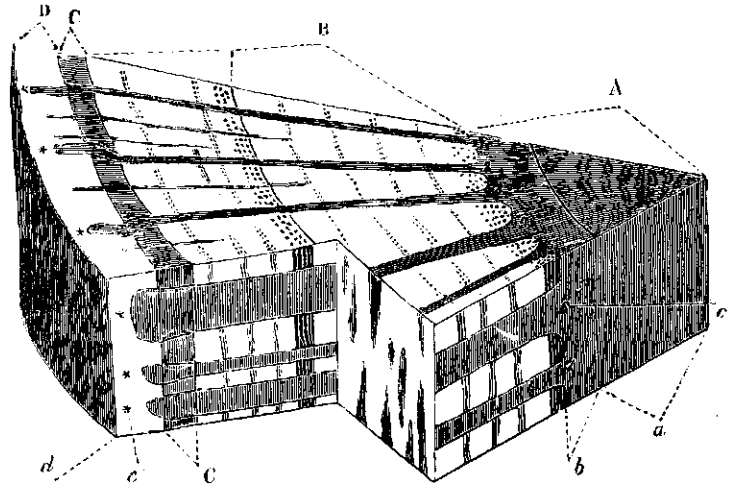


Fig. 62. Schematische voorstelling van den bouw van een boomstam: Dwars-, tangentiale en radiale doorsnede. A, merg; *a*, centrale, *b*, buitenste laag (mergkoker), die rijk aan vaten, hier en in het hout voorgesteld door zwarte stippen, is; B, hout, waarin twee jaarringen, bij .... de grens; C, cambium of teeltweefsel, uit parenchymcellen bestaande, die zich dus in den groeitijd gestadig vermenigvuldigen en waaruit aan de binnenzijde eene laag hout, aan de buitenzijde eene laag bast wordt gevormd; D, bast; *c*, 1—7 *, mergstralen of spiegeldraden, dunne één tot twee cellen dikke platen van parenchymweefsel, die zich van het merg *b* tot den bast D* uitstrekken en vooral dienst doen als tijdelijke bewaarplaatsen van voedsel.

zeer gering. Bij het dikker worden des stengels kan het die van laatstgenoemde weefsels niet volgen: het wordt stuk gescheurd en de stengel daardoor hol

(vele schermbloemige planten, oudere koolzaadstengels, uien, grassen enz.). Alleen op de knoopen, waar eene of meerdere vaatbundels in de bladen overgaan of elkander kruisen, blijft de stengel dicht.

Wanneer wij het bovenstaande samenvatten, dan blijkt het, dat de stengel der Eén- en Tweezaadlobbige planten bestaat uit: 1°. eene buitenste laag, de opperhuid. Onmiddellijk daaronder wordt gevormd: 2°. de schors en hierin eene kurklaag, die in vele gevallen de opperhuid in hare functie om de teerdere, naarbinnen gelegen weefsels te beschermen, vervangt. Binnen de schors worden 3°. merg en de vaatbundels gevormd, die bij de Eénzaadlobbige planten meestal vespreid liggen, Fig. 60, bij de Tweezaadlobbigen, Fig. 61, meestal kringsgewijze geplaatst zijn. Wanneer eerstgenoemde planten, b.v. onze Granen, of de in warme landen voorkomende Palmen, hare lengte bereikt hebben, komt in de vaatbundels geen teeltweefsel meer voor. De diktegroei van den stengel houdt dan meestal op. In den stengel der Tweezaadlobbigen daarentegen blijft niet alleen in de vaatbundels maar ook daartusschen eene teeltweefsellaag als een gesloten kring bestaan, waardoor de stengel, zoolang de plant leeft, in dikte kan toenemen. Uit de cellen, in deze laag ontstaan, wordt aan de binnenzijde hout (vaathout en tusschenvaathout) en aan de buitenzijde bast (vaatbast en tusschenvaat-bast) gevormd. Overblijvende planten, wier stengel jaarlijks niet afsterft (onze boomen en heesters) vertoonen nog het eigenaardige, dat op eene dwars-doorsnede de jaarlijksche toeneming in dikte door de zoogenaamde *jaarringen* meestal duidelijk kan ontdekt worden; zie Fig. 62. Telken jare worden er namelijk uit de cellen, die in de teeltweefsel- (cambium) laag

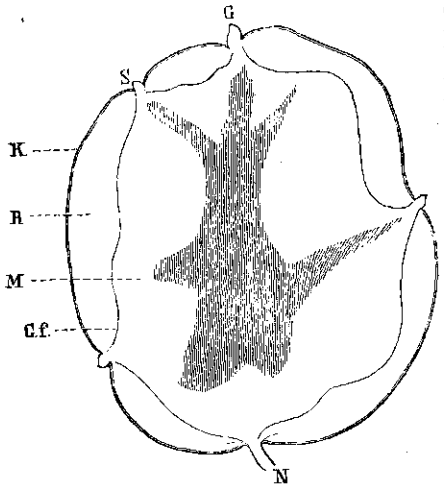


Fig. 63. Doorsnede van eenen aardappel: *G*, eindknop; *S*, zijknop; *N*, navel; *K*, kurkachtige schaal; *R*, schors; *M*, merg; de lijn *Cf* wijst de vaatbundelring aan.

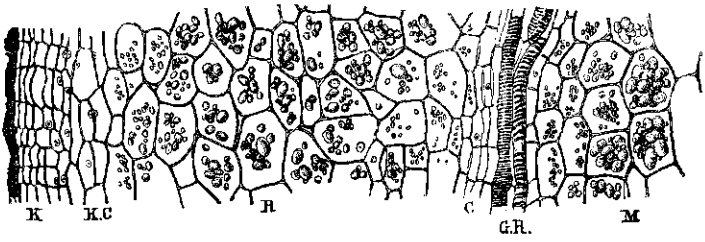


Fig. 64. Lengte doorsnede van eenen aardappel, 200 maal vergroot: *K*, kurklaag; *KC*, kurkcambium; *R*, schors, uit cellen waarin zetmeelkorrels voorkomen bestaande; *C*, cambium; *GR*, vaatbundelring; *M*, mergcellen, eveneens met zetmeel.

ontstaan zijn, eene nieuwe laag hout en eene nieuwe bastlaag gevormd. Het in den nazomer en herfst en dus in het laatste gedeelte van een jaar gevormde hout is echter dichter dan dat 'twelk in het voorjaar gevormd is en dat zich

dus als een losser weefsel vertoont. Het dichte herfsthout van het eene jaar steekt scherp af bij het losse lentehout van een volgend jaar, terwijl dit, allengs dichter wordende, onmerkbaar in het herfsthout, dat in hetzelfde jaar gegroeid is, overgaat.

Genoemde jaarringen kunnen op het bloote oog veelal duidelijk worden onderscheiden. Zij geven een getrouw beeld van het leven des booms. Uit het getal jaarringen kan men tot zijnen ouderdom besluiten en uit hunne breedte leeren kennen, welke jaren voor zijnen groei gunstig of ongunstig waren, en zelfs kan de ontwikkeling der wortels er uit opgemaakt worden, daar men weet, dat de wortels zich het sterkst ontwikkeld hebben aan die zijde des stengels, waar de jaarringen het breedst zijn.

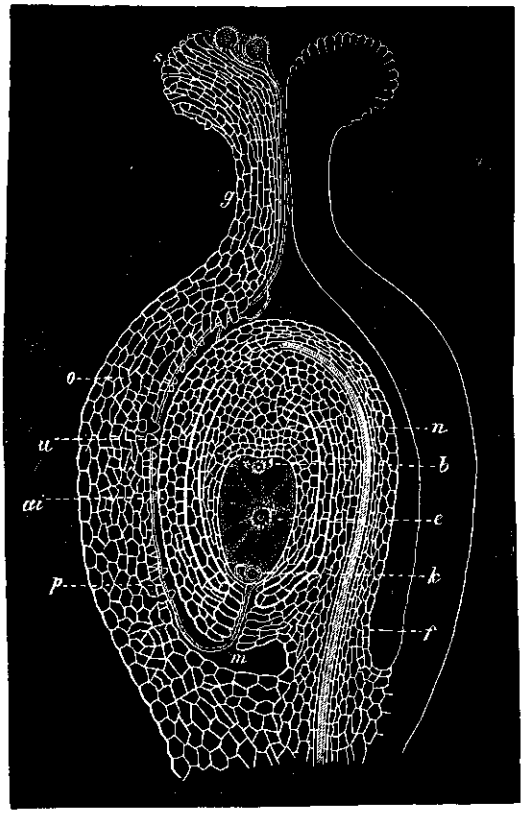


Fig. 65. Voorstelling van den stamper met de daarin aanwezige zaadknop of het plantenei, op het oogenblik der bevruchting: *o*, wand van het vrachtbeginsel; *g*, die van den stijl; *s*, die van den stempel welke zich tot vruchthuiden ontwikkelen. Op den stempel liggen twee stuifmeelkorrels, die uitgeloopen zijn en waarvan de stuifmeelbuizen *p* door het stijlkanaal gaan en bij het poortje *m* de zaadknop of het plantenei binnendringen. Aan den zaadknop zijn zichtbaar: *f*, een vaatbundel; *n* de voet; *u*, de inwendige, *ai*, de uitwendige eihuid; *e*, de embryo- of kiemzak waarin *k* de kiem- of eicel, die bevrucht, *b*, de tegenover gelegen kiemcel die niet bevrucht wordt.

Aan het hout van vele boomen onderscheidt men nog het *kernhout* van het *splint*. Het eerste, dat het binnenste en oudere hout eens stams vormt, is dichter en meestal meer donker gekleurd dan het laatste of het jongste hout. Splint gaat langzamerhand in kernhout over. Vooral in het hout van sommige Eiken, de Walnoot, de Pruime- en Iepenboomen zijn beide deelen duidelijk te onderscheiden. In het hout van andere boomen (Linden b.v.) komt geen splint voor.

Een aardappelknol heeft eene dergelijke anatomische samenstelling, waardoor de overeenkomst met een' stengel, waarop bl. 148 reeds is gewezen, nader blijkt; maar hier is het houtgedeelte weinig of niet ontwikkeld, daarentegen treden het merg- en schorsgedeelte, welker cellen als bewaarplaatsen van voorraadstof, hier van zetmeel dienen, daarin sterk op den voorgrond. Zie Fig. 63, die de hoofddeelen van een' aardappel aanwijst, terwijl Fig. 64 de bijzonderheden der weefsels van eenen aardappel doet zien.

De bouw der wortels komt in hoofdzaak met dien des stengels overeen. Ook hier vindt men eene opperhuid, schors, vaatbundels en merg, en bij die der Tweezaadlobbige planten meestal eene laag teeltweefsel, waarin nieuwe cellen gevormd worden en waardoor de dikte des wortels toeneemt. In dit teeltweefsel ontstaan ook de bijwortels, die de schors en de opperhuid doordringende naar buiten treden, Fig. 57. De wortelharen daarentegen, die, gelijk vroeger reeds vermeld is, zulk een belangrijken dienst doen bij het opnemen van voedsel uit den grond, ontwikkelen zich evenals de haren der bladen en stengels uit de opperhuid. — Fig. 57 kan ons tevens een denkbeeld geven, hoe de lengte der wortels toeneemt. De celvermeerdering heeft in het groeipunt *gp* plaats. De hier gevormde cellen worden deels als 't ware vooruitgeschoven en vormen het wortelmutsje, dat de jeugdige cellen bij het vooruitdringen in den grond beschermt, deels gaan zij in de opperhuidcellen, schorscellen enz. over. Eenige cellen plaatsen zich als 't ware in geregelde rijen en gaan eindelijk in vaten over, andere behouden het vermogen om zich te verdeelen en vormen dus teeltweefsel, waardoor de wortel in dikte kan toenemen.

Iets dergelijks heeft bij de verlenging van den stengel plaats. De cellen, in het teeltweefsel van den top des stengels of bij de Granen in de knoopen, of voor den aanleg van een' knop gevormd, zijn onderling verschillend en vormen den eersten aanleg voor de hoofddeelen des stengels of van een zijner zijtakken: de opperhuid, de schors, de vaatbundels en het merg.

De bladeren zijn, gelijk reeds vroeger opgemerkt is, aan weerszijden bekleed door eene opperhuid. In den bladsteel treft men een aantal vaatbundels aan, die zich in de bladschijf verspreiden en hierin de nerven vormen. Het zoogenaamde bladmoes bestaat uit cellen, die opgevuld zijn met bladgroenkorrels, welke bij de voeding der planten eene belangrijke rol vervullen en waaraan de bladen hunne groene kleur te danken hebben. Fig. 58 en 59.

Vruchten en zaden zijn op gelijke wijze uit cellen opgebouwd. Hunne wanden bestaan nog uit verschillende lagen, gelijk Fig. 55 doet zien. In de cellen van de zaadkern zijn eiwitstoffen, koolhydraten enz. bevat, die, gelijk wij weten, hierin opgehoopt worden; daardoor zijn deze cellen in eene doorsnede onder den microscoop duidelijk van die der zaadhuid te onderscheiden. Gelijk bl. 167 opgemerkt werd, bestaat die kern òf alleen uit de kiem òf uit de kiem en het kiemwit. Beide zijn in eene doorsnede onder den microscoop zeer goed te onderscheiden, Fig. 9, bl. 139.

Fig. 65 kan ons eene voorstelling geven van hetgeen bij het bevruchten geschiedt en hoe uit het plantenei of de zaadknop het zaad wordt gevormd. Deelen van dit ei zijn: de binnenste en de buitenste wand, *u* en *ai*, die zich tot zaadhuiden ontwikkelen, de eicellen of de kiemblaasjes *k*, uit een waarvan, na de bevruchting door de stuifmeelbuis *p*, de kiem- of embryozak ontstaat, waarin behalve de kiem, het inwendig kiemwit, bl. 168, gevormd wordt, tenzij zij geheel door de kiem wordt ingenomen. Ook de cellen tusschen de eihuiden en de kiemzak breiden zich soms uit en vormen dan het uitwendig kiemwit, b.v. bij de Granen; in andere gevallen verdwijnen deze cellen en in dit geval bestaat de zaadkern enkel uit de kiem, b.v. eene boon of erwt, of uit de kiem met inwendig kiemwit, b.v. bij het zaad van Mangelwortels, bl. 139.

HOOFDSTUK II.

DE VOORNAAMSTE LEVENSVERSCHIJNSELEN DER PLANT.

Heeft het vorige hoofdstuk ons geleerd, hoe de planten en meer bepaald onze landbouwgewassen in het algemeen samengesteld zijn, thans moeten wij nagaan, hoe de planten gevoed en vermenigvuldigd worden, hoe zij zich ontwikkelen, groeien en vruchten of andere deelen voortbrengen, welk voedsel zij daartoe gebruiken, welke krachten daartoe samenwerken, enz. Wij zijn daarmede tot een der meest belangrijke onderwerpen gevorderd, die in het bedrijf eens landbouwers hunne toepassing vinden.

Terwijl de landbouwer toch aan den eenen kant zijne cultuurgewassen tot op eene zekere hoogte doet groeien, doet voortbrengen en wel in eene richting als hem het meest doeltreffend voorkomt, gaat hij aan den anderen kant, bij de onkruiden, dat groeien, die ontwikkeling tegen. Om met kennis van zaken daartoe werkzaam te zijn, is het dus noodig te weten waarin dit groeien enz. bestaat en onder welke omstandigheden het plaats heeft.

Dat gedeelte der natuurwetenschap, 'twelk zich met de voeding, den groei der planten enz. bezig houdt, wordt met een vreemden naam *physiologie*, d. i. de leer van het leven, van de levensverschijnselen, genoemd [1]). Wij zullen ons hier bepalen tot de belangrijkste dezer levensverschijnselen en hoofdzakelijk tot die, welke in de praktijk van den landbouw hunne toepassing vinden. Wij zullen daartoe in de eerste plaats nagaan de verschijnselen, die bij het ontkiemen van zaad, het uitbotten van knoppen, enz. plaats hebben, met één woord, die levensverschijnselen, waarbij uit reeds gevormde organische stof nieuwe planten of plantdeelen ontwikkeld worden; in de tweede plaats, hoe de uit zaad voortgekomen kiemplant of de uit een wortelstok, een' knol enz. voortgekomene scheut, nadat de daarin bevatte voorraadstof verbruikt is, wordt gevoed, en in de derde plaats, hoe de voortplanting en de daarmede gepaard gaande vermenigvuldiging geschiedt.

1. HET ONTKIEMEN VAN ZAAD, HET UITBOTTEN VAN KNOPPEN ENZ.

Bij de behandeling van de scheikundige samenstelling der planten is door ons er op gewezen, dat sommige bestanddeelen in bepaalde gedeelten der plant opgehoopt worden.

Wij weten reeds, dat in het zaad niet alleen de kiem eener nieuwe plant, maar ook in zijne zaadlobben of in het zoogenaamde kiemwit voorraadstoffen aanwezig zijn, die moeten dienen om het jonge plantje, als dit zich verder

---

[1]) Wij vatten hier het woord physiologie in zijne oudste, algemeene beteekenis op. De meeste plantkundigen onderscheiden thans *physiologie* van *biologie* en begrijpen onder de eerste (dat is dan *physiologie in engeren* zin) die verschijnselen in het leven der plant welke zich tot physische en chemische werkingen laten terugbrengen, b.v. de scheikundige veranderingen en de verplaatsing van stoffen in de plant, terwijl zij onder *biologie* samenvatten die verschijnselen, waarbij zulks niet mogelijk is, b.v. de erfelijkheid, het aanpassen eener plant aan verschillende omstandigheden, enz.

zal ontwikkelen, te voeden, evenals de dooier in een ei de kiem van een jong dier voedt. Na de voortbrenging van zaad sterven, gelijk bekend is, vele planten en wel meestal tegen het voor haren groei ongunstige jaargetijde, den winter. Door het voortbrengen van zaad wordt dus op eene eigenaardige wijze voor de voortplanting gezorgd.

Het voortbrengen van zaad is echter slechts eene bijzondere wijze van voortplanting of, zoo men wil, van de wijze, waarop het blijven bestaan van de plantensoort verzekerd wordt.

Wanneer men na een strengen winter een blik werpt op een gras- of klaverveld of een stuk karwij beziet, dan is al het groen, waarmede deze planten in den nazomer en den herfst prijkten, verdwenen; onze boomen hebben hunne bladeren verloren; zelfs onze lastige onkruiden, de Distels en het Hoefblad b.v., zijn schijnbaar van het tooneel verdwenen. In al deze gevallen is echter niet minder voor het weder ontwikkelen dezer planten in het voor haren groei gunstige jaargetijde gezorgd; in al deze gevallen zijn, evenals in de knollen van Aardappels enz., in de bollen van Uien, in de knolachtige verdikking eener Koolraap boven den grond en in de wortels van de gewone Rapen enz., in de levende cellen van bepaalde plantendeelen, meestal wortelstokken of stengels, reservestoffen opgehoopt, die moeten dienen om, althans bij de eerste ontwikkeling, dat is bij de vorming van nieuwe cellen, voedsel te verschaffen.

Wij zullen thans de omstandigheden, waaronder die ontwikkeling, of zooals zij gewoonlijk heet, die ontkieming, uitbotting enz. plaats heeft, in eenige bijzonderheden nagaan.

a. het ontkiemen van zaad. Vier voorwaarden moeten vervuld worden, wanneer de ontkieming van het zaad zal kunnen plaats hebben. Het zaad moet: 1. het vermogen om te ontkiemen bezitten (kiemkrachtig zijn);

2. water kunnen opnemen;
3. aan de inwerking van den dampkring (zuurstof) blootgesteld zijn;
4. een' zekeren graad van warmte bezitten.

Op de eerstgenoemde voorwaarde komen wij later bij de keuze van het zaaizaad in de Algemeene Plantenteelt terug. Wij willen er hier alleen op wijzen — gelijk trouwens van algemeene bekendheid is — dat door verschillende oorzaken (het dorschen, vochtige bewaring enz.) de zaden hun kiemvermogen kunnen verliezen en vermelden hier slechts, dat onder gelijke omstandigheden het ontkiemen des te sneller en krachtiger plaats heeft, de kiem*energie* grooter is, naarmate de kiem meer ontwikkeld en de hoeveelheid voorraadstof, die zij bevat, of die haar in den vorm van kiemwit omgeeft, ruimer is. Bekend is het verder, dat grootere en zwaardere zaden in 't algemeen grootere kiemplanten leveren dan kleinere. Dit geldt niet alleen voor de zaden van verschillende plantensoorten — men vergelijke b.v. die van Klaver of Tabak met die der Paardeboonen — maar ook voor die van eene en dezelfde soort van planten. Uit groote en zware zaden komen, gelijk talrijke proeven geleerd hebben en waarvan wij in de Algemeene Plantenteelt eenige zullen vermelden, veel krachtiger kiemplanten voort, die ongunstige invloeden, door het weer, den bodem enz. veroorzaakt, veel beter weerstaan dan uit kleine en lichte zaden.

Wanneer men bedenkt, dat die kiem zelve tot plant wordt en de omringende voorraadstoffen haar tot voedsel dienen, zal hiervoor wel geene nadere

verklaring noodig zijn. Figuur 66 doet bovendien ten duidelijkste zien, dat wanneer men een gedeelte der voorraadstoffen, b.v. een gedeelte der zaadlobben eener paardeboon wegneemt, eene veel kleinere plant zich daaruit ontwikkelt.

Ook de verhouding tusschen deze voorraadstoffen en den toestand, waarin zij in het zaad voorkomen, heeft op de ontwikkeling der kiemplanten wellicht invloed. Evenals wij hieronder, bij de voeding uit den bodem, zullen zien, komt het toch daarbij op eene gunstige verhouding tusschen de daarin voorkomende voedingstoffen aan. Niet alleen dus eene grootere hoeveelheid zetmeel of olie alleen, maar ook eiwitstoffen en zouten en wel in de gunstigste verhouding kunnen de kiem tot eene krachtige plant doen ontwikkelen. Daardoor wordt wellicht ook ten deele verklaard, dat onrijpe zaden, ofschoon ontkiembaar, veelal zwakkere planten leveren dan rijpe zaden en dat het zaad in sommige jaren verzameld of in bepaalde streken geteeld, als zaaizaad bijzonder uitmunt. En dat die toestand van invloed schijnt te zijn, moge hieruit blijken, dat sommige zaden dadelijk nadat zij geoogst of uitgevallen zijn, ontkiemen, andere daarentegen eenigen rusttijd noodig hebben. Zaden van Klavers, Koolsoorten en Granen verkeeren in het eerste geval, vele boomzaden, met uitzondering van die der Wilgen, Berken en Iepen — volgens Wichura[1]) verliezen wilgenzaden hun kiemvermogen reeds na 5 à 6 dagen — in het laatste. Ook vele bloemzaden en waarschijnlijk sommige onkruidzaden hebben rust noodig. Voor deze zaden baat het dus niet te trachten ze kort na den oogst door ontkieming en het daaropvolgend onderploegen te vernietigen.

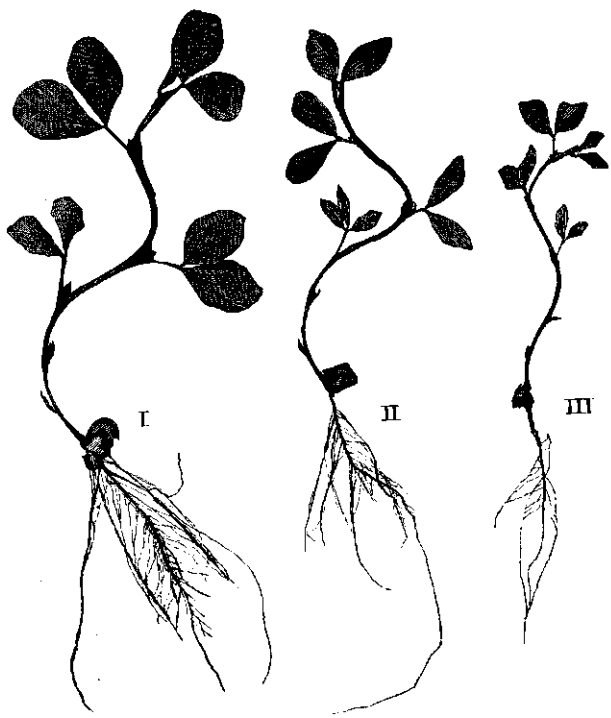


Fig. 66. Paardeboonplanten: I, uit eene geheele boon; II, uit eene even groote boon maar met eene zaadlob; III, uit eene even groote boon maar slechts met 1/4 van de geheele massa der zaadlobben ontwikkeld.

Dat het zaad om te kunnen ontkiemen water noodig heeft, is een zeer algemeen bekend feit. Juist door het droog te houden, gaat men 't ontkiemen dikwijls tegen. Opnemen van water is dan ook het eerste daarbij waar te nemen verschijnsel. De zaadhuid zwelt dan op; de geheele zaadmassa wordt

[1]) Nobbe, *Handbuch der Samenkunde.*

week, en er hebben weldra scheikundige veranderingen met de bestanddeelen plaats. Het opgezogen water is niet alleen noodig om deze tot stand te doen komen (vergel. bl. 109), maar ook om ze te onderhouden en de stofverplaatsing mogelijk te maken.

Zaden, waarbij de ontkieming begonnen is, moeten derhalve vochtig blijven. Eene plotseling invallende droogte kan daarom vooral voor kleine zaden, die reeds ontkiemd zijn, en — gelijk wij later zullen zien, weinig diep ondergebracht mogen worden, — gevaarlijk worden. Ongekiemd kan het zaad, zonder nadeel, eenigen tijd in den grond blijven liggen, maar is de ontkieming eenmaal begonnen en ontbreekt dan de noodige hoeveelheid water, zoo sterft het kiempje meestal. Volgens proeven van Trautphoeus[1]) zijn haver-, maïs-, boonen-, lupinen en erwtenzaden hiervoor zeer gevoelig, tarwe, gerst, raapzaad en wikken iets minder, vooral wanneer het worteltje bij het ontkiemen niet langer dan 1 à 2 mM. geworden en het pluimpje nog niet voor den dag is gekomen. Graan of zaad, dat ontkiemd en daarna gedroogd is, heeft dus als zaaizaad weinig waarde, omdat het zijn kiemvermogen geheel of althans voor een groot deel verloren heeft.

Daar de hoedanigheid der zaden, vooral wat hunne huid betreft, zeer verschillend is; daar vele zaden zooals zij gezaaid worden, gelijk wij weten, bovendien door eene vruchthuid omgeven zijn, valt het niet moeilijk om in te zien, dat de hoeveelheid water, voor de ontkieming noodig, zeer verschillend zijn moet. Schleiden vond, dat die hoeveelheid bij tarwe 25 %, bij haver 31, bij rogge 37, bij koolzaad 46, bij paardeboonen 58, bij wikken 78, bij erwten 85, bij roode klaver 124 en bij 't dederzaad 276 % (?) van het gewicht van 't zaad bedroeg. Weliswaar had ontkieming ook bij opneming van eene geringere hoeveelheid water plaats, maar zij geschiedde dan minder snel en krachtig. In 't algemeen kan men aannemen, dat het zaad bij 't ontkiemen ongeveer evenveel water opneemt, als het, volwassen zijnde, bij het rijpworden verliest.

Het in de aarde gebrachte zaad kan dat water opnemen uit de vochtige lucht, die door de aarddeeltjes ingesloten is, vooral omdat bij de temperatuurwisseling er water aan zijne oppervlakte gecondenseerd wordt. Het is echter meer waarschijnlijk dat de zaadhuid uit den vochtigen bouwgrond water opzuigt. De zaadhuid moet derhalve ook een' grooten invloed op het meer of minder spoedig ontkiemen uitoefenen. Bij sommige zaden is de huid gemakkelijk doordringbaar voor water; deze zwellen, in water gelegd, dus spoedig op en daarbij kan het ontkiemen onder overigens gunstige omstandigheden spoedig beginnen. Soms echter schijnt de zaadhuid geheel ondoordringbaar voor water te zijn. Nobbe vond onder 1000 zaden van roode Klaver, nadat zij bij eene temperatuur van 18°—21° C. 156 dagen in water gelegen hadden, 20 nog niet opgezwollen, en wil aan dit ondoordringbaar zijn der zaadhuid voor water het vooral toegeschreven hebben, dat sommige zaden van Mosterd, van Klaver enz. jaren lang op den bodem van slooten bewaard kunnen blijven, zonder hun kiemvermogen te verliezen. Om zulke zaden te doen ontkiemen raadt Haberlandt aan: kleine zaden met scherp zand te schudden en groote tusschen ver van elkaar geplaatste molensteenen te laten gaan, om de zaadhuid te krassen.

---

[1]) Wollny, *Saat und Pflege der landw. Kulturpflanzen.*

Voldoende toetreding van dampkringslucht of, juister uitgedrukt, van de daarin aanwezige zuurstof, is echter eveneens noodig, wanneer de ontkieming van een zaad plaats zal hebben. Zaden onder water gedompeld of diep in den grond begraven, kiemen ook daarom moeilijk of in het geheel niet. Leidt men echter zuurstof in het water of houdt het reeds van nature dit gas opgelost, dan neemt het zaad dit hieruit op en kan de ontkieming plaats hebben. Proeven hebben overigens ten duidelijkste bewezen, dat in eene omgeving van stikstof of waterstof de ontkieming niet plaats kan hebben. Zuurstof alleen is eveneens nadeelig. In een mengsel van zuurstof en waterstof gaat de ontkieming volgens Dehérain en Landrin echter even goed als in de dampkringslucht. Eenige honderste deelen koolzuur, bij het mengsel gevoegd, waren echter voldoende om de ontkieming te doen ophouden bijna onmiddellijk nadat het worteltje is te voorschijn gekomen. Is de hoeveelheid koolzuur aanzienlijk, dan beginnen de zaden te rotten zonder te ontkiemen. Daar nu, gelijk wij zoo aanstonds zullen zien, bij het ontkiemen zuurstof verbruikt en koolzuur gevormd wordt, moet niet alleen dampkringslucht kunnen toetreden, maar ook de lucht vernieuwd, dat is, het gevormde koolzuur weggevoerd kunnen worden.

De opneming van zuurstof door het zaad staat met de daarin plaatsgrijpende scheikundige veranderingen in het nauwste verband. De in het zaad aanwezige voorraadstoffen voor de voeding der kiem hebben wij reeds hierboven, bl. 169 en volg., leeren kennen. Eiwitstoffen en zetmeel of in plaats van laatstgenoemde stof, olie, zijn daarvan de belangrijkste. Zoodra nu het zaad water opgezogen en bij toetreding van lucht op eene niet te lage temperatuur gehouden wordt, ontdekt men, nadat het worteltje te voorschijn is getreden, dat in een zetmeelhoudend zaad (tarwe, gerst, enz.) uit het zetmeel gom en suiker gevormd zijn. De zetmeelkorrels zijn als 't ware uitgevreten. Het zaad krijgt door de suiker een zoeten smaak.

Ook in een oliezaad hebben dergelijke omzettingen plaats. Volgens Sachs en anderen gaat de olie eerst, althans ten deele, in zetmeel en deze vervolgens in suiker over. De celstof van den celwand lost eveneens op.

De eiwitstoffen ondergaan dergelijke veranderingen, b.v. de in de granen aanwezige kleefstof wordt opgelost en eigenaardige fermenten worden gevormd, die bovengenoemde omzetting van zetmeel in gom en suiker veroorzaken. Vooral in ontkiemende erwten, boonen en andere peulvruchten treft men het vroeger vermelde stikstofhoudende asparagin of andere amiden aan, die blijkbaar uit de eiwitstoffen dezer zaden ontstaan zijn. Met één woord: de in het zaad aanwezige stoffen worden als 't ware opgezogen door de zich tot eene plant ontwikkelende kiem, waaraan na den wortel ook het stengeltje buiten het zaad te voorschijn treedt. Uit eiwit of amiden enz. vormt zich dan in de zoogenaamde groeipunten weder protoplasma en hierin, naar het schijnt, uit suiker eerst weder zetmeel en daarna cellulose voor den wand der cellen.

Wij zien dus dat de voorraadstoffen in het zaad als materiaal gebruikt worden om cellen, vaten enz. te vormen tot opbouwing van het jonge plantje. Langs welke wegen en hoe die stofverplaatsing b.v. van de zaadlobben naar de groeipunten geschiedt, laten wij hier vooreerst in 't midden. Alleen merken wij nog op, dat de aschbestanddeelen van het zaad bij de oplossing en verplaatsing wellicht eene belangrijke rol vervullen. Het moet ons daardoor duidelijk

worden, dat niet alleen een goed zetmeel- of olie- en eiwitgehalte maar ook een goed aschgehalte van belang is voor de ontwikkeling van het kiemplantje [1]).

Welke rol speelt nu de zuurstof bij het ontkiemen? Om deze vraag te beantwoorden, merken wij vooreerst op, dat niet de geheele in 't zaad aanwezige stofmassa in de jonge plant overgaat. Weegt men eenige ontkiemde graankorrels, na ze gedroogd te hebben, dan vindt men het gewicht steeds geringer dan dat van 't droge zaad. Bij gerst werd het gewichtsverlies 20 %, bij boonen 25 à 30, bij hennep zelfs bijna 50 % gevonden. De volgende analyse wijst bovendien de hierboven vermelde stofverandering gedurende de ontkieming ten duidelijkste aan. 22 maïs-korrels ontwikkelden zich in 3 weken tot jonge kiemplanten en ondergingen daarbij de volgende veranderingen in hare enkele bestanddeelen.

	Korrels	Kiemplanten	Verschil.
Droge stof	8.64 gr.	4.53 gr.	— 4.11 gr.
Zetmeel en gom	6.39 „	0.78 „	— 5.61 „
Suiker	0 „	0.95 „	+ 0.95 „
Olie	0.46 „	0.15 „	— 0.31 „
Celstof	0.52 „	1.32 „	+ 0.80 „

Terwijl nu genoemde omzettingen plaats grijpen en zuurstof opgenomen wordt, verbrandt een gedeelte der organische stof. Koolzuur en water worden gevormd. Warmte — bij het laten ontkiemen van gerst zeer goed waar te nemen — wordt vrij. Voor deze gedeeltelijke oxydatie, die niet alleen bij het ontkiemen, maar ook gelijk wij straks zullen vermelden, bij het uitbotten eener knop enz. plaats heeft, en noodig is voor het verrichten van arbeid in de plant, wordt dus zuurstof verbruikt (zie blz. 60) en is toetreding van dampkringslucht noodzakelijk. Bij het ontkiemen van oliezaden wordt bovendien zuurstof verbruikt om de olie in het zuurstofrijkere koolhydraat (zetmeel of suiker) *om te zetten.* (Zie de lijst op bl. 176). Oliezaden behoeven dus bij de ontkieming meer zuurstof en dus onder dezelfde omstandigheden eene ruimere toetreding van dampkringslucht dan de zetmeelhoudende granen en peulvruchten. F. Schulze vond b.v. dat 10 gr. tarwekorrels, die zoo ver kiemden als bij de moutbereiding gebruikelijk is, 0.063 gr. zuurstof verbruikten, terwijl door een gelijk gewicht koolzaad in denzelfden tijd en onder dezelfde omstandigheden 0.19 gr., dat is meer dan 3 maal zoo veel, werd opgenomen. Ook Dehérain en Landrin vonden dat voor vlas en koolzaad, en Detmer dat voor hennep eene 2 à 3 maal grootere hoeveelheid zuurstof noodig is dan voor het ontkiemen der granen. Eene sterke zaadbedekking bij het zaaien werkt daarom ook inzonderheid voor oliezaden nadeelig voor het goed en geregeld opkomen van 't zaad, en afsluiting der lucht is wellicht eene der redenen waarom deze zaden soms zoo lang hun kiemvermogen behouden.

In de vierde plaats is de ontkieming van de temperatuur afhankelijk. Het opnemen van water, en volgens Dehérain en Landrin vooral het opnemen van zuurstof, heeft reeds eene verhooging van de temperatuur van 't zaad tengevolge, in enkele gevallen hoog genoeg om de ontkieming te doen beginnen. Bovendien wordt er — gelijk wij gezien hebben — ten gevolge van de oxy-

[1]) Zie Wollny, *Saat und Pflege*, bl. 148.

datie gedurende de ontkieming warmte vrij. Daardoor kan het verklaard worden, dat, gelijk Uloth waarnam, gerstkorrels in het ijs vastgevroren en in een' kelder met eene luchttemperatuur van 0° gebracht, konden ontkiemen.

Wij moeten dit echter als een bijzonder geval beschouwen. Meestal wordt de warmte, bij het begin of gedurende de ontkieming vrijgekomen, te spoedig aan de omgeving medegedeeld en moet de lucht of de aarde, die het zaad bij het ontkiemen omringt, op eene temperatuur hooger dan 0° zijn, wanneer de ontkieming beginnen en geregeld plaats zal hebben.

De temperatuur, waarbij zulks geschiedt, is niet voor alle planten dezelfde. Zij mag noch te laag, noch te hoog zijn. Voor pronkers en andere tuinboonen, tabak-, augurkenzaad enz. is zij hooger dan bij erwten, granen, vlaszaad enz. Is de temperatuur te laag, dan ondergaat het zaad niet zoo spoedig verandering; bij eene te hooge temperatuur heeft er evenmin ontkieming plaats: het zaad ondergaat dan echter andere veranderingen en verliest dientengevolge meestal zijn kiemvermogen spoedig.

Volgens proeven van Sachs, Haberlandt en anderen, ontkiemen de zaden van de meeste landbouwgewassen nog bij eene temperatuur van ongeveer 5°. Bij 4.75° kwam het worteltje te voorschijn bij witte Mosterd in 2, bij Hennep in 3, bij Dederzaad en Rogge in 4, bij Erwten in 5, bij Tarwe, Gerst, Koolzaad, Wikken en Linzen in 6, bij Haver, Paardeboonen in 7, roode Klaver in 7.5, bij Vlas, Boekweit en Herfstknollen in 8, bij Luzerne en het Eng. Raygras in 10, bij de Suikerbieten eerst in 22 dagen. Boven deze temperatuur en beneden 10.5° ontkiemen nog Maïs, Gierst, Timothygras, Zonnebloemen, Karwij, Wortelen, Esparcette en Snijboonen; tusschen 10.5° en 15.6° beginnen te kiemen de zaden van Tabak en Kalabassen; tusschen 15.°6 en 18.°5 Augurken en Meloenen. 25° en 30° schijnt de temperatuur te zijn, waarbij de zaden het snelst ontkiemen. Tarwe en Rogge b.v., die volgens bovenstaande opgave bij 4.°75 eerst na 4 à 6 dagen begonnen te kiemen, deden dit bij eene temp. van 25° in 32 uur, roode Klaver, Luzerne en Boekweit bij deze temp. in 24, Vlas in 23 uur. — De hoogste temperatuur waarbij geene ontkieming meer plaats had, werd gevonden:

tusschen 25° en 31° bij het Dederzaad en de Koriander.
„ 31 „ 37° „ Tarwe, Rogge, Gerst, Haver, Raygras, Timothygras, Wikken, Paardeboonen, witte Mosterd, Rapen en Koolzaad, Karwij, Wortels, Vlas, Tabak enz.
„ 37.5—44° „ Snijboonen, roode Klaver, Boekweit, Spurrie.
„ 44—50° „ Maïs, Gierst, Hennep, Kalabassen, Augurken en Meloenen.

De laagste en de hoogste temperaturen, waarbij nog ontkieming plaats heeft, liggen dus bij sommige zaden, b.v. Hennepzaad, verder (3°—50°) uiteen dan bij andere b.v. Snijboonen, 10.5°—44°.

Ontkieming bij eene hoogere temperatuur b.v. 30 à 40° is niet voordeelig, omdat dan meer reservestoffen voor de verbranding verbruikt en kleinere kiemplanten verkregen worden.

Onder sommige omstandigheden kan in eene vochtige atmospheer eene

afwisselende temperatuur, b.v. die van dag en nacht, de ontkieming bevorderen, maar dit komt, omdat dan waterdamp op de zaden gecondenseerd en daardoor opgezogen wordt.

De invloed van het licht op de ontkieming is van weinig of geene beteekenis. Wij sluiten weliswaar het zaad, door het met aarde of andere stoffen te bedekken, van het licht af, maar het doel daarvan is niet zoo zeer afsluiting van licht, als wel om het tegen uitdrogen, tegen het wegrooven door vogels enz. te beschermen en wellicht om het indringen van 't worteltje in den grond te bevorderen. Als kiemkrachtig zaad behoorlijk vochtig en op eene behoorlijke temperatuur gehouden wordt, dan heeft de ontkieming meestal even goed plaats, of het zaad al dan niet aan het licht blootgesteld is. Al of niet aanwezigheid van licht heeft nogtans invloed op den vorm en de ontwikkeling van het kiemplantje. Aan het licht blootgesteld, blijft het stengeltje in den regel korter, het worteltje wordt langer. Het eerste wordt spoedig groen en begint voedsel uit den dampkring op te nemen, waardoor het in gewicht toeneemt. Van het licht afgesloten, kan het slechts uit het zaad gevoed worden; het kan eerst dan voedsel uit de lucht opnemen en in gewicht vermeerderen, wanneer het boven den grond verschenen en groen geworden is.

Wanneer wij al het bovenstaande in aanmerking nemen, dat is het duidelijk, dat er met betrekking tot den tijd, voor het ontkiemen noodig, een groot verschil moet bestaan. Nu eens is de grond te droog, om aan het zaad spoedig de noodige hoeveelheid vocht te verschaffen, dan eens de temperatuur te laag, in andere gevallen de toetreding van de dampkringslucht niet ruim genoeg om de ontkieming snel en geregeld te doen plaats hebben. Slechts zelden zal het in de praktijk voorkomen, dat de temperatuur te hoog is. Alleen bij het zaaien van Koolzaad, van Stoppelknollen of van Spurrie in den zomer zou dat mogelijk zijn, maar in dit geval is de grond in den regel te droog om de ontkieming te doen plaats hebben en in drogen toestand kunnen de zaden zeer zeker eene hoogere temperatuur verdragen, alvorens hun kiemvermogen te verliezen. Is de grond vochtig, dan wordt door de verdamping zooveel warmte gebonden, dat de grond slechts zelden en dan maar voor een korten tijd deze temperatuur bereikt. Wanneer men echter bij het beproeven van 't kiemvermogen van zaaizaad kunstmatig de temperatuur verhoogt, zal hierop dienen gelet te worden.

Dat in sommige tijden van het jaar, inzonderheid in het voorjaar, de ontkieming sneller zou plaats hebben, gelijk men wel beweerd heeft, wordt door Nobbe ten sterkste tegengesproken. In alle tijden van 't jaar vond hij dat zulks even snel plaats heeft, wanneer de voorwaarden voor de ontkieming: eene niet te lage temperatuur, vochtigheid en toetreding van lucht, maar vervuld zijn.

De middelen waardoor overigens de ontkieming kan bevorderd worden en de omstandigheden die daarop van invloed kunnen zijn, zullen in de Algemeene Plantenteelt besproken worden. Het spreekt ook wel van zelf, dat slechts bij normaal gevormd zaad de ontkieming een normaal verloop heeft, maar dat gekwetste of op eene andere wijze veranderde zaden òf niet òf niet regelmatig ontkiemen. Zoo ontkiemen Tarwe en Rogge als in Fig. 67 is voorgesteld, Rogge meestal met vier kiemwortels; Gerst en Haver als in Fig. 68, Haver gewoonlijk slechts met drie kiemwortels. Tarwe kan echter ook als in de laatste

Fig. aangewezen ontkiemen en tot eene regelmatige plant opgroeien; maar blijft het halmpje in de korrel vast zitten, als in Fig. 69, gelijk niet zelden plaats heeft als onrijp, ineengeschrompeld zaaizaad genomen wordt, dan is de ontkieming geheel onregelmatig en komt er van het plantje gewoonlijk niet veel terecht.



Fig. 67. Normale ontkieming van eene tarwekorrel, 5 dagen na het uitzaaien. Aan de drie wortels ziet men de wortelharen.



Fig. 68. Normale ontkieming van eene gerstkorrel, 5 dagen na het uitzaaien. De korrel heeft zes kiemwortels, het halmpje doorboort de kroonkafjes iets voor den top.

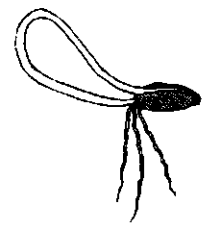


Fig. 69. Onregelmatige ontkieming van tarwe in de melkrijpheid geoogst en buiten de aar in de lucht gedroogd.

b. het uitbotten van knoppen. Wij hebben de ontwikkeling eener nieuwe plant uit zaad eene bijzondere wijze van voortplanting, van vermenigvuldiging genoemd. Inderdaad uit zaad niet alleen, maar ook uit een wortelstok, uit bollen, knollen enz. kan zich eene nieuwe plant ontwikkelen en wel uit de knoppen, die op of in genoemde plantdeelen worden aangetroffen. In vele opzichten komt deze ontwikkeling met die uit zaad overeen. Ook in dit geval toch worden de zich uit deze knoppen ontwikkelende deelen gevoed met stoffen, die vroeger in genoemde organen opgehoopt zijn geworden en die wel niet, gelijk bij het zaad in drogen toestand bewaard worden, maar toch eveneens eenigen tijd in evenwicht, in rust gehouden worden om daarna, evenals bij het ontkiemen van het zaad, te veranderen en door de zich tot stengels, wortels enz. ontwikkelende nieuwe plantdeelen als 't ware te worden opgezogen. Een zeer duidelijk voorbeeld daarvan is reeds vroeger door ons gegeven van het Hoefblad, maar ook bij het uitloopen van vele Grassen, van Klaver, van Koolzaad enz., die des voorjaars uitloopen, of van Mangelwortels, Rapen, Sluitkool of Uien, die wij voor de zaadwinning in het voorjaar uitpoten, heeft hetzelfde plaats; bij al de zoogenaamde overblijvende kruidachtige planten, alsmede in boomen en heesters zijn in bepaalde deelen voorraadstoffen opgehoopt, die bij het uitbotten der knoppen het eerste voedsel verschaffen.

Vochtigheid, eene zekere temperatuur en toetreding van dampkringslucht zijn voor het uitbotten der knoppen op genoemde deelen eveneens noodig. Water is in deze deelen veelal aanwezig en behoeft in den regel slechts, naarmate het verbruikt wordt of uit de ontwikkelende bladeren verdampt, aangevoerd te worden. Dat ook een zekere graad van warmte noodig is, weet ieder die de ontwikkeling van het plantenleven in het voorjaar, als de temperatuur van den bodem en de lucht stijgt, gadeslaat.

Minder waarneembaar is de noodzakelijkheid der toetreding van de zuurstof des dampkrings. Terwijl wij echter hieronder zullen vermelden, dat zonder zuurstof geen plantenleven mogelijk is, willen wij hier eenige feiten aanhalen, die er op wijzen, dat de dampkring ook hier invloed uitoefent.

De natuur zelve wijst die min of meer aan. Waar treft men toch deze met voorraadstoffen opgehoopte plantendeelen aan? Immers even beneden of aan de oppervlakte van den grond, waar de dampkring gemakkelijk toegang kan vinden. Diep in den grond begraven ontkiemen onze aardappels niet en loopt de Kweek enz. niet uit. Niet omdat de temperatuur hier zooveel lager is, niet omdat hier gebrek aan water, maar omdat hier geene genoegzame hoeveelheid zuurstof is. Vele werkzaamheden worden in de plantenteelt dan ook verricht om althans ten deele die toetreding van den dampkring te bevorderen. Of heeft het loseggen eener dichte, met oud gras bezette graszode, en op sommige plaatsen zelfs het opensnijden daarvan met eene mesegge of extirpator, het loseggen of losschoffelen van de harde korst, die het land der wintervruchten bedekt, enz. niet ten deele ten doel den toegang van den dampkring tot de deelen, die moeten uitloopen, te bevorderen?

Men kan hier tegen inbrengen, dat toch ook de wortelstokken van vele moeras- en waterplanten uitloopen, ofschoon zij van den dampkring afgesloten zijn. Wanneer men echter bedenkt, dat ook deze niet diep in den modder der slooten enz. zijn weggedoken, maar zich aan de oppervlakte daarvan bevinden en in het water ook zuurstof opgelost is, dan zal die twijfel spoedig opgeheven zijn.

Dat een goede voorraad van voedingstoffen ook in deze deelen voordeelig zijn moet, dat uit krachtige wortelstokken en wortels kloeke scheuten of planten zich kunnen ontwikkelen, zal wel geen betoog behoeven. Het kaalafweiden van de jonge klavervelden gedurende den herfst of van de graslanden in den winter kan niet anders dan eene slechte ontwikkeling van deze planten in het voorjaar ten gevolge hebben. Dan heeft zich b.v. in den vlak onder den grond verdikten wortel of stengel der Klaver weinig voedsel kunnen ophoopen, dan blijft de Klaver des voorjaars lang sukkelen. Maar, zal men tegenwerpen, Koolzaad in den herfst vroeg gezaaid en welig gegroeid, staat des voorjaars niet zelden slechter dan het Koolzaad, dat later gezaaid is en zich minder sterk heeft ontwikkeld. Wij kunnen daartegen aanvoeren, dat aan alles eene grens is. De praktijk moet naar de gegeven omstandigheden beoordeelen wat het beste is. Die vroeg ontwikkelde planten beginnen houterig te worden en hare bestanddeelen gaan daardoor deels in eene zelfstandigheid over, die niet gemakkelijk weder in andere stoffen kan worden omgezet. Die grootere planten bezitten in hare bladeren als 't ware een overmaat van voedingstoffen, waardoor zij lichter gaan rotten en de geheele plant doen bederven. De gewone Sluitkool is ook eene opeenhooping van voorraadstoffen, die in dezen vorm bewaard, des voorjaars verbruikt kunnen worden om zaad voort te brengen. Door de cultuur zijn hierbij koolen (knoppen) van grooten omvang verkregen. Wil men die 's winters bewaren, dan loopt men groot gevaar, dat ze gaan rotten. Daarom worden de planten, die men ter zaadwinning bestemt, later gepoot. Men bekomt dan weliswaar kleinere koolen, maar deze kunnen beter bewaard worden. Zoo ook met het Koolzaad.

Merkwaardig is ook deze ophooping van voorraadstoffen bij overblijvende planten, die eerst na eenige jaren bloeien, b.v. de *Agave americana*, en in de vruchttakken en knoppen bij vruchtboomen, waaromtrent wij hier echter niet in bijzonderheden kunnen treden.

2. DE VOEDING, DE GROEI EN DE ONTWIKKELING DER PLANTEN.

Wanneer de ontkieming afgeloopen en de voorraadstoffen, ten behoeve van het kiemplantje verbruikt zijn, moet dit, om te blijven groeien, zich op eene andere wijze van voedsel kunnen voorzien, of, om het zoo eens uit te drukken, op eene andere wijze het noodige bouwmateriaal voor zijne verdere ontwikkeling ontvangen, dat tot nog toe door het zaad of een ander plantendeel werd geleverd. Tot nog toe kon er eigenlijk van geene voeding sprake zijn; 't was slechts eene verandering en verplaatsing der stof van het zaad in het plantje. Als deze voorraadstof verbruikt is, moet het kiemplantje voedsel van buiten af opnemen en daaruit geschikt bouwmateriaal bereiden. Wij hebben reeds meermalen opgemerkt, dat het daartoe een wortel of wortels en bladeren bezit, waarmede het stoffen uit den grond en uit de lucht kan opnemen, die de grondstoffen voor dit bouwmaterieel kunnen leveren. De wijze, waarop die voeding in het algemeen geschiedt en de voorwaarden, waaronder zij plaats heeft, welke stoffen de plant al uit den grond en de lucht opneemt enz. zullen wij thans nagaan.

Wij mogen als bekend veronderstellen, dat, behalve een vruchtbare bouwgrond en de dampkringslucht, daartoe noodig zijn: water, licht en eene zekere temperatuur. Om tot de kennis van deze voedingsverschijnselen te geraken, is het echter noodig geweest, het kiemplantje op eene andere wijze te doen groeien dan bij de cultuur in het groot geschiedt.

Teneinde de stoffen te leeren kennen, die de plant noodzakelijk uit den grond moet kunnen opnemen, heeft men twee verschillende methoden gevolgd. De eerste en oudste dezer methoden is die van den vorst Salm-Horstmar, (in Duitschland later vooral door Hellriegel gevolgd). S.-Horstmar plaatste het kiemplantje in koolpoeder, Hellriegel in uitgegloeid en met zuren uitgetrokken zand, stoffen derhalve waarvan men weet, dat zij door de plant niet kunnen worden opgenomen. De voor den groei noodige stoffen of stoffen, waarvan men wil nagaan of zij voor den groei noodig of nuttig zijn, en de vereischte hoeveelheid water worden hieraan toegevoegd. Bij de tweede methode, die vooral door Sachs, Knop en vele anderen is gevolgd, laat men het kiemplantje groeien in eene waterige oplossing van genoemde stoffen. Zeer eenvoudig is b.v. de volgende door Knop aanbevolene oplossing. In 1 liter water lost men op: 1 gr. salpeterzure kalk, $^1/_4$ gr. zure phosphorzure kali, $^1/_4$ gr. gekristalliseerde zwavelzure magnesia en $^1/_4$ gr. chloorkalium of $^1/_4$ gram salpeterzure kali. Hierbij voegt men zooveel, ongeveer 0.02 gr. phosphorzuur ijzeroxyde, dat de vloeistof troebel schijnt. Deze oplossing wordt in eene daartoe geschikte flesch gedaan, die men met donker gekleurd papier beplakt of in een blikken cilinder plaatst om het licht af te sluiten [1]). Tusschen boomwol en een paar stukken kurk geklemd, wordt dan het plantje, dat men vooraf uit het zaad heeft laten ontkiemen, in de oplossing gezet, zoodat het worteltje in de vloeistof reikt. Het verdampende water wordt van tijd tot tijd aangevuld en zoo noodig de oplossing vernieuwd.

Eene menigte proeven zijn met dezen kunstmatigen plantengroei genomen

[1]) De beschutting tegen het licht heeft geen ander doel dan om het groenworden van het glas en der wortels te voorkomen, door de ontwikkeling der groene wieren, waarvan overal sporen aanwezig zijn, tegen te gaan.

en het is gelukt op deze wijze planten te telen, die, wat hare opbrengst en het uiterlijk voorkomen betreft, in geen enkel opzicht verschilden van de in een vruchtbaren bouwgrond gekweekte. Het is daaruit gebleken, dat, behalve hetgeen de plant uit de lucht opneemt, voor den groei van vele onzer landbouwgewassen (Boekweit, Gerst, Rogge enz.) onontbeerlijk zijn: zouten van kali, kalk, magnesia, ijzeroxyd, phosphorzuur, zwavelzuur, salpeterzuur of van eene andere stikstofverbinding b.v. ammonia en chloor of anders, de elementen: kalium, calcium, magnesium, ijzer, phosphorus, zwavel, stikstof en chloor?, in bepaalde verbindingen aanwezig. Genoemde stoffen vormen, gelijk wij weten, zie bl. 113 en 114, de nadere bestanddeelen van de hierboven vermelde zouten der oplossing van Knop. Ontbreekt een der genoemde zouten of beter een zout, waarin een harer nadere bestanddeelen niet aanwezig is, in de oplossing, zoo is de ontwikkeling niet normaal. Bij afwezigheid van ijzeroxyd b.v. worden de planten geel, omdat dit element voor de vorming van het bladgroen noodig is; bij afwezigheid van kali of phosphorzuur blijven zij dwergachtig klein en sterven geheel of gedeeltelijk af.

Omtrent de noodzakelijkheid van chloor is men nog in het onzekere. Wel heeft men normale planten gekweekt, zonder eene chloorverbinding in de oplossing te doen, maar in het zaad is reeds eene kleine hoeveelheid chloor aanwezig, die wellicht voldoende is om de plant haren normalen levensloop te doen volbrengen, en bovendien van den anderen kant opgemerkt, dat wanneer chloorkalium in de oplossing gedaan wordt, dit, althans bij eene boekweitplant, de zaadvorming bevordert. Door ons werd in bovengenoemde Knop-sche oplossing, waaruit chloor was weggelaten, witte Klaver geteeld; slechts een enkel schraal bloempje, dat echter geen zaad voortbracht, kwam er aan te voorschijn. Een ander klaverplantje, dat in dezelfde oplossing onder toevoeging van chloorkalium geplaatst was, bracht eene menigte bloemen met goed zaad voort.

Genoemde verbindingen moet de plant dus uit den bouwgrond kunnen opnemen, hoe, zullen wij hieronder zien. Behalve de stikstof, die bij de verbranding in de lucht ontwijkt, worden hare elementen later in de asch teruggevonden.

Vergelijkt men deze stoffen echter met eene aschanalyse, bl. 182, zoo treft men daarin, behalve de genoemde, nog kiezelzuur en soda aan. Beide stoffen, die steeds in de plantenasch gevonden worden, zijn evenwel, gelijk bovenstaande proeven geleerd hebben, niet volstrekt noodig voor den plantengroei. Schadelijk zijn zij echter, gelijk Nobbe, Schröder en Erdmann gevonden hebben, niet, en het is mogelijk dat in sommige gevallen soda de rol van kali ten deele overneemt. Aan sommige zee- en strandplanten, b.v. de Zeekraal (*Salicornia herbacea*), waarin eene grootere hoeveelheid soda als chloornatrium voorkomt, geeft dit aschbestanddeel het eigenaardige gezwollen voorkomen, zoodat deze planten in eene oplossing zonder chloornatrium geteeld aanzienlijk dunner, in plaats van geelgroen donkergroen van kleur worden en hare doorzichtigheid en het vleezige uitzicht verliezen. En ook het kiezelzuur, dat, gelijk wij weten, zie bl. 183, vooral in de halmen en bladeren van Granen en Grassen gevonden wordt, kan, ofschoon men zeer goed planten in eene waterige oplossing zonder kiezelzuur kan kweeken, bij de teelt in het groot nuttig zijn, omdat door de meerdere hardheid van stengels en bladeren slakken of andere schadelijke dieren geweerd kunnen worden.

Dat de plant behalve de volstrekt noodige ook nog andere verbindingen, b.v. van soda en kiezelzuur, soms ook aluminium- en mangaanverbindingen (sommige boomen en heidestruiken b.v.) opneemt, moet hieraan worden toegeschreven, dat zij wel van het eene meer, van het andere minder, maar niet zoo bepaald, gelijk de dieren, eene keuze uit de haar aangeboden stoffen kan doen. Bevat een grond of eene oplossing b.v. koper- of zinkverbindingen, dan worden ook deze opgenomen en later in de asch teruggevonden. Ook voor haren groei schadelijke stoffen b.v. lithiumzouten, ijzeroxydulezouten enz. neemt de plant op. Zij neemt ook, nu eens eene grootere dan weer eene kleinere hoeveelheid van de noodzakelijke stoffen op al naar de hoeveelheid, die aangeboden wordt of die hare wortels vinden. Zoo werd gevonden, bij kweeking in een kalkrijken kalkgrond en een kalkarmen maar kalirijken kleigrond, in procenten van de asch van

		kalk	kali
Koolzaad	op den kalkgrond	43.60	12.34
	„ „ kaligrond	19.48	25.42
Roode Klaver	„ „ kalkgrond	43.32	9.60
	„ „ kleigrond	29.72	27.20

Eene aschanalyse heeft daarom eene zeer betrekkelijke waarde. Men kan er niet uit opmaken, welke voedingstoffen de plant al behoeft en evenmin hoeveel daarvan voor haren groei noodig is. Vandaar ook het groote verschil dat in de aschanalysen voorkomt.

Hebben deze proeven dus aan het licht gebracht welke elementen door de wortels der plant uit den grond worden opgenomen, zij hebben ook eenig licht verspreid omtrent de functie, die hunne verbindingen in de plant uitoefenen, gelijk wij hierboven reeds vermeldden en omtrent den vorm, dat is de soort van verbindingen, waarin zij deze elementen opnemen. Wat den vorm betreft, kan men in het algemeen zeggen, dat de planten slechts zouten opnemen en dat voor hare normale ontwikkeling deze zouten zich in hun hoogsten graad van oxydatie moeten bevinden, dus de zwavel niet als zwaveligzuurzout of als zwavelmetaal maar als zwavelzuurzout, het ijzer niet als ijzeroxydulezout maar als ijzeroxydzout, eene belangrijke aanwijzing dus, dat door ruime toetreding van lucht in den bouwgrond, deze zouten in hun hoogsten graad van oxydatie ook gebracht moeten worden.

Lijdt de plant gebrek aan eene der genoemde stoffen, dan is dit haar door eene niet normale ontwikkeling uitwendig aan te zien. Over 't geheel blijven de planten bij gebrek aan eene der voedende stoffen tenger en klein en, vormen zich nieuwe bladen, dan geschiedt dit dikwijls ten koste van de onderste die afsterven. Vooral werd dit waargenomen bij gebrek aan kali of kalk, terwijl gebrek aan stikstof of phosphorzuur zich ook verraden door de gele of geelroode kleur die de bladen aannemen. De verschijnselen schijnen echter niet bij alle planten dezelfde te zijn, wat afhankelijk kan zijn van het reservevoedsel dat in de zaden aanwezig is. Zie ook het hoofdstuk over Bemesting.

De bouwgrond levert dus behalve de grondstoffen voor de aschbestanddeelen der plant ook de stikstof, die zij, gelijk wij weten, o. a. voor de vorming van eiwitstoffen noodig heeft en naar het schijnt het best in den vorm van

een salpeterzuur zout opneemt [1]). De vrije stikstof der lucht, ofschoon die ongeveer het $^4/_5$ deel daarvan uitmaakt, dient niet tot plantenvoedsel. Tot voor weinige jaren gold dit als een algemeene regel in de plantenphysiologie, op grond van proeven een 50 jaar geleden door Boussingault en anderen genomen. Hellriegel heeft echter aangetoond, dat Lupinen, Erwten, Klavers en naar het schijnt alle Peulvruchten in uitgegloeid zand zich zeer goed ontwikkelen ook zonder eene stikstofverbinding b.v. een salpeterzuur zout, als slechts de andere zouten aanwezig zijn en het zand besmet is met eene kleine hoeveelheid aftreksel van een grond, waarin Lupinen of eene andere peulvrucht gegroeid zijn. Er vormen zich dan aan de wortels dezer planten kleine knolletjes waarin eene bacil (*Bacillus radicicola*, Beyerinck), die door de besmetting is aangevoerd, in gemeenschap (*symbiose*) met de peulvrucht leeft en waardoor de omzetting van vrije stikstof (alle stikstofverbindingen ook uit de lucht waren bij deze proeven buitengesloten) in gebonden stikstof mogelijk wordt gemaakt en als bestanddeel der plant kan worden opgenomen. Alleen schijnt eene kleine hoeveelheid van een salpeterzuur zout gewenscht te zijn, om de plant het eerste stadium van ontwikkeling, waarin de wortelknolletjes gevormd worden, te doen doorloopen. Van genoemde bacil schijnen verschillende variëteiten of soorten te bestaan, waarvan de eene met deze, eene andere met gene peulvrucht in symbiose leeft. Voor de Peulvruchten dus zeker en volgens Frank, Schlösing en Laurent en Petermann ook voor sommige in den bouwgrond voorkomende lagere organismen (volgens S. en L. vooral *Nortocaceae*, tot de groep der Blauwwieren behoorende), dient derhalve de vrije stikstof der lucht, als afwijking van bovengenoemden algemeenen regel, wel degelijk als plantenvoedsel.

De voornaamste stoffen, waaruit de plant voorts hare verbrandbare bestanddeelen bereidt, zijn koolzuur en water. Het water neemt zij uit den bouwgrond op, het koolzuur hoofdzakelijk uit de lucht. Reeds in het laatst der vorige eeuw sprak Priestley het vermoeden uit, dat de lucht, door de ademhaling der dieren en door de verbranding bedorven, weder geschikt gemaakt werd door de planten om tot ademhaling en verbranding te dienen. Ingenhouss toonde aan, dat de lucht, die door de planten uitgeademd wordt, meer zuurstof bevat dan de dampkringslucht, maar dat zulks alleen het geval is, wanneer de planten aan het zonlicht blootgesteld zijn. Senebier sprak 't eerst het duidelijk uit, dat de planten het opgenomen koolzuur ontleden, de zuurstof (een der elementen van 't koolzuur, zie bl. 61 en 113) weder in den dampkring doen ontwijken, terwijl de koolstof als een harer bestanddeelen achterblijft. Latere onderzoekingen van de Saussure en vooral van Boussingault en anderen hebben dienaangaande nog meer licht verspreid.

Wij vermelden hier slechts enkele resultaten en eene der proeven van

---

[1]) Volgens sommige onderzoekers nemen de planten ook ammoniak en enkele andere stikstofverbindingen uit den grond of zelfs uit de lucht op; maar dienaangaande bestaat nog veel onzekers, althans in hoever deze tot de voeding bijdragen. In de meeste gevallen schijnen de ammoniak en andere stikstofverbindingen, in den vorm van kunstmest in den grond gebracht of daarin uit den stalmest enz. ontstaande, in salpeterzure zouten te worden omgezet en als zoodanig te worden opgenomen. Volgens Brial gaan in afgesneden plantendeelen de nitraten in ammoniak over. Zie ook de noot op blz. 208.

Boussingault, waaruit ten duidelijkste de opneming van het koolzuur blijkt. Hij plaatste b.v. een' tak van een' wijnstok in een' grooten ballon, stelde dien aan het zonlicht bloot, en liet vervolgens langzaam eenen stroom lucht door den ballon gaan. Terwijl nu de dampkringslucht in de omgeving $\frac{4}{10000}$ koolzuur bevatte, werd in de lucht, die door den ballon gestroomd was, slechts $\frac{1}{10000}$ koolzuur gevonden. Blijkbaar was de hoeveelheid koolzuur dus minder geworden. Voorts werd gevonden, dat de ontleding van het koolzuur door de plant geschiedt onder den invloed van het zonlicht, vooral van de gele en de roode stralen; dat zij toeneemt met de sterkte van het licht en in de duisternis geheel ophoudt.

De opneming van de koolstof uit het koolzuur en het weder uitademen van de zuurstof wordt gewoonlijk *assimilatie* geheeten. De omgekeerde werking, opneming van zuurstof en uitademing van koolzuur, gewoonlijk *ademhaling* geheeten, heeft ook plaats en is eveneens voor het leven der plant noodig, maar kan slechts in het duister, als de assimilatie ophoudt, worden waargenomen. In eene atmospheer van enkel koolzuur is dan ook geen plantenleven mogelijk. Het koolzuur dient de plant tot voedsel, de zuurstof tot andere doeleinden, gelijk straks nader zal blijken.

Evenwel alleen de bladgroenhoudende planten nemen koolzuur op. Schimmels, paddestoelen en dergelijke lagere planten, die geen bladgroen bezitten, verkrijgen de koolstof harer koolstofverbindingen uit overblijfselen van andere planten (humus) of voeden zich, gelijk de schimmels der aardappelziekte, het roest op 't graan enz., van de levende plant zelve; zoo ook voor een groot deel het Warkruid (*Cuscutasoorten*) op het Vlas, de Klaver, Luzerne en enkele andere planten, de Bremraap (*Orobanche ramosa*) op de Hennep en andere zoogenaamde woekerplanten. Deze bezitten dan ook meestal geen of weinig bladgroen in hare bladen; bij het Warkruid zijn zelfs bijna geene bladeren te bespeuren [1]).

---

[1]) Volgens Frank (*Pflanzenphysiologie*) nemen ook andere planten humusstoffen op, hetzij direct, hetzij door *symbiose*, dat is samenleven met lagere organismen b.v. schimmels. Genoemde schimmels, die in elken bodem, welke humus bevat, voorkomen, nestelen zich op de wortels der planten en vormen met de fijne haarwortels een eigenaardig orgaan, door Frank *mycorhiza* geheeten. Van hieruit gaan draden in den humus, op sommige plaatsen zijn de draden als het ware met den humus vergroeid; zij nemen voedsel daaruit op en brengen dit in de mycorhiza en vandaar in de wortels der planten over. Merkwaardig is het ook dat b.v. eene beuk met zulke beschimmelde wortels geene wortelharen bezit en beter groeit dan in een' bodem waarin de schimmels gedood of niet aanwezig en de wortels als gewoonlijk van wortelharen voorzien zijn. Hetzij dus zelfstandig (autophaag), hetzij door andere organismen (door symbiose) kunnen verschillende planten zich op deze wijze uit den humus voeden en b.v. verschillende organische stikstofverbindingen, als ureum, urinezuur, hippurzuur, glycocoll, kreatin, asparagin, leucin, tyrosin enz. die in den mest kunnen voorkomen, of daaruit ontstaan, opnemen.

Ook Dehérain, *Annales agronomiques*, 1890, is van oordeel dat er nog eene andere betrekking tusschen den humus en de planten, die in den humushoudenden bodem groeien, bestaat, dan de middellijke werking die men aan den humus of zijne ontledingsproducten meende te moeten toeschrijven (zie hierachter onder Kennis van den Bouwgrond). De zoogenaamde humustheorie van Thaer schijnt dus niet geheel verworpen te kunnen worden.

Brial, *Annales agronomiques*, 1897, heeft door proeven aangetoond dat de plantenwortels ammoniak absorbeeren en dat zij uit humus ammoniak doen ontstaan.

Op het opnemen van koolzuur door de plant, hoe belangrijk ook voor hare productie, behoeven wij niet verder de aandacht te vestigen. De cultuur zelve kan hier slechts in zoover invloed uitoefenen als zij door andere middelen voor flink ontwikkelde planten met goed gevormde bladen zorgt, die elkander niet te veel beschaduwen, om daardoor de assimilatie te bevorderen. Het koolzuur en de zuurstof der lucht zelf zijn „gemeen goed", mochten zij op enkele plaatsen meer door de planten worden weggenomen dan op andere, zoo worden zij toch zeer spoedig, door de eigenaardige bewegingstoestand der gasdeeltjes, zie bl. 61, weder aangevuld.

Geheel anders is het met de elementen, die de plant uit den grond opneemt. Behalve water, dat niet zelden in beperkte hoeveelheid daarin aanwezig is, moet zij daaruit meestal de stikstof voor hare stikstofverbindingen, alsmede de aschbestanddeelen, die noodig of nuttig voor haren groei zijn, verkrijgen. En deze komen in den bouwgrond weliswaar in den regel voor, maar nu eens en wel meestal in geringe hoeveelheden en daarbij veelal in moeilijk oplosbare verbindingen, zoodat slechts zeer geringe hoeveelheden kunnen worden opgenomen, te gering om de planten welig te doen groeien; dan wellicht in te groote hoeveelheden, zoodat de plant niet groeit, gelijk men dit verlangt (te geil wordt b.v.). In andere gevallen kunnen te gelijk schadelijke stoffen worden opgenomen. Dan moet de landbouwer tusschen beide komen, om deels door bemesting, deels door bewerking van den grond te zorgen, dat de planten daarin het noodige voedsel kunnen vinden maar haar geene schadelijke stoffen worden aangeboden. Bij de leer der bemesting en de bewerking van den grond komen wij hierop terug.

Als voedsel voor de bladgroenhoudende planten dienen dus:

	dat zij opnemen	voor het leveren van	ter vorming van
1. Koolzuur	uit den dampkring	koolstof	koolhydraten, organische zuren, vetten en oliën.
2. Water	uit den grond	zuurstof en waterstof	
3. Zouten, waarin *a*) salpeterzuur en misschien ammonia en enkele andere stikstofverbindingen, die in den mest of in de overblijfselen van planten (humus) voorkomen.	uit den grond	stikstof	eiwitstoffen, enz.
b) Zwavelzuur	„	zwavel,	aschbestanddeelen.
c) Phosphorzuur	„	phosphorus,	
d) Kali *e*) Kalk	„	enz.	
f) Magnesia *g*) IJzer	„		
h) Chloor, kiezelzuur en soda?	„		

De van wortelknolletjes voorziene Peulvruchten en sommige Wieren nemen ook de vrije stikstof uit de lucht op voor het vormen van eiwitstoffen enz. bl. 207.

Op welke wijze worden deze stoffen uit den grond opgenomen en hoe worden zij door de plant geleid? Welke veranderingen hebben er in de plant met de opgenomene voedingsstoffen plaats? Waartoe dient de ingeademde zuurstof? Welke krachten oefenen invloed op het groeien uit? Ziedaar vragen, die wij nog moeten trachten te beantwoorden. Wij zullen daartoe nagaan:

a. Het opnemen van water en de voedingstoffen en de beweging van water met de daarin opgeloste stoffen door de plant. Een der eerste vereischten voor den groei der plant is, dat zij water op kan nemen. De levende plant toch bevat niet alleen eene massa water als zoodanig en, naarmate zij groeit, heeft zij eene grootere quantiteit daarvan noodig, maar water is ook plantenvoedsel, inzoover het de waterstof van vele harer bestanddeelen levert. Bovendien, wanneer eene plant hare bladeren ontplooid heeft, verdampt daaruit eene groote hoeveelheid water, — hoeveel zal later worden vermeld — dat noodzakelijk weder vervangen moet worden, zal de plant niet „slap worden". Wij weten immers dat dit bij fellen zonneschijn niet zelden het geval is. Het water uit den grond opgenomen kan dan niet zoo snel worden toegevoerd, als de verdamping geschiedt. Alleen bij het vallen van den avond als de verdamping geringer wordt, krijgt de plant hare gewone gezwollenheid terug, ja niet zelden ziet men dan het water in druppels aan de uiteinden der bladeren verschijnen, aangezien nu meer toegevoerd wordt, dan de verdamping bedraagt.

Het verdampen en 't verbruik van water tot een bestanddeel der plant maken dus nieuwen toevoer noodig, en hebben eene zuiging van water naar de bladeren ten gevolge, die naarmate de verdamping of het verbruik grooter is, toeneemt. Maar ook afgescheiden van de verdamping heeft er eene opstijging van vocht in de plant plaats. Ontneemt men eene plant in den groeitijd hare bladeren en snijdt den stengel tot op eene zekere hoogte af, terwijl de overgebleven stomp op de gewone wijze in den grond bevestigd blijft, dan ziet men na eenigen tijd uit de gemaakte snijvakte water te voorschijn komen, dat bij sommige planten (Wijnstok, Aspergies enz.) dagen kan aanhouden. Bevestigt men eene glazen buis luchtdicht op den stomp, dan stijgt het water hierin tot eene aanzienlijke hoogte.

Het opstijgen van laatstgenoemd water wordt aan den zoogenaamden worteldruk toegeschreven. 't Is namelijk, alsof het uitwendig in de wortels en van uit deze in den stengel geperst wordt. Wij komen hieronder daarop terug. Door de cellen van de worteloppernuid en vooral door die welke zich met het bloote oog als haren vertoonen, opgenomen, verplaatst zich het water door de parenchymcellen der schors naar de vaten (in de naaldboomen naar de met hofstippels voorziene vezels) en stijgt hierin op naar de verschillende deelen der plant. — Eene eenvoudige proef kan ons die beweging door de vaten doen zien. Men plaatse in, met het bekende anilinrood gekleurd, water een min of meer doorschijnend stengeltje, b.v. van eene Erwt. Men ziet dan na eenigen tijd aan de roode kleur der „aderen", dat de vloeistof tot in de vaten der bladeren is opgestegen.

Op welke wijze wordt nu het water uit den vochtigen bouwgrond opgenomen; waardoor wordt die zoogenaamde worteldruk veroorzaakt? Alvorens deze vragen te beantwoorden, merken wij op dat de cellen, ook die der opperhuid van den wortel, gesloten blaasjes vormen. Het water moet dus noodzakelijk door de celwanden heengaan om, zich van cel tot cel verplaatsende, in de vaten te dringen, waarin het natuurlijk meer ongedwongen in de plant kan opstijgen. Dat zulk eene vochtverplaatsing van cel tot cel mogelijk is, kan ons de volgende proef leeren. Eene trechterbuis wordt aan den mond gesloten met eene blaas, door deze er stevig om te spannen en aan vast te binden, en tot op zekere hoogte gevuld met eene suikeroplossing of nog beter met eene oplossing van kopervitriool. Plaatst men nu die buis in een glas met water, zoodat de vloeistof in de buis even hoog staat als het water in 't glas, dan ziet men dat dit na eenigen tijd niet meer het geval is, maar de vloeistof in de buis is gestegen. Er moet dus water door de blaas in de buis zijn gekomen. En omgekeerd, daar het water in 't glas blauw gekleurd is geworden, moet er ook van de blauwe vloeistof hierin zijn overgegaan. Laatstgenoemde hoeveelheid is echter geringer. Vandaar dat de vloeistof in de buis stijgt.

Dergelijke verschijnselen, waaraan men den naam van osmose geeft, hebben er nu ook in de plant plaats.

De wand der cellen of juister het daartegen aangelegen zoogenaamd wandstandig protoplasma, vormt een dergelijk vlies als de blaas in onze proef. In de cellen treft men water aan, waarin verschillende stoffen, o. a. zouten, opgelost zijn. Bevinden zich nu twee cellen in elkanders nabijheid, welks inhoud niet dezelfde oplossing bevat, dan zal dit eene strooming van de eene cel naar de andere en omgekeerd ten gevolge hebben. Maar in de cel, die meer zout bevat, zal meer water overgaan, dan in de cel wier inhoud minder geconcentreerd is. Denken wij ons verder eene opperhuid-cel van een worteltje met den vochtigen bodem of met eene zeer verdunde oplossing van eenig zout in aanraking en de vloeistof, in de cel, meer geconcentreerd dan het bodemvocht of de oplossing. Wat zal dan plaats hebben? Er zal meer water in de cel treden. Om dezelfde reden gaat er water in de daaraangrenzende schorscellen als de inhoud hiervan meer geconcentreerd is en vervolgens in de vaten over. Duizenden ja millioenen celletjes werken aldus op dezelfde wijze samen en veroorzaken alzoo, dat het water met eene betrekkelijk groote kracht in de vaten naar boven geperst wordt.

Door osmose wordt het water dus evenals in de proef, die wij hierboven vermeldden, in de vaten geperst en door gestadigen toevoer meer en meer omhoog gestuwd. De verdere geleiding van het water geschiedt in het houtgedeelte der plant, dat daarvoor zoowel door zijne vaten als andere deelen bijzonder ingericht is. Er is dan ook eene zekere betrekking tusschen de houtontwikkeling en de hoeveelheid water, die uit de plant verdampt. Moeras- en waterplanten b.v., waaruit weinig water verdampt, zijn in het algemeen weinig verhout, boomen enz., waaruit veel water verdampt, in sterke mate.

Maar, zal men vragen, hoe bekomt de plant het water uit den weliswaar vochtigen bodem, maar waarin het toch niet als eene vloeistof is waar te nemen? Om dit te verklaren, herinneren wij aan hetgeen vroeger aangaande

de bevestiging der wortels in den grond gezegd is, zie bl. 142. De fijne wortels en de wortelharen zijn als 't ware met de gronddeeltjes vergroeid. Elk gronddeeltje moet men zich nu met een zeer dun laagje water omgeven denken en de wortelharen hiermede in aanraking (zie hierachter de vochtigheid van den bouwgrond). Is dit laagje door den wortel opgezogen, zoo wordt het langzamerhand weder aangevuld door het water van de naburige aarddeeltjes. Want — en dit zal men zich licht kunnen voorstellen — is de aarde in de nabijheid van het worteltje droger geworden, dan begeeft zich hierheen water van de meer vochtige deelen. Versch verpote planten worden derhalve slap, zelfs in een tamelijk vochtigen bodem, tot zoolang nieuwe wortelharen gevormd en met de gronddeeltjes vergroeid zijn. Hieruit blijkt tevens dat het juist de nieuwere met wortelharen bezette worteltjes zijn, die het water opnemen; de oudere gedeelten der wortels (zie Fig. 13, bl. 142) zijn met eene kurklaag bedekt en doen dit weinig of niet.

Met dit water worden dan ook de overige voor den groei der plant noodige stoffen uit den bodem opgenomen. Zijn deze in het water opgelost, dan zal het na het bovenstaande niet moeilijk zijn te begrijpen, dat zij in de cellen der wortelharen en hieruit in de andere cellen kunnen overgaan, en dat met het water ook de daarin opgeloste stoffen naar de wortelharen zich begeven. De meeste voedingstoffen komen echter, gelijk wij later zullen nagaan, in onopgelosten toestand in den bodem voor. Uiterst kleine hoeveelheden worden daarvan maar door het water opgelost. Zij kunnen dus niet met het water naar de wortels toe gezogen worden, waaruit nogmaals de noodzakelijkheid eener innige vereeniging van de wortelharen met den grond blijkt. Toch kunnen deze in het bodemvocht onopgeloste stoffen door de wortels worden opgenomen. Tengevolge namelijk van de osmotische werking van het celvocht en het bodemvocht, treedt er ook van het eerste in het laatste over. In dat celvocht nu komen zuren voor, o. a. koolzuur, waarin die voedingstoffen oplossen om daarna in de cellen te treden. Onmiddellijk aan de oppervlakte der cellen, daar dus, waar zij met den bodem vergroeid zijn, worden deze stoffen dus wel opgelost en opgezogen, maar zij kunnen zich niet, zooals het water en de daarin oplosbare zouten, naar de wortels toe verplaatsen. Voorbeelden: salpeterzure kalk en zwavelzure kalk zijn in vele bouwgronden voorkomende, oplosbare zouten; deze kunnen dus met het water naar de wortels toevloeien. Daarentegen komen het phosphorzuur, de kali en het ammoniak in den grond veelal in onoplosbare verbindingen voor, die de wortels als het ware moeten opzoeken.

Om deze laatste wortelwerkzaamheid te doen zien, is de volgende proef van Sachs zeer leerzaam. Eene gepolijste marmeren plaat of een glad geslepen stuk osteolith (versteend been), dat veel phosphorzuren kalk bevat, bedekt men met eene laag zand en laat hierin het een of ander zaad kiemen. De wortels bereiken dan weldra de plaat en groeien onmiddellijk hierover heen; na eenige dagen vindt men een beeld der wortels in ruwe lijnen op de plaat geëtst: het zure celvocht, waarmede de celwand bevochtigd is, heeft namelijk op de plaats van aanraking een weinig van den koolzuren of phosphorzuren kalk opgelost.

De planten zijn dus in het opnemen der voedingstoffen beperkt en het zal

duidelijk zijn van welk belang eene groote massa fijne wortels en de daaraan voorkomende haartjes, die in alle richtingen den grond doorkruisen, voor haar moeten wezen. Dat de planten te dezen opzichte verschillend ingericht zijn, is ons vroeger reeds gebleken.

De mycorhiza der beschimmelde wortels (zie noot bl. 208) en de daaruit gaande schimmeldraden schijnen nog bijzondere inrichtingen te zijn om ook uit humus water en voedingsstoffen op te nemen.

Wij zullen later zien (bij den bouwgrond, de bemesting en de vruchtwisseling), in hoever men in de praktijk hiermede rekening dient te houden.

b. Het vormen van nieuwe bestanddeelen uit de opgenomene voedingstoffen (het assimileeren) en de stofwisseling in de plant. De eigenlijke bewerkers van het door de bladeren en de wortels opgenomen voedsel der plant zijn vooreerst de bladgroenkorrels. Zij kunnen beschouwd worden als kleine fabrieken, waarin onder den invloed van licht en warmte dit plantenvoedsel bereid en geschikt gemaakt wordt, om als bestanddeel der plant te worden opgenomen. Zoodra een stengel met zijne aanhangselen, de bladeren, 't zij hij uit zaad, 't zij uit een bol of knol voortgekomen is, boven den grond verschijnt, is het vormen van bladgroen — blijkbaar aan het groenworden dezer deelen — dan ook het eerste waar te nemen verschijnsel. In de meeste gevallen is hij zelfs reeds van bladgroen voorzien, voordat hij zich aan ons oog vertoont.

Beschouwt men nu zulk een van bladgroen voorzien plantendeel, nadat het eenigen tijd, bij eene niet te lage temperatuur, aan 't licht blootgesteld geweest is onder den microscoop, dan ontdekt men in het bladgroen meestal kleine zetmeelkorrels, Fig. 54. In het duister worden deze niet gevormd. Integendeel, wanneer de plant in het duister gezet wordt, of als de nachtelijke duisternis intreedt, verdwijnen de onder den invloed van 't licht gevormde zetmeelkorrels en kunnen nu in de meer binnenwaarts gelegene cellen aangetoond worden. Onder den invloed van 't zonlicht wordt aldus des daags voortdurend zetmeel (of een ander koolhydraat b.v. druivensuiker) gevormd, dat des nachts weder opgelost en in de andere deelen der plant geleid wordt. Daar wij nu het zetmeel (en de andere koolhydraten) kunnen beschouwen als te zijn samengesteld uit koolstof en water, zullen wij eenvoudigheidshalve aannemen, dat het koolzuur ontleed, de koolstof zich met water tot zetmeel (of tot een ander koolhydraat) verbindt en de vrijgewordene zuurstof in den dampkring ontwijkt. Daarmede in overeenstemming zijn de vroeger vermelde proeven van Boussingault en anderen, dat de plant koolzuur uit den dampkring opneemt en zuurstof daaraan afstaat.

En wat heeft er nu — om bij dit eenvoudig voorbeeld van assimilatie vooreerst te blijven — met het in de bladeren gevormde zetmeel plaats? Nemen wij, om ons de zaak meer aanschouwelijk te maken, eene aardappelplant. Wij weten dat deze meestal uit knollen zich ontwikkelde planten eerst gevoed worden van de eiwitstoffen, het zetmeel enz., in die knollen opgehoopt. De knollen kunnen wel in een' donkeren kelder ontkiemen en betrekkelijk lange stengels vormen, maar die stengels assimileeren dan niet; zelfs zijn hunne bladeren evenals die eener woekerplant zeer weinig ontwikkeld. Eerst wanneer de knollen in een' vruchtbaren grond geplaatst worden, ontwikkelen zich uit de stengels bijwortels, voor de voeding uit den grond, en,

aan 't licht blootgesteld met bladgroen voorziene stengels en bladeren, waardoor voedsel uit de lucht kan worden opgenomen. Dan kan de plant blijven groeien en hare stofmassa doen toenemen. Gelijk nu zoo even opgemerkt werd, vormt zich in het bladgroen dier bladen zetmeel. Wordt daarna de plant eenigen tijd in het donker gehouden, dan komt in de bladgroenhoudende cellen der bladeren enz. geen zetmeel meer voor. Onderzoekt men echter de bladsteelen, de schors enz. dan wordt het hierin, nu eens als grootere dan als kleinere korrels aangetroffen. In zijne plaats ontdekt men ook niet zelden suiker, (waarin het, gelijk wij weten, gemakkelijk kan worden omgezet), in deze deelen; maar noch suiker noch zetmeel worden in den regel in deze deelen in aanzienlijke hoeveelheid opgehoopt. Het is hier, deels in suiker omgezet, om het zoo uit te drukken, op weg daarhenen geleid te worden, waar nieuwe cellen zullen ontstaan, om hier verbruikt te worden om deels celstof, deels andere stoffen voor den opbouw der cellen te vormen. Evenals dus bij het ontkiemen uit het, als voorraadstof aanwezige zetmeel, celstof gevormd wordt, heeft dit ook plaats met het zetmeel, dat in de bladeren bereid is. Is de aardappelplant eindelijk zoo ver gewassen, dat zij begint knollen te zetten, dan wordt het zetmeel hierin opgehoopt.

Wij hebben hier een eenvoudig voorbeeld van assimilatie (vorming van bestanddeelen der plant uit het opgenomene voedsel), van verbruik van de opgenomene (geassimileerde) stoffen als bouwmateriaal tot vorming van nieuwe cellen en van ophooping van de gevormde stof als reserve om in een volgend jaar tot vorming eener nieuwe plant te dienen. Op gelijke wijze wordt bij onze graan- en peulvruchten het in de bladeren gevormde zetmeel (of een ander koolhydraat) naar de zaden gevoerd. In de suikerbieten wordt daarentegen rietsuiker, in de dahliabollen en de topinambours inulin opgehoopt, maar ook in deze gevallen is het koolhydraat, dat in deze verbindingen is omgezet, in de bladeren ontstaan.

Meer ingewikkeld is de vorming van andere niet minder belangrijke bestanddeelen der plant, b.v. de eiwitstoffen. Deze ontstaan waarschijnlijk veelal uit de in de bladeren gevormde koolhydraten onder medewerking van de salpeterzure of ammoniakzouten (voor de stikstof) en de zwavelzure zouten (voor de zwavel). Bij de meeste planten treft men de salpeterzure en zwavelzure zouten in verschillende plantdeelen verspreid aan, en waarschijnlijk wordt in dit geval daaruit en uit het aanwezige koolhydraat direct eiwit gevormd; bij andere planten vindt men daarentegen alleen in de wortels salpeter; dan ontstaan waarschijnlijk eerst amidachtige lichamen, die zich in de andere deelen der plant verspreiden en hier in eiwit worden omgezet; in planten die symbiotisch door schimmels met humusstikstof gevoed worden (bl. 206) treft men in het geheel geen salpeterzuur aan, ook dan ontstaan waarschijnlijk eerst amidachtige lichamen. Hoe de vrije stikstof in organische verbindingen wordt opgenomen, bl. 207, is nog onbekend.

De andere uit den bodem opgenomene zouten dienen weder tot vorming van andere stoffen, de ijzeroxydzouten b.v. tot vorming van het ijzerhoudende bladgroen; de kalizouten en phosphaten schijnen vooral naast of met de eiwitstoffen werkzaam te zijn bij de vorming van het protoplasma of tot verplaatsing van de gevormde stoffen als koolhydraten en eiwit. Vergelijk bl. 182.

De opgenomen zouten zelve worden daarbij dikwijls ontleed en andere inzonderheid zouten van organische zuren gevormd. Wordt b.v. zwavelzure en salpeterzure kalk door de plant opgenomen en wordt de daarin voorkomende zwavel en stikstof verbruikt tot vorming van eiwit, dan schijnt het tevens gevormde oxaalzuur te dienen om de basis kalk van de evengenoemde zouten vast te leggen. Zoo althans laat zich de aanwezigheid van de onoplosbare en gekristalliseerde oxaalzuur kalk in de cellen van vele plantendeelen, vooral van de bladeren, verklaren.

Uit een en ander volgt dus dat uit het opgenomen voedsel verschillende verbindingen ontstaan, die weder in andere verbindingen omgezet worden, dat er eene gedurige stofwisseling en verplaatsing van stoffen in de planten plaats heeft. Voor deze omzettingen, voor die stofwisseling is toetreding van zuurstof een even noodzakelijk vereischte, als bij de ontkieming, het uitbotten enz. Gelijk er dàn een gedeelte van de voorraadstof verbrandt en er koolzuur uitgeademd wordt, heeft dit ook plaats, wanneer uit de geassimileerde stoffen andere gevormd worden. Gelijk er dàn warmte vrij wordt, heeft dit ook plaats bij de omzettingen gedurende den groei der plant. Vooral bij het ontplooien van sommige bloemen (Aronskelken b.v.) is die warmteontwikkeling aan het stijgen van een daarin geplaatsten thermometer zeer goed waar te nemen [1]).

Uit het bovenstaande volgt verder, dat aangezien de verbindingen in bepaalde gedeelten der plant, b.v. in de bladeren ontstaan en in andere gedeelten verbruikt of opgehoopt worden, zij zich in de plant moeten bewegen, en dat de richting dier beweging van beide plaatsen afhankelijk moet zijn. Van de bladeren bewegen zij zich dus overal daarhenen, waar nieuwe cellen gevormd worden of de bestaande in grootte toenemen, dus naar de groeipunten van stengels en wortels en naar de cambiumlaag, waaruit hout en bast gevormd worden, enz. Daar de bladeren gewoonlijk de buitenste en bovenste gedeelten eens stengels vormen, kan men inzoover van een' dalenden vochtstroom spreken, in tegenstelling met den stroom van vocht, die van de wortels naar de bladeren gaat. Niet alle geassimileerde verbindingen ontstaan echter in de bladen en daarom dient de leer van een' dalenden vochtstroom niet te streng opgevat te worden. Bovendien gaat het vocht, waarin het geassimileerde voedsel, waar dan ook gevormd, opgelost is, deels naar beneden, deels naar boven, al naar de ontwikkeling der plant dat vereischt. In den tijd der zaadvorming is de stroom van voedingsvocht hoofdzakelijk naar de vrucht gericht. Dan gaan de stoffen, tot nog toe in de stengels en bladeren verspreid, in het zaad over. Zelfs het bladgroen verdwijnt ten slotte uit de bladeren; deze verliezen daardoor hunne groene kleur; zijne bestanddeelen, in andere ver-

---

1) Wij mogen aannemen, dat het zuurstofverbruik voor die oxydatie, evenals in het dierlijk lichaam of wil men in eene stoommachine, met het verrichten van arbeid door de plant in verband staat. Dat de vorming van koolzuur in de plant niet altijd een oxydatieproces is, blijkt hieruit dat een plantendeel, zoolang het in leven is, ook in eene atmospheer, die vrij van zuurstof is, b.v. in stikstof of waterstof, koolzuur uitademt. Men noemt dit *intermoleculaire ademhaling*, omdat dit koolzuur ontstaat door splitsing b.v. van druivensuiker, waarbij dan tevens een weinig alcohol ontstaat.

bindingen omgezet, hoopen zich insgelijks in het zaad op. Als de zaadvorming begint, houdt de ontwikkeling van wortels, stengels en bladeren meestal op, tenzij men door de cultuur aan den groei der plant eene richting geeft, waarbij eene groote stengel- en bladmassa voortgebracht wordt (bij de bemesting met veel stikstofhoudenden mest, verschen stalmest b.v.) of wanneer door ongewone omstandigheden de beweging der geassimileerde stoffen eene andere richting neemt (het doorwassen van sterk gelegerd koren b.v.). Met dit ophouden van stoftoevoer en dus ook van de ontwikkeling der wortels is ook in overeenstemming de waarneming, dat dan geene minerale bestanddeelen meer uit den grond worden opgenomen, bl. 183. Het opnemen daarvan staat toch in onmiddellijk verband met den groei der wortels. Deze schuiven langzamerhand in den grond vooruit, de wortelharen vergroeien met den bodem. Zijn deze eenigen tijd werkzaam geweest tot het opnemen van voedsel, dan sterven zij af: de wortel is dan met eene kurklaag bedekt (vergelijk Fig. 11 en 13). Worden nu geene stoffen meer naar de wortels gevoerd, kan kunnen geene nieuwe wortelharen meer worden gevormd en kan de plant geene aschbestanddeelen meer opnemen.

Bij de overblijvende planten is in den herfst de stroom van het geassimileerde voedsel naar die deelen gericht, waarin dit bewaard wordt: bij de Aardappels dus naar de knollen, bij de Mangel- en Suikerbieten naar den wortel, bij de boomen naar het merg, bij de Grassen (Kweek, Beemdgras enz.) en meer andere planten, die met een wortelstok overblijven, naar den wortelstok of naar den uitstoelingsknoop. Als in den herfst de koudere dagen komen, dan houdt het assimileeren niet alleen op, maar het geassimileerde met bladgroen en al gaat in genoemde deelen over. Dan vallen de bladeren af, dan „kruipt het gras in den grond", dat is de bladeren worden slap, hun voedingsvocht gaat in de onderaardsche deelen over. Merkwaardig is ook de ophooping van het geassimileerde bij die overblijvende planten, welke niet alle jaren bloeien en vruchten voortbrengen of dit slechts na verloop van een zeker aantal jaren doen, b.v. de zoogenaamde honderdjarige Aloë (*Agave americana*) en bij onze vruchtboomen. De Agave heeft verscheidene jaren noodig om in zijne vleezige bladen genoeg voedsel te verzamelen en dat eindelijk tot ontwikkeling van zijn eenige meters hoogen bloemstengel en zijne talrijke bloemen te gebruiken. Bij onze vruchtboomen heeft niet minder zulk eene ophooping in het vruchthout plaats. Dit moet noodzakelijk eerst goed ontwikkeld zijn, alvorens het vruchten kan voortbrengen. Bij Perziken, Abrikozen enz. sterft zulk een vruchttak, nadat hij „gedragen" heeft, af. Het daarin opgehoopte voedsel is dan verbruikt; hij kan weggesnoeid worden om plaats te maken voor een anderen tak, „het vervangingshout", waarin in hetzelfde jaar, waarin de vruchttak gedragen heeft, voor de vruchtvorming dienende stoffen opgehoopt zijn.

De wegen, langs welke de door de plant geassimileerde voedingstoffen zich naar de verbruiksplaatsen begeven, zijn wat de koolhydraten en het vet aangaat, het parenchymweefsel van de schors en het merg. Voor het vervoer der eiwitstoffen dienen daarentegen hoofdzakelijk de zeefvaten der bast en de melksapvaten. Dat ook hier de verplaatsing meestal slechts in opgelosten toestand plaats heeft, is duidelijk, daar zij veelal slechts van cel tot cel geschiedt.

De oorzaak dezer sapbeweging moet dan ook deels in de vroeger vermelde osmose, deels in de verschillende spanning, waarin de onderscheidene cellen en weefsels zich bevinden, gezocht worden. Om dezelfde reden als er eene uitwisseling van vocht plaats heeft tusschen dat van den bodem en de cellen der wortelharen en tusschen deze en de aangrenzende cellen, heeft er ook overgang van vocht plaats van de eene cel in de andere in het parenchymweefsel van het merg, wanneer deze niet dezelfde oplossing bevatten. Veel draagt tot dezen vochtstroom bij het verbruik van het voedingsvocht zelf en de ophooping zijner bestanddeelen in de zaden enz. Wordt toch in een zich ontwikkelend zaadje uit de opgeloste suiker zetmeel of olie of celstof gevormd, dan wordt daardoor, wijl deze onoplosbaar worden, het evenwicht tusschen den oplosbaren inhoud der cellen verbroken. Uit de naburige cellen, die nu meer suiker in oplossing bevatten, gaat deze in het zaad over. Daardoor wordt ook het sap van laatstgenoemde cellen verdund; uit de hieraan grenzende cellen wordt echter weder suiker toegevoerd enz. Het verbruik van het voedingsvocht of de ophooping zijner bestanddeelen heeft dus eene beweging van het vocht in de richting van dat verbruik en die ophooping ten gevolge.

Het verschil in spanning of druk, waarin of waaronder de onderscheidene cellen en weefsels zich bevinden, is mede eene oorzaak der beweging van het voedingsvocht. De opperhuid en de kurklagen eens stengels b.v., die een min of meer veerkrachtigen band rondom de daaronder gelegene parenchymcellen, zeefvaten en melksapvaten vormen, persen het vocht als het ware uit de cellen dezer deelen daar henen, waar eene geringere spanning is, dat is vooral naar de groeipunten van wortels en stengels, wier weeke bekleeding nog niet dien druk vermag uit te oefenen. Wij behoeven de bloemsteel eener Paardebloem of de stengel eener Melkdistel slechts door te breken om het witte melksap uit deze deelen te zien vloeien: een bewijs dus, dat het onder eene zekere drukking staat. De boomkweekers maken overlangsche insnijdingen in de schors aan die zijde eens taks, waar zij de vorming eener knop in de hand willen werken. Zij verminderen daardoor de spanning in dit deel en bevorderen zoodoende hierheen eene strooming van het voedingsvocht. Zeer waarschijnlijk heeft „het rollen" van een welig gewas en het knikken van de stengels bij 't legeren der granen om eene dergelijke reden eene wijziging in de richting van het voedingsvocht ten gevolge (Doorwassen).

Met de eiwitstoffen en de koolhydraten worden ook de phosphorzure zouten en de kalizouten in de plant verplaatst en werken tot dit vervoer wellicht mede. Zie bl. 182. Dehérain brengt het verplaatsen van de eiwitstoffen en de koolhydraten uit de benedenste deelen in de bovenste en van daar in het zaad in verband met de verdamping. Volgens proeven, door hem genomen, verdampt er uit de onderste, oudere bladen minder water dan uit de bovenste. Als nu ten tijde van het vormen der zaadkorrels en vooral tegen het rijpworden, het opnemen van water uit den bodem geringer wordt, en eindelijk geheel ophoudt, verplaatst zich volgens hem het water en daarmede de daarin opgeloste stoffen uit de onderste deelen naar de bovenste. Helder, droog weer werkt daarom de ontwikkeling van het zaad zeer in de hand, want dan verdampt er meer water uit de bladeren, vooreerst omdat de luchtruimte het sneller opneemt en ten tweede omdat bij eene heldere lucht de planten meer

licht ontvangen en volgens proeven, door hem genomen, het licht de verdamping bevordert. Vochtig weer en eene betrokkene lucht zijn daarentegen nadeelig voor de zaadvorming en het rijpworden der zaden, omdat het vervoer van stoffen uit de onderste naar de bovenste bladen en verder naar de vrucht dan in geringere mate plaats heeft. Warmte oefent hier, volgens Dehérain, minder invloed uit, omdat de verdamping door de bladen minder van de temperatuur dan van het licht afhankelijk is. Daarmede in overeenstemming is het bekende gezegde, dat „een noordenwind zwaar koren geeft", of zooals men in Bourgogne zegt „que la bise est la mère nourricière des côteaux", dat is de noordenwind is de minnemoeder der wijnbergen. Want een noordenwind geeft in den zomer, zie bl. 105, helder, droog weer. Veel droogte en eene heldere lucht vóór of kort na den bloeitijd, als de planten nog voedsel opnemen en assimileeren, is schadelijk, want dan heeft die stofverplaatsing te snel plaats (het te vroeg beloopen van 't graan). Voor den grasgroei daarentegen is warmte en vochtigheid zeer dienstig; want dan wordt eene grootere bladmassa gevormd en schiet het gras niet zoo spoedig in 't zaad.

c. Invloed van licht en warmte op den plantengroei. De invloed van het licht op den groei der plant is ons niet alleen zoo aanstonds maar ook reeds vroeger gebleken. Immers is reeds door ons opgemerkt, dat voor 't vormen van bladgroen en de ontleding van 't koolzuur en de daarmede gepaard gaande vorming van verbindingen, b.v. zetmeel, het licht een noodzakelijk vereischte is. Voor de vorming van het laatste schijnt echter sterker licht noodig te zijn dan voor die van het eerste. Want planten, b.v. boonen, die men in het zwakke licht eener kamer groen zag worden, vormden nog geen zetmeel in haar bladgroen; zij deden dit wel, toen ze voor 't venster waren geplaatst en gedurende een gedeelte van den dag direct het licht der zon ontvingen, en veel meer toen zij buiten meer van alle kanten door de zon werden beschenen. Ook op de ontwikkeling van de verschillende organen oefent het licht invloed uit. Planten, in de schaduw gegroeid, blijven niet alleen bleeker, maar wassen ook meer in de lengte, dan de planten, aan het zonlicht blootgesteld. Hare stengels en bladeren, — welke laatste niet zelden veel kleiner blijven, — worden minder stevig (blijven malscher). In dergelijke planten worden de celwanden minder verdikt en minder verhout; juist daarom zijn deze planten minder stevig en gaan spoedig legeren. Daarop oefent echter ook de door den schaduw vertraagde verdamping invloed uit, bl. 217. Gebrek aan licht werkt derhalve op de meeste cultuurgewassen schadelijk. Echter schijnt de bijzondere aard der planten te dezen opzichte ook van invloed te zijn. Planten, die aan schaduw gewoon zijn, sommige onkruiden b.v. en vele boschplanten, gaan te gronde, wanneer zij op het open veld geplaatst worden.

Als een gevolg van den invloed van 't licht op den plantengroei moet ook het zoogenaamde heliotropisme of zontrekkend vermogen beschouwd worden. Daaronder verstaat men de eigenschap of het vermogen van plantendeelen om zich naar de zon toe (positief heliotropisme) of soms van de zon af te buigen (negatief heliotropisme). Tengevolge van den minder of meer sterken lengtegroei van die cellen, welke naar de zon toegekeerd zijn, buigt zich namelijk b.v. de stengel òf naar deze òf naar gene zijde. Daar de van de zon afgewende zijde des stengels minder licht ontvangt dan de naar de zon toegekeerde en

de cellen aan gene zijde in den regel dus meer in de lengte groeien (zie hierboven), heeft dit eene kromming van den stengel naar de zon toe ten gevolge. Daarbij werken echter ook nog inwendige oorzaken mede. Bladeren b.v. die aan hun eene zijde veel bladgroen bevatten, ziet men bij eenzijdige belichting met die zijde naar het licht toe krommen.

Dat ook de warmte invloed uitoefent op den plantengroei, is van algemeene bekendheid. In 't algemeen geldt dienaangaande de volgende wet: Elke levensverrichting heeft slechts plaats, wanneer de plant of eenig plantendeel een' zekeren graad boven het vriespunt van het plantensap gestegen is; zij houdt op bij eene bepaalde temperatuur boven het vriespunt, die bij de meeste planten tusschen 40 en 50 graden C. gelegen is. Ofschoon men dus mag aannemen, dat de levensverrichtingen bij temperaturen tusschen 0 en 50° plaats hebben, is van den invloed der warmte op de levensverrichtingen in bijzonderheden nog weinig bekend. Welken invloed de temperatuur op het ontkiemen uitoefent, is hierboven reeds medegedeeld. Voor de voeding der plant, dat is dus voor het opnemen van de bestanddeelen uit den grond en uit de lucht en voor het verwerken dezer stoffen schijnt eene hoogere temperatuur noodig te zijn als voor het ontkiemen. Zoo heeft men gevonden, dat van verder ontwikkelde planten de wortels van Tarwe en Lupinen ophouden te groeien bij 7.5°, die van Erwten bij 6.8, van Maïs bij 9.6° C. Heeft dus het ontkiemen bij eene lage temperatuur plaats gehad en stijgt deze niet, dan blijft het kiemplantje allicht in zijne ontwikkeling stilstaan. Soms schijnt die te lage temperatuur, wanneer zij niet te lang duurt, geene schadelijke gevolgen te hebben, in andere gevallen wel.

Het groenworden der bladgroenkorrels heeft bij Maïs, Koolzaad en Tuinboonen eerst boven 6° plaats; het uitstoelen der Granen houdt bij 8.8° C. op. Door te lage temperatuur wordt het Koolzaad 's winters rood, de Boerenkool niet zelden wit van kleur.

De bijzondere aard der planten is hier natuurlijk ook van invloed. Rogge ziet men b.v. 's winters nog groeien en eene groenere kleur houden, als vele andere planten daarmede hebben opgehouden en min of meer geel zijn geworden. Planten in een koud klimaat, b.v. de in de nabijheid der eeuwige sneeuw groeiende Alpenplanten, schijnen eerst bij 0°, die in warme landen daarentegen reeds tusschen 10 en 15° C. de grens van haren groei bereikt te hebben.

Evenals het ontkiemen bij eene zekere temperatuur het snelst geschiedt, zoo is er ook eene temperatuur waarbij de planten het snelst groeien. Men heeft b.v. gevonden dat de kiemwortels van Erwten het snelst groeien bij 26.°6, die van witte Mosterd en Vlas bij 27°, van Maïs bij 33.5° en van Komkommers bij 37.°2 C.

Het snelle groeien bij die temperaturen is echter voor de planten geenszins altijd gunstig, daar de groei dan een geheel ander karakter krijgt. Terwijl b.v. het graan bij eene constante temperatuur van 10° C. weliswaar langzaam groeit, vormen zich dan sterke wortels, krachtige dikke halmen en betrekkelijk korte maar breede bladen. Daarentegen worden als bij eene hoogere temperatuur het groeien zoo snel mogelijk geschiedt, steeds dunnere wortels gevormd, dunnere en spichtiger halmen, lagere en smallere bladen; bij 30.5 C. reeds zien de wortels er uit als viltachtige draden. Zie ook bl. 198.

Ook de ademhaling der planten, dat is het opnemen van zuurstof en de daarmede gepaard gaande stofwisseling in de plant, wordt door de temperatuur bevorderd. Volgens Dehérain en Moisson is de verbranding in de plant dan meer volkomen: er wordt meer koolzuur gevormd, dat uitgeademd wordt, terwijl bij eene lagere temperatuur verbindingen, die minder zuurstof bevatten, als wijnsteenzuur, appelzuur enz. ontstaan, welke in de plant achterblijven. Vandaar dat de druiven in een kouder klimaat geteeld, meer zuur bevatten, dan die der zuidelijke landen, bl. 59 [1]).

Het zoetworden der aardappelen bij eene lage temperatuur, wanneer, zooals men 't noemt, de vorst er over gaat zonder dat zij eigenlijk bevriezen, laat zich mede op deze wijze verklaren. Des winters wordt namelijk in een aardappelknol een weinig zetmeel in suiker omgezet, die echter onder gewone omstandigheden door de ademhaling, bl. 215 steeds verbruikt wordt. Bij eene lagere temperatuur vermindert echter de ademhaling, terwijl de suikervorming voortgaat of met andere woorden het verbruik der suiker houdt dan geen gelijken tred met de vorming daarvan. Vandaar dat de aardappels zoet worden. Brengt men ze in eene ruimte waar de temperatuur boven 10° C. is, dan neemt de ademhaling toe, wordt alzoo meer suiker verbruikt en verdwijnt de zoete smaak.

Hoe hooger temperatuur, des te sneller zijn de levensverrichtingen afgeloopen, des te korter duurt dus het leven der plant. Volgens deze wet zal dus Rogge, in Zeeland geteeld, een anderen groeitijd moeten hebben dan b.v. de in Limburg geteelde, die in Groningen en Friesland een anderen dan die in Noord-Holland. Vergel. bl. 72. Om te dezen opzichte tot eene vergelijking te komen, vermenigvuldigde Boussingault het aantal groeidagen met de gemiddelde temperatuur der plaats in den groeitijd, en vond nu voor Tarwe te

	groeidagen	Gem. temp.	Product.
Elsass	137	15° C.	2055
Parijs	160	13°.4	2146
Kingston	122	17.2	2198.

Dergelijke berekeningen hebben ook Hoffmann, Krutzsch en anderen gemaakt. Daar het groeien echter niet slechts van de warmte, maar ook van het licht, de vochtigheid enz. afhankelijk is, hebben deze getallen slechts eene betrekkelijke waarde. Bovendien is niet alleen de temperatuur der lucht, maar ook die van den bodem hier van invloed. Uit den bodem moeten de planten o. a. water opnemen. En ook dit begint eerst bij eene bepaalde temperatuur. Boomen met diepgaande wortels (Eiken b.v.) ontwikkelen zich daarom des voorjaars later dan boomen, wier wortels minder diep gaan, b.v. Beuken, omdat de diepere grondlagen kouder zijn. In den herfst blijven om dezelfde reden eerstgenoemde planten langer groeien, daar de onderste lagen dan warmer zijn. Vergl. bl. 76. Door den grond rondom de boomen met stroo enz. te bedekken en dezen daardoor langer koud te houden, gaat men in Pruisisch-Lithauen de

---

[1]) In warme zomers krijgen de ooftvruchten ook meer geur (aroma). Bij de intermoleculaire ademhaling, zie noot bl. 215, die dan sterker is, wordt uit suiker een weinig alcohol en koolzuur gevormd, welke alcohol met de organische zuren samengestelde aethers vormt, die den geur veroorzaken.

ontwikkeling der kerseboomen tegen, wier bloei bij eene te vroege ontwikkeling gevaar loopt door de nachtvorsten vernield te worden.

Als de luchttemperatuur aanmerkelijk hooger is dan die van den bodem, heeft dit voor sommige planten niet zelden den dood ten gevolge. Jonge tabaks- en komkommerplanten heeft men in een vochtigen bodem slap zien worden, als de temperatuur van den grond 3 à 5° C. bedroeg, omdat het water, dat uit de bladen verdampte, niet werd aangevuld. Ook het sterven van jonge denneboompjes in het voorjaar kan daaraan worden toegeschreven. Daarmede in verband staat ook het geelworden der granen, 't welk in het voorjaar niet zelden waargenomen wordt, aangezien de wortels dieper in den grond dringende, steeds koudere lagen ontmoeten.

Eene temperatuur, hooger dan 40 à 50° C., is in het algemeen doodelijk voor de planten. De meerdere of mindere waterrijkheid schijnt echter daarbij ook van invloed te zijn; droge zaden toch kunnen veel meer verhit worden, zonder hun kiemvermogen te verliezen, dan vochtige. Hetzelfde geldt voor lage temperaturen. Knoppen b.v., waarin het voorjaarsvocht nog niet is opgestegen, vriezen minder spoedig dood dan knoppen, die op het punt staan zich te ontwikkelen. Droge zaden kunnen ver beneden het vriespunt afgekoeld worden — men heeft ze zelfs tot —80° C. afgekoeld — zonder dat zij hun kiemvermogen verliezen, vochtige zaden niet.

Uitgezonderd boomen en heesters en de planten, die met een wortelstok in den grond overblijven, kunnen betrekkelijk slechts weinig zichtbaarbloeiende planten eene temperatuur beneden 0° C. verdragen en vriezen dus 's winters meestal dood. Of die dood een gevolg is enkel van de koude is niet met zekerheid bekend, omdat het nog niet gelukt is eene plant door sterke afkoeling werkelijk te dooden. Zeker is het, dat vele planten of plantendeelen niet door het bevriezen, maar door de wijze, waarop zij ontdooien, sterven. Het in de bevrozen plant gevormde ijs bevindt zich namelijk niet in de cellen maar in de intercellulaire ruimten. Geschiedt nu het ontdooien langzaam, dan schijnen de cellen weder vocht op te kunnen nemen en zich te herstellen, maar heeft het ontdooien plotseling plaats, dan worden de weefsels stuk gescheurd, de planten worden slap en sterven. Men kan zich hiervan gemakkelijk overtuigen door b.v. bevrozen koolplanten langzaam en plotseling te laten ontdooien. Ook door het zoogenaamde opvriezen van den grond kunnen jonge graanplantjes sterven, waarover later.

Naast warmte en licht oefent ook de zwaartekracht invloed op den plantengroei uit. Zij veroorzaakt onder anderen, dat de stengel eener plant meestal naarboven en de wortel naarbeneden groeit. Hoe de zwaartekracht daarbij werkt, is echter niet met zekerheid bekend. Plaatst men een' stengel horizontaal, dan kan men zich voorstellen, dat de onderzijde onder den invloed der zwaartekracht zich sterker ontwikkelt dan de bovenzijde en hij zich daardoor naarboven kromt; dat bij een wortel juist het omgekeerde het geval is, en deze zich naar beneden buigt; maar de reden waarom de stengel zich dan aan den onderkant en de wortel aan den bovenkant het meest ontwikkelt, weet men niet met zekerheid.

Dat intusschen bij het oprichten van een stengel verschil in groei plaats heeft, kan men duidelijk waarnemen bij een omgebogen of omgevallen graan-

halm. Steeds geschiedt dit oprichten bij een bladknoop, Fig. 69, dat is het groeipunt van een blad en, gelijk ook de fig. aanwijst, ziet men duidelijk dat de onderzijde der knoop meer gekromd is dan de bovenzijde. Zie ook bl. 219.

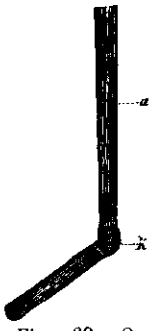


Fig. 69. Oprichting van een halm *a* bij de bladknoop *k*.

Wij hebben hiermede de voornaamste groeiverschijnselen der planten afgehandeld. Bij die behandeling hebben we vooral onze landbouwgewassen op het oog gehad en enkele malen er op gewezen, hoe door de teelt, dat is door de opzettelijke leiding van den mensch, die groei gewijzigd wordt. Wij zouden thans die voeding nog in verband met de cultuur moeten beschouwen. Menig landbouwer zal, na het bovenstaande gelezen te hebben, ook de opmerking maken: al die groeiverschijnselen zijn zeer interessant, maar zij zijn grootendeels onafhankelijk van onzen wil. Ik moet als landbouwer weten, hoe mijn grond en mijne planten te behandelen, om daarvan de grootst mogelijke opbrengst te verkrijgen overeenkomstig het doel, dat ik mij met hare teelt voorstel. De landbouwwetenschap moet mij zulks aanwijzen. Deze opmerking zou ten deele juist zijn. Het spreekt toch van zelf, dat aangezien de ontwikkeling afhankelijk is van de voeding, deze gewijzigd moet worden naar het doel waartoe de landbouwer zijne planten teelt, dat is naar de wijze hoe hij ze wil laten ontwikkelen. Evenals hij zijn mestvee ander voedsel geeft dan zijn melkvee en zijne paarden anders voedt dan de varkens, zoo heeft ook een gras- of klaverveld andere eischen dan een tarweveld, niet alleen omdat wij hier met de voeding van verschillende planten te doen hebben, maar ook omdat in het eerste geval eene groote stengel- en bladmassa en in het tweede geval inzonderheid zaad voortgebracht zal worden. Maar gelijk de voeding van het vee, wat de hoofdzaak aangaat, op dezelfde wijze geschiedt en er slechts verschil gemaakt wordt in de hoeveelheid en in de verhouding der bestanddeelen van het voedsel, zoo ook komt de voeding der planten, onverschillig welke, in hoofdzaak op hetzelfde neer. De algemeene beginselen nu, waarop die plantenvoeding berust, hebben we nagegaan. Om met goed gevolg de bijzondere voeding der planten en de middelen, die den landbouwer daarbij ten dienste staan aan te wijzen, dienen wij vooraf den bouwgrond, de meststoffen enz. te leeren kennen.

3. DE VOORTPLANTING EN VERMENIGVULDIGING.

Het leven eener plant is aan een zekeren tijd gebonden. Er zijn planten, die slechts eenige dagen, er zijn andere, die verscheidene jaren leven. Alle sterven ze echter na een zeker tijdsverloop. Intusschen is nu eens op deze dan op gene wijze voor hare voortplanting, dat is voor het voortbrengen van planten van gelijke soort gezorgd. De meeste zichtbaarbloeiende planten doen dit door zaad, de bedektbloeiende meestal door sporen voort te brengen. Andere wijzen van voortplanting zijn die door klisters (voorb. Hyacinthen), uitloopers (voorb. Aardbeziën), wortelstokken (Hop, Kweek), stekken enz. Deze wijze van voortplanting kan men in 't algemeen die door knoppen noemen.

Met de voortplanting in het nauwste verband staat de vermenigvuldiging.

Het voortbrengen van zaad b.v. is bij eene plant niet alleen een middel om zich voort te planten, dat is hare soort in stand te houden, maar ook tot vermeerdering, in vele gevallen ook tot verspreiding. Vele zaden zijn daartoe bijzonder ingericht, b.v. die der Distels door het zoogenaamde vruchtpluis.

De voortplanting door knoppen wordt vooral in de ooftboomteelt en bij de teelt van bloemen en sierplanten toegepast, omdat op deze wijze niet alleen de soort, maar ook de variëteit wordt voortgeplant. Wij komen hieronder daarop terug. Deze voortplanting geschiedt deels op eene natuurlijke, deels op eene kunstmatige wijze. Natuurlijk, door het voortbrengen van *klisters* bij Hyacinthen, Tulpen enz., van *broedknoppen* bij de zoogenaamde Vuurlelies, van *uitloopers* bij witte Klaver, Aardbeziën enz., van onderaardsche stengels (*wortelstokken*) bij verschillende Grassen, het Hoefblad, de Kweek, Hop enz., omdat de knoppen met of zonder aanhangende deelen op eene natuurlijke wijze van de planten verwijderd worden en, in daarvoor gunstige omstandigheden gebracht, dadelijk beginnen te groeien. 't Spreekt van zelf, dat ook hierbij de vermenigvuldiging kunstmatig b.v. door het verdeelen van een' wortelstok, kan bevorderd worden.

Slechts door toedoen van den mensch en derhalve geheel kunstmatig is de voortplanting door *stekken* en *afleggen* en bij het *enten*, *oculeeren*, *copuleeren* en *zuigen*. 't Is bekend, dat onder onze boomen de Wilgen, Populieren en andere met week hout het best door *stekken* vermenigvuldigd kunnen worden. Steekt men de daarvoor bestemde takken in den grond, dan overdekt zich de wonde met zoogenaamd *lidteekenweefsel*, terwijl in zijne nabijheid uit de cambiumlaag bijwortels ontstaan, die deels dit lidteekenweefsel, deels de schors doorbrekende, in den grond dringen. Ook de vleezige bladeren van sommige sierplanten (Begonia's b.v.) kunnen ter voortplanting dienen. Bij het *afleggen* wordt een tak, terwijl hij met de moederplant verbonden blijft, gedeeltelijk in de aarde gebogen en hier van kerven voorzien en met aarde overdekt. Op deze plaats ontwikkelen zich dan op gelijke wijze daaruit bijwortels, en na eenigen tijd kan hij van de moederplant verwijderd worden. Een stek moet noodzakelijk voorraadstoffen voor de vorming van het lidteekenweefsel en de bijwortels in zich bevatten: 't geschikte tijdstip tot deze voortplanting is dus het voorjaar. Afleggen kan ook in den zomer, in den tijd dus dat de plant voedsel opneemt en assimileert, plaats hebben. Het geassimileerde wordt dan dadelijk gebruikt tot vorming van de bijwortels. De inkervingen hebben ten doel om de spanning op dit deel te verminderen en den stroom van voedingsvocht hier heen te leiden.

Met het *enten*, *oculeeren* enz. stelt men zich ten doel eene veredeling van andere planten[1]); men tracht daarbij een edel lot of een edelen knop, dat is een takje of een knop van eene plant, die als edel beschouwd wordt, omdat zij betere vruchten enz. voortbrengt, verder te doen ontwikkelen op eene plant, die zich te dezen opzichte minder gunstig onderscheidt. *Enten* noemt men dan het plaatsen van een van onderen toegesplitst takje in eene spleet op den top der takken van den te veredelen boom (wildeling), die tot op eene

[1]) Bij lei-vruchtboomen worden door oculatie ook wel knoppen van dezelfde variëteit overgebracht, om ledige plaatsen op de gesteltakken aan te vullen.

zekere hoogte afgesneden zijn (spleetenten). Of men plaatst een takje met een stuk schors tusschen de losgemaakte schors op den geknotten stam (kroonenten). *Copuleeren* heet de handelwijze als een schuins afgesneden tak op een anderen op dezelfde wijze afgesneden en daarop nagenoeg passenden tak geplaatst wordt; *zuigen* als twee takken van verschillende boomen op elkander bevestigd en beide op de moederplant gelaten worden, tot eene vergroeiing heeft plaats gehad. Bij het *oculeeren* wordt een knop, met een schild- of pijpvormig stuk schors door middel van eene T-vormige insnijding onder de schors of, doordien men een gedeelte der schors rondom den te veredelen tak heeft weggenomen, met het dan pijpvormig stuk schors overgeplant. In al deze gevallen moeten de gemaakte wonden op de plaats der bevestiging met was (entwas) overdekt worden, om ze van de lucht af te sluiten en steeds de cambiumlagen van de beide plantdeelen met elkander in aanraking worden gebracht. Bij de celvorming, die dan tusschenbeide plaats heeft, worden beide aan elkander verbonden. De verbindingsplaats vormt de grens tusschen het edele deel en den wildeling. Alles wat zich daarboven ontwikkelt, behoort tot het veredelde gedeelte; wat beneden de plaats van aanhechting uitgroeit, tot den wilden stam.

Het overbrengen van knoppen (of takjes) op andere planten gelukt echter slechts dan, wanneer de planten van dezelfde soort of nauw verwant zijn. Men kan b.v. wel Perziken en Abrikozen op Pruimen, Mispels en Rozen op Haagdoorn enten of oculeeren, maar b.v. geen Rozen op Eiken.

De voortplanting door middel van sporen of van zaad, die men ook *geslachtelijke voortplanting* kan noemen, verschilt van de hierboven vermelde, omdat daartoe twee verschillende cellen noodig zijn, die elk voor zich ongeschikt ter voortplanting zijn, maar waarvan de eene door inwerking van de andere zich tot kiem ontwikkelt. Die inwerking zelve noemt men bevruchting, het bevruchtende het mannelijke, het bevruchtwordende het vrouwelijke element. Wij bepalen ons hier tot de zichtbaarbloeiende planten en hebben reeds vroeger de daarvoor dienstige organen eener bloem vermeld. De vroeger vermelde stuifmeelkorrels der meeldraden zijn mannelijke cellen, de zaadknop of eigenlijk de daarin aanwezige eicellen of de kiemblaasjes, zie Fig. 70, de vrouwelijke. Komt de uit eene stuifmeelkorrel zich ontwikkelende buis, met eene eicel in aanraking, wordt laatstgenoemde er door bevrucht, dan ontwikkelt zich deze tot kiem; de zaadknop ontwikkelt zich tot zaad. Zie ook Fig. 65.

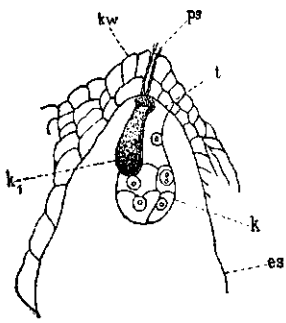


Fig. 70. Bevruchting van Tarwe: de stuifmeelbuis *ps* heeft de eihuid *kw* doorboord, is in de kiemzak *es* gedrongen en met de kiemblaasjes *k* k_1 in aanraking gekomen. Het eene kiemblaasje *k*, aan den drager *t* opgehangen, ontwikkelt zich tot kiem, het andere k_1 gaat te gronde.

Wanneer men bedenkt, dat het aantal stuifmeelkorrels in eene bloem meestal zeer aanzienlijk en slechts ééne dezer korrels noodig is om een eitje te bevruchten, dan is het duidelijk, dat de natuur hier ruimschoots voor de voortplanting zorgt. Bovendien is de stand der meeldraden ten opzichte van den stamper niet zelden zoodanig, dat de uit de helmknopjes vrij geworden stuifmeelkorrels gemakkelijk op den stempel kunnen vallen, die met een

kleverig vocht bedekt is, waardoor de korrels worden vastgehouden. De wind en het talrijk heir van insekten, dat de bloemen bezoekt, zijn voorts middelen, waardoor het stuifmeel op den stempel overgebracht wordt. Noodzakelijk worden laatstgenoemde middelen bij de éénslachtige bloemen, dat zijn die, waarin òf alleen meeldraden òf alleen stampers voorkomen, inzonderheid wanneer deze tweehuizig zijn, dat is de mannelijke en vrouwelijke bloemen op verschillende planten gevonden worden, (Hennep, Wilgen enz.).

Bij de tweeslachtige bloemen, dat zijn die welke én meeldraden èn stampers bezitten, kunnen zich drieërlei gevallen voordoen: het stuifmeel kan 1° uit de meeldraden derzelfde bloem, 2° uit de meeldraden eener andere bloem, maar van dezelfde plant, en 3° uit de meeldraden van eene bloem eener andere plant afkomstig zijn. Heeft nu eene bevruchting plaats met het stuifmeel van dezelfde bloem of van eene bloem derzelfde plant, zoo heet dit *zelfbevruchting*, terwijl men van *kruisbevruchting* spreekt als het stuifmeel van eene bloem eener andere plant afkomstig is en dus twee planten tot de bevruchting samenwerken [1]).

Ofschoon men nu zou vermoeden en uit het bovenstaande ook zou volgen, dat bij de tweeslachtige bloemen zelfbevruchting regel is, hebben nauwkeurige onderzoekingen aan 't licht gebracht, dat zulks bij vele planten niet geschiedt, maar dat het eitje van de eene bloem door het stuifmeel eener andere van dezelfde plantsoort bevrucht wordt; dat er dus eene kruising plaats heeft. Ja — het was Conrad Sprengel, die dit reeds in 't laatst der vorige eeuw uitsprak — de natuur schijnt het in vele gevallen niet te willen hebben, dat eene bloem door haar eigen stuifmeel bevrucht wordt. Vooreerst komt het toch voor (bij verschillende Samengesteldbloemigen, de Malva's, Schermbloemigen, Geraniums enz.), dat de meeldraden en de stempel van eene en dezelfde bloem niet te gelijk rijp zijn (*dichogame* bloemen), dat is, als de stuifmeelkorrels in de helmknopjes volwassen zijn en dus „uitvallen", is de stempel van dezelfde bloem nog niet ver genoeg ontwikkeld om het te ontvangen (*protandrische* bloem) of omgekeerd, als de stempel het stuifmeel kan ontvangen, valt dit van dezelfde bloem nog niet uit (*protogynische* bloem). Wanneer het eitje dus bevrucht zal worden, moet dit geschieden door het stuifmeel eener andere bloem, waarin het terzelfder tijd rijp is. Men heeft nu opgemerkt, dat juist deze bloemen veelal honigkliertjes bezitten en daarom veelvuldig door insekten bezocht worden. Deze nemen, van bloem tot bloem vliegende, natuurlijk onbewust, het stuifmeel van de eene bloem en brengen het over op den stempel eener andere. In de tweede plaats heeft men waargenomen, dat sommige bloemen zoodanig ingericht zijn, dat zij niet anders dan door insekten bevrucht kunnen worden, tenzij door tusschenkomst van den mensch, gelijk b.v. met de gekweekte Vanille in broeikassen, wijl hier de insekten

---

[1]) In deze ruime beteekenis wordt het begrip kruisbevruchting gewoonlijk in de Plantkunde genomen. In de Landbouwkunde is het begrip minder ruim en verstaat men onder *kruisen* het vermengen van twee individu's derzelfde soort maar tot verschillende rassen of variëteiten behoorende, terwijl men van *bastardeering* of *hybridisatie* spreekt, als de planten, die onderling bevrucht worden, tot verschillende soorten behooren.

ontbreken. Bevruchting met het stuifmeel derzelfde bloem is hier mogelijk, maar het is meer waarschijnlijk, dat ook in dit geval door de insekten het stuifmeel van de eene op den stempel eener andere bloem wordt overgebracht. Een opzettelijk onderzoek naar de wijze, waarop de insekten de bloemen bezoeken, heeft dienaangaande vele bijzonderheden aan 't licht gebracht. In sommige gevallen zijn de bloemen daartoe ook bijzonder ingericht. Vergelijkt men b.v. de bloemen der Boekweit, Fig. 30, dan zijn in die van sommige planten de meeldraden langer dan de stampers, in die van andere planten is juist 't omgekeerde het geval. Gesteld nu eene bij bezoekt eerst eene bloem met kortere stampers, om uit de kliertjes, aan den voet der bloembladen, honig te zuigen, dan raakt zij noodzakelijk de meeldraden aan: het stuifmeel blijft aan haar lichaam hechten en terwijl zij nu, daarmede beladen, naar eene bloem met langere stampers en kortere meeldraden gaat, schuift zij om dezelfde reden langs den stamper; het stuifmeel blijft hieraan hechten en zij brengt dit dus onwillekeurig van de eerste op de tweede bloem over. — Ook door den wind wordt vele malen bewerkt, dat er eene kruising plaats heeft. Om slechts één voorbeeld te noemen: ieder landbouwer kent het stuiven der Rogge gedurende den bloeitijd. En wat is dat anders dan dat het stuifmeel van de eene bloem naar de andere verplaatst wordt? Maar ook afgescheiden daarvan, bevruchten de stuifmeelkorrels hier toch niet het eitje derzelfde bloem. De meeldraden steken toch zoover buiten de kafjes, die den stempel omhullen, dat het daaruit vallende stuifmeel wel in de lager geplaatste bloemen derzelfde aar of in die der nabijzijnde aren, maar niet in dezelfde bloem kan komen, Fig. 44. 't Is echter duidelijk, dat de wind hier kan medewerken, inzonderheid om ook de bovenste bloemen in eene aar te bevruchten. Dat droogte in den bloeitijd hier van belang is om eene volledige bevruchting tot stand te brengen, terwijl regen en stilte nadeelig zijn, zal wel geene nadere verklaring behoeven.

De natuur schijnt er dus vele malen voor te zorgen, dat de zelfbevruchting zoo niet onmogelijk gemaakt, dan toch bemoeilijkt wordt en dat er ruimschoots gelegenheid tot eene kruising zij. De voortplanting in de naaste verwantschap, dat is hier zelfbevruchting, is ook bij de planten evenals bij de dieren niet zelden nadeelig voor de vorming van een goed product, dat is het zaad. Verschillende proeven toch hebben geleerd, dat door kruisbestuiving steeds zaden verkregen worden, die bij het ontkiemen krachtige en normale planten leveren, terwijl uit zaad, door zelfbevruchting ontstaan, niet zelden zwakkere planten voortkomen, die in een of ander opzicht bij de eerste ten achteren staan.

Of de mensch ook hier tusschenbeide komen moet, om tot eene hoogere productie te geraken, dan of hij aan de natuur de bevruchting kan overlaten? Op deze vraag kan nog moeilijk een bepaald antwoord gegeven worden. Men meent te hebben opgemerkt dat, nu de bijenteelt minder uitgeoefend wordt dan in vroegere jaren, de bevruchting van sommige planten, o. a. der ooftboomen, daaronder lijdt, doordat de bloemen daarvan minder door bijen bezocht worden. Dit is dan ook een der redenen, waarom de bijenteelt thans aangemoedigd wordt. In het klein wordt eene kunstmatige kruisbevruchting dikwijls gedaan bij de bloementeelt om nieuwe variëteiten en inzonderheid (bij bastardeering) dubbele bloemen te verkrijgen, en ook bij andere gewassen, b.v.

Granen, is men in de laatste jaren begonnen haar met dit doel in het klein toe te passen. Van eene bloem, die men kunstmatig wil bevruchten worden dan de meeldraden eerst verwijderd (castreeren der bloem) en nu met een pincet of een penceel het stuifmeel eener andere bloem op den stempel overgebracht. Om voorts te beletten dat door insekten stuifmeel wordt aangevoerd, is het noodig de bloem in eene glazen buis te plaatsen of haar met een stolp van gaas te omgeven.

Behalve tusschen plantvormen van dezelfde soort of variëteit kan er ook eene bevruchting plaats hebben tusschen twee verwante soorten en vooral gemakkelijk tusschen de variëteiten van eene en dezelfde soort. In de bloementeelt wordt hier vooral kunstmatige bevruchting dikwijls toegepast. De uit het aldus verkregen zaad voortgekomene planten, *bastaards* geheeten, hebben nu eens meer kenmerken van de eene dan eens van de andere plant; meestal echter zijn beide stamouders er in te herkennen. Draagt de eene plant b.v. witte en de andere roode bloemen, dan zijn die der bastaards niet zelden bont of draagt de eene tak witte, de andere roode bloemen. Een dergelijk verschil wordt opgemerkt als b.v. zwarte en witte Haver gekruist worden. Wordt tweerijige met vierrijige Gerst gekruist, zoo zijn de aren der nakomelingen gedeeltelijk twee-, gedeeltelijk vierrijig, gedeeltelijk gemengd. Daarbij voegen zich niet zelden nieuwe kenmerken; de bastaards groeien b.v. dikwijls weliger, krijgen langere stengels, grootere bladeren, mooiere en grootere bloemen van een aangenameren geur, enz. Bastaards tusschen verschillende „soorten" zijn nog weinig verkregen. Soms is de vermenging daarbij meer volkomen, zoodat b.v. uit witte en roode bloemen licht-roode bloemen verkregen worden. Vele dezer bastaards zijn echter onvruchtbaar: de meeldraden zijn niet zelden in bloembladen overgegaan en daardoor de bloemen dubbel geworden (vergelijk hierboven); de stampers zijn niet zelden zonder eitjes. Vele bastaards toonen ook neiging tot verandering. Zie hieronder.

Terwijl dus deze verbastering door wederzijdsche bevruchting soms gewenscht kan zijn, werkt zij in andere gevallen hoogst schadelijk en moet zorgvuldig vermeden worden. Bij de teelt van tuinzaden, als van sla, kool, wortels, moeten de planten van de verschillende variëteiten (snijla, kropsla; witte-, roode-, savoije-, bloemkool, enz.), die ter zaadwinning uitgepoot zijn, niet te dicht bij elkander geplaatst worden. Eene verbastering, die anders licht plaats kan hebben, zou hier veelal schadelijk zijn, omdat men dan kropsla-zaad, dat slechte kroppen zet, en geene roode-koolzaad, maar bonte-koolzaad zou kunnen verkrijgen enz.

De zichtbaarbloeiende planten, waartoe onze cultuurgewassen en de meeste onkruiden behooren, planten zich dus òf door zaad òf door knoppen voort. Niet zelden hoort men echter de opmerking maken of de vraag opwerpen, als sommige planten plotseling en soms in groot aantal te voorschijn komen op plaatsen, waar ze te voren niet gezien werden, of de planten nog niet op andere wijzen kunnen ontstaan? Op de pas aangeslijkte gronden ziet men b.v. na eenige jaren witte Klaver en verschillende Grassen; Wintergras (*Alopecurus agrestis*) in een veld, waar het te voren niet gezien werd. Ofschoon het nu soms moeilijk is bepaald aan te wijzen, hoe daar b.v. zaad gekomen is of een stukje wortelstok, waaruit genoemde planten zich zouden kunnen ontwikkelen,

zoo zijn dit toch de eenige middelen tot voortplanting. Neemt men echter in aanmerking, dat de zaden op verschillende wijzen verspreid kunnen worden: door den wind, door vogels, met het zaaizaad enz., dan wijst dit de draad aan voor de verklaring van dit oogenschijnlijk wonderbaar verschijnsel. Bovendien kunnen sommige zaden op den bodem van slooten en diep in den grond begraven, lang hun kiemvermogen bewaren en dus later, in daarvoor gunstige omstandigheden gebracht, nog ontkiemen. Krodde heeft men zoo uit de slootaarde en in eene gescheurde weide, het Bilzenkruid uit de aarde van vergraven dijken zien ontwikkelen in streken, waar deze planten grootendeels van het tooneel verdwenen zijn, omdat nog kiembare zaden in den vergraven grond aanwezig waren.

Dat men vooral Brandnetels en niet zelden in massa ziet groeien op plaatsen, waar veel puin of asch aangevoerd is, Melden op een ziltigen aardwal, het Varkensgras bij schuttingen en dammen waar het vee gemolken of doorgevoerd wordt of aan wegen, de Ganzerik (*Potentilla anserina*) op plaatsen, waar kippen, eenden en ganzen zich veelal ophouden, komt niet, omdat die planten uit de asch of het puin of den ziltigen grond ontstaan of door het vee of de kippen aangevoerd zijn, maar omdat zij zich juist daar gunstig ontwikkelen, dat zij daar beter willen groeien dan andere planten. In eene goed gemeste weide ziet men ze niet; daar kunnen de andere planten „in den strijd om het leven", het wel tegen haar volhouden.

Niet minder onjuist is de meening, dat eene plant plotseling in eene andere soort, b.v. Gerst in Drep (*Bromus secalinus*) zou kunnen veranderen, of het Wintergras op eene andere wijze dan uit zaad zou kunnen ontwikkelen. Beide planten, in geringe hoeveelheid voorkomende, worden dikwijls over 't hoofd gezien, maar als het koren, wegens te natte ligging of schraalheid van den grond, niet goed voort wil, dan winnen deze minder kieskeurige onkruiden het op 't graan.

De nieuwe plant, 't zij uit zaad ontkiemd, 't zij uit een' knop ontwikkeld, heeft veelal de grootste overeenkomst met de plant, waaruit zij is voortgekomen. Hare eigenschappen zijn erfelijk; vandaar dat men haar als van dezelfde „soort" beschouwt. Bij nauwkeurige beschouwing zal men intusschen geen twee planten aantreffen, die volkomen gelijk zijn; ook kunnen zij in enkele opzichten van de moederplant verschillen. Meestal zijn deze afwijkingen slechts gering, b.v. in de kleur en in den vorm der bladeren en bloemen, en de planten, uit het zaad, dat zij produceeren, voortgekomen, gelijken niet zelden weder meer op de grootmoeder dan op de moederplant of met andere woorden: de eigenschappen slaan op de voorouders terug (*atavismus* of *terugslag*).

In andere gevallen evenwel zijn de afwijkingen grooter; ook kunnen zij blijven bestaan, zoodat de volgende geslachten dezelfde kenmerken bezitten. Men zegt dan, dat de verandering erfelijk (constant) is geworden, dat eene „variëteit" ontstaan is.

Naast het vermogen der *erfelijkheid* bezitten de planten dus ook dat der *veranderlijkheid.*

In 't algemeen ontstaan nu eerder veranderingen of variëteiten als de planten zich door zaad dan wel door knoppen voortplanten en de variëteiten, door knoppen verkregen, behoudt men dikwijls niet wanneer hiervan zaad gewonnen

en dit ter voortplanting gebruikt wordt. Zoo zijn de groote menigte variëteiten van aardappels — er zijn verzamelingen bekend van meer dan 1000 — verkregen, nadat men sedert 1845 begonnen is deze door zaad voort te planten, teneinde exemplaren, vrij van de „sporen" der ziekte, te bekomen. Ook de vele verscheidenheden van aardbeziën zijn door zaad verkregen. Om de verkregene variëteiten te behouden, moet men de aardappels door stengelknollen, de aardbeziën door uitloopers voortplanten. Heesters met bonte bladeren moeten om dezelfde reden door stekken of door enting vermenigvuldigd worden.

Niet alle plantensoorten vertoonen even groote neiging tot verandering en het vormen van variëteiten. Van Rogge kent men b.v. slechts eenige weinige, van Tarwe en Haver en vooral van sommige koolsoorten daarentegen eene groote menigte variëteiten. De genoemde veranderingen komen plotseling voor den dag, zonder dat er eene bepaalde oorzaak voor is aan te wijzen, behalve in het hierbovengenoemde geval van basterdvorming, wat ook in de natuur zonder kunstmatige bevruchting kan plaats hebben en waartoe de bevruchting van planten onderling (bij dichogamie en dimorphie) wellicht bijdraagt.

Ofschoon uitwendige invloeden als schaduw, sterke bemesting enz. den planten tijdelijk wel een geheel ander aanzien geven, zijn deze veranderingen niet dadelijk erfelijk, zoodat planten, uit het zaad hiervan voortgekomen, onder gewone omstandigheden geteeld, weder hare vroegere kenmerken bezitten. Toch mag men aannemen, dat dergelijke invloeden, bij den strijd om het leven, de oorzaak zijn, zoo niet van het ontstaan dan toch van het behoud der verkregen nieuwe eigenschappen. Immers niet alleen de planten van verschillende soort betwisten, in het wild groeiende, niet zelden elkanders standplaats, maar ook die van dezelfde soort, en alleen de meest geschikte hiervan blijven over. Planten nu met nieuwe eigenschappen, die haar onder de gegeven omstandigheden nadeelig zijn, zullen in den strijd om het bestaan te niet gaan, terwijl die met eigenschappen, welke haar voordeelig zijn, blijven bestaan, en wanneer zich zulks in eenige geslachten herhaalt, zal telkens de voordeeligste vorm bevoordeeld worden en zich ten koste van de andere vormen kunnen ontwikkelen en vermenigvuldigen.

Aan deze bevoorrechting van de meest geschikte individuen door de natuur heeft men den naam *natuurkeus* gegeven, en het is duidelijk, dat op deze wijze, dus door de natuurkeus, nieuwe constante vormen onder de in het wild groeiende planten kunnen ontstaan.

Ook worden de planten gewijzigd *door* en voegen ze zich *naar* het klimaat waaronder zij groeien, gelijk ons in de Algemeene Plantenteelt nader zal blijken.

Meer nog dan de natuurkeus is de *teeltkeus* van invloed geweest op het verkrijgen van nieuwe variëteiten. De landbouwer heeft onwillekeurig zijne aandacht op de veranderingen gevestigd en planten met bijzondere kenmerken uitgezocht, omdat zij hem van dienst waren. En, tengevolge van de betere levensvoorwaarden door de teelt, hebben de uitgezochte planten het niet alleen moeten winnen tegen andere, die zich te dezen opzichte minder gunstig onderscheidden, maar de verandering is ook tot meerdere volkomenheid gebracht. De veranderingen hebben daarom ook vooral betrekking op die deelen, waarom de planten geteeld worden, b.v. bij de Granen op de aren en de zaadkorrels, bij de variëteiten van de Kool (*Brassica oleracea*) op de stengels

en bladeren, bij Aardbeziën, Appels, Peren, Kruisbessen enz. op de vruchten. Hoe bij deze teeltkeus (veredeling) in bijzonderheden gehandeld wordt, zal ons in de Algemeene en Bijzondere Plantenteelt blijken. Want dat men ook thans nog met eene goede keuze zijn voordeel kan doen, blijkt uit de vele nieuwe variëteiten granen, zaden enz. in de laatste jaren in cultuur gekomen.

Als voorbeeld moge het volgende, door Fritz Müller[1]) waargenomen, dienen. Bij eene maïs-soort, in Zuid-Amerika veelvuldig gekweekt, staan de korrels in de vruchtkolven meestal in 12 of 14 rijen, zeer dikwijls ook in 10, zelden in 8 of 16, zeer zelden in 18 rijen. Müller vond onder 100 kolven slechts ééne achttienrijige. Hij zaaide hiervan uit en onder de 205 kolven, die ervan geoogst werden, kwamen reeds 22 met 18 rijen en bovendien ééne voor, die boven 18 en onder 20 rijen had, alsmede eene met 18 rijen van boven, 20 in 't midden en 22 van onderen. In het volgend jaar werden onder de 460 kolven uit 18-rijig zaad geteeld 18.2 % 18-rijige, 4.4 % 20-rijige en 0.2 % 22-rijige verkregen; terwijl in het daaropvolgend jaar uit het zaad van de 22-rijige eene kolf met 26 rijen gekweekt werd. Uit dit voorbeeld blijkt dus, dat de verandering niet slechts bestaan bleef, maar in dezelfde richting voortging.

---

[1]) Dr. H. Müller, *Die Befruchtung der Blumen durch Insecten.*

III. KENNIS VAN DEN BOUWGROND [1]).

Bij de behandeling van den Bodem van Nederland, in de Algemeene Inleiding, hebben we reeds opgemerkt, wat onder bouwgrond wordt verstaan en de verschillende bouwgronden, die hier te lande voorkomen, leeren kennen. Die kennismaking was echter zeer oppervlakkig. Slechts een overzicht werd daarvan gegeven en alleen van hunne samenstelling melding gemaakt, in zooverre men gewoon is genoemde gronden op het eerste gezicht daarnaar te onderscheiden en te benoemen en om hun ontstaan uit de verweerde rotsmassa of uit de overblijfselen van planten begrijpelijk te maken. Wij hadden daarbij meer hunnen oorsprong op het oog dan wel hunne geschiktheid om de planten te voeden. Ook van hunne eigenschappen meenden wij slechts dàn melding te moeten maken, als zij een gemakkelijk middel ter onderscheiding aanboden en zich gemakkelijk uit de verkregene kennis lieten opmaken.

Thans nu wij de planten, inzonderheid onze cultuurgewassen, als zoo vele voorwerpen, die op dien bouwgrond standplaats en voeding vinden, hebben leeren kennen; nu wij weten, hoe deze samengesteld zijn en gevoed worden, zal het ons gemakkelijk vallen de samenstelling en eigenschappen van den bouwgrond meer opzettelijk te behandelen en ook om den invloed na te gaan, dien de plantengroei daarop uitoefent.

Wij onderscheiden daarbij de *bouwlaag* van den *ondergrond*. Eerstgenoemde, waarin de wortels der planten veelal doordringen, verschilt door de donkerder kleur van laatstgenoemde. Het bovenste gedeelte der bouwlaag, dat gewoonlijk door den ploeg omgewerkt wordt, heet *bouwvoor*.

De kennis aangaande onze bouwgronden is nog zeer gebrekkig; want slechts op enkele plaatsen zijn zij meer nauwgezet onderzocht. In veel bijzonderheden zullen wij dus ook niet kunnen treden en in vele gevallen ons moeten bepalen tot de samenstelling en eigenschappen der bouwgronden in 't algemeen, wanneer wij die in de eerste plaats behandelen en het begrip trachten te ontwik-

---

1) Dr. Ad. Mayer, *Lehrbuch der Agriculturchemie;* Dr. J. M. van Bemmelen, *Bouwstoffen tot de kennis der kleigronden in de provincie Groningen;* Dr. J. M. van Bemmelen, *Verhandeling over de zure en andere zee-kleigronden*, in de werken der K. A. van Wetenschappen en in *de Landwirtschaftliche Versuchsstationen;* Lawes, *Over vruchtbaarheid en uitputting van den grond* in *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, Vol. IX, Part. I en II; Dr. Th. F. van der Goltz, *Handbuch der gesammten Landwirtschaft*, Band II.

kelen, dat wij aan een' vruchtbaren en aan een' onvruchtbaren grond dienen te hechten. Daarna zullen wij de middelen bespreken, die den landbouwer ten dienste staan om den grond vruchtbaar te maken of vruchtbaar te houden.

HOOFDSTUK I.

SAMENSTELLING VAN DEN BOUWGROND.

Reeds een oppervlakkig onderzoek doet ons zien, dat een bouwgrond uit een mengsel van verschillende stoffen bestaat. Deze stoffen zijn grovere en fijnere deelen, gewoonlijk door de namen zand en klei onderscheiden; soms ook schelpen, grint en steentjes; overblijfselen van planten, die nog als wortels, stengels enz. aanwezig zijn of als eene half verteerde, zwarte of bruine massa, in den grond voorkomende, hem eene min of meer donkere kleur geven, alsmede eene grootere of kleinere hoeveelheid water.

Elk landbouwer kent deze stoffen, althans bij name. Daarnaar onderscheidt hij de verschillende gronden; daarnaar beoordeelt hij niet zelden hunne meerdere of mindere vruchtbaarheid. Gemakkelijk waar te nemen bestanddeelen zijn voorts: de koolzure kalk en het ijzeroxyd. Bij aanwezigheid van het eerste bruist de grond namelijk op, wanneer hij met een verdund zuur overgoten wordt. Het laatste geeft hem eene min of meer rosse kleur en bruine aders, strepen, plekken enz. Het uitwendig aanzien en zijne zoogenaamde natuurkundige eigenschappen, als samenhang, losheid, kleur enz. worden dan ook in de eerste plaats door de vermelde bestanddeelen bepaald.

Ofschoon nu deze onderscheiding in grovere en fijnere deelen (zand en klei), meer aan de praktijk ontleend, uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd, niet altijd juist is en soms tot verkeerde voorstellingen aanleiding geeft, meenen wij toch het best te doen onze beschouwing over de samenstelling van den grond hieraan vast te knoopen. Met behulp van hetgeen het scheikundig onderzoek van den grond heeft geleerd, hopen wij dan het begrip, dat men aan deze verschillende bestanddeelen moet hechten, nader aan te geven. Wij beginnen met:

a. het water van den bouwgrond. De hoeveelheid water, in den bouwgrond voorkomende, is zeer variabel: 's zomers in den drogen tijd veelal gering, 's winters niet zelden zoo groot mogelijk, dat is de grond is dan met water verzadigd. Zelfs kan het dan door den hydrostatischen druk in den bouwgrond „staan", ja tot boven zijne oppervlakte stijgen. Dit laatste beschouwen wij echter als een bijzonder geval, dat bij eene goede ligging, slechts zelden mag voorkomen. Wij noemen den bouwgrond met water verzadigd, als hij, bij goede gelegenheid tot afvoer, niets meer kan opnemen; zoodat het meerder aangevoerde wegloopt, en verstaan onder zijne *capaciteit voor water* het aantal kilogrammen, dat 100 KG. droge grond tot aan dit verzadigingspunt opneemt. Zij bedraagt voor verschillende kleigronden, volgens van Bemmelen, 60 à 95; zij is grooter bij veen, geringer bij zandgronden. Volgens bepalingen door mij

gedaan, is zij voor een grintgrond uit den Wageningschen berg 17, voor een zavelgrond van den Negenboerenpolder (Kloosterburen) 46, voor klei van den Noordpolder (Warfum) 52.3, voor zand gemengd met veen van Zuidbroek 63, voor een veengrond uit Blijham 108. Zie hieromtrent nader bij de natuurkundige eigenschappen van den grond.

Luchtdroog heet de grond, als hij eenigen tijd aan de droge lucht in een vertrek is blootgesteld geweest. Hij bezit dan nog eenige procenten water, dat hij gedeeltelijk bij verdere droging, b.v. boven zwavelzuur, afstaat, gedeeltelijk sterker gebonden houdt en eerst bij verhoogde temperatuur, 100° of nog hooger, loslaat.

De bouwgronden trekken meer of minder gemakkelijk de vochtigheid uit den dampkring tot zich en drogen onder dezelfde omstandigheden niet even gemakkelijk uit. Wij onderscheiden daarnaar het *vochtaantrekkend* en het *vochtbehoudend* vermogen van den grond; terwijl men van zijn *capillair-opzuigend* vermogen spreekt, als het water door de haarbuisjeskracht uit den ondergrond in den bovengrond stijgt. Op deze eigenschappen komen wij straks terug.

b. De organische stoffen van den bouwgrond. Humus. Hoe uit overblijfselen van planten geheele aardlagen kunnen ontstaan, is ons uit de veenvorming gebleken. Eene dergelijke veenstof ontstaat in den bouwgrond uit de wortels, stengels en bladeren der planten, die in of op den akker na elken oogst overblijven, of met den stalmest, hier trouwens reeds in veel veranderden toestand, op het land worden gebracht. Het zal niet moeilijk te begrijpen zijn, dat genoemde plantendeelen in den bouwgrond en in den mest, waar zij grootendeels van de lucht zijn afgesloten, eene dergelijke verandering moeten ondergaan als bij de veenvorming in het water. Er worden bruin tot zwart gekleurde stoffen uit gevormd, die aan de bouwlaag eene min of meer donkere kleur geven, waardoor deze van den veelal lichter gekleurden ondergrond duidelijk te onderscheiden is, en bekend zijn onder den naam van *humus* of humusstoffen.

De samenstelling van de humusstoffen loopt zeer uiteen en is nog zeer onvoldoende bekend. Zoo geeft Eggerts[1]) die van zoogenaamd milden humus, uit 13 verschillende bouwgronden getrokken, als volgt op:

Koolstof	40.8 — 56.18 %	Kiezelzuur	0.37 — 10.47 %
Waterstof	4.33 — 6.63 „	Phosphorus	0.15 — 7.58 „
Zuurstof	25.00 — 37.98 „	Zwavel	0.55 — 2.09 „
Stikstof	0.37 — 10.47 „	IJzeroxyd en aluinaarde	0.38 — 3.90 „

Zeker is het, dat de humus niet uit eene enkele scheikundige verbinding maar uit een mengsel van verscheidene, nog niet goed bekende stoffen bestaat. Naar G. J. Mulder, die deze stoffen het eerst onderzocht heeft, worden de bruine of licht gekleurde humusstoffen *ulmine* of, wanneer ze zich met bases als kalk, potasch enz. verbinden, *ulminezuur* genoemd en de zwarte of donkergekleurde humusstoffen *humine* of *huminezuur*. Verder onderscheidde Mulder nog het *crenzuur* (*bronzuur*) en het *apocrenzuur* (*bronafzetselzuur*). Laatstgenoemde zuren komen namelijk behalve in den bouwgrond in sommige

[1]) *Jahresbericht der Agrikultur-Chemie*, 1889, S. 47.

bron- of putwateren voor. In 't algemeen kan men die zuren humuszuren noemen.

Naar het schijnt worden uit de plantenoverblijfselen eerst de bruine ulmine- en daarna huminestoffen gevormd. De asch der planten blijft dan ten deele bij den humus en vormt daarmede humuszure zouten [1]). Het bronafzetselzuur en zijne zouten zijn eveneens bruin gekleurd, terwijl het bronzuur en zijne zouten kleurloos zijn. Zouten van eerstgenoemd zuur komen in die gedeelten van den grond voor, waar de dampkringslucht toegang heeft, die van het laatstgenoemde in de diepere lagen, waar de lucht geheel is afgesloten. Beide kunnen in elkander worden omgezet. Uit het bronzuur wordt door opneming van zuurstof bronafzetselzuur; uit het laatste, door verlies van zuurstof, bronzuur gevormd. Ook in het rootwater van vlas schijnt het laatste voor te komen. Men heeft toch waargenomen, dat op het oogenblik dat het vlas uit 't water wordt gehaald, dit laatste nog weinig gekleurd is (dan bevat het bronzuur), maar na eenigen tijd bruin gekleurd wordt, doordat uit het bronzuur bronafzetselzuur gevormd wordt.

Meer uit een practisch oogpunt onderscheidt men den *turfachtigen zuren* humus, die, evenals bij de veenvorming, bij afsluiting der lucht, b.v. in een' vochtigen bodem ontstaat en een' onvruchtbaren grond kenmerkt en den *milden* humus, in het Duitsch ook *Mull* geheeten, die een bestanddeel van een' vruchtbaren bodem vormt. De verschillende omstandigheden, waaronder beide ontstaan, zullen de oorzaak van dit verschil in samenstelling en eigenschappen zijn; een belangrijk verschil is echter, dat de eerste minder verzadigd is met bases, waardoor haar zuur karakter verklaard kan worden. Toevoeging van bases als kalk is dan ook het beste middel om in dergelijke gronden, evenals in de eigenlijke veengronden, den zuren humus langzamerhand in milden om te zetten.

De humuszure zouten zijn deels in water oplosbaar deels daarin onoplosbaar. Oplosbaar zijn die van het kalium, natrium en ammonium, onoplosbaar die van 't calcium, magnesium, ijzer enz., tenzij een overmaat van humuszure alkaliën aanwezig is, waarmede behalve kalk- en magnesiaverbindingen ook die van ijzeroxyd, aluinaarde enz. in oplossing kunnen treden. Opgeloste humuszure zouten treft men vooral aan in het bruine aftreksel van stalmest, de gier, in den bouwgrond slechts in geringe hoeveelheid. Daar de meeste bouwgronden van genoemde metalen het calcium en het ijzer in overwegende hoeveelheid bevatten, wordt hierin vooral onoplosbare humuszure kalk of humuszuur ijzeroxyd en aluinaarde gevormd. Ook de humuszure kali enz. van de gier wordt in den bouwgrond in onoplosbare humuszure kalk enz. omgezet, en in 't algemeen blijven de bruine stoffen van gier, mest enz. in den bouwgrond hangen, daar zij hier onoplosbare verbindingen vormen. Vandaar dat alleen de bouwlaag en niet de ondergrond eene donkere kleur heeft. Ook het draineerwater is om dezelfde reden in den regel vrij van organische stoffen (humus). Daarentegen zijn pompwater, dat met ondergronden (arm aan koolzure

---

[1]) Evenals de humuszuren hebben ook de humuszure zouten geene constante samenstelling; meestal zijn het mengsels die niet verder te scheiden zijn.

kalk en rijk aan humus) in aanraking is geweest en veenwater veelal bruin gekleurd door opgeloste humusstoffen, bl. 120 en 124.

De hoeveelheid organische stoffen (humus) in den bouwgrond verschilt veel. Terwijl de veengronden grootendeels hieruit bestaan, tot 80 à 90 proc., bedraagt hare hoeveelheid in de luchtdroge klei- en zandgronden gewoonlijk niet meer dan 3—10 proc.

Worden de humusstoffen aan de inwerking der lucht blootgesteld, dan verteren zij langzamerhand geheel, dat is zij nemen zooveel mogelijk zuurstof op en gaan dan in gasvormige verbindingen of vloeistoffen, als koolzuur water enz. over. Tot die vertering werken lagere organismen mede. Telken jare wordt echter uit de overblijfselen der planten eene nieuwe hoeveelheid humus gevormd en het hangt nu van dien nieuwen toevoer en het verlies door de vertering af, of de hoeveelheid humus zal toe- of afnemen.

Verhit men een' bouwgrond aan de lucht, dan verbranden de overblijfselen der planten en de daaruit gevormde humusstoffen en uit het gewichtsverlies, daardoor ontstaan, kan men ten naastenbij de hoeveelheid dezer stoffen bepalen [1]).

c. Grovere en fijnere deelen. De verweeringsgronden, bl. 6, de grintgronden, bl. 31, en ook vele zandgronden bevatten grootere of kleinere steenen en steentjes (puin of grint), die door uitzoeken met de hand óf nadat de grond verdeeld is, door zeven, b.v. van 1—5 m.M. maaswijdte, er uit verwijderd kunnen worden. Men houdt dan de zoogenaamde *fijnaarde* over [2]). In vele bouwgronden van Nederland komen geene steenen of steentjes voor; zij bestaan dus enkel uit fijnaarde. Toch ontdekt men reeds bij het wrijven tusschen de vingers in vochtigen toestand ook in deze bouwgronden en in het algemeen in de fijnaarde naast grovere fijnere of naast fijnere grovere deelen, al naarmate men een zand- of een kleigrond onderzoekt. Beter merkt men deze deelen op, wanneer men den grond in een glas doet, met water overgiet en omroert. De grovere en zwaardere deelen zakken dan het eerst op den bodem, de fijnere blijven het langst in de vloeistof zweven en, door afgieting van het troebele water, kunnen de fijnere deelen van de grovere gescheiden worden.

Deze zoogenaamde slibbing, waarvoor verschillende methoden bestaan, past men dan ook veelal toe bij de bepaling van het klei- en zandgehalte van den bodem. Een van de eenvoudigste toestellen, die daarvoor in gebruik zijn, is dat van Kühn. Het bestaat uit een cilindervormig glas van 30 c.M. hoogte en 8.5 c.M. wijdte. Op 5 c.M. van den bodem is een uitloopbuisje aangebracht, dat met een kurk gesloten kan worden. Van de te onderscheiden

---

[1]) Deze bepaling is — zonder meer — niet geheel juist; want vooreerst neemt bij het gloeien de grond zuurstof op en ten tweede ontwijkt daarbij het sterker gebonden water en bij aanwezigheid van koolzure kalk en koolzure magnesia ook koolzuur. Zie voor eene juistere bepaling: Prof. J. M. van Bemmelen in *Landw. Versuchs-Stationen*, Bd. 37.

[2]) In Frankrijk en België noemt men fijnaarde wat door een zeef van 1 m.M maaswijdte, in Duitschland veelal wat door een 2 m.M. zeef gaat. Knop gebruikt ter afscheiding der fijnaarde een zeef van 0.3 m.M., terwijl weer anderen een zeef grooter dan 2 m.M. maaswijdte gebruiken. Wij zullen als fijnaarde beschouwen wat door een zeef van 1 m.M. maaswijdte gaat.

aarde wordt nu 50 gram in luchtdrogen toestand afgewogen, zoo veel mogelijk bij zachte drukking of wrijving fijn gemaakt en onder gedurig omroeren met een houten staafje een half uur of langer met water gekookt, om de grovere deelen van de aanhangende fijnere te bevrijden. Na bekoeling wordt die gekookte aarde in het glas overgebracht, en dit nu tot op ongeveer 2 c.M. van den bovenrand met regenwater aangevuld en met een houten staafje omgeroerd. Men laat het nu 10 minuten rustig staan, waarna men de troebele vloeistof, door de kurk uit het buisje te trekken, tot op dit buisje laat afloopen. Het glas wordt daarna op dezelfde wijze met water gevuld, de inhoud omgeroerd en nu na vijf minuten wachtens op dezelfde manier uitgelaten.

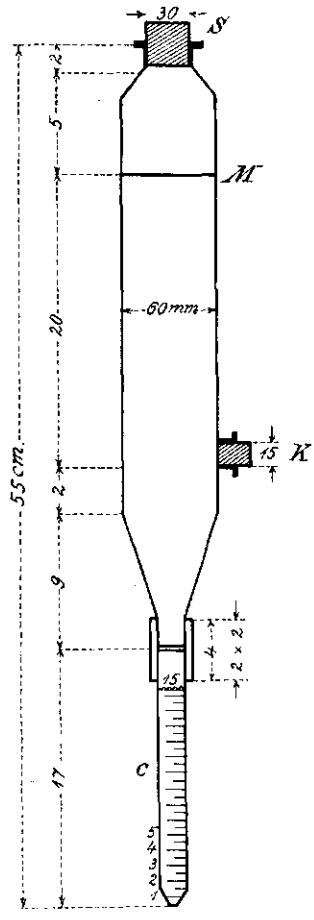


Fig. 71. Slibtoestel van Sikorsky. *M*, merk; *S* en *K*, caoutchoucstoppen; *C*, verdeelde buis.

Deze handelwijze wordt zoolang voortgezet, totdat de bovenstaande vloeistof, na steeds vijf minuten wachtens, helder blijft. De in het glas achtergebleven grovere deelen spoelt men nu in een schaaltje, verwijdert het bovenstaande water nog zooveel mogelijk door afgieting, droogt en weegt. In sommige gevallen (zware, humushoudende klei en zoogenaamde roodoorngronden) is één slibbing niet voldoende. De kleideeltjes hechten hier zoo vast aan elkander, dat stukjes klei met het zand naarbeneden dalen. Wrijft men deze nu echter tusschen de vingers fijn, dan kunnen ook deze afgeslibd worden. Zijn bij het nietafslibbare overblijfselen van planten aanwezig, dan kan men deze door te gloeien en daarna weder te wegen bepalen. De rest geeft dan het zandgehalte van den bodem aan, terwijl men, door aftrekking van dit gewicht van 50 gram, het kleigehalte vindt.

Bij deze methode wordt dus gebruik gemaakt van de eigenschap, dat zwaardere en grootere gronddeeltjes eerder bezinken dan lichtere en kleinere. Verschillende onderzoekers hebben nu verband gezocht tusschen de valsnelheid en de grootte der gronddeeltjes[1]), en getracht door eene bepaalde valsnelheid aan te nemen, deeltjes van eene bepaalde grootte te scheiden. Sikorsky heeft daarvan gebruik gemaakt bij zijn toestel, Fig. 71, dat, ofschoon op hetzelfde beginsel berustende als dat van Kühn, gemakkelijker in de behandeling is en juistere uitkomsten geeft. Zooals men ziet bestaat dit toestel uit een glazen cilinder, met van boven en beneden kegelvormige stukken

[1]) Dr. F. Wahnschaffe, *Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung*, *Berlin 1887*. Zie ook: W. R. Williams, in *Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik*, *Bd. 18*, S. 225.

voorzien. Bij K, juist 20 c.M. beneden het punt M, is een zijdelingsche tubus aangebracht, die evenals de bovenste opening met een caoutchouc-stop gesloten kan worden, terwijl van onderen een verdeelde buis C is aangebracht, die in een metalen hals er af- en aangeschroefd kan worden.

Naar het voorschrift van Sikorsky wordt met het toestel aldus gewerkt. 10 gram luchtdroge en fijngemaakte aarde, door een zeef van grove plantendeelen en steentjes $>$ 2 m.M. bevrijd, — wij gebruiken een 1 m.M. zeef — wordt $^1/_2$—$1^1/_2$ uur met water in een porceleinen schaal gekookt, onder gedurig omroeren en zacht wrijven met een houten staafje. Het slibtoestel wordt intusschen in een stander geplaatst en tot een weinig boven de caoutchoucstop K met regenwater of zacht pompwater gevuld. Men onderzoeke daarbij of de stop K goed sluit en van binnen met den binnenwand des cilinders gelijk staat.

Nadat de aarde den aangegeven tijd gekookt en behoorlijk bekoeld is, wordt zij met het water (dat men door bijvoeging op ongeveer hetzelfde volume heeft gehouden) in het toestel gebracht en dit verder tot het merk M met water gevuld. Het toestel wordt nu met de stop S gesloten, uit den stander genomen en eenige keeren in horizontalen stand geschud om de deeltjes aarde van elkander los te maken en in het water te verdeelen, daarna *ineens* verticaal geplaatst en in den stander gezet, terwijl men tevens den tijd waarneemt. Na 1000 seconden of 16 min. 40 sec. wordt de stop S afgenomen en laat men 20 c.M. vloeistof, door uittrekking der stop K, afloopen in een bij den uitloop gehouden glazen vat. Daarna brengt men de stop K weer op haar plaats, vult met water tot M, sluit met stop S, schudt en brengt het toestel weer in den stander. Na 1000 seconden laat men het water weer afloopen, vult den cilinder op nieuw tot M enz., tot zoolang dat de vloeistof, telkens na 1000 seconden wachtens, boven K nagenoeg helder is geworden. Al de deeltjes $<$ 0.01 m.M. in middellijn, of met eene valsnelheid $<$ 0.2 m.M. per seconde (door Sikorsky en anderen klei geheeten) zijn dan afgeslibd en de deeltjes $>$ 0.01 m.M. met een valsnelheid $=$ of $>$ 0.2 m.M. per seconde, beneden K bezonken (zand). Men wacht nu tot deze zich in de verdeelde buis verzameld hebben, daarbij zorg dragende dat geen deeltjes in het kegelvormige deel blijven hangen, en leest het volume, dat zij in de verdeelde buis C innemen, af. Daarop wordt de verdeelde buis afgeschroefd en zijn inhoud in een getareerd porceleinen schaaltje overgebracht. Na eenigen tijd is het zand bezonken en kan de heldere vloeistof worden afgeschonken; de rest wordt op een waterbad droog gemaakt en na eenigen tijd in het schaaltje gewogen. Bij aanwezigheid van groven humus moet de inhoud van het schaaltje nog gegloeid worden.

Ook kan het bij de eerste slibbing achtergebleven zand door eene snellere slibbing nog in grovere en fijnere deelen worden gescheiden, en wel in:

1. *stoffijn zand*, van 0.01—0.05 m.M. grootte, dat blijft zweven bij eene valsnelheid van 2 m.M. per seconde of 100 seconden voor de 20 c.M.
2. *zeer fijn zand*, van 0.05—0.10 m.M. grootte, dat blijft zweven bij een valsnelheid van 7 m.M. in de sec., dus 29 seconden over de 20 c.M.;
3. *fijn zand*, van 0.10—0.20 m.M. grootte, dat blijft zweven bij een valsnelheid van 25 m.M. of 1 seconde voor de 20 c.M.
4. *min of meer grof zand* van een grootte boven de 0.2 m.M., dat ten

slotte in de verdeelde buis achterblijft en nog door zeven van 0.5 en 1 m.M. maaswijdte kan worden gescheiden.

Na elke volledige afslibbing van de genoemde zandsoorten wordt het volume van het *niet*-afgeslibde in de buis afgelezen en uit het verschil met de vorige aflezing het volume van het afgeslibde gevonden.

Voor eene berekening in gewicht heeft Sikorsky bepaald dat:

1	cM³	stoffijn zand	weegt	1.328 gram.
1	„	zeer fijn zand	„	1.448 „
1	„	fijn zand	„	1.515 „
1	„	min of meer grof zand	„	1.612 [1] „

Bij de slibmethode van Schöne, bij de proefstations in gebruik, wordt gebruik gemaakt van een opwaartschen waterstroom van bepaalde snelheid om de fijne deeltjes af te scheiden [2].

Waaruit bestaan nu deze grovere deelen, die gewoonlijk met den naam van zand bestempeld worden, waaruit de fijnere, waaraan men gewoonlijk den naam van klei geeft? Het zand onzer bouwgronden bestaat grootendeels uit kwartskorrels, zoogenaamd kwartskiezelzuur; voorts treft men er glimmerplaatjes, kleine stukjes veldspaath, augit, hoornblende en andere mineraalbrokjes, in het zand der rivier- en zee- bezinkingen en van de duinen dikwijls ook stukjes schelpen en schelpjes aan.

Kwarts is eene verbinding van silicium en zuurstof van de formule SiO_2; de korrels zijn hard, glashelder maar meestal door aanhangend ijzeroxyd geel gekleurd.

Glimmer, veldspaath en de andere hier genoemde mineralen zijn dubbelsilicaten, waarvan de samenstelling niet altijd door eene eenvoudige formule kan worden aangegeven.

Van glimmer onderscheiden wij hoofdzakelijk: kaliglimmer of *muscovit* $H_4\ K_2\ Al_6\ Si_6\ O_{24}$, en magnesiaglimmer of *biotit* $(KH)_2\ (MgFe)_2\ (AlFe)_2\ Si_3O_{12}$. De glimmer vormt plaatjes die zich gemakkelijk laten splijten en bij de kaliglimmer kleurloos of licht gekleurd en bij de magnesiaglimmer donker gekleurd zijn.

Van de veldspaathsoorten onderscheiden wij vooreerst: kaliveldspaath of *orthoklas*, $K_2\ Al_2\ Si_6\ O_{16}$, natronveldspaath of *albit*. $Na_2\ Al_2\ Si_6\ O_{16}$ en kalkveldspaath of *anorthit* $Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8$, en verder *oligoklas* en *labrador*, dat zijn ismorphe mengsels van laatstgenoemde twee, in de moleculaire verhouding van 3 : 1 of van 1 : 3, dus natronkalk- of kalknatronveldspaath.

Hoornblende en *augit* zijn zwaardere en donkerder gekleurde mineralen, die uit een mengsel van calcium-, magnesium-, ijzer- en aluminium silicaten bestaan. Zij vormen een hoofdbestanddeel van basalt en andere donker gekleurde gesteenten, terwijl de klei die er door verweering uit ontstaat door aanhangend ijzeroxyd bruin gekleurd is.

Uit de veldspaathsoorten, die een hoofdbestanddeel van graniet, gneiss, porphyr, trachyt enz. vormen, ontstaat door verweering lichter gekleurde

---

[1] Deze cijfers gelden waarschijnlijk niet voor alle grondsoorten; het is daarom wenschelijk ze door weging van het afgeslibde te controleeren.

[2] Zie daarover Ad. Mayer in het Landbouwkundig Tijdschrift, IV.

klei, terwijl de glimmersoorten, omdat zij moeilijk verweeren, van genoemde mineralen naast kwarts vaak nog het veelvuldigst in het zand voorkomen.

Uit het oogpunt der plantenvoeding zijn de kalihoudende orthoklas en de kaliglimmer de belangrijkste mineralen in het zand.

De schelpen bestaan in hoofdzaak uit koolzure kalk, $CaCO_3$.

Aangezien het soortelijk gewicht van de bovengenoemde mineralen min of meer uiteenloopt kunnen zij met behulp van een zware vloeistof (bromoform, kaliumkwikjodidoplossing enz.) min of meer gescheiden worden.

Het	soortelijk	gewicht	van	orthoklas	is	2.50—2.60
„	„	„	„	albit	„	2.61—2.63
„	„	„	„	oligoklas	„	2.62—2.65
„	„	„	„	kwarts	„	2.65
„	„	„	„	labrador	„	2.68—2.72
„	„	„	„	anorthit	„	2.73—2.75
„	„	„	„	muscovit	„	2.83—2.90
„	„	„	„	biotit	„	2.80—3.20
„	„	„	„	hoornblende	„	3.10—3.30
„	„	„	„	augit	„	3.30—3.40
„	„	„	„	schelpen	„	ongev. 2.7

In eene vloeistof met een soortelijk gew. van 2.7 blijven dus kwarts en de andere lichtere mineralen zweven, terwijl de overige zinken, in eene van ruim 2.6 zinken kwarts, oligoklas enz., terwijl het meest kali- bevattende orthoklas dan nog blijft zweven.

De fijnere deelen, die afgeslibd zijn, wier hoeveelheid gewoonlijk uit het verschil bepaald wordt en die met den naam klei bestempeld worden, bestaan wel is waar ten deele uit klei, dat is waterhoudend kiezelzure aluinaarde [1]) van de formule $Al_2Si_2O_7,2H_2O$, maar daarbij voegen zich verschillende andere stoffen, die de kleideeltjes omgeven of, een even fijn poeder vormende als de klei, mede weggeslibd worden, als ijzeroxyde, andere kiezelzure verbindingen (zeolithen), amorph kiezelzuur, koolzure kalk, humusstoffen enz., alsmede fijne kwartskorreltjes (kwartsmeel, vooral in de leemgronden), glimmerplaatjes enz. die in het water bleven zweven. De slibbing bewerkt dus wel eene scheiding in grovere en fijnere deelen, maar de scheiding der verschillende verbindingen, in den grond voorkomende, daardoor, is zeer onvolkomen of met andere woorden: het afgeslibde gedeelte is geene zuivere klei, maar een mengsel van zeer verschillende stoffen, en wat als zand terug blijft niet enkel uit kwarts maar uit een mengsel van kwarts en eene grootere of kleinere hoeveelheid vooral van de andere hierboven genoemde mineralen. Ook de koolzure kalk treft men ten deele bij de afgeslibde klei ten deele bij het zand aan. Zoo werd door mij in het op bovengenoemde wijze afgeslibde fijne gedeelte eener soort rivierklei 3.75 % en in het zand 1.33 % koolzure kalk gevonden. In een zavelgrond kwam 1.74 % bij de afgeslibde klei en 1.66 % bij het zand voor. Het is daarom beter om de gronden die koolzure kalk bevatten,

---

[1]) Volkomen zuivere kiezelzure aluinaarde komt in de natuur slechts zelden voor; meestal is zij met andere silicaten vermengd of bevat nog andere bases als kali, magnesia enz. Het zuiverst is de porceleinaarde.

vóór het slibben met verdund zoutzuur te behandelen, en de koolzure kalk te verwijderen en te bepalen, zooals tegenwoordig ook aan de proefstations hier te lande geschiedt.

Het resultaat der zoogenaamde *mechanische analyse* van den luchtdrogen bouwgrond wordt dan opgegeven als uit onderstaand voorbeeld van een grond blijkt:

Water (bij verhitting b.v. op 110° uitgedreven	4.00 proc.
Gloeiverlies (humus)	6.00 „
Koolzure kalk	2.00 „
Zand.	45.00 „
Klei (uit het verschil berekend)	43.00 „
	100.00

Een ander inzicht in de samenstelling van den grond geeft ons eene *scheikundige analyse.* Deze berust op het behandelen van den grond met verschillende oplosmiddelen en het onderzoek naar de hoedanigheid en de hoeveelheid der stoffen, die in de daartoe gebruikte vochten opgelost zijn. De oplosmiddelen, hiervoor in gebruik, zijn: water, koolzuurhoudend water en andere zwakke of verdunde zuren (azijnzuur, zoutzuur), geconcentreerde (niet of weinig met water verdunde) en sterke zuren (zoutzuur, koningswater, dat is een mengsel van salpeterzuur en zoutzuur, zwavelzuur, fluorwaterstofzuur) en alkaliën. Onderzoekt men nu de stoffen, die hierdoor uit den grond getrokken kunnen worden, dan vindt men dat opgelost worden:

in de *alkaliën:* amorph kiezelzuur, humusstoffen, enz.

in het *water:*
- chloorverbindingen b.v. keukenzout.
- zwavelzure zouten „ gips.
- salpeterzure „ „ salpeterzure kalk, enz.

in het *koolzuurhoudend water:*
- koolzure „ „ koolzure kalk en koolzuur ijzeroxydule.
- phosphorzure „ „ phosphorzure kalk.
- kiezelzure „ „ kiezelzure kali, enz.

In de *zwakke of verdunde zuren* (*azijnzuur*, *verdund zoutzuur*) komen dezelfde zouten in oplossing, maar in grootere hoeveelheid. Het koolzuur ontwijkt daarbij; vandaar eene meer of minder sterke opbruising, naarmate er meer of minder koolzure zouten (hoofdzakelijk koolzure kalk) in den grond voorkomen.

In *geconcentreerd zoutzuur* lossen dezelfde stoffen op, als in het verdunde zuur, maar en vooral bij koking grootere hoeveelheden kiezelzure zouten (silicaten) en humuszure zouten (humaten). Het kiezelzuur dezer zouten komt slechts voor een klein gedeelte in oplossing; er kan nu echter eene grootere hoeveelheid door alkaliën uit den grond getrokken worden, dan vóór de behandeling met het zuur, een bewijs dus, dat zich kiezelzuur uit eene verbinding heeft afgescheiden; want alleen zulk kiezelzuur en niet het gekristalliseerde kiezelzuur, dat als kwarts-kiezelzuur in den grond voorkomt, is in alkaliën oplosbaar. Van de phosphorzure en zwavelzure zouten (in sommige zeekleigronden door koningswater ook sulfiden b.v. zwavelijzer) lossen ook grootere hoeveelheden op dan in het verdunde zuur. Het is bijna niet mogelijk deze verschillende zouten geheel in oplos-

sing te brengen. Bij herhaalde behandeling met dit zuur komen steeds nieuwe, ofschoon slechts kleine hoeveelheden in oplossing.

Zwavelzuur. Wordt de grond, die met zoutzuur zooveel mogelijk uitgetrokken is, met zwavelzuur verhit, dan worden weder andere silicaten ontleed, vooral kiezelzure aluinaarde, dus wat men gewoonlijk klei noemt; in de oplossing vindt men dan zwavelzure aluinaarde met kleine hoeveelheden kalium, natrium, magnesium en calcium, terwijl het kiezelzuur wordt afgescheiden en met behulp van alkaliën kan worden uitgetrokken.

Fluorwaterstofzuur of fluorammonium. Nadat eene grondsoort met genoemde zuren achtereenvolgens behandeld en het afgescheiden kiezelzuur steeds met alkaliën verwijderd is, houdt men nog eene zekere hoeveelheid stof over, die ontleed kan worden door het zeer sterk werkende fluorwaterstofzuur of door fluorammonium te gelijk met een ander zuur b.v. zwavelzuur. Een nader onderzoek leert, dat de nu ontleede stof hoofdzakelijk uit kiezelzuur bestaat, waarvan het silicium als fluorsilicium ontwijkt, en dat kleinere of grootere hoeveelheden aluminium, calcium, magnesium, kalium, natrium enz. in oplossing zijn gebracht.

Eene volledige scheiding der verschillende stoffen is echter ook op deze wijze niet mogelijk, omdat het oplosmiddel van het eene bestanddeel ook gedeelten van een ander oplost of zijne ontleding veroorzaakt. Wij kunnen dus alleen dit zeggen:

Er komen in den bouwgrond stoffen voor, die noch in water, noch in koolzuurhoudend water, noch in zoutzuur, noch in zwavelzuur gemakkelijk oplossen, maar wel in fluorwaterstofzuur of daardoor worden ontleed. Wat door laatstgenoemd zuur ontleed is, is hoofdzakelijk kwartskiezelzuur; het aluminium, calcium, kalium enz., dat daardoor in oplossing is gekomen, is afkomstig van mineraalbrokjes als veldspaath, glimmer, enz. Want kwarts, veldspaath, glimmer enz. lossen in zoutzuur enz. in geene noemenswaardige hoeveelheden op, maar wel in fluorwaterstofzuur of worden er door ontleed.

Vergelijkt men hiermede hetgeen bl. 51 van den oorsprong onzer klei- en zandgronden gezegd is, hoe namelijk uit de verweerde rotsmassa's, die uit verschillende mineralen als veldspaath, glimmer enz., vergelijk bl. 6, opgebouwd zijn, slib wordt gevormd, dat hier is aangespoeld, dan klinkt het zeker zoo vreemd niet, dat tusschen die slib nog kleine brokjes van deze mineralen gevonden worden. In die mineralen of de gesteenten, waarvan zij een bestanddeel vormen, komen ook dezelfde grondstoffen b.v. ook phosphorus voor, die in het onverbrandbare gedeelte onzer bouwgronden gevonden worden. Bij hunne verweering, zie bl. 51, zijn zij tot een min of meer fijn poeder van kwarts, glimmer, koolzure kalk enz. uitgevallen of zijn er verschillende verbindingen uit gevormd als in zoutzuur oplosbare silicaten, ijzerroest, klei enz.

Vatten wij het bovenstaande samen, dan blijkt, dat behalve water en organische stoffen (humus) in het algemeen[1]) in een' bouwgrond voorkomen: enkele zouten als gips, keukenzout, salpeterzure zouten enz., die in water oplosbaar zijn; zouten, als koolzure kalk, koolzure magnesia en phosphorzure

[1]) Natuurlijk kunnen ook enkele dezer bestanddeelen, b.v. koolzure kalk, ontbreken en hunne hoeveelheden zeer verschillend zijn.

zouten, die in kleine hoeveelheid in koolzuurhoudend water oplossen; zouten en verbindingen, die in koolzuurhoudend water in geringe hoeveelheid, meer echter in azijnzuur en zoutzuur oplossen of er door ontleed worden, inzonderheid in laatstgenoemd zuur, wanneer de grond daarmede gekookt wordt. Hiertoe behooren kiezelzure verbindingen van aluinaarde, ijzeroxyde, kalk, magnesia, potasch, soda en ammonia (zoogenaamde zeolithen), moeilijk oplosbare verbindingen van zwavelzuur en phosphorzuur b.v. van ijzeroxyd en aluinaarde. Verder vindt men in den grond klei, dat is in hoofdzaak kiezelzure aluinaarde, die in zwavelzuur oplost, en kwarts, stukjes veldspaath, glimmerplaatjes, augiet, hoornblende enz., die door fluorwaterstofzuur worden ontleed. Vooral laatstgenoemde stoffen blijven bij de slibbing als grovere deelen, als zand[1]), achter, maar daarbij is ook een deel der koolzure kalk, dat die deeltjes met een dun laagje omgeeft of als stukjes kalksteen, schelpen en schelpjes er mede vermengd is. Overgiet men deze deelen na de slibbing met zoutzuur of azijnzuur, dan ontdekt men bij aanwezigheid van koolzuren kalk deels opbruising aan alle deelen, wanneer de zanddeeltjes namelijk met koolzure kalk omgeven zijn, deels opbruising op enkele plekken, die langer aanhoudt. In laatstgenoemd geval is zoogenaamd kalkzand, dat zijn stukjes koolzure kalk, aanwezig. Ook ijzeroxyd kleeft niet zelden aan de zanddeeltjes en kleurt hunne oppervlakte bruin. Humusstoffen zijn soms zeer moeilijk, b.v. in den zoogenaamden roodoorn en in de zware rivier- en zeeklei, door slibbing van het zand te scheiden, omdat de klei- en zanddeeltjes daardoor onderling en met elkander vereenigd zijn. Zie hierachter bij de Eigenschappen van den bouwgrond.

Schlösing[2]) heeft daarom eene andere scheidingsmethode ingevoerd, die thans in Frankrijk en België veelal gevolgd wordt. Hij trekt eerst den grond uit met zeer verdund zoutzuur of salpeterzuur om de koolzure kalk en eenig los ijzeroxyd te verwijderen, en brengt daarna de humusstoffen met verdunde kalilaag of verdunde ammonia in oplossing. De grovere (zwaardere) en fijnere (lichtere) deelen hechten nu minder aaneen en kunnen door wrijving en slibbing in gedestilleerd water en verder door fijne zeven gescheiden worden. Wat daarbij na 24 uur in het water blijft zweven, wordt als klei beschouwd. De verhouding tusschen kiezelzuur en aluinaarde is volgens Schlösing daarin nagenoeg dezelfde als in zuivere klei; maar de hoeveelheid, ook in de eigenlijke kleigronden, is veel geringer dan bij de bovengenoemde slibbingen van Kühn, Schöne enz. wordt verkregen.

Door Van Bemmelen is de bovenvermelde gang der analyse en daarbij Schlösings slibmethode in hoofdzaak gevolgd bij het onderzoek van de zeeklei uit de Zuiderzee en het IJ. Eenige uitkomsten daarvan zijn in tabel II, achter dit deel geplaatst, bijeengevoegd.

Eene aandachtige beschouwing van de lijst der verschillende in den grond voorkomende verbindingen doet ons zien, dat hierin dezelfde elementen aan-

---

[1]) In de Leerboeken der Scheikunde wordt gewoonlijk gezegd dat zand uit kwarts (kiezelzuur) bestaat, wat echter niet altijd juist is, gelijk uit bovenstaande beschouwing blijkt.

[2]) Zie L. Grandeau, *Anleitung für agrikultur-chemischen Analysen.*

wezig zijn, welke in de plantenasch gevonden worden en noodig zijn voor de voeding der plant; zie bl. 182 en 205. Die elementen komen in den bouwgrond in verbindingen voor, welke deels in water, deels in koolzuurhoudend water, deels in andere zuren of in alkaliën oplosbaar zijn. Zij vormen het voedend materiaal van den bouwgrond. Daarbij voegen zich verschillende andere verbindingen, die met de voeding rechtstreeks weinig of niet te maken hebben, als kwarts en de zuivere klei, of daarvoor van geringer beteekenis zijn als koolzure kalk en de humusstoffen, laatstgenoemde althans in zoover ze in den bouwgrond geene zouten vormen of geen stikstof bevatten [1]).

Kwarts met eenige onverweerde silicaten (mineraalbrokjes), klei, koolzure kalk en humus maken in den regel zelfs de grootste massa van een bouwgrond uit. De voedingstoffen zijn daarmede innig gemengd; wij kunnen ons voorstellen, dat zij evenals de humusstoffen en de koolzure kalk, de kwarts en de kleideeltjes omgeven. Zand (kwarts en mineraalbrokjes), klei, koolzure kalk en humus kan men het geraamte van den bouwgrond noemen. Zij bepalen door hunne betrekkelijke hoeveelheden en bijzondere eigenschappen vooral het verschil in losheid, waterhoudend vermogen enz. van den grond. Zij dragen daarom even goed als deze bij tot zijne vruchtbaarheid. En met de betrekkelijke hoeveelheid zand, klei en humus verandert niet zelden de quantiteit voedingsstoffen, b.v. phosphorzuur. Want kleigronden zijn over 't geheel rijker hieraan dan zandgronden, gelijk straks nader zal blijken.

Kwarts ondergaat in den bodem weinig verandering maar wel de andere mineraalbrokjes als veldspaath enz.; zij verweeren langzamerhand evenals de mineralen van de gesteenten, waarvan zij afkomstig zijn, bl. 52. Daardoor en ook door de inwerking van de wortels, althans van sommige planten, vormen zij eene voortdurende, zij het ook slechts een geringe, bron van plantenvoedsel.

HOOFDSTUK II.

EIGENSCHAPPEN VAN DEN BOUWGROND. VRUCHTBARE EN ONVRUCHTBARE GRONDEN.

Op de vraag, welke eigenschappen een grond moet bezitten om vruchtbaar te zijn, is het niet gemakkelijk een bepaald antwoord te geven. In 't algemeen kan men zeggen: dat hij vochtig, maar niet te vochtig, los maar niet te los, warm maar niet te warm moet zijn, en dat hij het noodige voedsel voor de plant dient te bevatten. Eene te groote hoeveelheid daarvan kan evenwel ook weder schadelijk zijn. Ten aanzien van de hoeveelheid plantenvoedsel kan men de gronden in rijke en arme onderscheiden. Rijk is dan een grond wanneer hij veel, arm wanneer hij weinig plantenvoedsel bevat. Een rijke grond is echter niet altijd vruchtbaar; daartoe dient er eene zekere verhouding in

[1]) Sommige plantenphysiologen beginnen in den laatsten tijd weer meer gewicht te hechten aan den humus; zie hierachter en ook bl. 208.

het plantenvoedsel te zijn, mogen er geene schadelijke stoffen bij voorkomen en moet de grond ook de geschiktheid bezitten, dat de plantenwortels er in door kunnen dringen, en deze moeten het voedsel kunnen opnemen. Een betrekkelijk arme grond kan wel eens zeer vruchtbaar zijn, wanneer hij maar de noodige geschiktheid voor den plantengroei bezit en het aanwezige voedsel gemakkelijk kan worden opgenomen. Nog hoort men niet zelden spreken van een' krachtigen grond of van een' grond met veel vaag, en bedoelt daarmede, dat hij veel gemakkelijk opneembaar plantenvoedsel bevat, wanneer hij dus wel in staat is om de planten te voeden, evenals men van krachtig voedsel of krachtvoer spreekt. Wij zullen deze oneigenlijke uitdrukkingen niet gebruiken, omdat zij licht tot verwarring aanleiding kunnen geven. Wanneer de landbouwer dus zegt: „dat land bezit kracht genoeg", „de kracht is er nog niet uit", „er is nog oude kracht in,', „er is veel vaag in den grond" of „de vaag is er uit" en dergelijke uitdrukkingen meer bezigt, dan zullen wij ons aldus uitdrukken: dat land bezit voor het te telen gewas nog genoeg of niet genoeg opneembaar plantenvoedsel.

Twee hoofdpunten komen dus bij het beoordeelen van de vruchtbaarheid van den grond in aanmerking:

1. zijne geschiktheid om de planten tot woonplaats te verstrekken;
2. zijn vermogen om de planten te voeden.

Het eerste is vooral afhankelijk van den natuurkundigen toestand *van* en de natuurkundige verschijnselen *in* den grond, het tweede van zijn scheikundigen toestand en de daarin voorkomende scheikundige verschijnselen.

1. NATUURKUNDIGE TOESTAND EN NATUURKUNDIGE VERSCHIJNSELEN. GESCHIKTHEID VAN DEN GROND.

a. De structuur en samenhang der gronddeeltjes. Ieder landbouwer weet, dat de gronddeeltjes nu eens weinig samenhang bezitten en een los poeder vormen, dan eens tot harde groote stukken (kluiten) samengebakken zijn, dat zij nu eens eene menigte holten tusschen zich laten, dan weer tot eene dichte massa als het ware ineengeslibd zijn.

De verschillende grondsoorten (klei- en zandgronden b.v.) zijn te dezen opzichte verschillend, maar ook de bewerking van den grond en het weer hebben op die verschillende toestanden invloed: de zandgronden zijn over 't geheel meer los dan de kleigronden, maar ook de zandgronden kunnen kluiterig, de kleigronden tot een fijn poeder gemaakt worden. Noch die groote losheid, noch die groote kluiterigheid, noch die samenslibbing van de verschillende deelen wordt als de gewenschte toestand van den grond voor den plantengroei beschouwd. Men wenscht, dat de grond bij het omwerken eenigszins kluiterig blijft, maar dat die kluitjes ook in drogen toestand eene poreuze massa vormen en zich gemakkelijk laten verdeelen. De grond moet min of meer veerkrachtig zijn; zoodat hij, als men er op loopt, niet ineen geperst wordt, maar ingedrukt zijnde, weder eenigszins rijst. Dan zegt men dat de grond geschikt is, dat hij eene goede structuur heeft. Ongeschikt is de grond, als die kluiten bij het omwerken eene samenhangende massa en na het drogen eene harde massa vormen. Ongeschikt ook, wanneer hij dicht ineengeslibd is.

In een min of meer onnatuurlijken toestand bevindt zich de grond na het bewerken, ook wanneer hij de bovengenoemde gewenschte hoedanigheid bezit. De gronddeeltjes, in meer of minder groote kluitjes aaneengevoegd, bevinden zich veelal in een' wankelbaren evenwichtstoestand: de eerste de beste regen doet ze kantelen; zij vallen dichter ineen, en men zegt dan dat de grond zich weder „gezet" heeft. Met dit zetten van den grond moet niet verward worden het ineenslibben van de deeltjes, wanneer zij, na geheel door water omgeven en min of meer in het water zwevende te zijn geweest, weder bezinken. In dien dichtgeslibden toestand bevindt zich niet zelden het bovenste laagje grond en het zand onzer voetpaden en wegen. Ook de geheele bouwvoor kan bij te sterke verkruimeling in dien toestand geraken. Wij meenen echter, dat een bouwgrond van goede structuur, ook na gezet te zijn, eene poreuze massa met grootere en kleinere holten moet vormen [1]), waardoor de lucht er in kan dringen en de wortels er zich in kunnen verspreiden. Niet voor dat indringen alleen, maar ook voor de toetreding der zuurstof voor scheikundige werkingen, is die poreusheid noodig, bl. 203.

De samenstelling van den grond, de wijze van bewerken, de vorst, de meer of minder droge ligging en de wijze waarop het overtollige water afgevoerd wordt, afwisseling van droogte en vochtigheid, de planten die geteeld zijn of worden, oefenen op de structuur van den grond invloed uit. Want van al deze omstandigheden is de samenhang der deeltjes, de losheid van den grond afhankelijk.

Dat de samenstelling hier van invloed moet zijn, ligt voor de hand. De grootste tegenstelling vormen de zand- en kleigronden. De zanddeeltjes bezitten ook in vochtigen toestand weinig samenhang. De kleideeltjes hechten meer aan elkander en aan de zanddeeltjes enz. die er mede vermengd zijn. De klei of eene grondsoort die veel klei bevat, is daardoor vormbaar. Wordt een kleigrond geploegd, dan vertoonen de vurgen min of meer scherpe kanten, terwijl die van een' zandgrond meer rond zijn. Als vochtig zand opdroogt, verandert de ruimte, die het inneemt, weinig of niet. Klei daarentegen krimpt in. Een kleigrond vertoont dus, na het opdrogen, scheuren en barsten, een zandgrond niet.

Van de verhouding tusschen de hoeveelheid zand en klei, hangt de hoedanigheid van den grond, wat zijne structuur betreft, dus veelal af, maar ook stoffen, die met deze hoofdbestanddeelen den bouwgrond vormen en hierboven vermeld zijn, oefenen daarop invloed uit. In de eerste plaats de humusstoffen. Daar de samenhang hiervan veel minder groot is dan die der kleideeltjes en zij, gelijk reeds opgemerkt is, deze omgeven (omkorsten), volgt daaruit, dat zij een kleigrond minder samenhangend moeten maken. In een zandgrond voor-

---

[1]) Men drukt dit ook zoo uit, dat de grond uit korrels of kruimels van aaneengehechte deeltjes fijnaarde moet bestaan, waartusschen zich holten bevinden, en dat de korrels zelve eveneens poreus, dat is van kleine holten voorzien moeten zijn (*kruimelstructuur*); maar dat niet nagenoeg elk deeltje der fijnaarde los moet wezen, zooals in een mottigen bodem (*éénkorrelstructuur*), noch alle deeltjes door ineenslibbing, bewerking in vochtigen toestand enz. aaneengehecht moeten zijn (*dichte structuur*). Volgens een onderzoek van Wollny neemt het volume van den grond 15—40 % toe, als hij van de dichte in de kruimelstructuur gebracht wordt.

komende, werken de humusstoffen als een cement om de zanddeeltjes aan elkander te hechten: een zandgrond kan daardoor meer kluiterig gemaakt worden, in vochtigen toestand slibt hij niet zoo sterk ineen, bij droogte vertoont hij meer scheuren en barsten. Men vergelijke te dezen opzichte een zandigen ondergrond en een zandigen humushoudenden bovengrond. Kleigrond, die eene zekere quantiteit humus bevat, is gemakkelijker te bewerken, daar de humusstoffen minder sterk aan het hout of 't ijzer der daarvoor dienende werktuigen kleven. Bij het opdrogen vertoont hij wel scheuren en barsten — daar de humusstoffen bij droogte niet minder inkrimpen dan de klei —, de kluiten, bij het omploegen ontstaan, vallen echter spoediger uiteen, ja het is niet moeilijk een dergelijken grond poedervormig (mottig, mul) te maken. De landbouwer ziet dit ongaarne.

Niet alle humus is echter van dezelfde hoedanigheid. De kool- of turfachtige humus b.v., bl. 234, (o. a. voorkomende boven de grijze laag zand, eenige centimeters diep in onze heidevelden), die op zich zelf weinig samenhang heeft, werkt te dezen opzichte anders dan de humus, die uit eene oplossing zich rondom de gronddeeltjes heeft afgezet. Ook is het niet onverschillig welke stoffen tevens in den grond aanwezig zijn, gelijk straks (bij de scheikundige verschijnselen in den grond) zal worden vermeld. Vele humushoudende kleigronden zijn uitstekend vruchtbaar, maar inzonderheid die, welke tevens koolzure kalk bevatten. Bekend zijn te dezen opzichte de zwarte gronden in het zuidoosten van Rusland (Tchernoïzem), de zwarte gronden van Texas (Noord-Amerika), de Dollardgronden enz.

Behalve dat bij aanwezigheid van koolzure kalk en andere verbindingen, de scheikundige toestand gunstiger is voor den plantengroei, komt ook de klei daardoor in een' anderen (door Schlösing zeer karakteristiek genoemd *gestolden*) toestand. Daardoor wordt de klei milder en bij het opdrogen minder hard (mergel). Andere zouten o. a. gips oefenen eene dergelijke werking uit.

Men kan zich van deze werking der kalk en van kalk- en andere zouten nog op eene andere wijze overtuigen. Wanneer men een zwaren kleigrond, die geen koolzure kalk bevat, in water verdeelt, blijft hij hierin meestal lang zweven; voegt men echter een weinig kalkwater of eene kleine hoeveelheid keukenzout er aan toe, zoo bezinkt hij zeer spoedig en vormt een vlokkig neerslag. Zulk een in vlokken neergeslagen grond laat zich ook gemakkelijk filtreeren, zonder troebel door te loopen; onttrekt men echter aan een' grond de oplosbare zouten b.v. door water of een verdund zuur en wascht hem dan uit, zoo filtreert hij uiterst moeilijk, doordien de fijne kleideeltjes door het filter gaan en dit weldra verstoppen.

Deze eigenschap der kleideeltjes van vlokkig te worden door enkele verbindingen is van veel belang. Verliezen zij deze eigenschap b.v. door vochtige ligging, eene overstrooming met zeewater of eene sterke bemesting met chilisalpeter, waardoor vele zouten in oplossing worden gebracht, dan slibt de grond ook in de natuur ineen.

Als men een' zwaren kleigrond, die geen koolzure kalk bevat, met water kneedt en dan de massa laat drogen, krijgt men steenharde klompen. Voegt men echter 0.5 à 1 % bijtende kalk bij de klei en behandelt haar dan op dezelfde wijze, zoo kan zij na droging gemakkelijker verkruimeld worden. Blijk-

baar verhindert de kalk de kleideeltjes om sterk aan elkander te hechten. Volgens een onderzoek van Wollny [1]) krimpt een kleigrond waarbij 1 % kalium- of natrium-carbonaat gevoegd is, bij bevochtiging en daarna opdroging het meest in, iets minder als bij den grond keukenzout of chilisalpeter gevoegd is en het minst als er kalk is bijgevoegd. Na weder bevochtiging neemt het volume in de opgegeven volgorde weder toe, maar met kalk wordt het volume iets grooter en met de genoemde zouten blijft het kleiner als het oorspronkelijk was.

Bij aanwezigheid van fijn verdeeld kiezelzuur, zoogenaamd meelzand, wordt de grond meer slemperig (leemachtig).

Ook de vochtigheidstoestand van den grond oefent hier een grooten invloed uit en die invloed is weder verschillend naar de betrekkelijke hoeveelheden van de andere stoffen. Inzonderheid dient die vochtigheidstoestand in aanmerking genomen te worden bij grondbewerkingen, die men doet om de structuur van den grond te verbeteren. Haberlandt vormde cilinders uit verschillende grondkruimels en plaatste hierop in verschillende toestanden van vochtigheid gewichten. Een cilinder, uit tamelijk grove kruimels [2]) samengesteld, kon bij 32.6 % vochtigheid 0.12 KG., bij 13.1 % vocht 0.75 KG. en bij 2.4 % vocht 0.17 KG. dragen; een dergelijke cilinder, uit aarde van gemiddelde fijnheid samengesteld, droeg bij 20 à 25 % vochtigheid 0.2 à 0.28 KG., bij 16.8 % vocht 0.5 KG., bij 3.1 % vocht 1.1 en bij 1.2 % vocht 1.08 KG. en een, uit zeer fijne kruimels gevormd, bij 33.4 % vocht 0.45 KG., bij 25.8 % vocht 1.15 KG., bij 7 % vocht 1.9, bij 4.2 % vocht 2.4 en bij 1.9 % vocht 3.9 à 4.4 KG. Werd laatstgenoemde aarde echter bij het vormen tot een cilinder ineengeperst, dan kon zulk een cilinder bij een gehalte van 3 % vocht 12 KG. en bij 0.9 % vocht meer dan 52 KG. dragen. Voegde hij bij genoemden fijnen grond eenige procenten zand of veen, dan braken de cilinders reeds bij een veel geringer gewicht. Zoo kon een cilinder uit 20 deelen van de fijne aarde en 50 deelen zand bestaande, bij 0.2 % vochtigheid slechts 2.7 KG. en eene uit 90 deelen fijne aarde en 10 deelen veen bestaande, bij 1.8 % vocht slechts 1.6 KG. dragen. De meerdere of mindere vochtigheidstoestand moet dus een grooten invloed hebben op de structuur, die de grond na het bewerken aanneemt. Want, evenals hier de cilinders eene zeer verschillende vastheid toonden, zullen ook de kluiten in verschillende toestanden van vochtigheid meer of minder gemakkelijk uiteenvallen of meer of minder groot zijn.

Als Haberlandt eene grondsoort verkruimelde, toen zij nog bijna 12 % vocht bevatte, stonden de fijnere tot de grovere kruimels, die hij kreeg, als 63 tot 37, maar als hij hem op dezelfde wijze behandelde bij een gehalte van bijna 9.5 % vocht, als 39.4 tot 60.6. Deze cijfers zullen natuurlijk voor andere gronden anders zijn; 't verschijnsel, dat uit deze cijfers spreekt, is in de praktijk op onze gronden ook vrij wel bekend. Er blijkt hier evenwel uit, dat reeds kleine verschillen in den vochtigheidstoestand groote verschillen in

---

[1]) *Forsch. auf dem Gebiete der Agrikultur- Physik Dl. XXIV.*

[2]) Deze kruimels werden verkregen door een mergelgrond, in behoorlijk vochtigen toestand te verkruimelen, aan de lucht te drogen en vervolgens door zeven van verschillende grootte te verdeelen. Zie Fr. Haberlandt, *Wissenschaftlich praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues.*

de structuur van den grond, na het bewerken, b.v. het eggen, moeten geven.

Met betrekking tot het bewerken van den grond meenen wij hier met verwijzing naar de volgende afdeeling te kunnen volstaan. Wij merken nu echter reeds op, dat, ofschoon veelal beweerd wordt, dat het bewerken van den grond noodzakelijk is om hem eene goede structuur te geven, ook het omgekeerde 't geval kan zijn, namelijk dat door het bewerken de structuur van den grond bedorven wordt. Niet alleen het bewerken in te vochtigen toestand kan voor kleigronden hoogst nadeelig worden, maar ook het herhaald ploegen en eggen in te drogen toestand is niet bevorderlijk voor zijne goede structuur, omdat hij dan bij invallenden regen licht ineenslibt.

De invloed der vorst op den bouwgrond is elken landbouwer bekend. Gaat het water tot ijs over, dan zet het zich uit en verwijdert de aarddeeltjes van elkander. De kluiten der taaiste kleigronden vallen daardoor tot een fijn poeder uiteen. Ook de veen- en humushoudende gronden, die evenals de kleigronden eene groote capaciteit voor water hebben, worden daardoor losser; ook deze vriezen op.

Die losheid, door de vorst veroorzaakt, is echter van zeer teeren aard. Droogt de grond na het ontdooien regelmatig op, dan blijft zijne structuur, ook bij bewerking, goed. Wordt hij echter in te vochtigen toestand geploegd of geëgd, zoo bederft men zeer licht weder zijne geschiktheid voor den plantengroei. Niet geheel zonder invloed is hierop ook de wijze van ontdooien. Gaat dit met veel regen gepaard, dan blijft het water niet zelden te lang op den grond staan, en zijne bovenste lagen slibben daardoor ineen. Nadeelig kan de vorst en vooral de nachtvorst daarbij ook werken op jonge planten. Bevriest de grond des nachts en zet hij zich dientengevolge uit, ontdooit hij des daags en bezinkt hij daardoor weder min of meer, dan kunnen door deze herhaalde uitzettingen en bezinkingen de jonge plantjes omhoog geheven en los in den grond bevestigd worden. Vooral wordt hun leven in gevaar gebracht, wanneer het stengeltje, Fig. 11, *h*, bl. 141, afbreekt, alvorens het met nieuwe bijwortels in den grond bevestigd is.

Eene dergelijke werking als de vorst oefenen ook afwisselende droogte en vochtigheid uit, vooral op kleigronden. Bij droogte inkrimpende en bij vochtigheid zich weder uitzettende, wordt de grond los. Kleigronden, wier structuur wegens te vochtige bewerking bedorven is, worden juist door sterke uitdroging gedurende den zomer en daaropvolgende bevochtiging weder geschikter. Inzonderheid is die werking van de uitdroging en daaropvolgende bevochtiging zichtbaar bij ondergronden, die ter verbetering van den bouwvoor naarboven gebracht zijn. Laat men die gedurende een zomer, door ze boven te houden, en niet weder onder te ploegen, uitdrogen, dan verdeelen en mengen zij zich veel beter, dan wanneer zij, nog vochtig zijnde, worden ondergeploegd. Schlösing toonde door proeven aan, dat de grond onder deze omstandigheden vooral los wordt, als hij eene zekere quantiteit humus bevat.

De plantenteelt zelf verbetert de structuur van den grond. De meening, die men niet zelden uitgedrukt vindt, dat de grond door de teelt stijf wordt en hij daarom weder moet worden geploegd, geëgd enz., is grootendeels onjuist. Daarvoor bestaan andere redenen; zie het bewerken van den grond hierachter. Als de fijne wortels, vooral die der granen en klaversoorten, in den grond verrotten, blijven overal kleine kanaaltjes over. Een stoppelveld, dat men tot

het voorjaar zonder te ploegen laat liggen, is niet zelden veel poreuzer en daardoor droger, dan wanneer het in den herfst geploegd is. In het laatste geval verliezen de gronddeeltjes niet zelden het noodzakelijk verband, dat, wanneer men den grond stil laat liggen, blijft bestaan. Ook de grond onder de bouwvoor, waartoe de wortels van vele planten doordringen, tenzij daarin harde lagen (banken) voorkomen, heeft daaraan zijne poreusheid te danken; behalve onmiddellijk onder de ploegvoor waar hij ingengedrukt kan zijn, is hij niet zelden losser dan de bouwvoor zelf. Niet alle planten geven echter een even lossen grond. In 't algemeen kan men zeggen, dat de bodem van gras- en klavervelden het meest los is. Ook boonen- erwten- en koolzaad-„stoppels" zijn los, die van 't Vlas daarentegen meer stijf. Van de granen geeft Tarwe een meer lossen grond dan Haver en deze weer een losseren dan Gerst. Wanneer men bedenkt, dat de ontwikkeling der wortels en de wijze, waarop zij zich in den grond verspreiden, zeer ongelijk is, dan behoeft het ons niet te verwonderen, dat de structuur van den grond zeer ongelijk zijn moet, al naar 't gewas dat er op geteeld is. 't Spreekt van zelf, dat ook de wijze van oogsten hierop van invloed kan zijn; grond b.v. waarop mangelwortels of suikerbieten staan, zou door de teelt dezer planten wel los kunnen worden, maar hij wordt door het oogsten in vochtig weer niet zelden vastgetreden.

Ten slotte vermelden wij, dat ook de in den grond levende dieren, met name de regenwormen, bijdragen tot de losheid en dus tot de structuur van den grond. De regenwormen, in alle richtingen den bodem doorkruisende, maken gangen, wat voor de wortelontwikkeling der planten waarschijnlijk niet zonder invloed is, en zich met door aarde verontreinigde plantendeelen en overblijfselen van planten voedende, leveren zij eene groote hoeveelheid uitwerpselen, uit met humus vermengde aarde bestaande, die aan de oppervlakte gebracht of in de gangen afgezet, door hunne losheid zeker bijdragen tot de losheid van den bodem. Volgens eene berekening van Jenssen komen in 1 hectare grond niet zelden 133 000 wormen (*Lumbricus terrestris*) voor; 1 worm leverde in 24 uur minstens 0.5 gram uitwerpselen, zoodat door het geheele aantal in een etmaal 66.5 KG. per hectare geleverd zou worden.

b. De warmte van den grond. Op bl. 76 en 77 is vermeld, hoe de bouwgrond in de dagelijksche wisselingen der temperatuur deelt, maar tevens opgemerkt, dat zijne kleur, samenstelling enz. een bijzonderen invloed daarop uitoefenen.

Als hoofdbron voor de grondwarmte kunnen wij de zon beschouwen. In vulkanische streken oefent ook de inwendige aardwarmte invloed uit. Bij de scheikundige werkingen, die in den grond plaats grijpen, o. a. de vertering, rotting, gisting enz. van den daarin gebrachten mest wordt weliswaar warmte vrij, maar deze is in een zeker tijddeel en in verhouding tot de groote stofmassa, die verwarmd moet worden, zoo gering, dat zij niet bepaald en in den regel buiten rekening gelaten kan worden. Alleen in broeikassen en broeibakken wordt, gelijk bekend, hiervan partij getrokken, en aangezien de grond door den mest meer los en derhalve zijn natuurkundige toestand er door veranderd wordt, kan de mest toch middellijk van invloed zijn op zijne warmte. Zie hieronder.

Drieërlei punten moeten bij de verwarming van den bouwgrond door de zon in aanmerking worden genomen:

a. het opnemen (absorptie) en het uitstralen (émissie) van de warmtestralen;

b. de geleiding der warmte;

c. de soortelijke warmte en de omzetting der warmte in ander arbeidsvermogen.

Op bl. 66 is opgemerkt, dat de bouwgrond warmtestralen opneemt, maar tevens ook warmte uitstraalt; van de hoeveelheid, die opgenomen of uitgestraald wordt, hangt het nu af, of zijne temperatuur zal toe- of afnemen. Niet alle bouwgronden nemen echter de warmtestralen even goed op. Heeft de grond eene helling naar het zuiden, dan vallen de warmtestralen meer loodrecht in en wordt meer warmte geabsorbeerd dan bij eene helling naar het noorden. Smalle ronde akkers, met eene ligging van 't westen naar 't oosten, worden daarom aan de zuidzijde meer bevoorrecht dan aan de noordzijde. 's Winters ziet men niet zelden deze zijde nog bevroren, als gene reeds door de zonnewarmte ontdooid is. Voor eene gelijkmatige verwarming is daarom eene ligging zuidnoord meer gewenscht. Donkergekleurde gronden nemen meer warmte op dan lichtgekleurde. Schübler stelde verschillende grondsoorten bij eene luchttemperatuur van 25° C. aan de zonnestralen bloot en vond nu, dat grauwgeel en witgrauw zand en grauwgele klei eene temperatuur van 44.6° aannamen, terwijl eene blauwachtige klei 45°, tuingrond 45.2 en zwartbruine humus 47.4° werd. Gasparin bedekte verschillende grondsoorten deels met magnesia om haar eene witte kleur, deels met houtskool om ze eene zwarte kleur te geven en vond nu, dat, bij blootstelling aan de zonnestralen, die met eene witte oppervlakte eene temperatuur van ongeveer 41 à 43° aannamen, terwijl die, met eene zwarte laag bedekt, 49 à 51° warm werden. Donkergekleurde gronden stralen echter ook meer warmte uit en zijn derhalve aan hunne oppervlakte aan grootere temperatuurverschillen onderhevig dan lichtgekleurde: des daags veelal warmer, des nachts kouder. Nachtvorsten komen derhalve op donkergekleurde gronden eerder voor dan op lichtgekleurde. Nu zal men zeggen: als donkere gronden meer warmte opnemen maar ook meer uitstralen, dan zullen zij wel aan een grooter temperatuurverschil onderhevig, maar gemiddeld niet warmer zijn. Toch is dit in den regel het geval. Het uitstralend en opnemend vermogen van warmtestralen is namelijk wel aan elkander gelijk voor dezelfde, maar niet voor verschillende stralen. Nu zijn onder de stralen, die door een' zwarten grond geabsorbeerd worden ook lichtgevende; die, welke uitgestraald worden, zijn alleen donkere. Bij de wit gekleurde gronden worden de lichtgevende stralen grootendeels teruggekaatst (vandaar juist de lichte kleur); zij kunnen derhalve niet bijdragen tot verwarming van den bodem, terwijl zij dit bij den zwarten grond wel doen. Daardoor wordt betrekkelijk meer warmte geabsorbeerd dan er uitstraalt en vandaar eene hoogere temperatuur van den zwarten grond.

Dit verschil in temperatuur heeft echter in de eerste plaats slechts betrekking op de oppervlakte van den grond. De daaronder liggende lagen, wier temperatuur van meer gewicht is voor den plantengroei, moeten hare warmte van de bovenste lagen ontvangen door geleiding. Nu zullen grondsoorten, wier oppervlakte het sterkst verwarmd wordt, natuurlijk meer warmte aan de

daaronder liggende lagen kunnen afstaan, maar daarbij dient ook in aanmerking genomen te worden het geleidend vermogen van den grond. En ook te dezen opzichte verschillen de grondsoorten evenzeer als, gelijk bekend, onderscheidene andere stoffen, die men daarom in goede en slechte geleiders onderscheidt. Te dezen opzichte hebben proeven van Haberlandt en Littrow geleerd, dat droge gronden de warmte slechter geleiden dan vochtige. De reden hiervan moet gezocht worden in de lucht, welke als slechter geleider dan water, in eerstgenoemde gronden meer aanwezig is. Losse gronden geleiden de warmte daarom ook slechter dan dichte. De scheikundige samenstelling schijnt van minder invloed te zijn dan de mechanische verdeeling. Alleen kalk- en magnesia-verbindingen worden bevonden slechter geleiders te zijn en inzonderheid de humus; kwarts geleidt de warmte het best en klei staat tusschen beide in. Geheel verkeerd worden de humusgronden derhalve als warme gronden beschouwd. Door hunne zwarte kleur nemen zij weliswaar meer warmte op, maar zij geleiden die slecht, vooral in drogen toestand. Zij zijn slechts warm aan hunne oppervlakte.

Bedekking met sneeuw houdt om dezelfde reden den grond warmer, gelijk uit de volgende waarneming van Bozet blijkt:

Luchttemp.	Temp. van den grond onder sneeuw	Temp. van den niet met sneeuw bedekten grond.
— 1° C.	0°.0 C.	0°.0 C.
— 4 „	— 1.0 „	— 2.0 „
— 6 „	— 1.5 „	— 2.5 „

Zie verder voor de dagelijksche en jaarlijksche afwisseling der temperatuur van den bodem bl. 76 en 77.

In de derde plaats dient bij de verwarming van den grond de warmtecapaciteit of de soortelijke warmte zijner bestanddeelen en de omzetting van warmte in een anderen vorm van arbeidsvermogen in aanmerking genomen te worden. Wat daaronder verstaan wordt is bl. 68 gezegd en de warmtecapaciteit van klei in verhouding tot water reeds opgegeven. Pfaundler vond, dat die van kalk en zand ongeveer 0.2, van klei 0.25 en van humus 0.5 is, als die van water gelijk 1 gesteld wordt. Om 1 KG. water te verwarmen is er dus respectievelijk 5, 4 en 2 maal zooveel warmte noodig dan voor 1 KG. zand of kalk, klei en humus. In 't algemeen worden vochtige gronden dus niet zoo spoedig warm als droge en vooral moet den vochtigen veengronden [1]) veel warmte toegevoerd worden, alvorens zulks aan een' thermometer of ook met ons gevoel waar te nemen is. Eenmaal warm zijnde, behouden zij echter onder dezelfde omstandigheden hunne temperatuur langer. Hunne temperatuur is minder afwisselend dan die van drogen grond; vergel. bl. 68.

Toch zijn vochtige gronden gemiddeld kouder dan droge. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in het verbruik van de warmte voor de verdamping. Wordt dus een vochtige grond door de zon beschenen, dan zal hij altijd eenige graden lager in temperatuur blijven dan een droge, eensdeels omdat uit den eersten meer water verdampt dan uit den laatsten en anderendeels

---

[1]) Naar het volume, b.v. per M³, is de soortelijke warmte van veengrond veel geringer, omdat het volumegewicht van veen lager is.

omdat de watercapaciteit grooter is. Schübler stelde b.v. verschillende grondsoorten, èn in vochtigen èn in drogen toestand, bij eene luchttemperatuur van 25° C., aan het zonlicht bloot en vond, dat zij in het eerste geval gemiddeld eene temperatuur van 44°.5 en in het laatste geval van 37°.3 aannamen.

Vatten wij nu het bovenstaande samen, dan volgt daaruit:

1º. dat vochtige gronden in den regel kouder zijn inzonderheid aan de oppervlakte. Zij geleiden de warmte echter betrekkelijk goed en nemen dus al spoedig in de diepte eene temperatuur aan, welke weinig van die der oppervlakte verschilt. Zij behouden de warmte betrekkelijk lang.

2º. Losse en droge gronden zijn over 't geheel warmer, maar vooral aan de oppervlakte, inzonderheid als die donker gekleurd is. De warmtegeleiding is betrekkelijk slecht en daarom neemt de temperatuur van de diepere lagen niet zeer spoedig toe; hunne temperatuur is meer afwisselend. Een droge veen-(humus)grond vertoont dit verschijnsel het sterkst, donkergekleurde gronden met een hoog soortelijk gewicht, b.v. een bazaltgrond of een humusachtige zandgrond, in mindere mate.

3º. Een matig vochtige grond, die, zonder een veengrond te zijn, eene donkere kleur heeft en noch te veel ineengeslibd, noch te los is, is voor het opnemen van warmte en voor het bekomen van eene min of meer gelijkmatige temperatuur in den meest gunstigen toestand.

4º. Gronden die licht gekleurd zijn, een hoog volumegewicht hebben en weinig water houden (humusarme zand-, leem- en kleigronden) worden niet zoo gemakkelijk verwarmd; hunne temperatuur is daarom veelal lager dan de onder 3 genoemde, maar meer gelijk dan die onder 2 vermeld.

c. De vochtigheidstoestand van den grond. De noodzakelijkheid van het water voor den plantengroei is ons meermalen gebleken. Ook voor de scheikundige werkingen in den grond is het water een volstrekt vereischte en daardoor een der machtigste factoren tot de vruchtbaarheid des bodems. Enkel gebrek aan vocht kan overigens uitstekenden grond onvruchtbaar maken. Maar, is eene behoorlijke hoeveelheid vocht een volstrekt vereischte, eene te groote hoeveelheid kan zeer schadelijke gevolgen hebben en eveneens eene oorzaak van onvruchtbaarheid zijn. Daaraan lijden niet minder overigens vruchtbare gronden. Vele grondbewerkingen hebben dan ook ten doel den vochtigheidstoestand te regelen, dat is, eensdeels te voorkomen, dat er zich te veel water in den grond ophoope, anderdeels te zorgen, dat het water zooveel mogelijk bewaard of eene nieuwe hoeveelheid toegevoerd worde.

Ter juiste beoordeeling van het bodemvocht en de verschijnselen, die daarmede plaats hebben, zullen wij in de eerste plaats nagaan, hoe het in den grond voorkomt. Vooreerst dan treft men het water (behalve eene zekere hoeveelheid in min of meer sterk gebonden toestand) in den bouwgrond aan als een dun laagje rondom de aarddeeltjes. Door de adhaesie wordt dit vastgehouden evenals aan elk ander lichaam dat bij bevochtiging „nat" wordt. Maar ook, zonder juist nat aan te voelen, dat is in luchtdrogen toestand, zijn de grondeeltjes van een dun laagje vocht omgeven (hygroscopisch water). In de tweede plaats kan het water, evenals in een nauw buisje de capillaire ruimten van den grond vullen en in de derde plaats door den hydrostatischen druk in den grond „staan." In het laatste geval zijn niet alleen de kleine ruimten,

b.v. in de kruimels, maar ook alle grootere tusschen de grondkruimels enz. met water gevuld.

Het in den grond voorkomende vocht moet beschouwd worden als te zijn regenwater, water dat als dauw gecondenseerd wordt en water dat door de bouwlaag uit den ondergrond wordt opgezogen. Eigenlijke bronnen, waarbij het water, uit de diepte opgestuwd, de bouwlaag vochtig maakt, gelijk in bergachtige streken niet zelden het geval is, komen hier slechts bij uitzondering voor. Verg. bl. 121. Het wordt uit den grond verwijderd, deels doordien het er doorsijpelt of afstroomt, deels doordien het door de planten opgenomen wordt of verdampt, 't zij uit den grond zelven 't zij middellijk door de planten.

In den herfst en winter hoopt zich wegens de geringe verdamping eene grootere hoeveelheid water in den grond op; dan is hij in den regel het vochtigst en niet zelden met water verzadigd; in het voorjaar droogt hij op en is in den nazomer in den regel het droogst.

De vochtigheidstoestand van den grond is voorts afhankelijk:

aa. Van zijne capaciteit voor water. Zie daarvoor de opgaven op bl. 232 [1]). Hoeveel water een grond al kan opnemen, wordt vooral bepaald door zijne adhaesie en capillariteit. Hoe fijner de aarddeeltjes zijn, des te grooter is hunne gezamenlijke oppervlakte, en des te meer water kan hieraan blijven kleven. Vandaar dat klei- en vooral veengronden eene grootere watercapaciteit bezitten dan zandgronden. Maar ook — en dit wordt vele malen voorbijgezien — de structuur van den grond is hierop van invloed. Haberlandt vond dat een bouwgrond, los in eene buis gedaan, 59 % water terughield en slechts 37.9 %, toen hij daarin vast ingestampt werd. Zeer fijn zand nam onder eerstgenoemde omstandigheid 36.1, zeer fijn veen 221 % water op, maar in de buis gestampt, bleven in eerstgenoemde grondsoort 24.4 % en in laatstgenoemde slechts 132.7 % water achter.

Klei- en veengronden nemen dus des winters of in 't algemeen in een natten tijd meer vocht op dan zandgronden, en wel eene hoeveelheid, die veelal te groot is om ze dan te kunnen bewerken. Het overtollige moet noodzakelijk verdampen en, daar voor die verdamping warmte verbruikt wordt, zijn zij veelal kouder. Zie hierboven de warmteverschijnselen in den grond. Des voorjaars kunnen genoemde gronden niet zoo spoedig bewerkt worden en blijven dan langer koud dan zandgronden. Veel vochtiger en daardoor kouder blijven echter de gronden, wanneer het water daarin „staan" blijft. Zie daarvoor hieronder het verschil tusschen een gedraineerden en een niet gedraineerden grond.

bb. Van het vochtbehoudend vermogen van den grond en zijn vermogen om den waterdamp uit de lucht te verdichten (*condensatievermogen*). Wij voegen deze eigenschappen bij elkaar, omdat zij wezenlijk van elkander afhankelijk

---

[1]) Door de Duitsche landbouwscheikundigen wordt de watercapaciteit gewoonlijk in volumeprocenten uitgedrukt. Ad. Maijer, *Lehrbuch der Agricultur-Chemie*, onderscheidt eene *grootste* of *volle* en eene *kleinste* of *absolute* watercapaciteit. De laatste heeft betrekking op eene kolom aarde welke zich boven eene andere kolom aarde, welke reeds met water volgezogen is, in een buis bevindt en evenals deze met water bevochtigd wordt en gewogen als er niet meer afloopt.

zijn. Een grond, die de waterdamp het best verdicht, behoudt ook het water 't best, dat is doet het water 't minst er uit verdampen. Wij verwijzen hierbij naar bl. 91, waar over het verdichten van waterdamp gesproken is. Em. Wolff stelde verschillende grondsoorten, in vochtigen toestand, gedurende eenige dagen aan het zonlicht bloot.

100 gram lucht-droge aarde	Kalkhoudende zwarte humus-grond. water in gr.	Leemachtige zandgrond. water in gr.	Kleiachtige grond. water in gr.	Zware klei. water in gr.
namen op	41.2	36.4	31.4	27.3
Hiervan verdampten in 12 dagen	22.4	27.1	19.0	14.4
De grond behield dus	18.8	9.3	12.4	12.9

Volgens Schübler namen 100 gew. deelen aarde in 3 dagen uit de lucht op	Humus water in gr.	Leemachtige klei water in gr.	Grauwe zwarte klei. water in gr.
	12	3.5	4.9

Veen- en kleigronden verdichten dus meer waterdamp uit de lucht en doen die niet zoo spoedig verdampen als zand- en zavelgronden. Eser[1]) vond echter dat uit humus het meest, uit zand het minst verdampt, dat klei tusschen beide in staat, en dat ook de kleur daarop van invloed is; hoe donkerder hoe meer water er uit verdampt.

Deze proeven hebben dan ook in zoover weinig beteekenis en leiden allicht tot verkeerde gevolgtrekkingen, omdat de structuur van den grond hierbij niet in aanmerking genomen is. En deze is hierop van zeer grooten invloed. Als zware kleigronden b.v. hun water door verdamping verliezen, vertoonen zij niet zelden diepe scheuren en barsten, waardoor het water in dampvorm kan ontwijken. Zij drogen daarom allicht meer uit dan de zandgronden, waarin die scheuren niet ontstaan. De waarneming leert dan ook dat de planten op kleigrond dikwijls eerder gebrek aan vocht hebben dan op zandgrond. Zie ook de proeven van Sachs op bl. 258.

Is de bovenlaag van den een of anderen grond verkruimeld, dan beschermt deze de daaronderliggende lagen meer voor verdamping dan wanneer de oppervlakte gesloten is, omdat het water dan door de haarbuisjes naarboven geleid wordt en hier kan verdampen, terwijl dit niet of in mindere mate geschiedt, als het bovenste laagje verkruimeld is.

Het vermogen van den grond om zijn vocht voor verdamping te bewaren is in den drogen tijd eene van de belangrijkste eigenschappen van den grond. Poreusheid is daartoe eene eerste vereischte, want daardoor wordt zijne oppervlakte, waarop het vocht in verdichten toestand wordt neergeslagen en vastgehouden, vergroot. Als kleigronden echter in vochtigen toestand bewerkt zijn, dan worden deze, vooral als zij geen koolzuren kalk bevatten, zie hierboven, door de vormbare (plastische) eigenschappen der klei gedeeltelijk ineengeperst. Bij veel regen blijft dan het water er licht op staan; zij zijn,

---

[1]) *Forschungen auf d. Geb. der Agric. Phys.* Bd. VII, 51 en 52.

ofschoon hunne capaciteit voor water geringer wordt (zie hierboven de proeven van Haberlandt) veelal vochtiger (de relatieve vochtigheid is veelal grooter); maar opdrogende, vormen zij eene harde, dichte massa, waaruit het water spoedig verdampt en waarin weinig waterdamp verdicht wordt. De planten, hier op groeiende, krijgen dus veel eerder gebrek aan vocht, dan wanneer de grond eene goede structuur heeft [1]).

In een eveneens ongunstigen toestand bevindt zich de grond, die van boven gesloten, dichtgeslempt is, gelijk dit door stortregens met een te veel verkruimelden kleigrond licht plaats kan hebben. Dat dichte laagje bevordert dan de uitdroging van den geheelen grond, omdat daarin het water uit de dieper gelegen lagen naarboven kan stijgen; bovendien ontstaan daarin scheuren, waardoor het water uit die diepere lagen rechtstreeks kan verdampen.

Een grond, die van boven verkruimeld is, vangt ook het regenwater beter op. Bij weinig regen dringt het derhalve dieper er in door; bij stortregens en inzonderheid als de grond eene helling heeft, loopt het niet zoo gemakkelijk er van af. Een' dergelijken invloed heeft eene bedekking met stroo, mest, dennennaalden enz., ook deze houdt de verdamping tegen, zoodat de grond daaronder vochtiger blijft dan wanneer hij onbedekt is.

Niet onbelangrijk zijn verder de waarnemingen door Babo en Hervé Mangon, bij het condenseeren van den waterdamp in den grond gedaan, namelijk dat de temperatuur daarbij aanmerkelijk stijgt. Babo hing een zakje met droge humushoudende aarde in eene flesch met vochtige lucht. Een thermometer, midden in de aarde geplaatst, steeg, terwijl de grond de vochtigheid opnam, van 20 tot 31°, in een' zandachtigen grond slechts tot 27°. Volgens Hervé Mangon stijgt ook de temperatuur wanneer bij een' drogen grond, waarvan de ingesloten lucht niet met water verzadigd is, vloeibaar water gevoegd wordt; daaraan moet volgens hem de verhooging van temperatuur worden toegeschreven, die men in den bouwgrond waarneemt, als er na droogte regen valt, zelfs als de regen kouder is dan de grond zelf.

cc. Het capillair-opzuigend en het waterdoorlatend vermogen kan eveneens van grooten invloed op den vochtigheidstoestand van den grond zijn. De verschillende gronden zijn ook te dezen opzichte zeer ongelijk.

Meister vulde eenige glazen buizen met onderstaande grondsoorten in lucht-drogen toestand en plaatste ze daarna loodrecht in water.

De hoogte waarop het water steeg is in de volgende tabel in m.M. opgegeven:

Grondsoorten.	na $^1/_2$ uur.	$5^1/_2$ uur.	$6^1/_2$ uur.	$21^1/_2$ uur.
Kleigrond.	340	1100	1150	2000
Humus.	400	1100	1140	1770
Tuingrond.	290	950	980	1610
Kwartszand.	440	920	970	1170
Veengrond.	260	500	570	1140
Zandgrond.	450	620	660	900
Krijtgrond.	60	330	540	700

[1]) Brengt men eene plant, die, in een' bloempot met aarde geplaatst, begint te verwelken, in een vochtige atmospheer, dan kan zij zich niet weer herstellen, door den condenseerenden waterdamp.

Hieruit blijkt dus dat een klei- en veengrond het water beter opzuigen dan b.v. een zandgrond. Wij meenen echter te moeten opmerken, dat verschillende omstandigheden ook hier het resultaat van dergelijke proeven kunnen wijzigen. Als een veengrond b.v. geheel uitgedroogd is, wordt hij zeer moeilijk weer vochtig, zuigt dan slecht het water op en laat het moeilijk door. Giet men b.v. op een' drogen veengrond in eenen trechter water, dan kan dit verscheidene dagen daarop blijven staan. Hetzelfde geschiedt, ofschoon in mindere mate, met een' drogen zandgrond en sommige kleigronden, b.v. roodoorn. Is een veengrond echter eenmaal bevochtigd (nat geworden), dan zuigt hij het water evenals een zandgrond, goed op. Ook de structuur van den grond is hier weder van invloed. Als Haberlandt bij dergelijke proeven de aarde vast in de buis stampte, steeg het water 2 à 3 maal zoo langzaam naar boven als wanneer hij de buizen met losse aarde vulde. Komen in den grond dus dichte lagen (banken) voor, dan zal hierdoor het opzuigen van 't vocht uit den grond aanmerkelijk vertraagd worden. Is de grond meer los (poreus), dan wordt het sneller opgezogen en kan de toevoer van water dus van eenige beteekenis worden. In hoever overigens de bouwlaag door dit opzuigen van vocht kan worden voorzien, hangt natuurlijk ook van hare ligging ten opzichte van het omringende water (van het grondwater) af.

Niet slechts van beneden naar boven, maar ook omgekeerd beweegt zich het water in den grond. 't Laatste heeft in den zomer, als de grond tot zekere diepte uitgedroogd is, en daarna door regen bevochtigd wordt, plaats. Een goed opzuigend vermogen is ook dan van belang. Want het vocht, dat de regen geeft, wordt daardoor meer voor eene spoedige verdamping beveiligd.

Met de beweging van dit water gaat ook eene beweging van de voedingsstoffen in den grond gepaard. Droogt de bouwlaag des zomers uit, dan wordt water uit den ondergrond opgezogen en daarmede ook de stoffen, die in dit grondwater opgelost zijn. Met het regenwater, dat naar beneden zakt, spoelen bestanddeelen uit de bouwlaag naar de diepte.

Aanwezigheid van dichte lagen (banken) is niet alleen nadeelig voor het opzuigen en 't doorlaten van den grond door capillariteit, gelijk wij zooeven gezien hebben, maar ook en vooral omdat het water daardoor licht in den grond „staan" blijft. Dan moet eene grootere hoeveelheid water verdampen en blijft de grond dus kouder; dan wordt de lucht geheel afgesloten en ontstaan allicht voor de planten schadelijke stoffen in den grond enz. Maar ook zonder dat er bepaald banken gevormd zijn, laten toch alle gronden het water niet even gemakkelijk door; kleigronden b.v. niet zoo gemakkelijk als zandgronden. Veel hangt hier echter van hunne bijzondere structuur af. In zandgronden komen even goed niet-doorlatende lagen voor, zie bl. 34, als in kleigronden. De laatste kunnen bij eene goede behandeling (doeltreffende bewerking) zeer goed doorlatend zijn.

't Vermogen het water goed door te laten is dus vooral voor de kleigronden in ons vochtig Nederland van het uiterste gewicht. Het zijn echter vooral de ondergronden, die hier van invloed zijn. Voor den vochtigheidstoestand van de bouwlaag zijn zandige en veenhoudende ondergronden derhalve in den regel meer gewenscht dan zware kleigronden.

dd. Van de planten, die geteeld worden. Niet zelden is de meening geuit,

dat een bouwgrond, met planten begroeid, meer voor verdamping beveiligd is, en derhalve vochtiger moet zijn, dan een onbegroeide grond. Bladrijke planten als Klaver, Luzerne, Erwten enz., zoogenaamd beschaduwende gewassen, heeft men gezegd, houden den grond vochtiger, omdat zij het water voor verdamping bewaren. Dit vochtiger houden heeft echter slechts aan de oppervlakte plaats, op zekere diepte is de met planten begroeide grond droger. Op bl. 98 is reeds vermeld, dat uit een met planten begroeiden grond meer water verdampt en op bl. 210 dat de planten eene groote massa water uit den bouwgrond opnemen en dit niet alleen voor hare opbouwing gebruiken, maar ook doen verdampen. Daaruit volgt reeds, dat een met planten begroeiden grond droger moet zijn dan een onbegroeide. Breitenlohner en Wilhelm vonden dan ook een braakland vochtiger dan een stoppelveld en dat bladrijke gewassen, als Klaver, Luzerne, Grassen aan den boven- en ondergrond meer vocht onttrekken dan b.v. de Granen. Volgens Vogel verdampte van eene vierkante voet oppervlakte in 108 dagen bij eene temperatuur van 15.2°, uit een onbezaaiden bodem 7044 gram, uit een met Haver bezaaiden 21692 gram en uit een met Tarwe bezaaiden 20169 gram.

Volgens Dietrich brengt eene en dezelfde plantensoort des te meer plantenzelfstandigheid voort, naarmate meer vocht uit haar verdampt en omgekeerd. Op 1 KG. voortgebrachte droge plantenstof verdampt er volgens hem door

Boekweit	420 KG.	water
Klaver	410 „	„
Lupinen, Boonen en Haver	360 „	„
Zomerrogge en Tarwe . .	300 „	„
Gerst	260 „	„

Nemen wij nu een boonenoogst van 2000 KG. zaad en 1800 KG. stroo van de hectare, dan is hierin ongeveer 3150 KG. droge stof aanwezig en om deze voort te brengen is dus 3160 × 360 KG. = 1 137 600 KG. water noodig. Een gerstoogst van 2000 KG. zaad en 3000 KG. stroo, of ongeveer 4320 KG. droge stof onttrekt aan den grond daarentegen 4320 × 260 = 1 123 200 KG. Voor beide oogsten is dus nagenoeg evenveel water noodig.

Deze verschillende punten dienen bij het beoordeelen van den vochtigheidstoestand van den grond in het algemeen in aanmerking genomen te worden.

Voor het beoordeelen van den vochtigheidstoestand op een' zeker tijdstip en in eene bepaalde streek, dient er rekening gehouden te worden met de vochtigheid van het klimaat, de gemiddelde hoeveelheid regen, de weersgesteldheid, den stand van 't omringende water enz. Gronden, die spoedig hun vocht verliezen, zullen in eene streek met een vochtig klimaat nog uitstekend vruchtbaar kunnen zijn, terwijl zij in een droog klimaat of in een' drogen tijd onvruchtbaar worden. Ook bij het ontginnen van gronden dient men er op te rekenen of zij de noodige hoeveelheid water kunnen leveren voor den weligen plantengroei, dien men er van verlangt.

Maar ook, zonder dat de planten nu juist verwelken, werkt te weinig vocht reeds nadeelig. In 't algemeen blijven de planten in een' drogen bodem klein. Men merkt dit b.v. aan de Granen, als het in den tijd van het doorschieten te veel droogt; men bekomt dan kort stroo. Zoo werd ook gevonden, dat de bladeren van Gerst in een en denzelfden grond gegroeid:

										een lengte van m.M	een breedte van m.M.
bij	een	watergeh.	van	60 %	van	het	waterh.	vermogen	kregen	182.2	9.4
„	„	„	„	40 „	„	„	„	„	„	166.3	9.1
„	„	„	„	20 „	„	„	„	„	„	138.7	6.9
„	„	„	„	10 „	„	„	„	„	„	93.7	5.6

Over de groote nadeelen van te veel vocht in den grond zullen wij niet verder behoeven uit te weiden: het zijn de daardoor veroorzaakte koude, vorming van voor de planten schadelijke stoffen in den grond, te groote verdunning van het voedingsvocht, ineenslibbing van de gronddeeltjes tot ondoorlatende lagen. Wij komen daarop hieronder nogmaals terug.

Hoeveel water een grond noodzakelijk moet bevatten, als de planten daarin nog kunnen groeien en niet verdorren, schijnt van verschillende omstandigheden, inzonderheid van den aard der gronden afhankelijk te zijn. Op een' humusrijken zandgrond, welks capaciteit voor water 46 bedroeg, zag Sachs tabaksplanten verdorren, toen de grond nog 12 % water bevatte; in een' humusarmen zandgrond, met eene water-capaciteit van 21, verwelkten zij eerst toen de hoeveelheid water tot op 1.5 % gedaald was. Schuhmacher nam waar, dat gronden die het slechtst vochtigheid uit den dampkring tot zich trekken, juist die zijn, waarin de planten met de minste hoeveelheid water nog kunnen groeien.

Naar het schijnt kunnen de plantenwortels het water uit sommige gronden dus niet meer opnemen, omdat het te sterk door de fijne gronddeeltjes wordt vastgehouden. Ook de aard der planten en de wijze, waarop zij hare wortels in den grond verspreiden, is hierop voorzeker van invloed, en 't zal, behalve aan het verschil in den vochtigheidstoestand van den grond en in de hoeveelheid water die de planten absoluut noodig hebben, aan het verschil in de wijze waarop de plantenwortels het water uit den grond opnemen, moeten worden toegeschreven, dat Rogge en Boekweit b.v. beter op zandgrond tieren en Tarwe op kleigrond.

c. De zwaarte van den grond; zijn soortelijk gewicht. Kleigronden noemt men zware, zand en veen lichte gronden, omdat de eerste moeilijker te bewerken zijn dan laatstgenoemde. Deze onderscheiding moet dus niet verward worden met die naar de werkelijke zwaarte of het volume- en het specifiek gewicht van den grond, want

	in drogen toestand			in vochtigen toestand		
Een liter samenperst weegt ongeveer	zand	klei	humus	zand	klei	humus,
	2.04 KG.	1.38 KG.	0.63 KG.	2.49 KG.	2.13 KG.	1.43 KG.

Dit is dus onder deze omstandigheden het volumegewicht, dat is het gewicht van 1 liter in KG., terwijl het soortelijk gewicht van zand 2.6 à 2.7, van klei 2.5 en van humus ongeveer 1.3 is. Moge dus kleigrond zwaarder, dat is moeilijker te bewerken zijn, te verwerken en vooral te vervoeren is zand veel moeilijker.

Zijn het volumegewicht en het soortelijk gewicht van eene grondsoort bekend, dan kan daaruit het volume der met lucht gevulde tusschenruimten (poriën of capillairen) berekend worden. Gesteld het volume van den grond met de tusschenruimten is V, dat der aarde alleen V′ en dat der tusschen-

ruimten V", dan is V" = V — V'. Is nu het gewicht van dit volume aarde G en het soortelijk gewicht G', dan is $V' = \frac{G}{G'}$ en dus $V'' = V - \frac{G}{G'}$. Uit onderzoekingen van Ad. Mayer en Wollny is gebleken, dat het luchtvolume in den drogen grond des te grooter is naarmate de gronddeeltjes fijner zijn, dus van fijn zand grooter dan van grof zand[1]). Van de meeste grondsoorten is het volumegewicht 1.5 à 1.7, het soortelijk gewicht 2.4 à 2.5. Daaruit laat zich berekenen dat het volume der tusschenruimten 28 à 40 % van het geheele volume bedraagt. Enklaar vond deze voor wit uitgegloeid zand 23 à 24 %, voor grove donkere leem 31, voor fijne grijze leem 34, voor veenachtigen zandgrond 36, voor zwarte humusrijke klei 37 en voor bruine knipklei 44 %; Seelheim voor zandkorrels van gelijke grootte 37 en van ongelijke grootte 29 %[2]). Natuurlijk is ook de structuur van den grond hierop van grooten invloed. Ramann[3]) vond in het humusachtige gedeelte van een boschgrond (versch, niet gedroogd) het volume der tusschenruimten over de 50 % en naarbeneden gaande, naarmate de kruimelstructuur afneemt, verminderende, maar in het dichtste gedeelte van den ondergrond bedroeg het nog altijd 35 %. De hoeveelheid lucht, die in een matig vochtigen grond aanwezig kan zijn, is dus aanzienlijk.

d. De lucht in den bouwgrond, absorptie van gassen. Uit deze opgaven blijkt, dat de lucht ook in een matig vochtigen grond aanwezig, aanzienlijk kan zijn. Omtrent de samenstelling dier lucht is bl. 62 het noodige gezegd. Hier zij nog opgemerkt, dat door den grond, inzonderheid door sommige zijner bestanddeelen, vooral door het ijzeroxyd, den humus en de klei verschillende gassen als ammoniak en koolzuur worden opgenomen. Volgens proeven van Ammon[4]) nam 100 c.M³ van de volgende stoffen in drogen toestand, in eene atmospheer van ammoniak gebracht, op, bij 10°

IJzeroxyd	35096	cM³.
Humus	22930	„
Kaolin	2165	„
Gips	10360	„
Kwarts	1071	„ ;

terwijl Döhring vond, dat het gas, door ijzeroxyd, langen tijd aan de lucht blootgesteld, opgenomen, 95 %koolzuur bevatte. Ammon meent zelfs gevonden te hebben, dat bij absorptie van stikstof en zuurstof door ijzeroxyd salpeterzuur gevormd wordt.

Omtrent de beweging der gassen in den grond is nog weinig bekend, zeker is het, dat veranderingen van luchtdruk en temperatuur en vooral de regen daarop van invloed zijn.

---

[1]) Theoretisch is er geen verschil in het volume der tusschenruimten of eene ruimte met kleine of met groote kogels gevuld wordt, wel wordt dit kleiner wanneer de tusschenruimten van grootere kogels door kleinere worden aangevuld.

[2]) Zie Verslag van de commissie tot onderzoek naar de mate water onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt in de Werken der K. A. v. W.

[3]) *Forschungen auf dem Gebiete der Agric.-Physik*, B XI, 299.

[4]) Idem, Bd. II, 1.

2. SCHEIKUNDIGE TOESTAND EN SCHEIKUNDIGE VERANDERINGEN IN DEN GROND.

Hierboven, bl. 232 en volg. is een overzicht gegeven van de scheikundige verbindingen, die gewoonlijk in den bouwgrond voorkomen. Wij hebben daarbij opgemerkt welke verbindingen het geraamte van den grond vormen en grootendeels zijn *natuurkundigen toestand* bepalen en dat de voedende verbindingen deels in het bodemvocht opgelost kunnen voorkomen, voor het grootste gedeelte echter als vaste stoffen innig met de geraamte-vormende verbindingen vermengd zijn en hare eigenschappen wijzigen. Wij moeten thans de scheikundige verbindingen, die het *voedsel der planten*, vormen nog nader leeren kennen en trachten na te gaan, hoe van deze verbindingen de vruchtbaarheid van den grond afhankelijk is.

Nogmaals merken wij op, dat, evenals de kleideeltjes de zandkorrels omgeven en gelijk de humusstoffen in een zwarten, het ijzeroxyd in een' roestigen en de koolzure kalk in een' mergelgrond vooral aan de klei- maar ook aan de zanddeeltjes hechten, ze als het ware omkorsten, ook de voedingsstoffen of juister de verbindingen, waarin vooral de voedende elementen voorkomen, innig met de klei en het zand en den humus gemengd zijn, daarmede als het ware een geheel vormen.

Laat ons eerst nagaan, in welke scheikundige verbindingen die voedende elementen al in den grond kunnen voorkomen, in welken vorm ze waarschijnlijk het geschiktst door de planten kunnen worden opgenomen, welke veranderingen zij kunnen ondergaan en in welken vorm ze bepaald schadelijk zijn. Vergelijk hierbij de lijst op bl. 113. Wij herinneren hier, dat behalve water, de voedende elementen van den bouwgrond zijn: stikstof, zwavel, phosphorus, kalium, calcium, magnesium en ijzer, maar dat de planten behalve deze ook chloor, silicium en natrium en soms ook andere elementen uit den grond opnemen, ofschoon ze volgens de proeven in waterige oplossingen niet bepaald noodig zijn.

De *stikstof*[1]) komt in den bouwgrond voor als salpeterzuurzout, in ammoniakverbindingen en in enkele meer samengestelde stoffen (humus b.v.). In dezen laatsten vorm spreekt men gewoonlijk van organische stikstof. De vorm, waarin zij het gemakkelijkst door de planten kan worden opgenomen en dus in het algemeen het best als voedsel kan dienen, zijn de salpeterzure zouten en in enkele gevallen misschien de ammoniakzouten. Sommige planten nemen haar wellicht ook uit andere verbindingen b.v. humus op. De hoeveelheid stikstof in den bodem is zeer uiteenloopend: in sommige humusrijke gronden 1 à 2 %, in zeekleigronden 0.15 à 0.3 %, in de tabaksgronden op Java en Deli 0.2 à 0.3 %, volgens Warington op een diepte van 2 dM. in eene weide 0.25 %, op dezelfde diepte in goed akkerland 0.15 %, in een klei-ondergrond 0.05 %. Slechts een gedeelte daarvan is direct opneembaar voor de planten.

Zwavel wordt in den bouwgrond aangetroffen vooral als zwavelzuur, verbonden met kalk en, in verbinding met ijzeroxyd of aluinaarde, als zoogenaamd

[1]) Hier wordt natuurlijk alleen bedoeld de stikstof als bodembestanddeel, niet de stikstof der lucht in den bodem.

moeilijk oplosbare, basische zouten. Bij afsluiting der lucht en aanwezigheid van organische stoffen wordt de zuurstof aan deze zouten niet zelden onttrokken en er ontstaat zwavelcalcium, zwavelijzer enz. In andere gevallen wordt het voor de planten in eenigszins groote hoeveelheid schadelijke zwavelzuur ijzeroxydule of andere sulfaten gevormd of ontstaat vrij zwavelzuur, die aan den grond eene zure reactie geven. Als meest geschikte verbinding tot voeding der plant beschouwt men zwavelzure kalk. De hoeveelheid zwavelzuur [1]) in den grond voorkomende is zeer ongelijk. Meestal bedraagt zij niet meer dan eenige honderdsten van procenten; alleen in poldergrond, pas aan de zee ontwoekerd, is zij grooter, nl. 0.6 %, maar aangezien de zwavelzure zouten gemakkelijk oplossen, spoelen ze weldra uit en na eenige jaren is nog slechts de ondergrond rijker aan sulfaten. In de zure zeekleigronden kan zwavelzuur opgehoopt zijn.

Chloor vindt men in den grond in meestal gemakkelijk oplosbare verbindingen met natrium, calcium, magnesium enz. Wij mogen dus aannemen, dat het in een dezer vormen gemakkelijk door de plant kan worden opgenomen. Bij te groote hoeveelheid zijn vooral laatstgenoemde (calcium- en magnesium-) zouten nadeelig voor den plantengroei. Slechts zelden schijnt het chloor in moeilijk oplosbare verbindingen in den grond voor te komen. De meeste zijner verbindingen zijn gemakkelijk in water oplosbaar, en, evenals die van zwavelzuur in een' nieuwen zeepolder in grootere hoeveelheid, 0.5 à 1 %, als keukenzout voorkomende, spoelen zij spoedig naar den ondergrond, zoodat ten slotte in de bouwlaag eene dergelijke hoeveelheid chloor voorkomt, dat is slechts hondersten van procenten. Daar het regenwater hier te lande keukenzout bevat, zie bl. 119, wordt daarmede jaarlijks eene zekere hoeveelheid chloor in den bodem gebracht.

De *phosphorus* treft men in den grond aan als phosphorzure zouten: phosphorzuur ijzeroxyd, phosphorzure aluinaarde en phosphorzure kalk zijn daarvan de belangrijkste [2]). Alle drie zijn onoplosbaar in zuiver water, maar wanneer dit koolzuur bevat, lost het laatstgemeld zout en zoo daarin ook koolzure kalk in opgelost is, of keukenzout, koolzure potasch of enkele andere zouten aanwezig zijn, ook kleine hoeveelheden van de eerstgenoemde zouten op, en in eene of meerdere der daarbij ontstaande verbindingen kan het dan door de plant worden opgenomen. Maar moge het ook veelal in onoplosbare verbindingen voorkomen, het zure vocht, dat de plantenwortels, innig met de gronddeeltjes vereenigd, doortrekt, werkt osmotisch hierop in, waardoor phosphorzure verbindingen uit den bouwgrond in de planten overgaan. Zie bl. 212. De hoeveelheid phosphorzuur in den grond bedraagt veelal niet meer dan 0.1 à 0.2 proc., in terpaarde en tabaksgronden soms iets meer, in schrale zandgronden veel minder.

Het *kalium* maakt in den bouwgrond inzonderheid een bestanddeel uit van

---

[1]) Onder zwavelzuur wordt hier verstaan zwavelzuur-anhydrid omdat in dezen vorm de hoeveelheid zwavelzure zouten gewoonlijk wordt aangegeven, zie blz. 113; zoo ook onder phosphorzuur het phosphorzuur-anhydrid, onder potasch of kali kaliumoxyd enz.

[2]) Waarschijnlijk maakt phosphorus ook een bestanddeel van den humus uit, maar hoe hij daarin voorkomt is niet met zekerheid bekend; zie bl. 230 en ook *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, T. 112.

de waterhoudende silicaten of zeolithen, voor een deel ook als bestanddeel van de eigenlijke klei en der mineralen van het zand. Ook humuszure kali, bij de vertering van de plantenoverblijfselen gevormd of met gier enz. in den grond gebracht, kan voorkomen, inzonderheid in veengronden, alsmede koolzure en salpeterzure kali. Laatstgenoemde verbindingen zijn oplosbaar in water, terwijl de zeolithen daarin onoplosbaar zijn. Koolzuurhoudend water, vooral als dit koolzure kalk houdt opgelost, brengt hieruit koolzure kali in oplossing. Zoo ook lossen gips, keukenzout, chilisalpeter enz. het kalium hieruit op. Verdunde zuren werken op gelijke wijze. Ofschoon het kalium dus grootendeels in onopgeloste verbindingen in den grond voorkomt, kunnen door deze verschillende inwerkingen toch kleine hoeveelheden in oplossing worden gebracht en voor de planten ter beschikking gesteld worden.

Waarschijnlijk geschiedt de opneming van het kalium ook op eene dergelijke wijze, door osmotische werking, als hierboven van den phosphorus is vermeld.

De veldspaathbrokjes, glimmerplaatjes enz. bevatten ook weliswaar kalium; men mag echter aannemen, dat niet alle planten dit element uit deze moeilijk oplosbare verbindingen gemakkelijk kunnen opnemen. Eerst wanneer die brokjes verweeren en het kalium in andere verbindingen is overgegaan, kan het meer algemeen tot plantenvoedsel dienen. Overigens is er nog weinig bekend omtrent de hoeveelheid mineralen als veldspaath in onze bouwgronden en evenmin van welke beteekenis het daarin voorkomende kalium voor den plantengroei is. Elders o. a. in België heeft men gevonden dat het kalium wel degelijk in zulke moeilijk oplosbare verbindingen als veldspaath in den grond kan voorkomen, en dat de planten, o. a. aardappelen, het ook uit dergelijke verbindingen opnemen. De hoeveelheid kalium als potasch of kali bedraagt in rijke kleigronden 1 à 2 %, waarvan $^1/_3$ of $^1/_4$ gemakkelijker oplosbaar, in schrale zandgronden slechts 0.01 %.

Het *calcium* komt, behalve als bestanddeel van de zeolithen, hoofdzakelijk als koolzure kalk in den bouwgrond voor. Ook als humuszure-, phosphorzure- zwavelzure en salpeterzure kalk kan het erin worden aangetroffen en in de beide laatstgenoemde verbindingen, wijl zij in enkel water oplosbaar zijn, het gemakkelijkst worden opgenomen. Maar ook het koolzuurhoudende water van den bodem brengt koolzure- en phosphorzure kalk enz. in oplossing; keukenzout werkt op genoemde onopgeloste verbindingen in en er wordt dan het gemakkelijk oplosbare chloorcalcium gevormd. En bovendien kan, gelijk bl. 212 reeds opgemerkt werd, het calcium evenals het kalium en de phosphorus door de wortelwerkzaamheid worden opgelost. De grond van nieuwe zee- en rivierpolders bevat tot 10 % koolzure kalk, met den tijd vermindert deze hoeveelheid van bovenaf door uitspoeling, volgens Van Bemmelen ongeveer 1 % in 20 à 25 jaar; zoodat oudere polders, b.v. de oudste Dollardpolders, geen koolzure kalk meer bevatten, meestal echter in den ondergrond (woelklei), tenzij door aanwezigheid van oude veenlagen, ook hier de koolzure kalk is uitgespoeld (zure gronden). In de diluviale zandgronden, uitgezonderd eenige mergelgronden, en in de veengronden komt evenmin koolzure kalk voor. In enkele provinciën, o. a. in Noord-Brabant treft men intusschen onder de veenachtige graszoden koolzure kalk, bekend onder den naam van Wiesen-

kalk aan. Verder vindt men koolzure kalk in de duingronden (meestal als schelpgruis) en in de Limburgsche klei. In zeekleigronden, die geen koolzure kalk meer bevatten, komt nog ongeveer 0.5 à 1 % kalk in andere verbindingen voor. In zand- en veengronden is deze hoeveelheid veel minder, 0.03 à 0.1 %.

Magnesium komt in dergelijke verbindingen als het calcium maar meestal in geringere hoeveelheid in den bouwgrond voor, gewoonlijk niet meer (magnesia) dan $^1/_3$ of $^1/_4$ van de hoeveelheid kalk. Het kan op gelijke wijze in het bodemvocht opgelost zijn of in onopgelosten toestand voorkomende, oplosbaar worden gemaakt.

Menigvuldig zijn ook de veranderingen, die met de scheikundige verbindingen, waarin het *ijzer* in den grond voorkomt, kunnen plaats hebben. De meeste dezer verbindingen zijn gekleurd en deelen hare kleur ook aan den bouwgrond mede; zoodat men daaraan min of meer zal kunnen zien, welke ijzerverbinding in den grond gevonden wordt. De zoogenaamde roode (roestige) gronden hebben hunne kleur te danken aan ijzerroest (waterhoudend ijzeroxyd), de blauwe kleur van vele klei-ondergronden en vooral van het in de zeebezinkingen voorkomende en meestal met schelpen vermengde blauwe zand aan phosphorzuur ijzeroxydoxydule; in de witgekleurde ondergronden komt veelal het kleurlooze koolzuur ijzeroxydule, in de groen-grauw gekleurde zwavelzuur ijzeroxydule voor; de zwarte sloot- of gootaarde, de zwarte grond onder eene mestvaalt en de zwarte laag onder de slib onzer zeestranden hebben hunne kleur veelal aan het zwarte zwavelijzer te danken. De meeste landbouwers zullen die kleuren aan den grond hebben waargenomen, maar dan tevens hebben opgemerkt, dat zij bij blootstelling aan de lucht veelal in eene andere en wel in eene min of meer bruine overgaan. Het duidelijkst is deze kleursverandering waar te nemen met het blauwe zand op voetpaden of wegen gebracht, met de zwarte slootaarde, vooral van eene zoutwatersloot, die uitgegraven is, en aan den witten of blauwen ondergrond, die naarboven is gebracht. De oorzaak dezer veranderingen moet worden toegeschreven aan de inwerking van de zuurstof des dampkrings, waardoor de blauwe, groene of kleurlooze ijzeroxydule zouten in ijzeroxydezouten of in het ijzeroxyd overgaan, die eene min of meer bruine tint hebben. Het zwarte zwavelijzer gaat bij blootstelling aan de lucht eerst in groen zwavelzuur ijzeroxydule over en daarna in basisch zwavelzuur ijzeroxyde. Is echter tevens koolzure kalk aanwezig, dan geeft dit met zwavelzuur ijzeroxydule zwavelzure kalk en koolzuur ijzeroxydule, welke laatste verbinding zeer spoedig zuurstof en water opneemt, maar tevens zijn koolzuur verliest, zoodat het bruine waterhoudende ijzeroxyde achterblijft en het koolzuur ontwijkt. Wij komen hieronder op deze scheikundige verschijnselen nog terug. 't Zij hier genoeg om aan te wijzen dat het ijzer in zeer verschillende verbindingen in den grond gevonden wordt en dat de kleur van den grond dit min of meer reeds aanwijst. De grootste hoeveelheid komt echter meestal als ijzeroxyd, met eene grootere of kleinere hoeveelheid zwavelzuur en phosphorzuur verbonden, voor. Ook van de zeolithen maakt het ijzer een bestanddeel uit. In de geringe hoeveelheid ijzer die de plant voor haren groei noodig heeft, wordt veelal ruimschoots voorzien. De bouwgronden zijn derhalve niet onvruchtbaar wegens gebrek aan dit element, maar niet zelden doordien het in eene verbinding b.v. als koolzuur- of zwa-

velzuur ijzeroxydule er in voorkomt, die door de plant opgenomen wordende, voor haren groei nadeelig is.

Het *silicium* wordt door de planten waarschijnlijk opgenomen als kiezelzuur of kiezelzuurzout, dat in het koolzuurhoudende bodemwater opgelost voorkomt. Voorts treft men verschillende silicaten in den grond aan, die van den eenen kant ontleed, waarbij geleiachtig kiezelzuur vrij komt, van den anderen kant opgebouwd worden uit het aanwezige kiezelzuur en de kalk, kali enz., die er mede in aanraking komen. Het kwartskiezelzuur wordt echter niet opgenomen door de planten en evenmin neemt het weinig of geen deel aan de scheikundige werkingen, die in den bouwgrond plaats hebben.

Het *natrium* komt in dergelijke verbindingen als die van het kalium in den bouwgrond voor. De belangrijkste daarvan is het keukenzout of chloornatrium; ook vormt het natrium een bestanddeel van de silicaten. Behalve in nieuwe zeepolders, waarin het vooral als chloornatrium voorkomt, is de hoeveelheid in den regel minder dan die van het kalium.

Uit het bovenstaande blijkt, dat er in den vorm waarin de verschillende voedende elementen kunnen voorkomen, eene groote verscheidenheid bestaat. Die verbindingen zijn ook niet onveranderlijk in den grond aanwezig, maar onder den invloed van het in 't bodemwater opgeloste koolzuur (bij de voortdurende vertering van de organische stoffen (vergelijk bl. 235) gevormd of met het regenwater aangevoerd), de zuurstof der lucht en de wisselwerking, die er tusschen de eene verbinding en de andere plaats heeft, aan voortdurende veranderingen onderhevig; zoodat wel gezegd kan worden, welke verbindingen er in den grond *kunnen* voorkomen, maar niet altijd welke op een gegeven oogenblik werkelijk er all in *worden* aangetroffen. Een en ander hangt vooral af van den vochtigheidstoestand van den bodem en van de meerdere of mindere hoeveelheid van sommige stoffen. In een kalkrijken bodem zal het phosphorzuur b.v. ten deele aan kalk, in een ijzerrijken bodem meer aan het ijzer gebonden zijn. Eene scheikundige analyse geeft dienaangaande wel eenige aanwijzing, maar geene zekerheid. Bij die analyse worden ook niet onmiddellijk de zouten, maar wel hunne nadere bestanddeelen of enkele bestanddeelen bepaald en in de opgaven vermeld, gelijk vroeger bl. 113 door ons is aangewezen. In eene analyse is b.v. wel aangegeven, hoeveel phosphorzuur in den grond gevonden wordt, maar niet of dit als phosphorzuur ijzeroxyd of als phosphorzure kalk er in voorkomt, wel hoeveel kali er in aanwezig is, maar niet altijd of het daarin voorkomende kalium gemakkelijk door de plant kan worden opgenomen, enz. En toch hangt het er veel van af, in welke verbinding eene voedingsstof in den grond voorkomt, of zij al dan niet tot voeding der plant kan dienen. De hoeveelheid voedingstoffen, door eene scheikundige analyse bepaald, geeft daarom ook niet altijd zekerheid van de vruchtbaarheid of onvruchtbaarheid van den grond.

Nochtans hebben de scheikundige onderzoekingen van den bouwgrond veel wetenswaardigs aan 't licht gebracht en blijft het steeds van belang, dat de landbouwer wete, hoeveel phosphorzuur, kalk, kali enz. zijn grond bevat. Wij wijzen hier slechts op het onvolmaakte eener grondanalyse en dat deze niet — gelijk dikwijls verlangd wordt — *de* grondslag voor de practijk kan zijn, maar, met oordeel gebruikt, een dier vele grondslagen, waarop de practijk gebaseerd is.

Waarin de scheikundige analyse van den bouwgrond bestaat, is vroeger aangegeven. Eertijds meende men, dat een waterig uittreksel de hoeveelheid beschikbaar plantenvoedsel aangaf. Maar nu wij weten, dat het zure sap der plantenwortels, innig met de gronddeeltjes in aanraking komende, alsmede het koolzuur en wellicht kleine hoeveelheden van andere zuren en verschillende zouten oplossend op het plantenvoedsel werken, heeft deze bepaling weinig of geene waarde meer. Van meer beteekenis is daarom een uittreksel met een verdund zuur (azijnzuur of zoutzuur)[1]). Wat hierin oplost kan worden beschouwd als gemakkelijk opneembaar voor de plantenwortels, terwijl hetgeen eerst in meer geconcentreerd zoutzuur en vooral door het fluorwaterstofzuur uit den grond opgelost wordt, moeilijker wordt opgenomen en meer in de toekomst voor de planten beschikbaar is.

Wat nu de hoeveelheid plantenvoedsel betreft, in dezen of genen vorm opgegeven en door dit of dat zuur opgelost, zij nog het volgende opgemerkt. Gelijk uit de cijfers hierboven opgegeven blijkt, bedraagt de hoeveelheid plantenvoedsel gewoonlijk slechts eenige percenten van het geheele gewicht der aarde. IJzeroxyd en soms ook kalk komen weliswaar in grootere hoeveelheid voor, maar deze vormen als koolzure kalk en ijzerroest, naast klei, kwarts, humus enz. mede het geraamte van den bouwgrond. Niet zoozeer als *voedende stoffen*, *maar als deel van het geraamte en door hunne werking* op de andere grondbestanddeelen oefenen deze invloed op de vruchtbaarheid van den grond uit. En inzonderheid het ijzer kan ook in eene voor de planten schadelijke verbinding in den grond voorkomen. Als plantenvoedsel hebben onze bouwgronden aan deze twee bestanddeelen veelal minder gebrek. Aan zwavelzuur en chloor heeft de grond ook veelal minder behoefte en bij genoegzame hoeveelheid kalk is in den regel ook genoeg magnesia aanwezig. Om kiezelzuur en soda behoeft de landbouwer zich evenmin te bekommeren, e minder omdat het twijfelachtig is, of deze stoffen wel noodig of nuttig voor den plantengroei zijn. Er blijven dus nog over: phosphorzuur, potasch (kali) en eene stikstofhoudende stof (salpeterzuur of ammonia). Van deze komen beide eerstgenoemde in vrij groote hoeveelheid in de asch der planten voor. Vergelijk de opgaven op bl. 182. In de hoogst vruchtbare IJpolders werd van het eerste echter slechts 0.17 % en van het laatste slechts 1 %, meer of minder gemakkelijk opneembaar, in een zavelgrond van het eerste niet meer dan 0.1 % en van het laatste 0.2 % aangetroffen. In een schralen zandgrond zijn die hoeveelheden nog geringer, resp. 0.02 à 0.01 %. Aan beide stoffen heeft een grond dan ook niet zelden behoefte en — wij zullen het bij de bemesting zien — om b.v. een schralen zandgrond vruchtbaar te maken, komt het, naast kalk, op het aanvoeren van deze twee stoffen in de eerste

[1]) Schlösing gebruikt, voor het bepalen van het opneembaar kaligehalte, zeer verdund salpeterzuur (op 100 gram aarde en 800 cM³. water, na oplossing van het calciumcarbonaat met salpeterzuur nog 5 cM³. salpeterzuur), Petermann, voor het bepalen van 't opneembaar phosphorzuur, ammoniacaal citroenzure ammonia, Dyer, voor het bepalen van 't opneembaar kali- en phosphorzuurgehalte, 1 % citroenzuuroplossing. Aan de proefstations hier te lande wordt, voor het oplossen, gewoonlijk 5 % zoutzuur (voor de phosphorzuur bepaling 11 % salpeterzuur) genomen, in Duitschland vaak 10 % zoutzuur gebruikt.

plaats aan. Daarbij komt, dat zij veelal in onopgelosten toestand in den grond voorkomen en eene vrij groote hoeveelheid daarin aanwezig moet zijn, als de plantenwortels genoeg daarvan zullen kunnen opnemen. — De hoeveelheid opneembare stikstof, in den grond aanwezig, wisselt meer af met zijne tijdelijke vruchtbaarheid of zijn zoogenaamden „krachttoestand." Gebrek aan opneembare stikstof is dan, naar wij meenen, eene der voornaamste oorzaken van onvruchtbaarheid. Zie hieronder [1]).

Veelvuldig zijn de *scheikundige veranderingen*, die een bouwgrond ondergaat en waardoor zijne vruchtbaarheid kan toe- of afnemen. Door bemesting, vermenging met aarde enz. wordt de voorraad plantenvoedsel vermeerderd, door herhaalde oogsten enz. verminderd. Bedraagt het verlies door het laatste meer dan de winst door het eerste, dan pleegt de landbouwer, wat v. Liebig genoemd heeft, *roofbouw;* in het omgekeerde geval wordt de grond verrijkt. Maar afgescheiden van de verandering in de quantiteit van het plantenvoedsel door bemesting, herhaalde oogsten enz. hebben er scheikundige veranderingen met dat plantenvoedsel plaats, waardoor zijne qualiteit gewijzigd en de grond òf vruchtbaarder òf onvruchtbaarder wordt. Men kan mesten, zonder dat men ooit iets van de uitwerking van den mest ontdekt. Men kan sommige gronden zonder bemesting vruchtbaar houden. Vele gronden zijn onvruchtbaar of althans „schraal", ofschoon eene scheikundige analyse aanwijst, dat nog eene genoegzame hoeveelheid plantenvoedsel aanwezig is en de natuurkundige toestand niet te wenschen overlaat.

Vraagt men nu, wanneer een grond, wat zijn scheikundigen toestand betreft, vruchtbaar is, dan is het niet gemakkelijk hierop een antwoord te geven. In de meeste gevallen is het gemakkelijker te zeggen, wanneer en waarom eene grondsoort *on*vruchtbaar is. Wij zullen, ofschoon we niet in alle bijzonderheden kunnen treden, de belangrijkste verschijnselen, die daarmede in verband staan, nagaan.

a. Onvruchtbaarheid door schadelijke stoffen enz. In de eerste plaats mag men aannemen, dat bij voldoende hoeveelheid plantenvoedsel, veel afhangt van de verbindingen, waarin de voedende elementen in den grond voorkomen. Nu zijn de meeste elementen, die de plant uit den grond opneemt, slechts dàn een nuttig plantenvoedsel, in zooveel mogelijk geoxydeerden toestand, dat is, als zij zoo veel mogelijk zuurstof hebben opgenomen. Daarom is het noodig dat de dampkringslucht vrijen toegang tot den grond hebbe. Bij afsluiting der lucht wordt toch in vele gevallen zuurstof aan deze verbindingen onttrokken en gaan zij in voor de planten schadelijke stoffen over.

Een paar voorbeelden mogen dit opheldéren. Wij hebben hierboven gezegd, dat calcium onder anderen als zwavelzure kalk in den grond kan voorkomen. Wordt nu zwavelzure kalk bij afsluiting der lucht met organische stoffen (stalmest of humus b.v.) in aanraking gebracht, dan onttrekken deze de zuurstof er aan en er blijft het vergiftige zwavelcalcium over [2]). Uit een ijzeroxydzout

[1]) Volgens Risler en Joulie (*Dict. d'Agr.* IV, p. 312) kan een grond, die 0.1 % stikstof, 5 % kalk, 0.3 % magnesia, 0.1 % phosphorzuur en 0.25 % kali bevat, eene reeks van oogsten voortbrengen zonder mest noodig te hebben.

[2]) Zwavelcalcium maakt o. a. een bestanddeel uit van de versche gaskalk, die daaraan dan ook vooral zijne vergiftige eigenschappen te danken heeft. Zie mijne Verhandeling over *het gebruik der bijproducten' eener gasfabriek.*

wordt onder dezelfde omstandigheden een schadelijk ijzeroxydule zout gevormd; maar heeft de dampkringslucht toegang, dan neemt dit dadelijk weer zuurstof op, het gevormde ijzeroxyde staat weer zuurstof af enz.; zoodat het ijzeroxyde als het ware de brug vormt, waardoor de zuurstof naar de organische stoffen wordt overgebracht, (het spoediger verteren van linnengoed, waarin ijzervlekken, hout waarin roestige spijkers voorkomen enz.). Soms wordt het gevormde koolzuur ijzeroxydule in het koolzuurhoudende water opgelost, en daarmede naar bepaalde plaatsen gevoerd, waar het ijzer zich als ijzerroest weer afzet. (Het ontstaan van oerbanken en kanaaltjes in den grond op de plaats der plantenwortels, waarvan de wanden door ijzerroest verhard zijn). Werken op zwavelcalcium koolzuur en water in, dan ontstaat koolzure kalk en het vergiftige zwavelwaterstofgas. Uit de organische stoffen zelve ontstaan bij afsluiting der lucht schadelijke verbindingen o. a. moerasgas en wellicht in plaats van koolzuur schadelijke zuren (zoogenaamd zure humus).

Door afsluiting van de dampkringslucht kunnen dus voor de planten schadelijke stoffen in den bouwgrond ontstaan en deze daardoor onvruchtbaar worden. In de meeste gevallen is het bestaan dezer verbindingen slechts tijdelijk en meestal zijn zij slechts in de onderste lagen van den bouwvoor en van den ondergrond aanwezig. Door den grond om te ploegen of om te spitten en droog te leggen, stelt men die lagen aan de lucht bloot; genoemde verbindingen nemen weder zooveel mogelijk zuurstof op en daardoor kan hun vruchtbaarder worden bij blootstelling aan de lucht althans ten deele worden verklaard.

In vele gevallen hangt het ook af van de al of niet aanwezigheid van andere stoffen in den bouwgrond of genoemde verbindingen hem slechts tijdelijk of blijvend onvruchtbaar maken. Het zwavelcalcium b.v. waarvan hierboven melding is gemaakt, met het ijzerroest des bouwgronds in aanraking komende, gaat in het onschadelijke zwavelijzer over. Wordt dit zwavelijzer aan de lucht blootgesteld, dan ontstaat het hoogst schadelijke zwavelzuur ijzeroxydule. Daaraan moet de aanvankelijk geheele onvruchtbaarheid van de zwarte slootaarde, althans ten deele worden toegeschreven. Bevat een grond echter tevens koolzure kalk, dan geeft deze stof met zwavelzuur ijzeroxydule in aanraking komende, zwavelzure kalk en koolzuur ijzeroxydule. Het laatstgenoemde zout neemt zeer spoedig zuurstof uit den dampkring op, waardoor weder het onschadelijke ijzerroest ontstaat. Genoemde omzetting heeft natuurlijk daar vooral plaats, waar veel koolzure kalk gevonden wordt. Schelpen, in een uitgegraven aardwal voorkomende, ziet men derhalve niet zelden met een laagje ijzerroest omgeven. Koolzure kalk is ook om deze reden eene zeer nuttige stof in den bouwgrond. Want bij hare afwezigheid blijft een zwavelzuur ijzerzout bestaan of wordt vrij zwavelzuur gevormd en de grond ook bij blootstelling aan de lucht onvruchtbaar. (Zure kleigronden in de nabijheid van de darglagen in de provincie Groningen, den Haarlemmermeer- en andere polders.) Kalkbemesting is voor dergelijke gronden dan ook het beste middel tot verbetering. Gronden die koolzure kalk bevatten bruisen op na bevochtiging met een verdund zuur (azijnzuur of zoutzuur) en zijn dus daaraan gemakkelijk te herkennen. Dergelijke gronden hebben eene alkalische reactie, dat is kleuren roode lakmoes blauw. Gronden die geen koolzure kalk bevatten reageeren niet zelden zuur,

dat is maken de blauwe lakmoes rood, wat in den regel een ongunstig teeken is voor de vruchtbaarheid, althans voor de meeste landbouwgewassen.

Aanwezigheid eener *te groote* hoeveelheid van andere gemakkelijk oplosbare en overigens nuttige zouten kan den grond mede onvruchtbaar maken. Bekend is hoe door eene sterke bemesting met gier, urine enz. de planten b.v. eener weide gedood worden. Daarin komen zouten in opgelosten toestand voor. Het bodemvocht dat door de planten opgenomen wordt, is dan, vooral als er weinig regen valt, te geconcentreerd aan zouten. De proeven van den plantengroei in waterige oplossingen hebben ten duidelijkste de schadelijke werking van zulke geconcentreerde oplossingen aangetoond. Hetzelfde geschiedt wanneer keukenzout, chilisalpeter en andere oplosbare zouten in te groote hoeveelheid op het land worden gebracht. In dit geval gaat door osmose 't water uit de cellen naar het geconcentreerde bodemvocht over, in plaats van omgekeerd; de transpiratie vermindert of houdt op en de plant wordt slap evenals bij gebrek aan water.

Overstroomingen met zeewater maken den grond daarom ook onvruchtbaar, de grond bevat dan te veel chloornatrinm enz; bovendien slibt hij na het uitspoelen van deze zouten te veel ineen. In een' kleigrond met 0.01 % chloor, als chloornatrium, chloorcalcium, chloormagnesium enz. aanwezig, zag ik het Koolzaad niet aanslaan, in een dergelijken grond met 0.4 % chloor ontkiemde van verschillende granen en zaden geen enkele, in een anderen grond met 0.5 % chloor zag ik de Gerst mislukken. Weinig bewerken en hem een paar jaar of langer bebouwen met klaver, Luzerne of een ander diep wortelend gewas, dat de grond poreus maakt en de uitspoeling bevordert, is het beste middel tot zijn herstel.

b. onvruchtbaarheid door uitputting. Wij hebben hierboven medegedeeld, welke elementen in den bouwgrond, wanneer daarin planten zullen groeien, noodzakelijk moeten voorkomen. Ook de verbindingen dier elementen, die het geschiktste plantenvoedsel vormen, zijn door ons vermeld. 't Zal nu ook duidelijk zijn, dat zoo één of meer dezer voedende elementen ontbreken of niet in genoegzame hoeveelheid aanwezig zijn, of ook in geval zij in verbindingen voorkomen, waarin de plant ze niet of niet in genoegzame hoeveelheid kan opnemen, de bouwgrond zoo niet onvruchtbaar dan toch weinig vruchtbaar moet zijn. De onvruchtbaarheid hangt dan af van de voedingsstof die in het minimum is. Gesteld een grond bevat genoeg phosphorzuur en kali maar geen voldoende hoeveelheid opneembare stikstof, dan baten eerstgenoemde voedingsstoffen de plant niets en eerst na eene bemesting b.v. van chilisalpeter kunnen ook zij worden opgenomen en de plant welig groeien.

De planten nemen eene zekere hoeveelheid van de voedende elementen uit den bouwgrond op; wat in het stroo, in 't zaad of in de knollen enz. aanwezig is, wordt met de oogsten van het land gevoerd. Door de oogsten moet de aanwezige voorraad dus verminderen. En, wordt nu niet gemest, — de ondervinding leert het — dan worden de oogsten al schraler en schraler; zelfs de oorspronkelijk zeer vruchtbare gronden worden, gelijk men 't noemt, uitgeput.

Het woord uitputting komt echter in twee beteekenissen voor en heeft daardoor niet zelden aanleiding tot verwarring gegeven. Liebig verstond onder

uitputtenden landbouw (roofbouw) die, waarbij meer bestanddeelen als phosphorzuur, kali, kalk enz. van het land eener boerderij worden weggevoerd dan in den vorm van mest er aan teruggeven wordt. In de practijk verstaat men onder uitputtenden landbouw in 't algemeen die bouwwijze, waarbij (gelijk de ondervinding leert) de vruchtbaarheid van het land afneemt, of zooals men 't noemt zijn kracht verliest, aangebouwd wordt. Beide moeten wel onderscheiden worden. Tot laatstgenoemde uitputting komt men het eerst, door, jaar in jaar uit, hetzelfde gewas, b.v. graan of bieten te verbouwen. Lawes teelde te Rothamsted in Engeland o. a. Tarwe en Gerst gedurende meer dan 20 jaren op hetzelfde veld, zonder eenige bemesting. De Gerst die van 1852—'61 gemiddeld jaarlijks 20.1 hectoliter zaad van de hectare leverde, bracht van 1862—'71 slechts 15.75 hectoliter gemiddeld jaarlijks op, terwijl bij eene bemesting met 35.000 kg. stalmest op de hectare de opbrengst in het eerstgenoemd tijdperk 40.5 HL. en in laatstgenoemd 48.35 HL. gemiddeld jaarlijks was of in de 20 jaar 44.4 HL. Dergelijke uitkomsten werden op een meer zandigen grond te Woburn (van 1876—1896) verkregen. De opbrengst daalde bij onbemest in de laatste 10 jaren echter meer bij Gerst, 6.7 HL., als bij Tarwe, 3.1 HL., op de HA.

Veel langer kan de teelt van granen zonder bemesting worden volgehouden, wanneer niet elk jaar graan verbouwd wordt, maar wanneer dit wordt afgewisseld met peulvruchten. Als Lawes, gedurende zestien jaar, om het andere jaar Tarwe en Boonen, dus 8 jaar Tarwe en 8 jaar Boonen op een en hetzelfde veld verbouwde, zonder eenige bemesting, dan bracht de Tarwe in de 8 jaar bijna evenveel op als op een gelijk veld daarnaast in 16 jaar maar jaar in jaar uit met Tarwe beteeld. Daar in het eerstgenoemde geval behalve evenveel Tarwe vooral in de eerste jaren nog een behoorlijke oogst Boonen verkregen was, zou men mogen aannemen, dat het veld veel meer uitgeput was geworden inzonderheid aan stikstof. En toch hield men het veld daardoor in een beteren staat van vruchtbaarheid, ja zelfs werd eene grootere hoeveeldheid stikstof in den grond aldaar gevonden dan op het veld, waar alleen Tarwe was verbouwd.

Liebig leerde, in overstemming met zijne zoogenaamde *mineraal theorie*, volgens welke de planten hare stikstof, zoo niet onmiddellijk dan toch middellijk uit den dampkring ontvangen, zoodat alleen de aschbestanddeelen aan den bouwgrond vergoed behoeven te worden, dat gebrek aan aschbestanddeelen als phosphorzuur, kali, kalk enz. in den grond de oorzaak van de onvruchtbaarheid van een zoogenaamd uitgeput land zou zijn. Wij meenen echter dat, wanneer er in de practijk op onze kleigronden sprake is van uitputting, gebrek aan opneembare stikstof in de eerste plaats de oorzaak daarvan is.

Hoe laat zich toch die uitputting bij achtereenvolgenden graanbouw verklaren? Als Lawes in plaats van het land onbemest te laten het elk voorjaar met 300 KG. chilisalpeter, eene mestsoort, die vooral om zijne stikstof waarde heeft, bemestte, was de jaarlijksche gemiddelde opbrengst der Gerst in de eerste 10 jaren 35.78 HL. en in de laatste 30.83 HL., dus aanzienlijk grooter dan onbemest. Minerale mest zonder stikstof verhoogde de opbrengst slechts weinig of niet, gelijk uit de volgende opgave blijkt. Op een ander van Lawes proefvelden, (Stachyard Field, te Woburn) was namelijk de opbrengst van Gerst en Tarwe, 20 jaar (1877—1896) achtereen op hetzelfde land verbouwd:

	Tarwe.	Gerst.
Zonder bemesting gemiddeld . . . . . ruim	13.6 HL.	ruim 18.8 HL.
Met minerale mest zonder stikstof, elk jaar. . . . „	13.4 „	20.0 „
„ chilisalpeter alleen . . . . „ „	21.0 „	31.7 „
„ „ en minerale mest „ „ . . . . ruim	27.7 „	40 7 „
„ chilisalpeter en minerale mest om het andere jaar. .	30.3 „	43.8 „
„ Stalmest, elk jaar.	24.2 „	35.5 „

Er zijn voorts voorbeelden bekend in Engeland, dat jaar in jaar uitstekende graanoogsten verkregen zijn, wanneer tusschenbeide gebraakt wordt. En dat braken bevordert volgens de onderzoekingen van Boussingault juist de salpetervorming in den grond. Zoo was de opbrengst van een van Lawes proefvelden, dat in 15 jaar niet bemest was, in 1863 na een braakjaar 40 HL. tarwe. Laat men de Granen met Klaver, Boonen of andere Peulvruchten afwisselen, dan wordt, daar deze planten stikstof uit de lucht opnemen, bl. 207, de hoeveelheid stikstof in den grond vermeerderd. Wordt later die klaverzode of worden die boonenstoppels omgeploegd, dan worden de daarin voorkomende stikstof-verbindingen in salpeterzure zouten omgezet. Door opneming van Klaver, Boonen en andere Peulvruchten in de vruchtwisseling wordt de hoeveelheid stikstof in den grond dus grooter, wordt het land niet zoo spoedig aangebouwd, blijft het langer in goeden staat van vruchtbaarheid.

Naast deze bestaan voor deze gunstige werking der Peulvruchten voorzeker nog andere oorzaken, b.v. de meerdere losheid van den grond door de groote wortelontwikkeling dezer planten en de ophooping van aschbestanddeelen uit den ondergrond in de bovenste grondlagen. Langzamerhand vergaan die wortels en dan worden uit hunne aschbestanddeelen zouten gevormd, die door andere planten gemakkelijk kunnen worden opgenomen. Maar wij herhalen het: als de grond aangebouwd of uitgeput is voor een graangewas, meenen wij de oorzaak daarvan te moeten zoeken in de eerste plaats in gebrek aan opneembare stikstof in den grond, en in het bovengenoemde geval is deze door de Peulvruchten geleverd.

Bij de teelt van sommige andere gewassen heeft men dezelfde ondervinding opgedaan. Om b.v. Koolzaad te verbouwen, moet men zoogenaamd krachtig land hebben, b.v. klaverland of land, dat nog onlangs met stalmest is bemest. Dan bevat de grond opneembare stikstof (salpeterzuur of ammonia). Maar eene bemesting met chilisalpeter (waarin salpeterzuur) werkt hier ook uitstekend en soms beter dan stalmest, vooral op wendeakkers en in 't algemeen op stijven kleigrond, waar de stalmest of de klaverwortels moeilijk verteren en geene natuurlijke salpetervorming plaats heeft.

't Is waar eene stof als chilisalpeter werkt ook oplossend op de andere grondbestanddeelen en men heeft hare nuttige werking op de vruchtbaarheid van den grond daaraan niet zelden vooral toegeschreven. Dergelijke veel stikstof bevattende kunstmest heeft men daarom *drijvende mest* genoemd en zelfs tegen zijn gebruik gewaarschuwd, omdat hij zeer uitputtend zou werken. Wij ontkennen dit niet; keukenzout, kalk en vele andere stoffen werken op gelijke wijze, en wij komen hieronder daarop terug. Maar wij vinden de nuttigheid van eene stof als chilisalpeter in de eerste plaats hierin, dat zij den grond van een hem ontbrekend plantenvoedsel (stikstof), in een gemakkelijk opneem-

baren vorm voorziet. Lawes en Gilbert zeggen dan ook: „De resultaten door ons verkregen bij de teelt van Gerst, zoowel als bij Tarwe, hebben aangetoond, dat, terwijl eene behoorlijke hoeveelheid aschbestanddeelen in den grond aanwezig moet zijn, de opbrengst meer afhankelijk is van eene bemesting met opneembare stikstof dan van eenige andere plantenvoedende stof."

De uitputting (roofbouw), in de beteekenis door Liebig eraan gegeven, heeft, gelijk gezegd, slechts betrekking op de aschbestanddeelen der planten. Vergoeding van de stikstof achtte Liebig niet noodig. Uit het bovenstaande is ons de onjuistheid daarvan, althans wat Granen en Koolzaad betreft, gebleken, maar tevens hoe door eene gepaste vruchtwisseling hier veel verholpen kan worden. Neemt nu de vruchtbaarheid van den grond af, wanneer hij niet bemest wordt met stoffen, waarin genoemde aschbestanddeelen als phosphorzuur, potasch enz. aanwezig zijn? Zeer zeker wordt de grond armer aan plantenvoedingsstoffen, wanneer men er jaarlijks oogsten van trekt en niet bemest; maar v. Liebig en zijne navolgers hebben door eene eenzijdige beschouwing van hetgeen aan een grond door de plantenteelt onttrokken en in den vorm van mest teruggegeven wordt, eene soort van schrik onder het landbouwend publiek verspreid en van den anderen kant het vertrouwen in een overigens juist beginsel aan het wankelen gebracht. Zij hebben het onvruchtbaar worden van gronden in geheele streken, o. a. in Italië en in Klein-Azië, aan roofbouw willen toeschrijven en daarom hunne waarschuwende stem tegen dien roofbouw meenen te moeten verheffen, terwijl de werkelijke oorzaak zeer waarschijnlijk meer in verandering van het klimaat, door het opruimen van bosschen, enz. moet worden gezocht[1]). Als een uitvloeisel van Liebigs uitputtingsleer kan men dan ook de zoogenaamde Stoffersatzwirthschaft beschouwen, volgens welke men een veld datgene moet teruggeven, wat de oogsten er aan hebben onttrokken. Ook deze leer, die in Duitschland nog vele aanhangers telt, moge op schrale zandgronden toegepast kunnen worden, maar wanneer een landbouwer haar op onze rijke kleigronden, b.v. de bekende Dollardgronden in de provincie Groningen, zou willen toepassen, zou hij zeker eene slechte rekening maken. Het beginsel, dat bij deze leer ten grondslag ligt, is wel juist: wanneer de grond niet verarmen zal, dient men hem terug te geven, wat door de oogsten er aan ontnomen of op eene andere wijze (b.v. door uitspoeling) er uit verdwenen is; maar men dient daarbij in aanmerking te nemen dat vele gronden eene vrij groote hoeveelheid plantenvoedsel bevatten. Waarom zou men dit er niet aan mogen ontnemen, wanneer het mogelijk is hem in een goeden staat van vruchtbaarheid te houden?

Dat sommige gronden echter ook onvruchtbaarder worden door gebrek aan sommige aschbestanddeelen, kunnen ons weder de proeven van Lawes op het proefveld te Rothamsted leeren. Als hij een gedeelte van het veld, voortdurend met Gerst beteeld, behalve met chilisalpeter met 437 KG. superphosphaat (voor het phosphorzuur) op de hectare bemestte, was de opbrengst van de hectare in het eerste tiental jaren jaarlijks 44 HL. en in het tweede tiental 44.66 HL., dus gemiddeld evenveel als bij den stalmest; zie bl. 269 bovenaan. Eene bemesting op een ander gedeelte, waar behalve stikstof en phosphorzuur

---

[1]) Dehérain, *Cours de Chimie agricole*, p. 377.

nog de andere voedingsstoffen in den vorm van kunstmest aan het land werden teruggegeven, verhoogde de opbrengst echter weinig of niet. Dergelijke resultaten werden bij eene twintigjarige tarweteelt verkregen. Naast stikstof was dus voor deze Granen en op dezen grond in die 20 jaren slechts toevoeging van phosphorzuur noodig om het veld vruchtbaar te houden. Langzamerhand bleek echter de eenzijdige toevoeging van phosphorzuur ook niet voldoende te zijn; de opbrengsten tegenover een veld dat behalve met zwavelzure ammonia (voor de stikstof) en superphosphaat nog met zwavelzure kali was bemest, gingen in de volgende 20 jaren meer en meer achteruit. Vooral in ongunstige jaren bleken de planten door gebrek aan kali niet gezond te zijn en nam het hectolitergewicht der tarwe af, en terwijl het verschil in opbrengst der tarwe, met of zonder kalizout bemest, in de eerste 10 van de 40 jaren slechts 4 HL. per HA. bedroeg, was dit in de laatste 10 jaren ruim 8.5 HL. gemiddeld jaarlijks [1]).

Dat echter de vruchtbaarheid niet onderhouden kon worden met mest, waarin alleen de aschbestanddeelen voorkomen, werd evenals op het later aangelegde proefveld (zie hierboven) bewezen door de bemesting van een ander veld, waar de stikstof in den mest was weggelaten en waarvan de opbrengst der tarwe in de eerste 13 jaren 16.35 HL. en in de volgende 19 jaar slechts 10.68 HL. jaarlijks was.

Ook hieruit blijkt derhalve, dat de Stoffersatzwirthschaft onmogelijk van algemeen practische toepassing kan zijn, maar dat met den oorspronkelijken rijkdom van den bodem rekening moet worden gehouden, dat het geen regel is, dat de bodem voor alle aschbestanddeelen, die hem door de oogsten zijn ontnomen, dadelijk na den oogst weder vergoeding moet ontvangen, maar dat het in sommige gevallen voldoende is, dat hem naast stikstofhoudende stoffen, enkele aschbestanddeelen, in den vorm van mest teruggegeven worden.

De verschillende gewassen gedragen zich te dezen opzichte zeer ongelijk. In 1848 werd te Rothamsted nog een ander proefveld aangelegd en hier elk jaar niet hetzelfde gewas verbouwd, maar eene vierjarige vruchtwisseling toegepast. Een gedeelte werd onbemest gelaten, een ander deel met mineralen mest zonder stikstof en een derde met mineralen mest en stikstof (ammoniakzouten en raapkoek) bemest. Op de eene helft van elk deel werd de bekende

---

[1]) Dyer vond, dat in de gronden dezer proefvelden te Rothamsted, die gedurende 40 jaar steeds gelijk bemest en beteeld zijn, door 1 % citroenzuur (zie bl. 265) werd opgelost uit de bouwvoor van 1 HA.

	Phosphorzuur.
Steeds onbemest	156 KG.
„ met superphosphaat bemest	1310 „
„ „ stalmest „	1044 „
	Kali.
Steeds onbemest	102 KG.
„ met zwavelzure kali bemest	1037 „
„ „ stalmest „	749 „

Uit twee andere gronden, die als proefveld met kalimest voor gerst zouden dienen, werd met sterk zoutzuur uitgetrokken van *a* 0.18 %, van *b* 0.14 % kali, dus weinig verschil, terwijl 1 % citroenzuuroplossing in oplossing bracht van *a* 0.015 %, van *b* 0.007 % kali. Op de grondsoort *a* oefende de kalimest geen werking uit op de opbrengst, terwijl deze mest op *b* de opbrengst aanzienlijk verhoogde.

vierjarige vruchtwisseling: Turnips of Zweedsche rapen, Gerst, roode Klaver (Boonen) en Tarwe toegepast en op de andere helft werden dezelfde gewassen verbouwd maar geen Klaver; in de plaats daarvan werd het land in dat jaar gezomerbraakt. Het is nu opmerkelijk, dat in 40 jaar, waarin op elk veld dus 10 keer Gerst en 10 keer Tarwe is verbouwd, de opbrengst van deze gewassen op het onbemeste gedeelte gemiddeld niet minder dan 27 HL. voor Gerst en 25 HL. voor Tarwe bedroeg. De Granen geven dus ook bij niet-bemesting onder deze omstandigheden nog eene redelijke opbrengst. Geheel anders was het resultaat bij de andere gewassen. Daar het reeds bekend was, dat de roode Klaver niet alle vier jaar kan terugkeeren, werd zij slechts om de 10 jaar verbouwd en in de andere jaren door Boonen vervangen, zoodat men in de 40 jaar 4 keer roode Klaver en 6 keer Boonen had. De opbrengst der Boonen nu was op het onbemeste veld slechts 10 HL., en de Klaver bracht in 1874 in drie sneden slechts 3175 KG. hooi op, en toch was hier in geen 23 jaar Klaver verbouwd. De opbrengst der Tarwe na Klaver was op het onbemeste veld slechter dan na braak. Nog slechter was de opbrengst van het wortelgewas op de onbemeste velden; van den eersten oogst waren de knollen niet grooter dan radijsjes en in de volgende 9 jaar geheel waardeloos. Op de bemeste velden daarentegen brachten de Zweedsche rapen in 1880 55.000 KG. en de Klaver in 1882 10.000 KG. hooi op. Terwijl de oogst der knollen op de onbemeste velden geheel waardeloos was, gaf eene bemesting met superphosphaat alleen eene opbrengst van 18000 à 20000 KG.; van Klaver was de opbrengst hier ook veel grooter, niet die van Boonen, en Tarwe gaf na Klaver of na braak een ongeveer gelijke opbrengst van 30 HL. Men ziet dus, dat de grond met betrekking tot de asch- of minerale bestanddeelen veel eerder uitgeput is voor Wortelgewassen en Klaver dan voor Granen. Met Granen kan men het lang volhouden als de grond maar stikstofhoudend voedsel bevat, met Klavers en andere Peulvruchten en tot zekere hoogte ook met Wortelgewassen is het juist omgekeerd. Ofschoon deze niet zooals de Granen jaren achtereen op denzelfden grond verbouwd kunnen worden — daarvoor schijnen nog andere redenen te bestaan — zijn zij, althans de klavers, weinig dankbaar voor stikstofhoudenden mest, wel voor mineralen mest. Daaraan schijnen zij den grond spoedig van het voor hen opneembare te berooven. Men ziet dit het best door de bemesting van een weiland. Gebruikt men daarvoor mineralen mest b.v. een mengsel van superphosphaat en kaïniet, dan ontwikkelen zich de Peulvruchten, Klavers b.v., zeer welig en onderdrukken min of meer de Grassen; gebruikt men stikstofhoudenden mest: gier, chilisalpeter enz., dan verdwijnen de klavers omdat zij geen voedsel genoeg vindende, onderdrukt worden door de weliger groeiende grassen.

Wordt er ook in Nederland roofbouw gedreven in de beteekenis door Liebig daaraan gegeven? Van Bemmelen heeft voor eenige jaren in een zeer belangrijk opstel[1]) aangetoond, dat zulks voor de meest belangrijke voedingsstoffen, phosphorzuur en kali, op sommige boerderijen wel, op andere niet of minder het geval is, maar te gelijk aangewezen, hoe overdreven de voorstelling van

[1]) *Roofbouw in Nederland, Tijdschrift voor Volksvlijt.*

Liebig was. Wel verarmt de grond, wanneer men daaraan phosphorzuur, kali enz. ontneemt en niet weder vergoedt, maar als men bedenkt dat volgens eene berekening van v. B. er 280 jaren zouden moeten verloopen om b.v. van den Finsterwolderpolder, een der Dollardpolders in de prov. Groningen, bij de tegenwoordige bouwwijze, zonder bemesting, $^1/_3$ van het phosphorzuur uit eene laag van 1 Meter weg te nemen, dan is het duidelijk dat hier van uitputting nog wel geen sprake behoeft te zijn [1]).

Toch is het van belang de aandacht op deze belangrijke questie te vestigen. Ongetwijfeld heeft daar waar iets weggenomen wordt en niets of niet zooveel bijkomt, uitputting in den zin van Liebig plaats, en 't is van belang, dat de landbouwer zich er rekenschap van geve hoe zijn grond is samengesteld en van hetgeen aan aschbestanddeelen uitgevoerd of ingevoerd wordt, of hij dus zijn grond verarmt of verrijkt. Wanneer men weet waarmede een grond in een zeker aantal jaren bemest is en hoeveel er in dien tijd van geoogst is, dan is, met behulp van de achter dit Deel geplaatste tabellen, zoodanige berekening niet moeilijk te maken. Maar het is bovenal van belang dat de landbouwer wete, waaraan zijn grond het meest behoefte heeft. Een' bouwgrond uit te putten, 'tzij door hem te veel van stikstof, 't zij hem van aschbestanddeelen voor de planten te berooven, is in de meeste gevallen niet verstandig, maar even onverstandig is het den grond te verrijken met stoffen, waaraan hij volstrekt geene behoefte heeft. Het eenvoudigste middel om tot deze kennis te komen is het nemen van bemestingsproeven. Dergelijke proeven in het noorden van Groningen en elders genomen [2]) hebben dan ook aan 't licht gebracht, dat, om op vele gronden aldaar welige klaver te kunnen verbouwen, evenals Lawes in Engeland vond, eene bemesting met phosphaten bepaald noodig is, dat dus uitputting aan phosphorzuur, in den zin door ons daaraan gegeven, aldaar is ingetreden. In de Groninger Veenkoloniën, waar veel aardappels verbouwd worden en de bodem met Groninger compost bemest wordt, is proefondervindelijk aangetoond — en eene berekening deed dit ook vermoeden — dat de grond vooral behoefte heeft aan kalimest, enz.

c. de salpeterzuurgisting en andere gistingsverschijnselen in den bouwgrond. Reeds lang was het bekend dat zich in den bodem uit ammoniak of andere stikstofverbindingen salpeterzuur of salpeterzure zouten vormen, en Boussingault leerde al verschillende omstandigheden kennen, waaronder die salpetervorming bevorderd wordt. Eerst aan Schlösing en Müntz [3]) gelukte het aan te toonen, dat de salpeterzuurvorming een bepaald gistingsverschijnsel is, afhankelijk van de aanwezigheid van lagere organismen. Wordt dus de bodem gedurende eenigen tijd op ongeveer 120° verhit (gesteriliseerd) of vergiftige stoffen b.v. een weinig zwavelkoolstof of chloroform er aan toegevoegd, dan worden deze organismen gedood en houdt de vorming van salpeterzuur op. Vooral door Waringtон is deze gisting nader bestudeerd en gevonden dat zij

---

[1]) Zie ook Märcker, *Zusammensetzung und Düngerbedürfnis Oldenburger Marscherden.*

[2]) Zie mijn opstel over *Bemestingsproeven* in het *Tijdschrift v. Landbouwkunde*, Deel I.

[3]) *Comptes rendus*, T. 84, 85 en 86.

het best in het donker geschiedt[1]), bij eene temperatuur van 37° het snelst plaats heeft, onder 5° nog slechts zeer gering is en bij 55° geheel ophoudt. Verder werd gevonden dat het gevormde salpeterzuur aan een basis gebonden moet worden; aanwezigheid van koolzure kalk schijnt daarom noodig of althans wenschelijk te zijn[2]). Aan de oppervlakte der aarde en in de bovenste aardlagen zijn de salpeterzuurorganismen (door Winogradsky geisoleerd en met den naam *Bacterium nitrificans* aangeduid) nagenoeg overal aanwezig, maar natuurlijk daar het meest waar eene sterke salpetervorming plaats heeft, ook in het water, b.v. verontreinigd sloot-, gracht- of putwater. Waringtон vond ze niet in den ondergrond tot op zekere diepte.

Daar het nu bekend is, dat salpeterzure zouten eene der belangrijkste voedingsstoffen van vele planten, b.v. Granen en wortelgewassen vormen, ja van hunne aanwezigheid niet zelden de vruchtbaarheid van den grond afhankelijk is, volgt daaruit het gewicht dat men nader de omstandigheden kent, waaronder de salpetervorming in den grond plaats heeft. Wegens de hoogere temperatuur van den grond moet zij in den nazomer het snelst gaan en in den winter geheel ophouden. Koolzure kalk en misschien ook het ijzeroxyd in den bodem zullen haar bevorderen, eene zure reactie van den grond haar kunnen verhinderen. Bovenal is ruime toetreding van lucht noodig. Vandaar de gunstige invloed der braak en in 't algemeen de bewerking van den grond op de salpetervorming, gelijk Boussingault reeds aantoonde en Lawes kon bevestigen. Volgens een onderzoek van Déherain is ook de vochtigheid van den bodem van grooten invloed. Vandaar dat de salpetervorming in braakland dikwijls sterker is dan in een bodem met planten begroeid, omdat de grond in het eerste geval niet zoo zeer uitdroogt, bl. 257[3]).

Voor de salpetervorming is verder noodig aanwezigheid van stikstofverbindingen, 'tzij in den vorm van mest in den grond gebracht, 'tzij in de stoppels daarin achtergebleven, voor een deel ook met het regenwater, bl. 118, aangevoerd.

Vooral de klaverstoppels zijn rijk aan zulke stikstofverbindingen. Daarom groeien de Granen of het Koolzaad, die daarop volgen, dan welig en blijkt nader het nut van het opnemen dezer gewassen in de vruchtwisseling.

Wordt echter zoo'n klaverstoppel of ook een veel humus bevattende grond, b.v. nieuwe Dollardgrond veelvuldig en diep geploegd, dan bevordert men de salpetervorming te zeer en worden de opvolgende granen „te geil", evenals eene eenigszins sterke salpeterbemesting dit zou doen.

Zijn het voorjaar en de voorzomer koud, dan groeien ook daarom de Granen enz. slecht, omdat dan de salpetervorming ongunstig is, en in 't algemeen zijn de Granen dankbaar voor eene salpeterbemesting, omdat zij zich meer in den voorzomer, als nog weinig salpeter in den grond gevormd is, ontwikkelen; wortelgewassen hebben onder dezelfde omstandigheden eene salpeterbemesting minder noodig, omdat zij meer in den nazomer groeien en er dan meer salpeter in den grond ontstaan is.

Behalve de salpeterzuurgisting komen er nog andere gistingen in den grond

[1]) Waarschijnlijk omdat andere organismen, b.v. Algen het gevormde salpeterzuur anders verbruiken.

[2]) Koolzure potasch, — soda of — ammonia zouden hier denzelfden dienst kunnen doen.

[3]) *Annales agronomiques*, T. 23, p. 241.

voor, die over 't geheel echter nog zeer onvolledig bekend zijn. Als men een grond b.v. steriliseert, dat is op 120° verhit, dan heeft daarna de vertering dat is de langzame verbranding van organische stoffen, bl. 235, blijkbaar aan de geringere koolzuurontwikkeling, in veel geringere mate plaats. Laurent [1]) nam waar dat in zoodanigen bodem, ook wanneer de noodige voedingstoffen aanwezig zijn, de planten veel minder welig groeien.

Dergelijke gistingen, waarbij zuurstof uit de lucht wordt opgenomen, mogen als min of meer voordeelig voor den plantengroei beschouwd worden; zij hebben plaats bij toetreding der lucht. Nadeelig evenwel mag men die gistingen beschouwen, welke meer bij afsluiting der lucht plaats hebben door zoogenaamde aneroïde organismen, als de moerasgasgisting (zie later bij den stalmest), en vooral die waarbij de salpeterzure zouten tot ammoniak of zelfs tot vrije stikstof gereduceerd worden, zooals door Schlösing en anderen is geconstateerd [2]). Vooral op laatstgenoemde gisting dient de aandacht gevestigd te worden, omdat deze tot een aanzienlijk verlies niet alleen in den grond maar ook, gelijk wij later zullen zien, in den stalmest, wanneer deze niet goed behandeld wordt, aanleiding kan geven. Uit het bovenstaande blijkt intusschen, dat afsluiting der lucht in den grond ook om deze reden nadeelig moet zijn.

Niet het totaal gemis aan de voedende elementen, maar nu eens door te geringe hoeveelheid, dan doordien zij in verbindingen voorkomen, waarin zij moeilijk door de planten kunnen worden opgenomen, is in vele gevallen oorzaak van de onvruchtbaarheid van den bouwgrond. Door bemesting wordt hierin voorzien, maar ook door de inwerking van de zuurstof des dampkrings, ondersteund door eene doeltreffende bearbeiding van het land (braken), wordt het aanwezige plantenvoedsel meer oplosbaar of althans meer opneembaar gemaakt en de grond derhalve vruchtbaarder. De organische stoffen des bodems verteren dan langzamerhand: uit de wortels der planten, die van den vorigen oogst op het land zijn achtergebleven, worden humusstoffen gevormd, uit humusstoffen wellicht kleine hoeveelheden andere organische zuren en voorts koolzuur. De stikstof dier wortels of van dien humus vormt met het calcium, het kalium enz. des bodems of uit de aschbestanddeelen der planten en de zuurstof der lucht salpeterzure zouten; uit die aschbestanddeelen ontstaan voorts andere oplosbare zouten. Het koolzuur, de gevormde humaten, nitraten, enz., in het bodemvocht opgelost, werken weder oplossend op de andere voedingstoffen: uit de zeolithen wordt een kalizout, uit het phosphorzuur ijzeroxyd, een ander phosphorzuurzout in oplossing gebracht. Met elken regen worden die oplosbare stoffen door den grond verspreidt en elk gronddeeltje daarmede omgeven. Als het koolzuur bij het droger worden van den grond ontwijkt, worden sommige dezer stoffen wel weder onoplosbaar, maar zij zijn nu wegens haar meer verdeelden toestand voor de planten opneembaarder geworden.

Ook den eigenaardigen natuurkundigen toestand, waardoor een vruchtbare grond gekenmerkt is, meenen wij daaraan ten deele te moeten toeschrijven: het aanhechtend vermogen der kleideeltjes is door een zeer dun laagje zouten

---

[1]) Emile Laurent, *les Microbes du Sol.*

[2]) Gayon et Dupetit, *la Reduction des nitrates par les infinement petits* en *Annales agronomiques*, T. 23.

dat zich daartusschen gevoegd heeft, min of meer opgeheven, de zandkorrels zijn meer samenhangend gemaakt.

De grond is wat de Duitschers noemen gaar geworden. Evenals de gist bij het meelbeslag gevoegd, het deeg doet rijzen, zoo wordt ook de bouwgrond dan min of meer uitgezet: „hij bruist op." Reeds in den 1en druk, 1877, schreven wij; „Wij kunnen ons voorstellen, dat ook hier eene soort gisting heeft plaats gehad." Door de onderzoekingen van Schlösing en Müntz en anderen is bewezen, dat er feitelijk gistingen in den bodem zijn. Welke scheikundige werkingen daarbij al plaats hebben, is geenszins in alle deelen bekend. Wij mogen aannemen, dat eene menigte wisselwerkingen tusschen de verschillende verbindingen daarbij plaats grijpen, waardoor nu eens deze dan gene zouten van koolzuur, kiezelzuur, phosphorzuur, zwavelzuur, salpeterzuur en chloor aan den eenen kant en kalk, magnesia, potasch, soda, ijzeroxyd en aluinaarde aan den anderen kant ontstaan. Vergelijk bl. 260.

c. Het vormen van onoplosbare en oplosbare verbindingen in den bodem (Absorptievermogen van den grond). Aan deze wisselwerking tusschen de verschillende scheikundige verbindingen moet ook het zoogenaamde absorptievermogen van den bouwgrond worden toegeschreven. Daaronder verstaat men namelijk de eigenschap van den grond, om stoffen, die b.v. als mest of in eene oplossing er aan worden toegevoegd, op te nemen en vast te leggen, zoodat zij niet kunnen worden uitgespoeld of met het water afloopen. Reeds in het begin dezer eeuw toonde Davy aan, dat kleigronden dit vermogen in meerdere mate bezitten dan zandgronden en de oudere landbouwkundigen, b.v. Thaer, zeiden, dat kleigronden den mest beter bewaren dan zandgrond. Een eenvoudige proef, door iedereen gemakkelijk uit te voeren, kan dit vermogen aantoonen. Men vulle een bloempot of eene flesch, in den boden van eene opening voorzien, met aarde en overgiete die met gier. De afloopende vloeistof is dan veelal minder gekleurd en heeft de stinkende reuk, aan gier veelal eigen, verloren.

Een groote strijd heeft zich daarna onder de landbouwscheikundigen ontsponnen over de vraag, waaraan dit absorptievermogen van den grond moet worden toegeschreven. Eenigen zochten de oorzaak in vlakteaantrekking, evenals b.v. kleurstoffen aan een doek blijven hechten, anderen in scheikundige werkingen tusschen de mestbestanddeelen en de stoffen van den bodem.

Om te dezen opzichte tot klaarheid te komen, zijn eene menigte proeven genomen, die de quaestie wel hoofdzakelijk ten voordeele van de scheikundige werking hebben beslist, maar waarbij toch ook verschijnselen plaats hebben, die meer aan eene natuurkundige dan wel aan eene scheikundige werking doen denken. Wij kunnen hier aangaande deze proeven in geene bijzonderheden treden, maar vermelden slechts de resultaten, die ze gegeven hebben en die voor de kennis van den bouwgrond en voor de leer der bemesting van het meeste gewicht zijn [1]).

't Spreekt van zelf, dat, om tot de kennis van dit verschijnsel te komen, het noodig was de verschillende stoffen, die als mest aan den grond worden

---

[1]) Zie hieromtrent Dr. J. M. van Bemmelen, *Landw. Versuchs-Stationen*, Bd. 21, 23 en 35.

toegevoegd, afzonderlijk te onderzoeken. In plaats van den stalmest of kunstmest heeft men de verschillende zouten, die hierin voorkomen, met den bodem in aanraking gebracht en van den anderen kant de bestanddeelen van den grond afzonderlijk op hun absorptievermogen onderzocht. Hieruit nu is gebleken, dat inzonderheid de voor de voeding der planten belangrijke stoffen: de potasch (kali) en 't phosphorzuur door den bodem worden vastgehouden. Ook ammonia wordt er door geabsorbeerd. Zoodra dit echter tot salpeterzuur geoxydeerd is geworden, wordt het uitgespoeld evenals het salpeterzuur, dat direct b.v. als chilisalpeter in den grond wordt gebracht. Magnesia, kalk en natron worden minder door den bouwgrond gebonden dan kali; ook het absorptievermogen daarvan voor zwavelzuur en chloor is geringer. Verder werd gevonden dat uit eene geconcentreerde oplossing betrekkelijk meer van de genoemde bases en 't phosphorzuur werd opgenomen dan uit eene verdunde, en wordt een grond, die genoemde stoffen heeft geabsorbeerd, met water overgoten, dan treden zij weder voor een deel in oplossing.

Hoe moeten wij ons de werking bij de absorptie van den grond voorstellen? Als men een kleigrond met eene oplossing van chloorkalium of een ander kaliumzout overgiet, dan vindt men in het afloopende water bijna evenveel chloor als in de oplossing; de hoeveelheid kalium, daarin aanwezig, is echter aanzienlijk minder: in de plaats daarvan vindt men in het afloopende water hoofdzakelijk calcium en wel ongeveer evenveel als de door den bouwgrond opgenomen hoeveelheid kalium in de scheikundige verbindingen vervangen kan (daarmede equivalent is). In de waterhoudende kiezelzuurverbindingen (zeolithen) van aluinaarde, kalk enz., of door de humuszure zouten, b.v. de humuszure kalk wordt dan een gedeelte van het bijgevoegde kalium opgenomen en daarvoor calcium afgestaan; zoodat wij voor een gedeelte van het bijgevoegde chloorkalium, chloorcalcium krijgen, dat, in het water opgelost, afloopt. Voegt men in de plaats van chloorkalium eene oplossing van zwavelzure of salpeterzure potasch aan den grond toe, dan wordt ook hieruit kalium door genoemde verbindingen opgenomen, terwijl men in het afloopende water zwavelzure kalk en salpeterzure kalk vindt.

Dergelijke verschijnselen hebben er bij toevoeging van een ammoniumzout plaats. Wordt echter een natrium-, of een calcium- of een magnesiumzout aan den grond toegevoegd, dan hebben er ook wel dergelijke wisselwerkingen plaats: door chloornatrium wordt b.v. kalium en calcium in oplossing gebracht, maar de hoeveelheid, die van de elementen natrium, calcium en magnesium, in deze zouten aan den grond toegevoegd, wordt opgenomen, is veel minder.

De absorptie van genoemde bases moet hoofdzakelijk aan de zeolithen, bl. 240, en de humusstoffen (humaten), bl. 234, worden toegeschreven [1]), maar ook het aanwezige amorphe kiezelzuur, het ijzeroxyd en de aluinaarde kunnen daartoe medewerken; door deze zoogenaamde colloïde stoffen worden ook zouten in haar geheel uit eene oplossing geabsorbeerd en dus niet enkel de basis of het zuur.

[1]) Volgens König hebben de bruine (ulmine) stoffen een grooter absorptievermogen dan de zwarte humine, die gelijk bl. 246 opgemerkt is, o. a. voorkomt in de grijze laag in onze heidevelden en die zich dus ook daardoor van eene ongunstige zijde doet kennen.

Van een oplosbaar phosphorzuurzout wordt dus het phosphorzuur door den bouwgrond opgenomen, dat is vormt met den aanwezigen koolzuren kalk, het ijzeroxyd enz. of de humaten van deze metalen, b.v. humuszuurijzer onoplosbare verbindingen; voegt men b.v. het tegenwoordig veel als meststof gebruikt wordende superphosphaat, waarin de in water oplosbare zure phosphorzure kalk (*monocalciumphosphaat*), aan den grond toe, dan wordt dit zout wel eerst in het bodemwater of het vallende regenwater opgelost, en verspreidt zich derhalve door den grond, maar het vindt hier zeer spoedig ijzeroxyd of een calciumzout, en vormt daarmede de in water onoplosbare verbindingen: phosphorzuur ijzeroxyd en phosphorzure kalk (bi- en tricalciumphosphaat).

Van den anderen kant kunnen echter ook weder kleine hoeveelheden phosphorzuur in oplossing worden gebracht door koolzure potasch, koolzure soda enz. Dehérain voegde b.v. bij 2 gram phosphorzuur ijzeroxyd, 4 gram koolzure potasch in 1 liter water opgelost, schudde herhaalde malen en vond nu, na 48 uur, 0.158 gram phosphorzuur als phosphorzure potasch in de oplossing. Koolzure kalk in koolzuurhoudend water opgelost, werkt op gelijke wijze. Zoo ook salpeterzure soda (chilisalpeter) en oplosbare humusstoffen.

Wordt nu een bouwgrond met kunstmest, waarin een of meer van genoemde zouten voorkomen, bemest, dan hebben er dergelijke werkingen tusschen dien mest en de grondbestanddeelen plaats als hierboven is aangegeven. Eensdeels tracht men daardoor de hoeveelheid plantenvoedsel in den grond te vermeerderen. Kali-, phosphorzure-, ammonia- en salpeterzure zouten zijn dan de belangrijkste, De kali, het phosphorzuur en de ammonia, daarin voorkomende, gaan dan grootendeels in onoplosbare verbindingen over, waaruit zij minder gemakkelijk door de plant kunnen worden opgenomen. En — 'tzij hier in het voorbijgaan gezegd — dit kan een van de redenen zijn, waarom men soms niets van de uitwerking dezer meststoffen ontdekt. Maar als de bouwgrond een goed absorptievermogen bezit, is dit voor 't kalium en 't phosphorzuur nog geen direct verlies, omdat zij in den grond bewaard blijven en de latere vruchten, onder andere omstandigheden, er hun voordeel mede kunnen doen. Van de ammoniak-zouten is dit minder zeker, omdat deze in salpeterzure zouten overgaan, zie bl. 274, die bij genoegzame hoeveelheid vocht in oplossing blijven niet alleen, maar bij veel regen ook in den ondergrond, buiten het bereik der plantenwortels, spoelen. Wil men met een salpeterzuur zout, b.v. chilisalpeter, mesten, dan moet dit slechts kort voor den tijd, dat de planten er van kunnen profiteeren, geschieden, dus niet of slechts in geringe hoeveelheid in den herfst maar in het voorjaar, in Maart of April. Talrijke bemestingsproeven hebben dit bewezen. Daar deze zouten gemakkelijk opgelost worden, kan men in een niet al te drogen tijd reeds na eenige dagen den invloed op den plantengroei bespeuren. Met ammoniakzouten kan iets vroeger gemest worden.

Anderendeels worden die kunstmeststoffen meer gebruikt om hare indirecte werking op den grond. Daartoe behooren kalk- en soda zouten. Zij brengen uit de in den grond voorkomende onopgeloste verbindingen zeer kleine hoeveelheden kali, phosphorzuur enz. in oplossing, verspreiden die meer door den grond en stellen de plantenwortels dus meer in de gelegenheid ze op te nemen.

Door bemesting van een bouwgrond met stalmest beoogt men nagenoeg hetzelfde doel en verkrijgt men ongeveer dezelfde verschijnselen. Alleen zijn zij hier veel meer samenloopend, als een gevolg van de zeer verschillende verbindingen, die in den stalmest voorkomen of bij de vertering in den bouwgrond daaruit ontstaan.

Völcker bracht van eenige grondsoorten 1.2 KG. in aanraking met 1 gallon (ruim 4.5 liter) gier.

		na geloopen te zijn	
Deze bevatte vóór de aanraking met aarde		door een kleigrond, rijk aan kalk	door een zandgrond, zeer arm aan kalk
o. a.	gram	gram	gram
ammonia	2.1	1.2	1.9
potasch	1	0.2	0.7
phosphorzuur	0.29	0.03	0.11
kalk	0.68	1.3	0.48

Wij zien ook uit deze proef, dat de eerstgenoemde drie stoffen vooral worden opgenomen, door den kleigrond echter in grootere hoeveelheid als door den zandgrond. In laatstgenoemde grondsoort bleef de kalk ook gedeeltelijk achter, terwijl uit den kleigrond, met 10.8 % koolzure kalk eene vrij groote hoeveelheid in oplossing werd gebracht.

Van alle grondsoorten is het absorptievermogen dus niet even groot. Van kleigronden en kalkhoudende veen-(humus-)gronden is het grooter dan van kalk- en humusarme zandgronden, omdat in eerstgenoemde meer zeolithen, meer fijn verdeeld ijzerroest, koolzure kalk of humuszure zouten, inzonderheid humuszure kalk, voorkomen, die de kali, de ammonia en 't phosphorzuur binden. Knop wil het absorptievermogen als maat voor de vruchtbaarheid van een grond beschouwd hebben. Wij kunnen dit niet toegeven. Wij houden het absorptievermogen in 't algemeen wel voor eene zijner nuttige eigenschappen, omdat de belangrijke voedingsstoffen als kali, phosphorzuur en ammonia als in een magazijn er door bewaard en bij kleine hoeveelheden aan de planten afgestaan worden, maar ondergronden, die, gelijk H. v. Liebig aantoonde, soms een groot absorptievermogen bezitten, zijn niet zelden onvruchtbaar, juist omdat de voedende stoffen in te moeilijk oplosbare verbindingen overgaan. Daarom vereischen deze eene ruime bemesting met stalmest. Daarom werkt het branden hierop gunstig, want dan vermindert, gelijk Eichhorn aantoonde, het absorptievermogen.

Een schoon bewijs, dat sommige stoffen in den grond bewaard, andere meer uitgespoeld worden, leveren de ontledingen van draineerwater. Van de daarin opgeloste zouten maken salpeterzuur en kalk en vervolgens magnesia, soda, zwavelzuur en chloor veelal het hoofdbestanddeel uit, maar kali, ammonia en phosphorzuur komen slechts in zeer geringe hoeveelheden er in voor. De onderzoekingen van Völcker en anderen hebben dit ten duidelijkste aangetoond. Draineerwater, opgevangen van land, dat vele jaren achtereen met phosphorzuur- en kali-houdenden mest was bemest, bevatte deze stoffen in geene grootere hoeveelheid dan van, sedert jaren onbemest land. Ammonia kwam eveneens slechts in onbeteekenende hoeveelheden in 't water voor, maar wel salpeterzuur, ook daar, waar met ammoniakzouten en stalmest was gemest,

maar inzonderheid daar, waar chilisalpeter op 't land was gebracht. De ammonia als zwavelzure ammonia ter bemesting gebruikt, wordt dus wel eerst vastgelegd, maar gaat langzamerhand in salpeterzuur over en wordt dan uitgespoeld. Hetzelfde heeft met stalmest plaats. Uit de stikstofverbindingen, daarin voorkomende, ontstaan eerst ammoniakzouten en daarna salpeterzuur. In poreuze gronden hebben genoemde omzettingen het snelst plaats. Dan kon, bij veel regen, spoediger eene grootere hoeveelheid salpeterzuur in 't draineerwater aangetoond worden dan in meer gesloten, meer dichte gronden.

Daarom kan veel of weinig regen in den winter of het voorjaar ook van grooten invloed zijn op de vruchtbaarheid van den grond. Na een drogen winter was de tarweoogst in Engeland in 1854 en 1863 een der beste van deze eeuw, ofschoon het weer in den groeitijd der tarwe niet zoo bijzonder gunstig was, na een vochtigen winter in 1871 slecht. De oorzaak daarvan mag voor een groot deel worden toegeschreven aan het uitspoelen van de in den grond gevormde nitraten. Een merkwaardig verschil werd toen ook opgemerkt in de opbrengst der Tarwe op de hierboven, bl. 269, vermelde proefvelden van Lawes, of de Tarwe namelijk na braak of na Boonen volgde. In 1863 was de opbrengst in HL. per hectare:

	Onbemest	Minerale mest	Volledige mest
Na braak	40.5	41.4	47.3
Na Boonen	30.5	30.9	41.4
Dus op het braakland meer	10.0	10.5	5.9

In 1871 daarentegen was de opbrengst der Tarwe

	Op het onbemeste veld	Op het veld met mineralen mest
Na braak	10.3	14.4
Na Boonen	18.5	21.6
Dus na Boonen meer . . .	8.2	7.2

Op het braakland waren in den vorigen nazomer (bl. 275) nitraten gevormd en deze in den drogen winter van 1863 *niet*, in 1871 *wel* uitgespoeld. De vorming van nitraten uit de in den grond achtergebleven boonenstoppels had daarentegen ook later, in den volgenden zomer, plaats, en deze zullen nu de Tarwe ten goede zijn gekomen; de voorafgaande vochtige winter was hier dus van minder ongunstigen invloed dan op het braakland.

Belangrijk zijn ook de onderzoekingen van Dehérain [1]) omtrent het uitspoelen van salpeterzuur met het draineerwater in den herfst en winter. Onder anderen blijkt daaruit, dat uit braakland, niet met planten begroeid, zelfs in een drogen herfst eene groote hoeveelheid salpeterzuur wegspoelt, in 1895 gemiddeld 110.9 KG. per HA; terwijl op denzelfden en op gelijke wijze bemesten grond, maar met graan beteeld, de drains toen niet liepen en derhalve geen salpeterzuur verloren ging. De transpiratie der planten had hier den bodem voldoende droog gemaakt, bl. 210 en 257, om het vallende regenwater vast te kunnen houden.

---

[1]) *Annales agronomiques*, T. XXII.

d. Het ontstaan van harde lagen (banken) en de vorming van enkele mineralen in den bodem (zandoer, ijzeroer, spaathijzersteen, mergel, vivianit, pyrit).

Uit het voorgaande is ons gebleken dat de bouwgronden de eigenschap bezitten om vele stoffen vast te houden en voor uitspoelen te bewaren. Dit is nogtans niet met alle stoffen het geval. Immers is door ons opgemerkt, dat de nitraten, sulfaten en chloriden, oplosbaar zijnde, wel uitspoelen. Maar ook andere in de bodem voorkomende zouten zijn niet geheel onoplosbaar, en te dien opzichte gedragen de gronden zich ook niet alle gelijk. Met name verschillen de zandgronden met betrekking tot dit uitspoelen van de kleigronden. Vooreerst nemen de zandgronden meer regenwater op of juister: er trekt, ook omdat hunne watercapaciteit geringer is, meer water door, en bestaat er derhalve meer gelegenheid tot oplossing en tot verplaatsing van stoffen uit den bovengrond in den ondergrond dan bij kleigronden; en in de tweede plaats kan in een zandgrond de lucht veelal beter toetreden, daardoor is de oxydatie van organische stoffen en de vorming van koolzuur grooter en dientengevolge ook de oplossende werking van het koolzuurhoudende water.

Door mij werd in een zandgrond gevonden: in de bovenste laag tot 16 cM. diepte 0.116 %, in de laag van 16—50 cM. 0.119 % en in de laag van 50—92 cM. 0.164 % phosphorzuur.

Ook uit de analyses van een paar zandgronden door het proefstation te Wageningen blijkt dat de ondergrond daarvan rijker kan zijn aan phosphorzuur als de bovengrond, wat wel niet anders verklaard kan worden dan dat de bovengrond het phosphorzuur niet voldoende vasthoudt. In de rijk bemeste tabaksgronden vindt men zelfs in den ondergrond het hierna te vermelden phosphorzuurhoudende mineraal vivianit, waarvan de vorming ook niet anders verklaard kan worden dan door aan te nemen, dat het phosphorzuur uit de bouwlaag is gespoeld. Sommige zandgronden absorbeeren dus het phosphorzuur en zeker ook de kali niet voldoende.

Ook mechanisch worden waarschijnlijk in de zandgronden fijne klei- of leemdeeltjes verplaatst, waardoor zich laat verklaren dat het leemgehalte van deze gronden in den regel tot zekere grens met de diepte toeneemt.

Onderzoekt men intusschen een goed gecultiveerden zand-bouwgrond, zij het dan ook niet zoo rijk bemest als de tabaksgronden, dan bespeurt men dat ook hier de voorwaarden aanwezig zijn voor absorptie van voedingstoffen voor de planten. De bouwlaag heeft in dit geval eene aanzienlijke dikte en eene vrij gelijkmatige bruine kleur, die echter van boven naar beneden steeds lichter wordt. Zij bevat eene tamelijk groote hoeveelheid milden humus, die met het zand als het ware één geheel vormt. Met dien humus en door dien humus worden gewis ook de voedingstoffen grootendeels geabsorbeerd.

Anders wordt reeds het geval wanneer op zekere diepte, b.v. van 4 à 5 d.M. eene grintlaag voorkomt. Dan wordt daardoor het verband met den ondergrond verbroken en de bouwlaag van te geringe dikte; hij houdt niet genoeg water terug en absorbeert de voedingsstoffen niet in voldoende mate, kortom hij blijkt dan weinig vruchtbaar te zijn.

Onvruchtbaar of weinig vruchtbaar is ook de bouwlaag, wanneer zich op zekere diepte in den bodem een harde laag, een bank gevormd heeft. Wij verstaan daaronder, afgescheiden van de harde laag die zich in elken bodem,

onmiddellijk onder de bouwvoor, vormt, door het vasttreden van den grond, wanneer steeds op dezelfde diepte geploegd wordt, òf *zandoer* òf *ijzeroer*.

Zandoer, ook wel meer bepaald *de bank* of als deze donkerbruin van kleur is, *koffiebank* geheeten, bestaat grootendeels uit humusstoffen of uit zand, dat door humusstoffen en humuszure en kiezelzure zouten tot een harde massa aaneengehecht is. De bank is van verschillende geaardheid en dikte (meestal 2—5 dM.) en komt op sommige plaatsen in den diluvialen zandbodem, veelal op eene diepte van 0.5—1 M. voor. Bij blootstelling aan de lucht valt het zandoer uiteen, zoomede wanneer men het in aanraking brengt met ammonia of bijtende kali, waarin de humusstoffen oplossen, niet door verdund zoutzuur. Bij verhitting aan de lucht verbranden de humusstoffen en houdt men nagenoeg wit zand over.



Fig. 72. Profiel van eene zandoerbank uit het Barrewinkelveld onder Apeldoorn: tot 5 cM. turfachtige humus; 5—60 cM. uit geloogd grijs zand, waarvan tot 30 cM. gemarmerd; 60—80 cM. begin der bankvorming wel geel gekleurd maar nog niet hard; 80—90 cM. harde oerbank; 90—100 cM. ondergrond.

De hoofdmassa van het *ijzeroer* is waterhoudend ijzeroxyd, maar bovendien komen er in voor, behalve zand- en kleideeltjes, overblijfselen van plantendeelen (humusstoffen) en zouten van kiezelzuur, phosphorzuur enz. Men vindt het op verschillende diepten, meestal op 0.5 à 1 M., en in verschillende gronden maar het meest in de laagten tusschen de hooger gelegen zandgronden, waar de bodem moerassig is, de beekjes hunnen weg vinden, en de bodem aan de oppervlakte uit moerasveen of eene beekbezinking bestaat. Men noemt het daarom ook wel *moerasijzererts*. Bij blootstelling aan de lucht valt het niet uiteen, noch door verhitting, en evenmin na behandeling met ammonia, wel door zoutzuur dat het ijzeroxyd oplost.

Ook op de plaatsen in de heidevelden of in de bosschen, waar zich zandoer heeft gevormd heeft de bodem eene min of meer vochtige ligging, waartoe waarschijnlijk eerst het dichtslibben van den ondergrond door fijne deeltjes uit den bovengrond en later de bank zelve aanleiding heeft gegeven. Die vochtige ligging geeft aanleiding tot vorming van turfachtigen zuren humus, die boven het zandoer aan de oppervlakte voorkomt. De humuszuren en humuszure zouten daarvan loogen het daaronder gelegen zand uit, dat daardoor wit, evenveel door bijgemengde humusdeeltjes grijs of gemarmerd van kleur wordt. Onder die grijze laag worden de opgeloste stoffen door overmaat van bases weder vastgelegd, zij hechten de zanddeeltjes aaneen en vormen zoo de bank. Fig. 72, die het profiel van een zandoerbank voorstelt, doet ons de opvolgende lagen zien. De turfachtige humus, de grijze laag en de oerbank reageeren in den regel zuur.

Dat de grijze laag uitgeloogd is blijkt uit de geringe hoeveelheid stoffen, die daarin, in verdund zoutzuur oplosbaar, voorkomt. Door ons werd gevonden dat daarin oplost van bovenstaande bank: uit den bovengrond tot 2 à 2.5 dM. diepte 0.87 %; uit de grijze laag tot 3 à 3.5 dM. 0.66 %; boven de bank, nog niet vast 0.96 %, de bank 1.66 %. Ramann vond in een zandoerbank in Noord-Duitschland, dat in verdund zoutzuur oplost: van de grijze laag (Bleizand) 0.1646 %, van de bank 2.07 % en van het geelbruine zand onder de bank 0.895 %. De grijze laag is zeer onvruchtbaar, terwijl in de bank voedingsstoffen, als kali en phosphorzuur, zijn opgehoopt, geabsorbeerd; aan de oppervlakte gebracht of los gemaakt en met kalk bemest, kan deze zeer goed tot grondverbetering dienen. Zie de volledige analysen van een paar banken achter dit Deel.

Ofschoon niet voldoende onderzocht, blijkt toch uit verschillende verschijnselen, dat ook het ijzeroer een uitloogingsproduct van de hooger gelegen gronden is. Bij afsluiting der lucht wordt namelijk het ijzeroxyd door organische stoffen gereduceerd. Er vormt zich langzamerhand ferrobicarbonaat, dat in water oplosbaar is en met het grondwater naar lager gelegen plaatsen stroomt. Welt dit hier in slooten of poelen op, dan wordt het ferrobicarbonaat ontleed, het koolzuur ontwijkt en zuurstof en water worden opgenomen; er wordt alzoo waterhoudend ijzeroxyd gevormd, dat in bruine vlokken, oerslib, veelal aan plantendeelen en vooral aan de zoogenaamde ijzerbacteriën (Crenotrix soorten) zich afzet. Dit oerslib spoelt echter bij hoogeren waterstand weg. Voor zoover het onderzoek reikt, vormt zich daaruit dus geen oerbank. Wel geschiedt dit wanneer het ijzerhoudende water in den bodem opwelt; dan hecht het genoemde ijzeroxyd zich ook aan plantendeelen, wordt echter bij opdroging vast en alzoo voor wegspoeling bewaard en over het eens gevormde laagje vormen zich telkens nieuwe lagen.

Heeft de opwelling plaats in een veenachtigen bodem, dan kan het koolzuur ontwijken maar blijft de oxydatie achterwege. Er zet zich dan ferrocarbonaat af, het zij amorph, zooals de *witte klien* in de hooge venen van Oost-Drente, hetzij gekrisstalliseerd, als siderit of spaathijzersteen, zooals door ons op een paar plaatsen gevonden werd (Ederveen en Haaksbergen) [1]).

Ook de koolzure kalk, die in den vorm van *mergel* en *wiesenkalk* op sommige plaatsen in den bodem van Nederland voorkomt, is waarschijnlijk een uitloogingsproduct, hetzij van schelpen, hetzij van kalksteenen. De koolzure kalk daarvan lost dan op in koolzuurhoudend water, en waar het koolzuur kan ontwijken, zet zich de koolzure kalk aan voorwerpen b.v. zandkorrels, of aan plantendeelen, zooals in het meertje van Rockanje, af.

Vivianiet is een blauw gekleurd mineraal, dat ook andere voorwerpen, waarmede het gemengd is, b.v. veen, eene blauwe kleur geeft. Het bestaat uit eenigszins geoxydeerd waterhoudend ferrophosphaat. Afgescheiden van de lucht, in den bodem voorkomende, is de kleur van dit mineraal wit, en bestaat dan waarschijnlijk uit Ferrophosphaat, $Fe_3P_2O_8$, $8H_2O$, maar aan de lucht gebracht wordt het eenigszins geoxydeerd en dan blauw van kleur. Men vindt het in

---

[1]) Zie meerdere bijzonderheden over zandoer en ijzeroer, mijne Verhand. K. A. v. W. Dl. 17 en 2de Sectie Dl. 5.

terpen, tabaksgronden, hoog-en laagveen, in ijzeroer, op plaatsen waar beenderen of lijken begraven zijn enz., in 't algemeen daar waar phosphaten op de eene of andere wijze in oplossing en met eene ijzerverbinding, bij afsluiting der lucht, in aanmerking zijn gekomen. Als het water, waaruit zich ijzeroer afzet, tevens eenig phosphorzuur bevat, wat door ons van een paar plaatsen kon aangetoond worden, is het voor zijne vorming noodige phosphorzuur met dit water waarschijnlijk aangevoerd. Op sommige plaatsen wordt het vivianithoudende oer om zijne blauwe kleur voor blauwsel gebruikt; het heeft om zijn phosphorzuurgehalte ook mestwaarde.

Pyrit of *markasit*, FeS_2, komt in knollen voor in de tertiaire leemgronden en in korrels in sommige veen- en kleiondergronden, vooral wanneer deze met zeewater in aanraking zijn geweest. Zijne vorming is nog niet voldoende opgehelderd, maar staat in verband met de reductie van zwavelzure kalk door organische stoffen bij afsluiting der lucht, bl. 261 en 267. Aan de lucht blootgesteld wordt het geoxydeerd tot zwavelzuur en ferrosulfaat, welk laatste zout daarna in basisch ferrisulfaat overgaat (zure gronden).

3. DE BOUWGRONDEN VAN NEDERLAND, HUNNE RANGSCHIKKING (KLASSIFICATIE) EN VOORNAAMSTE EIGENSCHAPPEN.

Bij het rangschikken der gronden kan men van verschillende beginsels uitgaan. De oudere landbouwkundigen (Thaer, Schwerz en anderen) namen daarvoor de gewassen, die er het best geteeld kunnen worden. Zij verdeelden de bouwgronden in tarwe-, rogge-, gerstgronden enz. Eene dergelijke verdeeling naar het gewone gebruik is ook bij het opmaken van 't kadaster gevolgd en vroeger door ons opgegeven. Daarbij wordt het land naar de vermoedelijke opbrengst (huurwaarde) verder in klassen verdeeld. De namen tarwegrond, roggegrond, weiland, woeste grond enz. geven ons echter geen juist begrip van den aard en de hoedanigheid dezer gronden; want de ondervinding leert, dat vele weilanden zeer goed tot bouwland gebruikt en vele woeste gronden ontgonnen kunnen worden en niet alleen op de klei, maar ook op het zand kan tarwe geteeld worden. De nieuwere landbouwkundigen hebben daarom een anderen grondslag tot verdeeling genomen: de scheikundige en geognostisch-geologische samenstelling. Op dien grondslag zijn of worden in verschillende landen, naast de kadastrale kaarten, *agronomisch-geologische* kaarten vervaardigd.

Eene volledige opgave van de bouwgronden, die hier te lande al voorkomen, kan nog niet gegeven worden. Eene goede rangschikking, op bovengenoemden grondslag, is evenmin mogelijk. Enkele bouwgronden zijn in deze richting weliswaar onderzocht, maar de methoden van onderzoek, daarbij gevolgd, waren niet altijd dezelfde. De lezer beschouwe dus het volgende slechts als eene proeve, hoe de verschillende gronden gerangschikt zouden kunnen worden.

Zoogenaamde *oorspronkelijke* gronden, waarbij de bouwgrond door verweering uit de daaronderliggende rotsmassa ontstaan is, komen hier te lande niet voor[1]). De bouwgronden van Nederland zijn, behalve de *veengronden*, van

[1]) In dit geval treft men, zie bl. 6, onder de bouwlaag een vast gesteente aan; uit de samenstelling hiervan kan veelal tot die van de bouwlaag besloten worden.

elders aangevoerd; het zijn *aangespoelde* of *afgespoelde* gronden en bestaan dus uit een mengsel van zeer verschillende afkomst. Naar de verschillende tijdperken, waarin zij ontstaan zijn, zal men ze kunnen verdeelen in:

Oudere gronden,
Diluviale „
en Alluviale „

Naast deze grondsoorten, wier hoofdmassa tot eene en dezelfde geologische vorming behoort, komen enkele gronden voor, die door vermenging van grondmassa's van zeer verschillenden oorsprong verkregen zijn. Wij zullen die *toebereide* gronden noemen. In het gedeelte over den Bodem van Nederland zijn eenige voorbeelden daarvan gegeven, b.v. de ontgonnen dalgronden, de veen-zandgronden in de omstreken van Haarlem enz.

Naar hunne scheikundige samenstelling zal men bij deze hoofdgroepen een of meer van de volgende grondsoorten kunnen onderscheiden:

I. Kleigronden: meer dan 30 % afslibbare deelen, (klei) [1])

	bestanddeelen ten honderd			
	klei	zand	koolzure kalk	humus(veen)
1 *Zware kleigronden*	meer dan 60	minder dan 30	In den regel minder dan 10	In den regel minder dan 10
2 *Gewone* „	50—60	meer dan 30		
3 *Zandachtige* „ (*zavelgronden*)	minder dan 50	meer dan 40		
4 *Mergelachtige* „	meer dan 30	minder dan 60	meer dan 10	
5 *Humusachtige* „	meer dan 30	minder dan 60	Gewoonlijk minder dan 10	meer dan 10

II. Zandgronden: minder dan 30 % afslibbare deelen, (klei)

1 *Gewone zandgronden*	minder dan 20	meer dan 70	In den regel minder dan 10	In den regel minder dan 10
2 *Kleiachtige* „ (*zavelgronden*)	20—30	minder dan 70		
3 *Mergelachtige* „	minder dan 30	50—70 en meer	meer dan 10	Gewoonlijk minder dan 10
4 *Humusachtige* „	minder dan 30		Minder dan 10	Meer dan 10

5 *Grinthoudende* „ : onder het zand minstens 10 % grint [2]).

III. Leemgronden: minstens 20 % afslibbare deelen, voor een gedeelte uit fijn kwartszand (meelzand) bestaande en door ijzerroest veelal bruin gekleurd, te onderscheiden in:

1 *kleiachtige* leemgronden met minder dan 70 % zand.

---

[1]) De opgaven omtrent het klei- en zandgehalte van gronden loopen nogal uiteen, omdat zulks afhangt van de methoden die bij de scheiding gebruikt zijn. Zoo werd door mij gevonden in woelklei van Schildwolde met het toestel van Sikorsky 31 % zand, met dat van Schöne (2 cM. waterdruk) 40 % zand en volgens de methode van Schlösing: 2—5 % grof zand, 55.5 % fijn zand en 9.6 % klei.

Ook de grens tusschen klei- zavel- en zandgronden getrokken is niet altijd dezelfde. Bij de rangschikking van de grondmonsters der Friesche Wadden en der Zuiderzee zijn door Ad. Mayer (zie *Nota 6 der Zuiderzee-vereeniging*) genoemd:

klei	die	met	minder	dan	60 %	zandgehalte
zavel	„	„	„	„	60—80 „	„
lichte zavel	„	„	„	„	80—90 „	„
zand	„	„	meer	„	90 „	„
veen	„	„	„	„	20 „	humusgehalte.

[2]) Ook rivierklei bevat dikwijls eenig grint, 1 à 2 %; zeeklei niet.

2 *zandachtige* leemgronden met meer dan 70 % zand.

De leemgronden zouden ook bij de klei- en zandgronden als *leemachtige* klei- en zandgronden kunnen worden ingedeeld.

IV. Humus- (veen-) gronden: meer dan 30 % verbrandbare deelen, te onderscheiden in:

1 *kleiachtig* veen, als van het onverbrandbare meer dan 30 % afslibbaar is.

2 *zandachtig* „ „ „ „ „ minder „ 30 „ „ „

V. Mergel- en kalkgronden: meer dan 20 % koolzure kalk, te onderscheiden naar de meerdere of mindere hoeveelheid afslibbare deelen in *kleiachtige* en *zandachtige* mergelgronden.

't Spreekt van zelf, dat allerlei overgangen en vereenigingen hiervan kunnen bestaan. Een grond, die b.v. 40 % klei, 42 % zand, 5 % koolzure kalk en 13 % humus bevat, kan men een humus-, zandachtigen kleigrond noemen enz.

Als typen van eenige der bovengenoemde grondsoorten kunnen de volgende dienen, waarvan de eerste 7 met het op bl. 235 vermelde toestel van Kühn geslibd zijn:

Benaming en afkomst.	Bestanddeelen ten honderd op 100° gedroogd.			
	klei	zand	koolz. kalk	humus
Zandachtige kleigrond vóór op den Noordpolder (wadpolder) Gron.	34.8	50.7	6.6	7.8
Kleiachtige zandgrond uit den westelijken hoek van denzelfden polder	25.6	67	3.5	3.9
Zware klei in de nabijheid van Wageningen (rivierklei)	62.3	26.8	5.2	5.7
Zware klei (knik), ondergrond, te Westerwijtwerd gem. Middelstum, Gron.	74.8	20.7	—	4.5
Humusachtige, zware klei (roodoorn) te Blijham, Gron.	74	11.2	—	14.8
Kleiacht. leem uit den Wageningschen berg	68.8	29	—	2.2
Grinth. zand uit „	1	98.8	—	0.2
Zware klei van de Dollardpolders, volgens Van Bemmelen	55-70	15-34	0-11	6-11
Kleigrond uit de IJpolders, volgens id.	50-65	18-37	6-11	10-15
Zuiderzeeslib, ongeveer in het midden van het droog te maken gedeelte, volgens id.	45-60	27-33	7-10	7-13
Zandgrond, bij het dorp Ede (Gelderland) thans bebouwd, vroeger heide, daarna bosch, volgens Hartog.	12	80.6	—	7
Plaggenaarde, humusachtige zandgrond, nabij Ede, volgens id.	7.5	76.5	—	15.7
Humusachtige zandgrond, nabij Veenendaal, Gelderland, volgens id.	1	85.7	—	10

Na hetgeen hierboven van de eigenschappen van klei, zand en veen (humus) is medegedeeld, zal het minder noodig zijn lang bij de eigenschappen van onze kleigronden, zandgronden, veengronden en de verschillende wijzigingen, die hiervan al voorkomen, stil te staan. Wij zullen nog op enkele punten de aandacht vestigen.

De vruchtbaarheid van den grond wordt, inzoover deze van den natuurkundigen toestand afhankelijk is, vooral bepaald door eene gunstige verhouding tusschen klei, zand, koolzure kalk en humus. Volgens Masure is een grond, die 20 à 30 % klei, 50 à 70 % zand, 5 à 10 % koolzure kalk en 5 à 10 % humus bevat, wat zijn physischen toestand betreft de meest vruchtbare. Deze laat het water goed door, is vochthoudend maar niet te koud, scheurt bij droogte niet veel, is in gewone omstandigheden niet moeilijk te bewerken enz. Bij grooter klei-gehalte is de grond onhandelbaarder, droogt des voorjaars niet zoo spoedig op, scheurt des zomers en droogt daardoor sterker uit. Inzonderheid is dit het geval, als de grond weinig of geen koolzure kalk en weinig humus bevat. Een dergelijke grond wordt in de provincie Groningen *knik*, in Friesland *knip* geheeten. Een grooter humus-gehalte is alleen niet voldoende, om den natuurkundigen toestand dezer gronden goed te maken, zooals de roodoorn in de prov. Groningen bewijst. Ook speelt het ijzerroest in deze gronden wellicht eene belangrijke rol. Een grooter zand- of kalk-gehalte, als hierboven opgegeven, is minder nadeelig voor den natuurkundigen toestand, maar dan is het wenschelijk, dat het humus-gehalte grooter zij om zijne capaciteit voor water en zijne absorptie-vermogen te vermeerderen. Toebereide veen- en zandgronden. 't Zou verkeerd zijn de vruchtbaarheid van den grond, wat zijn natuurkundigen toestand betreft, slechts naar het resultaat eener slib-analyse, de hoeveelheid organische stoffen en koolzure kalk te willen beoordeelen. Daarbij moeten ook de min of meer droge ligging ten opzichte van het omringende water, of dit gemakkelijk afgevoerd kan worden en of de grond gedraineerd is of niet, de wijze hoe hij gewoonlijk bewerkt wordt en, wat vooral zijne tijdelijke vruchtbaarheid betreft, de planten die geteeld zijn, enz. in aanmerking genomen worden.

De vruchtbaarheid van den grond is voorts afhankelijk van het plantenvoedsel. Dat plantenvoedsel is voor een klein gedeelte in het bodemvocht opgelost, voor een grooter gedeelte komt het in onopgeloste, maar in zoutzuur of salpeterzuur min of meer gemakkelijk oplosbare verbindingen in den bouwgrond voor (zeolithen, phosphorzure verbindingen enz.). Vergelijk bl. 240 en volg. Deze verbindingen vormen evenals de klei een fijn poeder en zijn gelijk de humusstoffen en de koolzure kalk inzonderheid aan de klei gehecht en worden er mede afgeslibd. Zij hechten veel minder aan het zand. Vandaar ook, dat zij bij het ontstaan van den bouwgrond met de klei, minder met het zand zijn afgezet. Toch komen ook bij het zand mineralen voor als veldspaath en glimmer die plantenvoedsel bevatten, dat echter in zout- of salpeterzuur onoplosbaar is. Omtrent de hoeveelheid dezer mineralen en in hoever zij tot de vruchtbaarheid van den grond bijdragen is nog weinig bekend. Nog een ander gedeelte van het plantenvoedeel komt in of met de organische stoffen gemengd voor (stalmest, humus, veen). Bij de langzame vertering daarvan in den bodem worden hieruit opneembare zouten gevormd; dan komt er, zooals men 't noemt, meer vaag in den grond. Worden die organische stoffen verbrand, zoo levert de asch plantenvoedsel (asch van veen bij het veenbranden als bemestingsmiddel).

Voor de samenstelling van eenige gronden verwijzen wij verder naar tabel II achter dit Deel geplaatst.

IV. GRONDBEWERKING EN GRONDVERBETERING [1]). WERKTUIGEN [2]).

Met het bewerken van den grond komen wij meer op het gebied der practijk van den landbouw. Hebben wij toch in de vorige afdeeling aangegeven, waarvan de vruchtbaarheid afhankelijk is en waardoor een veld onvruchtbaar kan zijn of worden, thans moeten wij nagaan hoe een veld vruchtbaar gemaakt of gehouden wordt. En een der eerste middelen daartoe is het bewerken. Bij de plantenteelt komt het er echter niet enkel op aan, om den grond vruchtbaar te maken, te bepoten, te bezaaien enz., maar veelal ook om de planten te beschermen tegen schadelijke invloeden en inzonderheid tegen wat men hare vijanden kan noemen: de onkruiden en schadelijke dieren. Ook daarom wordt de grond niet zelden bewerkt.

Twee hoofdzaken meenen wij hier te moeten onderscheiden: de bewerkingen hebben òf ten doel eene meer algemeene en blijvende verbetering van den grond, òf zij keeren bijna elk jaar terug en hebben ten doel den grond voor een gewas in het bijzonder geschikt te maken. Tot de eerste groep behooren: het ontginnen, het droogleggen, het veranderen van de ligging enz. (*algemeene verbeteringen*); tot de laatste groep rekenen wij het ploegen, eggen, enz. (*periodische bewerkingen*).

Voor het bewerken van den bouwgrond zijn werktuigen noodig. Wij komen daarmede op het gebied van Werktuigkunde en Werktuigkennis, en 't zou wellicht niet ondienstig zijn, de beginselen dezer wetenschappen hier aan te geven. Wij vreezen echter daardoor al te uitvoerig te zullen worden en meenen ook onder verwijzing naar daarvoor bestaande werken [2]), te kunnen volstaan met eenige punten te vermelden, die bij de beoordeeling van het een of ander werktuig, bij den landbouw in gebruik, in aanmerking dienen genomen te worden.

De werktuigen dienen om de krachten, waarover de landbouwer te beschikken heeft, op de meest doeltreffende wijze aan te wenden. Met hunne hulp kunnen

---

[1]) Guido Krafft, *Die Ackerbaulehre;* v. Rosenberg-Lipinsky, *Der praktische Ackerbau;* Dr. O. Pitsch, *Die Theorie der Bodenbearbeitung;* Fr. Krey, *Die Moorkultur;* L. Vincent, *Bewässerung und Entwässerung;* Dr. A. Salfeld, *De ontginning der Nederlandsche heiden*, bewerkt door Dr. J. Lorié.

[2]) Dr. Carl Reitlechner, *Lehrbuch der landwirthschaftlichen Machinenlehre;* Emil Perels, *Rathgeber bei Wahl und Gebrauch landwirthschaftlicher Geräthe und Machinen;* Dr. A. Wüst, *Landwirthschaftlicher Machinenkunde.* Grootere werken zijn: Henry Stephens, *Book of farm implements and machines;* Hervé Mangon, *Travaux, instruments et machines agricoles;* Emil Perels, *Landwirthschaftlicher Machinen und Geräthe*, en J. Weissbach, *Lehrbuch der Ingenieur- und Machine-Mechanik.*

die krachten evenwicht of beweging veroorzaken in eene geheel andere richting dan die, waarin zij werken. Daarbij moeten veelal verschillende weerstanden (wrijving, samenhang der deelen) overwonnen worden. Een ploeg b.v. door den grond getrokken, wordt niet slechts verplaatst en daarbij de losgemaakte aarde omgekeerd, maar ook de samenhang der gronddeeltjes verbroken.

De te overwinnen weerstanden kan men onderscheiden in nuttige en schadelijke. In ons voorbeeld is het losmaken en omkeeren van den grond de nuttige weerstand, de wrijvingsweerstand van den ploeg over den grond en die der aarddeeltjes langs het rister de schadelijke. Laatstgenoemde kunnen niet vermeden, maar moeten in den regel zoo gering mogelijk zijn.

De krachten, waarover de landbouwer gewoonlijk beschikt, zijn die van menschen en dieren en de stoomkracht, op enkele plaatsen ook electriciteit (electromotoren 't zij door stoom of stroomend water gedreven; in de laatste jaren ook gas- en petroleummotoren (verbrandingsmotoren). Hare grootte wordt bepaald door zoogenaamde *krachtmeters*, Fig. 73 en 74. Als éénheid van kracht wordt aangenomen het gewicht van 1 KG.

Met het begrip kracht moet niet verwisseld worden dat van *arbeid*. Daaronder verstaat men het product van de kracht met den afgelegden weg in de richting der kracht. Als éénheid daarvan wordt genomen de arbeid, die verricht wordt om 1 KG. 1 meter hoog op te heffen (Kilogrammeter (Kg.M.).

Als een arbeider dus 1 hectol. koren van 60 KG. op een zolder draagt, die 5 meter hoog is, heeft hij een arbeid van $60 \times 5 = 300$ kilogrammeter verricht. Wordt een ploeg, waarvan de gemiddelde trekkracht 200 KG. is, 100 M. voortgetrokken, dan is er 20 000 Kg.M. arbeid verricht. Om den

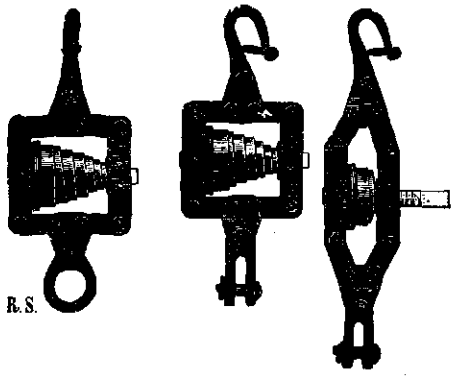


Fig. 73. Schokbreker en eenvoudige krachtmeter van R. Sack, te Plagwitz. Agent L. Nagel & Co., Arnhem.

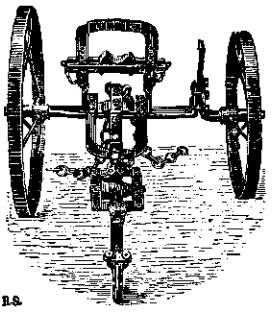


Fig. 74. Aanwijzende hoe een schokbreker en krachtmeter aan een Sack's ploeg geplaatst wordt.

arbeid van meer samengestelde werktuigen b.v. van eene dorschmachine te meten, waarvoor een krachtmeter, hierboven aangewezen, niet voldoende is, dienen meer samengestelde machines, zoogenaamde *dynamometers*.

Evenals de weerstanden in nuttige en schadelijke worden onderscheiden, zoo maakt men ook onderscheid tusschen nuttigen en schadelijken arbeid. Met den arbeid in het eerste van bovengenoemde voorbeelden wordt slechts nuttige bedoeld. Deze kan niet verricht worden of er is tevens schadelijke bij. Zoo moet in genoemd voorbeeld de arbeider ook zijn eigen gewicht tot gemelde hoogte

opheffen. Trekt hij het koren met behulp van eene katrol naar boven, dan bestaat de schadelijke arbeid, dien hij verricht, in het omdraaien van de katrol enz.

De werktuigen kunnen worden onderscheiden in enkelvoudige en samengestelde. Enkelvoudige zijn: de hefboom, de katrol, het windas, de schroef en het hellend vlak. De samengestelde bestaan uit eene vereeniging van enkelvoudige. Bij elk werktuig kan men onderscheiden: het deel, waarop de kracht aangrijpt en het deel, waardoor de nuttige arbeid verricht wordt. In een samengesteld werktuig dienen de tusschengevoegde werktuigen om de richting der beweging te veranderen, eene grootere snelheid of eene grootere kracht te verkrijgen. Daarbij geldt de wet: wat men in kracht wint, verliest men in snelheid en omgekeerd. Aan sommige werktuigen zijn voorts inrichtingen aangebracht om hevige schokken te voorkomen: veeren aan rijtuigen, buffers aan spoorwegwagons, enz. Tot gelijk doel dienen de zoogenoemde schokbrekers, nl. om een meer geregelden gang van een werktuig te verkrijgen of de trekdieren voor hevige schokken te bewaren, Fig. 74. De bovengenoemde wet is daarop toepasselijk: Ook hierbij blijft de arbeid dezelfde, maar wordt de krachtsinspanning meer verdeeld.

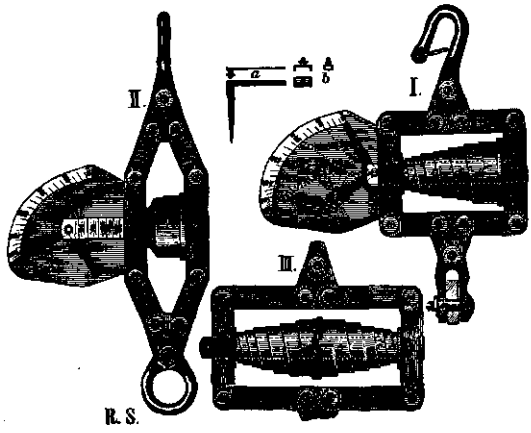


Fig. 75. Schokbreker en krachtmeter met wijzer van R. Sack, te Plagwitz. Agent L. Nagel & Co., Arnhem: I in rust, II samengedrukt, III met dubbele veer. De wijzerplaat is aan het raam, de staaf, aan welks uiteinde de gebroken hefboom als wijzer zit, aan de veer bevestigd. In de wijzerplaat is eene gleuf, *b*, waarin de arm *a* van den hefboom zich beweegt [1]).

Ter beoordeeling van een werktuig dient voorts gelet te worden: *a.* op het doel, waartoe 't gebruikt wordt en hoe het hieraan beantwoordt. Bij de te vermelden werktuigen zullen wij dit trachten aan te geven.

b. op de stof of stoffen, waaruit het gemaakt is;

c. op de grootte en den vorm der verschillende deelen, de wijze hoe zij aan elkander bevestigd zijn en de daarvan afhankelijke sterkte en het te verwachten onderhoud;

d. op de wijze, hoe de beweging overgebracht en de daarvan afhankelijke eenvoudigheid;

e. op den prijs.

Op enkele dezer punten van meer landhuishoudkundigen aard komen wij later terug. Voorloopig verwijzen wij dienaangaande naar de op bl. 289 aangehaalde werken.

---

[1]) Behalve deze eenvoudige krachtmeters leveren Sack en andere fabrikanten ook zelfregistreerende krachtmeters, waarbij de wijzer van een potlood is voorzien, dat op eene door een uurwerk regelmatig bewogene reep papier een zoogenaamd diagram maakt, waaruit de gemiddelde trekkracht kan worden opgemaakt.

1. ALGEMEENE VERBETERINGEN DOOR HET BEWERKEN.

A. HET DROOGLEGGEN (INDIJKEN, DROOGMAKEN, DRAINEEREN).

Wij vatten hier het droogleggen van een' grond in zijne ruimste beteekenis op en verstaan daaronder dus niet enkel het afvoeren van het op 't land vallende regenwater, maar ook het indijken of omkaden, het verlagen van den stand der omringende wateren en het droogmalen van moerassen, meren enz. Het een staat met het ander in onmiddellijk verband. Is toch het indijken van buitendijksche gronden of het droogmaken van een moeras of veenplas een eerste middel om den voortdurend of van tijd tot tijd overstroomden bodem tot bouwland te maken, vele gronden zijn slechts in zoover drooggelegd en tot bouwland te gebruiken, als zij wel is waar boven het water verheven zijn, maar gedurende een groot gedeelte van 't jaar in de bouwlaag met water volgezogen zijn: verlaging van den waterstand is ook hier een der voornaamste middelen om het voortbrengend vermogen van den grond te verhoogen. En het droogleggen in engeren zin, dat is het afvoeren van het hemelwater, is vooral van dien waterstand afhankelijk.

Het indijken en droogmaken zelf, de wijze waarop het drooggemaakte land verkaveld, de waterstand geregeld wordt enz. zijn zoo uiteenloopend en bovendien van meer waterbouwkundigen aard, dat wij hier dienaangaande in geene bijzonderheden kunnen treden. Slechts op enkele punten willen wij hier wijzen. De afvoer van het overtollige water geschiedt in den regel òf door beken die meestal in de rivieren uitmonden, welke op hare beurt het water naar de zee voeren, òf door slooten, tochten of wateringen met ruime kanalen in verband gebracht, waaruit het òf naar eene rivier òf onmiddellijk naar de zee wordt gevoerd.

Maar wat is overtollig water? Daaronder wordt verstaan de hoeveelheid water, die in een betrekkelijk korten tijd verwijderd moet worden, wanneer de bouwgronden geene schadelijke gevolgen ervan zullen ondervinden. Men noemt het ook, vooral met het oog op polders, het *waterbezwaar*. Hoe groot is deze hoeveelheid? Deze is zeer verschillend. Vooreerst hangt zulks af van de hoeveelheid regen en in de tweede plaats van den stand van het grondwater. In de meeste polders zal de normale stand van het grondwater ongeveer gelijk zijn aan dien van het peil (bl. 131), waarop het water gehouden wordt en daarmede rijzen en dalen. Buiten de polders, b.v. op de diluviale gronden, is de grondwaterstand meestal veel dieper, tenzij ondoordringbare lagen, b.v. leem- of oerbanken het doen verhinderen naar beneden te vloeien; maar overigens geldt hier dezelfde regel, dat is rijst en daalt het grondwater met dat der omgeving, zie bl. 123. Vooral in de rivierpolders kan de stand van het grondwater ook gewijzigd worden door de kwel, bl. 122.

Het spreekt nu van zelf dat hoe lager het aangenomen peil of de stand van het omringende water is ten opzichte van de oppervlakte van den grond, des te meer water in den grond, om het zoo uit te drukken, geborgen kan worden, des te minder het waterbezwaar gevoeld zal worden.

Hoe groot is nu deze hoeveelheid overtollig water of het waterbezwaar?

De gemiddelde overmaat regen boven de verdamping in de wintermaanden kan hier moeilijk tot maatstaf dienen; het zijn meer de buitengewone regens, waarop gerekend moet worden, en dan gebeurt het bijna elk jaar, dat er b.v. in eene week 40 à 60 m.M. water valt, of 40 000 à 60 000 liter per hectare. Is het nu herfst of voorjaar en de grond nagenoeg met water verzadigd, dan zal dus, als men het water op peil wil houden, deze hoeveelheid in een korten tijd verwijderd moeten worden. Is de grond niet met water verzadigd, dan blijft natuurlijk een gedeelte in den grond achter en, als gezegd, onder dezelfde omstandigheden des te meer naarmate het peil lager is, waaruit dus het voordeel van een laag peil volgt. In de polders die $^1/_2$ à 1 meter boven het peil of het grondwater gelegen zijn, wordt het waterbezwaar van 1000 hectare geschat op 900 liter per seconde; deze hoeveelheid moet dus in denzelfden tijd verwijderd worden. In het oosten van ons land echter voeren, volgens de waarnemingen van Stieltjes, de kleine rivieren in zeer natte zomers en natte winters van dezelfde oppervlakte en in denzelfden tijd slechts 100 à 200 liter water af, ja in buitengewone gevallen niet meer dan 200 à 300 liter. Daarentegen voeren deze riviertjes — en men kan hetzelfde aan bijna elke beek op het diluvium waarnemen — zelfs in de droogste zomers, als er weinig of geen regen valt, nog altijd water af. De laag grond, boven het grondwater, werkt hier als overal elders als regulator, als een reservoir, dat bij veel regen het water opneemt, en in den grond verschillende weerstanden ontmoetende, slechts langzamerhand weer afstaat, zie bl. 122.

Hoe wordt nu het overtollige water verwijderd? Is er genoegzaam verval, gelijk op de hoogere gronden, dan redt de natuur zich zelf en behoeft de afloop slechts eenigszins geleid te worden; bij kanalisatie, als in de veenkoloniën, moet de afloop door schutsluizen ook worden tegengegaan, om het water op peil te houden. Maar in de polders, wier oppervlakte weinig boven de oppervlakte der zee of zelfs daar beneden gelegen is, moet het min of meer kunstmatig worden verwijderd. Vooreerst is er dan kanaal- en slootruimte noodig om het water voorloopig te bergen [1]).

Is nu de polder onmiddellijk aan de zee, een zeeboezem, of een riviertak met eb en vloed gelegen, zoo maakt men gebruik van den lagen stand van het buitenwater bij eb om het water te laten afstroomen. De afwateringssluis wordt dan bij eb geopend en bij vloed weer gesloten.

Maar in de binnenpolders en in het algemeen als het aangenomen polderpeil lager gelegen is dan de ebbestand, moet het water kunstmatig worden opgemalen (door tonmolens, centrifugaal- of andere pompen door den wind of door stoom in beweging gebracht) in een boezemkanaal, dat dan op evengenoemde wijze in de zee uitwatert, maar soms nog eerst in een tweede hooger gelegen boezem moet worden opgevoerd, om het noodige verval te verkrijgen.

---

[1]) Is a de oppervlakte van den grond in hectares en h de gemiddelde regenhoeveelheid van hevige regens in millimeters, dan bedraagt, in geval de bouwgrond met water verzadigd is, b.v. 's winters, de af te voeren hoeveelheid water 10000 ah liters. Deze hoeveelheid moet dus geborgen worden, tenzij er onmiddellijk afgevoerd kan worden. Is verder de gemiddelde kanaal- en slootoppervlakte $^1/_n$ van het aantal hectares, zoo stijgt het water hierin nh millimeters.

De oudste daarvoor in gebruik zijnde molens zijn die met schepraderen; zij kunnen het water 1.5 tot 2 meter hoog opvoeren. De later uitgevonden ton- of vijzelmolens voeren het 3.5 tot 4 meter en soms nog hooger op, en met de nog latere centrifugaalpompen, door stoom gedreven, kan het in eens 4 à 5 meter worden opgevoerd.

Stoomwatermolens komen meer en meer in gebruik, omdat men daarbij niet afhankelijk is van den wind en dus ten allen tijde het overtollige water kan opmalen. Om dan de vroeger opgegeven hoeveelheid water, 900 liter per seconde voor 1000 hectare, 1 meter hoog op te voeren, is eene stoommachine van 12 paardekracht noodig[1]). Een kapitale of kloeke windmolen met 25 meter vlucht (dubbele lengte der wieken) kan gelijk gesteld worden met eene stoommachine van 3 paardekracht. Valt derhalve de bovengenoemde hoeveelheid water b.v. in 5 dagen, dan kan met eene stoommachine van 12 p.k. het water in denzelfden tijd 1 meter worden opgemalen en met een windmolen eerst in 20 à 25 dagen.

Welke de meest gewenschte stand van het omringende water ten opzichte van de oppervlakte van den bodem is, hangt zeer zeker nog van verschillende omstandigheden, de geaardheid van den grond en de te telen gewassen (bouw- of weideland b.v.) af. In den regel is die stand eerder te hoog dan te laag. Eene ligging van den grond 1 M. à 1.5 M. en meer boven het zomerpeil wordt het meest wenschelijk geacht.

Is dus in de middelen om het van 't land stroomende water te bergen en weg te voeren en het buitenwater (rivier-, kanaal- of zeewater) tegen te houden, voldoende voorzien, dan moet nog voor het afleiden van 't water van af of van uit het land zelf gezorgd worden. Vele gronden toch zijn uit hunnen aard niet zoo doorlatend, of het overtollige water moet ook hier kunstmatig worden verwijderd, zoo de bouwgrond niet de nadeelige gevolgen er van zal ondervinden.

Wij hebben reeds meermalen op het nadeelige van te veel vocht in den bodem gewezen, maar zullen om het belang eener droge ligging des te beter te doen inzien, de voordeelen daaraan verbonden hier in het kort samenvatten.

Een goed drooggelegde grond kan meer geregeld bewerkt worden, vroeger in het voorjaar, later in den herfst. Hij is in den regel warmer, omdat het overtollige water anders moet verdampen en hiervoor warmte verbruikt wordt, die tot verhooging zijner temperatuur zou gediend hebben.

Bij te veel vocht in den bodem wordt de lucht meer afgesloten: het gezaaide zaad ontkiemt daardoor dikwijls niet en er ontstaan licht voor de planten schadelijke stoffen b.v. ijzeroxydule zouten, zwavelverbindingen enz. Blijft het water in een bodem „staan", dan slibt de grond meer ineen en er ontstaan licht banken. Ook wordt het schadelijk geacht, dat de planten het voedsel, in het bodemwater opgelost, in eene te verdunde oplossing bekomen.

Elk practisch landbouwer weet bij ondervinding, van welk belang eene goede droge ligging voor het bouwland is, hoe de vruchten daarbij beter

---

[1]) Een paardekracht is 75 arbeidseenheden, bl. 290, dus in staat om 75 KG. in 1 seconde 1 meter op te heffen, derhalve voor 900 liter water gelijk 900 KG., $\frac{900}{75} = 12$ p.k.

staan en niet zoo gemakkelijk door het onkruid overmeesterd worden, hoe ook op drooggelegd grasland, — ofschoon eene grootere vochtigheid hier minder nadeelig en tot zekere hoogte voordeelig is (zie bl. 257), — betere grassen groeien dan op lage vochtige weiden.

Sedert lang reeds heeft men hier te lande, althans op vele plaatsen, het belang eener droge ligging ingezien. Men heeft een goed getal slooten gegraven en het land daardoor in stukken van een meestal klein getal hectares verdeeld, waardoor het water van het land stroomende in de voor de waterlossing bestemde kanalen of in eene rivier kon worden gevoerd. Daar men dit nog niet voldoende achtte, werden van afstand tot afstand kleine slootjes (slinken of spuiten) gegraven en, teneinde voorts het afloopen van 't water te bevorderen, werd het land ten opzichte van die slooten en slootjes bol gelegd. De aarde werd zorgvuldig van de kanten naar het midden gebracht, zonder zelfs te bedenken, dat men het veld aan die kanten van zijne bouwlaag beroofde en — zonder kennis van min kostbare middelen om deze te gemoet te komen, — ze jarenlang tot onvruchtbaarheid doemde. Het land werd voorts, ook al voor den afvoer van 't water, in smalle ronde akkers geploegd en van afstand tot afstand dwarsgoten gegraven om het, uit de min of meer diepe voren, tusschen de akkers, stroomende water in de slooten en slinken te doen uitloopen.

Zoo ongeveer werd het land veelal, 40 à 50 jaar geleden, drooggelegd; zoo geschiedt het nog op vele plaatsen in ons land.

Aan deze wijze van droogleggen zijn echter vele nadeelen verbonden, en bovendien wordt het land daardoor zeer onvolkomen drooggelegd.

In de eerste plaats toch gaat met dit groot getal slootjes vrij wat grond verloren. Die kleine slootjes vooral zijn ware kweekplaatsen voor onkruiden. Door de ronde ligging van het veld in zijn geheel en van elken akker in het bijzonder wordt het land zeer ongelijk. Als de grond in 't midden van 't veld of in 't midden van den akker reeds droog is, zijn de kanten en voren nog vochtig. 't Gevolg is, dat, aangezien het niet bij gedeelten bewerkt kan worden, die kanten en voren allicht in te vochtigen toestand of het midden in te drogen toestand wordt bewerkt. Datzelfde verschil openbaart zich later bij de vruchten: daar alle gedeelten van 't veld niet even vochtig, dus ook niet even warm en veelal ook om andere reden niet even vruchtbaar zijn, worden ze bijvoorbeeld niet terzelfder tijd rijp en 't gevolg is, dat als het eene gedeelte gezicht of gemaaid mag worden, het andere nog niet rijp genoeg is of omgekeerd.

Aangezien het water van 't land afstroomt, wordt daardoor de mest veel meer uitgeloogd en van zijne nuttigste bestanddeelen beroofd of in de lagere plaatsen, de voren, gevoerd. Door de beweging van 't water in de voren slibt de grond aldaar dicht. Een veld met ronde akkers kan ook moeilijk met eene machine bezaaid of machinaal gemaaid, niet zoo goed overdwars bewerkt worden, enz.

Het voornaamste bezwaar tegen deze manier van droogleggen door opene greppels is echter, dat het droogleggen zelf zeer onvolkomen is, aangezien wel het water van de bovenste grondlagen wordt weggevoerd, maar in de diepere gedeelten van de bouwlaag en van den ondergrond opgehoopt blijft;

dat wel het water wordt afgevoerd, wat men ziet, maar niet hetgeen men niet ziet. En juist dit laatste kan even schadelijk, zoo niet schadelijker zijn dan het oppervlakkige water.

Eene der belangrijkste verbeteringen in onzen landbouw van de laatste 50 jaren is dan ook, dat men eene betere wijze van droogleggen, waarbij het water niet vanboven maar vanonderen wordt afgevoerd, heeft leeren kennen: wij bedoelen het zoogenaamde *draineeren.*

Sedert onheugelijke tijden moeten op deze wijze reeds drooggelegd zijn de tuinen van eenige boerderijen te Maarssen in Utrecht, door namelijk van afstand tot afstand driezijdige pijpen, uit drie planken samengesteld, min of meer horizontaal in den grond te begraven en in eene sloot te doen uitmonden. Elders trachtte men onderaardsche kanalen voor den afloop van 't water te verkrijgen, door in gegraven greppels van 6 à 8 d.M. diepte, zoden of turven tegen elkander op te zetten of een nauwer gootje onder in de greppel met een turf te bedekken. Ook takkebossen en rijzen zijn daarvoor wel gebruikt, hetzij men die alleen, hetzij op kruiswijs onder in de greppels geplaatste paaltjes legde, en daarna de greppels eerst met zoden en vervolgens met aarde weder vulde; zoo ook veldsteenen en andere steenbrokken, om onder in de greppels holten voor den afloop van 't water te verkrijgen. Eenige dezer wijzen van droogleggen zijn ook hier en in andere landen met meer of minder goed gevolg beproefd en in gebruik genomen, zoo b.v. met turf op de zware kleigronden in het Oldambt. Het draineeren, gelijk het thans veelal uitgevoerd wordt, door steenen buizen namelijk, moet als eene Engelsche uitvinding beschouwd worden. Omstreeks het midden dezer eeuw is men hiermede begonnen [1]).

In 't algemeen komt deze wijze van droogleggen, of gelijk zij gewoonlijk genoemd wordt, dit draineeren hierop neer, dat van afstand tot afstand en meestal evenwijdig aan elkander, greppels gegraven en hierin steenen buizen van ongeveer 3 d.M. lengte en 3 à 4 c.M. inwendige wijdte gelegd worden, zoodanig, dat de uiteinden goed aan of in elkander sluiten of de onderlinge verbinding door daarom passende, soms doorboorde steenen ringen verzekerd wordt. De greppels worden daarna weder met aarde gevuld en zoodoende wordt een onderaardsch kanaal gevormd. Het in den grond „staande" water sijpelt dan langzamerhand, voor een gedeelte door den poreuzen wand, volgens een onderzoek van Krocker voor het grootste gedeelte echter door de openingen, die er overblijven, waar twee buizen aan elkander sluiten, in dit onderaardsche kanaal en stroomt zoo bij voldoende helling der buizen van het land af.

De wijze echter, waarop het uit deze buizen, gewoonlijk zuigbuizen geheeten, stroomende water weggevoerd wordt, is niet overal dezelfde. In de provincie Groningen b.v., waar het land door eene menigte slooten in kleine stukken verdeeld is, laat men elk der rijen buizen soms aan het eene einde, maar soms ook aan beide einden in eene sloot uitmonden. Elders, b.v. in den Wilhelminapolder, prov. Zeeland, waar de stukken lands grooter zijn en de afscheiding niet door slooten maar door heggen geschiedt, laat men de rijen buizen, die het water uit den grond moeten opvangen (de *zuigbuizen*) uit-

---

[1]) Dr. W. C. H. Staring, *Het drooglegggen van landerijen.*

monden in één, twee of meer rijen wijdere buizen (*verzamelbuizen*) en voert het water langs deze in eene sloot of afwateringskanaal. Laatstgenoemde wijze van draineeren is ook in 't buitenland de meest gebruikelijke en wordt inzonderheid daar toegepast, waar het terrein zeer ongelijk van hoogte is. Zij wordt ook daarom vooral aanbevolen, omdat men slechts één of enkele uitloopen noodig heeft, die op eene min kostbare wijze met zorg onderhouden kunnen worden, terwijl dit bij meerdere uitloopen natuurlijk kostbaarder wordt. Laat men echter al de rijen zuigbuizen in eene sloot uitkomen, dan kunnen de hierna te vermelden verstoppingen beter opgespoord worden en vervallen de duurdere verzamelbuizen, zoodat de kosten geringer worden.

Maar 'tzij de zuigbuizen direct in eene sloot, 'tzij ze in andere buizen uitmonden, met de ligging van het terrein moet steeds rekening gehouden worden, niet alleen om aan de rijen buizen des te geschikter de noodige helling te kunnen geven, maar ook omdat voor den toeloop van 't water in de zuigbuizen het doelmatiger is ze in de richting van de helling te leggen.

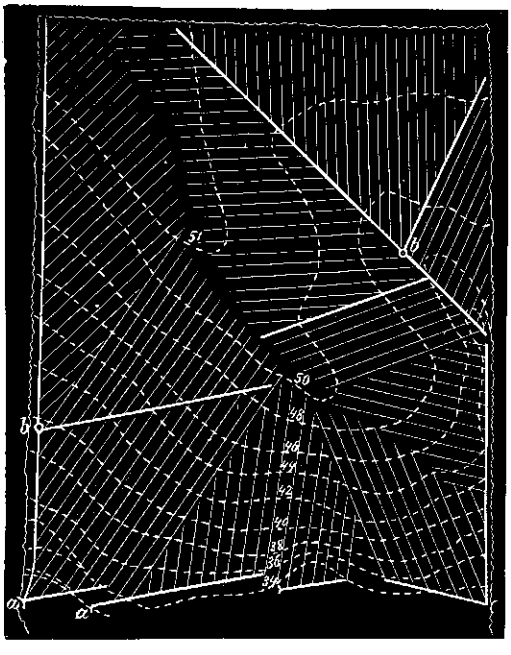


Fig. 75. Draineerplan eener moerassige weide (Crevillar Dept. du Nord) op 0.0002; *a*, uitloopen in het laagste gedeelte van het terrein; *b*, kijkgaten om te kunnen zien waar de buizen verstopt zijn. De kromme stippellijnen verbinden de plaatsen van gelijke hoogte, door de daarbij geplaatste cijfers in meters boven de oppervlakte der zee aangegeven. De evenwijdige lijnen zijn zuigdrains, de andere hoofddrains.

Worden namelijk de buizen in de richting loodrecht op die der helling gelegd, zoo vloeit het water, aan de zijde van het hooger gedeelte intredende, aan die van het lager gedeelte voor een deel weer uit de buizen en houdt men den grond hier vochtig. Worden echter de buizen in de richting der helling gelegd, zoo vloeit het water, tusschen de rijen vallende, zijwaarts en in de richting van de helling af en bereikt het de buizen dus even goed, zij het ook in een lager gedeelte van het terrein.

Eene beoordeeling van de ligging en, bij grootere en zeer oneffene oppervlakten, eene nauwkeurige waterpassing van het terrein moeten dus voorafgaan. De verzamelbuizen worden dan in de laagste gedeelten van het terrein gelegd of als dit noodig is evenals de zuigbuizen in de richting van het verval, terwijl wanneer de zuigbuizen onmiddellijk in eene sloot zullen uitmonden, men de rijen zoo legt, dat zij zoo immer mogelijk naar het laagste gedeelte van het land uitloopen, Fig. 75.

De diepte, waarop de buizen gelegd worden, verschilt zeer naar de geaard-

heid van den grond, naar den onderlingen afstand der rijen, naar de ligging van het droog te leggen veld ten opzichte van het peil van 't waterschap waartoe 't behoort, enz. Eene gemiddelde diepte van 1 à 1.5 M. wordt hier te lande veelal voldoende geacht. De zware kleigronden in Engeland draineert men niet zelden tot eene nog grootere diepte.

Komt in den ondergrond eene harde bank voor, die het water niet doorlaat, dan is het verkieslijk de buizen tot aan de bank toe te leggen, tenzij deze, kort onder de bouwvoor voorkomende, door eene diepe bewerking van den grond kan worden verwijderd. Wordt in den ondergrond eene zandlaag aangetroffen, die het water op eene natuurlijke wijze afvoert, dan is het wenschelijk de buizen tot aan de zandlaag te leggen.

Bij het draineeren van veengronden tracht men den vasten, zand- of kleiachtigen ondergrond te bereiken en legt hierin de buizen. Daarbij dient men rekening te houden met de belangrijke inklinking, soms $\frac{1}{5}$ of $\frac{1}{6}$, die een veengrond, na het droogleggen ondergaat.

Is de veenlaag te dik, om den vasten ondergrond te bereiken, dan worden, aangezien een veengrond aan de buizen geene genoegzame vastheid geeft, de greppels 1 à 1.5 d.M. dieper gegraven, tot op deze hoogte met zand aangevuld en nadat dit eenigszins ineengeslibd is, hierop de buizen gelegd. Ook wanneer in andere gronden de buizen niet vastliggen of bij aanwezigheid van welzand, dat licht in de buizen dringt, raad Vincent aan, de gemaakte greppels tot zekere hoogte op gelijke wijze met grof zand of grint te vullen.

Ook de afstand der rijen buizen is van invloed op de diepte, waarop zij gelegd moeten worden en omgekeerd. Te dezen opzichte geldt de regel: hoe dieper de buizen, des te grooter kan de afstand der rijen genomen worden. Gewoonlijk bedraagt die hier te lande, bij eene diepte van 1 à 1.5 meter 10 meter. Voor zand- en lichte zavelgronden kan de afstand iets grooter worden genomen. Om zwaardere kleigronden goed droog te leggen is het wenschelijk den afstand niet grooter dan 8 à 9 meter te nemen. Het water van den grond tusschen de rijen toch moet zijdelings naar de buizen loopen en dit gaat veel gemakkelijker in zand- dan in kleigronden. Om dezelfde reden wil Vincent de buizen in kleigronden dieper gelegd hebben dan in zandgronden. Bij eene diepte van 1.25 meter acht hij voor de zavelgronden van Noord-Duitschland 15 à 16 meter, dus een 12-voudigen afstand voldoende. Worden de buizen tweemaal zoo diep gelegd, dan is volgens hem een 17-voudige afstand toereikend. In klei- en leemgronden moet de afstand geringer zijn.

Een vaste regel kan dus noch voor de diepte noch voor den afstand gegeven worden. In 't algemeen is een behoorlijk diep leggen verkieslijk omdat de afstand dan grooter genomen kan worden. De kosten worden daardoor natuurlijk geringer en de drooggelegde laag aarde wordt grooter. Daardoor wordt ook het gevaar voor bevriezen der buizen geringer, de plantenwortels kunnen dieper in den bodem dringen en eene grootere hoeveelheid water en voedsel komt voor haar beschikbaar. De buizen dieper te leggen, dan de grond boven het zomerwaterpeil verheven is, baat echter niet en daardoor is men veeltijds genoodzaakt op eene geringere diepte te draineeren, als wel wenschelijk zou zijn. Ook ondiepe oerbanken in den grond voorkomende, kunnen een beletsel zijn, dat men niet tot de gewenschte diepte kan gaan. Door loodrechte gaten

in den grond te boren of te slaan, en deze b.v. met draineerbuizen te vullen, heeft men getracht het water hier van af te leiden. Wij mogen echter aannemen, dat dit middel slechts dan baat, als de onder de bank voorkomende grond het water goed doorlaat, gelijk dit b.v. met de rivierkleigronden het geval is. In hoeverre eene gewone draineering in verband met deze loodrechte doorboring van de bank toepasselijk is, durven wij niet beslissen. Ligt de bank niet zeer diep, zoodat zij met een ondergrondsploeg te bereiken is, dan is het verbreken van de harde laag daarmede, na het draineeren, zeker een van de minkostbare middelen om den grond ook tusschen de rijen buizen droog te leggen.

De helling, aan de buizen te geven, is eenigszins verschillend naar hare wijdte, daar de weerstand, dien het water bij het stroomen door de buizen ondervindt, des te geringer is naarmate zij wijder zijn. Bij buizen van 3 à 4 c.M. wijdte wordt eene helling van 1 à 2 op de 1000 voldoende geacht; bij buizen van 10 c.M. wijdte eene helling van 1 à 2 op de 2000. Eene grootere helling schaadt echter volstrekt niet, en het hangt grootendeels van de ligging en de grootte van het terrein af, of die iets meer of minder groot kan of moet genomen worden. Zijn de afmetingen van een horizontaal veld b.v. niet groot en kunnen de buizen, wegens den waterstand, diep genoeg gelegd worden, zoo kan eene grootere helling gegeven worden, dan wanneer de afmetingen van het veld langere rijen buizen vereischen. Te klein mag die helling echter niet zijn, omdat de waterafvoer dan te langzaam plaats heeft en ingestroomde aarddeeltjes kunnen bezinken en aanleiding tot verstopping kunnen geven. Volgens Vincent mag de stroomsnelheid in de buizen die van de helling afhankelijk is, niet minder dan 0.15 M. per seconde zijn [1]).

De verbinding van de zuigbuizen met de verzamelbuizen, die steeds lager gelegd moeten worden, heeft, om den weerstand van het daarin stroomende water minder te doen zijn, zooveel mogelijk onder een scherpen hoek plaats; zie Fig. 75. Voor die verbinding worden afzonderlijke kniestukken geleverd of anders gaten in de verzamelbuizen geslagen, waarin de eind-zuigbuis past. Vincent wil de zuigbuizen over de verzamelbuizen heen gelegd en op de plaats, waar zij op elkander vallen, beide van gaten voorzien hebben, om het water in de verzamelbuizen te doen loopen.

Omtrent de practische uitvoering van het draineeren nog het volgende. Nadat het draineer-plan vastgesteld is en de benoodigde buizen aangevoerd zijn, worden de greppels gegraven. Men begint met die voor de verzamelbuizen, daarna met die voor de zuigbuizen en, om het mogelijk instroomende regenwater af te kunnen laten loopen, steeds aan de laagste gedeelten, tenzij de waterstand in de sloot te hoog is. Voor dit uitgraven zijn in Engeland en elders een stel schoppen van verschillende afmetingen in gebruik, of worden daarvoor althans aanbevolen om zoo weinig mogelijk grond behoeven te ver-

---

[1]) Is h het verval in proc. en d de middellijn der buizen, dan is de theoretische stroomsnelheid in buizen $3.6 \sqrt{\frac{dh}{2+d}}$; werkelijk bedraagt deze in buizen van 3 c.M. middellijn slechts $^2/_3$, in buizen van 5 c.M. $^3/_4$ en in buizen van 10 c.M. $^5/_6$ van de theoretische snelheid.

werken. Op de kleigronden van Groningen worden deze als onbruikbaar beschouwd, en wordt van zoogenaamde boorschoppen gebruik gemaakt. De eerste steek der greppel wordt dan b.v. 1 meter breed, de tweede iets minder breed enz. en ten laatste slechts ter breedte van een steek gegraven. Om aan de gaten de noodige helling te geven, worden, langs deze op het terrein, paaltjes geslagen tot zulk eene hoogte, dat hunne koppen de helling aanwijzen. De arbeider graaft de greppel dan zoo diep, dat zij steeds b.v. 2 meter beneden den kop van het in zijne nabijheid aanwezige paaltje diep wordt, waartoe hij steeds een maatstok bij de hand heeft. Eenvoudiger wordt het die helling te vinden, wanneer het droog te leggen veld door slooten met gelijken waterstand omringd is en de zuigbuizen direct daarin zullen uitmonden. Zijn dan de gaten tot op den laatsten steek na uitgegraven, zoo worden tegenover de beide uiteinden in de slooten baken geplaatst, bestaande uit een lat, van boven van een dwarslatje voorzien. Zullen de buizen nu aan beide einden uitmonden of met andere woorden naar beide einden hellen, dan worden genoemde baken op gelijke hoogte boven het water der slooten geplaatst en een derde baak in de greppel, midden tusschen de beide andere gezet en wel zoo dat zijn kop even hoog als of waterpas met de beide andere staat. Vervolgens trekt men de middelste baak zoo ver naarboven als de buizenrij helling zal hebben en plaatst nu tusschenbeide nog eenige baken, wier koppen met die van de middelste en de uiterste in de sloot geplaatste in dezelfde rechte lijn liggen. De arbeider voorziet zich bij het verder uitgraven van eene losse baak en zorgt dan dat de greppel steeds eene diepte bekomt, dat de kop der losse baak, daarin geplaatst, met die der andere in dezelfde rechte lijn valt. Zullen de buizen slechts naar eene zijde afstroomen, dan begint men de eene eindbaak zooveel lager te plaatsen dan de andere als de rij buizen helling zal hebben en handelt vervolgens door het plaatsen van tusschenbaken enz. op gelijke wijze.

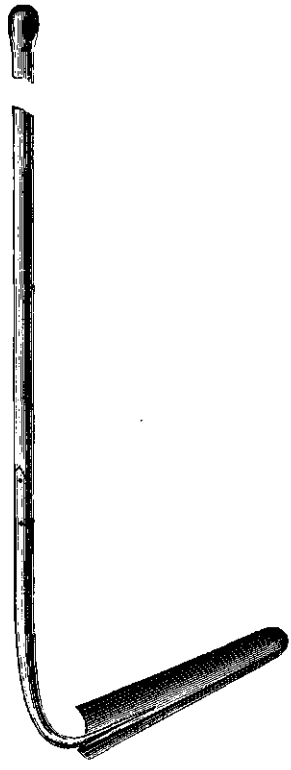


Fig. 76. Boor voor het graven van een gootje, waarin de draineerbuizen passen.

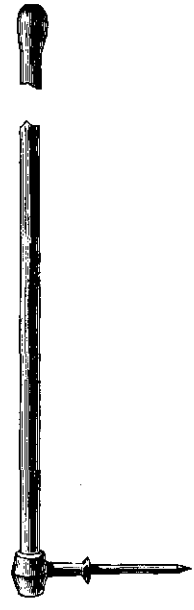


Fig. 77. Haak om de draineerbuizen te leggen.

Is eene greppel op deze wijze tot de vereischte diepte en met eene zuivere grondvlakte gegraven, dan wordt daarin met eene zoogenaamde buizenboor, Fig. 76, waaraan de steel in plaats van, zooals in de fig. onder een' scherpen

ook wel onder een' stompen hoek bevestigd wordt, een gootje gegraven, waarin de buizen juist passen, en met het leggen kan nu worden begonnen. Dit leggen vereischt de grootste nauwkeurigheid, en alleen vertrouwbare en geoefende arbeiders mogen hiermede worden belast. Zij zorgen daarbij zoo weinig mogelijk in de greppels te loopen en daar, waar de buizen gelegd zullen worden, de aarde niet vast te treden. Soms worden de buizen daarom met eene haak gelegd, Fig. 77. Men begint met het leggen in het hoogste gedeelte der greppel. De eerst gelegde buis wordt aan het eene eind met een' steen gesloten en daarna eene tweede buis, zoo goed mogelijk sluitend tegen of in het andere eind geplaatst en zoo vervolgens. Eenigszins krom getrokken buizen worden met hare krommingen noch naar boven noch naar beneden maar zijwaarts gelegd en gezorgd dat de volgende buis hieraan past. Het juist te pas leggen der buizen is eene eerste vereischte om verstoppingen te voorkomen, omdat bij eene opening water kan instroomen en daarmede zand. Is eene rij buizen gelegd en heeft men zich van de juiste ligging verzekerd, dan worden de buizen eerst voorzichtig met aarde bedekt en de greppels verder gevuld. Ten einde het verstoppen der buizen door loop- of welzand te voorkomen, wordt wel aangeraden een laagje stroo tusschen de buizen en de opgebrachte aarde te voegen.

In sommige gevallen kan het van belang zijn de uitgegraven aarde ter verbetering van de bouwvoor gedeeltelijk boven te houden. Zij wordt dan tusschen de rijen verspreid en om den ontbrekenden grond voor de greppels te verkrijgen, worden deze later dichtgeploegd.

Eene bijzondere zorg vereischt nog het leggen der eindbuizen, dat zijn die waarmede de rijen zuig- of verzamelbuizen in eene sloot of een kanaal, uitmonden. Soms worden hiervoor langere steenen buizen genomen en, om ze eene meer vaste ligging te geven, door een eind plank ondersteund. Ook maakt men die eindbuizen wel van hout. Laat men de zuigbuizen in verzamelbuizen uitmonden, dan wordt het getal eindbuizen natuurlijk geringer. In dit geval wordt hare vaste ligging wel door eenig metselwerk verzekerd.

De vraag, op welke gronden deze methode van droogleggen al toegepast kan worden, is nog moeilijk te beantwoorden. Zeker is het, dat zij op de klei- en zavelgronden het meest doeltreffend is, minder op zand- en veengronden, die op zich zelve het water veelal goed doorlaten. Toch moet ook hier het overtollige water afgevoerd en in geval van niet-draineering door het graven van slooten en greppels daarin worden voorzien. Zeer waarschijnlijk wegen ook hier de kosten van draineeren op tegen de jaarlijksche uitgaven voor het graven van slooten en greppels en het voordeel, dat de te bebouwen oppervlakte grooter wordt en de grond beter en gemakkelijker bewerkt kan worden, te meer wanneer men bedenkt, dat de afstand der rijen hier veel grooter genomen mag worden dan op kleigronden. Hoe men op veengronden met het graven der greppels handelt, is hier boven opgegeven.

Op het verstopt geraken der buizen door het loop- en welzand is zooeven reeds gewezen. De ondervinding heeft geleerd, dat, waar dit loop- of welzand voorkomt, een nauwkeurig leggen der buizen, zonder ringen, het beste middel is om zulks te voorkomen. Vooral ook het verstoppen der buizen heeft in latere jaren aanleiding gegeven de buizen zonder ringen te leggen. Ook

een goed openhouden der einden is wenschelijk, daar het water anders in de buizen kan blijven staan en het medegevoerde zand bezinken. Bedekken met een laagje stroo enz. is een zeer onzeker middel daartegen.

In veel kalkhoudende gronden zijn verstoppingen met koolzure kalk, in veel ijzer bevattende gronden met ijzerroest voorgekomen, doch hier te lande slechts zelden waargenomen. Ook door de wortels van planten, vooral van boomen, geraken de buizen wel eens verstopt. Inzonderheid is dit waargenomen, als door de buizen het water van bronnen of zoogenaamd grondwater afgevoerd wordt en zij bijna altijd vol water staan. Bereiken haar dan de plantenwortels, zoo dringen deze door de kleine holten tusschen de buizen en vormen daarin weldra een fijn netwerk, dat, gelijk Mechi 't noemt, zich als een vossestaart voordoet, en de buizen zoo niet verstopt dan toch het uitstroomen tegenhoudt. Maar tenzij de buizen steeds vol water staan, is die wortelontwikkeling zeer zeker niet zoo groot als wel beweerd wordt. Tegen het verstoppen door koolzure kalk of ijzerroest raden de Engelschen aan nauwe buizen te nemen. Tegen dat door plantenwortels wil Vincent de buizen geteerd of met geteerd papier belegd hebben, maar dit middel is alleen voor de verzamelbuizen toepasselijk. 't Best zal zijn de buizen niet te dicht bij geboomte te leggen.

De kosten van het draineeren kunnen natuurlijk zeer uiteenloopen, naar de diepte en den afstand waarop de buizen gelegd worden, den prijs der buizen en dien der arbeidsloonen. Men kan die bij enkel gebruik van zuigbuizen, in rijen van $\pm$ 10 meter en op eene diepte van 1 à 1.5 meter gelegd, op ongeveer 100 gulden per hectare rekenen. Laat men echter de zuigbuizen in de duurdere verzamelbuizen uitmonden, dan worden de kosten 120 à 130 gulden per hectare.

Die kosten worden echter ruimschoots vergoed door de belangrijke voordeelen aan deze wijze van droogleggen verbonden. Niet alleen toch kunnen, gelijk reeds opgemerkt is, vele slooten en greppels dan gemist en dus eveneens bebouwd worden, maar men kan aan het land ook eene vlakke ligging geven. Het kan daardoor in alle richtingen en ook door min geoefenden bewerkt en veel gemakkelijker machinaal bezaaid of gemaaid worden. Daar, waar het draineeren in zwang is, zijn de landbouwers van geene enkele andere landbouwverbetering zoo algemeen overtuigd. Kleigronden vooral worden daardoor veel losser (poreuzer); zij kunnen des voorjaars soms meer dan 14 dagen vroeger bewerkt worden en zijn in den regel warmer dan wanneer ze niet gedraineerd zijn. De heer S. Huizinga Tz. te Middelstum nam o. a. den 14 Nov. van 1874 de volgende temperaturen waar:

a. in een grond, goed gedraineerd op 9 à 10 meter afstand en 1.4 meter diepte.

b. in een grond, alleen gedraineerd door eene rij buizen in de dwarsgoot.

Beide grondsoorten waren van gelijke hoedanigheid en met hetzelfde gewas (haver) beteeld geweest.

Terwijl de temperatuur der lucht 4.5° was, was die op eene diepte van

	2 d.M.	3 d.M.	4 d.M.	5 d.M.
bij *a*	7.1°	11°	12.2°	12.7°
bij *b*	6.5°	8.9°	10°	10.5°
verschil	0.6°	2.1°	2.2°	2.2°

In den eersten tijd, nadat de buizen gelegd zijn, ziet men hier en daar

nog wel water op het land staan; is de grond echter gedurende een' zomer maar eens goed uitgedroogd of met klaver begroeid geweest, dan komt dit bij eene goede, vlakke ligging zelden meer voor. Een gedraineerde grond blijft bij langdurige droogte in den zomer ook langer vochtig, daar door de grootere poreusheid zijn capillair-opzuigend vermogen vermeerderd wordt en groote scheuren en barsten minder voorkomen. Vergel. blz. 254 en volg. Het water blijft minder in den grond staan en het ineenslibben of het vormen van banken wordt daardoor meer verhinderd. De plantenwortels dringen dieper naar beneden en daardoor wordt de bouwlaag steeds dikker. 't Gevolg van een en ander is eene hoogere opbrengst, die de rente van het aan deze verbetering besteede kapitaal ruimschoots vergoedt.

Als nadeelen van het draineeren heeft men aangevoerd: *a.* het te droog worden van den grond, *b.* het verlies, dat hij zou ondergaan door uitspoeling van plantenvoedsel. Wat het eerste punt betreft, blijkt uit het bovenstaande, dat het tegendeel 't geval is. Aangaande het tweede punt kunnen wij hier naar het op bl. 254 gezegde verwijzen. Alleen het uitspoelen van het in den grond voorkomende salpeterzuur en misschien van kalk en magnesia zou hier van beteekenis kunnen zijn, maar 't is de vraag, of dit bij draineering grooter is dan bij niet-draineering [1]).

B. HET ONTGINNEN.

Onder ontginnen verstaat men het in cultuur brengen van woeste gronden. Als zoodanig zijn vroeger door ons opgegeven: de heidevelden op de diluviale zandgronden met de daartusschen liggende zandstuivingen, vele duinen en hooge veengronden. Ook de kwelders, schorren en uiterwaarden van de zee- en rivierbezinkingen, alsmede vele lage veengronden en beekbezinkingen, ofschoon zij meer productief zijn dan de bovengenoemde zandgronden en door meer opzettelijke zorg voor afwatering enz. productiever zijn gemaakt, hebben niet zelden het karakter van een woesten grond. Zie bl. 11. Hetzelfde geldt van vele met bosch bezette gronden, waarbij de zorg alleen bestaat in het van tijd tot tijd wegkappen van het hout.

De wet van 26 Mei 1870, no. 91 onderscheidt echter: 1) *woeste* gronden en 2) *buiten-*, *moeras-*, of *broek*gronden en *waterplassen*. Terwijl nu de waarde en de daarvan afhankelijke belastbare opbrengst van de onder 2) genoemde gronden verhoogd wordt door bedijking, bekading, enz., wordt de waarde der woeste gronden verhoogd door ontginning. Een woeste grond heet dan ontgonnen, dat is in cultuur gebracht te zijn, als hij door bewerking en bemesting zoodanig is veranderd, dat hij regelmatig vruchten oplevert of tot bosch, erf of lustplaats aangelegd is. Onder vruchten zullen hier moeten worden verstaan die der gewone cultuurgewassen, ofschoon de wet ze niet met name noemt [2]). Waar geene bewerking is geschied, zooals bij opslag van hout, ten gevolge

[1]) A. Voelcker in *Journal of the R. A. S. of England* Vol. X, Part. I, p. 132. en Dehérain, *Annales agronomiques*, T. XXIII.

[2]) Men kan niet zeggen dat een heideveld geenerlei vruchten levert; want niet alleen dient de heide tot voedsel voor schapen, maar afgesneden, wordt zij ook tot bezems en de met heide begroeide plaggen worden tot strooisel voor het vee of tot mestbereiding gebruikt.

overbrenging van zaad door den wind of door vogels, of de grond niet bestemd en ook niet geschikt is om voortdurend in cultuur te blijven, b.v. boekweitveen, is er, volgens de wet, geene ontginning. Dergelijke gronden worden dus nog als woest beschouwd.

Bij het ontginnen van een' grond komen verschillende zaken te pas. In vele gevallen is het drooglegging en het aanbrengen van plantenvoedsel in den vorm van mest eene eerste vereischte. Maar tevens moet het land veelal eene opzettelijke bewerking ondergaan, om er geschikten bouw- of boschgrond van te maken. Dit bewerken, waarmede wij ons hier meer opzettelijk moeten bezighouden, is verschillend naar de geaardheid en ligging zoowel van den boven- als ondergrond en naar het doel, waartoe de ontginning geschiedt: of een grond tot bouw- of weiland dan wel tot bosch aangelegd zal worden. Wij kunnen hier niet in alle bijzonderheden treden, maar zullen ons bepalen tot enkele hoofdzaken.

Wij onderscheiden daarbij:

1. het ontginnen van zandgronden in 't algemeen,
2. het veranderen van bosch- in bouwgrond,
3. het ontginnen van veengronden.

1. Ontginning van zandgronden (zandstuivingen, duinen, heidevelden enz.).

Deze gronden zijn niet alleen onvruchtbaar wegens te geringe hoeveelheid plantenvoedsel, vergel. bl. 265, maar ook wegens den ongunstigen natuurkundigen toestand. Het zand der zeeduinen en der zandstuivingen heeft te weinig samenhang; de zandkorrels vormen geen kruimels; elke korrel staat op zich zelf (éénkorrelstructuur); daardoor loopt het te veel ineen, zoodat de grond niet poreus, niet los blijft. De afwisseling van temperatuur is bovendien te groot en aan de oppervlakte vooral droogt de grond te veel uit. De duinpannen vertoonen wel een meer weligen plantengroei, maar zij lijden aan gebrekkigen waterafvoer; daar heeft zich eene veen- of humuslaag opgehoopt, die evenmin als het zand de noodige vastheid bezit en bovendien meestal vochtig en daardoor koud is en zuur, zoodat er slechts enkele onkruiden willen groeien. Ook de andere zandgronden, ofschoon met heide en enkele andere planten begroeid en met eene min of meer dikke humuskorst bedekt, missen de natuurkundige eigenschappen, die aan een goeden bouwgrond gesteld mogen worden: zij zijn nu eens te vochtig, dan te droog en hun ontbreekt, ook wanneer die humuslaag met het zand vermengd wordt, den noodigen samenhang en juiste poreusheid; die humus verbindt zich niet met het zand gelijk men het noemt; daartoe moet een gedeelte ervan opgelost en rondom de zandkorrels gespoeld worden, waardoor deze meer aan elkander en aan de overige humusdeeltjes hechten. Onder het zand — ook in de duinpannen — komt niet zelden eene oerbank voor, waarop het water staan blijft en die de wortels belet in den grond te dringen.

Het ontginnen dezer gronden bepaalt zich in den regel tot het aanleggen van bosch. In de eerste plaats is dit het geval met de zandstuivingen. Men tracht deze daardoor eenigszins productief te maken niet alleen, maar ook het verstuiven van 't zand en den nadeeligen invloed daarvan op de aangrenzende gronden te voorkomen. De zeeduinen kunnen op gelijke wijze met bosch bezet

worden [1]). De grove Den (*Pinus sylvestris*) wordt de meest geschikte boom geacht, om op deze schrale gronden geteeld te worden.

Nadat de grond eenigszins vlak gemaakt is, worden de denneboompjes, meestal op een nabijzijnd heideveld of beter op een behoorlijk aangelegd kweekbed uit zaad gekweekt, gepoot. Teneinde deze voor het onderstuiven te bewaren, is veelal eene bedekking van den grond met plaggen, rijs enz. en soms eene omheining met rijs noodzakelijk.

Ofschoon genoemde gronden zeer weinig plantenvoedsel bevatten, is dit toch blijkens de ondervinding bij het ontginnen er van opgedaan, voldoende om genoemde boomsoort te voeden. Ook Berken willen op deze schrale gronden goed voort. In andere gevallen wordt het zand met Helm (*Arundo arenaria*) beplant, om het zand meer stilstand te geven. Dit is inzonderheid het geval op de zeeduinen, waar de meer hevige zeewinden en vooral ook hazen en konijnen, welke de jonge denneplantjes afbijten, eigenaardige beletselen voor de boschcultuur zijn.

De omstandigheid, waaronder een heideveld kan verkeeren, is zeer verschillend. Soms wordt eene laag veen onder de heidekorst aangetroffen, te dun om er turf van te steken; in andere gevallen komt onder de heidezode eene oerbank voor, die het water niet doorlaat. Nog in andere gevallen vindt men in den ondergrond leem- of mergellagen en loont het de moeite deze naarboven te brengen. Ook eene te droge ligging kan eene oorzaak van onvruchtbaarheid en een beletsel zijn bij sommige ontginningen. Alvorens met het ontginnen te beginnen, is dus een onderzoek naar de geaardheid van den ondergrond van veel belang.

De bouwlaag der heidevelden is niet enkel onvruchtbaar wegens schraalheid van den bodem, maar daartoe werken nog verschillende andere omstandigheden mede. Vooreerst de voor de planten schadelijke zure humusstoffen, welke in die laag zijn opgehoopt. Die turfachtige heidehumus is van andere geaardheid dan de humusstoffen, die in een vruchtbaren bouwgrond worden aangetroffen en wordt minder gemakkelijk als deze ontleed, bl. 234.

Om zich van de massa plantaardige stoffen te ontdoen, wordt de grond soms gebrand; beter is het ze met kalk te vermengen. Reeds in den 1^{en} druk (1877) zeiden wij: „Naar het ons voorkomt, heeft men op het stikstofgehalte dezer organische stoffen te weinig de aandacht gevestigd en daar dit, gelijk wij hieronder bij het ontginnen van veengronden zullen aangeven, waarschijnlijk niet onbelangrijk is, meenen wij het branden van den heidegrond, waarbij de stikstof ontwijkt, slechts dan aan te mogen raden, wanneer hij met nietswaardig kreupelhout en grove heidestruiken bezet is." Latere onderzoekingen hebben deze meening geheel bevestigd [2]). Het branden der heide is inderdaad roofbouw; het stikstofgehalte der heide bedraagt 1 % en dat der heidehumus mag op 0.5 à 0.8 % gesteld worden, en deze gaat natuurlijk bij het branden verloren. Vermenging van den humus met kalk werd reeds door Sprengel en ook door ons aanbevolen om de vertering te bevorderen en de schadelijke eigenschappen van den heidehumus weg te nemen. De kalk der gasfabrieken

[1]) Tijdschrift der Nederlandsche Heidemaatschappij, 1895.

[2]) Zie o. a. Dr. A. Salfeld, *De ontginning der Nederlandsche heiden*, bl. 126.

is hiertoe ook bruikbaar[1]). De kalk vormt met de humuszuren humuszure kalk enz., welke verbinding ook om zijn absorbeerend vermogen, bl. 278, een nuttig bestanddeel van elken bouwgrond vormt. De stikstof ontwijkt daarbij niet, maar vormt langzamerhand met de kalk en de zuurstof des dampkrings salpeterzure kalk. Eensdeels verkrijgt de grond daardoor dus geschikt plantenvoedsel, en in 't algemeen wordt zijn scheikundige toestand er door verbeterd. De humusstoffen krijgen onder den invloed van de kalk eene andere geaardheid. Zij worden, gelijk men 't noemt, meer mild. En door ze door ploegen en eggen met het onder de heidekorst voorkomende zand te vermengen en voor eene goede afwatering te zorgen, wordt de natuurkundige toestand van den grond veel verbeterd.

Een nadeeligen invloed op de cultuur dezer gronden kunnen voorts de zandoerbanken uitoefenen, die het water niet doorlatende, licht aanleiding geven tot het ontstaan van schadelijke stoffen. Door den grond te riolen, dat is twee of meer spitten diep om te graven of door het zoogenaamde spitploegen, dat is de door den ploeg gemaakte voor om te spitten, of met een grondwoelder tracht men die banken te verbreken. Tegenwoordig worden de ploegen voor diepe grondbewerking daartoe gebruikt en bij het ontginnen in het groot bewijst ook de stoomploeg daarvoor uitstekende diensten. Zie de ploegen van Eckert, Sack, Balsac enz. hierachter. Bij het riolen is het dan van belang, dat men op de geaardheid van den ondergrond acht geeft, zoodat die lagen, welke meer leemachtig zijn, naar boven worden gebracht en met den humushoudenden bovengrond vermengd. Ook het boven brengen van de oerbanken geeft goede resultaten. Daar deze banken niet, zooals men vroeger meende uit door ijzerroest aaneengehechte zandkorrels bestaan, maar meestal uit zand, dat door humusstoffen en humaten en silicaten tot eene vaste massa aaneengehecht is, vallen zij bij blootstelling aan de lucht spoedig uiteen. Zij bevatten bovendien meestal meer phosphorzuur en kali dan de bovengrond en vooral meer dan het tusschen beide gelegen grijze zand, dat het schraalst is, bl. 284[2]). Behalve het vermengen van de ongelijksoortige bestanddeelen is ook effenen der oppervlakte meestal gewenscht. Van de hoogten spoelen toch door de regens bestanddeelen van de bouwlaag naar de laagten, waardoor deze ten koste van de hoogten bevoordeeld worden en de grond niet van gelijke vruchtbaarheid blijft. Ligt eene oerbank te diep, dan is het beter den bodem op singels te leggen, dat is van afstand tot afstand diepe greppels te graven en de grond daaruit op de tusschen gelegen strooken te verspreiden. Een hinderpaal voor het regelmatig bewerken van de grint-zandgronden zijn voorts de hierin voorkomende keiën, maar hunne waarde vergoedt in vele gevallen ruimschoots de kosten van delven.

Eene grintlaag kort onder de oppervlakte is ook nadeelig, omdat zij het verband tusschen bouwlaag en ondergrond verbreekt en de dunne bouwlaag in dit geval spoedig uitdroogt.

---

[1]) Zie de proeven van H. Risselade in mijne verhandeling over *Het gebruik van de bijproducten eener gasfabriek ter bemesting van bouw- en weiland.*

[2]) Zie verder: *De samenstelling en het ontstaan van de zoogenaamde oerbanken in de Nederlandsche heidevelden*, uitgegeven door de K. A. v. W. en *Tijdschrift der Nederlandsche heidemaatschappij*, 1e jaargang. Zie ook bl. 283.

Bovenstaande bewerkingen hebben hoofdzakelijk ten doel den natuurkundigen toestand van den grond te verbeteren. Ook zijn scheikundige toestand is er door veranderd in zoover de schadelijke stoffen weggenomen zijn en nu eenig geschikt plantenvoedsel aanwezig is. Maar moge een aldus toebereide grond voor boschteelt uitstekend geschikt zijn, om er geschikt bouwland van te maken is het aanvoeren van mest en in den regel veel mest een noodzakelijk vereischte. Tot nog toe werd daartoe veelal die van schapen, op de naburige heiden of die van runderen op de nabijzijnde graslanden gevoed, het meest gebruikt. Ook de menschelijke uitwerpselen, vooral belangrijk wegens hun phosphorzuurgehalte, alsmede hout- en turfasch en stratendrek wegens de potasch, voldoen daarvoor uitstekend. In latere jaren zijn ook kunstmeststoffen hier met succes beproefd, vooral kaïniet en het Thomasphosphaatmeel, in verband met eene gepaste vruchtwisseling en de teelt van lupinen en andere peulvruchten voor zoogenaamde groenbemesting. Op een en ander komen wij bij de bemesting terug.

Ofschoon dus op deze wijze van de heidevelden geschikt bouwland gemaakt kan worden, blijft de vraag natuurlijk altijd over, of die ontginning rendeeren zal. En aangezien zulks van verschillende omstandigheden afhankelijk en het resultaat min of meer wisselvallig is[1]), bepaalt men zich bij het ontginnen in den regel tot het aanleggen van bosch.

De eenvoudigste wijze is dan het heideveld door het graven van greppels op een afstand van 4 à 5 meter droog te leggen, de eerste steek aarde uit die greppels op de aldus verkregen bedden te verspreiden, dennenzaad of eikels te zaaien en het zaad met de aarde eener tweede steek te bedekken. Op nog eenvoudiger wijze geschiedt dit door het zaad over het heideveld te zaaien en dan te bedekken met zand, dat verkregen wordt door b.v. op een afstand van 6 meter een putje van $^1/_2$ meter diepte te graven.

Wil men echter althans goed opgaand hout verkrijgen, dan is het bovengenoemde diepe bewerken van den grond, tot één meter en meer toe, veelal noodig, daar de veelvuldig voorkomende oerbanken een belangrijke hinderpaal zijn voor de wortels der boomen en deze zich bij opgaand hout natuurlijk sterker moeten kunnen ontwikkelen. Daarbij kan van de later te beschrijven diepploegen van Eckert of Sack, als Fig. 78 doet zien, of van den stoomploeg gebruik worden gemaakt. 't Is ook hier beter het plantsoen op een afzonderlijk bed te kweeken.

Welke boomen hier aangeplant kunnen of moeten worden, hangt grootendeels af van de geaardheid van den grond. Is deze schraal, dat is weinig

---

[1]) Salfeld, t. a. pl. bl. 99, zegt, dat het bouwland slechts dan vergroot, dat is van de woeste heidevlakten bouwland gemaakt mag worden, indien: 1. De grond eene vochtige ligging heeft of door een zeker leem- of veengehalte sterker waterhoudend is. 2. Natte grond door greppels of draineerbuizen voldoende kan worden ontwaterd. 3. De grondstukken, waarvan sprake is, niet te ver van de hofstede verwijderd zijn. 4. Men in staat is de nieuwe landerijen rijkelijk te bemesten, zonder aan de oude te kort te doen.

In de laatste jaren zijn door particulieren en corporatien, vooral met het oog op werkverschaffing, eenige ontginningen ondernomen, maar over de finantieele uitkomsten daarvan kan nog niet geoordeeld worden. Thans heeft ook de Staat eenige honderden hectaren heidegrond en zandstuivingen aangekocht om ze te ontginnen.

leem- of mergelachtig, dan worden in den regel Berken en grove Dennen (*Pinus sylvestris*), in de laatste jaren ook enkele andere dennensoorten en de Larix (*Pinus Larix*) gepoot; op iets beteren grond Eiken, vooral voor hakhout, en is de grond van nog betere qualiteit, dan worden ook wel Beuken enz. aangeplant.

Ten slotte merken wij nog op, dat boschaanplanting op de heidevelden

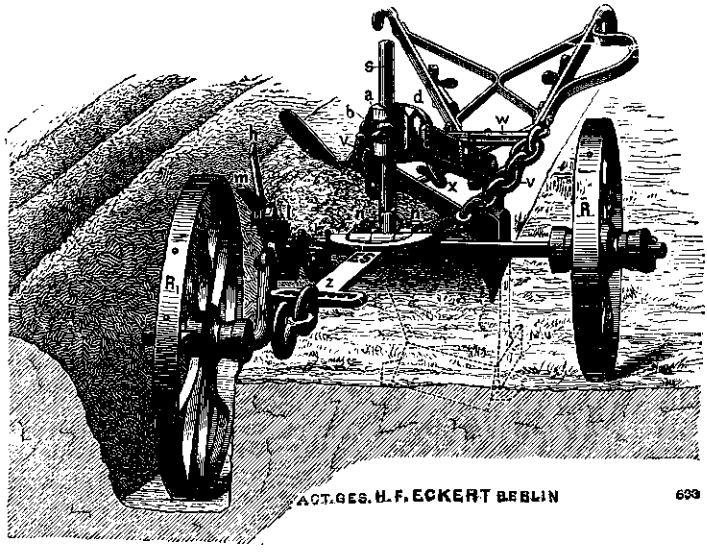


Fig. 78. Ploeg voor het bewerken van heidevelden tot bosch.
Zie de beschrijving hierachter.

tegenwoordig eene goede rente verzekert van het daarin gestoken kapitaal niet alleen, maar ook een gunstigen invloed op het klimaat en daardoor op de aangrenzende bouwlanden uitoefent, zie daarover bl. 94 en Salfeld t. a. p. bl. 113 [1]).

2. Het veranderen van bosch in bouw- of weiland. Een heideveld, dat eenige jaren als bosch gelegen heeft, of in 't algemeen een op het diluvium voorkomend bosch geeft, na het uitroeien der boomen, beter bouwland dan de kale heide. De humuslaag is door de afgevallene bladeren, naalden, takken enz. aanzienlijk vermeerderd, wanneer tenminste het afgevallene loof niet weggeharkt en als strooisel in de stallen gebruikt wordt. De boomwortels, in alle richtingen den grond doorkruisende, hebben eene zekere som zouten of aschbestanddeelen uit den grond opgenomen, die weliswaar voor een deel in het hout van het veld worden weggevoerd, maar voor het grootste gedeelte in de afgevallen bladeren enz. zijn opgehoopt en bij het langzamerhand verteren van den humus in den gemaakten bouwgrond voor de nu te telen bouwplanten ten goede komen. De natuurkundige toestand is door de grootere hoeveelheid humus enz. verbeterd.

De werkzaamheden bij het ontginnen van boschgrond tot bouwland, bestaan

---

[1]) Den belangstellenden lezer zij verder aanbevolen: G. E. H. Tutein Nolthenius, *Handleiding voor het aanleggen en behandelen van grove- dennenbosschen.*

hoofdzakelijk in het uitroeien der boomen en zooveel mogelijk van de grootste worteltakken, welke laatste bij het later bewerken, zoo zij in den grond blijven zitten, een belangrijke hinderpaal kunnen zijn. Houdt men na het verwijderen van het hout, veel ruigte op het land over, dan ontdoet men zich hiervan 't gemakkelijkst, door die aan hoopen te zetten en na droging te verbranden. Bij vochtige ligging is, behalve goede zorg voor afwatering, eene vermenging met kalk wellicht wenschelijk om de zure eigenschappen van den humus weg te nemen. De belangrijkste ontginning der laatste jaren van bosch tot bouwland is die van het op bl. 50 vermelde Beekbergerwoud op de Veluwe. De nadeelige eigenschappen van den boschhumus zijn aldaar in de eerste bouwjaren ten duidelijkste aan het licht gekomen [1]).

3. Ontginning van veengronden. Tusschen veen- en heidegronden bestaan allerlei overgangen. Er zijn veengronden, waarvan de laag veen slechts eenige decimeters dik is, heidevelden met een dun laagje humus, maar ook andere met eene laag van eenige decimeters. Laatstgenoemde vormen dus den overgang tot de veengronden. Van de hooge venen, die althans ten deele ook met heide begroeid zijn, hebben we vroeger onderscheiden de lage- en moerasvenen, die meestal door eene andere flora, namelijk van Rietgrassen, eigenlijke Grassen enz. gekenmerkt zijn. De beide laatstgenoemde grondsoorten zijn veelal slechts weinig boven het omringende water verheven: zij hebben zelfs voor groenland, waartoe zij meestal gebruikt en door bemesting en afwatering meer geschikt gemaakt zijn, veelal eene te vochtige ligging. Waarschijnlijk kan op deze venen, na betere drooglegging, de hieronder te vermelden damontginning worden toegepast. Eene nog andere soort van veengrond vormen de zoogenaamde broeken, zie bl. 12, duinpannen enz. die echter behalve uit veen, uit leem, zand enz. kunnen bestaan. Gebrek aan een' geregelden afvoer van water is meestal de eerste oorzaak van onvruchtbaarheid dezer gronden, een betere afvoer dus een eerste middel tot herstel. Veel van hetgeen hieronder over de ontginning van veengronden en over verbetering van kleigronden gezegd zal worden of hierboven over het ontginnen van zandgronden gezegd is, zal ook hier, al naar de geaardheid van den grond, toepasselijk zijn. Bij aanleg tot bosch worden de broekgronden en het laag- of moerasveen meestal met Elzen of Wilgen bepoot. Wij bepalen ons hier tot het ontginnen van hoogveen.

a. Het veenbranden. Deze is de eenvoudigste methode om van hoogveen bouwland te maken. Men begint den grond door het graven van slooten en greppels droog te leggen. Op welke wijze zulks geschiedt hangt van de min of meer vochtige ligging en de gelegenheid tot afvoer van 't water af. Gewoonlijk wordt eene hoofdsloot of raai gegraven en loodrecht hierop dwarssloten of zijraaien van mindere diepte. Door kleinere greppels wordt het veld voorts in akkers van 3 à 7 meter breedte verdeeld. De heidekorst wordt daarna (wanneer hij tenminste behoorlijk droog geworden is, anders laat men het veen nog een jaar stil liggen) met den veenhouw in den herfst tot eene diepte van 1.5 d.M. afgehakt of los geploegd om hem 's winters door te laten vriezen. Soms is nog eene verdere verdeeling door handgereedschap, een houw of hak, of door eggen noodzakelijk.

---

[1]) Bijblad van de *Landbouw-courant*, 1874.

Is het los gemaakte veen in den voorzomer, Mei of Juni, droog geworden, dan neemt het veenbranden een aanvang. Een ijzeren pot, in den vorm van een afgeknotten kegel, die van boven open, op zijde getralied en in den platten bodem van ronde gaten, ter grootte van een gulden, voorzien is, wordt met vuur en droog veen gevuld. Een arbeider gaat met dezen vuurpot, aan een' steel bevestigd, tegen den wind in over een' akker, terwijl een tweede arbeider het door de openingen vallende vuur met een' ijzeren schop daarover verspreidt. Na het branden wordt de verkregen asch zooveel mogelijk verdeeld en het land daarna met Boekweit bezaaid. Dit branden en boekweittelen wordt eenige (4—8) jaren herhaald, waarna het land uitgeput is en weder een tiental jaren, soms ook 20 à 30 jaar, woest moet blijven liggen om op nieuw met eene heidekorst begroeid te zijn, waarna weder gebrand en geboekweit kan worden.

Het veenbranden heeft hoofdzakelijk plaats op die hooge venen, wier veenlaag slechts weinig, b.v. 0.5 à 1 meter dikte heeft. Eene dikkere veenlaag wordt ook wel gebrand, maar zoo immer mogelijk later afgeturfd en de daaronder liggende zandgrond, vermengd met het niet voor verturving geschikte veen, tot bouwland gemaakt of de dalgrond tot bosch aangelegd, gelijk o. a. in de omstreken van Hoogeveen veelvuldig geschiedt. Kan of wil men geen mest aanvoeren en geen bosch aanleggen, dan wordt ook na het afturven wel een gedeelte van de veenmassa verbrand en in den aldus toebereiden grond, op gelijke wijze als hierboven is aangegeven, boekweit geteeld. Het branden heeft ook hier, evenals in de hierboven vermelde gevallen ten doel, om in den vorm van asch eenig plantenvoedsel aan den grond te geven en voorts zijn natuur- en scheikundigen toestand te verbeteren.

Het veenbranden is een voorbeeld van zeer extensieve cultuur; de onkosten daarop vallende zijn gering, maar ook de opbrengst, als die over eenige jaren omgeslagen wordt, is niet groot (10 of hoogstens 20 HL. boekweit). Voortdurende en goede opbrengsten zijn op deze wijze niet van den grond te bekomen; van een eigenlijk ontginnen kan ook nauwelijks sprake zijn, omdat de veengronden, na eenige jaren gebrand te zijn, weder woest moeten blijven liggen. Bij het kadaster worden zij dan ook niet als zoodanig beschouwd. Zal de vruchtbaarheid van den grond grooter en meer voortdurend verhoogd worden, dan moet noodzakelijk mest aangevoerd worden. Ook laat de natuurkundige toestand van den gebranden veengrond nog veel te wenschen over. Hij geeft aan de planten weinig vastheid (vergelijk bl. 248), daar hij bij vochtigheid uitzet en bij droogte aanmerkelijk inkrimpt. De donkere losse grond straalt des nachts veel warmte uit en nachtvorsten komen er veelvuldig op voor. Ook laat de vochtigheidstoestand niet zelden te wenschen over.

Het veenbranden is bovendien, als hierboven, bl. 305, gezegd, roofbouw van de ergste soort, waaraan hoe eerder hoe beter een einde moest gemaakt worden. Daarvoor is des te meer reden, omdat men in de laatste jaren, door bemiddeling van het proefstation te Bremen, eene ontginningsmethode heeft leeren kennen, die veel betere uitkomsten geeft en waarbij het veen tot blijvend bouw- of weiland wordt gemaakt. Deze is

b. De bekalkingsmethode. Men begint ook hierbij door het graven van greppels het veen droger te leggen. De kleinere greppels zijn 60 c.M. diep

en 10 meter van elkaar; het veen voor grasland bestemd wordt minder drooggelegd. Daarop maakt men de bovenste laag los en vermengt die in het eerste jaar of de eerste twee jaren met 3 à 4000 KG. bijtende kalk per HA. Behalve de vroeger vermelde voordeelen der bekalking op veen (humus) kunnen hier nog genoemd worden: de betere werking der later aangewende meststoffen en het tegengaan van 't opvriezen en den daardoor veroorzaakten dood der winterrogge. Als mest worden gebruikt: stalmest, straatvuil en faecaliën, of als deze niet te krijgen of te duur zijn, kunstmest, vooral kaïniet en Thomasphosphaat.

De vruchtopvolging en bemesting zijn: 1° Aardappelen, in den eersten tijd met kunstmest, later met stalmest; 2° Haver en hierin klaver en gras met kunstmest en 4000 KG. terpaarde per HA.; 3° Klaver en gras met kunstmest; 4° Idem tot St. Jan, dan zomerbraak; 5° Rogge met kunstmest; 6° Paardeboonen op rijen met kunstmest en 4000 KG. terpaarde; 7° Rogge met kunstmest; 8° Aardappelen met kunstmest, later stalmest, of Peulvruchten met kunstmest en 2000 KG. terpaarde, als entaarde voor de peulvruchten; 9° Rogge met kunstmest.

De opbrengsten zijn op hoogveen van goede hoedanigheid, dat herhaaldelijk door branden uitgeput was, in de eerste jaren na de bewerking: 2356 KG. rogge, 2450 KG. haver, 1830 KG. paardeboonen, 22400 KG. aardappelen, 4720 KG. klaver-grashooi, en de kosten der bemesting voor rogge en haver *f* 61.50, voor paardeboonen *f* 33.20, voor aardappelen *f* 75.70, voor klavergras *f* 51.

Tegenwoordig wordt, op aanwijzing van het proefstation voor veencultuur te Bremen, in plaats van kalk veelal mergel gebruikt, en deze met een daarvoor dienenden ploeg ook met de grondlaag onder de bouwvoor tot 5 d.M. diepte vermengd. Veel gebruik wordt voorts gemaakt van groenbemesting, vooral met blauwe Lupinen en daarbij de eerste keer entaarde gestrooid, dat is grond waarop blauwe Lupinen verbouwd zijn. Op de uitgestrekte proefvelden, van wege bovengenoemd station op hoogveen aangelegd, wordt getracht deze ontginnings-methode tot meer volkomenheid te brengen, zoowel voor de teelt van granen en aardappels, als voor die van voedergewassen en blijvend grasland of kunstweiden. Daarbij wordt tevens onderzoek gedaan omtrent de doeltreffendste diepte van het grondwater, met andere woorden de doeltreffendste drooglegging van het veen.

c. De ontginning van afgegraven hoogveen. De vorenstaande ontginningsmethoden worden toegepast op plaatsen, waar geen kanalen zijn voor den afvoer van turf en aanvoer van mest. Waar deze bestaan en regelmatig in het veen op verlengd kunnen worden, past men de methode toe, die in de Groningsche en Drentsche Veenkoloniën is en nog wordt gevolgd. De gegraven kanalen voor den afvoer van turf zijn hier tevens bestemd om het water af te leiden en mest aan te voeren. Nog steeds wordt hiermede voortgegaan. Het hoofdkanaal is in het veen opgegraven en wordt naar behoefte, dat is naarmate er turf gegraven wordt, verlengd. Te Veendam, Wildervank en Stadskanaal heeft men twee parallelle hoofdkanalen, te Oude- en Nieuwe-Pekela, Borgercompagnie, Zuidwending, Kiel en Kalkwijk slechts één hoofdkanaal. De woningen zijn langs de hoofdkanalen gelegen en de ruimte tusschen

de twee paralelle, niet ver van elkaar verwijderde hoofdkanalen, de vooraffen, veelal tuinen aangelegd, Fig. 79. Aan weerszijden van een hoofdkanaal vindt men een' weg, waarvan een hard gemaakt. Rechthoekig op een hoofdkanaal graaft men zijkanalen „*wijken*" of „*inwijken*", 2 meter diep en 6—10 meter breed, op een onderlingen afstand van ongeveer 164 meter. Deze inrichting maakt een groot aantal kleine bruggen, „batten", over de wijken, voor het verkeer langs den weg voorbij de landbouwerswoningen en, om op den harden weg te komen, hier en daar een brug of draai over het hoofddiep noodig. Daarom graaft men tegenwoordig in de nieuwe venen te Stadskanaal evenals vroeger te

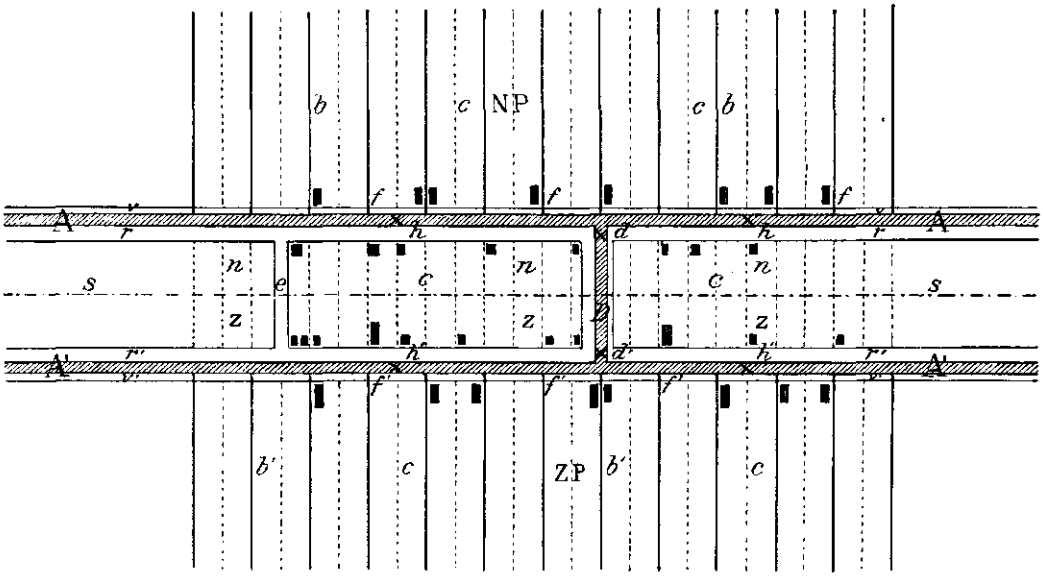


Fig. 79. Schematische voorstelling van eene veenkolonie volgens het tweekanalenstelsel: AA en $A'A'$, evenwijdige hoofddiepen, door één of meer dwarsdiepen D verbonden, met wijken bb en $b'b'$; NP, noorderplaatsen; ZP, zuiderplaatsen; cc, zwetslooten tusschen de plaatsen; ss scheisloot tusschen NP en ZP; nn, noordervooraffen; zz, zuidervooraffen; rr en $r'r'$, rijwegen over de vooraffen met dwarslanen e en draaien dd' over het dwarsdiep; vv en $v'v'$, breede voetpaden met batten ff en $f'f$ over de wijken; hh en $h'h'$, hoofddraaien over AA en $A'A'$, voor verbinding van vv met rr en $v'v'$ met $r'r'$, meestal vermeerderd met eigen draaien; boerenplaatsen langs vv en $v'v'$; woningen met tuinen voor neringdoenden langs rr en $z'r'$ op de vooraffen.

Hoogezand en Sappemeer, een achterdiep, dat op enkele plaatsen met het hoofdkanaal in verbinding wordt gebracht, en laat hierin de wijken uitmonden. Het zand uit de wijken laat men voorloopig op de kanten liggen en regelt den waterstand door sluizen zoodanig, dat de oppervlakte van het water in deze wijken ongeveer 0.3 meter beneden het vaste zand, waarop het hoogveen rust, komt. Is nu het veen eener strook verturfd, dan wordt deze door eene zwetsloot (de grond tusschen twee wijken wordt voor twee plaatsen of boerderijen aangelegd) in tweeën en verder door dwarslooten in stukken van ongeveer 1 hectare verdeeld, de daarop overgebleven veenmassa (de bonkaarde, zie bl. 9) over het land verspreid, heide en andere struiken uitgeroeid, enkele zandhoogten af- en uitgegraven en met veen gevuld, de grond derhalve zooveel mogelijk gelijk en zijn oppervlakte zooveel mogelijk effen gemaakt. Daarna

wordt het zand der wijken er overgevoerd. De hoeveelheid hiervan bedraagt voor ieder heet. ongeveer 1000 M³, zoodat het veld met 1 d.M. zand kan worden bedekt. Tegenwoordig wordt iets meer genomen en wel zooveel dat de met kruiwagens over het land gebrachte hoopjes elkander raken („stort aan stort"). Door ploegen, gewoonlijk driemaal, met eenige tusschenpoos en eggen wordt het veen met het zand vermengd en vervolgens bemest. Als meststof voldoet hier, blijkens de ondervinding, vooral de stratendrek, die sedert jaren te Groningen en in lateren tijd ook in verscheidene andere steden verzameld en hier vooral gebruikt wordt; in de laatste jaren ook wel kunstmest. Bij de bemesting komen wij hierop terug. In het eerste jaar wordt Rogge gezaaid en hierin Klaver, waarna het eenige jaren groen blijft liggen; of men teelt het tweede jaar Erwten, daarna weder Rogge en hierin Klaver, of ook worden wel het eerste jaar, na eene zwakkere bemesting, Aardappels geteeld en daarna Rogge en witte Klaver of Erwten. De klaver wordt dan één jaar geweid en in het vierde jaar wordt het land weder met Aardappels beteeld.

Dat deze wijze van ontginnen het veen uitstekend vruchtbaar moet maken, laat zich zeer goed verklaren. Door de talrijke kanalen en slooten wordt het land goed drooggelegd; door het vermengen van het zand met het veen en vooral ook door het bijvoegen van stratendrek, dat humuszure verbindingen bevat of met het veen vormt, is de natuurkundige en niet minder de scheikundige toestand geheel veranderd. Want stikstofhoudende stoffen, phosphorzuur, potasch, kalk enz. zijn daarmede aangevoerd — hoeveel zal later worden vermeld — dus plantenvoedsel is in genoegzame hoeveelheid aanwezig. En de in den stratendrek aanwezige kalk heeft aan het veen zijne zure eigenschappen ontnomen, om humuszure kalk te vormen, die, gelijk wij weten, ook om zijn absorbeerend vermogen een zeer nuttig bestanddeel van een' bouwgrond vormt.

Niet onbelangrijk verschillend van bovenstaande methode is die der Groningsche *veenbouwten*, bl. 8. Niet overal in de Groninger hoogevenen, o. a. langs den ouden Dollard, heeft men namelijk evenveel werk gemaakt van het aanleggen van kanalen. Er werden b.v., evenals bij het veenbranden, slechts hoofd- en zijslooten gegraven. Daardoor was men in den afvoer van turf beperkt en bepaalde die zich hoofdzakelijk tot eigen gebruik. Hier is op vele plaatsen nog veen, en jaarlijks wordt eene kleine strook daarvan tot turf vergraven, maar inmiddels heeft men het veen evenals den langzamerhand verkregen dalgrond tot bouwgrond ontgonnen. Deze methode heeft tot gevolg dat de bodem minder gelijk en meer oneffen wordt als bij de gewone afgravingsmethode. Ook voor aanvoer van stratendrek is hier minder gelegenheid en heeft men zich meest tot eigen gemaakten mest, dong of stalmest, moeten bepalen.

d. De damontginning of veendam-cultuur. Deze methode is uitgedacht of althans het eerst in praktijk gebracht door Rimpau, bezitter van het Rittergut Cunrau, Drömling, Altmarck, pruissische provincie Saksen. Zij is vooral toepasselijk op moerasvenen, met slechts eene dikte van 0.5 à 1 meter veen; ook schijnt zij met goed gevolg toegepast te kunnen worden op venen, reeds op de wijze der veenkoloniën ontgonnen en in cultuur gebracht. Zij verschilt vooral van de hierboven vermelde ontginningsmethode, doordat het opgebrachte zand niet met het veen wordt vermengd. Bij de bemesting wordt rekening

gehouden met het groote stikstofgehalte van het veen, dat hier niet verturfd wordt. Hoofdzakelijk wordt slechts met kunstmest (met phosphaten voor het phosphorzuur en kalizouten voor de potasch) gemest.

In hoofdzaak komt deze methode hierop neer. Langs een hoofdkanaal, dat evenals in onze koloniën het veen doorsnijdt, wordt een weg aangelegd, Fig. 80 *b*. Rechthoekig hierop worden op een onderlingen afstand van 25 à 30 meter slooten gegraven, van boven ongeveer 3 à 5 meter breed en van eene diepte, die afhangt van de dikte der veenlaag en toereikend is om zooveel zand onder het veen weg te krijgen, dat de tusschen de slooten overblijvende strooken (dammen), van 20 tot 25 meter breedte, met eene laag zand van

Fig. 80 *a*.

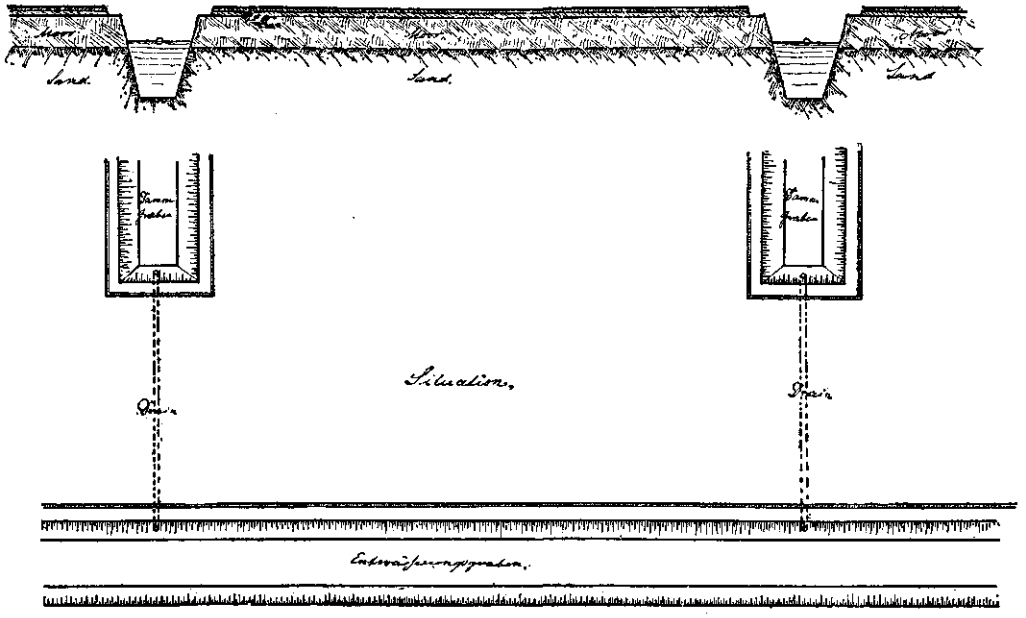


Fig. 80 *b*.

Fig. 80 *a* doorsnede, Fig. 80 *b* plattegrond van een ontgonnen veendam. De stippellijnen duiden de drains aan, waardoor de slooten, onder den weg door, met het afwateringskanaal in verbinding staan.

ongeveer 1,1 d.M. bedekt kunnen worden. Eerst wordt het veen uit deze slooten over het veen der dammen gevoerd en deze vervolgens bezand. Ter besparing van kosten brengt men het uitgegraven veen soms in de slooten terug en gebruikt deze tot grasland, terwijl de kanten met Wilgen en vruchtboomen worden beplant, maar dit schijnt minder te voldoen.

Aan den kant der slooten wordt eene strook van 0.5 meter onbedekt met zand gelaten, Fig. 80 *a*. Zit het zand te diep en is in de nabijheid onbedekt zand aanwezig, zoo wordt dit ook wel hiervan over de dammen gevoerd. Het zand mag geen of slechts weinig pyriet (zwavelijzer) bevatten, dat zeer nadeelig werkt, bl. 285. De slooten monden niet onmiddellijk in het afwateringskanaal uit, maar staan door draineerbuizen van 15 à 20 c.M. wijdte,

onder den weg door, met het kanaal in verbinding. Bij lange dammen — de gemiddelde lengte is 1000 meter — laat men in de slooten ook wel dammen van 1 meter voor voetgangers en van 3 à 4 meter voor wagens zitten.

Het ontginnen is in de veenstreek Drömling reeds sedert lang bekend. Vroeger werd het veen gebrand. Later werd de methode onzer koloniën gevolgd, dat is het zand innig met het veen vermengd. Daarbij ondervond men echter, dat het zand spoedig in het veen wegzakte; de bodem verloor daardoor de noodige vastheid om er op te kunnen gaan en na eenige jaren moest eene nieuwe hoeveelheid zand er op gebracht worden. Daardoor kwam Rimpau op het denkbeeld het veen alleen met eene laag zand van gemelde dikte te bedekken. Alleen dit bovenste laagje wordt door hem bemest en bewerkt; hij vermijdt zorgvuldig, door dieper te ploegen, veen naarboven te brengen. Het bearbeiden van den grond is dus zeer eenvoudig en weinig kostbaar. Tusschen het veen en de zandlaag vormt zich een dichter laagje, dat van tijd tot tijd met een ondergrondsploegje gebroken wordt. Het veen blijft onder het zandlaagje matig vochtig en bezit eene weinig afwisselende temperatuur. De wortels der planten dringen spoedig en diep in het veen door.

De bemesting is zeer rationeel. Volgens gedane analysen bevat het veen te Cunrau vrij wat plantenvoedsel, maar inzonderheid veel stikstof[1]); zoodat de laatstgenoemde stof niet of slechts in geringe hoeveelheid aangevoerd behoeft te worden. Stalmest voldoet minder goed, maar wel superphosphaat en kalizouten, tegenwoordig ook de goedkoopere phosphaten en kaïniet, waarin de vooral ontbrekende stoffen phosphorzuur en kali worden aangevoerd. Door de vochtige ligging enz. bevindt zich de stikstof in het veen in niet opneembare verbindingen. Wordt echter, na het droogleggen, aan de lucht toegang tot het

---

[1]) Het Drömlinger veen bevat:

Organische stof	88.8 pct. (met 3 proc. stikstof).	
Asch	11.2 „	
	100.0 „	
Het overgebrachte zand bestaat uit:		
Fijn zand	29.51 pct.	
Grover zand	70.49 „	
	100.00 „	
	100 deelen asch van het veen bevatten.	In 100 deelen droge veengrond is aanwezig.	Van 100 deelen fijn zand wordt door koud zoutzuur opgelost.
Potasch	2.8	0.313	0.02
Soda	1.6	0.179	0.01
Kalk	51.8	5.801	0.16
Magnesia	4.1	0.459	0.10
IJzeroxyd en aluinaarde .	17.7	1.982	0 49
Oplosbaar kiezelzuur . .	2.0	0.224	0.04
Onoplosbaar kiezelzuur . .	2.5	0.280	
Phosphorzuur	1.4	0.157	0.04
Zwavelzuur	7.7	0.862	0.03
Chloor	0.2	0.022	en 1.36 organische stof en sterk gebonden water.
Zand	8.3	0.930	
Stikstof	—	3.000	

veen verleend, dan wordt dit ontleed en onder den invloed der toegevoegde zouten langzamerhand salpeter gevormd. Door eene opzettelijke analyse heeft men zich van die salpetervorming overtuigd. In het eerst is de beschikbare hoeveelheid stikstof echter niet groot; dan moet met stalmest of met Chilisalpeter bemest worden. Later is dit minder noodig, zoodat eene bemesting met phosphaten en kalizouten in hoofdzaak voldoende is en de verkregen stalmest ter bemesting van de tot de boerderij behoorende zandgronden gebruikt kan worden.

De vruchten, die verbouwd worden, zijn velerlei, maar inzonderheid en in deze volgorde: Haver, Erwten, Koolzaad, (of Wintergerst, Zomergerst, Raygras enz.), Aardappels, Erwten (of Zomergraan). De opbrengsten zijn uitstekend, b.v. van Haver en Gerst 52 à 60 hectoliter per hectare en 4000 KG. stroo, van Erwten 32 hectoliter en 5000 KG. stroo, van Koolzaad 44 hectoliter. Ook in de Princepeel, Noord-Brabant, waar deze ontginning is ingevoerd, waren de resultaten aanvankelijk gunstig, b.v. de opbrengst van Koolzaad 25, Tarwe 30, Rogge 35, Erwten 25 à 30, Haver 50 hectoliter, klaverhooi 1ste snede 5000 KG., 2de snede 4500 KG. van de hectare. Tegenwoordig schijnt men hier echter aan andere methoden de voorkeur te geven. Waarschijnlijk kan deze methode hier te lande op meer venen b.v. op laag- of moerasveen, dat veelal meer kalk bevat dan hoogveen, toegepast worden. Ook onze venen bevatten vrij wat stikstof, blijkens eenige gedane analysen van de Leeuw [1]); de bonkaarde in de Groninger Veenkoloniën echter eene geringere hoeveelheid dan het veen uit de Princepeel, dat nagenoeg evenveel bevat als het Cunraner veen. Ook het asch- en vooral het kalkgehalte van de Groninger bonkaarde is geringer. De kosten van den aanvoer van mest, die bij stratendrek aanzienlijk zijn, zijn bij gebruik van kunstmest veel geringer en daarom zal de veen-dam-cultuur daar vooral van toepassing kunnen zijn, waar de goedkoopste middelen van vervoer (scheepvaart) ontbreken.

De regeling van den waterstand is bij al de ontginningen van veengronden, welke methode ook gevolgd wordt, van groot gewicht. Het veen moet worden drooggelegd, maar op zekere diepte, te regelen door den stand van 't water in de omringende slooten en kanalen, grondwater aanwezig zijn. Juist doordat het veen meer vocht houdt, gelukken ontginningen hierop veel zekerder dan op de zandgronden. Bij eene te droge ligging wordt daarom bij de damontginning wel water van elders aangevoerd, en zorgt men in de Veenkoloniën door schutsluizen enz. niet enkel voor de scheepvaart, maar ook voor de vruchtbaarheid van den grond, doordat het water niet beneden een zeker peil daalt.

C. ALGEMEENE VERBETERINGEN VAN REEDS ONTGONNEN BOUWGRONDEN.

Vele bouwgronden, ofschoon ontgonnen, kunnen door eene opzettelijke bewerking aanmerkelijk verbeterd en productiever gemaakt worden. Zulk eene verbetering is het droogleggen, waarvan wij reeds melding gemaakt hebben. In andere gevallen is eene verkeerde ligging of het aanwezig zijn van niet doorlatende lagen een groote hinderpaal tot het verkrijgen van de grootst

[1]) M. C. de Leeuw, *Over de ontginning van veengronden.*

mogelijke opbrengst, het veranderen van die ligging en het wegnemen of verbreken van die lagen een eerste middel tot verbetering. Eene andere, hiermede niet zelden gepaard gaande, verbetering is het vermengen van een' goeden ondergrond met de bouwvoor (het woelen). Ook het aanvoeren van rivier- of zeeslib en slataarde, ofschoon dit meer het karakter van bemesting heeft, kan hiertoe gebracht worden. Verder behoort tot deze algemeene verbeteringen eene bewerking, die niet zelden in het buitenland op zware kleigronden toegepast wordt, namelijk het branden. En daar, waar het braken geschiedt om een geheel met onkruiden vermengden grond hiervan te zuiveren, krijgt ook dit het karakter eener algemeene verbetering.

Wat het veranderen der ligging betreft, bedoelen wij hier niet het veranderen der omheiningen of der slooten om de afmetingen van een stuk land zoo doelmatig mogelijk te maken, — ofschoon ook dit eene aanmerkelijke verbetering kan zijn — maar het veranderen der oppervlakte, wat hoogten en laagten betreft. Eene zooveel mogelijk horizontale of althans vlakke ligging beschouwen wij als de doelmatigste, tenzij de grond het water niet doorlaat of niet gedraineerd is. Voorts achten wij het wenschelijk, dat zoo immer mogelijk de grond van een stuk land dezelfde samenstelling heeft, althans even vruchtbaar is.

De voordeelen eener vlakke ligging zijn niet onbelangrijk. Wij hebben daarvan reeds vroeger melding gemaakt, bl. 295. Het vlak maken van een

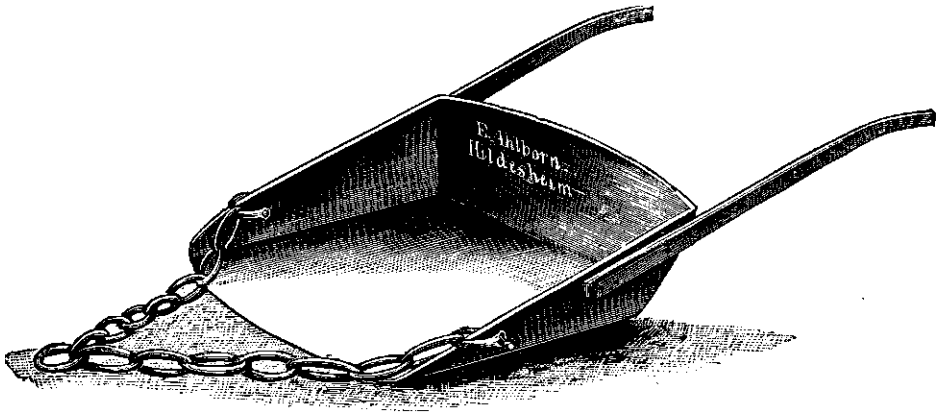


Fig. 81. Amerikaansch molbord.

oneffenen bodem geschiedt in den regel het doelmatigst door het graven van greppels door en in de richting der hoogere gedeelten en het vervoer van de hieruit verkregen aarde naar de laagten. Die aarde wordt dan, na gewoonlijk eenigen tijd aan de lucht blootgesteld te zijn geweest, door ploegen en eggen met de aldaar aanwezige bouwvoor vermengd, terwijl de greppels zoo mogelijk door aanploegen weder worden gedicht. Tot het vervoer der aarde worden in den regel kruikarren of wipkarren, door een paard getrokken, gebruikt. Het molbord of schreebred, eene door paarden getrokken en van onderen met ijzer beslagen groote houten schop, of als het Amerikaansche, Fig. 81, geheel van ijzer, dat veelal hiervoor aanbevolen wordt en vroeger ook veelvuldig, althans in de provincie Groningen, daartoe gebruikt werd, om de aarde een-

voudig van de hoogten naar de laagten te voeren, verdient die aanbeveling in vele opzichten niet. Niet alleen moeten daarmede toch vele schadelijke weerstanden (wrijving) overwonnen worden, maar veelal wordt ook de bouwlaag daarmede geheel of grootendeels van de hoogere gedeelten verwijderd, zoodat de zoogenaamde koudere, veelal in het eerst onvruchtbare, ondergrond aan de oppervlakte komt. Door het graven van greppels kan hetzelfde doel bereikt worden en blijft op de hoogten meer van de bouwlaag achter, zoodat deze meer gelijkelijk met den ondergrond wordt vermengd.

Het graven van zulke greppels door het land met het doel om de hoogten te verwijderen of ook ondergrond met de bouwvoor te vermengen, wordt in de provincie Groningen gewoonlijk *woelen* geheeten. Niet overal komt dit woord echter in dezelfde beteekenis voor, en niet overal wordt het woelen op dezelfde wijze uitgevoerd. Op de zand- en veengronden (oude veenbouwten) in het Oldambt verstaat men daardoor het effenen en zooveel mogelijk overal gelijk maken van de bouwlaag en van den ondergrond. Strooksgewijze wordt dan de bouwlaag niet zelden geheel weggenomen en op zij gezet. Nadat nu de ondergrond dezer strook geeffend is, wordt de bouwlaag weder gelijkmatig hierover gevoerd. Op deze wijze wordt zoo noodig het geheele stuk land bewerkt en getracht de hoogst gelegen plaatsen, waar de bouwlaag in den regel dunner is, te verbeteren door het toevoegen van teelgrond van de lagere gedeelten en te gelijk dezen op te hoogen met den ondergrond van de hoogere deelen, met dien verstande, dat ook hier de bouwlaag aan de oppervlakte blijft.

Behalve dit effen en gelijk maken van de bouwlaag, heeft het woelen veelal ten doel om door vermenging met den ondergrond de bouwlaag te verbeteren; het woelen krijgt dan de beteekenis van hetgeen ook wel *kleidelven* genoemd wordt.

Dwars door het land worden dan, meestal zonder glooiing, gaten (woelgaten) gegraven van 0.7 à 1 meter en meer wijdte en 0.7 à 2 meter en meer diepte. De bovenste steken worden aan de eene zijde gelegd en de klei, die over het land gevoerd zal worden (bij voorkeur de zoogenaamde koolzure-kalkhoudende blauwe woelklei, bl. 19) aan de andere zij. In andere gevallen wordt ook de bovenste steek over het land gevoerd en houdt men alleen die lagen aan de eene zij, welke men zoo niet schadelijk, dan toch minder geschikt acht.

De afstand, waarop deze woelgaten gegraven worden, verschilt van 25—50 en meer meter en daarvan is de wijze, waarop de woelaarde over het land wordt gebracht afhankelijk: bij geringen afstand met de spade, bij grooteren met kruiwagens of wipkarren. De minder vruchtbare aarde, aan de eene zij liggende, wordt in het woelgat teruggebracht zoodanig, dat de beste daarvan zooveel mogelijk boven komt, waarna men de greppels van ter zijde met spaden en door aanploegen vult en daarna met de terzij gelegde bouwlaag bedekt, tenzij deze tusschen de woelgaten regelmatig verspreid is.

Komt de voor de verbetering van de bouwlaag geschikte kleisoort niet overal daaronder voor, maar op aanzienlijke diepte op enkele plaatsen, dan wordt de klei niet woelsgewijze maar putsgewijze gegraven, dat is van de plekken, waar zij voorkomt tot op eene diepte van 10 meter en meer naar boven gebracht. De afstand, waarop zij in dit geval vervoerd moet worden,

is veelal grooter en dan geschiedt het vervoer daarom meestal met wagens. Op het belang, den over het land verspreiden woelgrond niet dadelijk onder te ploegen, maar eenigen tijd aan de oppervlakte te houden, is bl. 248 reeds gewezen.

Op het woelen of kleidelven, uit het oogpunt der bemesting beschouwd, alsmede op het aanvoeren van zee- en riviersliib en terpaarde en van mergel komen wij later bij de bemesting nog met een enkel woord terug [1]).

Het ontstaan van ondoordringbare lagen (banken en op de oude kleigronden van Groningen en Friesland de knik- of kniplaag, bl. 19) onder de bouwlaag, moet in de eerste plaats worden toegeschreven aan de vochtige ligging; eene betere drooglegging is dan ook een eerste middel tot herstel. Gelijk wij vroeger reeds opgemerkt hebben, baat echter, wanneer die bank niet weggenomen wordt, het drooglegggen (draineeren) weinig. Vergel. bl. 298.

Die bank te verbreken of weg te ruimen is dus van het uiterste gewicht, inzonderheid voor kleigrond, maar in den regel niet zonder groote kosten en moeite uit te voeren. Het diep omspitten van den grond, gelijk dit bij het ontginnen tot bosch op de zandgronden gebruikelijk is, zie bl. 306, zou ook hier het beste middel zijn. Maar 't is dan de vraag, of de grootere te verwachten opbrengst de gemaakte onkosten vergoedt. Zit de bank minder diep, dan wordt niet zelden van den ondergrondsploeg (grondwoeler) gebruik gemaakt om òf haar eenvoudig te verbreken, òf te gelijk aan de oppervlakte te brengen (rajolen). In beide gevallen wordt getweevoord, dat is de bouwvoor afgeploegd en, in de gemaakte voor de bank gebroken of bij het rajolen over de bouwvoor heengevoerd.

Komt onder de kniklaag goede koolzure kalkhoudende woelklei voor, dan is woelen (zie hierboven) het beste middel. De harde laag wordt dan wel niet overal verwijderd, maar toch de waterafvoer verbeterd en door de vermenging van de woelklei met de bovenlaag en zoo mogelijk door diepe bewerking met de knik wordt deze langzamerhand van andere geaardheid.

Van het brakenzal bij de periodische bewerkingen melding worden gemaakt.

Als eene algemeene verbetering beschouwen wij ook het branden van den grond, dat, wanneer het niet te sterk of te zwak geschiedt, meermalen vooral op de zware kleigronden in Engeland, uitstekende resultaten heeft gegeven. De kleideeltjes verliezen namelijk door het branden min of meer hunnen samenhang (vormbaarheid); de grond wordt dientengevolge poreuzer; de dampkringslucht krijgt meer toegang, zoodat òf niet zoo licht schadelijke verbindingen er in kunnen ontstaan òf de bestaande weggenomen worden. Ook hebben opzettelijk genomen proeven o. a. van Völcker bewezen, dat o. a. kali meer oplosbaar wordt gemaakt. Maar dan moet de klei koolzure kalk bevatten of deze stof vóór het branden er aan worden toegevoegd. Bij aanwezigheid van organische stoffen wordt ook het phosphorzuur meer oplosbaar gemaakt; zijn geene plantaardige stoffen in den bodem aanwezig, dan werd gevonden, dat het phosphorzuur eerder onoplosbaarder werd. Wellicht moet de gunstige

---

[1]) Zie verder over het woelen: C. J. Geertsema, *Beschrijving van den landbouw in de districten Oldambt, Westerwolde en Fivelgoo* en P. Heidema en E. Dijkema, *Beschrijving van den landbouw in het district Hunsingoo.*

werking van het branden ook hieraan worden toegeschreven, dat de grond, na het branden, niet zoo sterk absorbeerend meer is, gelijk proeven van Eichhorn geleerd hebben; zoodat de voedingstoffen, die in den vorm van mest worden aangevoerd, niet in moeilijk oplosbare verbindingen overgaan, maar meer dadelijk voor de plant beschikbaar blijven.

De wijze waarop dit branden uitgevoerd wordt, is niet altijd dezelfde. Soms worden slechts de met veel ruigte bezette kanten van een veld afgegraven, de zoden in de zon ter droging gezet en daarna gebrand. In andere gevallen schilt men de geheele ruwe bovenste korst van het veld af, droogt en brandt die. Het branden geschiedt meestal door de verkregen zoden aan hoopen te zetten, zoo noodig met brandstof te vermengen en daarna in brand te steken. In andere gevallen heeft men ook opzettelijk daarvoor ingerichte ovens gebouwd.

Naar het ons voorkomt zal het branden van kleigronden hier te lande slechts in zeer enkele gevallen toegepast kunnen of behoeven te worden en blijft het de vraag, of men zich van die ruigte niet beter zal kunnen ontdoen door de afgeploegde of afgegraven zoden aan hoopen te zetten en met kalk te vermengen, waardoor toch de grond eene dergelijke verandering als bij het branden ondergaat, gelijk hieronder bij het bemesten met kalk vermeld zal worden. Zie ook bl. 305 [1]).

2. PERIODISCHE BEWERKINGEN VAN DEN BOUWGROND.

Deze hebben vooral plaats met het bouw- of akkerland. Als hiervan de oogst verwijderd is en het op nieuw bezaaid zal worden, zijn er toch steeds verschillende werkzaamheden noodig. Want in slechts zeer enkele gevallen zal in de stoppels of in 't algemeen op het van eene vrucht ontbloote land direct op nieuw gezaaid of gepoot kunnen worden.

Hebben deze bewerkingen dus ten doel den grond geschikt te maken voor het opnemen van 't zaad, dit te doen ontkiemen en het daaruit verkregen gewas te telen, dat is den grond voor een en ander vruchtbaar te maken, daarmede gaan in vele gevallen nog verschillende andere doeleinden gepaard, als het vermengen van den eveneens ter vruchtbaarmaking dienenden mest met den grond, het vernietigen van onkruid en schadelijke dieren enz.

Ter vruchtbaarmaking van den grond tracht men door het bewerken zijne structuur te verbeteren, nieuwe gronddeelttjes aan de lucht bloot te stellen en in 't algemeen de bouwvoor los en zoo mogelijk gelijkmatig vruchtbaar te maken.

De bovenste gedeelten van den grond toch zijn, nadat hierop een gewas verbouwd is, min of meer ineen geperst geworden, en zij zijn meer met de lucht in aanraking geweest dan de daaronderliggende deelen. Sommige van de voedende bestanddeelen zijn meer naar beneden gespoeld, andere meer in de bovenste lagen blijven hangen. Verder zijn alle gronddeeltjes òf niet òf

---

[1]) Het „roppen" en branden van den grond was in de prov. Groningen vroeger vooral in het Duurswold in gebruik, zie J. Hora Siccama, *Verslag over het roppen.* Thans verbetert men deze gronden zoo mogelijk met klei- en wierdegrond.

niet gelijkelijk met de wortels der planten in aanraking geweest. Uit een en ander volgt, dat de bodem niet overal dezelfde samenstelling meer kan hebben. Keert men hem derhalve tot op zekere diepte om en vermengt zooveel mogelijk de losgemaakte aarde, zoo bekomt althans het alzoo bewerkte deel, de bouwvoor, eene meer gelijke samenstelling. Om dezelfde reden tracht men door het bewerken den mest, de stoppels enz. niet alleen zoo goed mogelijk te doen verteren, maar ook met den grond te vermengen.

Aan de verbetering der structuur van den grond door het bewerken wordt wel eens te veel gewicht gehecht, zie bl. 244. Laat men de wortels der planten, die van den oogst in den grond zijn achtergebleven op hunne plaats, dan blijft hij in vele gevallen poreuzer dan wanneer hij herhaaldelijk geploegd en geëgd wordt. Die wortels verteren toch langzamerhand en daar, waar zij gezeten hebben, blijft eene holte over. Door het bewerken wordt de grond niet zelden te veel verkruimeld en wanneer het vochtige jaargetijde aanbreekt, slibt hij niet zelden meer ineen dan wanneer hij niet bewerkt was geworden. Men zou dus kunnen vragen: wanneer geen onkruid te vernietigen, geen mest met den grond te vermengen, geene stoppels van de oppervlakte te verwijderen waren, zou dan het bewerken van den grond wel noodig zijn of juister zou zijne structuur niet beter blijven, wanneer hij niet bewerkt werd?

Daar intusschen het bewerken om bovengenoemde reden veelal volstrekt noodig of althans nuttig en het ook wenschelijk is, om hem gelijkmatig vruchtbaar te maken, dat hij gekeerd en gewend worde, gelijk hierboven reeds nader werd uiteengezet, moet men trachten dit zoo te doen, dat die structuur zoo goed mogelijk blijft. Daarbij dient in aanmerking genomen te worden, dat niet het losmaken zelf den grond in den gewenschten vruchtbaren toestand brengt, maar meer de inwerking van de dampkringslucht, ondersteund door de noodige hoeveelheid warmte en vochtigheid op den grond en de mestbestanddeelen. De bewerking heeft daarbij slechts ten doel de dampkringslucht toegang tot den grond te verschaffen. De grond moet daarom niet poedervormig maar min of meer kluiterig gemaakt worden, zoodat met lucht gevulde holten er in over blijven. En die kluiten met de plantenwortels doortrokken en met mest vermengd, moeten, door de inwerking der lucht daarop, poreus worden en min of meer uiteenvallen.

A. VERNIETIGING VAN ONKRUIDEN. DE VOORNAAMSTE ONKRUIDEN.

Onkruiden zijn in het algemeen schadelijk, omdat zij, evenals de cultuurplanten, voedsel uit den grond opnemen, laatstgenoemde beschaduwen en daardoor soms geheel onderdrukken: in droge gronden vooral omdat zij evenals de cultuurplanten veel water doen verdampen en er dus voor dezen eerder gebrek zal komen, en ten slotte ook den oogst verontreinigen, inzonderheid het zaad of de vrucht, waaruit de onkruidzaden dikwijls moeilijk verwijderd kunnen worden. Sommige onkruiden en hunne zaden zijn ook schadelijk voor het vee.

Bij het vernietigen van de onkruiden door het bewerken dient op hunne voortplanting en ontwikkeling te worden gelet. Sommige onkruiden planten zich alleen door zaad voort: *Zaadonkruiden*, één- of tweejarige planten.

Van deze komen op bouwgrond [1]) vooral voor:

Kroon of Akkerboterbloem, *Ranunculus arvensis*, op klei- en zavelgrond.

Klaproos, Koornroos, Wilde heul of Kankerbloem, *Papaper Rhoeas*, op zandige kleigronden.

Duivenkervel, Aardrook of Roode remke, *Fumaria officinalis*, op klei- en zavelgrond.

Krodde, Herik, Kiek of Gele Kiek, *Sinapis arvensis*, op kleigrond.

Herik, Wilde radijs, Kiek, Knopherik, *Raphanus Raphanistrum*, meer op zandgrond.

Bolderik, Boldert, Bol of Nagelbloem, *Agrostemma Githago*, op klei- en zavelgronden.

Mier, Muur, Witte Muur of Vogelkruid, *Alsine media*, op alle gronden.

Wilde Spurrie of Watergal, *Spergula arvensis*, op zandgrond.

Ooievaarsbek, *Geranium*soorten, op alle gronden.

Smalbladige Wikke, Nachtwikke of Krok, *Vicia angustifolia*, op zand- en zavelgronden.

Vogelwikke of Ringelwikke, *Vicia Cracca*, op klei- en zandgrond.

Ruige linze of Wikerwten, *Ervum hirsutum*, op zandgrond.

Eiberbek of Naaldenkervel, *Scandex Pecten veneris*, op zavelgrond.

Tongel, Rijpeltocht of Kleefkruid, *Galium Aparine*, op alle gronden.

Veldsla of Koornsla, *Fedia olitoria*, op zavelgrond.

Eenjarige Hardbloem, *Scleranthus annuus*, op zandgrond.

Koorn- of Roggebloem, Blauwbloem, *Centaurea cyanus*, op zand- en kleiige zandgrond.

Roerkruid, *Gnaphalium*-soorten, op veen- en zandgrond.

Gele Ganzebloem, Vokelaar of Wilde Goudsbloem, *Chrysanthemum segetum*, op zandgrond.

Wilde of Echte Kamille, *Matricaria chamomilla*, op allerlei grond.

Stinkende Kamille, *Anthemus cotula*, op meer vochtigen grond.

Vergeet-mij-niet of Akkermuizenoor, *Myosotis arvensis*, op zand- en kleigrond.

Steenzaad, *Lithospermum arvense*, op zavelgrond.

Akker Kromhals, *Lycopsis arvensis*, op zandgrond.

Eereprijs, Blauwbloempjes, *Veronica*-soorten, op alle gronden.

Zwartkoorn, Wild of Dolik, *Melampyrum arvense*, op klei- en zavelgrond.

Ratelen of Schartelen, *Rhinanthus*-soorten, op zand- en veengrond.

Roode Basterdmuur of Roode Mier, *Anagallis arvensis*, op klei- en zavelgrond.

Ganzevoet en Melde, *Chenopodium* en *Atriplex*-soorten op allerlei grond.

Omslingerende Duizendknoop of Zwarte Winde, *Polygonum Convolvulus*, op allerlei grond.

Perzikbladige Duizendknoop, Platzaad, Wilde Wilg of Jezus gras, Hanepoot, *Polygonum Persicaria*, op allerlei grond.

Varkensgras of Vogel Duizendknoop, *Polygonum aviculare*, op zandgrond.

Wolfsmelk, *Euphorbia*-soorten, op allerlei grond.

Wilde haver, Vloghaver of Oat, *Avena fatua*, op kleigronden.

---

[1]) Die der graslanden vermelden wij later.

Wintergras, Duist of Zwartgras, *Alopecurus agrestis*, op kleigrond.
Windhalm, Windvangend Struisgras of Muggepoot, *Agrostis spica venti*, op vochtige zavel- en zandgronden.
Drep, Dreps of Dravik, *Bromus secalinus*, op vochtige gronden.
Dolik of Bedwelmd Raygras, *Lolium temulentum*, op vochtige gronden.
Groene Naaldaar, *Setaria viridis*, op zandgrond.
Wild Panikkoorn, Egelgras, Vogelgras, Franiegras of Hanepoot Egelgras, *Panicum crus galli*, op zandgrond.

De volgende onkruiden planten zich èn door zaad èn door wortelstokken voort: *Wortelonkruiden*, met een wortelstok overblijvende planten.
Aardakers of Aardnoten, *Lathyrus tuberosus*, op de klei.
Stekel, Stiekel of Akker vederdistel, *Cirsium arvense*, op de klei.
Akker-melkdistel of Zeug-distel, *Sonchus arvensis*, op klei- en zavelgrond.
Hoefblad, Stinkblad of Tabak, *Tussilago farfara*, op klei.
Duizendblad, *Achillea millefolium*, op zand- en zavelgrond.
Klokjes Winde, Windsel, Liend of Lyn, *Convolvulus arvensis*, op zand- en zavelgrond.
Akkermunt, ook wel ofschoon ten onrechte Kruisemunt geheeten, *Mentha arvensis*, op zand- en zavelgrond.
Fijnbladige zuring, *Rumex acetocella*, op zand- en veengrond.
Riet, *Phragmitis communis*, op vochtige kleigronden.
Kweek of Puingras, *Triticum repens*, op zand- en zavelgrond.
Akker Paardestaart, Kattestaart, Roobol of Hermoes, *Equisetum arvense*, op zandige kleigronden, plant zich niet door zaad maar door sporen, bl. 139, voort.

Om het zaad van onkruiden te vernietigen tracht men dit door het bewerken te doen ontkiemen en de kiemplantjes te vernietigen of het diep met aarde te bedekken, zoodat geene ontkieming er van mogelijk is. Daarbij dient in aanmerking genomen te worden, dat sommige zaden spoedig hun kiemvermogen verliezen, andere dit lang behouden, sommige dadelijk na het rijp-zijn kunnen ontkiemen, andere eerst na eenigen tijd. Dienaangaande is nog zeer weinig met zekerheid bekend. Verg. ook bl. 195. Ter vernietiging van de wortelonkruiden of beter de voor de voortplanting dienende wortelstokken, tracht men deze geheel of gedeeltelijk aan de oppervlakte te brengen en door de zon te laten verdrogen; daarna worden ze soms bijeengeraapt (kweek), in den mest- of composthoop gebracht of tot strooisel gebruikt. Wij merken hierbij op, dat, terwijl het vernietigen van onkruid niet het eenige doel van de grondbewerkingen kan zijn, van den anderen kant dit bewerken evenmin het eenige middel is om onkruid te verdelgen. Van die andere middelen, alsmede van het vernietigen van ongedierte zal later in de Algemeene Plantenteelt worden melding gemaakt.

B. DE LANDBOUWWERKTUIGEN VOOR GRONDBEWERKING EN HET DAARMEDE VERRICHTE WERK.

Wij zullen thans de voornaamste bewerkingen van den bouwgrond, die moeten dienen om hem tot het opnemen van het zaad geschikt te maken en de daarvoor dienende werktuigen nagaan.

Terwijl in den tuinbouw daarvoor spaden, harken, plakbord enz. in gebruik zijn, worden in den landbouw meestal daarvoor ploegen, eggen, rollen enz. gebruikt. Alleen met laatstgenoemde werktuigen en het daarmede verrichte werk zullen wij ons hier bezig houden.

1. De ploeg, het ploegen.

De ploeg dient om de bouwlaag tot op zekere diepte los te maken, te keeren en in zekere mate te verkruimelen.

Hij bestaat, zie Fig. 82, uit: den *ploegboom*, waaraan bevestigd zijn: het *kouter* of *kleine ijzer*, het *lichaam* van den ploeg of het *huis* met *ploegschaar*,

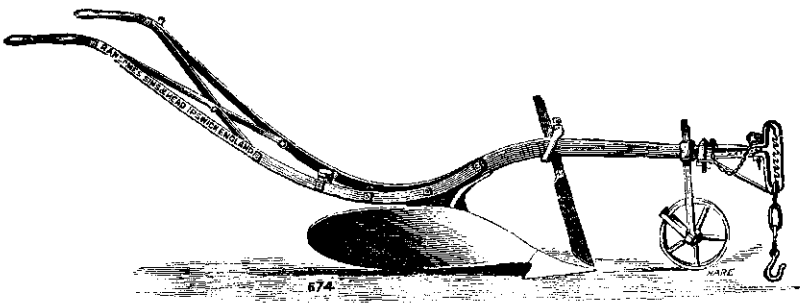


Fig. 82. Ransome's ploeg, geschikt voor lichte gronden, met één wiel, kan ook als balansploeg gebruikt worden; met hoofd of raam (frame) van smeed- of gietijzer. Voor het dieper of minder diep ploegen (van 8 tot 15 cM. diepte bij 15 tot 18 c.M. breedte der voren) kunnen verschillende scharen genomen worden.

de *staart* of *staarten* en de *trektoestel* met *regulateur;* aan sommige ploegen zijn verder één of twee ondersteunende *wielen* of een *voet* bevestigd, nog andere van een vóórstel of een kar voorzien.

De *ploegboom*, meestal van hout maar bij vele buitenlandsche ploegen van ijzer

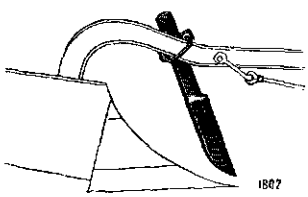


Fig. 83. Stalen ploegboom met kouter van Eckert's lichte ploegen.

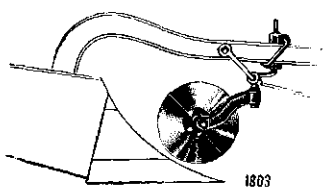


Fig. 84. Ploegboom met kouterschijf aan Eckert's ploegen.

vervaardigd, heeft een min of meer gebogen vorm, zie de figuren; aan het achtereind is het lichaam en zijn de staart of staarten bevestigd, iets verder naarvoren het kouter, vervolgens de raderen, of in plaats daarvan een voet of een enkel rad en aan het vooreind de regulateur. Bij ploegen met voorstel of kar voorzien, Fig. 101 en volg., rust de boom daarop.

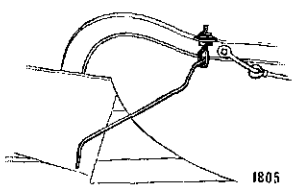
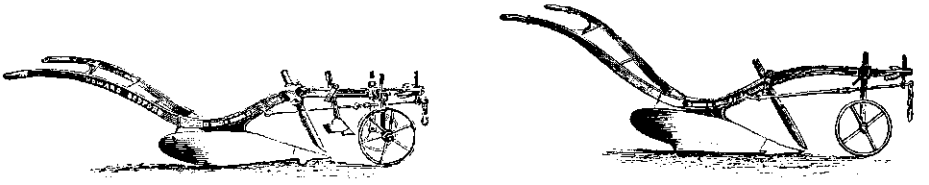


Fig. 85. Ploegboom met strijkijzer voor het instrijken van ruigte in de voor, aan Eckert's ploegen.

Het *kouter*, Fig. 83, heeft den vorm van een groot mes, dat met de scherpe zijde naar voren, aan de linker- of de landzijde van den boom bevestigd is; het dient om de om te ploegen streep gronds loodrecht door te snijden. Hoe zijne bevestiging aan den ploegboom geschiedt, blijkt genoegzaam

uit de figuren. Om te voorkomen, dat het bij den geringsten tegenstand van wortels, een steen enz. uit den grond gelicht worde en dus nadeelig te zijn voor den vasten gang van den ploeg, geeft men het eene helling van 30 à 40 graden met de loodlijn naar voren. Het wordt voorts zoo geplaatst, dat het den grond evenwijdig met de gemaakte voor en in dezelfde lijn als het ploeglichaam of 5 à 7 m.M. links daarvan doorsnijdt. Het laatste geschiedt om de landzijde van het lichaam vrij, dat is zonder wrijving aan de vaste aarde, te doen loopen. Zijn punt plaatst men eenige millimeters boven en ook wel een weinig vóór de punt van de schaar. Er blijft dus eenige aarde tusschenbeide, die



A. B.

Fig. 86. Howard's ploegen van verschillende afmetingen en zwaarte; Agent wed. Massée en Zoon te Goes; ploegen van 7 tot 23 c.M. diep; A met kouter, voorschaar en twee wielen, B met kouter en één wiel; kunnen ook als balansploeg zonder wielen genomen worden.

het kouter niet doorsnijdt, waardoor de vaste gang van den ploeg bevorderd en de trekkracht weinig grooter wordt.

Bij het ploegen van reeds vroeger losgemaakte aarde wordt het kouter gewoonlijk weggelaten, om reden dat het de kweek- en andere wortelstokken doorsnijdt en het beter is dat deze in hun geheel naar boven worden gewerkt; bij veel ruigte geeft het ook aanleiding tot verstopping en kan een strijkijzer als Fig. 85 of een gesleepd gewicht, Fig. 89 van dienst zijn. Volgens Stephens [1])

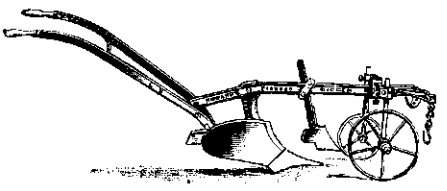


Fig. 87. Howard's spitploeg met smaller schaar en kam in plaats van kouter voor het omploegen van gras en klaver (groenmest).

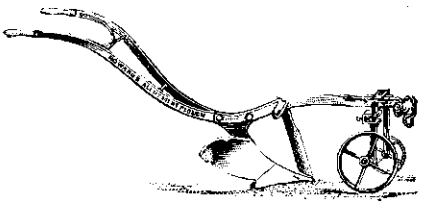


Fig. 88. Howard's ploeg voor kleine grondgebruikers of houders van zoogenaamde Allotments.

draagt het kouter ook niet bij om de trekkracht van den ploeg minder te doen zijn, maar wel om een meer gladde vurg te ploegen. Soms, vooral bij het scheuren van grasland, wordt het meer verticaal gezet of in zijne plaats eene zoogenaamde kouterschijf, Fig. 84, gebruikt, terwijl in sommige Amerikaansche en Engelsche ploegen, Fig. 87, de schaar van een vooruitstekende kam voorzien is, die den dienst van 't kouter moet vervullen (vinploeg).

Teneinde de op het land voorkomende zode van klaver, gras of stoppels goed onder te kunnen ploegen, zijn de *schilkouters* of *voorscharen* (skimcoulters), soms met een kouterschijfje zeer dienstig. Fig. 86 en 87. Daarmede

[1]) *Bijblad van de Landbouw-courant*, 1874.

wordt de zode gedeeltelijk (aan den linkerkant van de te ploegen vurg) weg-

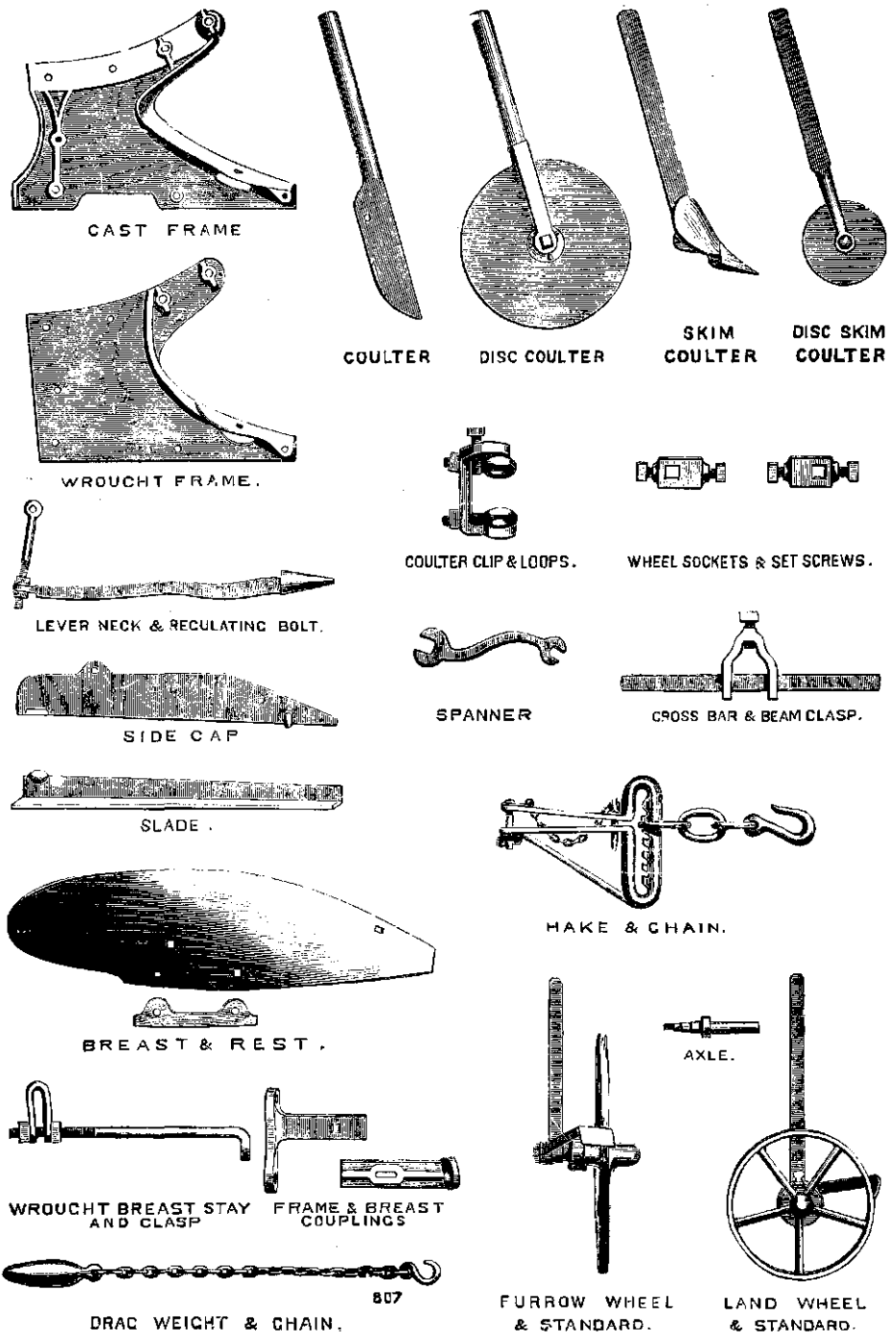


Fig. 89 *). Zie de aanwijzing op de volgende bladzijde.

genomen, in de voor geworpen en daarna met de omgeploegde aarde bedekt.

Het eigenlijk werkende deel van den ploeg, het *ploeglichaam*, draagt aan de voorzijde de *schaar*, Fig. 82; zijne rechterzijde vormt het *rister* of *strijkbord*, het benedendeel, waarmede het op den grond rust, heet *ploegzool*,

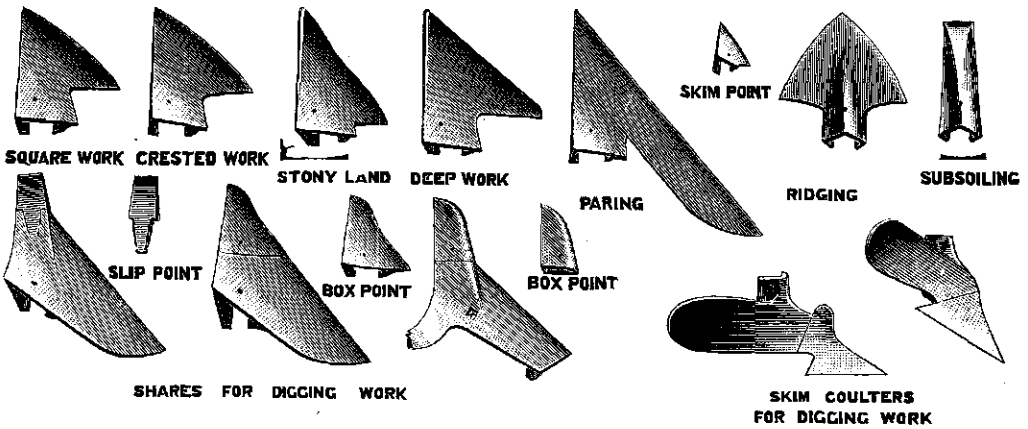


Fig. 90. Ransomes verschillende ploegscharen, geschikt voor: Square work = rechthoekige vurgen, Fig. 124 en 125; Crested work = kamvormige vurgen, Fig. 126 en 127; Stony land = steenachtigen grond; Deep work = diepe vurgen; Paring = den grond te schillen (*stoppelploegen*); Skim point = punt van een voorschaar; Ridging = het ploegen aan ruggen; Subsoiling = het ondergrondsploegen; Shares for digging work = scharen voor spitploegen (om dieper te ploegen dan gewoonlijk). Deze scharen bestaan uit 2, soms uit 3 deelen: een vleugelvormig deel, rechts achter (wing), een doosvormig deel (box), links achter en de daaraan bevestigde punt (box point), die uit gehard staal bestaat en vernieuwd kan worden. In sommige ploegen is die punt beitelvormig (slip point); de schaar rechts is van een kam voorzien, welke uit gehard staal bestaat en voor kouter dient. Skim coulters for digging work = voorscharen voor spitploegen.

terwijl de linkerzijde het *molbord* of de *landzijde* wordt genoemd. Deze verschillende deelen zijn onderling en met het *ploeghoofd* of de draagspil (breedspil), Fig. 89 en 103, aan den ploegboom verbonden. Soms dient het voorste gedeelte van het molbord tot verbinding van ploeglichaam met den

---

*) Slijtbare en daarom vervangbare deelen (wearing parts) van een Engelschen (Ransomes) *ploeg*: Cast *frame* = *gietijzeren hoofd of raam*; Wrought *frame* = *smeedijzeren* hoofd; Coulter = kouter; Disc coulter = kouterschijf; Skim coulter = Voorschaar; Disc skim coulter = Voorschaar kouterschijf; Lever neck and regulating bolt = Staaf voor het verbinden en stellen van de schaar met het rister, met stelbout; Side cap = Landzijde; Slade = Zool; Breast and rest = Rister of strijkbord met steunbord; Wrought breast stay and clasp = Schoor en kram voor het smeedijzeren rister; Frame and breast couplings = Verbindingsstukken van 't rister met het hoofd: Drag weight and chain = Sleepgewicht met ketting, wordt, aan het kouter bevestigd, in de voor gesleept om mest enz. beter onder te brengen; Coulter clip and loops = Klem en loopers voor het bevestigen van 't kouter; Wheel sockets and set screws = Koppels en stelschroeven voor de wielen; Spanner = Schroefsleutel; Cross bar and beam clasp = dwarsbalk met sluithaak om dezen aan den ploegboom te bevestigen; Hake and chain = Haak en ketting om de breedte en diepte van de voor te regelen; Axle = As van een der wielen; Furrow wheel and standard = Vorenwiel met staaf waarmede het wiel aan den ploegboom bevestigd wordt; Land wheel and standard = Landzijdewiel met idem.

boom en dus tot *ploeghoofd*. In de Amerikaansche arendploegen, b.v. die van Ransomes, Fig. 100, vormt het ploeglichaam een geheel met het rister.

Met de *ploegschaar* wordt de grond min of meer horizontaal doorgesneden. Hare snijdende kant vormt met de aan 't molbord bevestigde of in 't algemeen met de landzijde een min of meer scherpen hoek: het scherpst ($\pm$ 30°) aan de voor zware kleigronden bestemde Engelsche ploegen; minder scherp bij de voor de zandgronden bestemde ploegen (bij de Ruchadlo's $\pm$ 60°). Niet zelden wordt hare punt van een beitel voorzien, Fig. 90 en 100. Fig. 90 doet ons verder de verschillende Engelsche, door de firma Ransomes, Sims and Jefferies vervaardigde, en Fig. 91—96 eenige Duitsche ploegscharen zien. De linkerzijde van de schaar gaat onmerkbaar in de ploegzool, hare min of meer gewelfde bovenvlakte in het rister over. Naar den vorm van 't rister dient dan ook die van de schaar te veranderen. Zoodra toch de aarde door de schaar afgesneden is, wordt zij hierdoor opgenomen en naar het rister over-

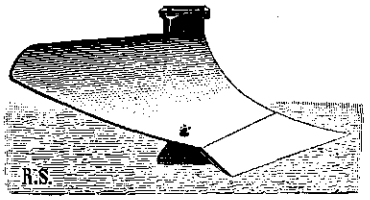


Fig. 91. Ploeglichaam met lang rister voor zware kleigronden. Het rister bestaat uit eene lange en breede pantserplaat. Van R. Sack, Agent L. Nagel en Co., Arnhem.

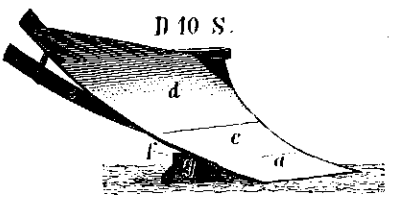


Fig. 92. Sack's ploeglichaam met lang rister voor zware kleigronden. Het rister bestaat uit verschillende platen a, c, d, en een strijkijzer b; f, landzijde; g, ploegzool.

gebracht. Elke onzachte overgang zou hier eene aanmerkelijke wrijving of tegenstand veroorzaken. Het *rister* dient dan om de door 't kouter en de schaar losgemaakte brok aarde te keeren en min of meer te verkruimelen. Het heeft daartoe veelal de gedaante van een schroef- of soms van een cilindervlak. De vorm en afmetingen van dit belangrijke deel van den ploeg, die

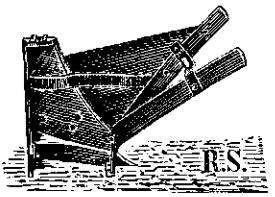


Fig. 93. Ploeglichaam met verstelbaar strijkijzer (zie Fig. 92), van achteren gezien. Van R. Sack, Leipzig-Plagwitz, Agent L. Nagel en Co., Arnhem.

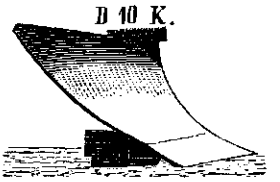


Fig. 94. Ploeglichaam met steil rister voor het ploegen van losser grond, die in vochtigen toestand kleeft, breken de grond meer en geven een breede zuivere voor.

men proefondervindelijk als het meest doeltreffend heeft gevonden, zijn echter zeer verschillend al naar de grondsoort en het doel, waarmee geploegd zal worden. Een zeer lang rister bezitten de voor zware kleigronden bestemde Engelsche ploegen van Howard en andere fabrikanten, Fig. 82, enz. Bij deze ploegen, welke veelal zwaar gebouwd zijn, beweegt zich de aarde langs een vlak met geringe helling; zij wordt daardoor weinig gebroken maar zeer regelmatig gekeerd. Ook de ploegen van Sack, Eckert enz. worden, wanneer

zij voor zware kleigronden bestemd zijn, van een langer rister voorzien, Fig. 91 en 92. Wenscht men echter dat de te ploegen vurg meer gebroken worde, dan wordt een ploeglichaam met korter en steiler rister genomen, Fig. 94 en 95. Van nog eenigszins anderen vorm zijn de risters van de Duitsche, zoogenaamde Ruchadloploegen. Deze risters zijn cilindervormig en de ploegen waaraan zij bevestigd zijn worden in grondsoorten gebruikt, die weinig samenhang bezitten; de aarde wordt hiermede minder gekeerd dan wel door elkander geroerd Fig. 104 en 109. Wenscht men met een Sackploeg kleigrond te ploegen zóó dat de vurg gebroken worde, dan dient men een met steiler rister te nemen als Fig. 94; maar dan is het gewenscht, om de wrijving te verminderen, waterleiding te gebruiken, Fig. 103. De ploegen, die hier te lande op klei- en zavelgronden als doeltreffend beoordeeld zijn, bezitten een rister, dat, wat zijn vorm en afmetingen betreft, tusschen genoemde uitersten in staat. Zie Fig. 97 en 100.

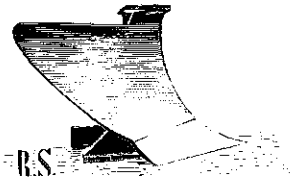


Fig. 95. Lichaam met nog steiler rister als in Fig. 94, voor mottigen grond, die licht voor den ploeg opeenschuift.

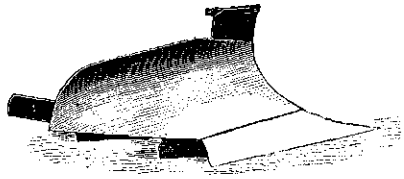


Fig. 96. Rister voor het omploegen van grasland of voor het ploegen op wintervoor, leveren een ongebroken voor. Fig. 94—96 zijn van R. Sack.

Het gewicht van den ploeg rust nagenoeg geheel op de eenigszins uitgeholde *ploegzool*, Fig. 89, waarop hij door de gemaakte voor getrokken wordt. De ploegzool dient verder om aan den ploeg een loodrechten stand te geven. Hoe breeder zij is, des te minder diep zal zij in den grond dringen en minder slijten.

Het *molbord* of de *landzijde*, Fig. 103, dient eveneens voor den vasten gang van een' ploeg. Het brengt den zijdelingschen druk, door den los geploegden

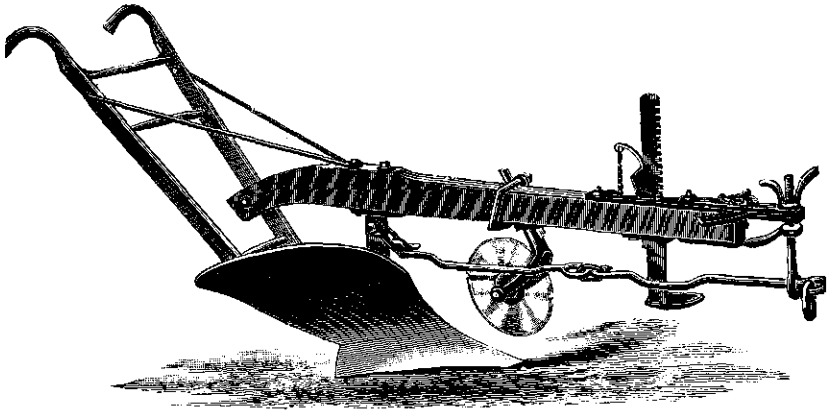


Fig. 97. Amerikaansche ploeg van Deere, agent wed. Massée en Zoon, te Goes, met voet of slof en kouterschijf.

grond op het strijkbord uitgeoefend, op de vaste niet losgeploegde aarde over. Bij zeer kruimeligen grond, wordt het, om het invallen van aarde te voorkomen, nog wel door een afzonderlijk bord verhoogd.

Met de *staart* of de *staarten* wordt de ploeg bestuurd. Als een hefboom werkende, kan hij daarmede in verschillende standen gezet worden. Wordt b.v. op de staarten gedrukt, dan rust de ploeg op het achterste gedeelte der zool en gaan de daarvóór geplaatste deelen naarboven; wordt het uiteinde der staarten opgelicht, dan rust de ploeg op den voet of bij gebreke hiervan op de schaar en kan zijn achtereind worden verplaatst. Op gelijke wijze kan men hem bij het ploegen meer of minder diep laten gaan, enz. — Ook in den vorm, de afmetingen en den stand der staarten bestaat eene groote verscheidenheid. De lange staarten aan de Engelsche ploegen zijn in zoover doeltreffend, als zij een langeren hefboomsarm vormen, waarmede de ploeg zich gemakkelijk laat besturen. Zij vereischen echter eene grootere ruimte bij het omwenden, dat is breedere wendeakkers. Voor onze meestal lichter gebouwde ploegen zijn ze ook minder noodig en voor de lichtere Engelsche ploegen worden zij ook korter genomen.

Eene nog grootere verscheidenheid bestaat er in de aan het vooreind van

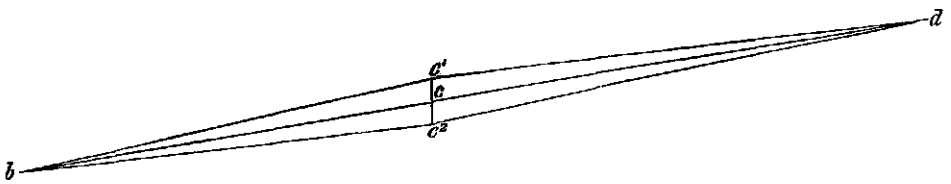


Fig. 98. Aanwijzende de treklijnen voor de diepteregeling van den ploeg.

den ploeg bevestigde deelen. Deze dienen: 1° om de paarden voor te spannen en derhalve de door hen uitgeoefende kracht met behulp van het „tuig" op den ploeg over te brengen; 2° den gang van den ploeg, dat is de dikte en breedte van de af te snijden vurg te regelen. Bij den in Fig. 97 afgebeelden ploeg trekken de paarden aan den gekoppelden stang, die hier aan het ploeghoofd bevestigd is. Die stang loopt aan het vooreind van den ploegboom door het oog eener staaf, die in een daar voorhanden beugel op en neer geschroefd, links of rechts verplaatst en met een schroef vastgezet kan worden. Laat men nu den trekstang dalen, dan wordt bij het ploegen het vooreind van den ploeg meer omhoog getrokken en gaat hij dus minder diep; door den trekstang hooger te plaatsen, trekken de paarden het vooreind naar omlaag en gaat de ploeg dus dieper. Wordt de trekstang meer rechts geplaatst, dan loopt de



Fig. 99. Aanwijzende de treklijnen voor de breedte waarop geploegd wordt.

ploeg meer links (in het land) en wordt een breedere voor geploegd; omgekeerd gaat de ploeg meer rechts (uit het land) en wordt de voor smaller, wanneer de trekstang meer links geplaatst wordt. Bij de lichtere ploegen, Fig. 88 en 100 wordt geen trekstang gebruikt, maar het zwingelhout, waaraan de paarden trekken, direct met ketting of haak aan den regulateur bevestigd.

Uit de figuren ziet men dat het aanspanningspunt nog op verschillende

andere wijzen verplaatst kan worden; in 't algemeen komt de regeling echter hierop neer, dat het rechts en links en op of neer kan worden gebracht.

Is nu de ploeg naar de breedte en diepte der voor, die geploegd zal worden, goed gesteld, dan moet hij een vasten gang hebben. De richting, waarin de paarden trekken en de resultante van de verschillende weerstanden (het loodrecht en horizontaal doorsnijden van den grond, de wrijving langs het rister en het opheffen van de om te ploegen aarde, de wrijving van de

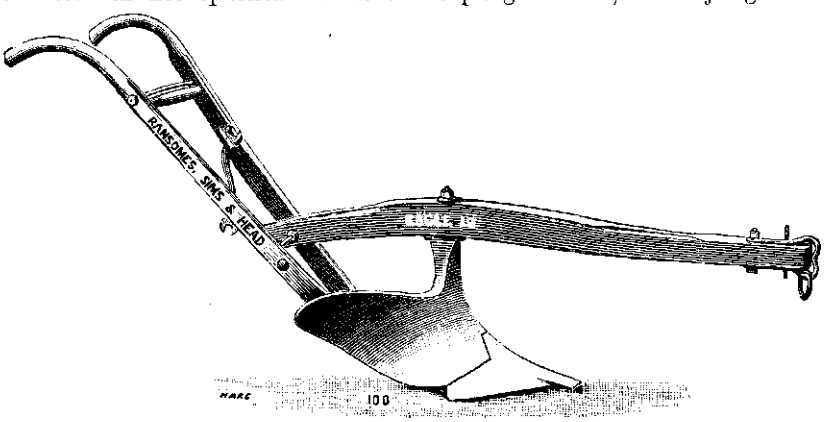


Fig. 100. Ransomes' Engelsch-Amerikaansche balansploeg, met hoofd en rister, zool en molbord uit één stuk. Ploegen van 7—22 cM. diep en 13—30 cM. breed.

ploegzool enz.) moeten in ééne rechte lijn liggen. De ploeger heeft dan slechts te zorgen, wanneer de ploeg bij eenigen meerderen weerstand dieper zou willen gaan, of bij minderen weerstand er uit zou loopen, iets op de staarten te drukken of ze iets op te heffen, en op gelijke wijze, door eene meer of minder zijdelingsche drukking op de rechter of linker staart, te waken, dat de breedte der voor steeds dezelfde blijft. De in Fig. 98 en 99 getrokken lijnen kunnen dit duidelijk maken. Stelt *cd* de richting der trekkracht en *bc* die der gezamenlijke weerstanden voor, dan zullen deze bij den geregelden gang van den ploeg eene rechte lijn moeten vormen. Werd echter de trekstang lager b.v. in c^2 gesteld, dan zou de ploeg in de richting dc^2 getrokken en het vooreind zoover worden opgeheven, dat de richting der weerstanden en die der trekkracht weder eene rechte lijn vormen, tenzij de ploeger, door de staarten iets op te heffen, ook de richting van den weerstand voortdurend volgens de lijn bc^2 verplaatst. Om dezelfde reden zou het vooreind moeten dalen of de ploeger voortdurend op de staarten moeten drukken, als de trekstang in het punt c^1 gesteld werd. Ook in een horizontaal vlak moeten de trekkracht en de weerstanden in dezelfde richting zijn. Stelt de lijn *a c b*, Fig. 99, die richting voor, dan zou als de paarden in het punt c^1 of c^2 worden voorgespannen, de ploeg meer rechts of links uitwijken, tenzij de ploeger door eene zijdelingsche drukking hem dwingt, dat hij in de juiste richting voortgaat.

De ploeg balanceert dus tusschen de door de trekdieren uitgeoefende kracht, de weerstanden en de kracht door den ploeger op de staarten uitgeoefend en wordt daarom *balanceer-* of *balansploeg* geheeten. Hij is aldus ingericht, zonder meer, zie Fig. 100, het eenvoudigst, maar vereischt om er mede te werken, eene

goede bedrevenheid van den ploeger. Teneinde het dezen gemakkelijk of den ploeg ook voor minder geoefenden bruikbaar te maken, voorziet men hem veelal van een' voet, Fig. 97, die op zoodanige hoogte gesteld wordt, dat hij bij het ploegen op de bepaalde diepte even den grond raakt. Voor hetzelfde doel wordt ook wel een rad gebruikt, Fig. 82. Een rad geeft gewoonlijk minder wrijving dan een voet en vereischt dus minder trekkracht, maar wordt onbruikbaar als in vochtig weer er veel aarde aan blijft hechten, omdat het dan gaat slepen.

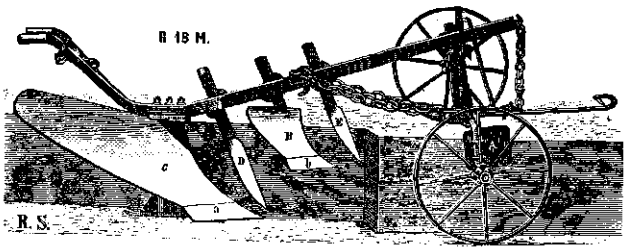


Fig. 101. Sack's diepploeg voor 30—50 cM. diepgang met dubbelen ploegboom en voorstel. Agent Louis Nagel en Co. te Arnhem. A, schutplaat; deze dient om te verhinderen, dat de knievormige as van het rechterwiel in de voor grijpt; B, voorschaar of schilkouter met schaar *b*; D en E kouters; *c*, pantserplaat van het rister; *a*, schaar. Deze ploegen kunnen als Universalploegen ook tot meerscharige-, ondergrondsploegen, cultvators enz. ingericht worden. Zij worden ook met enkelen ploegboom en in plaats van een ijzeren van een houten ploegboom voorzien, geleverd, en zijn voorts van verschillende afmetingen en zwaarte en met verschillende lichamen en risters voorzien, passende voor verschillende grondsoorten en voor verschillende diepte; ploegen van 30—50, 26—42, 21—37, 15—26, 10—21, 9—18 cM. diepte.

Door een voet of één rad wordt een draaien om de lengteas van den ploeg niet verhinderd, daarom zijn vele Engelsche ploegen van twee ongelijke en verstelbare raderen voorzien, waarvan het eene, het grootere, in de voor (vorenwiel), het andere, kleinere (landwiel), over den vasten grond loopt, Fig. 86. Het landwiel wordt gesteld naar de diepte waarop geploegd zal worden, en het vorenwiel zóó dat de ploeg als hij loopt rechtop gaat. Bij het wenden laat men den ploeg rusten op het vorenwiel, terwijl bij het ploegen van de laatste vurg, het landwiel weggenomen of meer rechts wordt geplaatst. Van genoemde ploegen kan men de raderen of den voet ook afnemen en ze dus



Fig. 102. Ploeglichaam met zeer lang rister met daarbij passend kouter en voorschaar van Sack's ploegen. A, bak voor waterleiding.

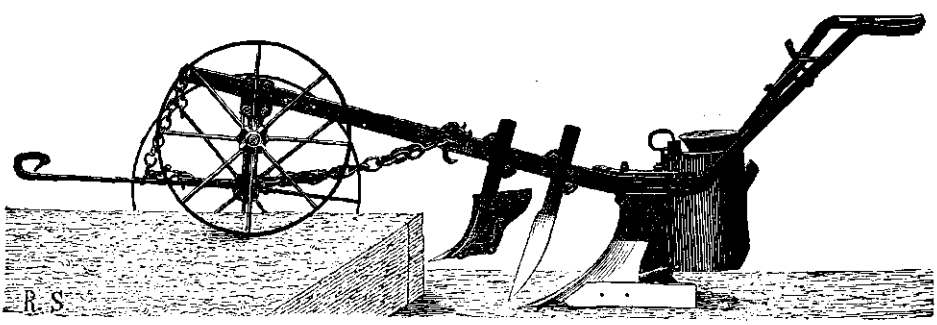


Fig. 103. Sack's Universalploeg met waterleiding van de landzijde gezien. De waterbak is van een kraan voorzien, waaraan een caoutchoucbuis bevestigd is die het water naar het rister leidt.

als gewone balansploegen gebruiken, en dit is in den regel wenschelijk wan-

neer de bodem zeer oneffen is, omdat met de ondersteunsels, de oneffenheden van den grond volgende, ook het vooreind van den ploeg op en neer en derhalve de ploeg minder of meer diep gaat, 't welk de ploeger niet kan voorkomen. Zeer schadelijk worden de voet en de raderen, wanneer de trekstang niet goed, te hoog gesteld is, daar ze in dit geval op den grond gedrukt worden en eene aanmerkelijke wrijving kunnen veroorzaken. Begint het landwiel op vochtigen grond te slepen, dan is het ook hier beter een voet te nemen.

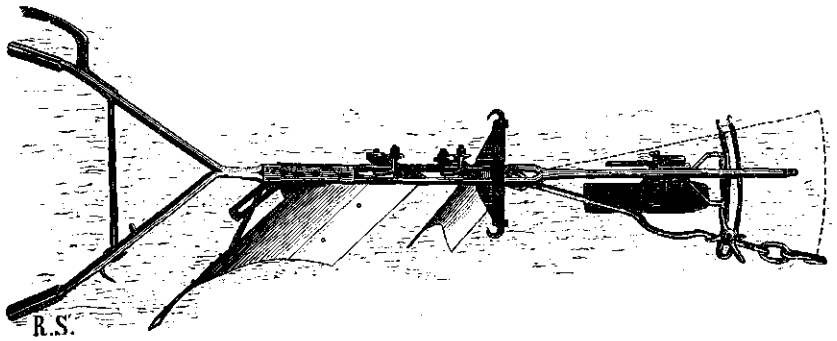


Fig. 104. Sack's Universalploeg voor het ploegen van smalle strooken tusschen greppels van boven gezien. De ploeg is gesteld voor het afploegen der laatste vurg aan de greppels.

Overigens hebben de ploegen met twee raderen een vasten gang; bij het wenden moet echter het eene rad in de hoogte gebracht worden, wat natuurlijk meer kracht vereischt.

Om nu dit wenden gemakkelijker te maken en aan een ploeg een nog vasteren gang te geven, en bij het regelen der diepte of der breedte, waarop geploegd zal worden, minder afhankelijk van den ploeger te zijn (wat bij ongeoefende ploegers en vooral bij diepe grondbewerking wenschelijk kan wezen) voorziet men de ploegen van een voorstel (kar). Zulke ploegen zijn b.v. die van Sack, Fig. 101, Eckert, Fig. 108 en 109, de boogasploegen van Howard, Fig. 111, en de zoogenaamde Brabantsche ploegen, waarvan die van Bajac, Fig. 112, een goed voorbeeld geeft, alsmede de weinig doelmatige, op sommige plaatsen nog in gebruik zijnde, ouderwetsche radploegen.

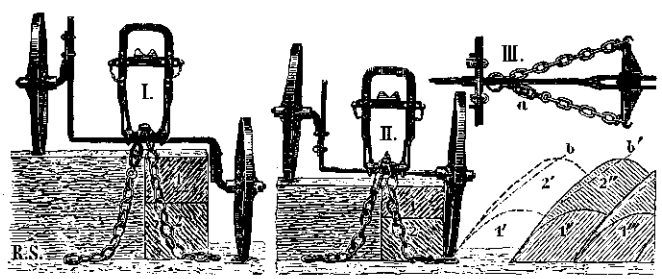


Fig. 105. Voorstel van Sack's diepploeg: I, in zijn diepsten; II, in zijn minst diepen stand; III, Regulateur van boven gezien. Daaronder aangeduid hoe de grond wordt omgewerkt. *a*, schroef met dubbele moer om de linker-ketting, aan den dwarsbalk op den ploegboom bevestigd, langer of korter te maken. 1, bovenste, 2, onderste laag omgeploegde aarde; de stippellijnen bij *b b'* wijzen aan hoe de omgeploegde vurg er uitziet als het strijkijzer *e*, zie Fig. 92, gebruikt wordt.

Bij deze zoogenoemde kar- of radploegen rust de boom op een verplaats-

baar kussen, dat in eene galg op de as van het voorstel bevestigd is. Het voorstel is voorts met eene of meestal met twee kettingen aan den ploegboom verbonden. Terwijl nu de trekdieren aan dit voorstel gespannen worden, wordt de door dezen uitgeoefende kracht door middel van de kettingen op den boom overgebracht, en mag op de as van het voorstel weinig of geene drukking worden uitgeoefend. In tegenstelling met de ouderwetsche radploegen kunnen, met het oog daarop bij de nieuwere, b.v. die van Sack, de raderen van het voorstel zeer nauwkeurig naar de breedte en de diepte van de voor worden gesteld. Fig. 105 wijst deze inrichting in de Sack's ploegen aan. Men ziet hoe de as van het voorstel, die steeds horizontaal moet zijn, hooger of lager gesteld en hoe de ploegboom omhoog of omlaag en in Fig. 102 hoe ze verder naar voren of naar achteren gebracht kan worden. Het hooger of lager stellen geschiedt met beugel en spie en van het kussen met pen en gat, Fig. 105; voor beide verplaatsingen kan ook een schroef en moer aangebracht worden, Fig. 106, maar de inrichting wordt dan kostbaarder. Alleen voor diepploegen is eene verplaatsing van het linkerrad noodig; voor het ploegen op gewone diepte is een hooger of lager stellen van den ploegboom voldoende. Zijn deze ploegen eenmaal goed gesteld, dan regelen zij zich zelf, zoodat zij weinig of niet bestuurd behoeven te worden. De diepgang wordt geregeld door den stand der raderen, door de plaatsing van den ploegboom op het kussen en door de verlenging of verkorting van de dubbele ketting, Fig. 105 III, waarvan de eene bij *a* op hellend terrein of bij het uitploegen, door een dubbele schroef nog langer of korter gemaakt kon worden, om den ploeg altijd een verticalen stand te geven. Om het rechts of links uitwijken te voorkomen dient de regulateur III. Aan den dwarsbalk op den dubbelen ploegboom zijn de kettingen bevestigd. Loopt nu de ploeg uit of in het land, dan wordt eene der kettingen niet meer gespannen, zoodat slechts aan de andere getrokken en daardoor de ploeg weder in zijn juisten stand gebracht wordt. Bij het wenden behoudt het voorstel zijn stand en wordt de ploeg op zij gelegd.

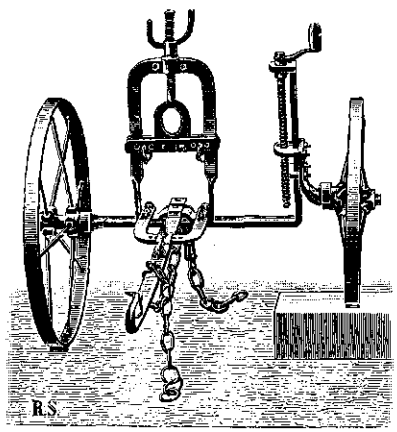


Fig. 106. Voorstel van Sack's ploeg met inrichting om het kussen en de as van het linkerrad door middel van een schroef te stellen.

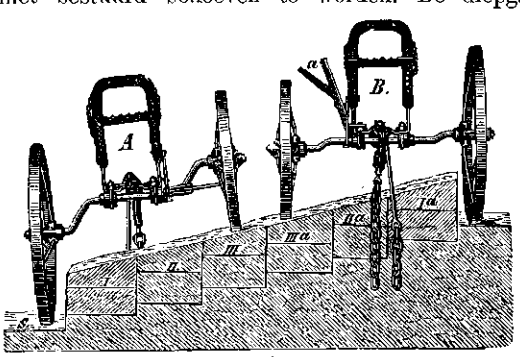


Fig. 107. Voorstel van Sack's ploeg met draaibare as voor het ploegen op hellend terrein. In A wordt, van den toeschouwer af, de strook I en in den stand B, naar den toeschouwer toe, de strook Ia geploegd. In beide gevallen is het middelstuk der as horizontaal en even hoog geplaatst. De verplaatsing der assen geschiedt met den hefboom *a*.

Voor het ploegen op hellend terrein, is, wanneer men geen keerploeg, Fig. 112 gebruikt, en dus den eenen gang naar boven en den anderen naar beneden ploegt, een ploeg met draaibare as, Fig. 107 verkieslijk.

Op eene dergelijke wijze zijn de ploegen van Eckert ingericht. De ploeg-

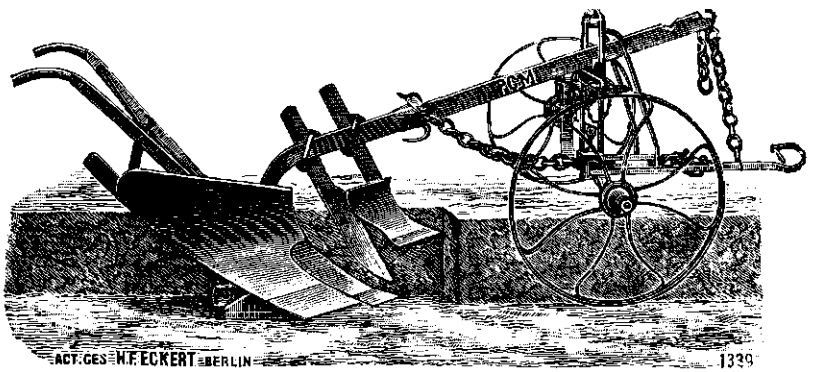


Fig. 108. Eckert's ploeg voor diepe grondbewerking, agent Ch. R. Kouveld, Amsterdam, met voorstel en regulateur, voorschaar, kouter en beitel (zie voor beitel Fig. 117). Ploegen voren van 26—28 cM. breed en 29—44 cM. diep.

boom, thans van dubbel T-ijzer van dezen vorm I vervaardigd, rust hierbij op een beugel, terwijl hij bij de vroegere constructie, Fig. 78, op een stelbout rustte. Bijzondere zorg wordt door Eckert ook aan de raderen besteed, waarvan de assen van bussen voorzien zijn om het indringen van zand en stof te voorkomen, Fig. 110.

Meer daarvan verschillend is de inrichting van de boog-asploegen van

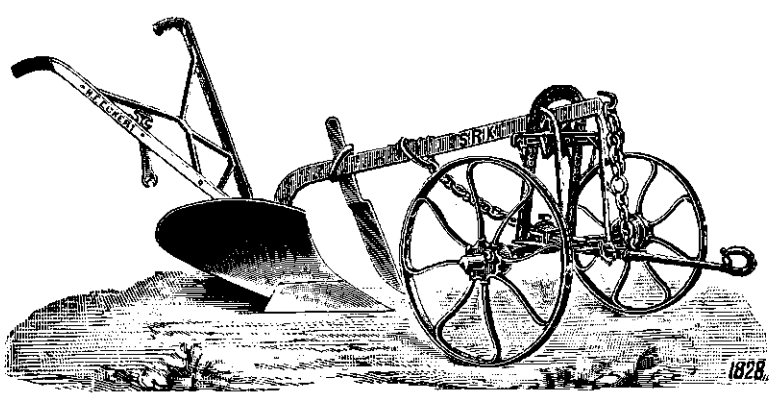


Fig. 109. Eckert's stalen ploeg voor gronden van gemiddelde zwaarte, agent Ch. R. Kouveld, Amsterdam, met voorstel en kouter en Ruchadle-rister; kunnen ook met schroefvormig rister genomen worden; ploegen 26—28 cM. breed en 20—26 cM. diep.

Howard, Fig. 111. De as van het voorstel is hier gebogen en van een verstelbaar kussen voorzien, waarop de ploegboom rust. Hoe dieper geploegd wordt, hoe verder men dit kussen rechts naar het kleine wiel brengt, zoodat het steeds horizontaal blijft. De diepte van den ploeggang wordt

voorts geregeld door de schroef en de bout, waarmede het ploeghoofd aan den boom bevestigd is.

Van bijzondere constructie is voorts de ploeg in Fig. 112 voorgesteld, de dubbele Brabantsche keerploeg (Brabant double à tête refoulante). Bij deze ploegen, die evenals de voorgaande een vasten gang hebben, kan men drie deelen onderscheiden: het *voorstel*, het eigenlijke *lichaam*, waaraan de dubbele risters met scharen, kouters en voorscharen bevestigd zijn en de aan het vooreind bevestigde *regulateur* met trekstang, die met zijn ander uiteinde boven de scharen aan het lichaam bevestigd is (tête refoulante). De diepgang wordt geregeld door de schroef in het boogvormig raam op het voorstel geplaatst en voorts door den regulateur, waaraan de trekketting ook rechts en links verplaatsbaar is. Met dergelijke ploegen wordt steeds naar denzelfden kant geploegd en daartoe worden de deelen van het lichaam, die in de teekening naarboven zijn gericht, op 't eind van den akker naarbeneden gebracht en de volgens de teekening werkende deelen naarboven. Het lichaam wordt derhalve omgekeerd en vandaar den naam „keerploeg".

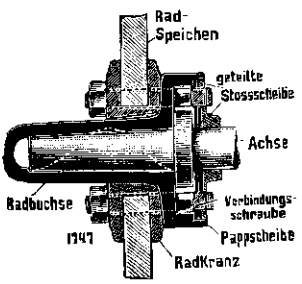


Fig. 110. Inrichting der raderen van Eckert's ploegen. De assen zijn van bussen voorzien, die het indringen van zand en stof beletten.

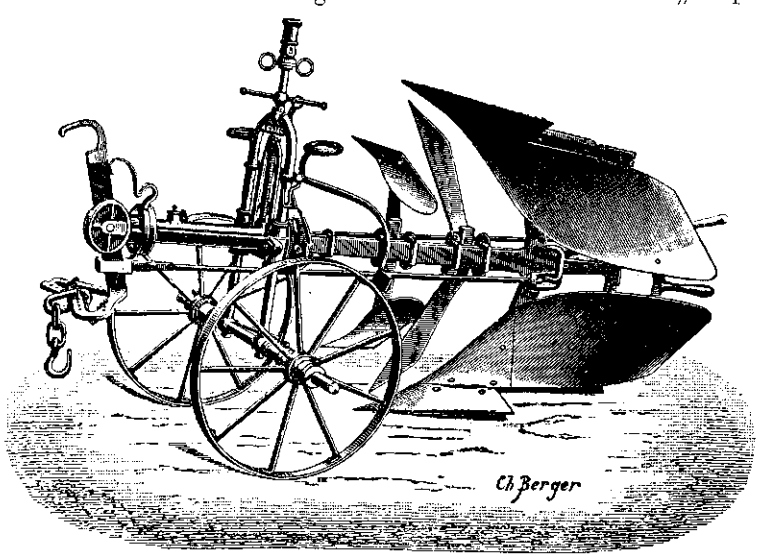


Fig. 111. Dubbele Brabantsche keerploeg (Brabant double à tête refoulante, système A. Bajac à Liancourt (Oise), diepgang 30 à 35 centimeter.

Te dien einde is het vierkante lichaam draaibaar om het ronde kussen (waarvan het verlengde deel, vóór de raderen geplaatst, in de figuur zichtbaar is); het wordt echter met betrekking tot de raderenas in een schuinschen stand gehouden door een grendel met veer, vlak boven die as geplaatst en die door den hefboom, waarvan het uiteinde rechts van achteren zichtbaar is, kan worden opgelicht. Bij het wenden op 't eind van den akker wordt de grendel

dus met behulp van den langen hefboom losgemaakt, het lichaam gekeerd en na verticaal geplaatst te zijn weder vastgezet. Bij het ploegen moeten de werkende deelen natuurlijk verticaal staan, terwijl van de gelijke raderen de

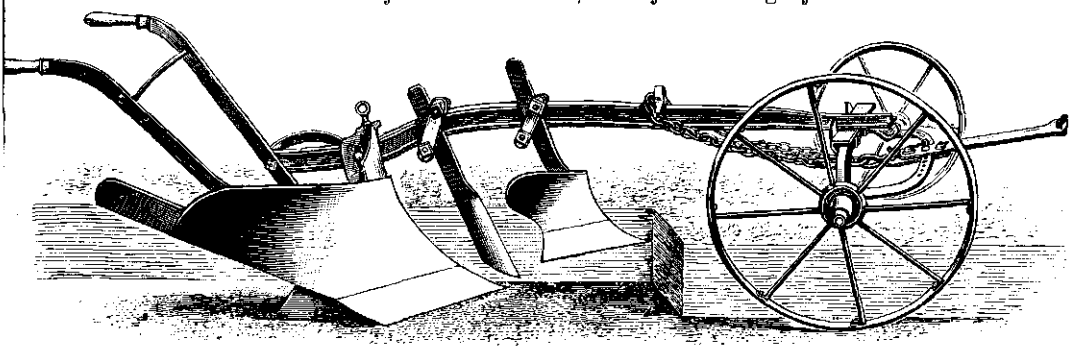


Fig. 112. Boog-asploeg van Howard, met boogvormige as in het voorstel, stelschroef, voorschaar en kouter.

een in de voor, de andere op het ongeploegde land loopt, en krijgt de as der raderen derhalve een schuinschen stand met betrekking tot het lichaam.

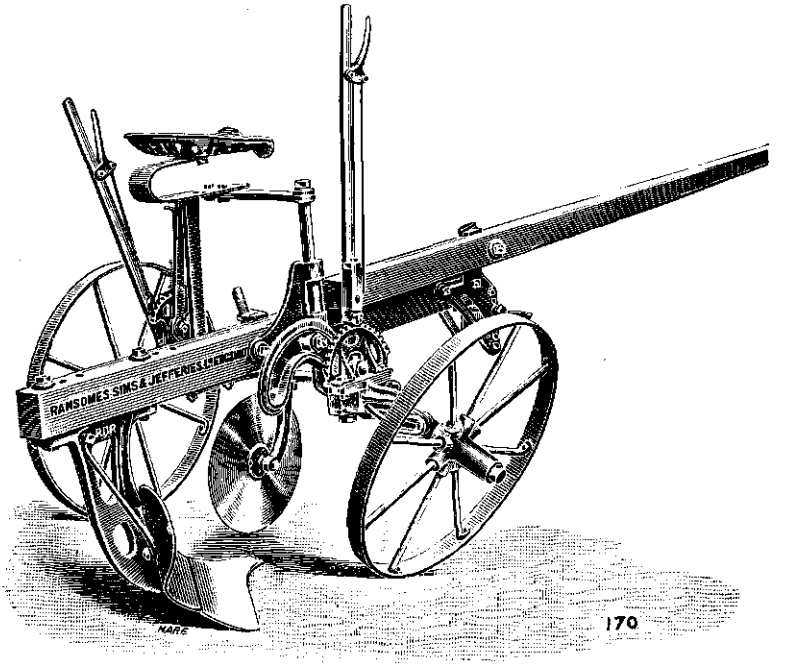


Fig. 113. Ransomes' Sulky-ploeg met zitplaats voor den ploeger. De ploeg kan met den hefboom naast den ploeger door dezen of ook automatisch door de trekdieren buiten het werk gezet, dat is de boom met de daaraan bevestigde huizen opgebeurd worden. De diepte der voren kan door den ploeger van zijne zitplaats worden geregeld. Zij ploegen 10 tot 18 cM. diep en 36—45 cM. breed, maar kunnen ook als tweehuizige ploegen geleverd worden en dan is, bij dezelfde diepte, de breedte 30 cM.

Als een bijzonderen vorm van ploegen vermelden wij nog de Amerikaansche Sulky-ploegen, waarvan de besturing eveneens gemakkelijk is en waarop

bovendien de bestuurder plaats kan nemen. Door Ransomes wordt hieraan thans den vorm, als in Fig. 113 voorgesteld is, gegeven. In plaats van met een cilindervormig rister, als de afgebeelde, worden deze ploegen ook met een gewoon schroefvormig rister geleverd.

Aangaande het materiaal, waaruit de genoemde ploegdeelen vervaardigd worden, meenen wij nog het volgende te moeten opmerken. Terwijl de oudere ploegen grootendeels van hout werden vervaardigd, worden de thans meest

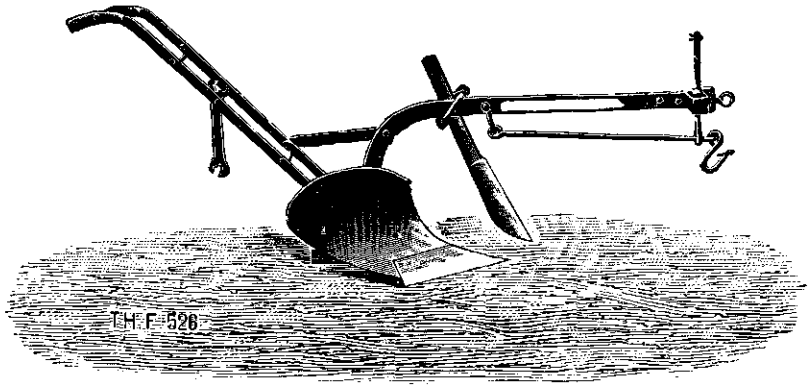


Fig. 114. Stalen balans ploeg van wed. Massée en Zoon te Goes, voor één paard.

gerenommeerde grootendeels van ijzer gemaakt. Voor sommige deelen, b.v. den ploegboom, maakt dit nu, wat aangaat de deugd van den ploeg als werktuig, weinig verschil. Een smeedijzeren of stalen boom is weliswaar duurzamer maar ook kostbaarder dan een houten en kan onder het werken

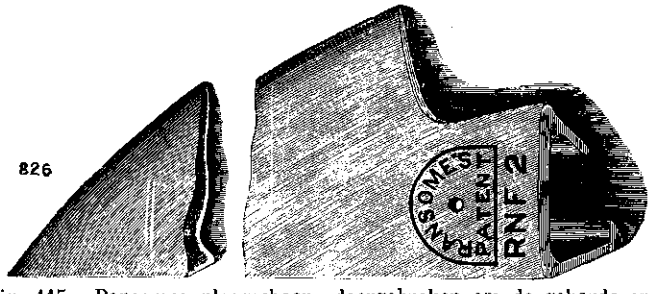
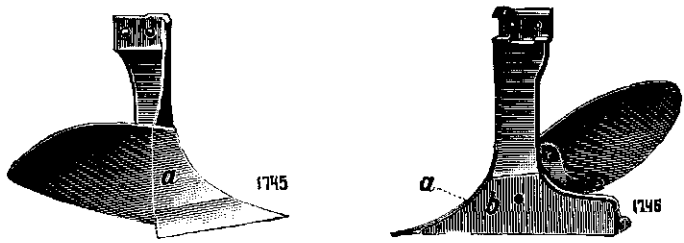


Fig. 115. Ransomes ploegschaar, doorgebroken om de geharde onderzijde, voorgesteld door de witte lijn, te doen zien.

verbogen wordende, onbruikbaar worden. Voor andere deelen daarentegen is ijzer meer aanbevelenswaardig. Ook heeft de goedkoopere en betere staalfabricatie aanleiding gegeven, dat thans veel ploegdeelen, als kouter, schaar en risters ja ook de ploegboomen van staal gemaakt worden, Fig. 114. Door het rister van gietijzer te nemen, kan het weliswaar gemakkelijk (door het gieten) den meest geschikten vorm gegeven worden, maar deze ijzersoort roest veel spoediger en wordt dan niet zoo gemakkelijk weer blank. Ook kan een rister van smeedijzer of staal lichter gemaakt worden dan van gietijzer en aangezien het thans ook niet moeielijk valt, bij gebruik van smeedijzer of staal door persing den gewenschten vorm aan het rister te geven, moet vooral de laatste ijzersoort als het geschikste materiaal voor het rister beschouwd worden. Van

eene smeedijzeren schaar wordt de snede evenals die van 't kouter in den regel verstaald. De beste scharen zijn die naar het patent van Ransomes te Ipswich vervaardigd. Genoemde scharen van gietijzer of juister gietstaal zijn zoo vervaardigd, dat de bovenkant der snede weeker is en dus meer afslijt



A. B.

Fig. 116. Ploeghoofd met rister van Eckerts ploegen, A. van rechts, B. van links gezien. Het bovenstuk *a* en de landzijde en zool *b* zijn met pantserplaten van glashard staal voorzien, die het hoofd voor slijting beschermen.

dan de onderkant, waardoor, als er mede geploegd wordt, zij zich zelve scherpen, Fig. 115.

Door de Duitsche fabrikanten, Sack en Eckert, wordt voor het ploeghoofd zeer hard staal gebruikt; dat voor de ploegen van Eckert wordt volgens octrooi vervaardigd en door hem Eckert's staal geheeten, Fig. 116; het rister dezer ploegen is met het harde pantserstaal bedekt of de meest slijtbare deelen van pantserplaten voorzien.

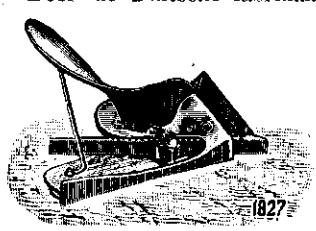


Fig. 117. Inrichting der beitel aan Eckert's ploegen, van onderen gezien. De beitel steekt ongeveer 3 cM. voor de schaar uit en is aan beide einden gescherpt, zoodat zij omgekeerd kan worden.

In het algemeen wordt voor elk deel dier stalen ploegen het meest passende, voor sommige deelen meer veerkrachtig voor andere meer hard, staal gebruikt. Sommige deelen kunnen ook omgekeerd worden, Fig. 117.

Van vele fabrieksploegen kunnen verschillende deelen bijbesteld worden, zie Fig. 89. Tot nog toe vervaardigde Sack ook het rister uit verschillende deelen, die bijbesteld kunnen worden, Fig. 118; thans worden deze meestal door eene afzonderlijke pantserplaat vervangen, Fig. 91. Aangezien de Sack's ploeg als Universalploeg tevens voor andere doeleinden, b.v. als ondergrondsploeg en schoffelmachine kan worden ingericht, kunnen ook de daarvoor dienende deelen bijbesteld of afzonderlijk genomen worden.

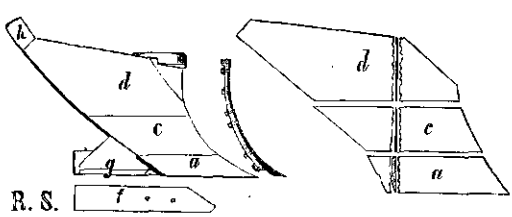


Fig. 118. Vervangbare deelen aan Sack's ploeghoofd, I, verbonden, II, afzonderlijk: *a*, schaar: *c*, middelplaat; *d*, bovenplaat; *f*, molbord of landzijde; *g*, zool met schroef; *h*, verbindingsplaat.

De trekkracht van den ploeg hangt, behalve van de grondsoort en de diepte en breedte der voor, die geploegd wordt, af van zijne geheele constructie en inzonderheid van den vorm des risters. Ook het materiaal, waarvan hij

vervaardigd is en de van een en ander afhankelijke zwaarte zijn hierop van invloed. De deels van deze zwaarte, die de fabrikanten in hunne catalogi opgeven, deels van de geheele constructie afhankelijke wrijving, dat is de schadelijke weerstand, dient natuurlijk zoo gering mogelijk te zijn, maar

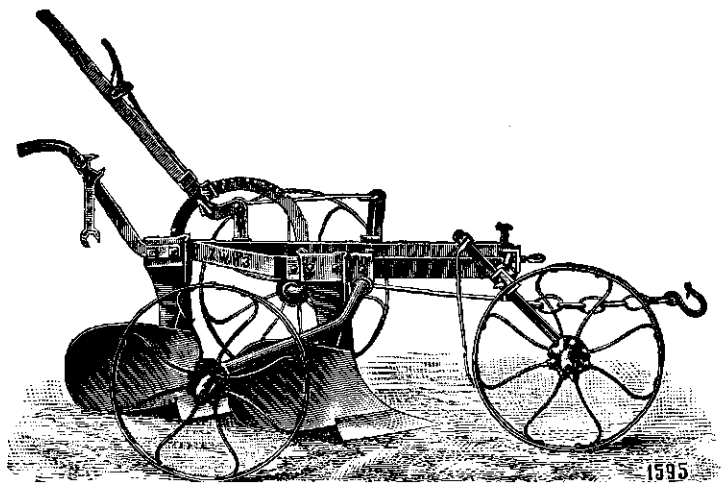


Fig. 119. Eckert's tweescharige ploeg, worden ook driescharig geleverd. Ploegen 4—18 cM. diep en 48—72 cM. breed. Agent Kouveld te Amsterdam.

theoretisch kan dienaangaande weinig bepaald worden en alleen de krachtmeter met zekerheid aanwijzing geven. Bij eene beproeving van verschillende ploegen op de tentoonstelling te Hull, 1873, varieerde de trekkracht van 187.7 KG. tot 477.7 KG.; bij die op de tentoonstelling te Amsterdam, 1884,

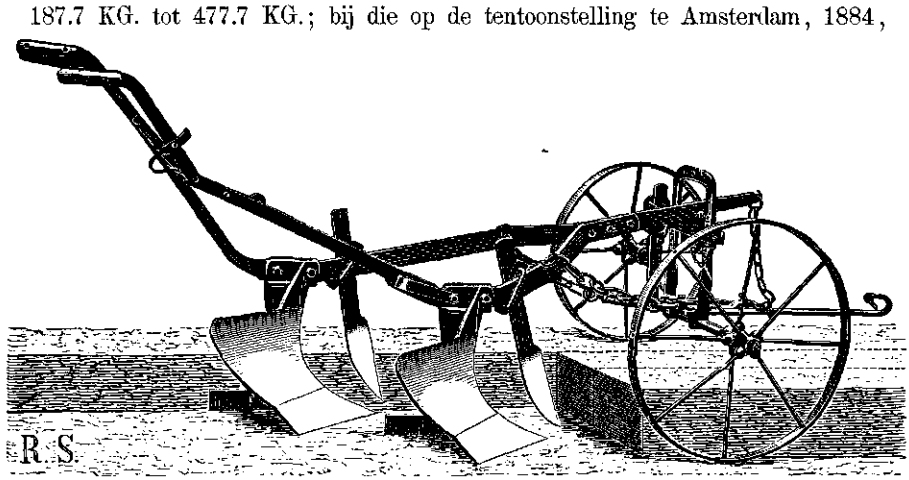


Fig. 120. Sack's tweescharige ploeg met steil, cilindervormig rister.

van éénscharige ploegen voor kleigrond op 25 cM. diepte, van 340—490 KG. Ter vergelijking is het best de trekkracht aan te geven voor 1 dM³ verplaatsten grond. Aldus uitgedrukt, wisselde de trekkracht te Hull af van 31.2 KG. tot 51.2 KG. voor 1 dM³, voor genoemde ploegen te Amsterdam van 48—93 KG., en voor tweescharige ploegen aldaar van 34.9—52.6 KG.

In den vorm en de afmetingen der ploegen bestaat eene groote verscheiden-

heid. Niet alleen bezit elk land zijne min of meer geroemde ploegvormen, zelfs elke provincie ja bijna elke streek eener zelfde provincie heeft haren ploeg, die naar den trap van ontwikkeling van den landbouw wel van zeer verschillende volkomenheid, maar naar den aard van den te bebouwen grond aldaar toch min of meer doeltreffend is.

Sedert de invoering en nabootsing der meestal doeltreffende Amerikaansche, Engelsche, Duitsche en Fransche werktuigen, komt er echter langzamerhand, althans wat de hoofddeelen betreft, meer éénheid in de ploegvormen en treden de naar plaatselijke behoeften eenigszins gewijzigde, meer algemeene ploegvormen op den voorgrond. Zulke vormen stellen onze figuren voor.

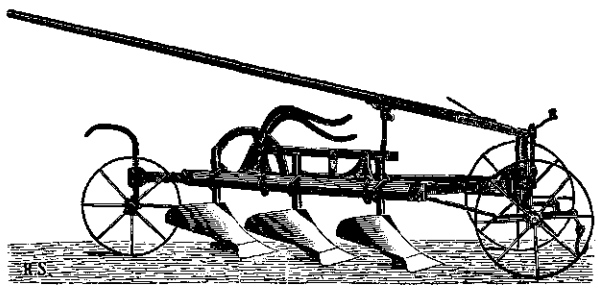


Fig. 121. Sack's driescharige ploeg, met lang schroefvormig rister, voor zware gronden. Agent, L. Nagel te Arnhem.

Een en ander zal tengevolge hebben, dat men langzamerhand, in plaats van de ploegen naar de verschillende streken, als Groninger, Zeeuwsche enz. ploegen te onderscheiden, ze meer in ploegen voor kleigronden, zandgronden enz. onderscheidt. Daarbij kunnen nog gevoegd worden lichte ploegen, meest van staal vervaardigd, welke door een hit of muilezel getrokken kunnen worden en die de meeste ploegfabrikanten voor kleine bedrijven leveren, Fig. 88 en 114. Overigens leveren deze fabrikanten, naar de behoeften in verschillende landen, nog zeer uiteenloopende ploegvormen. Men zie daarvoor de verschillende catalogi.

Bij de afbeeldingen van de meest bekende hebben wij die van een paar hier te lande minder bekende vormen gevoegd, namelijk de Brabantsche ploeg, bij de cultuur van suikerbieten in het noorden van Frankrijk veel in gebruik, en de veel in Amerika gebruikt wordende Sulkyploegen.

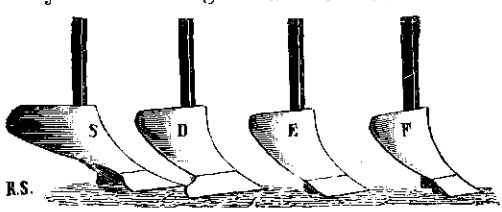


Fig. 122. Verschillende ploeglichamen met risters voor Sack's meerscharige ploegen. S breekt de vurg minder, maakt een gladde vurg.

Bij eene rangschikking der ploegen kan men twee hoofdvormen onderscheiden: balanceer- of balansploegen, die eene nauwkeurige besturing vereischen en ploegen met een voorstel (kar- of radploegen), die, eenmaal gesteld, weinig besturing noodig hebben, wijl zij door hunne inrichting van zelven een goeden gang houden. Tusschenbeide staan de ploegen, waarbij het vooreind van den ploegboom door een voet (voetploeg) of door één of twee raderen wordt ondersteund, ofschoon de inrichting en de regeling van den diepgang meer met die van een balansploeg overeenkomen.

Van de gewone éénhuizige onderscheidt men verder de in de laatste jaren meer in gebruik gekomen twee- of meerhuizige (twee- of meerscharige) ploe-

gen, Fig. 119, 120 en 121, die op twee, soms op drie raderen rusten en waarmede twee of meer voren tegelijk geploegd kunnen worden en de tweevoor- of diepploegen, waarmede getweevoord dat is twee voren diep geploegd wordt, Fig. 101, 108, 111 en 112. Van de meerscharige ploegen is het ploeghoofd langer, kan het geheele lichaam hooger of lager gesteld worden, en daarbij zijn verschillende risters in gebruik, Fig. 122. Bij de twee-voorploegen is men in de keuze van het rister meer beperkt. Van de tot een bijzonder doel dienende ondergrondsploegen zal hieronder en van de hak- en aanaardploegen in de Algemeene Plantenteelt worden melding gemaakt.

Waartoe het ploegen in hoofdzaak dient, is hierboven reeds gezegd. Fig. 123 en 124—127 kunnen een denkbeeld geven, hoe de aarde daarbij omgewerkt wordt. Stelt *abcd*, Fig. 123, de doorsnede van de af te snijden streep gronds (de vurg) voor, dan is *ab* de breedte, *bc* de diepte daarvan. De door 't kouter en de schaar losgemaakte aarde wordt door het rister opgenomen en tengevolge van de hieraangebrachte kromming allengs gedraaid, zoodat zij in de standen $ab^1c^1d^1$, $ab^2c^2d^2$ en eindelijk in den stand $a^1b^3c^3d^2$ gebracht wordt. De figuur wijst verder aan, welken weg het zwaartepunt daarbij neemt; daaruit is op te maken, dat het van stand 1 tot stand 2 rijst, van 2 tot 3 daalt en van 3 tot 4 weder rijst, dat is de brok moet, om te kantelen in den stand 3, eerst in stand 2 gebracht worden en wordt daarna nogmaals opgeheven om in stand 4 te komen. Hoe ver deze draaiing geschiedt, hangt af van de verhouding tusschen de breedte en de diepte waarop geploegd wordt. Wiskundig [1]) kan worden aangetoond, dat, zoo de breedte der voor staat tot hare diepte als 1.414 : 1, de vurgen 135° gedraaid worden en zij onder een hoek van 45° tegen elkander komen te liggen. Bij deze verhouding wordt ook de grootste hoeveelheid aarde aan de lucht blootgesteld en ontstaan de grootste holten in den grond. Wordt de aarde echter niet horizontaal, maar als in Fig. 126 afgesneden, dan verkrijgen de kammen nog grooter oppervlakte en worden ook de holten grooter. Ploegt men bij gelijke breedte eene minder diepe vurg, dan wordt de wending grooter dan 135°, bij meerdere diepte geringer.

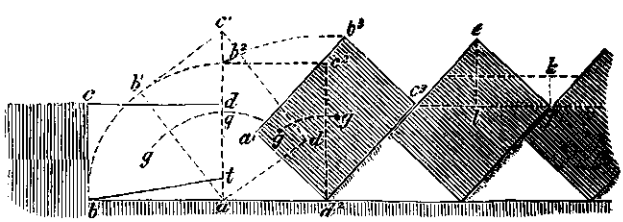


Fig. 123. Voorstelling, hoe de vurg bij het ploegen gekeerd wordt. *abcd*, doorsnede der vurg; $ab^1c^1d^1$, $ab^2c^2d^2$ en $a^1b^3c^3d^3$ de standen, die zij achtereenvolgens heeft; *g* zwaartepunt.

't Spreekt van zelf, dat alleen met goed samenhangende aarde min of meer

---

[1]) Stelt c^3ef, Fig. 123, eenen bij het ploegen verkregen kam voor, dan is in den rechthoekigen driehoek, als $\angle ec^3f = 45°$ is, $\angle efc^3$ ook gelijk 45° en de driehoek gelijkbeenig. Nu is $c^3f = b^3c = ab$, de breedte der voor $= b$ en $ef = c^3e = bc$, de diepte der voor $= a$. In den rechthoekigen driehoek c^3ef is verder $(c^3f)^2 = (ef)^2 + (c^3c)^2$ of $b^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$ of $b = a\sqrt{2} = 1.414a$. Uit de figuur blijkt verder, dat als het in kammen geploegde land vlak geëgd wordt, de kammen ter halver hoogte afbrokkelen en de voren ter halver hoogte vullen, omdat $kf = \frac{1}{2}\ el$ is.

scherpe ruggen verkregen worden. Ook is zulks afhankelijk van den vorm van 't rister. Is dit kort en minder gebogen en wordt de aarde gedwongen met eene steile helling er tegen op te loopen, dan wordt de aarde, juist door de sterkere kromming meer gebroken, dan wanneer met een lang rister, waartegen de aarde als een vlak met geringe helling opstijgt, geploegd wordt.

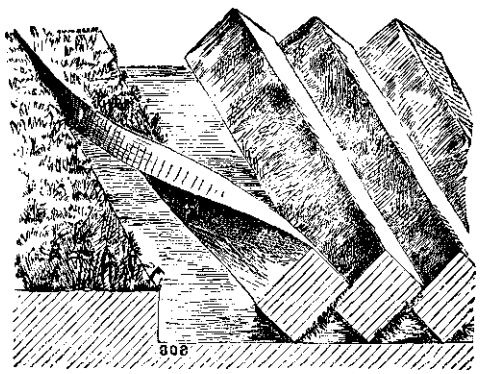


Fig. 124. Rechthoekige vurg, ongebroken.

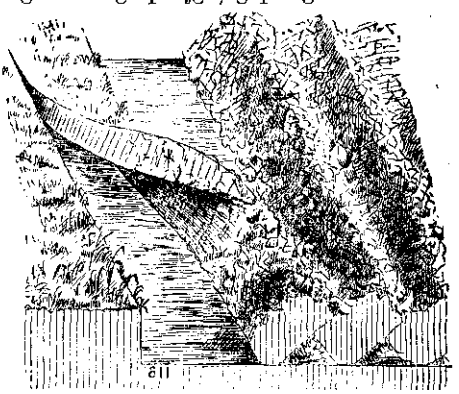


Fig. 125. Rechthoekige vurg, gebroken.

Zoo worden de vurgen als in Fig. 124 en 126 door een lang, die in Fig. 125 en 127 door een kort rister verkregen. Eerstgenoemde wijze van ploegen, inzonderheid die in Fig. 126 voorgesteld, past men meer toe bij het scheuren van graslanden, laatstgenoemde is de meest gebruikelijke op bouwland. Om

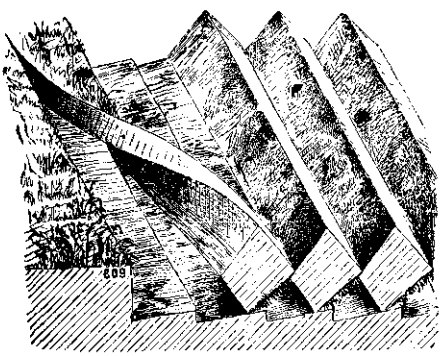


Fig. 126. Kamvormige vurg, ongebroken.

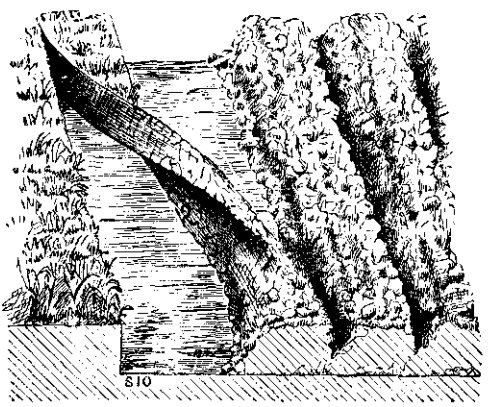


Fig. 127. Breede vurg, gebroken.

dezelfde reden verkruimelt de grond beter als de vurgen, bij eene bepaalde diepte, niet te breed genomen worden [1]).

Evenals de Engelschen leveren de Duitsche fabrikanten thans risters van verschillende vormen om den grond bij het ploegen meer of minder te verkruimelen; Rud. Sack levert ook hoogere ploeglichamen voor het ploegen van zware gronden om mest, veel onkruid of hooge stoppels onder te kunnen brengen.

Aangezien van de breedte der schaar de breedte der af te snijden vurg

[1]) Rosenberg Lipinsky, *Der practische Ackerbau*, II, S. 131.

afhankelijk is, zou hieruit volgen, dat met een en dezelfde schaar slechts op ééne bepaalde diepte geploegd kan worden, om de bovenvermelde gewenschte verhouding tusschen de breedte en diepte der voor te bekomen, en dat men dus voor de verschillende diepten waarop geploegd zal worden, ook verschillende ploegen, althans verschillende scharen zou moeten hebben. Toch is dit niet geheel juist, aangezien de schaar iets smaller kan zijn dan de breedte der voor. De Engelschen houden dit, vooral bij behoorlijk diep ploegen, zelfs voor doelmatig, aangezien in dit geval eene smalle strook vast blijft, waarom de vurg als een scharnier draait, 't welk voor den vasten gang van den ploeg bevorderlijk is.

Neemt men nu in aanmerking, dat dit strookje of in 't geheel niet behoeft te blijven zitten of iets meer of minder groot genomen kan worden; bedenkt men verder, dat het vormen van hooge kammen niet altijd even dienstig is, dan volgt hieruit dat voor het ploegen op verschillende diepte een en dezelfde ploeg toch bruikbaar kan zijn.

Omtrent de wijze, waarop een stuk land al geploegd wordt, in smalle of breede akkers, in ruggen of in ronde akkers of geheel vlak, treden wij in geene bijzonderheden. Op blz. 284 is door ons gezegd, welke naar onze meening de doelmatigste ligging van een stuk land in 't algemeen is. Kan voor de teelt van sommige gewassen een ploegen in ruggen doeltreffend zijn — en hierop komen wij later terug — in 't algemeen achten wij het wenschelijk, dat het ploegen zoodanig plaats hebbe, dat het land, in de veronderstelling dat het goed drooggelegd (gedraineerd) is, na de opvolgende bewerkingen (het eggen enz.) zoo veel mogelijk vlak worde. Niet in smalle,

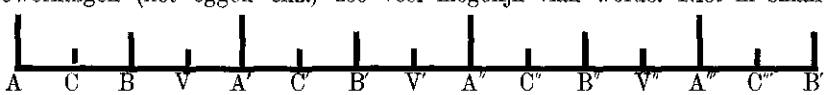


Fig. 128. Indeeling van een veld, dat in 20 meter breede akkers geploegd zal worden.

ronde akkers dus, maar in breede vlakke, want al de nadeelen eener ligging met hoogten en laagten gelden ook voor ronde akkers met daartusschen liggende diepe watervoren. Zullen de akkers b.v. 20 meter breed zijn, dan wordt van den kant 20 meter afgemeten. Laat dit, Fig. 128, het punt A′ zijn; verder wordt in B, op 10 meter van den kant een teeken geplaatst en dan eerst AB, te beginnen in het midden bij C, dus te hoop geploegd; daarna meet men van B tot B′ 20 meter en ploegt A′ B′, te beginnen bij C′, dus weder te hoop en vervolgens wordt A′ B, te beginnen bij A′ of bij B, dus uiteen geploegd, zoodat bij V een voor blijft. Daarna gaat men A″ B″ ploegen, vervolgens A‴ B′ en zoo vervolgens. Wordt later weder geploegd, dan begint men bij V, de voor. Ook het zoogenaamde figuurploegen, waarbij rondom eene figuur, die de gedaante van het stuk land heeft, en in het midden daarvan getrokken is, geploegd wordt, in Duitschland vooral door Rosenberg Lipinsky aanbevolen, kan ook in sommige gevallen doeltreffend zijn.

2. De eg of egge en het eggen.

Geen landbouwwerktuig wordt tot zoo veel verschillende doeleinden gebruikt als de egge. Is dit de reden waarom zij als een der nuttigste werktuigen

wordt beschouwd en zeer algemeen gebruikt wordt in den landbouw, het veelzijdig gebruik heeft ook ten gevolge gehad, dat zij zeer verschillend is gewijzigd, met andere woorden dat er verschillende soorten van eggen bestaan.

In hoofdzaak dient de egge om de door den ploeg losgemaakte aarde te verkruimelen en effen te maken, kweek en andere onkruiden aan de oppervlakte van den grond te brengen, de omgeploegde zode of stoppels te verdeelen en uit elkander te scheuren, de min of meer harde korst, die aan de oppervlakte van den grond mocht voorkomen te verbreken en de lucht daardoor meer toegang te verschaffen tot den grond. Met een of meer dezer doeleinden worden ook niet zelden de te veld staande vruchten en de graslanden geëgd, alsmede het breedwerpig gestrooide zaad met aarde bedekt.

Ofschoon nu niet zelden eene en dezelfde egge voor deze verschillende doeleinden gebruikt wordt, is het toch veel beter haar zoo veel mogelijk in te richten naar het bijzondere doel, dat men met het eggen op het oog heeft. Zij dient dan voorts berekend te zijn naar de grondsoort, die ermede bewerkt zal worden, terwijl hiervan tot op zekere hoogte weder afhankelijk is het materiaal, waaruit zij is vervaardigd.

De egge, Fig. 129, bestaat gewoonlijk uit 3 of meer rechte of kromme

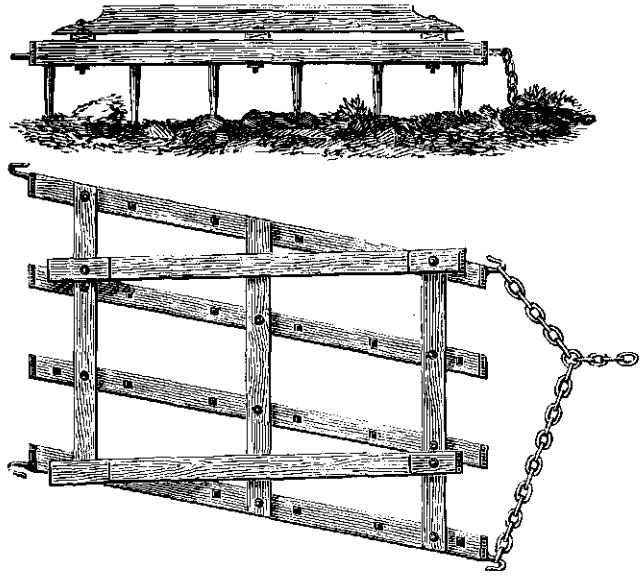


Fig. 129. Paralellogramvormige egge of eg van Valcourt.

balken, die door dwarshouten of -ijzers tot een raam vereenigd zijn. In de balken zijn tanden bevestigd. De gedaante van het raam is zeer verschillend; daarnaar onderscheidt men driehoekige, vierhoekige en onder deze vierkante, paralellogram- en ruitvormige, trapeziumvormige eggen enz. Ofschoon het raam gewoonlijk van hout wordt gemaakt, komen toch ook eggen met ijzeren balken meer en meer in gebruik. De vorm en afmetingen der tanden en van het raam zijn voorts zeer verschillend naar de grondsoort, die bewerkt moet worden en het werk zelf. Voor het dieper bewerken van den grond, vooral

van kleigronden, zijn de zwaardere geheel van ijzer vervaardigde eggen aanbevelenswaardig, Fig. 130. Eene eg met ijzeren balken verstopt ook minder licht, omdat hierbij wegens de geringere dikte der balken meer ruimte daartusschen overblijft, dan wanneer die van hout vervaardigd zijn.

Om eene eg dieper te doen gaan, wordt zij niet zelden met een blok hout bezwaard. De tanden mogen echter nooit zoo diep inzakken, dat de balken over den grond gesleept worden.

Wat aangaat het aantal en de plaatsing der tanden merken wij nog op,

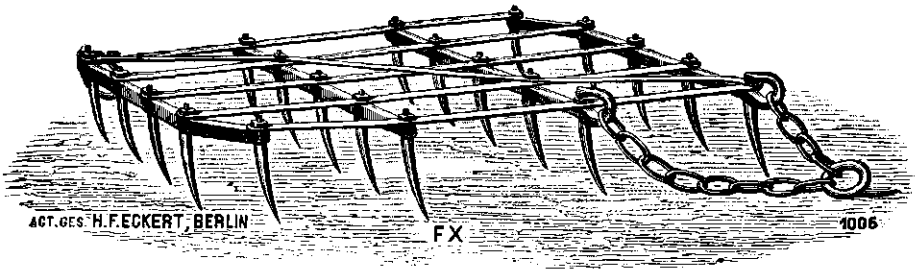


Fig. 130. Eckert's ijzeren eg met kromme tanden voor zware kleigronden. Agent Ch. R. Kouveld, Amsterdam.

dat dit getal niet te groot en de plaatsing zoodanig moet zijn, dat elke tand zijne eigene baan beschrijft, zie Fig. 132, 135 enz., en de afstand dier banen overal dezelfde is; want anders werkt de eg niet gelijkmatig en verstopt zij ook meer gemakkelijk. Voor haren regelmatigen gang is het voorts dienstig, dat zich aan weerszijden van de treklijn, dat is de lijn, die het aanspanningspunt in de richting waarin getrokken wordt doorloopt, evenveel tanden bevinden.

In Fig. 131 A en B wordt een voorstelling (diagram) van eene eg gegeven,

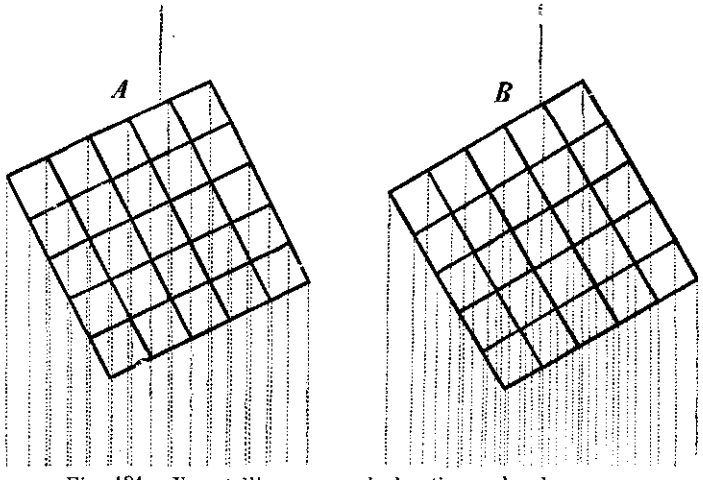


Fig. 131. Voorstelling van ondoelmatig werkende eggen.

zooals zij niet moet zijn en niet moet werken. Wordt, als in A, het aanspanningspunt, dat evenvoudig aan de banen door de tanden beschreven, in het verlengde van het snijpunt der diagonalen van den vierhoek gelegen is, iets

meer naar links aangebracht, zoo beschrijven de 36 tanden feitelijk slechts 16 banen, waarbij de afstand wel vrij gelijk maar waarbij blijkbaar meer dan de helft der tanden overbodig is. Wordt het aanspanningspunt meer naar het midden verplaatst, zoo wordt het aantal banen wel grooter maar de afstand ongelijk en komen zij in het midden zoo dicht bijeen, dat hier weinig werking van de eg te verwachten is en licht verstoppingen zullen plaats hebben.

Het best kunnen de genoemde voorwaarden vervuld worden, wanneer aan het raam den vorm van eene ruit of van een paralellogram gegeven wordt.

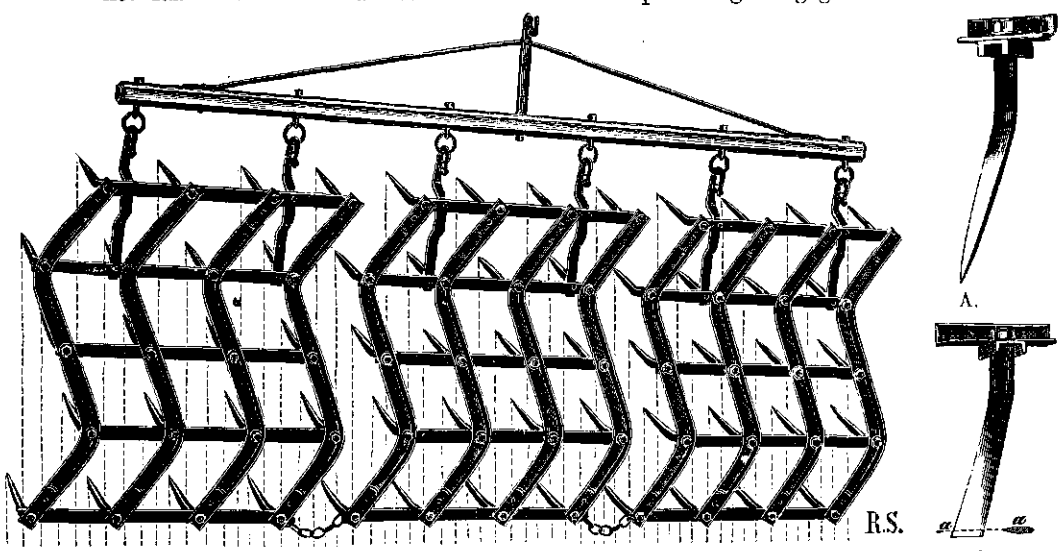


Fig. 132. Zig-zag eg van R. Sack, met kromme tanden. Agent Nagel en Co te Arnhem. A. afzonderlijke tand met doorsnede der lengte- en dwarsbalken; B. mesvormige tand, *a.* dwarsdoorsnede.

Deze vorm heeft ook nog dit voordeel dat bij verplaatsing van het aanspanningspunt, Fig. 129, de afstand der door de tanden beschreven banen meer of minder groot kan genomen worden.

Ook van de zig-zag eggen, het eerst door den Engelschen fabrikant Howard, maar thans ook door verschillende andere buitenlandsche fabrikanten vervaardigd, bestaan de onderdeelen om dezelfde reden uit ruiten, die zig-zagvormig met elkander vereenigd zijn. Genoemde eggen bieden voorts dit voordeel aan, dat zij, uit eene vereeniging van twee of meer smalle eggen, welke aan elkander gekoppeld zijn, bestaande, meer de oneffenheden van den grond volgen, Fig. 132 en volgende.

Ook de eggen van Laacke, waarvan de balken S-vormig, Fig. 136 of onder een hoek van 60° gebogen zijn, Fig. 140 en 141, worden met gelijk doel bij tweeën of drieën gekoppeld.

Daar het gewicht der egge zijne ondersteuningspunten in de tanden heeft, zullen deze des te dieper ingrijpen naarmate bij dezelfde zwaarte hun aantal geringer is, en hoe meer tanden des te minder diep is de werking der eg.

De tanden worden van hout, smeedijzer of het best van staal gemaakt. De doorsnede der houten egge-tanden is meestal rond, die van smeedijzer of staal meestal vierkant, soms ook mesvormig (Sack) en aan het uiteinde òf regel-

matig toegespitst òf beitelvormig (Howard, Ransomes enz.). Een bijzonderen vorm hebben de tanden van Laacke's-eggen: die voor fijne verkruimeling van

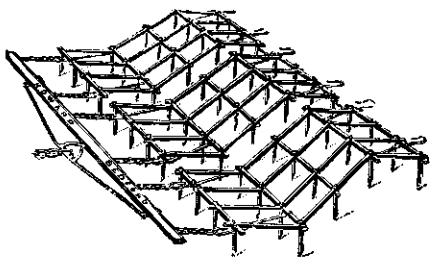


Fig. 133. Howard's origineele zig-zag eg. Agent voor deze en andere eggen van Howard, wed. Massée en zoon te Goes.

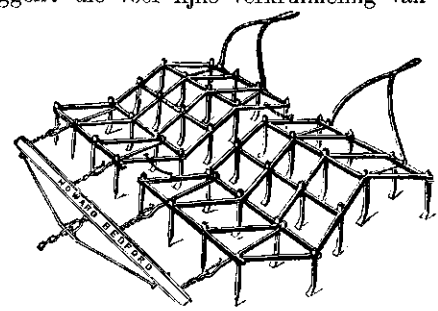


Fig. 134. Howard's diepgaande eg met staarten.

den grond, Fig. 140 en 141 zijn hol en òf cilindervormig met afgesneden einde òf kegelvormig; die van de Adler-egge, Fig. 142, bestaan uit hoekstaal en zijn rechts en links van de op hooge kant geplaatste balken bevestigd, zóó dat de scherpe kant der holle tanden in de richting van het trekpunt der eg gelegen is. Bij de hieronder te vermelden nieuwe werktuigen komen nog andere vormen voor. In de meeste gevallen zijn de tanden recht, soms ook gebogen met de punt naarvoren (kromme tanden).

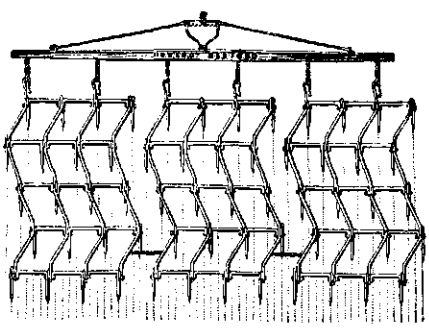


Fig. 135. Howard's stalen zig-zag eg met draaibare dwarsbalkjes en daaraan bevestigde tanden.

De bevestiging der tanden in de balken is ook verschillend.

Zijn de balken van hout, dan worden de tanden eenvoudig in daarvoor gemaakte gaten geslagen, bij ijzeren tanden ook wel met schroef en moer daarin bevestigd, en dit is regel wanneer ook de balken van ijzer zijn, Fig. 130 en volgende.

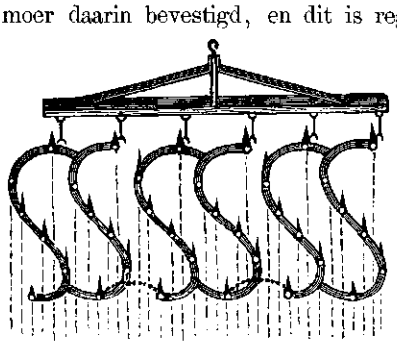


Fig. 136. Laacke's S-vormige akkereg, 3 tweebalkige gekoppeld, worden ook drie- en vierbalkig en met rechte en kromme tanden geleverd door Gross en Co. te Leipzig-Eutritzsch.

Bij de hierboven vermelde eggen van Laacke voor fijne verkruimeling van den grond geschiedt de bevestiging der tanden door eene conische, gespletene huls, die op het conisch toeloopende kopeinde van de tand geplaatst is, en, in het daarmede correspondeerende gat van de eggebalk gesloten, daarin door een moer vastgezet wordt. Bij de oorspronkelijke zig-zag eggen van Howard, Fig. 133, geschiedt de verbinding op de gewone wijze met schroef en moer, maar bij de latere „simplex" eggen, Fig. 135, vormt elke tand één geheel met een dwarsbalkje. Zij worden met schroefbouten en zoo-

genaamde clips of sluitplaten aan de lengtebalken van dubbel T-ijzer bevestigd. Bij het vervoer kunnen deze tanden losgemaakt en, 90° gedraaid, evenwijdig met de balken gelegd worden. Alsdan worden de drie of meer samengekoppelde eggen, die juist op elkander passen, op elkaar gelegd, nemen alzoo weinig ruimte in, terwijl de tanden niet beschadigd worden noch schade kunnen veroorzaken.

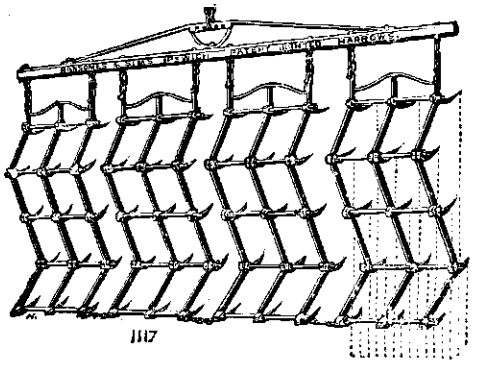


Fig. 137. Ransomes' gelede (jointed) stalen eg.

Evenals bij de gewone S-vormige eggen van Laacke, zijn bij de „Adler" eggen en die voor fijne kruimeling van den grond de dwarsbalken weggelaten. De knie- of S-vormig gebogen balken vormen rechts en links met de treklijn eenen hoek van 60° en 3 of 4 dezer balken zijn voor en achter door een dwarsstaaf tot eene eg-afdeeling verbonden. Twee of drie dezer afdeelingen zijn verder door kettingen aan een gemeenschappelijken trekbalk gekoppeld, Fig. 140 en 142.

De koppeling van twee, drie of meer van zulke afdeelingen of afzonderlijke smalle eggen dient, als reeds gezegd, om te maken, dat zij de oneffenheden van het terrein kunnen volgen. Om dit ook voor de tanden van eene dwarsrij eener afdeeling mogelijk te maken, b.v. bij het overdwarseggen, vervaardigt Ransomes de dwarsbalken van rondijzer en maakt ze eenigszins draaibaar in de lengtebalken, zoodat de tanden aan een en denzelfden dwarsbalk niet zijwaarts maar wel eenigszins op en neer kunnen gaan. Zie Fig. 137 en 138. Dergelijke gelede eggen worden thans ook door andere fabrikanten vervaardigd.

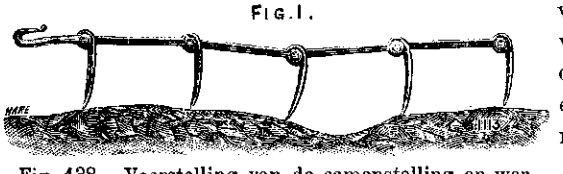


Fig. 138. Voorstelling van de samenstelling en werking van de gelede eg.

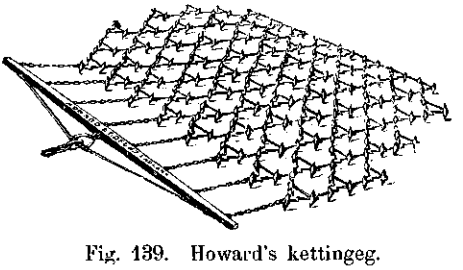


Fig. 139. Howard's kettingeg.

De bevestiging der tanden in de balken geschiedt verder òf loodrecht òf schuins en in dit laatste geval in de richting van het trekpunt. In de „Adler" eg kunnen de tanden hooger of lager gesteld worden en in de nieuwe stelbare eggen van Gross en Co. te Leipzig-Eutritzsch, Fig. 143 en 144, zijn de tanden aan rondijzeren dwarsstaven bevestigd en daarmede ook stelbaar in een verticalen, schuinschen of horizontalen stand. In den laatsten stand, die er bij het vervoer aan gegeven wordt, rust de eg geheel op 4 raderen. De verstelling geschiedt met behulp van een hefboom.

Nog anders is de inrichting van de zoogenaamde kettingeggen, waarvan die van Howard het langst bekend zijn, Fig. 139. Zij bestaan uit eene vereeniging

van stalen drievoeten, waarvan de pooten de tanden der eg vormen. Deze tanden zijn nog verschillend ingericht en van gehard staal vervaardigd; bij de hier afgebeelde is de naarboven gekeerde spits korter dan die naar beneden en de rugzijde afgerond. Het is duidelijk dat deze eggen nog beter dan de gelede eggen de oneffenheden van het terrein volgen.

Het opnoemen van al de soorten van eggen zou eene lange lijst vormen.

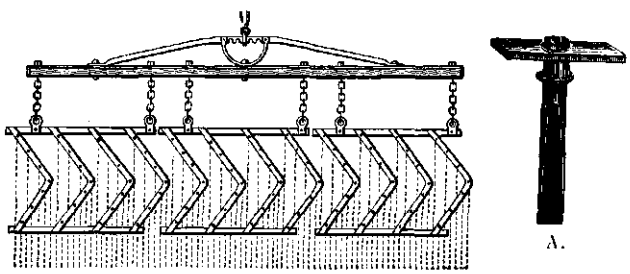


Fig. 140. Laacke's eg voor fijne verkruimeling van den grond met enkelvoudige werking. A. tand.

Na het bovenstaande achten wij zulk eene opnoeming ook minder noodig. Slechts enkele opmerkingen voegen wij nog hieraan toe. Voor het ineggen van zaad wordt eene egge met rechte en met veel tanden genomen, zooals de rhomboïdaalegge, Fig. 129, of een zig-zagegge: die van Howard vooral op zware gronden; Gross en Co. leveren er een met ronde spitse stalen tanden, 10 cM. diep gaande, meer voor lichte gronden.

Om een goed gekruimeld zaadbed voor lichte zaden, als koolzaad en vlas te vormen, dienen de eggen van Gross en Co. met knievormig gebogen balken, vooral wanneer zij eerst overdwars en dan overlangs werken; in het eerste geval komen op 1 meter werkbreedte 28 en worden tanden A, in het tweede geval 40 tanden en worden tanden B gebruikt Fig. 140 en 141.

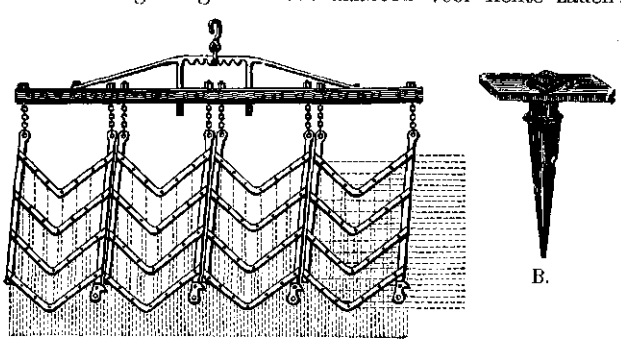


Fig. 141. Laacke's eg voor fijne verkruimeling van den grond met dubbele werking. A. tand.

Voor het bovenhalen der kweek en andere onkruidwortels worden bij voorkeur eggen met kromme tanden, zoogenaamde kweekeggen gebruikt. Ook de gelede zigzag-eggen van Ransomes en die van Laacke met kromme tanden zijn daarvoor zeer doeltreffend, terwijl eggen als die van Howard met deels beitelvormige tanden, Fig. 134, en die van Gross en Co. met holle tanden en scherpen kant, Fig. 143, vooral dienen voor het diep losmaken van den grond, b.v. in het voorjaar.

De kettingeggen worden het meest gebruikt voor het verkruimelen en verdeelen van de over graslanden uitgespreide aarde en mest, maar ook voor het ineggen van lichte zaden; die van Howard wordt op bouwland omgekeerd, dat is met de kortere spitsen naarbeneden gebruikt.

Wanneer het eggen dienen zal om den grond te verkruimelen, is het van

't grootste belang dat de vochtigheidstoestand van den bodem wel in acht genomen worde. Is de grond te vochtig, dan hechten de kluiten, zich ook soms verdeelende, toch weer aaneen of worden ineengeperst. Is hij te droog, dan laten zij zich niet dan met groote moeite verdeelen. Zie ook bl. 247. In andere gevallen wordt de grond door het eggen te veel verkruimeld.

Het eggen heeft gewoonlijk in de richting, waarin geploegd is, plaats. Wordt tweemaal achter elkander geëgd, dan geschiedt het tweede maal veelal overdwars. Ook wordt wel overhoeks geëgd en wel zoodanig dat de balken der egge evenwijdig met de voren loopen. Daardoor worden de lage plaatsen van het geploegde land beter getroffen.

Ofschoon de eg zonder opzettelijke hulp meestal eene schommelende beweging aanneemt, daar de weerstanden van den grond niet overal dezelfde zijn, tracht men haar, vooral wanneer geëgd wordt om het onkruid te vernietigen, maar ook bij het ineggen van zaad, eene schuifelende of draaiende beweging te geven, zoodat de tanden niet steeds in eene rechte lijn voortgetrokken worden. Daartoe bevestigt men aan hare achterzij een zoogenaamd tebhout of tebber, waarmede de werkman haar opzij en omhoog kan halen. Tevens wordt, wanneer veel ruigte of veel kluiten op het land gevonden worden, het verstoppen daardoor voorkomen, wijl de arbeider deze, door de eg opzij of omhoog te trekken, kan laten voorbijgaan. Ook

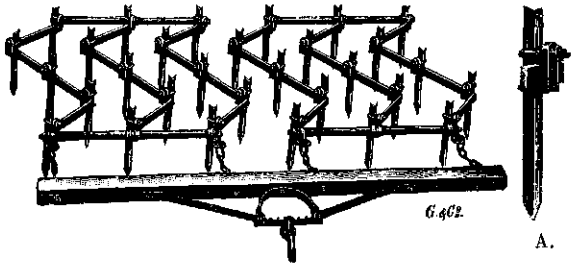


Fig. 142. Laacke's nieuwe akkereg „Adler" met verstelbare, driekantige holle tanden. A. tand van de „Adler" eg.

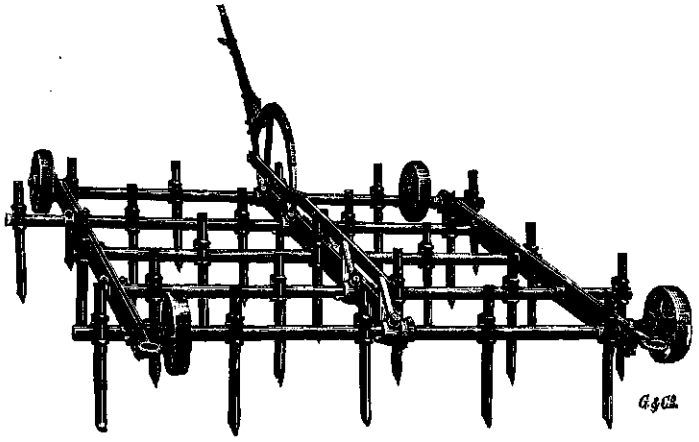


Fig. 143. Eg met verstelbare tanden van Gross en Co. te Leipzig-Eutritsch. De tanden zijn hier verticaal of in haar hoogsten stand geplaatst en werken dan 20—25 cM. diep. Zij kunnen echter ook schuin geplaatst worden en werken dan ongeveer 15 cM. diep. Buiten werking gesteld zijn zij horizontaal geplaatst, zie Fig. 144.

zijn hiertoe eggen in gebruik, waarvan de tanden schuins geplaatst en in het midden langer zijn (Zeeuwsche of springegge), en die zonder hulp van

den werkman vrij sterk in eene op- en neergaande beweging geraken. De stootende beweging dezer eggen is echter zeer nadeelig voor de trekdieren, te meer daar deze — zal het eggen doel treffen — een niet te langzamen gang mogen hebben. Om deze reden wordt voor dit doel aan de eggen met schuinsche of kromme, maar alle even lange tanden, tegenwoordig vooral op

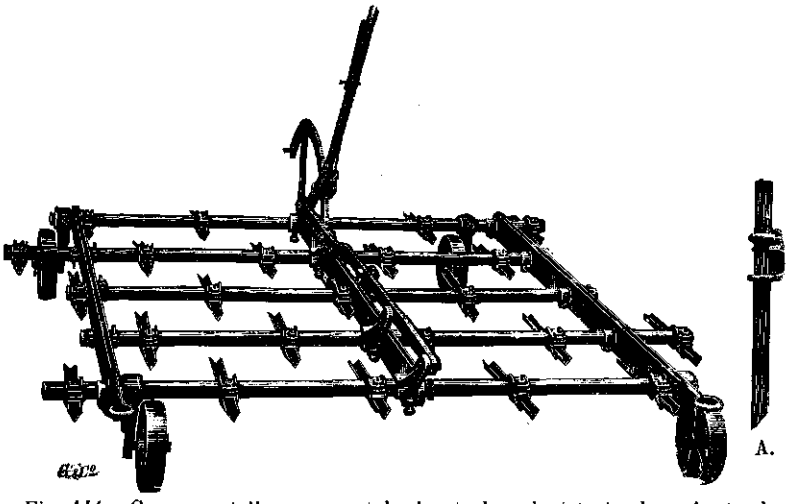


Fig. 144. Gross verstelbare eg met horizontaal geplaatste tanden. A. tand.

de niet te zware kleigronden de voorkeur gegeven. Bij Howard's eg, Fig. 134, dienen de staarten om de tanden in den grond te drukken en zoo de eg dieper te doen gaan, of ook, bij verstopping, uit den grond te trekken om de tanden te kunnen zuiveren.

3. De rol en het rollen.

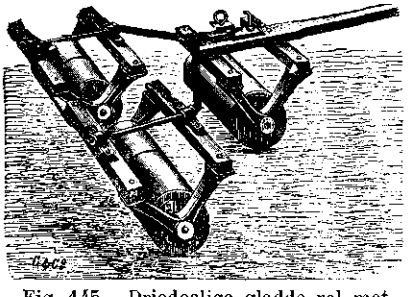


Fig. 145. Driedeelige gladde rol met disselboom van Gross en Co. te Leipzig-Eutritsch, van hout (of ijzer): die van hout 45 en 50 cM. en die van ijzer 40 cM. in middellijn. Lengte 2.00 à 2.30 cM.

De rol, het rolblok of de wentel wordt hier te lande meer gebruikt ter bewerking van het reeds bezaaide of met planten bezette land, dan wel om den grond voor het opnemen van 't zaad geschikt te maken. Soms gebruikt men hem tot het verbrijzelen van de kluiten vóór het zaaien.

De hier te lande meest gebruikte rollen bestaan uit een massieven of hollen houten cilinder; in het midden der beide einden daarvan zijn tappen aangebracht, waarmede hij in een raam kan draaien. Een der rollen in Fig. 145 afgebeeld komt met deze inrichting het meest overeen. De holle rollen, van grooteren diameter als de kleine en daarom minder trekkracht vereischende, zijn soms zoo ingericht, b.v. die van Eckert, dat zij met eene grootere of kleinere hoeveelheid water gevuld kunnen worden of is het raam van boven van een bak voorzien, waarin steenen geplaatst kunnen worden, of van een zitplaats voor den drijver voorzien,

Fig. 146 en 147, om ze zwaarder te maken en alzoo de door den rol uitgeoefenden druk te vergrooten. Op enkele plaatsen zijn ook rollen van zerk of zandsteen in gebruik.

De meeste rollen echter, althans die in het buitenland in gebruik, worden

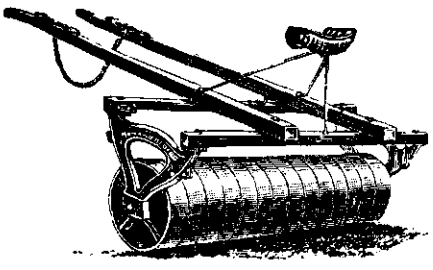


Fig. 146. Howard's segment-rol, 50—100 cM. in diameter en 2.40 M. lang. Agent wed. Massée en Zoon te Goes.

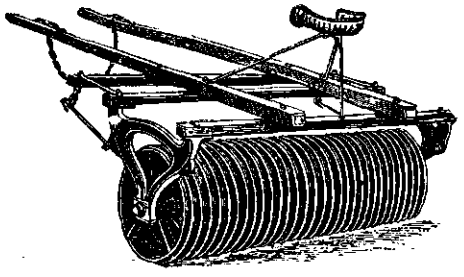


Fig. 147. Howard's gegroefde ringrol: 43—66 cM. in diameter en 1.80—2.40 M. lang.

tegenwoordig van gietijzer gemaakt. Ook zijn in dit oorspronkelijk eenvoudige werktuig allengs verschillende wijzigingen aangebracht.

Vooreerst in de bespanning. Het eenvoudigst geschiedt dit met een ketting

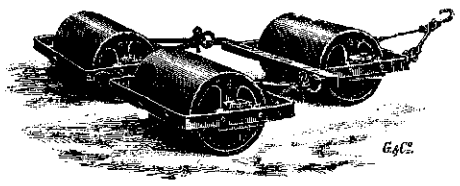


Fig. 148. Driedeelige ijzeren gladde rol van Gross en Co. met ijzeren raam; zie ook Fig. 145.

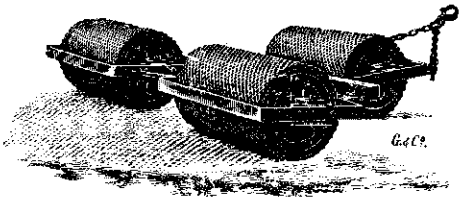


Fig. 149. Driedeelige ijzeren rol van Gross en Co. met ruwe oppervlakte.

aan het raam en het zwengelhout; aan de tegenovergestelde zijde van het raam is dan soms een touw bevestigd, waarmede de drijver den loop eenigszins leidt. Gemakkelijker gaat die besturing echter wanneer aan het raam een

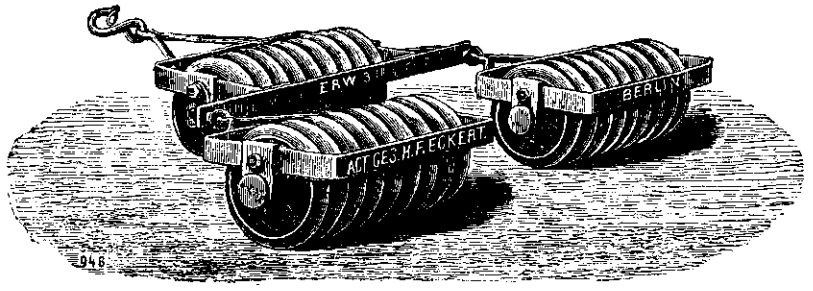


Fig. 150. Eckert's driedeelige ijzeren ringrol, Agent Kouveld te Amsterdam. De ringen zijn 34 cM. in middellijn en hebben eene breedte van 8 cM. Zij zijn draaibaar om de ijzeren as, waardoor zij zich zelve schoonhouden.

lemoen of disselboom bevestigd is, Fig. 145 en 146. Bajac levert voor de betere besturing een raam met twee eenvoudige vóórraderen.

Een tweede wijziging is dat men twee of meestal drie kleinere rollen

bijeenvoegt om de oppervlakte van den bodem, b.v. van ronde akkers, beter te kunnen volgen.

Verder heeft men rollen met een gladde en met eene ruwe oppervlakte, Fig. 149. Ook zijn in gebruik rollen waarvan het cilindervormig oppervlak uit niet aan elkander sluitende eikenhouten ribben bestaat (Bajac).

Meer verschillend hiervan zijn de rollen welke uit een groot aantal schijven bestaan, die op ééne as bevestigd zijn. Men kan deze in het algemeen ring-

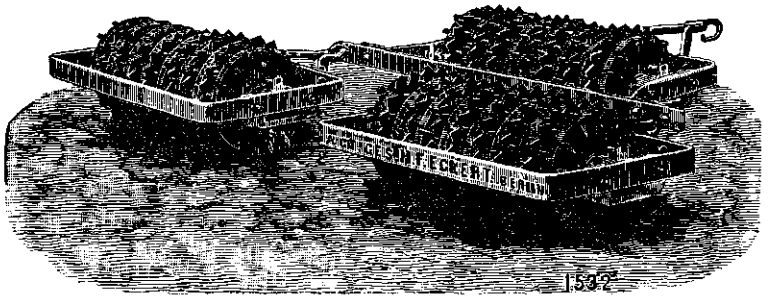


Fig. 151. Kluitenbreker of Cambridge rol van Eckert, Agent Kouveld te Amsterdam. De breedere gladde ringen zijn 38 cM. in middellijn en 8 cM. breed, de smallere getande ringen 42 cM. in middellijn en 2 cM. breed. Beide draaien los om de as, maar de tweede hebben in het midden eene grootere opening, die haar eene grootere speelruimte om de as veroorlooven.

rollen noemen en onderscheidt daarvan naar den vorm van de doorsnede der ringen nog verschillende soorten (Segment- en wigvormige, Croskill, Cambridge, Corbett, Spencer enz.). Bij de Segment-rollen Fig. 146 is de oppervlakte glad of de doorsnede rechthoekig, en deze werken als gewone gladde rollen, dat

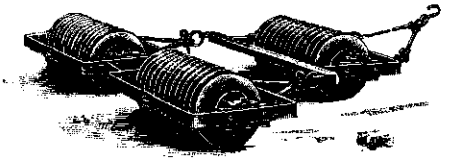


Fig. 152. Driedeelige enkele ringrol van Gross en Co. In elke rol 11—13 ringen; doorsnede der ringen 35 cM.

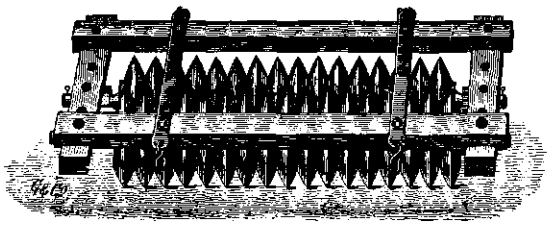


Fig. 153. Eendeelige dubbele ringrol van Gross en Co. te Leipzig-Eutritzsch.

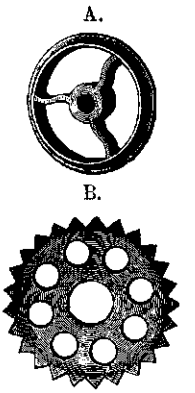


Fig. 154. A, gladde ring, van terzijde gezien, en B. getande ring in doorsnede van den Cambridge rol van Gross en Co.

is drukken den bodem min of meer gelijkmatig samen. Aangezien echter elk segment onafhankelijk van de andere om de as kan draaien, geeft dit eene groote gemakkelijkheid bij het wenden en schuift de aarde daarbij minder op een hoop. Hetzelfde is het geval met die rollen waarvan de ringen wigvormig

of gegroefd zijn, Fig. 147 en 150, maar waarbij de bodemoppervlakte minder vlak wordt als bij de bewerking met een gladden rol maar meer oneffen blijft.

Bij de overige ringrollen, die meer dienst doen als kluitenbreker, zijn òf alle ringen van scheurkies-vormige verhevenheden voorzien (Howard), òf geribd, voor een deel ook tangentiaal aan de zijden (Croskill), Fig. 155, òf ster- of kegelvormig (Küster); òf ringen, met radiaal geplaatste tanden, wisselen of met gladde of met Croskill-ringen, Fig. 154 en 155. Ook deze rollen zijn òf enkelvoudig òf de ringen tot twee of als in onze figuren tot drie cilinders vereenigd. Zijn bij de ringrollen de ringen tot twee cilinders, Fig. 153, vereenigd, dan grijpen de scherpe kanten van den eenen cilinder in de holten tusschen twee ringen in den anderen, waardoor de aangehechte aarde verwijderd wordt.

Dienen de ringrollen meer bepaald voor kluitenbreker, zooals bij de oor-

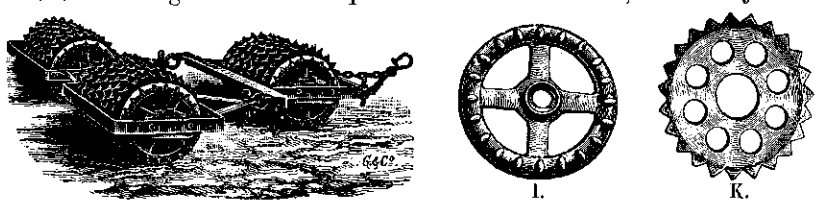


Fig. 155. Gecombineerde Croskill- en Cambridge-rol. Van ringen I 7 à 8 en van ringen K 6 à 7 in één' rol.

spronkelijke Croskill's, dan zijn de ringen overeenkomstig hun doel veelal zwaarder.

Bij het gebruik dezer werktuigen tot het verbrijzelen der kluiten moet ook zooveel mogelijk met den vochtigheidstoestand van den grond rekening worden gehouden, bl. 247; en om het samenschuiven der aarde op de wendeakkers te voorkomen, is het gewenscht de verschillende gangen niet te dicht bijeen te nemen.

Over het gebruik van den rol bij het zaaien en bij het verplegen van de te veld staande gewassen, zal in Deel II gehandeld worden. Hier merken wij nog op dat tengevolge van het dichtrollen van den bodem, deze aan de oppervlakte meer vochtig blijft maar naar beneden meer uitdroogt dan wanneer hij met een verkruimeld laagje grond is bedekt, aangezien in het eerste geval het verband met de capillairen in den ondergrond blijft bestaan, derhalve vocht aan de oppervlakte kan stijgen en hier verdampen, terwijl in het tweede geval dit verband verbroken wordt en het verkruimelde laagje wel sterk uitdroogt, maar de grond daaronder vochtiger blijft.

4. Eenige nieuwe landbouwwerktuigen en het daarmede verrichte werk.

De ploeg, de egge en de rol vormden, nog niet lang geleden, de eenige werktuigen tot bearbeiding van den bouwgrond; zij zijn het nog daar, waar de landbouw op een geringeren trap van ontwikkeling staat. Langzamerhand zijn echter nog andere werktuigen daarvoor uitgedacht en veelvuldige wijzigingen in de bestaande aangebracht. Sommige hiervan worden wel enkel in de bergplaats des landbouwers of in landbouwverzamelingen aangetroffen of zijn slechts onder enkele omstandigheden of voor bijzondere doeleinden te

gebruiken, b.v. de ronddraaiende egge, die bij het voorttrekken kromme banen beschrijft en de Noorweegsche egge, waarbij de tanden op eene ronddraaiende as op een onderstel bevestigd zijn. Zoo ook Randall's kruimelaar die bestaat uit twee rijen schijven, welke op verschillende, ten opzichte van de richting waarin getrokken wordt verstelbare, assen geplaatst zijn. De schijven worden door hare zwaarte in den grond gedrukt, bij het voorttrekken rondgedraaid en schuiven de aarde op zij, mengen haar en verbrijzelen min of meer de kluiten. Voor een dergelijk doel is ook eenige jaren geleden de Amerikaansche Acmé-egge aanbevolen. Bij dit werktuig zijn aan een raam messen bevestigd, die in den vorm van een ploegrister gewonden zijn en, over den grond gesleept wordende, dezen verkruimelen en mengen. Onder den naam van *herse écroûteuse-émotteuse* levert Bajac te Liancourt een werktuig, dat uit een viertal ronde staven, aan den omtrek van tanden voorzien en die in een raam kunnen draaien, bestaat.

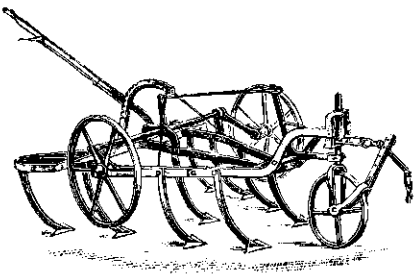


Fig. 156. Zich zelven lichtende Schotsche grubber of cultivator van Howard; Agent wed. Massée en Zoon te Goes.

Eene andere groep van werktuigen is reeds lang bekend onder den naam van extirpators, scarificators en cultivators. Van deze wordt het meest gebruikt een werktuig van den vorm ongeveer als Fig. 156, en dat wij onder den

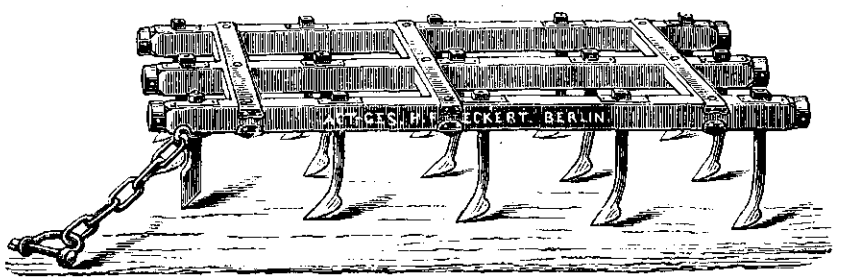


Fig. 157. Kruimelaar (Krümmer) van Eckert; Agent Kouveld te Amsterdam; worden ook driehoekig geleverd.

meest algemeenen naam van *cultivator* zullen vermelden, maar dat ook wel *extirpator* of *scarificator*[1]) en eenigszins gewijzigd en ingericht voor eene diepere bewerking van den grond, vooral bij stoomcultuur, gewoonlijk *grubber*

[1]) Extirpator beteekent uittrekker; de scharen hebben daarbij meer den vorm van een kromtand-egge, zij zijn spits of beitelvormig en aan de voorzijde afgerond, omdat zij dienen om de wortels uit te trekken maar niet stuk te scheuren of af te snijden. Scarificator (Eng. scarifier) beteekent schoffelwerktuig; de scharen daarvan eindigen in schoffeltjes; met breedere scharen voorzien, heet het werktuig in Frankrijk *déchaumeuse*, omdat het dient om de bovenste laag aarde af te schillen.

Bajac te Liancourt levert een soort van universeelen cultivator, waaraan verschillende scharen of scharen met verschillende schoffels bevestigd kunnen worden, ook veerende tanden, zooals bij de hieronder te vermelden nieuwe cultivators; het werktuig heet dan *piocheur-vibrateur*.

wordt geheeten. De cultivator, Fig. 156, bestaat uit een raam (stel), dat op drie raderen rust en hierop kan worden voortgetrokken. Aan het raam zijn 5 of meer ijzers bevestigd op een zoodanigen afstand, dat de scharen, welke zij dragen en nog van verschillende vormen kunnen zijn, den grond tot op zekere diepte regelmatig afschillen en losmaken. De diepgang der scharen wordt geregeld door het hooger of lager stellen der assen van de wielen en met behulp van een hefboom, waarmede zij tevens uit en in het werk kunnen worden gezet. Wordt namelijk het uiteinde van den hefboom naar beneden gedrukt, zoo draait de hieraan bevestigde as rond, en worden de scharen met behulp van trekstangen uit den grond gelicht. De hier afgebeelde van Howard is echter zoodanig ingericht, dat het uit den grond trekken der scharen door de paarden geschiedt, waartoe de hefboom slechts losgemaakt behoeft te worden. De hefboom kan voorts aan het boogvormig ijzer vastgezet worden, waardoor

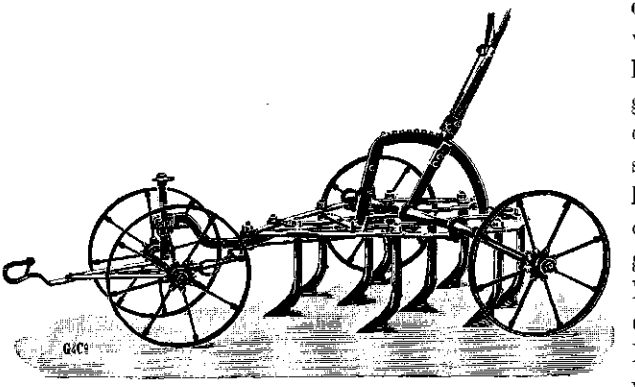


Fig. 158. Stelbare en op raderen vervoerbare cultivator of kruimelaar (Krümmer) van Gross en Co. te Leipzig-Eutritzsch.

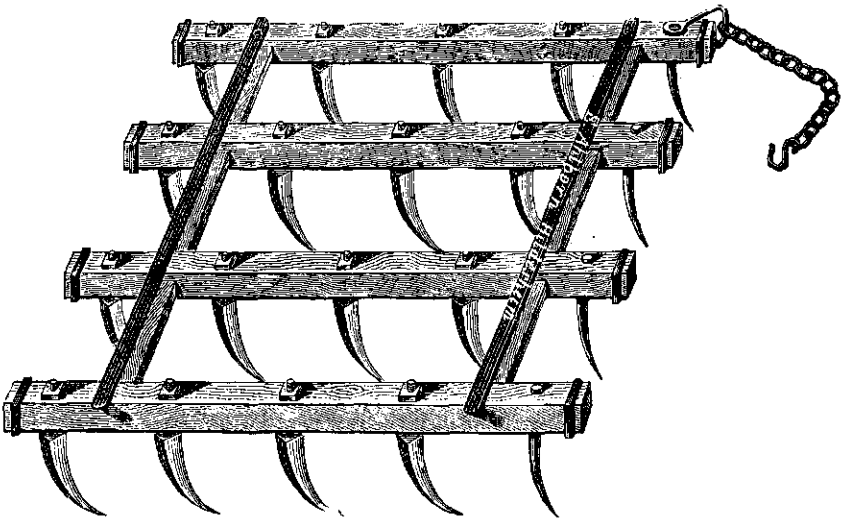


Fig. 159. Schotsche lepelegge van Ahlhorn te Hildesheim.

de scharen, behalve geheel uit het werk, op verschillende diepte kunnen worden geplaatst.

De cultivator wordt gebruikt om in plaats van het zoogenaamde stoppelploegen, na den oogst, den grond oppervlakkig te doorwoelen, zoodoende de stoppels en onkruiden los te maken en het onkruidzaad tot ontkieming te

brengen. Met 2 à 3 paarden bespannen wordt dan in denzelfden tijd niet slechts meer werk geleverd, maar het werk wordt ook beter geacht, daar de onkruidwortels minder stuk gesneden en in hun geheel naar boven worden gebracht en de onkruidzaden beter ontkiemen. Hij verricht dus deels het werk van eene eg, deels van een' ploeg. Ook dient hij om den in den herfst geploegden maar onbezaaiden grond in het voorjaar door te werken.

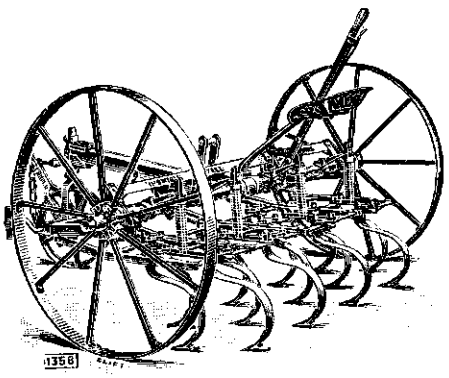


Fig. 160. Ransomes' cultivator, Bamford's patent, met zich zelf scherpende omkeerbare messen aan veerkrachtige ijzers bevestigd die door een hefboom en door veeren matig in den grond gedrukt worden.

Wegens de niet geringe trekkracht van den cultivator, geven vele landbouwers echter, vooral voor laatstgenoemde bewerking, de voorkeur aan eene beitelegge of zoogenaamden *kruimelaar* (Krümmer), zijnde eene gewone ijzeren eg met schoffel- of beitelvormige tanden voorzien, waarvan Fig. 157 een denkbeeld kan geven. Ook deze kunnen op een stel met raderen bevestigd worden, waardoor de trekkracht geringer wordt en de diepte waarop de scharen in den bodem zullen dringen meer geregeld kan worden. Het werktuig komt dan vrij wel overeen met een cultivator en kun dan ook dienen voor het bewerken der stoppelvelden, Fig. 158. Dieper kan de grond bewerkt en tevens min of meer gekeerd worden met de *lepelegge*, een werktuig, dat tot ongeveer gelijk doeleinde wordt gebruikt als de hierboven vermelde beiteleggen, of ook eene eg waarvan de tanden den vorm van een osschoorn hebben (*oshoornegge*). Fig. 159 stelt een dergelijk werktuig, de Schotsche lepeleg voor.

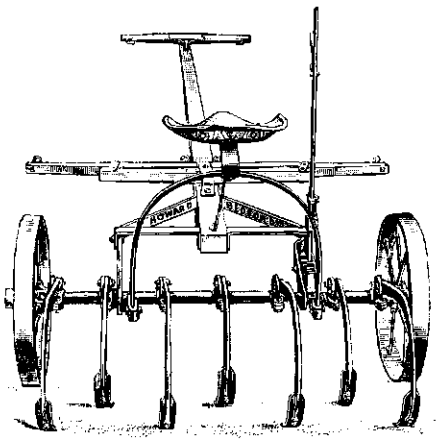


Fig. 161. Howard's cultivator, Macleod's patent, Agent wed. Massée en Zoon, te Goes. Voorzien van omkeerbare scharen.

Al deze werktuigen vereischen echter tamelijk veel trekkracht. De betere staalfabricatie heeft nu geleid tot de vervaardiging van lichtere cultivators, waarbij aan veerkrachtige gebogen staven kleine scharen, nog van verschillenden vorm, bevestigd zijn en die niet als de gewone, bij wijze van een schoffel werken, welke min of meer op den bodem rust, maar meer op de wijze van een hak. De gebogen veerkrachtige staven zijn aan een stel op raderen bevestigd en kunnen met behulp van een hefboom uit en in het werk gezet worden.

Een dergelijk werktuig werd het eerst in 1893 door de firma Massey-Harvis en Co. te Londen op de tentoonstelling te Chester gebracht. Het meest

komt daarmede overeen de cultivator thans door de firma Ransomes en Co. te Ipswich vervaardigd, de *Ipswich steel cultivator*, Fig. 160. Op hetzelfde beginsel berustende, maar eenvoudiger ingericht zijn de *champion-cultivators* van Howard, Fig. 161 en die, van andere scharen voorzien, òf als distelsnijder, Fig. 162, òf voor het aanaarden van aardbeziën en voor het bewerken van den grond in hoptuinen enz. kan worden ingericht.

Ook de *ondergrondsploegen* en *grondwoelers*, die dienen om den grond onder de gewone bouwvoor los te maken komen meer en meer in gebruik. Ofschoon uitwendig veel overeenkomst met eenen ploeg hebbende, bezitten zij geen rister, maar aan het lichaam is eene schaar bevestigd, die ongeveer de gedaante heeft van een gelijkbeenigen driehoek en, door den grond getrokken, dezen opbreekt en min of meer ter zijde schuift. Fig. 163 en 164 stellen ondergrondsploegen voor; zij worden meestal door de geploegde voor getrokken, om deze 10—25 cM. dieper los te maken. Naarmate deze bewerking meer of minder diep zal gaan, worden soms nog verschillende scharen gebruikt.

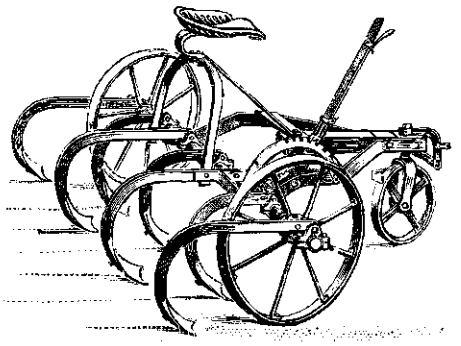


Fig. 162. Howard's cultivator voor het uittrekken en afsnijden van distels.

Een ondergrondsploeg maakt den ondergrond eenvoudig los, zonder dien aan de oppervlakte te brengen. Wil men bovendien den losgemaakten ondergrond naarboven werken, dan dienen daarvoor de ploegen voor diepe bewerking (*diepploegen*) van Sack, Eckert, Bajac en anderen, Fig. 101, 108 en 111.

Ook kan de tweescharige ploeg van Sack, Fig. 120, zoo worden ingericht

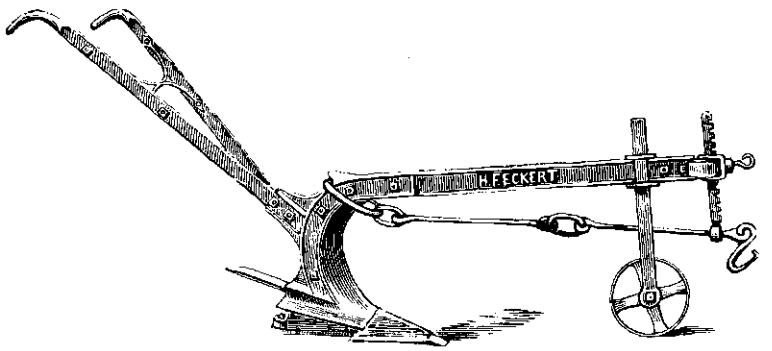


Fig. 163. Eckert's ondergrondsploeg met beitel, Agent Kouveld te Amsterdam.

dat het rechtsche ploeghoofd door een grondwoeler wordt vervangen. Deze maakt dus den grond in de opene ploegvoor van den vorigen gang los, terwijl die losgemaakte grond door de terzelfder tijd geploegde vurg wordt bedekt. Ook Ransomes vereenigt op die wijze een grondwoeler met een ploeg. Eckert's tweevoorploeg, Fig. 119, kan op eene dergelijke wijze van een grondwoeler worden voorzien, maar ook richt deze de enscharige ploegen thans zoo in, dat achter het ploeglichaam een grondwoeler bevestigd kan worden, Fig. 165,

die dus den bodem in de pas geploegde voor los maakt, wat in zooverre minder doelmatig is, omdat de trekdieren dezen bij den volgenden gang weder vasttreden, en dit bij de evengenoemde inrichting niet het geval is.

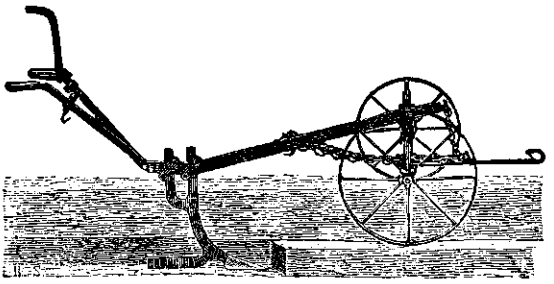


Fig. 164. Sack's Universalploeg als ondergrondsploeg ingericht, Agent L. Nagel en Co. te Arnhem.

Ook de tweescharige ploegen kunnen als nieuwere werktuigen worden beschouwd. Zij worden als *schilploegen* gebruikt om de stoppels, vooral van klavers en graslanden, dunnetjes om te ploegen of te schillen, of tot het onderploegen van zaaizaad.

Nog vestigen wij de aandacht op de *sleepers*, in enkele streken van Nederland in gebruik, en die dienen om den akker geschikt te maken voor het zaaien met de zaaimachine. Wanneer het land namelijk daartoe met den ploeg of met een cultivator bewerkt is, wordt het niet dadelijk geëgd en gerold, maar eerst met den sleeper vlak gemaakt. Deze bewerking is weinig kostbaar en schijnt op een milden grond zeer doelmatig te zijn.

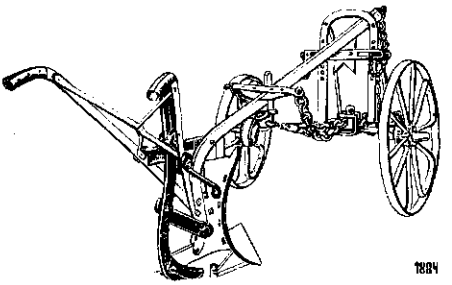


Fig. 165. Grondwoeler (Grubberfuss) van Eckert's éénscharige ploegen.

De sleeper, ook sleep of akkersleep genoemd, hier te lande in gebruik, is een zeer eenvoudig werktuig.

Stellen wij ons voor eene eenigszins groote ploegslede, ongeveer 1.20 M. breed en 1.80 M. lang, waarvan de ondersteuningsbalken niet twee, maar vier in getal zijn, zoo kan men zich ongeveer een denkbeeld vormen van den

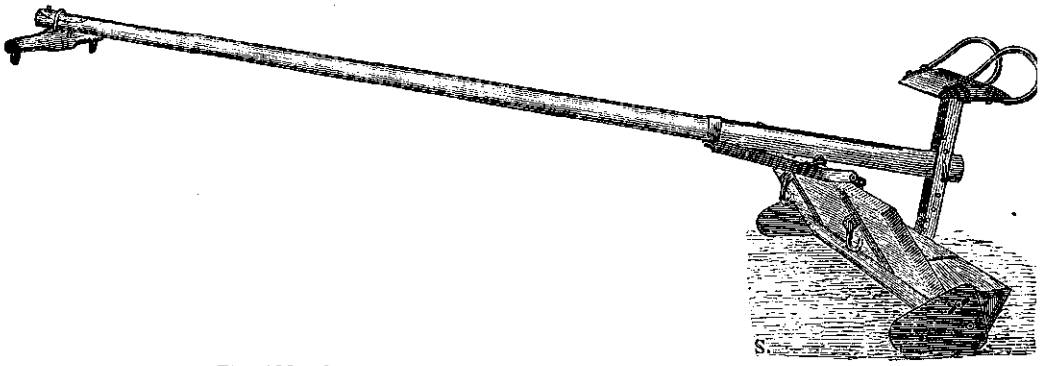


Fig. 166. Sack's akkersleep, Agent L. Nagel en Co. Arnhem.

sleeper, gelijk die o. a. op 't eiland Schouwen algemeen in gebruik is. De ondersteuningsbalken zijn echter kleiner dan die van eene ploegslede; tevens is er nog dit verschil, dat men de paarden er dwars voorspant, dus juist aan de lange en niet zooals bij eene slede aan de korte zijde.

Evenals bij de gewone eg wordt aan de achterzijde een touw of eene ketting aan den sleeper bevestigd, waarmede men het werktuig aan het einde van den akker kan keeren. Naarmate de grond lichter of zwaarder is en zich in een meer of minder gekruimelden toestand bevindt, gebruikt men lichtere of zwaardere sleepers. Soms wordt aan den voorkant van den sleeper eene rij scherpe, driehoekige tanden bevestigd, die moeten dienen om de eenigszins harde aardkorst stuk te breken. Men noemt het werktuig in dien vorm gewoonlijk tandensleeper.

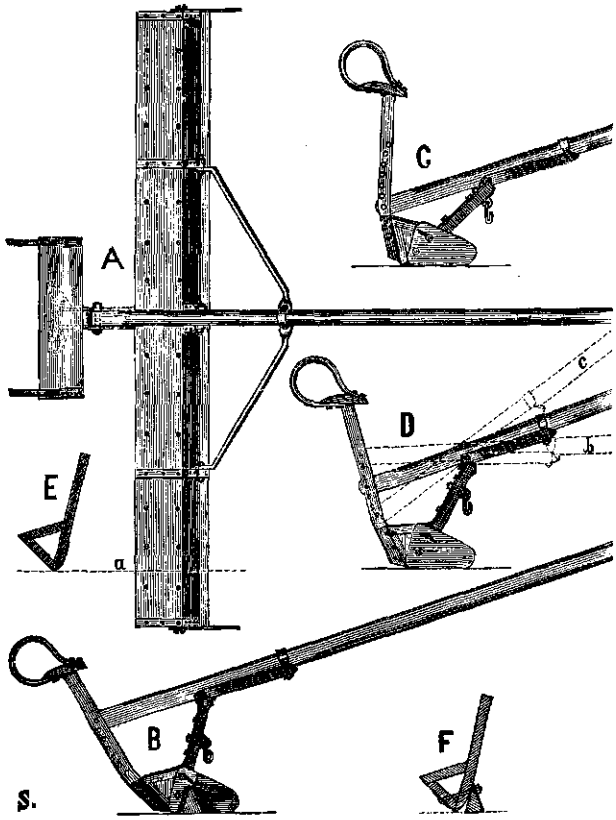


Fig. 167. Sack's akkersleep: A, van boven gezien; B, C, D, van ter zijde gezien; aan deze figuren ziet men dat de disselboom verplaatsbaar en daardoor de drukking meer of minder groot gemaakt kan worden; E, doorsnede volgens *a*; F, dezelfde doorsnede, maar hier nog van eene lijst voorzien om op zeer oneffen terrein of op wegen den grond vlak te maken.

Fig. 166 en 167 wijzen de samenstelling van Sack's akkersleep, in vele streken van Duitschland in gebruik, in bijzonderheden aan. In hoofdzaak bestaat deze sleeper uit een houten post die aan zijn onderkant afgerond en met ijzer beslagen is. Aan de rugzijde zijn twee smallere posten in den vorm van een driehoek bevestigd om het werktuig steviger te maken en eene zitplaats voor den bestuurder te verkrijgen. De disselboom is verstelbaar. Deze sleeper kan ook gebruikt worden voor het vlak maken der wegen; in dit geval wordt hij in den stand F gezet en nog van eene met ijzer beslagen lijst voorzien.

C. HET BEWERKEN VAN DEN GROND DOOR MIDDEL VAN STOOM.

Bij toenemende duurte der arbeidsloonen en der trekdieren, neemt het gebruik van stoom ter bewerking van den grond meer en meer toe. Evenwel, niet zoo zeer de geringere prijs, waarvoor en de kortere tijd, waarin men het werk gedaan kan krijgen, maar vooral de mogelijkheid van den grond dieper

en meer te allen tijde, b.v. in meer vochtigen toestand, te kunnen bewerken, doen in sommige streken de stoomcultuur meer en meer ingang vinden.

De ploeg, de cultivator (grubber), de egge en de rol zijn ook hierbij de meest belangrijke werktuigen. Fig. 168 kan ons een denkbeeld geven van de inrichting van eenen *stoomploeg*. Hij bestaat uit een ijzeren raam, dat juist in zijn zwaartepunt ondersteund wordt door een stel op 2 wielen. Ter weerszijden hiervan zijn aan het raam in eene schuinsche richting 3—8 ploeglichamen met daarbij behoorende kouters enz. bevestigd. Bij het ploegen, zie

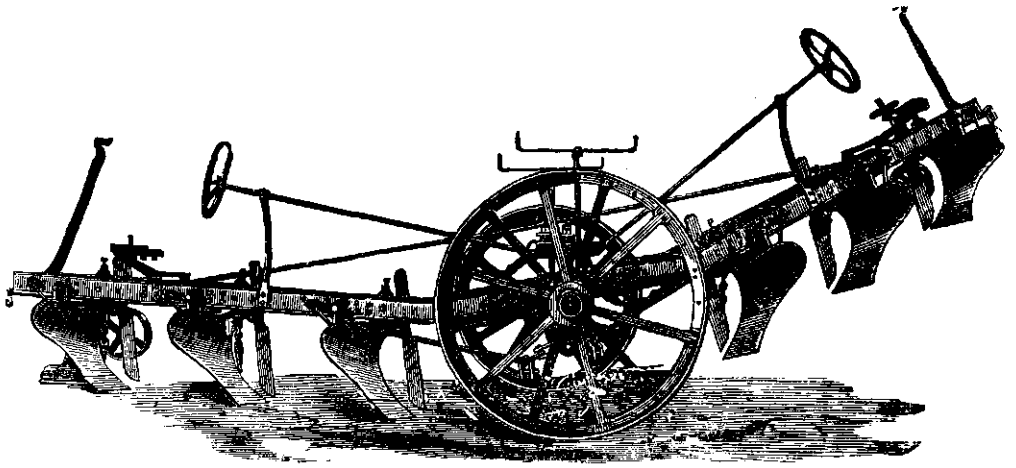


Fig. 168. Stoomploeg van John Fowler & Co. te Maagdeburg, voor drie of meer voren.

Fig. 171, komt slechts één der rijen, door het gewicht van den bestuurder naar beneden gedrukt, in werking, terwijl de andere helft van 't raam met de daaraan bevestigde ploeglichamen, in de hoogte stijgt.

Aangezien echter een ploeg die juist balanceert, vooral wanneer weinig diep geploegd wordt, bij de snelle beweging licht gaat schommelen en het deel dat in de hoogte zweeft neiging heeft om het werkende deel uit den bodem op te heffen, brengt Fowler aan dergelijke ploegen tegenwoordig een verschuifbaar middenstuk (antibalance), dat automatisch verplaatst wordt en waardoor het deel waarop de ploeger zit en dat aan het ploegen is zwaarder wordt dan het zwevende deel. Door die verplaatsing van het zwaartepunt wordt een vasteren gang aan den ploeg gegeven. Bij het wenden en omkippen aan de einden van 't veld wordt de ploeg door de trekkracht eerst weder in evenwicht gebracht en daarna, zoodra hij weder in het werk gezet is, het zwaartepunt naar het werkende deel verplaatst.

De *stoom-cultivators* (*grubbers*) zijn zeer verschillend ingericht. In 't algemeen bestaan zij echter, evenals de hierboven vermelde voor paardenkracht, uit een raam, door drie wielen ondersteund en waaraan een 5- à 9-tal scharen bevestigd is. Zij bezitten dan eene eigenaardige inrichting, om, aan het eind der baan gekomen, te kunnen wenden (*turning cultivators*), Fig. 169. De balanceerende cultivators (*balance cultivators*) daarentegen bestaan, evenals de stoomploeg uit een raam, dat op twee wielen belanceert en een dubbel stel scharen draagt. Deze behoeven dus, aan het eind der baan gekomen, evenals de stoomploeg, slechts omgewipt te worden.

Ook de stoom-eg en de stoom-rol worden aan een, gewoonlijk voor beiden passend, raam bevestigd, dat door vier wielen ondersteund wordt. Beide zijn van aanzienlijke afmetingen, zoodat men daarmede een groote uitgestrektheid

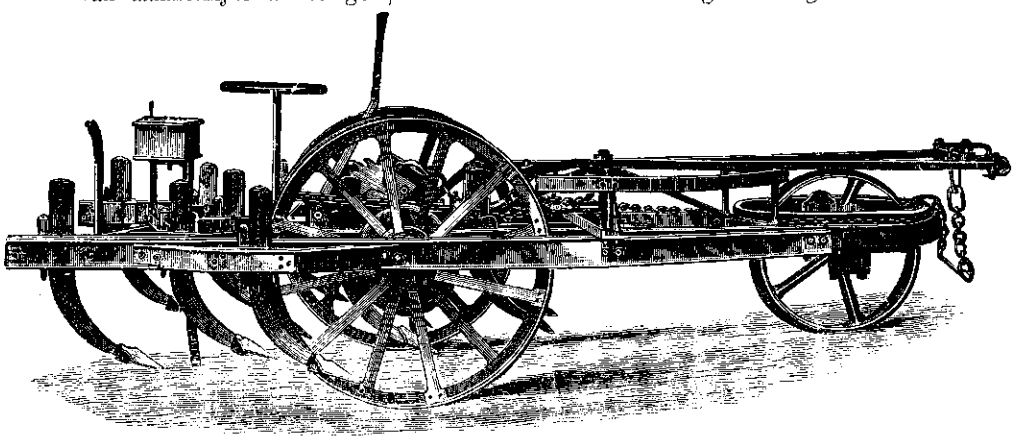


Fig. 169. Zich zelven lichtende zoogenaamde „turning" stoomcultivator van John Fowler & Co. te Maagdeburg, met 3 tot 13 tanden.

gronds in één trek bewerkt. Ook zijn zij veelal zwaarder gebouwd, zoodat met eene stoomeggo de grond dieper losgemaakt en met een stoomrol meer ineengedrukt kan worden.

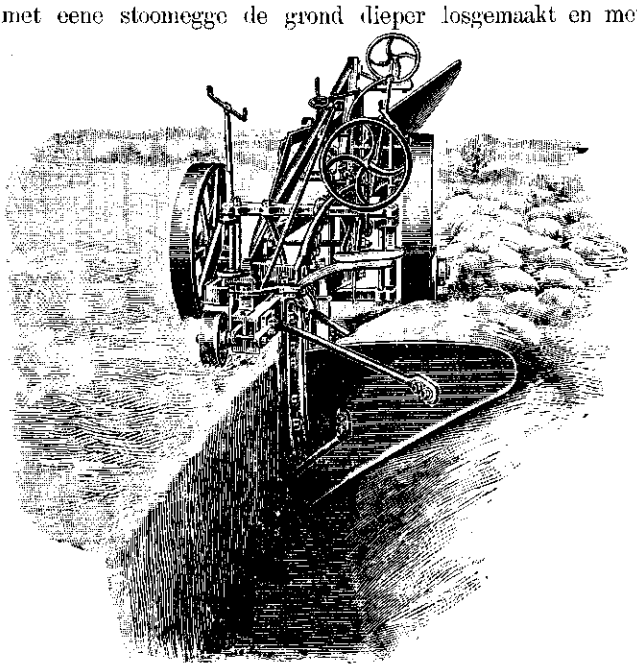


Fig. 170. Fowler's stoomploeg voor diepe grondbewerking bij heideontginning, den wijnbouw enz. in gebruik, met één ploeglichaam, in werking.

Bij het zeer diep bewerken van den grond tot ongeveer 70 cM. voor heideontginning, voor den wijnbouw, de aspergeteelt, de teelt van mandentwijg, de hopteelt enz., wordt gewoonlijk een stoomploeg met slechts één lichaam gebruikt. Bij de zoogenaamde Meppenheideploeg wordt dan achter het ploeglichaam nog een grondwoeler bevestigd. Fig. 170 stelt den stoomdiepploeg van Fowler in het werk voor, gelijk deze door de wijnbouwers in Spanje, in het zuiden van Frankrijk, in Algiers, in de wijndistricten van Oostenrijk en Rumenië en door de hoptelers te Saaz in Boheme gebruikt wordt.

De voordeelen der stoomcultuur bestaan vooral hierin, dat de grond hierbij dieper, tot 3 à 4 dM. en meer bewerkt kan worden. Voor het diep losmaken van den grond wordt inzonderheid van de grubbers gebruik gemaakt.

Ook is het bewerken van den grond in meer vochtigen toestand bij stoomcultuur minder nadeelig en kan men derhalve in den herfst langer hiermede aanhouden. Zij geeft namelijk het belangrijke voordeel dat geene trekdieren over den grond behoeven te gaan, waardoor deze, in te vochtigen toestand bewerkt, althans plaatselijk, licht bedorven wordt.

Bij de stoomcultuur worden de werktuigen toch voortgetrokken door middel van een' draad, gewoonlijk staaldraad, die door een stoomwerktuig (locomobile) op een windas wordt gewonden. Naar de wijze waarop dat geschiedt, kan men hoofdzakelijk twee verschillende stelsels onderscheiden.

Bij het eerste, het *twee-machines-stelsel*, worden aan weerszijden van een stuk land locomobiles geplaatst, waar òf aan de onderzijde (stelsel Fowler-Maagdeburg, Fig. 171) òf aan het achtereind (stelsel Howard-Bedford) de windassen, noodig voor het opwinden van den draad, bevestigd zijn.

De ploeg en de andere werktuigen bewegen zich van rechts naar links en omgekeerd tusschen deze locomobiles. Wordt de draad op het windas der

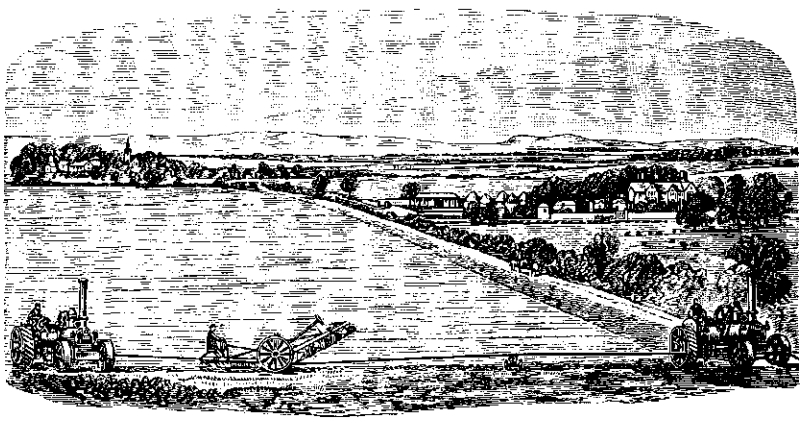


Fig. 171. Het stelsel van stoomploegen van Fowler te Leeds met twee locomobiles.

eene locomobile gewonden, dan gaat de daaraan bevestigde ploeg b.v. rechts; terzelfder tijd loopt de draad van het windas der andere locomobile af. Zoodra de ploeg aan het eind gekomen is, wordt laatstgenoemde locomobile (door de stoommachine zelve bewogen) zooveel verplaatst, als de breedte der geploegde voren bedraagt, de ploeg omgewipt en nu door de verplaatste locomobile naar het andere einde van 't land getrokken.

De voordeelen van dit wel is waar duurste stelsel zijn: dat het gemakkelijk vervoerd en verplaatst kan worden en, door de directe werking van de trekkracht op de gereedschappen, onnoodige wrijvingen en verlies van arbeid vermeden kunnen worden; het hoogste nuttig effect van de stoomkracht wordt alzoo verkregen, terwijl door den snellen gang der gereedschappen de bewerking van den grond des te beter wordt.

Voor het tweede stelsel, dat nog op verschillende wijzen uitgevoerd kan

worden en het eerst door Fisken en Barford en Perkins als *round-about* stelsel is ingevoerd, is slechts één locomobile noodig.

Fowler voert thans dit stelsel op de volgende verschillende wijzen uit:

1°. *Stelsel A.* De locomobile is van 2 windassen voorzien en staat op of nabij het te ploegen veld. De ploeg beweegt zich tusschen twee zoogenaamde ankerwagens op de wendeakkers geplaatst, en wel door het opwinden van den draad die van den ploeg over een der ankerwagens naar het eene windas der locomobile gaat. Terzelfder tijd loopt de draad, van het andere windas over den anderen ankerwagen en den ploeg gaande, af. Heeft deze den eersten ankerwagen bereikt, zoo worden de ankerwagens automatisch door de locomobile verplaatst en nu de tweede draad opgewonden, terwijl de eerste afloopt en de ploeg den terugweg neemt.

2°. *het stelsel B.* De locomobile, van twee windassen voorzien, is op een der wendeakkers geplaatst, daartegenover op den anderen wendeakker staat een ankerwagen en voorts is een anker zoo geplaatst dat zijn stand met dien der locomobile en van den ankerwagen een driehoek vormt. De draad loopt nu van het eene windas der locomobile naar het anker, van hier naar den ankerwagen en zoo terug naar het andere windas. In dit laatste deel van den draad is de ploeg gespannen, en aangezien nu de draad rechts of links op de windassen wordt gewonden, kan daardoor de ploeg heen en terug bewogen worden. De locomobile kan door haar eigen stoomkracht verplaatst worden en door haar tevens de ankerwagen.

3°. *het round-about stelsel.* Dit komt het meest met het stelsel A overeen, maar terwijl bij de andere stelsels een locomobile met dubbele windas wordt gebruikt, is bij het round-about stelsel een afzonderlijke windaswagen in gebruik en dient een gewone locomobile voor beweegkracht. Deze staat ook hier op den nabij zijnden weg of op den kant van het te ploegen land, terwijl de draad welke op de windassen der naast de locomobile staande windaswagen op- en afgewonden wordt, over de ankerwagens en over het te bewerken deel van het land loopt. De ploeg of de andere werktuigen worden dan weder tusschen de ankerwagens, van de eene zijde van 't land naar de andere getrokken.

Door eene eigenaardige inrichting wordt voorts ook hier bewerkt, dat de ankerwagens, die bij het ploegen vastgezet worden, beurtelings zich verplaatsen, zoodra de ploeg aan het eind gekomen is, en wel zooveel als de breedte van de geploegde voren bedraagt. Elke ankerwagen is namelijk van een windas voorzien, waarover een draad loopt die aan een zoogenaamd klauwanker, op de hoeken van het veld geplaatst, bevestigd is. Door dit windas te draaien wordt de draad ingekort en de ankerwagen in de richting van het anker verplaatst.

Van deze verschillende stelsels is het round-about stelsel 't minst kostbaar en beveelt zich bovendien aan, doordat de locomobile beter dan die van de andere stelsels voor andere doeleinden gebruikt kan worden. Het is echter minder eenvoudig en wegens de groote draadlengte enz. zijn de onderhoudskosten van dit en de andere één-machine-stelsels in den regel grooter dan die van het twee-machines-stelsel, dat men ook door het vervaardigen van kleinere werktuigen in de laatste jaren steeds goedkooper heeft trachten te

leveren, terwijl men de locomobiles te gelijk voor andere doeleinden heeft bruikbaar gemaakt. Het eenvoudigste is het één-machine-stelsel B.

De hooge kosten van aanschaffing zullen echter steeds eene groote hinderpaal blijven voor het meer algemeen gebruik maken van de stoomcultuur. Om een denkbeeld van die kosten te geven vermelden wij, dat een compleet stel van Fowler voor twee machines van 16 paardekracht (compound-systeem) met toebehooren kost ruim *f* 33000, dat met één machine, stelsel A, ongeveer *f* 16500, stelsel B, *f* 16800 en het round-about stelsel, zonder locomobile, ruim *f* 6000.

Eene vijftienjarige waarneming op het landgoed Bellye heeft geleerd dat met het twee-machines-stelsel, met locomobiles van 20 paardekracht, in één dag 5.73 hectare diep geploegd, 6.34 hectare vlak geploegd, 11.36 hect. met den cultivator bewerkt en 15 hectare geëgd kan worden.

Ten slotte merken wij nog op dat Fowler thans ook zoogenaamde gangstoomploegen vervaardigd, waarbij de ploeg, met eene ketting aan een locomobile bevestigd, daarmede direct over het veld getrokken wordt. Behalve op de uitgestrekte landerijen in enkele Staten van Noord-Amerika, zijn dergelijke stoomploegen in gebruik in Lombardye, waar door het bevloeien de bodem zeer dicht wordt, zoodat de locomobiles daarover kunnen gaan zonder belangrijk in te zinken. In Amerika worden de raderen der locomobiles in dit geval van extra breede velgen voorzien.

D. DE BEARBEIDINGSMETHODEN.

Niet het ploegen alleen, maar dit eerst in vereeniging met verschillende andere bewerkingen, hierboven vermeld, kan den bouwgrond in den gewenschten toestand brengen. Door bearbeidingsmethode verstaan wij dan de vereeniging en opvolging van de verschillende bewerkingen van den grond en de wijze waarop zij uitgevoerd worden, om tot het gewenschte doel te leiden.

Naar de geaardheid van den grond en den aard van het gewas, dat daarop geteeld is of geteeld zal worden, bestaat er een groot verschil in deze methoden. Hier wordt slechts eene enkele maal geploegd en geëgd, elders verscheidene malen; soms wordt de grond slechts weinig diep, elders zoo diep mogelijk bewerkt; nu eens wordt daarbij slechts van ploegen en eggen, dan eens meer ook van cultivators en van andere nieuwere werktuigen gebruik gemaakt.

Bepaalde voorschriften en regels kunnen dienaangaande moeilijk gegeven worden. Bijna elke streek heeft daarvoor zijne eigenaardigheden. En ofschoon de gewoonte niet zelden eene groote rol hierbij speelt, dient de landbouwer veelal naar omstandigheden, b.v. den aard van 't weer te handelen en het doel, waartoe een en ander wordt gedaan, steeds voor oogen te houden. Wat het doel der verschillende bewerkingen is, hebben wij hierboven in algemeene trekken geschetst; thans zullen wij eenige methoden hieraan toetsen.

a. Het braken. Door braken verstaat men eene methode, waarbij het land een tijd lang van vruchten ontbloot blijft en dan herhaaldelijk bewerkt wordt. In vroegeren tijd liet men het om het andere jaar, later om het derde jaar liggen, zonder er iets op te telen. Dat ledige jaar was het braakjaar. Dan

werd het land bearbeid en bemest en derhalve voor de teelt van een gewas weder vruchtbaar gemaakt. Bij de invoering der teelt van klaver en andere voedergewassen werd het braken echter geheel of grootendeels afgeschaft. Daartoe heeft wellicht ook de meer droge ligging, in latere jaren aan de landerijen gegeven, bijgedragen. Thans is het braken nog slechts in enkele streken en naar het ons voorkomt, zelden zonder voldoenden grond, in gebruik. Hier schrijft het huurcontract een braakjaar voor, elders wordt uit gewoonte gebraakt en maakt het niet volgen van een goed stelsel van vruchtwisseling met daarbij passende grondbewerkingen of eene niet genoegzame drooglegging het braken noodzakelijk. Daar, waar de landbouw op een goeden trap van ontwikkeling staat, is het braken grootendeels afgeschaft. Slechts in enkele gevallen wordt het hier noodig geacht, namelijk wanneer aan het land eene andere ligging zal worden gegeven, gedraineerd zal worden of als het geheel door onkruid verwilderd is. Het braken krijgt dan meer het karakter eener algemeene verbetering dan wel van eene periodieke bewerking.

Toch wordt in deze gevallen niet meer de volledige braak genomen, maar òf het land in het voorjaar bewerkt en dan worden b.v. Mangelwortels gepoot, of Dederzaad of Mosterd gezaaid (*voorjaarsbraak*), òf, nadat het land, met Klaver liggende, in het voorjaar en in den voorzomer geweid of eenmaal gemaaid is, wordt het gedurende den zomer bearbeid, om vervolgens met Koolzaad of Wintergraan bezaaid te worden (*zomer-* of *St. Jakobs braak*), òf de bewerking heeft in den nazomer en herfst, nadat de oogst van het veld is, plaats, wanneer het land het volgend voorjaar bezaaid wordt (*herfstbraak*). Nog in andere gevallen worden boonen op rijen geteeld, met eene tusschenruimte van 1 à 1.5 meter. De Boonen veroorloven dan eene oppervlakkige bewerking van het geheel, (door eggen) in het voorjaar, en eene diepere bewerking (door ploegen) tusschen de rijen in den zomer, waarna gewoonlijk Koolzaad wordt gezaaid (*halve braak* in het Oldambt, provincie Groningen).

Bij de volledige braak daarentegen wordt de grond, in den herfst, nadat vooreerst de stoppels dun omgeploegd en geëgd zijn, nogmaals en dieper geploegd. Hij blijft dan ongeëgd liggen, totdat in het voorjaar het gewone werk is afgeloopen. Dan wordt hij geëgd om de reeds ontkiemde onkruiden te vernietigen, nieuwe onkruidzaden te doen ontkiemen en de onkruidwortels aan de oppervlakte te brengen. Nadat de onkruidwortels verdroogd of van het land verwijderd zijn, wordt weder geploegd, daarna geëgd enz., en dit met eenige tusschenruimte gewoonlijk eenige keeren tot aan den zaaitijd herhaald. Intusschen heeft men ook de slooten gegraven, de hieruit verkregen aarde alsmede de mest over het land gebracht en ondergewerkt. Wat men hier door 4 à 5 keeren, ja soms nog vaker te ploegen en te eggen tracht te verkrijgen, beoogt men ook bij de bovengenoemde wijze van braken in een korten maar meer geschikten tijd en door minder vaak te ploegen. Vernietiging van onkruiden is hierbij hoofdzaak, maar terecht of ten onrechte worden gewoonlijk nog andere voordeelen van het braken vermeld. Veel is er echter dienaangaande niet met zekerheid bekend.

Zoo wordt gezegd, dat het herhaald ploegen en eggen de verweering van den grond bevordert. Dit beteekent, dat zijne organische bestanddeelen langzaam verbranden, verteren, en ook anorganische bestanddeelen worden omgezet

en stoffen gevormd, die tot voeding der plant kunnen dienen. Wat nu het verteren der organische stoffen, de overblijfselen van planten enz. betreft, herhaalde onderzoekingen van Boussingault hebben aangetoond, dat dit onder dergelijke omstandigheden wel degelijk geschiedt en de stikstof dezer stoffen, met de zuurstof des dampkrings en de in den grond voorkomende metalen calcium, kalium, natrium enz. salpeterzure zouten vormt, vergel. bl. 274; die salpetervorming wordt voorts bevorderd doordat de niet met planten begroeide grond vochtiger blijft. Verder wordt koolzuur gevormd, dat, in het water opgelost, onder anderen koolzure kalk oplost. De opgeloste koolzure kalk lost verder phosphorzuur op enz., verg. bl. 276; kortom de scheikundige omzettingen die in het braakjaar in den bodem plaats hebben, komen, daar geen gewas het bereide plantenvoedsel direct wegneemt, zeker het op het braakjaar volgend gewas te goede. Wat echter de eigenlijke verweering betreft, heeft naar het ons voorkomt het braken meer beteekenis voor oorspronkelijke gronden, bl. 6, waarin veldspaath en andere steenbrokjes in grootere hoeveelheid voorkomen en die meer in den waren zin des woords verweeren. Vooralsnog is er te weinig bekend omtrent de hoeveelheid dezer verbindingen in onze bouwgronden, vergel. bl. 262, om te kunnen zeggen welke waarde het braken, als middel tot verweering der bodem-mineralen, heeft. Neemt men echter in aanmerking, dat door eene doelmatige vruchtwisseling en betere drooglegging, tusschen de oogsten en het weder bezaaien, in sommige jaren tijd tot bewerking gevonden en zoo noodig de voorjaars-, zomer- of herfstbraak toegepast kan worden; dat wanneer op deze wijze geene voldoende hoeveelheid salpeter in den bodem mocht gevormd zijn, daarin door eene bemesting met chilisalpeter kan worden voorzien; dat door de rijenteelt, goede bemesting en betere drooglegging vele onkruiden vernietigd, althans onderdrukt kunnen worden; en bedenkt men verder dat niet het veelvuldige ploegen en eggen, maar meer het bewerken op den geschikten tijd de basis der bearbeidingsmethode moet zijn, dan komt men tot het besluit, dat de volledige braak slechts in enkele gevallen toegepast behoeft te worden, tenzij door eene slechte drooglegging, het niet-bouwen op rijen en eene overigens slechte bewerking de onkruiden spoedig meester worden.

b. De behandeling der stoppelvelden enz. De gewone tijd voor het periodiek bewerken van den bouwgrond is de nazomer en herfst, zoodra de oogst is binnengehaald. Vooral wanneer het land vóór den winter opnieuw bezaaid zal worden, tracht men van den tijd tusschen het oogsten en het zaaien zooveel mogelijk gebruik te maken om het onkruid te vernietigen, het land te mesten enz. en wordt zoo spoedig mogelijk hiermede begonnen. Ook dan is de methode van bewerken niet altijd dezelfde. Kleigronden worden in den regel vaker geploegd dan zandgronden. Soms wordt slechts getweevoord, niet zoo zeer om diep te ploegen, maar om de stoppels goed onder te brengen. In den regel wordt echter eerst zeer ondiep geploegd en daarna geëgd, om de onkruidzaden te doen ontkiemen en de stoppels en onkruidwortels (wortelstokken) af te snijden of los te maken. Zoo blijft het land eenigen tijd liggen. Zijn nu de onkruidzaden ontkiemd en de losgemaakte wortels verdroogd, dan wordt op nieuw en wel veelal dieper geploegd, teneinde de ontkiemde plantjes door bedekking met aarde te verstikken, de zaden, die in de nu bovenge-

brachte laag mochten voorkomen, tot ontkieming en de daarin aanwezige wortels van onkruiden (kweek, distels, hoefblad) aan de oppervlakte te brengen. Thans wordt vooral van de kweekegge gebruik gemaakt, om genoemde onkruidwortels uit de losgeploegde aarde te trekken. Zijn deze, door blootstelling aan de lucht, verdroogd en de onkruidzaden zooveel mogelijk tot ontkieming gebracht en de kiemplanten gedood, dan wordt op de volle diepte van 2 à 2.5 dM. geploegd, het land effen geëgd en gezaaid. Soms wordt, bij veel regen b.v., vóór het zaaien slechts twee keer, in andere gevallen ook wel 4 maal geploegd.

Meer tijd houdt men voor het bewerken van den grond over, wanneer het land in den herfst niet weder bezaaid wordt. Het bewerken krijgt dan meer het karakter van braken (herfstbraak). Na de laatste maal ploegen, 't welk gewoonlijk zoo diep mogelijk geschiedt, wordt dan niet geëgd, maar blijft het land op de ruwe vurg liggen, teneinde den grond meer kluiterig en daardoor meer holten er in over te houden. Door den grond te eggen — zoo hij hiervoor niet reeds te vochtig is — zou hij te veel verkruimelen, weldra met eene ineengeslibde laag bedekt en derhalve de lucht meer afgesloten zijn. Des voorjaars wordt dan niet weder geploegd, tenzij nog veel onkruid (b.v. winter- of zwartgras) mocht opgeslagen zijn, maar de grond b.v. met de beitelegge geëffend en losgemaakt, of met den cultivator bewerkt.

Ofschoon nu de practijk zich overtuigd houdt, dat op deze of gene wijze de bouwgrond goed bewerkt en veel onkruid vernietigd wordt, worden toch ook niet zelden bedenkingen tegen deze methode, vooral tegen het herhaald ploegen van den grond gemaakt. Het is inzonderheid Rosenberg-Lipinsky, die in zijn werk, „der praktische Ackerbau", tegen de herhaalde bewerkingen tusschen de zoogenaamde stoppel- en de zaadvurg te velde trekt. Volgens hem wordt door het veelvuldig ploegen de structuur van den grond veelal niet beter, aangezien hij daardoor allicht in een' min of meer poedervormigen toestand geraakt. Hij wijst er op, dat niet zoo zeer de mechanische bewerkingen als wel de invloed der dampkringslucht, bij een behoorlijken graad van vochtigheid en eene niet te lage temperatuur, den bouwgrond in een vruchtbaren (geschikten) toestand brengt. Voor die inwerking der lucht is een zekere tijd noodig. Geeft men den grond geen rust, maar wordt hij onophoudelijk geroerd, dan worden de scheikundige werkingen, welke de gewenschte veranderingen veroorzaken, tegengegaan, evenals er voor het rijzen van deeg, na de vermenging met gist, rust noodig is. Hij wil, wanneer het land door onkruid (kweek) verontreinigd is, den grond vooreerst ook slechts oppervlakkig, ongeveer 4 cM. diep bewerkt hebben en gebruikt daarvoor eenen schilploeg, dat is een ploeg met 3 scharen, waarmede 7.8 cM. breed en 1.6 à 3.9 cM. diep geploegd wordt. De onkruidwortels worden dan afgesneden en verdrogen. Loopen de in den grond geblevene weder uit, dan wordt hun groei door herhaald eggen tegengegaan of, zoo dit niet mocht baten, het land na verloop van 3 à 4 weken met eenen cultivator 2.5 à 7.8 cM., dus ook nog weinig diep, bewerkt. Mocht er zich na een' plasregen eene korst gevormd hebben, dan wordt zoo spoedig mogelijk weder geëgd. De structuur van den grond is onder dat losgewerkte en opengehouden laagje zoo goed mogelijk geworden. Als voorbeeld wordt door hem aangehaald, dat hij bij gunstig weer in op deze wijze bewerkt land, na verloop van 4 à 6 weken,

zijn stok gemakkelijk kon steken tot op eene diepte van 2 à 2.4 dM., terwijl hem zulks, vóór het bewerken, niet mogelijk was. De in den grond voorkomende wortels zijn in dien tijd grootendeels verteerd; op hunne plaats worden nu holten gevonden, waardoor de grond poreus geworden is; er zijn verschillende oplosbare stoffen gevormd, die de gronddeeltjes omgeven en ze in zoogenaamd garen toestand hebben gebracht, vergel. bl. 277. Gunstig daarop zal ook hebben gewerkt de meerdere vochtigheid die de bodem onder het losgemaakte laagje aarde behoudt, bl. 355, en de grootere scheikundige en physiologische werking der bacteriën die daardoor kan plaats hebben.

Na deze oppervlakkige bewerking ploegt Rosenberg-Lipinsky vóór het zaaien op de volle diepte. Voor een zomergewas blijft de grond natuurlijk na dit ploegen op de ruwe vurg, dat is zonder geëgd te worden, des winters overliggen.

Aangenomen nu, dat door deze methode de structuur van den grond zoo goed mogelijk wordt, doet zich de vraag voor: worden ook de onkruiden daardoor vernietigd? En dan meenen wij, dat, wat de onkruidzaden betreft, de vernietiging op deze wijze even goed, zoo niet beter plaats zal hebben dan door den grond drie- of meermalen te ploegen. Waar bevinden zich deze toch? Immers aan of dicht aan de oppervlakte, althans die welke in hetzelfde jaar rijp zijn geworden. Meestal zijn het kleine zaden, die, om te ontkiemen, slechts eene geringe bedekking noodig hebben. Niet altijd zullen ze dadelijk ontkiemen. In allen geval doet zich de vraag voor: zijn ze wel ontkiemd, wanneer volgens de gewone methode voor de tweede maal geploegd wordt? Zoo niet, dan worden ze allicht zonder te ontkiemen met den grond vermengd, later weder aan de oppervlakte gebracht en ontkiemen dan op een tijdstip, dat de kiemplantjes niet meer vernietigd kunnen worden. Wordt intusschen de oppervlakkige bewerking langer voortgezet, dan vermeerdert daarmede voorcerst de kans, dat zij zullen ontkiemen en, mochten ze niet ontkiemd zijn, zoo worden zij bij het dadelijk ploegen op de volle diepte meer bepaald onder in den bouwvoor gebracht en minder met de geheele bouwvoor vermengd.

Gelijk boven gezegd is, beveelt Rosenberg-Lipinsky gemelde methode in het bijzonder ook aan om de onkruidwortels en vooral die der Kweek of het Puingras te vernietigen. Hij baseert zich hierbij op het feit, dat deze noodzakelijk moeten sterven, wanneer het afgesneden gedeelte aan de oppervlakte gebracht wordt en verdroogt, en ook de in den grond gebleven stukken te gronde gaan, wanneer men slechts zorgt, dat de voor hunne ontwikkeling noodige bovenaardsche stengels en bladeren vernietigd worden. Zelf heeft hij proeven genomen en daardoor aangetoond, dat, wanneer deze slechts eenige malen worden afgestoken, de kweekwortels sterven. Intusschen ontwikkelt dit onkruid zich zeer verschillend. In de lichtere gronden meer bossen vormende, vormt het in de zwaardere gronden meer op zich zelf staande wortelstokken (bos- en draadkweek). In het eerstgenoemde geval wordt de kweek gemakkelijker vernietigd dan in het laatstgenoemde en het is wellicht de zoogenaamde bos-kweek, die hier door R. L. bedoeld wordt. Andere landbouwers zijn van oordeel, dat de draadkweek niet anders dan door dieper te ploegen en de daardoor losgemaakte wortels door eggen aan de oppervlakte te brengen, kan worden vernietigd. Toch gelooven wij, dat de opmerking: door het ploegen worden de kweek- en andere wortelstokken niet zelden te veel verdeeld,

vergel. bl. 146, niet geheel ongegrond is, en is het de vraag, of het niet beter is den grond met eenen cultivator te bewerken.

Komt in een stoppelveld geen kweek voor, zoo laat R. L. dadelijk op de volle diepte ploegen, maar gebruikt dan eene voorschaar, Fig. 86, om de stoppels goed onder te brengen. Hier te lande worden gras- en klaverweiden (kunstweiden), tenzij veel onkruid voorkomt, op deze wijze veelal behandeld of getweevoord. Dit tweevoren dient dan niet om diep te ploegen maar om de zode goed onder te brengen. In Frankrijk en Duitschland daarentegen is het regel de op zulk land voorkomende zode vooraf dun af te ploegen, door eggen te verdeelen en na eenigen tijd aan de lucht blootgesteld geweest te zijn, dieper onder te brengen. Rosenberg-Lipinsky handelt op gelijke wijze, maar gebruikt hiervoor meestal den schilploeg. Wij merken hierbij op, dat, naar het ons voorkomt, de in den grond aanwezige wortels dezer planten in den regel spoediger zullen verteren dan die van een dood gewas, stoppels van granen b.v., daar zij nog levend zijnde bij het omploegen, met sappen gevuld zijn, die ze doen rotten, 't welk met een gewas, dat na het voortbrengen van zaad gestorven is, niet of minder het geval zal zijn. Welke dezer methoden intusschen de voorkeur verdient, durven wij niet beslissen.

c. Het diepbewerken van den bouwgrond. De diepte, waarop de bouwgrond gewoonlijk bewerkt wordt, bedraagt ongeveer 2 à 2.5 dM. Eene enkele maal en vooral voor sommige gewassen wordt het echter raadzaam geacht wat dieper te gaan. Want ploegt men altijd (dat is de laatste maal) even diep, dan vormt zich door het loopen van een der trekdieren in de voor en door het sleepen der ploegzool over den grond eene dichte laag, die door eene enkele maal b.v. tot 3 dM. te ploegen, weder weggenomen wordt. In dit geval wordt gewoonlijk getweevoord, dat is nadat een ploeg b.v. tot 1.5 dM. gegaan is, volgt onmiddellijk een tweede, die de door den eersten ploeg gemaakte voor nog 1.5 à 2.5 dM. dieper ploegt. Soms gebruikt men in dit geval een twee-voor- of diepploeg, bl. 342.

Intusschen wordt niet zelden eene in den regel diepere bewerking van den grond aanbevolen en vooral door de stoomcultuur hier en daar in praktijk gebracht. De vraag doet zich dus voor welke methode is het best, het diep bewerken (Tiefcultur, deep-tillage) of het meer vlakbewerken van den grond. Deze vraag is ook daarom van belang, omdat van het meer of min voordeelige van 't diep bewerken het vooral afhangt, of de stoomcultuur al dan niet aanbeveling verdient. Als voordeelen van het diep bewerken worden in den regel genoemd: *a*, dat de plantenwortels dieper in den grond kunnen dringen en de geheele wortelontwikkeling der planten grooter wordt; *b*, dat eene grootere hoeveelheid plantenvoedsel, in den bodem aanwezig, voor de planten ter beschikking wordt gesteld, aangezien de bouwvoor, waaruit zij haar voedsel hoofdzakelijk opnemen, grooter wordt; *c*, dat de planten niet zoo spoedig gebrek aan vocht zullen krijgen, daar, hoe dieper de bouwvoor is, er des te meer vocht voor de planten bewaard blijft, inzonderheid in de onderste lagen die minder aan uitdroging door verdamping blootstaan; *d*, dat de onkruiden en schadelijke dieren beter vernietigd en als gevolg van een en ander *e*, de opbrengsten grooter en zekerder worden. Daartegenover heeft men als nadeelen van het diepbewerken gesteld: *a*, de niet-onaanzienlijk meerdere kosten daaraan

verbonden, ook omdat men van oordeel is, dat eene diepe bouwvoor meer bemest moet worden. Wordt eene dunnere bouwvoor genomen, dan kan deze met dezelfde quantiteit mest beter vruchtbaar gemaakt worden. En *b*, de onzekerheid of de geheele vruchtbaarheid en de daarvan afhankelijke opbrengst wel toeneemt, daar er ook voorbeelden genoeg bekend zijn, dat dieper ploegen den grond aanzienlijk en zelfs eenige jaren lang minder vruchtbaar maakte. Op overigens vruchtbare gronden, b.v. die aan den Dollard, wordt ook wel beweerd, dat diepploegen de gewassen te geil maakt.

Zeker worden de voordeelen van het diepbewerken maar ook de nadeelen, omdat het dieper maken der bouwvoor op eene verkeerde wijze ten uitvoer werd gebracht, wel eens te veel uitgemeten. Vooral van goed drooggelegd land is de ondergrond geenszins onvruchtbaar. Immers, de wortels der planten dringen tot eene aanzienlijke diepte daarin door en nemen voedsel eruit op; en bij eene goede vruchtwisseling enz. valt het, ook zonder diepe bewerking, niet moeilijk op deze gronden het onkruid meester te blijven.

Het diep bewerken wordt vaak voor zware kleigronden aanbevolen, maar voor zandgronden minder noodig geacht. Rosenberg-Lipinsky wil juist het omgekeerde hebben en naar ons inzien terecht: immers, door het dieper bewerken wordt de voorraadskamer, tot bewaring van 't plantenvoedsel en de vochtigheid, grooter gemaakt en dit is juist voor de zandgronden met geringe watercapaciteit en gering absorptievermogen van veel belang. Veel hangt hier o. i. ook af van de geaardheid van den ondergrond, ten opzichte van den bovengrond en van de wijze hoe het dieper-maken geschiedt. De laag onmiddellijk onder de bouwvoor is soms van slechter hoedanigheid en althans niet dadelijk zoo vruchtbaar als de bovengrond. Wordt nu ineens te veel daarvan door dieper te ploegen aan de oppervlakte gebracht, dan kan de bouwvoor zeer zeker in de eerste jaren daardoor onvruchtbaarder worden. Wil men daarom door dieper te ploegen de bouwvoor vergrooten, zoo dient dat slechts langzamerhand te geschieden. Men doet dat het best in den herfst. De nieuwe grond kan dan des winters en, door b.v. boonen te poten, ook den volgenden zomer, aan de oppervlakte blijven liggen. In 't algemeen gelooven wij, dat eene diepe bewerking, of althans een diep losmaken met den grondwoeler, niet elk jaar, maar van tijd tot tijd, om bovengenoemde reden aanbeveling verdient.

Vooral echter voor gewassen als suikerbieten die diep wortelen is eene diepe bewerking van veel belang, en nergens heeft het bewerken van den grond door middel van de stoomkracht meer toepassing gevonden dan in streken als b.v. Saksen waar veel suikerbieten geteeld worden. De ervaring der laatste 30 jaren heeft daar ook geleerd dat, sedert de gronden dieper bewerkt worden, de opbrengsten niet onaanzienlijk zijn toegenomen, niet alleen van suikerbieten maar ook van granen.

Eene diepe bewerking van den grond is verder van gewicht bij heideontginningen, bij het aanleggen van hoptuinen, boom- en wijngaarden, de cultuur van wilgen enz., en waar zulks eenigszins in het groot geschiedt, wordt thans niet zelden van de stoomkracht gebruik gemaakt, om den bodem zelfs tot één meter toe los te maken; vergelijk bl. 363.

V. BEMESTINGSLEER. MESTSTOFFEN [1]).

Behalve door het bewerken tracht de landbouwer den grond vruchtbaar of vruchtbaarder te maken door het bemesten. Daaronder verstaat men het aan den grond toevoegen van stoffen, die dan den algemeenen naam van mest dragen.

Oorspronkelijk is de ervaring ook hier voorzeker de eenige gids geweest, maar daarbij heeft zich het begrip van betere voeding der planten door bemesting zeker al spoedig ontwikkeld. De overeenkomstige naam wijst er trouwens op, dat men door het bemesten van den bouwgrond iets dergelijks heeft trachten te bereiken als door het mesten van vee. Want gelijk een dier onder de hoede des menschen en door het toedienen van krachtig voedsel in den zoogenaamd gemesten toestand overgaat, zoo ook werd voorzeker gevonden, dat eene plant veelal eerst dan welig groeit, wanneer de bodem waaruit zij haar voedsel ontvangt, bemest wordt.

Het begrip, dat men echter sedert lang van de voeding der planten had, was niet zeer juist. Lang heeft toch de leer gegolden, dat het plantenvoedsel uit humus bestond. Door den verbouw der gewassen wordt, zei men, het humusgehalte van den grond verminderd, door de bemesting vermeerderd; om tot voedsel te dienen moet de mest in humus overgaan enz. De naam humus diende echter tot niets anders dan tot dekmantel der onwetendheid en gaf geene nadere verklaring van de voedingsverschijnselen evenmin als het aannemen eener bijzondere levenskracht eene nadere verklaring van het leven geeft. En, uitgaande van deze zoogenaamde humustheorie kon het niet anders, of ook in de leer der bemesting moesten vele dwaalbegrippen insluipen.

Intusschen hebben wij, bl. 204 en volg., het meest belangrijke dat thans aangaande de voeding en den groei der planten bekend is, vermeld. Daaruit is ons gebleken, welke stoffen de plant noodzakelijk in den grond moet kunnen vinden en opnemen, wanneer zij zich goed zal ontwikkelen. Zie o. a. de tabel op bl. 209.

Op bl. 240 en volg. is ons voorts gebleken, dat deze voedende elementen ook in een vruchtbaren bouwgrond worden gevonden, terwijl zij in zooge-

---

[1]) Dr. Ed. Heiden, *Lehrbuch der Düngerlehre;* Dr. A. Stutzer, *Die Düngung des Bodens* in v. d. Goltz' *Handbuch* en Dr. A. Stutzer, *Leitfaden der Düngerlehre;* A. G. Schmitter, *Grundrisz der praktischen Düngerlehre;* Emil Wolff, *Praktische Düngerlehre*, ook vertaald door Van Pesch; A. Rümpler, *Die Käuflichen Düngerstoffe.* A. Müntz et A. Ch. Girard, *les Engrais.*

naamd schrale gronden, althans ten deele in zeer geringe hoeveelheid worden aangetroffen. Zie o. a. bl. 260 en tabel II. Door enkele sprekende voorbeelden hebben wij verder, bl. 268 en 270 aangetoond, dat een bouwgrond onvruchtbaar kan zijn door gebrek[1]) aan enkele stoffen of, door er voortdurend oogsten aan te trekken, onvruchtbaarder kan worden en tevens hoe door toevoeging van het ontbrekende of van het geroofde hij vruchtbaarder gemaakt of zijne vruchtbaarheid in stand gehouden kon worden.

Wij meenen dat bij de bemesting dit waarlijk eenvoudige beginsel op den voorgrond moet staan en als haar hoofddoel moet gelden het aan den grond toevoegen van verbindingen, waarin plantenvoedende elementen voorkomen, teneinde daardoor het in den grond in niet voldoende hoeveelheid aanwezige plantenvoedsel aan te vullen. Daarmede gaan echter veelal nog andere doeleinden gepaard. Ja, soms wordt de grond bemest met stoffen die weinig plantenvoedsel bevatten of juist daarom aan den grond worden toegevoegd, maar die òf den natuurkundigen toestand van den bodem moeten verbeteren, òf schadelijke verbindingen er uit moeten wegnemen, òf door hare inwerking op de verbindingen, waarin plantenvoedsel voorkomt, tot de vruchtbaarheid van den bouwgrond kunnen bijdragen.

't Doel der bemesting is dus in hoofdzaak drieërlei: 1. den bouwgrond te voorzien van stoffen, waarin plantenvoedende elementen voorkomen; 2. zijn natuurkundigen toestand, 3. zijn scheikundigen toestand te verbeteren, dat is het plantenvoedsel, dat hij bevat, om te zetten, zoodat het meer gemakkelijk door de plant kan worden opgenomen, schadelijke bestanddeelen weg te nemen enz.

Sommige meststoffen verschaffen nu aan den bouwgrond meer bepaald plantenvoedsel, andere werken vooral gunstig op zijn natuurkundigen, nog andere meer op zijn scheikundigen toestand. Daarnaar onderscheiden wij de meststoffen in:

a. plantenvoedende, dat zijn die, welke om haar gehalte aan plantenvoedende elementen in de eerste plaats worden gebruikt: *Directe meststoffen.*

b. meststoffen, die weinig plantenvoedsel bevatten of althans hare waarde hieraan minder ontleenen, maar meer indirect de vruchtbaarheid van den grond verhoogen: *Indirecte meststoffen.*

Naar haren oorsprong onderscheidt men ze in *plantaardige* en *dierlijke* (*organische*) en *minerale* meststoffen.

Nog onderscheidt men den mest in *natuurlijken* en *kunstmest* en verstaat dan onder den eersten de uitwerpselen van verschillende dieren en die der menschen, meestal met verschillende plantaardige stoffen of allerlei afval gemengd, onder kunstmest delfstoffelijke of ook plantaardige en dierlijke producten, die in fabrieken eene opzettelijke bewerking ondergaan om ze tot mest meer geschikt te maken. Zijn deze rijk aan eene of meer plantenvoedende

---

[1]) Gebrek in zoover als door toevoeging van eene stof, die noodzakelijk voor de voeding der planten is en in den grond aanwezig moet zijn, phosphorzuur b.v., de vruchtbaarheid wordt verhoogd; er zal echter meestal reeds eene betrekkelijk groote hoeveelheid daarvan in den grond aanwezig zijn, omdat de grond eene veel grootere hoeveelheid voedingsstoffen moet bevatten als de planten verbruiken.

stoffen, b.v. phosphorzuur of kali of stikstof, dan worden ze gewoonlijk *geconcentreerde* meststoffen geheeten. Nog kan men de meststoffen onderscheiden in *hoofd-* en *hulp*meststoffen. De stalmest is voor de meeste boerderijen de *hoofd*meststof. Hij is ook in den regel de meest werkzame en de volledigste mest, omdat hij niet alleen al de plantenvoedende elementen bevat, maar ook gunstig werkt op den natuurkundigen toestand van den bodem; de chilisalpeter daarentegen is een hulpmest, omdat hij den bodem slechts van stikstofhoudend voedsel voorziet. In betrekking tot den bodem die bemest zal worden, komt echter niet alleen de vraag te pas met welke stoffen, maar ook met hoeveel daarvan gemest moet worden. Stalmest kan, wat zijne qualitatieve samenstelling betreft, volledig, maar quantitatief in betrekking tot een zekeren bodem een hoogst onvolledige mest zijn. Het begrip van volledigheid en onvolledigheid is hier zeer relatief. In het algemeen is het de vraag, wat moet aan den bodem toegevoegd worden, niet alleen wat de qualiteit maar ook wat de quantiteit der stoffen betreft, om dien vruchtbaar te maken.

Gelijk reeds bl. 265 opgemerkt werd, hebben de meeste onzer bouwgronden behoefte aan stikstof-, phosphorzuur- en kalihoudende stoffen. Deze bestanddeelen geven daarom de meeste waarde aan den mest, en in zoover kan men meststoffen, waarin deze in eene gunstige verhouding voorkomen, in betrekking tot de meeste onzer bouwgronden volledig noemen.

Bij de bemesting doet zich verder een dergelijk onderscheid voor, als wij hierboven bij het bewerken van den bouwgrond opgemerkt hebben: de bemesting kan namelijk eene blijvende of meer voortdurende verandering van den grond ten gevolge hebben of hare werking is slechts kort, en zij moet zoo niet elk jaar, dan toch na ommekomst van een klein getal jaren herhaald worden. Zoo is eene bemesting met kalk, woelklei, slib of terpaarde eene meer voortdurende verbetering; eene bemesting met chilisalpeter daarentegen werkt meestal slechts enkele maanden, die met stalmest enkele jaren. Na het behandelen der verschillende mestsoorten zullen wij de oorzaken van dezen verschillenden duur der werking trachten aan te geven.

I. DIRECTE MESTSTOFFEN.

A. DIERLIJKE EN PLANTAARDIGE OF MEST VAN ORGANISCHEN OORSPRONG.

1. De uitwerpselen der huisdieren (koeien, paarden, schapen, varkens) en de daaruit bereide stalmest.

De stoffen, die de dieren voor hunne voeding opnemen, ondergaan in het lichaam verschillende veranderingen. Om aan hare bestemming te beantwoorden, moeten zij zoogenaamd verteerd worden, dat is na in het darmkanaal met speeksel, gal, enz. vermengd te zijn, opgelost worden en in het bloed overgaan, om als bloed door het lichaam gevoerd, tot bouwstof te dienen voor het vormen van vleesch, beenderen, enz.

Niet alle stoffen, in het gewone voedsel dezer dieren aanwezig, zijn echter verteerbaar. Onverteerbaar zijn b.v. het bladgroen, de kurkstof en andere zoogenaamd incrusteerende stoffen. Van andere wordt slechts een gedeelte verteerd; zoo van de celstof ongeveer de helft, van de eiwitstoffen in granen

ongeveer drie vierde, in hooi ruim de helft en in stroo soms niet meer dan een vijfde. Ook de aschbestanddeelen in 't voedsel worden voor een groot gedeelte niet verteerd.

Dat gedeelte nu van 't voedsel 't welk onverteerbaar is, of in 't algemeen niet in 't bloed overgaat, wordt weer uit het lichaam verwijderd als zoogenaamd vaste uitwerpselen. Daarbij hebben zich gevoegd een gedeelte van de voor de vertering van 't voedsel dienende gal, het speeksel enz., en deze geven niet alleen de eigenaardige kleur aan de uitwerpselen, maar zijn ook van invloed op hunne samenstelling, gelijk ons hieronder nog zal blijken.

De in het bloed opgenomen, dus de verteerde stoffen van 't voedsel worden in het lichaam deels verbrand en leveren warmte en ander arbeidsvermogen, deels verschillende andere producten, b.v. die welke tot opbouwing van het lichaam moeten dienen. Van den anderen kant worden verschillende verbrandings- en afslijtingsproducten in het bloed gevormd of opgenomen, die er uit verwijderd moeten worden. Daartoe dienen de longen en de huid, waardoor grootendeels koolzuur en waterdamp verwijderd worden, die echter voor de bemesting niet in aanmerking komen, en de nieren, welke de pis of urine als vloeibaar uitwerpsel afscheiden. Aangezien de urine verschillende stikstofverbindingen o. a. ureum, bij grasetende dieren ook hippurzuur, en verschillende zouten o. a. kalizouten, vooral kaliumbicarbonaat, $KHCO_3$, bevat, heeft zij voor de bemesting eene hooge waarde.

Om te doen zien hoe de droge stof van het voedsel daarbij over de verschillende producten verdeeld wordt, laten wij hier eenige resultaten volgen, door Lawes en Gilbert in Engeland bij het mesten van vee verkregen. Genoemde onderzoekers rekenen op grond van verschillende proeven, dat als een mestos 100 KG. in gewicht zal toenemen, hij daarvoor noodig heeft 250 KG. koek, 600 KG. klaverhooi en 3500 KG. wortels (Zweedsche rapen). Schapen hebben om evenveel in gewicht toe te nemen noodig: 250 KG. koek, 300 KG. klaverhooi en 4000 KG. wortels, en varkens zullen om hetzelfde resultaat te verkrijgen 500 KG. gerstemeel moeten ontvangen.

Bij het toedienen van dit voedsel werd de mest- en gewichtsproductie per week op 100 KG. levend gewicht als volgt gevonden.

	De dieren ontvangen voedsel (droog)	Brengen voort Mest (droog)	Lichaamsgewicht
Ossen	12.5 KG.	4.56 KG.	1.13 KG.
Schapen	16 „	5.10 „	1.76 „
Varkens	27 „	4.51 „	6.43 „

Of van 100 KG. voeder (droog) wordt verkregen:

	Lichaamsgewicht.	Mest (droog)
Ossen	9.0 KG.	36.5 KG.
Schapen	11.0 „	31.9 „
Varkens	23.8 „	16.7 „

Onder mest (droog) wordt hier natuurlijk verstaan de droge stof in de vaste en vloeibare uitwerpselen, zonder strooisel. Van de 100 KG. droog voeder is dus bij mestossen 45.5, bij gemeste schapen 42.9 en bij mestvarkens 40.5 KG. in het lichaam en in den mest overgegaan; de rest is in het lichaam verbrand

en hoofdzakelijk als koolzuur en waterdamp door de longen en de huid in den dampkring ontweken.

Neemt men echter alleen het stikstofgehalte van het voeder in aanmerking, dan blijkt, dat van 100 gewichtsdeelen stikstof in het voeder, overgaan:

	in het lichaam als vleesch	in de vaste uitwerpselen	in de vloeibare uitwerpselen	in de uitwerpselen samen
Ossen	3.9	22.6	73.5	96.1
Schapen	4.3	16.7	79.0	95.7
Varkens	14.7	21.0	64.3	85.3

Wat dus aan de stikstof niet in het lichaam wordt opgenomen, bekomt men in de uitwerpselen; door de longen en de huid ontwijkt daarvan niets.

Hetzelfde geldt van de aschbestanddeelen in het voeder, en daarvoor dezelfde berekening makende, vindt men, dat van 100 deelen, in het voedsel voorkomende, overgaan:

	in het lichaam	in de uitwerpselen
Ossen	2.3	97.7
Schapen	3.8	96.2
Varkens	4.5	95.5

Men ziet dus dat bij deze gemeste dieren ongeveer 96 procent van de stikstof en nog iets meer van de aschbestanddeelen in den mest is overgaan. Slechts bij de varkens is dit minder, omdat van het geconcentreerde voeder (gerstemeel) meer vleesch en vet gevormd wordt.

Ontvangt een volwassen dier enkel onderhoudsvoedsel, zoodat zijn gewicht noch toe- noch afneemt, dan moet de quantiteit stof, in het voedsel aanwezig, in de vaste en vloeibare uitwerpselen en in 'tgeen door huid en longen wordt verwijderd, geheel teruggevonden worden.

Neemt het echter in gewicht toe, b.v. een jong dier, of zooals hierboven bij mestvee, dan worden voor de gewichtstoeneming stoffen uit het voedsel verbruikt en bij een dier, dat melk geeft of drachtig is, is eveneens een gedeelte van het voedsel noodig, om de melk of het jong voort te brengen enz.

Een onderzoek naar de hoeveelheid heeft aan de Duitsche proefstations voorts geleerd, dat ongeveer de helft van 't droge voedsel in het lichaam verbrand en als koolzuur enz. door huid en longen verwijderd wordt. De gemiddelde cijfers zijn: 100 deelen droge stof in het voeder geven droge stof

	bij een koe	os	schaap	paard	gemiddeld
in de vaste uitwerpselen	38.0	44.0	42.6	46.7	42.8
in de urine	5.8	6.3	6.8	5.7	6.2
Samen	43.5	50.3	49.4	52.4	49.0

Met uitzondering van het varken kan men dus aannemen dat wanneer onze landbouwdieren 100 KG. voedsel, in drogen toestand gedacht, verbruiken, daarvan ongeveer de helft, dat is 50 KG. uitwerpselen, insgelijks in drogen toestand gedacht, verkregen worden; daarvan komt dan ongeveer $^1/_8$ in de urine voor.

Deze cijfers zijn echter, naar den aard van 't voedsel enz. aan verschillende wisselingen onderhevig; zoodat als een dier veel moeilijk verteerbaar voedsel

ontvangt, eene grootere quantiteit en bij gemakkelijk verteerbaar voedsel, als hierboven bij mestvee, eene geringe quantiteit uitwerpselen verkregen wordt. Müntz en Girard halen als voorbeeld aan dat paarden, enkel met haver, mais en boonen gevoed, dagelijks slechts 2—5 KG. vaste uitwerpselen gaven met een stikstofgehalte van 0.5—1.5 proc.; met hooi gevoed leverden zij 8—18 KG. vaste uitwerpselen met 0.2 à 0.3 proc. stikstof en op de gewone wijze met graan, stroo en hooi gevoed bedroeg de hoeveelheid vaste uitwerpselen 8—15 KG. met een gehalte aan stikstof van ongeveer 0.3 proc.

Als van meer belang verdient nogmaals opgemerkt te worden, dat hetgeen door huid en longen verwijderd wordt, uit stikstofvrije en aschvrije stoffen bestaat; bij onderhoudsvoedsel bekomt men derhalve in de uitwerpselen al de stikstof en al de aschbestanddeelen, die ook in het voedsel aanwezig waren, maar van een dier, dat melk geeft of drachtig is, in de uitwerpselen zooveel minder aschbestanddeelen en stikstof als voor het vormen der melk of het jong noodig zijn. Jonge dieren gebruiken insgelijks een gedeelte van de asch en de stikstof des voedsels tot den groei van hun lichaam. Hunne uitwerpselen moeten dus ook betrekkelijk armer hieraan zijn. Bij een volwassen mestos is dit verlies het geringst, daar de toeneming van het lichaam grootendeels uit vet, eene stikstof- en aschvrije stof bestaat.

Verder blijkt dat bij mestossen en schapen ongeveer drievierde en bij varkens ongeveer tweederde van de stikstof in de urine overgaat, en deze dus veel rijker daaraan is dan de vaste uitwerpselen.

Om verder een oordeel te vormen omtrent de bestanddeelen van de vaste en vloeibare uitwerpselen, laten wij hier de gemiddelde samenstelling ten honderd van beide, volgens Emil Wolff[1]), volgen:

	Vaste uitwerpselen.				Urine.			
	paard.	koe.	schaap.	varken.	paard.	koe.	schaap.	varken.
	KG.	KG.	KG.	KG.	KG.	KG.	KG.	KG.
Water	75.7	83.8	65.5	82.0	90.1	93.8	87.2	96.7
Organische stoffen	21.1	14.5	31.4	15.0	7.1	3.5	8.3	2.8
Stikstof	0.44	0.29	0.55	0.61	1.5	0.6	1.9	0.4
Asch	3.16	1.72	3.11	3.0	2.8	2.7	4.5	1.5
hierin Phosphorz.	0.35	0.17	0.31	0.41	—	—	0.01	0.07
Kali . .	0.35	0.1	0.15	0.26	1.5	0.49	2.26	0.83
Kalk . .	0.15	0.34	0.46	0.09	0.45	0.01	0.16	—
Magnesia .	0.12	0.13	0.15	0.10	0.24	0.04	0.34	0.08
Zwavelz. .	0.06	0.04	0.14	0.04	0.06	0.13	0.30	0.08

Ook hierbij dient men in aanmerking te nemen, dat dit slechts gemiddelde cijfers zijn, en dat de mest des te rijker wordt aan de waardegevende bestanddeelen als stikstof en phosphorzuur, naarmate het toegediende voeder rijker hieraan is, en omgekeerd, gelijk uit het bovenaangehaalde voorbeeld van Müntz en Girard, wat de stikstof betreft, blijkt.

De tabel geeft ons verder aanleiding tot de volgende opmerkingen:

De vaste uitwerpselen van 't paard en 't schaap bevatten minder water en

---

[1]) *Praktische Düngerlehre*, Berlin 1886.

meer stikstof dan die van 't rund. Dit veelal grooter stikstof- en geringer watergehalte, in verband met de grootere losheid der uitwerpselen van 't paard heeft eene snellere omzetting, een spoediger broeien er van ten gevolge dan die van 't rund. De uitwerpselen van 't schaap zijn, ofschoon eveneens droger en rijker aan stikstof, meer vast, de daarin voorkomende stikstofverbindingen zijn veelal van minder gemakkelijk verteerbaar voedsel afkomstig en worden in de uitwerpselen niet zoo spoedig ontleed. De schapenmest broeit daarom niet zoo sterk als die van 't paard. De rundermest is het rijkst aan water en het armst aan stikstof; hij broeit daarom niet zoo licht en kan in vergelijking met dien van paarden en schapen koud genoemd worden. Ook de uitwerpselen van 't varken zijn waterrijk en vormen daarom een kouden mest. Ofschoon van geen dier het voedsel zoo zeer afwisselt en daarom ook de mest zoo veel uiteen kan loopen, is het stikstof-, phosphorzuur- en potaschgehalte der vaste uitwerpselen van het varken veelal niet minder dan die van 't rund. — Evenals de vaste uitwerpselen zijn ook de vloeibare van 't paard en 't schaap het rijkst aan stikstof en in 't algemeen zijn de vloeibare uitwerpselen rijker aan stikstof en ook aan kali dan de vaste. De urine bevat echter weinig of geen phosphorzuur. Wel gaan bij deze dieren phosphorzure verbindingen van het voedsel in 't bloed over, maar zij worden met de gal enz. weder in 't darmkanaal afgescheiden en alzoo in de vaste uitwerpselen en niet in de urine, zooals bij de vleeschetende dieren ten deele het geval is, teruggevonden. Vergelijk hieronder gier.

De uitwerpselen der huisdieren worden òf alleen, òf in vereeniging met andere stoffen (strooisel) ter bemesting gebruikt. Het eerste heeft plaats als het vee in de weide loopt of geweid wordt. De eenige zorg, die dan aan de uitwerpselen wordt besteed, bestaat in het van tijd tot tijd uit elkander slaan der hoopen, teneinde ze meer gelijkmatig over het veld te verdeelen en in enkele gevallen in het verzamelen dier hoopen, om ze meer ter geschikter tijd over het land te verspreiden. Meer bepaald tracht men op deze wijze een veld te bemesten wanneer het vee op het veld nog toegevoederd wordt, gelijk in Engeland dikwijls met schapen geschiedt, en door het perken of horden, waarbij het vee, ook meestal schapen, één of twee nachten, soms ook de warmste uren van den dag, op eene door verplaatsbare hekken omslotene ruimte wordt gehouden. Door verplaatsing der hekken gaat men aldus het geheele veld rond. Nagenoeg zonder strooisel gebruikt men voorts de uitwerpselen in vele veehouderijen ter bemesting van groenlanden. Zie hieronder. Regel is het echter, de uitwerpselen, die 't zij alleen des winters of bij zomerstalvoedering ook des zomers in of bij de boerderij verzameld zijn, met strooisel te vermengen en dus min of meer kunstmatig stalmest hieruit te bereiden.

Het streven, den dieren eene warme droge ligging te bezorgen, heeft voorzeker in de eerste plaats tot het gebruik van strooisel aanleiding gegeven. 't Zij men dan het vee in zoogenaamde hokken of potstallen houdt en de mest onder de dieren laat liggen, 't zij op grupstalllen plaatst en den mest dagelijks verwijdert, het strooisel dient om de uitwerpselen als het ware op te vangen en tevens zoo goed mogelijk bijeen te houden. Verder wordt daarmede beoogd:

a. de snelle ontleding der uitwerpselen te voorkomen en daardoor het ontwijken van nuttige ontledingsproducten, o. a. ammoniak, tegen te gaan;

b. ook van stroo en andere stoffen geschikten mest te maken en derhalve zoo al niet de qualiteit dan toch de quantiteit mest te vergrooten.

Afgescheiden van het conserveerend vermogen, zie hieronder, moet als zeer geschikt materiaal daartoe het stroo der graangewassen beschouwd worden. Door de adhaesie blijven de vaste uitwerpselen hieraan kleven, de holle halmen zuigen de vloeibare als 't ware op. Op zich zelve niet zeer spoedig veranderende en ter bemesting minder geschikt, worden zij na vermenging met de uitwerpselen sneller omgezet, maar vertragen, aangezien zij de warmte die bij de rotting van laatstgenoemde vrij wordt, mede opnemen, hunne snelle ontleding. Bij gebrek aan stroo van granen wordt ook niet zelden het stroo van andere gewassen, b.v. van Koolzaad, in veen- en heidestreken veen en plaggen, in boschrijke streken het afgevallen loof der boomen (bladeren, naalden en takjes) en mos, in andere gevallen zand, aarde en zaagmeel als strooimateriaal gebruikt. In de laatste jaren is inzonderheid het turfstrooisel, dat is de met machines uitgeplozen en gezeefde bonkaarde (zie bl. 9) van hoogveen, daarvoor in gebruik gekomen. Houtwol wordt mede daarvoor thans aanbevolen.

Ter beoordeeling van de bruikbaarheid en de waarde dezer verschillende stoffen tot gemeld doel, dient, behalve op hare samenstelling, gelet te worden op haar vermogen om vloeibare of weeke stoffen op te zuigen. Wat de samenstelling betreft, komen het stikstof-, het phosphorzuur- en het kaligehalte vooral in aanmerking, terwijl de hoeveelheid water die 100 KG. kan opnemen en de hoeveelheid organische stof min of meer als maatstaf kunnen dienen van het vermogen de uitwerpselen op te nemen. De volgende tabel moge omtrent een en ander eenige aanwijzing geven:

	1000 KG. bevatten gemiddeld in KG.						100 deelen nemen in 24 uur water op
	water	organ. stof	asch	stikstof	phosphorzuur	kali	
Tarwestroo	136	824	40	4.8	2.2	4.9	220
Gerst „	133	796	71	5.7	1.9	9.4	285
Haver „	136	811	53	7.3	1.9	8.9	228
Rogge „	130	830	40	5.8	2.1	7.8	241
Koolzaad„	170	781	49	4.3	2.7	10	200
Boon „	178	758	64	19.3	3.2	18.5	330
Erwt „	143	815	42	12.0	3.5	10.1	281
Heide	200	760	36	10	2	5	100
Houtwol van naaldhout	—	—	—	1.6	0.15	0.40	175
„ „ loofhout	—	—	—	2.0	1.10	5.00	233
Turfstrooisel	—	—	—	2.00	4.00	0.60	800
Biezen	180	780	40	—	1	3	—
Plaggen	—	220	780	3.0	2.0	1.0	—
Veen (bonkaarde)	200	790	21	8	0.4	0.4	600
Beukenloof	140	813	47	10.0	2.4	2.3	200
Eikenloof	140	814	46	10.0	2.0	3.5	200
Dennennaalden versch	472	520	8	5-9	1-2	0.3-1	175
Zeegras	150	728	122	14	3.8	15.9	—
Mos	250	739	21	10.5	1.6	3.4	275
Zand	—	—	—	—	—	—	25

Volgens Breitenlohner neemt, als 100 gew. d. roggestroo 300 gew. d. gier opnemen, dezelfde quantiteit boonstroo 330, zaagmeel 257 en turf 448 gew. d. op.

Uit deze opgave blijkt voldoende, dat deze verschillende stoffen niet alle even bruikbaar zijn voor strooisel en zij ook de waarde van den mest niet alle evenveel verhoogen. Het stroo der granen wordt gewoonlijk voor een deel vervoederd en wat den dieren niet lust als strooisel gebruikt. Gerst en en haverstroo hebben de meeste voederwaarde en worden daarom bij voorkeur vervoederd. Ook stroo van peulvruchten heeft meer voederwaarde en slechts als dit beschimmeld is dient het direct tot strooisel. Van het strooisel uit bosschen is dat van loofhout (beuken, eiken enz.) beter dan van naaldhout (dennen), omdat het rijker aan phosphorzuur en kali is. Het beste strooisel uit bosschen is versch mos. Turfstrooisel schijnt het best voor paarden te passen, minder voor runderen en varkens — deze nemen het bij 't snuffelen op en raken daardoor den eetlust kwijt — en het minst voor schapen, daar het de wol vuil maakt. Daar het droge turfstrooisel niet gemakkelijk bevochtigd wordt, moet niet te veel in eens gebruikt en de bovenste laag eerst los gemaakt worden alvorens eene nieuwe hoeveelheid strooisel te geven; anders ontstaan droge plekken met sterke broeiing of te vochtige plekken, wat beide nadeelig voor de hoeven der paarden is. — Houtwol bevat weinig voedingsstoffen maar wordt volgens een onderzoek van Ramann gemakkelijk ontleed, het weekste hout is het best. Over het gebruik van aarde en plaggen, zie men hieronder.

Wat de hoeveelheid strooisel betreft kan men rekenen, dat, om den dieren eene behoorlijk droge ligging te geven, aan stroo van granen dagelijks noodig is voor een paard 2—3 KG., voor een rund 2.5—5 KG., bij zomerstalvoedering 6—8 KG., voor een varken 1 à 2 KG. en voor een schaap 0.5 KG. Soms echter worden, inzonderheid de uitwerpselen der paarden met eene veel grootere hoeveelheid stroo vermengd dan noodig is, aangezien men ook van stroo mest tracht te maken; bij gebrek aan dit strooisel, wordt eene geringere hoeveelheid of een surrogaat daarvoor gebruikt, b.v. heide, boschstrooisel en plaggen, waarvan de hoeveelheid moeilijk in gewicht is aan te geven. Bij gebruik van turfstrooisel rekent men ongeveer 3 KG. voor een rund, 2—$2^1/_2$ KG. voor een paard, $^1/_4$ KG. voor een schaap en $^1/_2$—$^3/_4$ KG. voor een varken. Voegt men aarde bij het strooisel dan wordt op 1.5 à 2 KG. stroo $^1/_{25}$ M^3 aarde genomen. In de stallen der omnibusmaatschappij te Parijs werd een vergelijkende proef genomen, hoeveel dagelijks aan strooisel noodig was om een paard een goed droge ligging te geven en gevonden dat men toe kan met stroo: 4.8 KG., met turfstrooisel ruim 3.3 KG. en met houtzaagsel eveneens ruim 3.3 KG. Bij deze proef bleken het turfstrooisel en het zaagmeel tevens een goedkooper strooisel te zijn dan stroo, nl. te Parijs.

Is er nu, gelijk wij zagen, reeds een aanmerkelijk verschil in de samenstelling der uitwerpselen, nog grooter moet het verschil zijn tusschen den verkregen stalmest, al naar de soort en de hoeveelheid strooisel die genomen wordt.

De landbouwer dient, ter beoordeeling van den verkregen stalmest, zich daarom af te vragen: Van welke diersoort is de mest afkomstig, is het volwassen en wordt het eenvoudig onderhouden of wordt het gemest, geeft het melk, is het drachtig enz.; of is het niet volwassen en neemt het in grootte

toe? En bovenal: welk voedsel krijgen de dieren en welk strooisel wordt gebruikt? In 't algemeen oefenen het voedsel en 't strooisel toch den grootsten invloed op de qualiteit en de quantiteit van den verkregen stalmest uit. Bij eene doeltreffende voeding wordt het voedsel immers gewijzigd niet alleen naar de diersoort, maar ook naar den toestand waarin eenig dier zich bevindt! Zonder grove fouten te begaan, zal men dus uit de hoeveelheid voedsel en strooisel de quantiteit en de qualiteit (en de hiervan afhankelijke waarde) van den stalmest kunnen opmaken.

Van welken invloed het voedsel op de waarde van den mest kan zijn, moge uit de volgende opgave van Lawes en Gilbert[1]) blijken, die rekenen, dat 1 ton (1016 KG.) van de volgende voedermiddelen de nevenstaande mestwaarde in guldens geven, gevoederd aan:

	Mestvee (ossen en schapen)	Melkkoeien
Katoenkoeken van ongepeld zaad	*f* 27.20	*f* 23.50
„ „ gepeld „	- 45.00	- 40.40
Lijnkoek	- 31.50	- 26.30
Raapkoek	- 33.85	- 30.95
Lijnzaad	- 23.50	- 17.70
Boonen	- 25.15	- 20.75
Maïs	- 9.95	- 5.95
Haver	- 11.85	- 8.00
Zemels	- 23.10	- 19.85
Klaverhooi	- 16.20	- 14.15
Weidehooi	- 11.25	- 9.25
Haverstroo	- 4.45	- 2.85
Mangelwortels	- 1.90	- 1.65

Hierboven is gezegd, dat de uitwerpselen aan droge stof ongeveer de helft van die des voedsels bevatten. Wordt deze helft dus opgeteld bij de hoeveelheid strooisel, eveneens in watervrijen toestand gedacht, dan geeft de som de hoeveelheid drogen mest. Daarin is nagenoeg al de stikstof en zijn al de aschbestanddeelen aanwezig, welke in 't voedsel en het strooisel voorkwamen, verminderd met hetgeen van deze stoffen in de melk werd afgescheiden of tot vorming van vleesch en beenderen enz. van een jong of een jong dier of tot voortbrenging van wol (haar) werd verbruikt. Ter beoordeeling van de hoeveelheid hiervoor noodig, kan dienen dat 100 KG. bevatten in KG.:

	water	stikstof	phosphorzuur	potasch	kalk	magnesia
Koemelk	87.4	0.48	0.17	0.15	0.13	0.02
Levend kalf	66.2	2.5	1.38	0.24	1.63	0.05
Gewasschen wol	12	9.4	0.03	0.18	0.24	0.06
Levende os	59.7	2.7	0.19	0.17	2.08	0.06

[1]) *The Journal of the Royal Agricultural Society of England 1897, p. 674 en Idem 1898, p. 103.* Daarbij is 1 KG. stikstof op 53 cent, 1 KG. phosphorzuur op ruim 22 ct. en 1 KG. kali op 16 ct. gerekend, en bij melkkoeien dat deze 11.4 liter melk per dag en per stuk geven.

Als voorbeeld, hoe men alzoo door berekening tot eene beoordeeling van de hoeveelheid en de hoedanigheid van den stalmest kan komen, stellen wij, dat gedurende den staltijd aan *acht* melkkoeien, wier gewicht weinig of niet veranderde, is gevoerd: 60 HL. haver à 46 KG. = 2760 KG., 10000 KG. haverstroo, 5000 KG. gerststroo, 6000 KG. hooi, 400 KG. lijnkoeken, 10000 KG. mangelwortels en 5000 KG. mangelwortelbladeren; dat deze koeien in dien tijd 9000 liter melk gegeven en aan kalveren 200 KG. hebben voortgebracht en dat als strooisel 5000 KG. tarwestroo en 2000 KG. gerststroo is gebruikt. Wij hebben dan:

		droog KG.	stikstof KG.	phosphorzuur KG.	potasch KG.	kalk KG.	magnesia KG.
2760 KG.	haver =	2415	56	20	14	3	6
10000 „	haverstroo =	8640	73	19	90	36	16.4
5000 „	gerststroo =	4335	28.5	9.3	48	16	5.4
6000 „	hooi =	5124	37	24.7	78.8	51.6	19.5
400 „	lijnkoeken =	352	18	6.5	5	1.7	3
10000 „	mangelwortels =	1300	19	7	45	3.4	3.8
5000 „	mangw. blad. =	600	18	5	28	10	8.6
	in het voedsel	22766					
in de uitwerpselen de helft		11383					
als strooisel { 5000 KG.	tarwestroo	4322	24	11	32	13	5.6
{ 2000 „	gerststroo	1734	11.4	3.7	19	6.5	0.6
		17439	285	106	360	141.5	69
9000 liter melk			43	15	13	12	2
200 KG. kalveren			5	2.8	0.5	3.3	0.1
	af —		48	17.8	13 5	15.3	2.1
	blijft	17439	237	88.2	346.5	126.2	66.9

Aangenomen dat er nu geen verlies plaats heeft — zie daarvoor hieronder — en de mest 70 ten honderd water bevat, dan bekomt men 58130 KG. met 237 KG. stikstof, 88.2 KG. phosphorz., 346.5 KG. potasch, 126.2 KG. kalk, 66.9 KG. magn., of de 1000 KG. met 4.07 KG. stikstof, 1.5 KG. phosphorz., 5.9 KG. potasch, 2.17 KG. kalk, 1.15 KG. magn., en per koe 7266 KG. mest en bij 200 dagen staltijd per dag en per koe 36 KG. ruim. Per jaar wordt deze hoeveelheid ruim 13000 KG. Paarden, die boven de haver dagelijks $13^1/_2$ KG. stroo en kaf aan voer en strooisel ontvangen, leveren per dag 37.5 KG. mest en varkens van ongeveer 125 KG. levendgewicht en die dagelijks met $1^3/_4$ KG. stroo gestrooid worden, 7.5 KG.

Uit talrijke opgaven heeft Bobierre berekend, dat de jaarlijksche hoeveelheid mest bedraagt:

van een paard	10.200 KG.	van een koe	11.400 KG.
„ „ trekos	9.400 „	„ „ schaap	550 „
„ „ mestos	25.300 „	„ „ varken	1.100 „ ,

terwijl die hoeveelheid volgens Girardin op ongeveer 25 maal het gewicht van al het vee, op de boerderij gehouden, kan geschat worden.

't Spreekt intusschen van zelf dat dit geen altijd doorgaande maatstaf kan zijn evenmin als er van een product als de stalmest moeilijk van een gemiddelde samenstelling sprake kan wezen.

Na het vroeger vermelde over de vaste en de vloeibare uitwerpselen der verschillende dieren zal het minder noodig zijn lang bij de soorten van stalmest, die men als *paarden-*, *koe-*, *schapen-* en *varkensmest* onderscheidt, stil te staan. Wordt niet meer strooisel genomen dan volstrekt noodig is om de uitwerpselen op te vangen, zoo is op dezelfde quantiteit uitwerpselen voor koeien en varkens meer noodig dan voor paarden en schapen. Laatstgenoemde mestsoorten zijn ook daarom veelal rijker, inzonderheid aan stikstof en aschbestanddeelen. Op eenen hoop gebracht worden zij spoediger ontleed en broeien sterker. Worden de mestsoorten afzonderlijk ter bemesting gebruikt, dan zijn paarden- en schapenmest daarom meer gepast voor zware en humusrijke gronden, runder- en varkensmest meer voor zand- en humusarme gronden.

De mest, volgens bovenstaande berekening verkregen, is zoogenaamd *versche* of *lange* mest. De weersgesteldheid en velerlei andere omstandigheden veroorloven veelal niet dezen direct ter bemesting te gebruiken. Men laat hem, bij plaatsing van het vee in hokken of zoogenaamde potstallen, geruimen tijd onder de dieren liggen en brengt hem dan, als hokmest op het land. De verschillende mestsoorten blijven daarbij gescheiden. Is het vee op zoogenaamde grupstallen geplaatst, dan brengt men hem dagelijks uit den stal op den „mesthoop" of de mestvaalt. Onder mestvaalt verstaat men eene, gewoonlijk ondiepe, kom bij de boerderij waar de mest op eenen hoop wordt gebracht [1]). In dit geval wordt die van runderen en paarden veelal door elkander gemengd. Ook den hokmest, 't zij alleen van runderen en paarden, 't zij ook dien van schapen en varkens, brengt men, — daar het weer en de gelegenheid het niet altijd veroorloven hem dadelijk uit de hokken op het land te rijden —, niet zelden op den mesthoop. In de zandstreken van Noord-Brabant en elders wordt de mest uit de potstallen ook wel op de deel geplaatst en regelmatig laagsgewijze met aarde vermengd, of bij het roggeland gereden en hier met heideplaggen vermengd, op een hoop gezet [2]). Maar hetzij in den stal onder de dieren, hetzij op de vaalt of hoe ook bewaard, de mest gaat nu rotten en na eenigen tijd bekomt men van den verschen of langen mest den *verrotten*, *korten* of *spekkigen* mest. Daarbij scheidt zich veelal van de min of meer weeke massa eene vloeistof af, die onder den naam van *gier* of *ier* bekend is.

Het doel eener rationeele mestbewaring en behandeling moet nu zijn, de vaste en vloeibare uitwerpselen met het strooisel zorgvuldig te vermengen, zoodat eene mestmassa verkregen wordt, die in al hare deelen nagenoeg dezelfde samenstelling heeft en nuttige bestanddeelen daarbij zoo weinig mogelijk verloren gaan.

Vooreerst dient de vraag te worden overwogen: welke veranderingen ondergaat de stalmest of zijne bestanddeelen, zoowel die der uitwerpselen als van het strooisel, bij het rotten; en waaruit bestaat ten slotte het vaste gedeelte en waaruit de gier van den verrotten mest? De vroegere onderzoekingen van Thénard dienaangaande zijn in de laatste jaren door Dehérain, Hébert en

---

[1]) Zie over het aanleggen van een mestvaalt en over mestproductie de aangehaalde werken en *Hand. v. h. Gen. v. Nijv. in de prov. Groningen*, 1891—'92 en 1894—'95.

[2]) Zie daarover: *Uitkomsten van het onderzoek naar den toestand van den landbouw in Nederland.*

anderen weer opgevat. Daaruit blijkt, dat de pisstof (ureum) van de urine het eerst verandering ondergaat. Zij wordt onder opneming van water omgezet in koolzure ammonia, volgens de vergelijking: $CO(NH_2)_2 + 2H_2O = CO_3(NH_4)_2$. De koolzure ammonia wordt op hare beurt gemakkelijk ontleed (gedissocieerd), waarbij ammoniak ontwijkt, dat den prikkelenden reuk, in vele veestallen en bij urinoirs gemakkelijk waar te nemen, verspreidt. Deze verandering van het ureum, eene soort gisting, begint reeds in den stal, ook als de mest alle dagen verwijderd wordt. De organismen die deze verandering veroorzaken, zijn daar vooral op den vloer der stallen, in de grup of in den reeds rottenden mest aanwezig. Ook de niet verteerde eiwitstoffen van het voeder en die in het strooisel ondergaan mede spoedig verandering; daaruit kan eveneens koolzure ammonia en verder het stinkende zwavelwaterstofgas gevormd worden. Toch blijkt na eenigen tijd dat de hoeveelheid organische stikstof eerder is toe- dan wel afgenomen; zoodat, mochten al de eiwitstoffen ontleed worden, er tevens ten koste van de stikstof der koolzure ammonia andere organische stikstofverbindingen gevormd worden. Tevens ontwijkt een gedeelte der stikstof in vrijen toestand. De gevormde koolzure ammonia dissocieert en ontwijkt voor een deel gasvormig maar, voor het grootste gedeelte in het vocht van den mest opgelost blijvende, werkt zij evenals het kaliumcarbonaat of- bicarbonaat, dat in de urine mede opgelost voorkomt, ontledend op de organische stoffen van den mest in; volgens Dehérain vooral op eene koolstofrijke verbinding van het strooisel, door Frémy *vasculose* geheeten; daardoor worden dan de bruine tot zwart gekleurde humusstoffen gevormd, die deels in de koolzure ammonia en de koolzure kali opgelost worden en de bruine stoffen van de gier vormen, deels in eene bruine tot zwarte massa, die onoplosbaar in water is, overgaan. Behalve de ammoniakgisting van het ureum, hebben er in den mest nog andere gistingen plaats. In de bovenste lagen, waar de lucht kan toetreden en oxydatie plaats heeft, geeft deze tot eene aanmerkelijke temperatuursverhooging (het broeien) aanleiding. Dehérain nam waar, dat een mesthoop te Grignon beneden eene temperatuur had van 20 à 25 graden, op de hoogte van 1 à $1^1/_2$ meter 30 à 35 graden, op 2 meter hoogte 30 à 40 graden en onder de bovenste laag was de temperatuur 60 graden en meer. Volgens Schlösing houdt bij ongeveer 80° de werking der oxydeerende organismen op. De langzame verbranding van de gemakkelijk oxydeerbare stoffen als gom en xylose, die bij deze gisting in den hoop plaats heeft, waarbij als eindproducten koolzuur en water worden verkregen, begunstigt door de temperatuursverhooging de andere scheikundige werkingen; maar zij mag niet te sterk zijn, anders geeft zij aanleiding tot groot verlies, hetzij van ammoniak, hetzij van vrije stikstof, gelijk verschillende proeven geleerd hebben. Midden en onder in den hoop, waar weinig of geen lucht kan toetreden, heeft volgens Dehérain eene andere gisting plaats; hier wordt evenals bij de veenvorming uit cellulose koolzuur en moerasgas gevormd. De geheele verandering verloopt het best als de mest behoorlijk gesloten (ineengeperst) blijft en daarbij vochtig gehouden wordt. Dan gaat de vorming van koolzure ammonia uit het ureum voort; de mest blijft goed alkalisch en onder deze omstandigheden vallen het strooisel en de vaste deelen der uitwerpselen uiteen onder vorming van bruine, deels oplosbare, deels weeke stoffen; de moerasgasgisting blijft aan-

houden, terwijl wanneer de mest minder alkalisch is de boterzuurgisting intreedt die met stikstofverlies gepaard kan gaan. Mocht dus de mest te droog worden, zoo kan eene begieting met water gewenscht zijn. Daarmede wordt tevens wat versche lucht aangevoerd, die de microben der gistingen, naar het schijnt, op nieuw tot werkzaamheid brengt. Hébert onderzoekt de lucht in een en denzelfden mesthoop in een drogen en in een vochtigen tijd. De samenstelling ten 100 was als volgt:

	9 Juli na een drogen tijd	3 Augustus nadat het flink geregend had
Ammoniak	0.00	0.00
Koolzuur	33.93	35.07
Zuurstof	0.00	0.00
Moerasgas.	2.18	30.75
Stikstof	63.89	34.00

In het eerste geval had de gisting een slecht verloop, en het verzamelde gas had den reuk van boterzuur, terwijl in het tweede geval de mest de gewenschte verandering onderging en het verzamelde gas den eigenaardigen mestreuk had.

Ook kan als de hoop te los of te droog is de mest beginnen te schimmelen. De landbouwer ziet dit ongaarne en is van oordeel, dat hij dan veel van „zijne kracht" verliest. Die dorre, schimmelige massa gaat moeilijk weer rotten en, ter bemesting gebruikt, blijft zij in den grond lang onveranderd en maakt hem weinig vruchtbaar. Waarschijnlijk worden de licht veranderende en meest waardige stoffen, b.v. het ureum en sommige eiwitstoffen, daarbij ontleed en ontwijken hare ontledingsproducten, waaronder vrije stikstof in den dampkring, terwijl stoffen, die zonder gisting moeilijk veranderen, b.v. de celstof achterblijven. Met zekerheid is er echter aangaande deze verandering bij het schimmelen nog weinig bekend. Vooral in mest, die met aarde bedekt of waar aarde ingestrooid is, heeft weder eene andere gisting plaats namelijk de salpetergisting of nitrificatie, bl. 274, terwijl omgekeerd daar waar gemakkelijk oxydeerbare stoffen in den mest aanwezig zijn en gebrek aan zuurstof is, salpeter ontleed, dus dénitrificatie, bl. 276, plaats kan hebben.

De veranderingen die de stalmest bij den overgang van den verschen in den verrotten toestand ondergaat kunnen derhalve, al naar de wijze waarop hij bewaard en behandeld wordt, zeer uiteenloopen. Een gevolg van die veranderingen is in het algemeen dat de mest, ook als hij goed gerot is, niet alleen aan volume maar ook aan gewicht heeft verloren.

Het volumegewicht is echter toegenomen. Want volgens eene bepaling van Boussingault weegt 1 M³.:

Zeer strooachtige mest, gelijk hij uit den stal komt. . .	300 en 400 KG.
Dezelfde mest, nog versch, maar goed opgezet	700 „
Half verrot	800 „
Verrot in spekkigen toestand	900 „

Koerte nam waar dat 1000 M³ versche mest nog een volume hadden:

na 81 dagen van	773 M³.
„ 254 „ „	634 „
„ een jaar „	470 „

Het spreekt echter van zelf dat dergelijke cijfers geen absolute waarde hebben, evenmin als het gewichtsverlies dat de mest bij het rotten ondergaat en dat van de droge stof 25 à 35 proc. bedraagt, maar veel meer uiteen kan loopen wanneer men het vochtgehalte mede in aanmerking neemt.

Völcker plaatste eene zekere hoeveelheid versche stalmest, uit die van paarden, koeien en schapen bestaande, deels buiten op eenen hoop, deels onder een dak, deels tegen eenen muur uitgespreid. 1000 KG. van den verschen mest bevatt'en, in kilogrammen.

	den 3 Nov.		na zes maanden overgebleven en toen bevatte bij buiten op een hoop		onder dak		uitgespreid	
	werkelijk	ten 100	werkel.	ten 100	werkel.	ten 100	werkel.	ten 100
Water	662	66.2	471	65.9	282	56.9	693	80
Organische stof	282	28.2	168	23.5	149	30	109	12.6
(oplosbaar	(24.8)	(2.5)	(30)	(4.3)	(23)	(4.6)	(10)	(1.2)
en stikstof hierin	(6.4)	(0.64)	(6)	(0.9)	(6)	(1.2)	(4)	(0.5)
hiervan als ammoniak)	(1.2)	(0.12)	(0.6)	(0.09)	(0.3)	(0.07)	(0.4)	(0.05)
Asch	56	5.6	75	10.5	65	13	63	7.4
	1000	100	714	100	496	100	865	100
Gewichtsverlies op 1000			286		504		134	

Uit deze proef blijkt dus vooreerst, dat de hoeveelheid organische stof afgenomen is, uitgespreid het meest, op eenen hoop het minst. Terwijl de hoeveelheid water in den uitgespreiden mest iets toegenomen is (en ten 100 zeer rijk aan water is geworden), is uit den mest, op eene andere wijze bewaard, in werkelijkheid vrij wat water verdampt. Ten 100 is die onder dak ook droger geworden. Behalve van den uitgespreiden mest, die blijkbaar „uitgeloogd" is, is de hoeveelheid oplosbare organische stof (humus) toegenomen. Aan stikstof heeft de op eenen hoop of onder dak bewaarde mest slechts weinig verloren. Die onder dak heeft meer aan ammoniak verloren dan die op een' hoop. Beide zijn percentsgewijze vooral rijker aan stikstof en aschbestanddeelen geworden.

Ook uit eene andere ontleding van verrotten stalmest door Völcker blijkt, dat zoowel organische als anorganische (asch-) bestanddeelen meer oplosbaar zijn geworden en inzonderheid die, welke vooral waarde aan den mest geven als phosphorzuur, kali en de stikstofverbindingen. Ter bemesting gebruikt, worden deze daarom spoediger door den grond verspreid; zij kunnen gemakkelijker en spoediger door de planten worden opgenomen. De verrotte mest werkt daarom en ook wegens zijne fijnere verdeeling (kortheid) sneller dan de lange mest.

Uit de proeven van Völcker blijkt verder, dat het verlies aan stikstof bij het overgaan van den verschen in den verrotten toestand niet zoo groot is, als men zou vermoeden. Uit latere proeven van Dr. Holdefleisz [1]) en anderen is echter gebleken dat dit verlies niet onaanzienlijk is, gelijk uit de onderstaande cijfers volgt:

---

[1]) *Untersuchungen über den Stallmist*, 2te Aufl. 1889.

	Mestmassa	Droge stof	Geheele hoeveelheid stikstof
Versche mest, den 6 Juni 1884 op een' hoop gebracht	6150 KG.	1174.6 KG.	24.35 KG.
Den 6 Januari 1885, normaal verrot, maar nog niet spekkig . .	4200 „	808.5 „	18.65 „
Verlies	1950 KG.	366.1 KG.	5.70 KG.
Of in procenten van de oorspronkelijke hoeveelheid	34.7 %	31.2 %	23.4 %

Bij eene volgende proef, toen de mest vochtiger werd gehouden [1]) door het overbrengen van gier, werd het volgende resultaat verkregen:

	Droge stof	Geheele hoeveelheid stikstof	Stikstof als ammoniak
Den 5 Febr. 1886 in een hoop gebracht	1030.0 KG.	18.33 KG.	1.69 KG.
Den 16 Sept. was nog aanwezig	730.8 „	15.83 „	0.23 „
Verlies	299.3 KG.	2.50 KG.	1.46 KG.
Of in procenten van de oorspronkelijke hoeveelheid .	29.0 %	13.6 %	86 %

Het verlies van de geheele hoeveelheid droge stof bedraagt dus ongeveer 30 %, evenals bij den door Völcker op eenen hoop bewaarden mest, en ook het verlies aan het meest waardegevende bestanddeel, de stikstof, is aanzienlijk, vooral als de mest minder vochtig gehouden wordt.

Volgens onderzoekingen van Müntz en Girard [2]) heeft het stikstofverlies minder op de mestvaalt plaats, zooals ook door Völcker gevonden werd, maar reeds in den stal. Dat hier verlies moet plaats hebben blijkt reeds uit het ammoniakgehalte van de stallucht, dat niet zelden eenige honderden keeren grooter is dan gewoonlijk in den dampkring gevonden wordt.

Om dit stikstofverlies in den stal te bepalen hebben M. en G. nagegaan hoeveel stikstof in het voedsel en als gestrooid werd, ook in het strooisel, dat de dieren ontvingen, aanwezig was, daarna uit de gewichtstoeneming der dieren of de melk die zij leverden berekend, hoeveel stikstof in hun lichaam of in de melk overging en vervolgens bepaald, hoeveel stikstof in den mest, als hij op een hoop buiten den stal gebracht werd, aanwezig was.

Als voorbeeld vermelden wij het resultaat der volgende proef. 8 melkkoeien werden gedurende 31 dagen gevoerd met luzerne en roggemeel. In het voedsel dat zij ontvingen was:

Stikstof aanwezig	74.498 KG.	
Stikstof teruggevonden:		
in de melk	10.750 „	of 14.4 %
„ „ uitwerpselen	36.714 „	„ 49.5 „
Stikstofverlies	27.034 „	„ 36.5 „

De uitkomsten, die M. en G. bij hunne verschillende proeven verkregen, zijn, dat het stikstofverlies in den stal bedroeg:

bij paarden en runderen 27—36 % of gem. 32.6 % dus ongeveer 1/3.
en bij schapen 44—55 „ „ „ 48.8 „ „ „ de helft.

---

[1]) Het vochtprocent van den verrotten mest was hier 83.2 en bij de vorige proef 80.8.

[2]) 3me. *Congres international d'agriculture*, *rapports préliminaires*, p. 1.

Dit stikstofverlies, hoofdzakelijk veroorzaakt door het ontwijken van koolzure ammoniak, als gistingproduct van het ureum, bl. 385 is dus aanzienlijk en vrij wat meer dan uit een hoop schapenmest die M. en G. gedurende 6 wintermaanden bewaarden en waarbij het stikstofverlies slechts 11.5 % bedroeg; bij een hoop koemest 24.3 %. In allen geval is het verlies aanzienlijk — het bedraagt jaarlijks verscheiden millioenen guldens — en 't is dus van veel belang na te gaan op welke wijze dit verlies kan worden voorkomen.

Wat het best is den mest onder de dieren te laten liggen of hem op een' hoop te brengen, deze vraag zullen wij eerst meer volledig bij de veeteelt kunnen beantwoorden. Uit het oogpunt van mestbereiding verdient het aanbeveling, vooral wanneer genoeg strooisel voorhanden is, hem onder de dieren te laten liggen. In dit geval worden de uitwerpselen toch het best opgevangen en, met strooisel vermengd, vastgetreden door de dieren, zoodat ze de gewenschte verandering kunnen ondergaan. Bij regelmatige strooiing zal zijne temperatuur en vochtigheid weinig afwisselen. En wordt de hokmest, na in den min of meer gerotten toestand te zijn overgegaan, dadelijk op het land gebracht, zoo gaat voorzeker het minst van de nuttige bestanddeelen verloren. Uit proeven van Dr. Holdefleisz is ook gebleken, dat bij het liggen laten van den mest in den stal, ook zonder conserveeringsmiddel, weinig of geen verlies aan stikstof plaats heeft, zoodat deze bewaring de meeste aanbeveling verdient. In Duitschland wordt deze bewaringswijze daarom tegenwoordig 't meest aanbevolen en een onderzoek naar de doeltreffendste diepe stallen, om den mest geruimen tijd onder de dieren te kunnen laten liggen, gedaan. Minder doeltreffend is het den hokmest, na eenigen tijd onder de dieren gelegen te hebben, op een' hoop te brengen, aangezien bij en door het verwerken stoffen verloren gaan en ook de gisting, tengevolge van de afkoeling kan ophouden en de mest beginnen te schimmelen. Vermenging met aarde en een behoorlijk vochtig houden is in dit geval wel gewenscht, aangezien zoowel door vocht als door aarde ammoniak opgesloopt wordt.

Staat het vee op grupstallen en wordt de mest dagelijks op de vaalt gebracht, zoo dienen bepaalde voorzorgsmaatregelen, zoowel in den stal als op de vaalt genomen te worden, als de mest niet van zijne waarde zal verliezen, gelijk uit de hierboven aangehaalde proeven van Müntz en Girard, Holdefleisz en ook uit andere proeven gebleken is. Wat daartegen in den stal gedaan kan worden volgt hieronder; op de vaalt is, gelijk reeds werd opgemerkt, het van belang den mest behoorlijk vochtig en gesloten te houden. Het loopen van jong rundvee en varkens op den hoop verdient daarom aanbeveling.

Te vochtig mag de hoop evenmin zijn omdat hij dan te veel wordt uitgeloogd. Door velen wordt daarom (namelijk om het regenwater af te sluiten en den mest ook niet aan weer en wind bloot te stellen) aan eene overdekte mestvaalt de voorkeur gegeven; maar, als behoorlijk gestrooid wordt, is eene overkapping minder noodig en kan zelfs ondoelmatig zijn, omdat onder eene kap de mest soms te droog wordt, schimmelen gaat en daardoor vele nuttige bestanddeelen verliest. Men denke ook aan de kosten van oprichting en onderhoud eener kap. Bij niet overkapping kan de mest door bedekking met aarde — zie hieronder — of door omplanting met boomen tegen een te sterk uitdrogen beschermd worden. Hoogst ondoelmatig is het echter, dat er water

van elders, b.v. van een dak of van den omringenden grond naar den mesthoop vloeit, aangezien de min of meer diepe kom, waarin hij geplaatst is, daardoor te veel met water gevuld wordt en de mest voor een groot gedeelte in het water kan komen te staan.

Dat men uit die kom geen water (gier) weg mag laten loopen, 't zij doordien het door den bodem trekt, 't zij het over den grond vloeit in de naburige sloot of gracht, zal haast onnoodig zijn te zeggen. En toch wordt meermalen hiertegen gezondigd. Ofschoon wij van oordeel zijn, dat met eene kleine hoeveelheid bruin vocht de mest niet uitgeloogd is, evenmin als zijne waarde vervliegt met een weinig stinkenden reuk, toch houden wij ons overtuigd, dat het verlies door uitlooging in den regel niet gering is. Laat de bodem der kom het water door, dan make men die derhalve ondoorlatend, zoo noodig door ondervloering. Wordt de kom te veel met water gevuld, men make dan eenen gierput om het hierin op te vangen en te gelegener tijd weder over den hoop te pompen of op zich zelve ter bemesting te gebruiken, of men vange het in eene eenigszins diepere kom in kaf enz. op.

In allen gevalle, 'tzij de mestvaalt overdekt, 'tzij niet overdekt is, tegen een te sterk uitdrogen dient gewaakt te worden, want al de onderzoekingen en ook practische waarnemingen leeren, dat onder die omstandigheid de mest veel van zijne waarde verliest.

Intusschen ondergaat de mest zoowel in den stal als op de vaalt, ook wanneer deze behoorlijk vochtig gehouden wordt, verlies aan stikstof, gelijk o. a. de hierboven aangehaalde proeven van Müntz en Girard en van Holdefleisz geleerd hebben; en wij dienen nu nog de bijzondere middelen, aanbevolen om ook dit verlies zoo veel mogelijk tegen te gaan, te bespreken. Op het verlies aan stikstof in den vorm van het vluchtige ammoniak (koolzure ammonia) was reeds lang de aandacht gevestigd en verschillende middelen zijn aanbevolen om dit verlies tegen te gaan, b.v. door het begieten van den stal en den mesthoop met verdund zwavelzuur (1 zwavelzuur op 100 water), of met eene oplossing van ijzervitriool, het strooien van gips, zwavelzure magnesia of kalimest enz. In de landbouw-litteratuur werd van deze verschillende middelen de ongebrande gemalen gips tot nog toe het meest aangeprezen, ook om zijn goedkoopen prijs. Aan zijn gebruik zijn echter ook bezwaren verbonden. Wel kan gips het ammoniak in den mest terughouden, door omzetting van de vluchtige koolzure ammonia in de niet vluchtige zwavelzure ammonia: $(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 = CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$; maar door reductie kan uit dit laatste zout het weder vluchtige zwavelammonium en uit gips zelf zwavelcalcium ontstaan. Beide kunnen wel weder geoxydeerd worden, maar in een eenigszins vochtigen bodem gebracht ook blijven bestaan en dan schadelijk op den plantengroei werken. Door inwerking van koolzuur en water kan b.v. uit zwavelcalcium het vergiftige zwavelwaterstof gevormd worden: $CaS + H_2O + CO_2 = CaCO_3 + H_2S$. Een groot bezwaar tegen gips en de andere hierboven aangehaalde middelen is echter — vooral Dehérain en Müntz hebben daarop de aandacht gevestigd — dat de mest niet alkalisch blijft en daardoor niet de gewenschte verandering ondergaat, en daar gips enz. niet enkel op de koolzure ammonia maar ook op de koolzure kali van de urine werkt, zal eene te groote hoeveelheid noodig zijn en daardoor het middel te

duur worden. Müntz heeft berekend dat aan ijzervitriool om voor ammoniakverlies zeker te zijn, jaarlijks noodig zou zijn:

voor een	paard	van	550	KG.	levend	gewicht	202.6	KG.
„ „	os of koe	„	600	„	„	„	694.5	„
„ „	schaap	„	45	„	„	„	92.5	„

Daarbij komt dat zwavelzuur, gips, en ijzervitriool geen plantenvoedsel bevatten, dat als zoodanig aan den bodem behoeft te worden toegevoegd en uit dit oogpunt de waarde van den mest weinig of niet kunnen verhoogen.

Op dit laatste standpunt heeft Holdefleisz zich gesteld bij zijn onderzoek naar het doelmatigste conserveeringsmiddel voor stalmest, namelijk eene stof te gebruiken, die op zich zelf de waarde van den mest verhoogt en tevens het verlies aan stikstof tegengaat. Hij maakte vier hoopen stalmest van bekende samenstelling, elk van ongeveer 6000 KG. en liet de eerste onbedekt, bedekte de tweede met aarde en vermengde de derde met superphosphaatgips en de vierde met kalimest. Nadat deze hoopen ongeveer 7 maand gestaan hadden, werden zij op nieuw onderzocht. Twee reeksen van zulke proeven werden genomen, bij de eerste reeks werden de hoopen niet, bij de tweede wel van tijd tot tijd met gier van bekende samenstelling bevochtigd. Het resultaat dezer proeven, voor welker bijzonderheden wij naar elders[1]) verwijzen, was als volgt:

1. Het verlies aan organische (humusvormende) stof bedraagt als de mest zonder eenig toevoegsel bewaard en ook dan als hij met aarde bedekt wordt, ongeveer 30 % van de geheele oorspronkelijke hoeveelheid droge stof.

2. Dit verlies aan organische stof wordt door instrooiing van superphosphaatgips iets verminderd en bedraagt in dit geval slechts 22.5—23 %.

3. Nog geringer wordt dit verlies aan organische stof in tegenwoordigheid van een kalizout, namelijk 11.9—13.7 %.

4. Het stikstofverlies van den zonder eenig toevoegsel bewaarden mest bedraagt: zonder toevoeging van gier 23.4 %, onder toevoeging van gier 13.6 % van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid stikstof.

5. Door bedekking met aarde blijft de stikstof bijna geheel behouden; het verlies bedraagt hoogstens 1.8—2 % van de oorspronkelijke hoeveelheid stikstof, dat waarschijnlijk in den vorm van vrije stikstof ontwijkt.

6. Door toevoeging van superphosphaatgips of kalizout wordt ook dit verlies geheel tegengegaan, zoodat de verrotte mest nog even veel stikstof bevat als de versche.

7. Bij deze bewaring wordt in den mest naast ammoniak ook salpeterzuur gevormd, doch de hoeveelheid is zeer verschillend en vooral hangt zulks af of de mest door begieting met gier minder of meer vochtig gehouden wordt, gelijk uit de volgende cijfers blijkt.

In procenten van de oorspronkelijke hoeveelheid stikstof zijn op het eind der bewaring aanwezig:

---

[1]) Dr. Holdefleisz, *Untersuchungen über den Stallmist.*

	Zonder toevoeging van gier.			Bij toevoeging van gier[1]).		
	Mest met aarde bedekt.	Mest met superphosphaatgips.	Mest met kalizout.	Mest met aarde bedekt.	Mest met superphosphaatgips.	Mest met kalizout.
In den vorm van salpeterzuur .	18 %	10.13 %	7.17 %	8.5 %	4.6 %	0.6 %
In den vorm van ammoniak . .	—	0.54 „	3.75 „	6.6 „	6.5 „	6.6 „

Onder de bedekking met aarde is dus in beide gevallen de grootste hoeveelheid salpeterzuur gevormd, bij vermenging met superphosphaatgips slechts ongeveer half zooveel en bij het instrooien van kalizout nog vrij wat minder; voorts blijkt dat de salpetervorming veel vermindert als de mest door het begieten met gier vochtig gehouden wordt.

8. De mest, onder toevoeging van kalizout bewaard, is in elk opzicht het minst ontleed, waarschijnlijk doordien de vroeger (bl. 385) vermelde gistingen daardoor worden tegengegaan[2]).

Hieruit volgt dus, dat zoowel door bedekking met aarde als door vermenging met superphosphaatgips en kalimest de stikstof niet verloren gaat, maar dat overigens door deze verschillende behandeling nog mest van zeer ongelijke hoedanigheid verkregen wordt.

Op grond daarvan beveelt Holdefleisz het volgende aan:

a. Wil men mest bereiden, die snel, krachtig en onmiddellijk werkt, maar waarbij het minder aankomt op rijkdom aan koolstofhoudende voor de humusvorming dienende stoffen, b.v. voor een gebonden maar humusrijken bodem, dan is bedekking met aarde het doelmatigst.

b. Wil men eenen mest die eveneens snel en onmiddellijk werkt, doordien hij reeds eene zekere hoeveelheid salpeter bevat, maar die bovendien rijker is aan organische humusvormende stoffen, en dus doeltreffend voor een tragen, zwaren, humusarmen grond, zoo bereikt men zijn doel het best door superphosphaatgips als conserveeringsmiddel te gebruiken.

c. Heeft men daarentegen een lichten, zeer werkzamen grond, waarop een snel werkende mest te spoedig verteerd zou zijn, wil men daarop mest die niet zoo spoedig wordt omgezet en bovendien nog veel organische stoffen bevat, welke ter vorming van den voor deze gronden zoo nuttigen humus kunnen dienen, dan is het conserveeren van den mest met een kalizout het meest gepast.

Niet onbelangrijk is het hierbij nog op te merken, dat de onder *b* genoemde gronden in den regel behoefte hebben aan eene bemesting met phosphorzuur en kalk, terwijl de onder *c* vermelde grondsoorten niet zelden dankbaar zijn voor eene bemesting met kalizout. Voor de overdekking met aarde werd door Holdefleisz humushoudende grond en de overdekkende laag 20 cM. dik genomen.

---

[1]) De mogelijkheid bestaat dat hier het gevormde salpeterzuur tengevolge van de toevoeging van gier door dénitrificatie — zie hieronder — weer vernietigd is.

[2]) Door Holdefleisz zijn ook waarnemingen gedaan omtrent de temperatuur in de hoopen mest. Deze was het hoogst in den hoop met kalimest behandeld, 67½° C, dan in dien welke onbedekt bleef, 54° C, vervolgens in die met superphosphaatgips, 51° C en het laagst in die met aarde bedekt, 42° C.

De hoeveelheid superphosphaatgips door hem aanbevolen bedraagt $^3/_4$—1 KG. per stuk vee en per dag en eene gelijke hoeveelheid kalizout[1]). Aangezien het stikstofverlies reeds in den stal kan intreden, is het wenschelijk het conserveerende zout reeds in den stal in de aangegevene hoeveelheid over den mest te strooien.

Staat het vee in hokken (potstallen) en blijft de mest onder de dieren liggen, dan ondergaat hij blijkens het onderzoek van Holdefleiss weinig verlies aan stikstof, althans wanneer eene goede hoeveelheid strooisel gebruikt wordt. Wil men ook in dit geval een der conserveerende middelen gebruiken, zoo kan iets minder genomen worden dan $^3/_4$—1 K.G. per stuk vee per dag, en zal het voldoende zijn een dezer zouten of wil men een mengsel van beide b.v. twee keer per week te strooien.

Om te voorkomen dat het vee aan het ingestrooide zout lekt, is het dan wenschelijk dit instrooien te doen onmiddellijk voor dat het vee nieuw strooisel ontvangt. Een gelijke voorzorgsmaatregel kan noodig zijn als er vee op de mestvaalt loopt en het zout hierover gestrooid wordt.

Het resultaat dezer proeven van Holdefleisz, eenige jaren geleden bekend gemaakt, wekte met recht veel belangstelling. Vooral wanneer men toch kunstmeststoffen als superphosphaat of kaïnit gebruikt, scheen het gewenscht, deze hulpmeststoffen niet of niet alleen op zich zelf te gebruiken, maar in den stalmest te strooien. Men zou dan immers hetzelfde doel bereiken en daarbij nog de stikstof en een deel der organische stoffen in den mest als het ware om niet bewaren.

Het gebruik dezer conserveeringsmiddelen scheen dus alle aanbeveling te verdienen, en wij konden dit, op grond van de medegedeelde resultaten, in den vorigen druk ook doen. In eene noot voegden wij echter daarbij: „Zeer gewenscht zal het zijn bemestingsproeven met den aldus behandelden mest in vergelijking met mest, zonder eenige toevoeging bewaard, te nemen. Vooral de met een kalizout behandelde mest zou dan wel eens kunnen tegenvallen, omdat hierdoor juist wordt tegengegaan wat meestal verlangd wordt, namelijk het goed verrotten van den mest." Vooral op grond van dit laatste veroordeelen de Fransche scheikundigen, Dehérain en Müntz, het gebruik van dit en dergelijke conserveeringsmiddelen. Zij achten het gewenscht dat de mest gaat veranderen onder den invloed van ammonium- en kaliumcarbonaat; dat er in den mest gistingen plaats hebben, terwijl hij alkalisch reageert, omdat er dan het minste stikstofverlies schijnt plaats te hebben en de organische stof in *matière noire* overgaat, die volgens hen zoozeer tot vruchtbaarmaking van den bodem bijdraagt. Uit den goed opgezetten en behoorlijk vochtig gehouden mesthoop ontwijkt ook geen ammoniak zooals het onderzoek van Hébert en anderen geleerd heeft.

Maar ook in Duitschland worden tegen het gebruik van kaïnit en super-

---

[1]) Onder superphosphaatgips wordt hier verstaan het hoogprocentige, vrij phosphorzuur bevattende gips met 6—8 % phosphorzuur en onder kalizout een der ruwe zouten van Stassfurt (Kaïnit, Krüget of ruwe zwavelzure kali-magnesia). In plaats van het duurdere superphosphaatgips kan ook het gewone goedkoopere superphosphaat genomen worden.

phosphaatgips bezwaren geopperd: het kaïnit in den stal gestrooid is onaangenaam voor het vee en het superphosphaatgips doet den mest te veel uitdrogen.

Het stikstofverlies is blijkbaar mede niet altijd zoo gering, bij gebruikmaking van superphosphaat of kaïnit, als door Holdefleisz gevonden werd. Door den heer G. E. Tichelaar te Loppersum werden, in vereeniging met het proefstation te Groningen, eenige proeven met betrekking tot de stalmestconserveering genomen. Drie hoopen mest werden daartoe, evenals bij de proeven van Holdefleisz, opgezet: de eerste zonder conserveeringsmiddel, de tweede met superphosphaat en de derde met kaïnit ingestrooid. Het resultaat was als volgt:

	Stikstofverlies in proc. van de oorspronkelijke hoeveelheid.		
Duur der proef 1894.	Zonder conserveeringsmiddel.	Met superphosphaat.	Met kaïnit.
Einde Jan. tot einde Maart 1895—'96.	33.5 %	12.1 %	21.3 %
Half Dec. tot einde Maart 1897.	11.44 „	5.29 „	25.91 „
Half Jan. tot half Sept.	33.22 „	35.08 „	31.66 „

De uitkomsten zijn dus zeer uiteenloopend, waarschijnlijk een gevolg hiervan dat de stikstof niet zoo zeer in den vorm van ammoniak (bij het gebruik maken van bovengenoemde conserveeringsmiddelen wordt dit eigenlijk verondersteld), maar meer in den vorm van vrije stikstof, gelijk ook uit de proeven van Dehérain en Hébert is gebleken, ontwijkt.

Hoe die vrije stikstof eigenlijk ontstaat is nog niet voldoende opgehelderd. Een der oorzaken kan zijn de dénitrificatie, bl. 276. Hierboven bij het vermelden der proeven van Holdefleisz is gebleken, dat zich vooral in den met aarde bedekten mesthoop salpeterzuur, natuurlijk in den vorm van een zout, dus als salpeter, heeft gevormd [1]). Deze salpeter nu kan weder ontleed worden door dénitrificeerende bacteriën, en daarbij stikstof of ook stikstofoxyd dat mede gasvormig is, vrij komen. Behalve in den bouwgrond, waar de dénitrificeerende bacteriën reeds vroeger gevonden werden, heeft Bréal ze ook gevonden in het strooisel en Wagner later mede in de vaste uitwerpselen der dieren. De werking dezer bacteriën is het sterkst bij weinig toetreding der lucht; toch is volgens Bréal en Dehérain afsluiting der lucht geene bepaalde voorwaarde voor hare werking maar wel aanwezigheid van eene gemakkelijk oxydeerbare stof, b.v. zetmeel. Aangezien nu kaïnit en superphosphaat blijkbaar de gistingen in den mest tegenhouden, is het mogelijk dat daardoor meer gemakkelijk oxydeerbare stoffen, dus voedsel voor de dénitrificeerende bacteriën achterblijven en deze conserveeringsmiddelen ook in dit opzicht onder omstandigheden nadeelig werken.

Men ziet dus dat het conserveeringsvraagstuk niet zoo eenvoudig en nog verre van opgelost is.

Gaan wij intusschen nog na wat door de Fransche scheikundigen, die van

---

[1]) Volgens Dehérain is er in den goed gerotten mest geen salpeterzuur aanwezig; dan kan er alzoo ook geen dénitrificatie plaats hebben.

bepaalde conserveeringsmiddelen als door Holdefleisz en anderen zijn aanbevolen, niet willen weten, onderzocht en gevonden is en op grond daarvan aanbevolen wordt.

Gelijk gezegd hebben Müntz en Girard geconstateerd, dat het stikstofverlies vooral in den stal plaats heeft, en al heel spoedig, nadat de mest is voortgebracht, begint. Zij hebben nu eenige omstandigheden nagegaan onder welke het verlies het grootst is en eenige practische middelen beproefd om het verlies te doen verminderen. Zoo werd gevonden dat bij droog voer, luzernehooi b.v., het stikstofverlies iets grooter is dan bij groenvoer, groene luzerne nl. 55.3 % in plaats van 50.2 %, en dat in den zomer het verlies grooter is dan in den winter, 50.2 à 55.3 % in den zomer, 44 en 46 % in den winter; dat bij gebruik van strooisel van granen het verlies geringer is: 59.0 % zonder en 50.2 % met strooisel en dat veel en herhaald strooien het verlies wel iets doet verminderen, 40.8 in plaats van 44.2 % bij gewoon strooien. Veel strooien helpt dus niet veel, wat licht te begrijpen valt, omdat de mest dan droger is en het vluchtige ammoniak juist door vocht of eene poreuze stof kan worden teruggehouden.

Veel beter resultaat werd verkregen met turfstrooisel en vooral met humushoudende aarde. Zoo was in een schaapstal het stikstofverlies bij gebruik van strooisel van granen 50.2 % en bij strooiing met aarde slechts 25.7 %. En toch bevonden de schapen, wanneer laatstgenoemde als strooisel gebruikt werd, zich even wel en namen volstrekt niet minder in gewicht toe dan bij gewoon strooisel.

De goede werking van de humushoudende aarde moet in de eerste plaats hieraan worden toegeschreven, dat een dergelijke poreuze stof gemakkelijk ammoniak opneemt. Müntz en Girard hebben te dezen opzichte eenige aardachtige en eenige organische stoffen vergeleken.

1 KG. van de onderstaande droge stoffen	namen ammoniak op.
Zandgrond van Joinville- le Pont	0.66 gr.
Kalk „ „ Champagne	1.80 „
Bosch „ (kleiachtig)	2.24 „
Tuin „	5.58 „
Heide „ (grond waarvan de heide is afgemaaid)	6.60 „
Tarwestroo	1.70 „
Zaagsel van dennenhout	0.46 „
Hollandsche mosturf	8.63 „
Turfmolm (Poussière de tourbe)	11.03 „

Turfstrooisel of andere turfpreparaten en humushoudende aarde nemen dus reeds op zich zelf maar ook omdat zij veel vocht opslorpen het meest ammoniak op en zullen dus vooral het stikstofverlies in den stal kunnen tegengaan.

Op grond van een en ander meenen wij dat het volgende aangaande het bereiden en bewaren van den stalmest kan worden aanbevolen.

1. Tot zekere grens komt het voor het bewaren minder op de hoeveelheid dan wel op de hoedanigheid van het strooisel aan.

2. Bij plaatsing van het vee in hokken of potstallen is het gewenscht bij 't gewone strooisel wat humushoudende aarde of turfstrooisel te voegen, omdat deze meer ammoniak vasthouden. Is het vee op grupstallen geplaatst,

dan worden tot gelijk doel kleine hoeveelheden aarde of turfstrooisel in de grup geworpen om den mest daarmede te bedekken en te vermengen [1]).

3. Uit den stal op den mesthoop gebracht, moeten de vloeibare en vaste uitwerpselen bijeengehouden worden, omdat de mest dan meer alkalisch blijft en de gewenschte veranderingen ook in het strooisel optreden.

4. Bij het aanleggen van den mesthoop wordt deze, vooral aan de kanten, goed vastgetreden, zoo noodig nog wat aarde ingestrooid en vochtig gehouden. Op deze wijze wordt eene te ruime toetreding van lucht en daardoor eene te sterke broeiing voorkomen.

5. Van den mesthoop mogen geene vloeibare deelen wegloopen of in den bodem trekken. Zoo noodig worden deze in een put verzameld. Zij kunnen, zoolang nog versche mest wordt aangevoerd, weder over den hoop gepompt worden.

6. Wordt geen versche mest meer op den hoop gebracht, zoo is het best dezen met aarde te bedekken en onaangeroerd te laten totdat hij over het land wordt gebracht. Is de hoop behoorlijk vochtig aangelegd, dan blijft deze het ook gewis onder de aardbedekking, en wordt deze niet te dun, b.v. 10 à 20 cM. genomen, dan kan zij zeker in de meeste gevallen het vallende regenwater in zich opnemen.

7. Niet gewenscht zal het zijn over den met aarde bedekten hoop nog gier te pompen, aangezien onder de aardbedekking salpetervormig kan intreden en met de gier gemakkelijk oxydeerbare stoffen kunnen worden aangevoerd, die aanleiding tot dénitrificatie zouden kunnen geven. Opzettelijke begieting met water om den hoop vochtiger te maken is nu evenmin gewenscht, omdat de gevormde salpeter daarmede in de onderste lagen wordt gevoerd, waar om dezelfde reden als hierboven aangevoerd is en bij de beperkte hoeveelheid of geheele afwezigheid van zuurstof, licht dénitrificatie kan intreden.

Zoowel practisch en theoretisch blijft er dus nog veel omtrent het bereiden en bewaren van stalmest te onderzoeken over [2]).

---

[1]) Uit bemestingsproeven van wege het Bremer Moorversuchsstation is ook gebleken dat met turfstrooisel een deugdelijker mest verkregen wordt dan met strooisel van granen. Zoo werd op een zandgrond onder overigens gelijke omstandigheden, maar waarbij in het eene geval turfstrooisel en in het andere gewoon stroo (in verhouding van 3.5 : 4.6) gebruikt was, van de hectare in KG. meer geoogst bij den turfstrooiselmest.

1885	1886		1887	1888
aardappelen	haver	graan stroo	boonen zaad	rogge graan
750	495	800	670	235

[2]) De laatste onderzoekingen van Dehérain (*Annales agronomiques*), T. XXIV, hebben aan 't licht gebracht, dat, wanneer er bij de vertering en gisting van den mest voldoende koolzuur gevormd wordt, er geen ammoniak ontwijkt. De koolzure ammonia die in water opgelost, bij blootstelling aan de lucht en vooral bij verdamping van het water, gedissocieerd wordt en daarbij zich splitst in water, koolzuur en ammoniak die vervluchtigen, dissocieert in een atmospheer waarin een overmaat van koolzuur aanwezig is, niet, zelfs niet wanneer er lucht door de vloeistof gevoerd wordt, maar blijft als ammoniumbicarbonaat, $NH_4\ HCO_3$, bestaan.

Op grond van dit nieuwe onderzoek geeft Dehérain de volgende regels voor het bewaren van den mest.

Het met de uitwerpselen vermengde strooisel wordt alle dagen op den mesthoop gebracht en met de mestgreep regelmatig opgezet en gespreid, zoodat de massa een

Een gevolg der verschillende behandeling en bewaring moet ook zijn, dat terwijl er reeds veel verschil bestaat in den samenstelling van den verschen stalmest, dit verschil nog grooter wordt in den verrotten mest. Uit verschillende analysen is dan ook gebleken dat:

het stikstofgehalte	kan	uiteenloopen	van	0.37—1.10	%
het phosphorzuur-	„	„	„	0.12—1.34	„
„ kali-	„	„	„	0.41—1.29	„

Voor de samenstelling van de gier of ier, die van den verrotten stalmest afloopt en als hierboven gezegd het doelmatigst in eenen put of in kaf opgevangen wordt, verwijzen wij naar de analyse in tabel III. Wij merken daarbij op, dat de samenstelling van een dergelijk product zeer ongelijk en niet alleen afhankelijk is van den mest, dien de dieren geleverd hebben maar vooral ook van de meerdere of mindere hoeveelheid water; of zij dus meer of minder verdund is. Aan organische stoffen is de gier gewoonlijk niet rijk; deze zijn echter in water oplosbaar en daardoor van meer waarde. Ook het stikstof-gehalte is niet groot in vergelijking met stalmest, maar aangezien de stikstof in gier grootendeels uit ammoniaverbindingen bestaat, die gemakkelijk in salpeterzuur omgezet of direct door de plant kunnen worden opgenomen, is de gier een snel werkende mest. Inzonderheid is zij rijk aan oplosbare kali. Phosphorzuur bevat zij, evenals de urine, slechts in geringe hoeveelheid. Vergelijkenderwijze gesproken is de gier een stikstof- en vooral kalirijke mest. Omtrent het gebruik van gier zie men hierachter. Om het stikstofverlies, door het ontwijken van ammoniak hetzij uit den gierput, hetzij later bij het vervoer tegen te gaan, is door Vogel en anderen aanbevolen verdund zwavelzuur (1 d. zuur op 8 à 10 d. water), dat er tot zwak zure reactie wordt bijgevoegd; maar deze toevoeging is volgens onderzoek van Dehérain, zie de noot op bl. 396, onnoodig, daar in de gier genoeg koolzuur aanwezig is en dan geen ammoniak ontwijkt.

2. De menschelijke uitwerpselen. Compostmest.

Het voedsel, door den mensch gebruikt, ondergaat bij de spijsvertering

---

goed opgetasten hoop vorme. De massa wordt dikwijls met gier besproeid. De zeer sterke gisting die in den vochtigen en goed opgezetten hoop intreedt, ontwikkelt koolzuur, dat alle verlies van ammoniak tegengaat.

Derhalve moet men aan den mest geen gips noch ijzervitriool toevoegen; deze stoffen zijn geheel zonder nut. Vooral wachte men zich zwavelzuur of zelfs het zure superphosphaat aan den mest toe te voegen; want deze stoffen houden de gistingen tegen, gistingen, die — het kan niet vaak genoeg herhaald worden — door de ontwikkeling van koolzuur, het ontwijken van ammoniak totaal beletten.

Zelden zal er genoeg strooisel zijn om de urine geheel op te vangen; deze moet men niet in de goten of greppels doen verblijven, maar zij moet in de gierput gespoeld worden, waar ook de vloeistof (gier) verzameld wordt die uit den mesthoop vloeit; uit gier, die een overmaat van koolzuur bevat, ontwijkt geen ammoniak.

Ook is het beter den mest van schaapstallen op den mesthoop te brengen dan ze onder de dieren te laten liggen omdat er dan ammoniak ontwijkt.

Bij de gisting in den hoop wordt voortdurend koolzuur gevormd door de verbranding van de organische massa en dat koolzuur verhindert het verlies van ammoniak.

Zooals men ziet komt hetgeen Dehérain hier aanbeveelt grootendeels met het door ons aanbevolene overeen.

eene dergelijke verandering als hierboven van de huisdieren is vermeld. Ook hiervan worden verkregen: vaste en vloeibare uitwerpselen, bestanddeelen van het lichaam en stoffen, die door huid en longen worden verwijderd.

Terwijl de laatste, uit koolzuur en water bestaande, voor de bemesting niet in aanmerking komen, vertegenwoordigen de uitwerpselen bij een volwassen mensch, wiens gewicht niet verandert, nagenoeg al de stikstof- en aschbestanddeelen van het voedsel. In andere gevallen, b.v. bij een jong mensch, treft men in de uitwerpselen zooveel minder hiervan aan, als tot vorming van vleesch, beenderen enz. verbruikt wordt. Bij den langzamen groei van een menschelijk lichaam en het meestal stikstof-, phosphorzuur- en kalirijker voedsel, wordt hiervan echter een betrekkelijk kleiner gedeelte uit weggenomen en kunnen de menschelijke uitwerpselen nog beter naar het voedsel beoordeeld worden dan zulks bij de huisdieren het geval is. Daar nu het voedsel van een mensch, gelijk bekend, zeer ongelijk is, moet dit met de uitwerpselen ook het geval zijn. Uitwerpselen van menschen, die zich met eene groote massa gehaltloos voedsel b.v. aardappels moeten tevreden stellen, zijn derhalve armer, inzonderheid aan stikstof en phosphorzuur, dan van hen, die zich meer met vleesch en brood voeden.

Gemiddeld mag worden aangenomen, dat de jaarlijksche hoeveelheid uitwerpselen van een mensch in kilogrammen bedraagt, en dat deze bevatten:

	Geheele hoeveelheid	droog	Organ. bestandd.	waarin stikstof	asch	waarin phosphorzuur	waarin potasch
Vaste	48.8	11.1	9.9	0.75	1.65	0.49	0.235
Vloeibare	438	23.3	18.2	4.40	5.00	0.65	0 835
Gemengd samen	486.6	34.4	28.1	5.15	6.65	1.140	1.07
	water						
of ten 100	92.9	7.1	5.7	1.06	1.37	0.23	0.22
Uitwerpselen ten 100 van een rund	87	13	11	0.41	2.2	0.13	0.16
van een paard	77	23	19	0.6	3.15	0.14	1.0
Asch der uitwerpselen gelijk 100	van een mensch		408	76	100	17	16
	„ „ rund		450-550	15-20	100	6	27
	„ „ paard		630	19	100	4	32
	„ tarwe		4740	117	100	46	21
	„ ossevleesch		1720	286	100	34	42
	„ hooi		1180	19	100	6	26
Tarwe ten 100		85	83.9	2.08	1.77	0.82	0.55
Ossevleesch ten 100		23	21.7	3.6	1.26	0.43	0.52
Hooi ten 100		85.6	78.9	1.31	6.66	0.41	1.71

Eene inzage van deze tabel doet ons zien, dat de vloeibare uitwerpselen van den mensch veel meer mestwaarde hebben dan de vaste. De eerste bevatten toch bijna 6 maal zooveel stikstof en meer dan 3 maal zooveel potasch en ook het phosphorzuur-gehalte is grooter. Vergeleken met de uitwerpselen van 't rund, zijn die van den mensch armer aan org. stoffen, maar rijker aan stikstof en phosphorzuur. Het best blijkt zulks, wanneer wij het aschgehalte tot maatstaf van vergelijking nemen. Op dezelfde quantiteit asch bekomt men dan ongeveer evenveel organische stof, maar deze bevat 4 à 5 maal zooveel stikstof, 8.5 maal zooveel phosphorzuur en nagenoeg evenveel potasch. Een dergelijk verschil bestaat tusschen de samenstelling van hooi,

de belangrijkste voedingstof van het rund, en die van vleesch en tarwe, het meest geschatte voedsel van den mensch. Verg. de tabel hierboven.

Het hooge gehalte maar ook het verschil in het gehalte vooral aan stikstof en phosphorzuur van de menschelijke uitwerpselen wordt dus vooral veroorzaakt door het verschil in het voedsel, evenals dat bij onze huisdieren het geval is, vergelijk bl. 382, en in overeenstemming met de grootere verteerbaarheid van dit voedsel is de jaarlijksche productie van de vaste uitwerpselen van den mensch per levend gewicht veel geringer dan b.v. van het rund; tevens laat zich daardoor verklaren het hooger gehalte aan stikstof van de urine van den mensch. Stellen wij het gemiddeld gewicht van een mensch op 50 KG. dan is de jaarlijksche productie van de droge stof zijner uitwerpselen per 100 KG. levend gewicht 2 × 34.4 = 68.8 KG., waarvan ongeveer $^2/_3$ in de vloeibare met $\frac{11}{18}$ van de stikstof; terwijl volgens de proeven van Lawes en Gilbert, bl. 376 een mestos per 100 KG. levend gewicht jaarlijks levert 237 KG. droge stof in de gezamenlijke uitwerpselen, waarvan hoogstens $^1/_5$ in de vloeibare met ongeveer $^3/_4$ van de stikstof.

Anders wordt ook de verhouding bij menschen die zich enkel met plantaardig voedsel voeden; dan wordt niet alleen de geheele hoeveelheid vaste uitwerpselen grooter maar kan men ook rekenen dat daarin ongeveer de helft van de stikstof blijft en dus hoogstens de andere helft in de urine overgaat; terwijl bij vleeschdiëet meer dan $^3/_4$ van de stikstof in de urine komt.

In de menschelijke uitwerpselen, vooral in de vaste, vindt men een groot aantal scheikundige verbindingen. Met het oog op hunne waarde voor mest zijn daarvan van het meeste belang de niet-verteerde eiwitstoffen of hare ontledingsproducten en de aschbestanddeelen van het voedsel, vooral phosphaten. Hunne eigenaardige reuk wordt grootendeels door het skatol veroorzaakt. De stikstof, die vooral de waarde van de urine als mest bepaalt, komt daarin voor ruim 95 proc. als ureum voor; de rest als urinezuur en enkele andere stikstofverbindingen. Verschillend met de urine onzer huisdieren gaan daarin ook phosphaten, vooral van de alkaliën over en bevat de menschelijke urine derhalve phosphorzuur, terwijl kali behalve aan dit zuur, daarin gebonden is aan zwavelzuur en koolzuur.

De verzameling der menschelijke uitwerpselen (*faecaliën* of *faecale stoffen*) heeft op zeer verschillende wijzen plaats, vooral in de steden, waar wegens de opeenhooping van menschen, de jaarlijksche productie natuurlijk het aanzienlijkst is. Veel daarvan, vooral van de vloeibare, gaat nog voor de bemesting verloren, daar zij òf op plaatsen terecht komen vanwaar zij met de openbare wateren naar zee stroomen, òf in den bodem trekken, en hier nutteloos verloren gaan, òf doordien door rotting en gisting, vooral van het ureum in de urine, dat licht in de vluchtige koolzure ammonia overgaat, veel van hare nuttige bestanddeelen in de lucht vervliegen. Bij dit verzamelen moet ook niet alleen worden getracht dat de uitwerpselen hunne mestwaarde behouden, maar ook worden voorkomen dat ziekten daardoor verspreid en bovendien reinheid in het oog worden gehouden.

Eene der doelmatigste wijzen van verzamelen, vooral voor kleine plaatsen en niet te groote steden, is het zoogenaamde *wisseltonnenstelsel*. Hierbij worden de uitwerpselen in tonnen opgevangen, die gesloten vervoerd en een of meer-

malen per week, zoodat de uitwerpselen nog weinig of niet gaan rotten, verwisseld worden. Het eerst is dit stelsel ingevoerd en algemeen in toepassing gebracht door E. Maquet, voorheen Lipowsky-Fischer te Heidelberg [1]). Fig. 172 stelt de door deze firma gebruikte normale tonnen van hout en Fig. 173 die van ijzer voor. Bij een paar tonnen behooren de volgende deelen: 2 ringen van gegoten ijzer, 1 deksel en 1 beugel met schroef, Fig. 174.



Fig. 172. Heidelberger normale houten ton van E. Maquet, te Heidelberg. Inh. 90—180 liter.

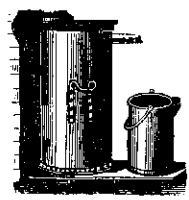


Fig. 173. Heidelberger normale ijzeren ton van E. Maquet. Inh. 100 liter met overloopemmer van ongeveer 40 liter inhoud.



Fig. 174. Deksel, ring en beugel met schroef voor de Heidelberger normale tonnen.

Bij het Heidelberger stelsel worden de tonnen in het sous-terrein geplaatst. De verbinding met den valbuis van den zittrechter geschiedt dan als volgt, Fig. 175. De opening in het bovenvlak der ton is daarin excentrisch aangebracht; daarop wordt een ring met sponning, Fig. 174 gelegd, waarin het verplaatsbaar onderdeel der valbuis past. Bij het verwisselen der tonnen, wordt deze buisvormige schuif omhoog geschoven, met een bajonetslot vastgezet, op de opening der ton een deksel met sponning, Fig. 174, gelegd en deze vastgeschroefd. Daarna wordt een nieuwe ton onder de valbuis geplaatst, een ring op de opening gelegd en de buis in de sponning neergelaten, waarna de arbeider een weinig asch in de sponning strooit om de afsluiting meer volkomen te maken. Met een takel worden de tonnen uit het sous-terrein geheschen (waarvoor de haak, Fig. 179 dient) en de kleine tonnen van het terrein gedragen, Fig. 176, de grootere per wagen of met een transporteur, Fig. 177, vervoerd.

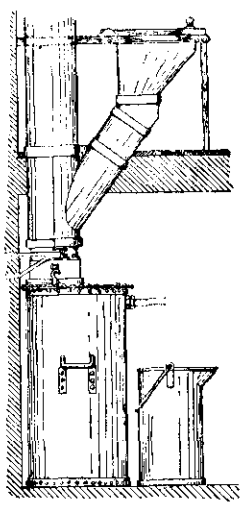


Fig. 175. Eenvoudige verbinding van een Heidelberger ton met de valbuis, zonder siphon. De zittrechter is van oudere constructie met omschooten hout.

De zittrechters, van porcelein, aardewerk of geëmailleerd ijzer, vroeger met hout omschoten, worden thans vrij staande gemaakt en daarbij wordt zoo weinig mogelijk hout, dat reukstoffen vasthoudt, gebruikt. Hunne achterzijde staat verticaal en de verbinding met den valbuis geschiedt onder een hoek van 28°. Zij kunnen ook met waterleiding en de buisvormige schuif, zie hierboven, met een gietijzeren siphon, Fig. 178, verbonden worden. Om de trechters met verticale achterwand en verticale valbuis zuiver te houden wordt 1 liter water per persoon en per dag voldoende geacht.

Soms worden de faeces der secreten van twee naast elkander staande woningen in een gemeenschappelijke ton opgevangen, Fig.

[1]) *Sammlung von Abhandlungen, Gutachten und Vorträgen über Städtereinigung und Verwerthung städtischer Abfallstoffe für die Landwirtschaft.* Leipzig Leineweber.

178, en, zijn op twee verdiepingen secreten aangebracht, deze mede in één ton of ook wel in verschillende tonnen verzameld, en daarin mede de urine van een urinoir geleid, soms ook afzonderlijk opgevangen, Fig. 179. Steeds is een luchtkoker aangebracht, die òf in een luchtgang *langs* of *in* den keukenschoorsteen uitkomt, òf boven het dak uitstekende hier van een' ventilator is voorzien, Fig. 179.



Fig. 176. Draagbare ton van C. Maquet te Heidelberg, 50 l inhoud.

Voor kleine plaatsen — dorpen en boerderijen — zijn ook de turfmolm- of aarde-closets gepast, waarbij de uitwerpselen in groote bakken of tonnen opgevangen en met turfmolm of aarde vermengd worden. Maquet te Heidelberg levert voor turfmolm-closets o. a. de inrichting in Fig. 180 voorgesteld. De leiding en verbinding der buizen zijn als in het gewone tonnenstelsel, maar boven de zitplaats is eene gelegenheid tot berging van turfmolm, waarvan telkens bij het opstaan, na het gebruik der zitting, eene kleine hoeveelheid in den trechter geworpen wordt. Daarvoor dient een cilindervormige bak of goot, die door een stelsel van hefboomen bewogen kan worden. Aan de zitting is een hefboom bevestigd met tegenwicht en aan dezen een anderen hefboom, die bij wijze van een tuimelaar op den bak werkt. Wordt op de zitting plaats genomen, zoo wordt de bak met turfmolm gevuld en bij het opstaan de bak omgekipt en zijn inhoud in den trechter geworpen. De trechtervormige turfmolmhouder kan buiten het gebouw of cabinet gevuld worden.

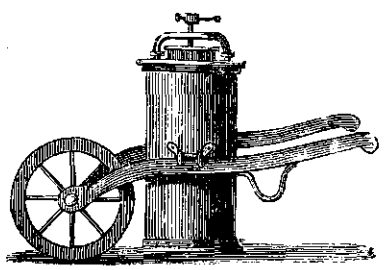


Fig. 177. Eenvoudige transporteur voor een Heidelberger ton.

Het turfmolm, dat voor dit doel gezift moet zijn, is voor het opvangen der faecaliën een geschikte stof, omdat het ammoniak bindt en bovendien désinfecteerend werkt. Voor een gelijk getal bewoners zijn bij gebruik van deze turfmolm-closets natuurlijk iets grootere tonnen noodig, terwijl ook de inrichting der zitplaats iets kostbaarder wordt.

Wordt het Heidelberger stelsel toegepast in door vele personen bewoonde of bezochte gebouwen, b.v. kazernes en stations, zoo geschiedt de verzameling der faecaliën en der urine in gemetselde of houten bassins met luchtkoker, Fig. 182, die dan evenals een beerput (zie hierachter) pneumatisch geledigd worden. Eene dergelijke inrichting bezit het spoorwegstation te Heidelberg.

Beter is het echter ze in zoodanige inrichtingen op te vangen in een groote ton, in het sous-terrein op wagen of kar geplaatst, om ze evenals bij 't gewone tonnenstelsel direct te kunnen vervoeren.

Ook in dit geval mag het gewenscht zijn eene zekere hoeveelheid turfmolm of een dergelijke absorbeerende stof, b.v. afval van wol of haksel bij den inhoud der bassins te voegen om het ontwijken van stinkende gassen tegen te gaan. Te Parijs en in andere Fransche garnizoensplaatsen worden de faecaliën in draagbare tonnen opgevangen van ongeveer 50 liter inhoud. In elke ton is een aan beide einden opene en voorts aan zijn oppervlak van gaten voorziene holle ijzeren cilinder geplaatst en de ruimte tusschen ton en cilinder, onge-

veer 10 cM., gevuld met haksel of kaf; ook de bodem der ton wordt daarmede bedekt. Voor elke ton is ongeveer 5 KG. haksel noodig en in den zomer wordt eene kleine hoeveelheid ijzervitrioool daarbij gevoegd. De tonnen worden onder de gemakken geplaatst (1 voor 60 personen); het vloeibare deel der uitwerpselen loopt door de gaten en wordt door het stroo opgevangen. Is een ton gevuld, zoo wordt zij naar de bewaarplaats gevoerd, hier de cilinder er uitgetrokken en de ton omgekeerd. Het stroo of 't kaf bedekken dan de faecaliën, die daardoor weinig reuk verspreiden. De alzoo verzamelde faecaliën worden òf versch òf na verrot te zijn aan den landbouw verkocht. Bij het rotten gaat echter vrij wat stikstof verloren. Doelmatiger schijnt het ons, vooral in ons land, voor dergelijke gebouwen van turfmolm-closets gebruik te maken. Maquet levert daarvoor de inrichting als in Fig. 181 is voorgesteld. De in de valbuizen uitmondende buizen staan in verbinding met urinoirs. De urine wordt echter ook wel in afzonderlijke tonnen opgevangen, en dit schijnt de voorkeur te verdienen. In het bekende sanatorium te Görbersdorf in Silezië zijn alle secreten naar het Heidelberger stelsel aangelegd en, waarschijnlijk vooral om de désinfecteerende werking van het turfmolm, de zittrechters van turfmolm-closets voorzien.

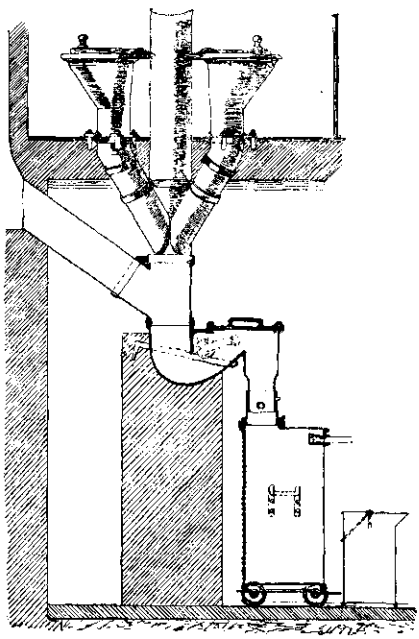


Fig. 178. Inrichting van het Heidelberger tonnenstelsel voor twee woningen met siphon en luchtbuis.

Ondoelmatig is veelal de verzameling der faecaliën in zoogenaamde *beerputten*, daar de wanden en de bodem hiervan zelden voldoende dicht zijn om geene faecale stoffen door te laten. Deze verspreiden zich dan in den grond en vermengen zich met het grondwater, dat in drinkwaterputten dringt, waardoor het drinkwater niet zelden verontreinigd wordt. In den put gaan de faecale stoffen bovendien rotten, en de daarbij gevormde gassen verspreiden door de aanvoerkanalen stank in de woningen.

Uit een hygienisch oogpunt zijn de beerputten dus zeker af te keuren, vooral bij de beperkte ruimte in de steden of dichtbevolkte plaatsen. En in groote steden met hare ophooping van bevolking zijn ook aan het tonnenstelsel vele bezwaren verbonden. In allen gevalle wordt dit, vooral wanneer de woningen er nu eenmaal niet voor ingericht zijn, een kostbaar stelsel. Daarbij komt dat men uit het oogpunt van reinheid, nu meest overal waterleidingen zijn aangelegd, van waterclosets gebruik wenscht te maken. Daardoor is een veelvuldig ledigen ook der beerputten van hun verdunden inhoud noodig en dientengevolge ook dit stelsel duurder geworden.

Daar nu de meeste steden van een rioolstelsel zijn voorzien, waardoor

behalve het regenwater, ook het wasch- en spoelwater enz. worden weggevoerd, vond men het wel 't gemakkelijkst om daarmede ook de faecaliën af te voeren, of gaf eene gebrekkige inrichting der bewaarplaatsen of onvoldoende verzameling daarvan daartoe aanleiding. Hoe dit ook zij, in de meeste groote steden is op deze wijze langzamerhand een *spoelstelsel* ingevoerd, waarbij met het regen-, keukenwater enz. ook een grooter of kleiner deel der menschelijke uitwerpselen door eene reeks van onderaardsche kanalen buiten de stad worden gevoerd [1]). Steden, die daarvoor gunstig gelegen zijn, als Banbury, Norwood, Croydon enz. in Engeland, Danzig, Breslau en Berlijn in Duitschland, en Parijs gebruiken dit faecaliën-houdende spoelwater althans voor een deel tot bevloeiing van uitgestrekte landerijen. De resultaten daarvan luiden over 't geheel gunstig en in allen gevalle wordt dan van de facecaliën een doelmatig gebruik gemaakt. In de meeste gevallen echter wordt dit facaliën-houdende spoelwater in de nabijzijnde kanalen of in eene rivier gevoerd. De uitwerpselen gaan dan niet alleen voor de bemesting verloren, maar verontreinigen ook in hooge mate het omringende water.

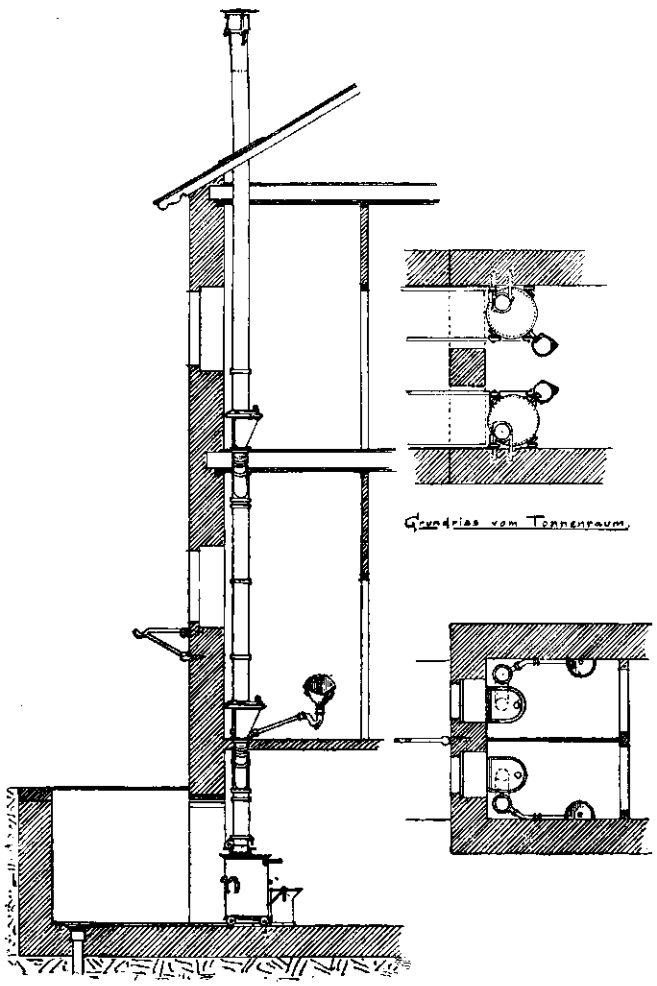


Fig. 179. Inrichting van het Heidelberger tonnenstelsel voor twee verdiepingen met urinoir en luchtbuis met ventilator. Grundriss vom Tonnenraum is platte grond van het tonnenhok in het sous-terrein.

[1]) Eene berekening van Durand-Claye heeft geleerd, dat van de hoeveelheid stikstof (ruim 9 millioen KG.) in het te Parijs verbruikte voedsel aanwezig, slechts $^1/_4$ in de afzonderlijk verzamelde uitwerpselen, $^1/_4$ in het straatvuil, keukenafval enz. terecht komt en de helft in het rioolwater.

Om aan dit bezwaar te gemoet te komen, worden soms buiten de stad groote bassins aangelegd, waarin het faecaliën-houdende spoelwater verzameld en met verschillende stoffen als aluin, kalk, ijzervitriool enz. vermengd wordt om de faecale stoffen althans ten deele te doen neerslaan. Nadat deze bezonken zijn laat men het bovenstaande water wegloopen en gebruikt het bezinksel, waarvan echter de mestwaarde in den regel niet groot is, ter bemesting.

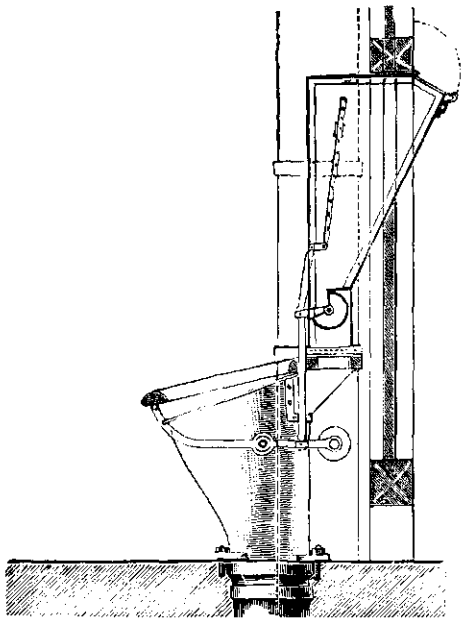


Fig. 180. Vrijstaande zittrechter van geëmailleerd ijzer met automatische turfmolmstrooier en turfmolmhouder die van buiten gevuld kan worden.

Nog vermelden wij het ferrozone-polarite en blauwesteen-stelsel, dat in de laatste jaren in Engeland en ook op enkele plaatsen in Duitschland is ingevoerd, waarbij van geheimmiddelen, waarvan het hoofdbestanddeel zwavelzure aluinaarde is, gebruik wordt gemaakt om de faecale stoffen ten deele neer te slaan, daarna door eene poreuze zwarte of blauwe, veel ijzer bevattende massa (waarschijnlijk virianithoudend moerasijzererts) te filtreeren. Bij die filtreering heeft eene sterke oxydatie plaats, waarbij de stikstofverbindingen ten deele in nitraten overgaan. Deze blijven in het water opgelost dat daardoor meer waarde krijgt voor bevloeiing, terwijl het achterblijvende slik gedroogd en zoo als mest verkocht wordt[1]).

Een bezwaar bij dergelijke stelsels, hoe zeer ook soms aangeprezen, blijft altijd de groote hoeveelheid water, waarmede de faecaliën vermengd zijn. Daarom verdienen voor groote steden meer aanbeveling stelsels als dat van Liernur, o. a. in enkele steden van ons land in gebruik of dat van Berlier te Parijs, waarbij de faecale stoffen van het keuken- en gootwater gescheiden blijven en de eerste in een net van buizen door luchtdruk buiten de stad gevoerd, in bassins of op een andere wijze verzameld worden, terwijl men het keuken- en gootwater door een ander stelsel van buizen in de kanalen leidt.

Hoe ook verzameld, in elk geval blijft de verkoop van de groote hoeveelheid faecaliën, vooral wanneer zij, als bij het laatstgenoemde stelsel, tamelijk verdund zijn, eene groote lastpost voor de groote steden, aangezien in de nabijheid geen grond genoeg aanwezig is om ze voor bemesting te gebruiken en het vervoer naar elders wegens haar groot watergehalte vrij duur komt. Te Parijs en meer andere plaatsen worden ze in groote bassins (*dépotoirs*) gebracht, waarin de faecaliën gaan gisten en zich na eenigen tijd drie lagen vormen:

[1]) Wolff's *Düngerlehre*, 13te Auflage door Dr. Vogel.

eene laag die bovendrijft en afgeschept en gedroogd wordt, eene vloeistof (*eaux vannes* geheeten), die ammoniakzouten bevat en door destillatie met of zonder kalk op zwavelzure ammonia wordt verwerkt, en een bezinksel, dat gedroogd en onder den naam van *poudrette* in den handel wordt gebracht.

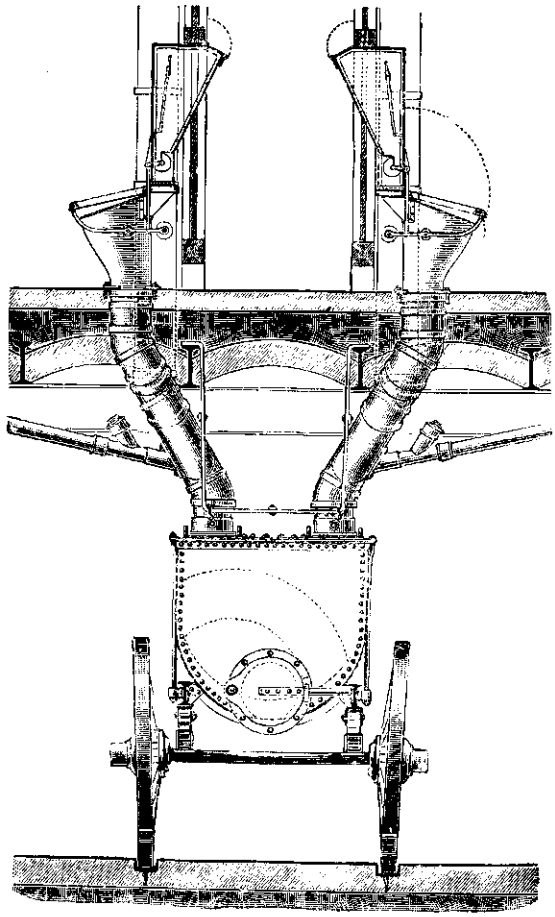


Fig. 181. Inrichting van turfmolm-closets voor kazernes enz. met ton op raderen, van C. Maquet te Heidelberg.

Dergelijke opene bassins zijn echter brandpunten van besmetting en vormen in allen gevalle een groote last voor de omgeving. Daarom gaat men er meer en meer toe over om althans het vloeibare deel der faecaliën te verzamelen in gesloten réservoirs, en door het bijvoegen van zwavelzuur het ammoniak te binden. Op laatstgenoemde wijze wordt thans een gedeelte der faecaliën te Parijs verwerkt en een poudrette verkregen welke vrij wat meer mestwaarde heeft dan die van de opene bassins, gelijk uit de volgende analysen blijkt.

	Poudrette verkregen door verdamping aan de lucht in open bassins	Poudrette verkregen door opzettelijke droging, na toevoeging van zwavelzuur
water	27—42 %	17—33 %
stikstof	1.02—2.1 „	3.59—5.17 „
phosphorzuur	2.46—4.7 „	3.70—4.50 „

Een dergelijk stelsel, reeds verscheidene jaren in toepassing, is ook dat van Podewils te München, waarbij de faecaliën in gesloten ijzeren réservoirs in eene bepaald daarvoor aangelegde fabriek worden verzameld. Zij worden hierin met zwavelzuur vermengd en voor de désinfectie op 120° C. verhit. Na verdamping van de grootste hoeveelheid water vormt het overblijfsel eene dikke brij, die verder ingedampt en tot poeder (poudrette) gemaakt wordt. Dit droge poeder wordt òf als zoodanig onder den naam van *faecaalextract* in den

handel gebracht en op een gehalte van 8 % stikstof, 3.5 % phosphorzuur en 3.5 % kali gegarandeerd, òf met beenderenmeelsuperphosphaatammoniak, kali, Thomasslakken enz. vermengd en onder den naam van *faecaalguano* met een gehalte van ongeveer 5 % stikstof, 9.5 % phosphorzuur en 2 % kali verkocht. Ook te Bremen bestaat tegenwoordig een dergelijke inrichting voor het verwerken van de faecaliën op guano of poudrette.

Hoe bij sommige dezer stelsels de faecaliën ter bemesting gebruikt worden is reeds gezegd. Meestal geschiedt dit echter op eene andere meer directe wijze.

Daar vele bewoners van het platte land eenigen grond in bezit of in gebruik

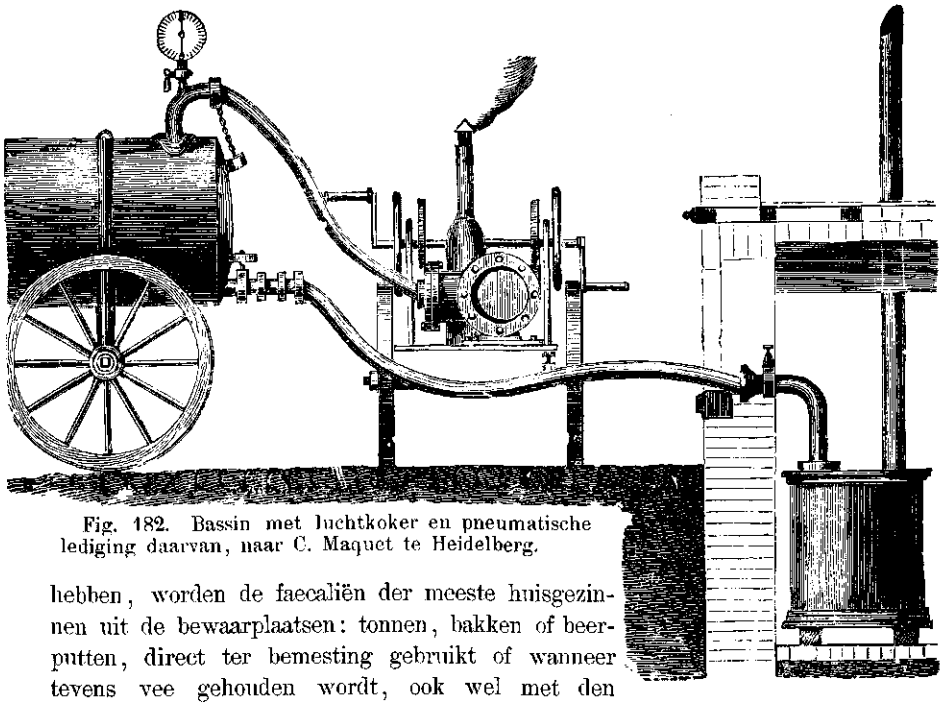


Fig. 182. Bassin met luchtkoker en pneumatische lediging daarvan, naar C. Maquet te Heidelberg.

hebben, worden de faecaliën der meeste huisgezinnen uit de bewaarplaatsen: tonnen, bakken of beerputten, direct ter bemesting gebruikt of wanneer tevens vee gehouden wordt, ook wel met den gewonen stalmest vermengd. In vele streken echter, vooral in het gebied der veehouderijen wordt aan de verzameling weinig zorg besteed en worden ze ook hier aan het water van een kanaal of watering niet zelden prijs gegeven. Ook kon door vermenging met turfmolm of humushoudende aarde meer gewaakt worden om het stikstofverlies, ontstaan door vervluchtiging van ammoniak, bl. 395, vooral van de urine, tegen te gaan.

Enkele streken in het buitenland zijn vooral bekend wegens veelvuldig direct gebruik van de faecaliën.

In Vlaanderen wordt bij elke boerderij van eenige uitgestrektheid een gemetselden put of bak gevonden met twee openingen: ééne in het bovenvlak (gewelf) voor het uit- en inbrengen der stoffen en eene kleinere aan de noordzij om de lucht toegang te verschaffen. Deze putten hebben niet zelden eenen inhoud van 30 à 40 M³. Telkens als de werkzaamheden op de boerderij het veroorloven, wordt de inhoud van de secreten der steden en dorpen door middel van houten tonnen, waarvan een twaalftal een wagenvracht vormen, hier

ingevoerd, om na een korteren of langeren tijd daarin bewaard, veelal met water verdund en soms met raapkoeken vermengd te zijn, ter bemesting te worden gebruikt. Het vervoer naar het land geschiedt insgelijks in tonnen. Hier aangekomen worden de uitwerpselen in eene draagbare ton overgebracht en nu door middel van een schop over het land, meestal kort na het zaaien of ter overbemesting in het voorjaar, ter hoeveelheid van 160 à 360 hectoliter op de hectare, uitgespreid.

Ook in de Fransche provinciën Dauphiné, Provence en in den Elsasz maar vooral in China worden de faecaliën zorgvuldig verzameld en ter bemesting gebruikt. In China worden ze ook met droge klei vermengd, in den vorm van briquetten gebracht en zoo onder den naam *taffo* verhandeld.

Het ledigen der secreetputten en het vervoer van hunnen inhoud is eene der onzindelijkste en gewoonlijk met verspreiding van veel stank gepaard gaande, bezigheden, vooral in de steden. Waar hier nog geen beter reinigingsstelsel, b.v. het wisseltonnenstelsel, bl. 399, is ingevoerd, bevecht zich daarom

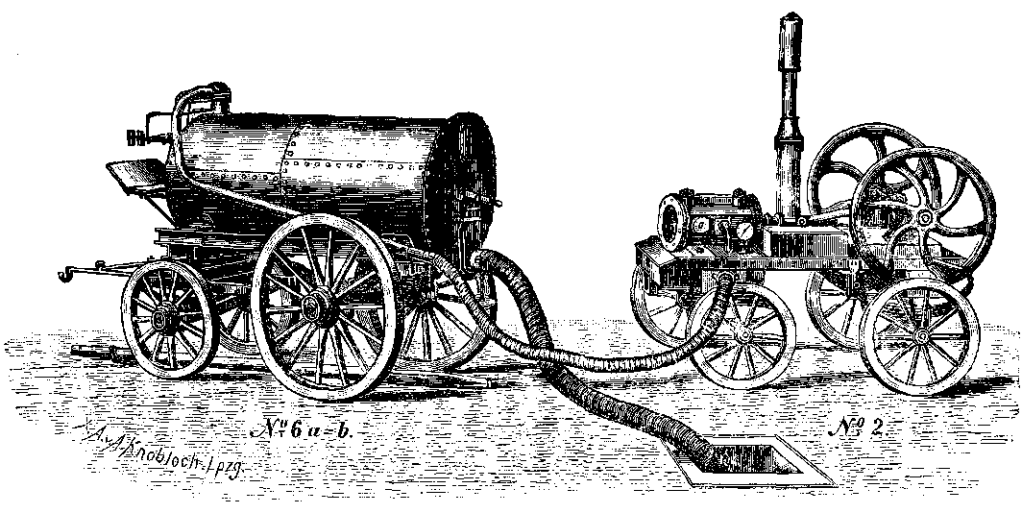


Fig. 183. Latrinen luchtpomp (systeem Lenoir) van Knobloch, Leipzig, agent Ch. R. Kouveld, Amsterdam, voor het reukloos ledigen van secreetputten, gierputten enz.: rechts wagen met luchtpomp en manometer, kachel met schoorsteen en luchtbuis; links: aanvoerbuis voor de beer en beerton met peilglas.

het pneumatisch ledigen dier putten aan. Een der doelmatigste en meest in gebruik zijnde toestellen daarvoor is in Fig. 183 afgebeeld. De voor het vervoer dienende ton (op de figuur links) wordt met behulp van een luchtpomp (rechts op de figuur) luchtledig gemaakt en door de drukking der lucht de inhoud van het secreet, door de wijde buis in de ton geperst. Gevuld zijnde, zichtbaar aan een peilglas, worden de kranen gesloten en kan het vervoer dus geheel afgesloten van de lucht plaats hebben.

Om te voorkomen dat de uitgepompte lucht stank verspreide, wordt deze door een vuurtje in een kachel, op den luchtpomp-wagen, geleid en alzoo verbrand. Om verder het verspreiden van stank te voorkomen verdient het aanbeveling in den secreetput eene oplossing van ijzervitriool te werpen.

Dergelijke toestellen worden ook van kleinere afmetingen geleverd, b.v. een luchtpomp als Fig. 184 op eene kar in plaats van op een wagen geplaatst, maar ook van grooteren omvang, waarbij de luchtpomp door middel van eene stoommachine in beweging wordt gebracht. Ook Maquet te Heidelberg levert dergelijke toestellen, Fg. 182.

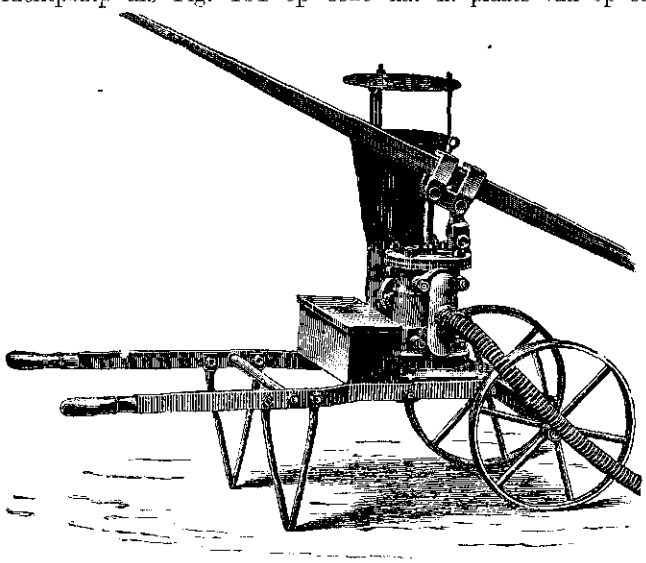


Fig. 184. Eenvoudige handluchtpomp voor het ledigen van secreet- en gierputten van Knobloch te Leipzig. Agent Kouveld, Amsterdam.

De aldus verzamelde beerstoffen kunnen dan direct naar het land gebracht en ter bemesting gebruikt òf voorloopig in bassins buiten de stad bewaard òf tot poudrette verwerkt worden. Voor het gelijkmatig verspreiden uit de tonnen levert Maquet eene sproeimachine, in Fig. 185 afgebeeld.

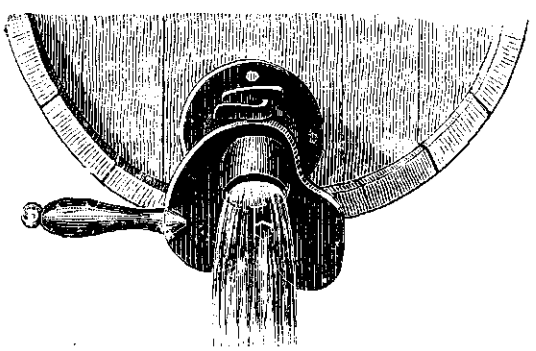


Fig. 185. Machine voor het verdeelen van beerstoffen over het veld (Latrinen-vertheiler) van C. Maquet te Heidelberg.

Intusschen is er in de steden nog allerlei ander vuil, als haardasch, straatveegsel, afval van de keukens enz., dat mestwaarde heeft en verwijderd moet worden.

Van al de methoden nu de menschelijke uitwerpselen (faecale stoffen) ter bemesting te gebruiken, komt ons hunne bereiding door vermenging met deze haardasch en allerlei afval tot compost, het meest doeltreffend voor. Sedert jaren is deze methode te Groningen en in navolging daarvan in andere steden van ons land in gebruik. In het kort komt deze Groningsche methode hierop neer [1]).

---

[1]) E. Buttinger, *Praktische beschrijving van de wijze van reiniging, vuilnisverzameling en mestbereiding te Groningen.*

Terwijl wij in 't algemeen het tonnenstelsel, inzonderheid uit een landbouwkundig oogpunt als het doeltreffendst beschouwen, willen wij geenszins beweren, dat het verzamelen van den mest, gelijk dit te Groningen geschiedt, uit het oogpunt van gezondheid en zindelijkheid niet voor verbetering vatbaar is. De gemeente Groningen heeft dan ook besloten tot het *wisseltonnenstelsel* over te gaan.

De uitwerpselen der ingezetenen worden opgevangen in verplaatsbare tonnen en deze om den anderen dag of tweemaal per week geledigd. Terzelfder tijd wordt de asch en andere vuilnis, in bakken verzameld, door daarvoor aangestelde arbeiders en voerlieden afgehaald. Vooral ten behoeve van de bewoners der achterbuurten heeft de Gemeente ook publieke privaten, urinoirs en vuilnisbakken doen oprichten of geplaatst. De urine wordt hierbij in tonnen opgevangen en deze elken morgen geledigd. Nog wordt verzameld straatveegsel en het vuil van de zinkputten, die in verbinding staan met overdekte riolen, waardoor het regenwater en ander water, dat op de straten mocht voorkomen, wegloopt in de kanalen, welke de stad doorsnijden. De verschillende verzamelde stoffen worden met wagens, die van alle zijden gesloten kunnen worden, op den „vuilnisstoep" gebracht en dooreengemengd. Deze is geheel bestraat; voor het bergen van den mest zijn overdekte kommen van 1 Meter diepte en een waterpassen bodem en gemetselde ierkuipen gemaakt. De faecale stof en ander vloeibaar vuil worden in het midden der kommen gevoerd en de asch en andere vaste stoffen hierover uitgestort. Van de laatste maakt men tevens een wal aan den buitenrand der laagte om het vloeibare zooveel mogelijk bijeen te houden. Zoo gaat men voort tot een zooveel mogelijk gemengden hoop van ongeveer 2.75 M., dus 1.75 M. boven den beganen grond, verkregen is. Daartoe is ongeveer 4 weken tijd noodig, terwijl men rekent dat 14 dagen later de massa genoeg „gegist" heeft om ter bemesting afgescheept te kunnen worden. De vloeistof, die als ier langzamerhand uit de hoopen sijpelt, loopt langs goten in de ierkuip.

Voor de samenstelling van den Groninger compost en ier raadplege men tabel III.

Op gelijke wijze als hier in het groot geschiedt, kunnen ook meer in 't klein de faecaliën en allerlei andere dierlijke en plantaardige stoffen met asch, aarde enz. vermengd, tot een zeer bruikbaren mest gemaakt worden, die dan in 't algemeen den naam van *compost* draagt.

De graaf zur Lippe [1]) beveelt voor het aanleggen van een doelmatigen composthoop het volgende aan. Als onderste laag wordt grond en slootaarde genomen ter hoogte van 20 cM., daarop volgt eene laag kalk van 1 cM. dikte, dan turfmolm of veengrond 15 cM., dat alles overgiet men met gier, zoodat het goed daarvan doortrokken is, vervolgens eene laag bladeren ongeveer 20—25 cM., dan weder 20 cM. aarde goed met gier doortrokken, aanveegsel enz. en ten slotte weder aarde met gier doortrokken, zoodat de hoop ongeveer 1 meter hoog wordt, die nu nog met fijne aarde wordt bedekt. Is de hoop arm aan phosphorzuur, zoo verdient het aanbeveling er phosphaten b.v. beenderenmeel aan toe te voegen. Afval, die onkruidzaad bevat of kan bevatten, wordt zooveel mogelijk aan de oppervlakte van den hoop gebracht en slechts met eene dunne laag aarde bedekt om het ontkiemen van het zaad te bevorderen. Stikstofhoudende stoffen brengt men tusschen materiaal, dat het vrij wordende ammoniak goed bindt, b.v. tusschen aarde, turf enz.; moeilijk oplosbare phosphaten daarentegen boven afval, waaruit zich koolzuur kan ontwikkelen, b.v. bladeren, zaagsel enz. Ongelijksoortig materiaal als puin,

[1]) *Der Compost und seine Verwendung.*

steenkoolasch enz. wordt het best vooraf gezift door eene zeef van 3 à 4 cM. maaswijdte. Heeft deze hoop ongeveer een vierde jaar gelegen, zoo wordt hij omgezet en zorgvuldig gemengd, nogmaals 2 à 3 maanden met rust gelaten en daarna nog eens omgezet, totdat het na 9 à 10 maand eene gelijksoortige brokkelige massa en voor het gebruik geschikt geworden is. Steeds wordt gezorgd, dat hij behoorlijk vochtig is, omdat anders de noodige omzettingen niet plaats hebben.

Vooral in Holland en Friesland is men gewoon den weinig of geen strooisel bevattenden stalmest met slootaarde te vermengen en de aldus verkregen hoop nu en dan om te zetten. Ook in dit geval wordt eene soort compost bereid, ongetwijfeld zeer geschikt voor het bemesten van grasland. Beter komt het ons echter voor de grootendeels uit veen bestaande slootaarde in gedroogden toestand reeds in den stal met uitwerpselen te vermengen en zoo op de mestvaalt te bewaren, vergelijk bl. 396.

3. Eenige andere meststoffen van dierlijken oorsprong.

Behalve de uitwerpselen worden ook de lijken der dieren en enkele stoffen van dieren afkomstig ter bemesting gebruikt. Aan de zeekusten worden zeesterren, mossels, garnalen en allerlei afval van visch verzameld, in het binnenland soms meikevers en andere insecten; de slachterijen leveren bloed, ingewanden enz. Fray Bentos (Zuid-Amerika) levert ook het vleesch der geslachte dieren als mest. De wolspinnerijen en wolwasscherijen leveren afval van wol, de leerlooierijen en blooterijen haren en wol en andere aanhangende deelen der huiden; bij het verwerken van het dierlijk hoorn bekomt men spaanders enz. Al deze stoffen, waarbij nog eene menigte andere gevoegd zouden kunnen worden en voor welker samenstelling wij naar tabel III verwijzen, ontleenen vooral hare mestwaarde aan haar stikstofgehalte. De meeste bevatten ook phosphorzuur, ofschoon in geringere hoeveelheid. Hoorn, leder, wol, haar en dergelijke stoffen worden echter zeer moeilijk ontleed en zouden als zoodanig ter bemesting gebruikt, weinig tot vruchtbaarmaking van den grond bijdragen. Zij worden daarom meestal door behandeling met zuren (zwavelzuur), door koking of door kalk of bijtende potasch vooraf tot een meer bruikbaren mest bereid. Ook de andere hierboven genoemde stoffen worden veelal door ze te koken, fijn te stampen of met andere stoffen te vermengen tot een meer vervoerbaar of ook een meer ter bemesting geschikt materiaal verwerkt. Uit den afval van visch, garnalen enz. wordt alzoo een poeder verkregen, dat onder den naam van *vischguano* in den handel wordt gebracht. Door vermenging met kalk, asch, aarde enz. dienen zij, evenals de menschelijke uitwerpselen, ook tot bereiding van compostmest. Zie bl. 409.

Aangezien het gevaar bestaat dat met het vuil der veemarkten besmettelijke veeziekten verspreid worden, verdient het wel aanbeveling, vooral voor groote markten, dit vuil op gelijke wijze als de menschelijke uitwerpselen tot poudrette te verwerken. Afval van vilderijen wordt ook wel in gesloten toestellen verhit en op vet, lijmwater, mestpoeder enz. verwerkt (stelsel Hartmann), o. a. in Stettin. Het op deze wijze verkregen mestpoeder (vleeschmeel) bevat 8—10 % stikstof, 1—10 % phosphorzuur en 1—2 % kali.

De belangrijkste meststof van 't lichaam der gewervelde dieren vormen de beenderen, het geraamte. Dit weegt:

van een	volwassen	mensch	van	4—5	KG.
„ „		os	„	45—50	„
„ „		paard	„	40—45	„
„ „		schaap	„	4—5	„
„ „		varken	„	8—12	„
„ „		kalf	„	6—7	„

In verschen toestand uit gemiddeld 16.5 % water, 16.5 % vet, 23 % lijmgevende stof en 44 % asch bestaande, ontleenen de beenderen hunne waarde vooral aan het phosphorzuur, dat zij in eene hoeveelheid van gemiddeld 16.8 %, hoofdzakelijk phosphorzure kalk, bevatten, terwijl de lijmgevende stoffen ongeveer 3.5 % stikstof vertegenwoordigen.

Volgens een onderzoek van Holdefleisz [1]) loopt echter de samenstelling der verschillende beenderen van paarden en runderen, die hier het meest in aanmerking komen, zeer uiteen. Het rijkst aan water zijn b.v. het borstbeen en de wervels, het armst de zoogenaamde pijp- en in het algemeen de hardere beenderen; eerstgenoemde zijn rijker aan lijmgevende stof en dus ook aan stikstof, laatstgenoemde rijker aan asch en derhalve aan phosphorzuur.

De gemiddelde procentische samenstelling van het geheele paarden- en runderskelet (zonder de tanden) is volgens Holdefleisz als volgt:

	Paard	Rund
Water	21.76 %	11.32 %
Vet	18.56 „	14.64 „
Lijmgevende stof	21.60 „	24.58 „
met stikstof	3.32 „	3.81 „
Asch	38.08 „	48.46 „
met phosphorzuur	14.66 „	19.12 „
„ koolzuur	2.47 „	2.94 „
„ zwavelzuur	0.10 „	0.13 „
„ chloor	0.07 „	— „
„ kalk	20.41 „	25.34 „
„ magnesia	0.20 „	0.48 „

Men ziet dus dat de runderbeenderen door hun hooger stikstof- en phosphorzuurgehalte meer waarde hebben als mest dan die van 't paard.

De beenderen waren voor dit onderzoek zorgvuldig van vleesch, pezen enz. gezuiverd. In den regel is dit met beenderen, zooals zij in den handel komen, niet het geval. Vandaar dat hiervan het stikstofgehalte iets grooter en het phosphorzuur- en kalkgehalte iets geringer is. In drogen en vetvrijen toestand mag volgens Holdefleisz als stikstofgehalte daarvan worden aangenomen: 5.39 % in varkensbeenderen en 5.56 % in paardebeenderen, terwijl de gemiddelde samenstelling van de in den handel voorkomende runderbeenderen in drogen en vetvrijen toestand volgens zijn onderzoek is:

Stikstof	5.40 %
Phosphorzuur	24.32 „
Kalk	32.48 „
Magnesia	0.35 „

Ook de beenderen moeten, alvorens ter bemesting bruikbaar te zijn, eene bewerking ondergaan. Een eerste middel daartoe is het malen tot een zooveel mogelijk fijn poeder. Daar de harde beenderen zich echter moeilijk door malen

[1]) Dr. Fr. Holdefleisz, *Das Knochenmehl, seine Beurtheilung und Verwendung.*

alleen tot een fijn poeder laten brengen, zijn allengs nog andere middelen voorgeslagen. Deze zijn:

a. het behandelen der min of meer fijn gemalen beenderen met zwavelzuur. De in water onoplosbare phosphorzure kalk, tricalciumphosphaat, wordt daardoor omgezet in oplosbare zure phosphorzure kalk, monocalciumphosphaat, of bij veel zwavelzuur voor een deel in vrij phosphorzuur en zwavelzure kalk (gips). Ook de koolzure kalk gaat in zwavelzure kalk over, terwijl de stikstofhoudende organische stoffen, die in de versche beenderen door genoemde zouten omhuld zijn, als het ware blootgelegd en, met de lucht in aanraking komende, spoediger verteren en in geschikt plantenvoedsel omgezet worden. Het aldus verkregen mengsel is bekend onder den naam van *superphosphaat van beenderenmeel.* De behandeling met zwavelzuur heeft echter het bezwaar, dat de lijmgevende stof der beenderen daarmede eene kleverige massa vormt, die zich moeilijk laat verdeelen. Een tijdlang heeft men die behandeling daarom laten varen. Paste men haar nog toe dan werd daarvoor gestoomd ontlijmd beenderenmeel gebruikt, dat echter door mechanische middelen gemakkelijk tot een fijn poeder gebracht kan worden en de behandeling met zwavelzuur niet noodig heeft. Nadat echter gebleken is, dat het gestoomde beenderenmeel op vele grondsoorten en bij vele vruchten, b.v. Haver, niet zoo spoedig werkt als het met zwavelzuur behandelde, wordt deze behandeling in de laatste jaren weer meer in toepassing gebracht. Men gebruikt dan echter eene geringere hoeveelheid zwavelzuur als voor de geheele omzetting van het tricalcium-phosphaat in monocalciumphosphaat noodig zou zijn.

b. het laten gisten van 't beenderenmeel. Daartoe vermengt men het met humushoudenden grond, asch enz., overgiet den daaruit gevormden hoop met gier en laat dien na bedekking met asch, aarde enz., al naar de weersgesteldheid, een korteren of langeren tijd liggen. Onder deze omstandigheden worden de lijmgevende stoffen ontleed, de daarbij vrijgewordene ammoniak wordt door de aarde opgevangen, terwijl de beenzouten tot een fijner poeder uiteenvallen. Van alle methoden kan deze het best in het klein op eene boerderij toegepast worden. Zij is overigens zeer weinig in gebruik. Eene dergelijke verdeelende werking oefent ook bijtende potaschloog uit.

c. het behandelen der beenderen met stoom of met stoom en kokend water. Door beenderen met stoom van hoogen druk te behandelen wordt voor een deel het vet en voor een grooter of kleiner deel ook het lijmgevend weefsel er uit verwijderd. Verliezen zij derhalve daardoor aan stikstofgehalte, de verwijdering van een gedeelte van het vet heeft ten gevolge, dat de lijmgevende stof spoediger ontleed wordt. Bovendien zijn de beenderen door deze behandeling brosser geworden, zoodat zij zich zonder moeite tot een fijn poeder laten brengen. Worden de beenderen, na de behandeling met stoom, nog met water gekookt, zoo gaat de lijmgevende stof grootendeels in oplosbare lijm over en wordt zoogenaamd ontlijmd beenderenmeel verkregen, dat nog slechts ongeveer 1 % stikstof bevat.

d. het behandelen der beenderen met benzine en daarna met stoom. Deze methode is thans de meest gebruikelijke. De behandeling met benzine heeft ten doel het vet uit de beenderen te trekken; die met stoom om de benzine weder geheel te verwijderen en de beenderen min of meer bros te maken.

Kan nu ook op deze wijze een product verkregen worden, dat nog slechts 1 à 2 % vet bevat, terwijl enkel gestoomd beenderenmeel meestal nog meer dan 4 % vet houdt, en de lijmstof grootendeels in de beenderen is gebleven, zoodat het stikstofverlies slechts ongeveer $^1/_2$ % bedraagt, niet zelden wordt door eene meer aanhoudende behandeling met stoom en warm water meer lijm aan de beenderen onttrokken en beenderenmeel van zeer afwisselend stikstofgehalte verkregen. Is de lijmgevende stof grootendeels aan de beenderen onttrokken, zoo bekomt men het zoogenaamd ontlijmde beenderenmeel. Het stikstofgehalte van dit laatste bedraagt nog hoogstens 1—3 % en het phosphorzuurgehalte meestal 27—30 %, terwijl normaal gestoomd, niet ontlijmd beenderenmeel een stikstofgehalte van 4 à 5 % (3.5 % in den vorm van lijm) en een phosphorzuurgehalte van 19 à 22 % heeft of eene verhouding tusschen de lijmstikstof en het phosphorzuur als 1 : 5 of hoogstens 1 : 6. Niet zelden worden aan ontlijmd beenderenmeel andere stikstofhoudende stoffen, b.v. bloed- of hoornmeel, toegevoegd om het stikstofgehalte weder hooger of van een gegarandeerd gehalte te maken, of ook mengsels waaraan superphosphaat of phosphorit is toegevoegd (gepraepareerd beenderenmeel) in den handel gebracht. Is meer dan 10 % hoornmeel toegevoegd zoo wordt zulks door de proefstations als eene vervalsching beschouwd.

Behalve het grof gemalen *ruw beenderenmeel* en het *superphosphaat van beenderenmeel*, die beide weinig meer voorkomen, kan men dus tegenwoordig in den handel onderscheiden: *normaal gestoomd* (niet ontlijmd maar grootendeels ontvet) *beenderenmeel*, beenderenmeel van gestoomde en gekookte en daardoor min of meer van lijm beroofde beenderen, dat naardat de behandeling met benzine al of niet is voorafgegaan, minder of meer vet bevat, met lager stikstof- en hooger phosphorzuurgehalte (*ontlijmd beenderenmeel*) en *gepraepareerd beenderenmeel*, met meestal normaal stikstof- en vaak lager phosphorzuurgehalte dan in het normale beenderenmeel.

Slechts een deel der verzamelde beenderen gebruikt men, op deze of gene wijze bewerkt, rechtstreeks ter bemesting. Een gedeelte wordt in fabrieken tot allerlei werktuigjes, snuisterijen en vooral knoopen verwerkt en slechts de afval daarvan tot mest gebruikt. Een ander gedeelte wordt vooraf gebrand tot beenderenkool, die in de suikerraffinaderijen tot het ontkleuren enz. der suikeroplossing wordt aangewend. Na eenigen tijd onwerkzaam hiervoor geworden, vormt het nog eene nuttige stof ter bemesting. Wegens hare moeilijke oplosbaarheid wordt deze het best vooraf met zwavelzuur behandeld en als *superphosphaat van beenderkool* (beenzwart) in den handel gebracht. Van een ander gedeelte der verzamelde beenderen wordt nog op eene andere wijze als hierboven is gezegd, lijm gemaakt, namelijk door het onverbrandbare bestanddeel in zoutzuur op te lossen, waarbij de lijmgevende stof achterblijft. Uit deze oplossing wordt door toevoeging van kalk het phosphorzuur neergeslagen en onder den naam van *gepraecipiteerde phosphorzure kalk* of *lijmkalk* (grootendeels bicalciumphosphaat) in den handel gebracht. Lijm wordt intusschen ook van verschillende andere stoffen als huiden, pezen enz. bereid en ook hierbij afval verkregen, die door zijn stikstof- en phosphorzuurgehalte mestwaarde heeft, maar met bovengenoemd bijproduct der beenderlijmfabrieken veelal niet op eene lijn gesteld kan worden.

4. Meststoffen van plantaardigen oorsprong.

De dierlijke mest is over 't geheel rijk aan stikstof en ontleent daaraan hoofdzakelijk zijne waarde. Slechts in de beenderen en in de dierlijke uitwerpselen, die trouwens, gelijk wij weten, grootendeels als van planten afkomstig moeten worden beschouwd, komen ook aschbestanddeelen in meerdere of mindere hoeveelheid voor, die ze waarde als mest geven. De planten zijn over 't geheel arm aan stikstofhoudende stoffen. Alleen in de zaden, in de wortels en knollen enz. zijn zij eenigszins opgehoopt. Maar deze worden juist voor een groot gedeelte van eene boerderij verwijderd en dienen rechtstreeks tot voedsel of worden in fabrieken verwerkt. 't Doel van dit verwerken is veelal stikstof- en aschvrije stoffen daaruit te verkrijgen. Zoo wordt uit de oliezaden de olie, uit aardappels, tarwe, rogge en gerst het zetmeel (resp. suiker of stroop en alcohol), uit de beetwortels de rietsuiker bereid. In de bijproducten houdt men dan o. a. de stikstofhoudende eiwitstoffen en de aschbestanddeelen over. Zoo bekomt men van de oliesla gerijen de koeken, van de branderijen slempe of spoeling, in de beetwortelsuikerfabrieken de pulpe en stroop enz. Zooveel mogelijk worden deze bijproducten als veevoeder gebruikt. In andere gevallen dienen zij direct tot bemesting. Maar 't zij dan direct ter bemesting, 't zij als veevoeder gebruikt, die bijproducten kunnen ten slotte voor een deel de stikstof en grootendeels de plantenasch aan den grond teruggeven, welke in het zaad, het graan enz. er aan onttrokken is. Dat sommige fabrieken, b.v. die van aardappelmeel, zulks nog niet doen, is slechts eene questie des tijds. In Duitschland wordt het spoelwater dezer fabrieken, waarin de eiwitstoffen en de aschbestanddeelen aanwezig zijn, reeds hier en daar met gunstig resultaat ter bevloeiing gebruikt. Ter beoordeeling van deze stoffen als mestmateriaal, raadplege men tabel III en IV.

Welke waarde aan het stroo als directe mest moet gehecht worden, is ons bij de behandeling van den stalmest reeds gebleken en 't zal niet noodig zijn, hier daarop terug te komen. Men raadplege daarvoor alsmede voor de waarde van het loof van verschillende planten de aan het eind van dit Deel gevoegde tabel IV.

Sommige planten, b.v. wortelgewassen, worden nagenoeg in haar geheel geoogst, van andere, b.v. de granen en in 't algemeen die, welke gezicht of gemaaid worden, blijven een gedeelte der stengels en der wortels geheel op of in den grond achter. Daarbij komt de afgevallen bladmassa. Volgens Weiske en Werner blijven bij de volgende gewassen aan droge stof enz. in stoppels en wortels op ééne hectare achter:

	droge stof	daarin	hierin			
	kilogr.	stikstof	asch	phosphorzuur	potasch	kalk
4jarige luzerne	10811	152.6	1342	44.0	41.1	220.0
1 „ roode klaver	9976	214.6	2147	83.9	90.0	292.9
Rogge	5887	73.2	1843	28.5	25.1	82.1
Koolzaad	4986	63.1	696	35.9	41.1	138.3
Haver	3726	30.0	1615	33.5	27.9	95.9
Lupinen	3943	69.7	616	15.6	19.1	90.1
Tarwe	3888	26.4	1219	13.3	20.7	86.0
Erwten	3604	63.4	750	16.8	12.7	80.5
Serradella	3500	72.5	610	20.7	10.0	89.5
Boekweit	2455	53.6	521	12.3	10.3	89.7
Gerst	2227	25.7	425	13.5	10.9	47.4

Heiden bepaalde van de volgende planten, hoeveel in de stengels enz. van eene hectare geoogst en hoeveel in de wortels (zonder de stoppels) daarop achterblijven, in kilogr.

	rogge			koolzaad			klaver in bloei		
	bovendeelen	wortels	som	bovendeelen	wortels	som	bovendeelen	wortels	som
Droge stof	10720.5	792.5	11513.0	17447.5	1156.5	18604.0	4512.2	1925.6	6437.8
Stikstof	136.1	10.4	146.5	282.6	30.8	313.4	144.4	59.4	204.1
Phosphorzuur	58.2	7.1	65.3	177.5	8.6	186.1	24.1	19.1	43.2
Potasch	110.7	8.6	119.5	444.5	18.4	462.9	51.2	31.9	83.1
Kalk	49.1	12.9	62.0	456.3	35.4	491.7	105.9	29.9	135.8

Deze opgaven wijzen ten duidelijkste aan, welk groot verschil er bestaat in de plantenmassa, die er van de eene plant, vergeleken met die eener andere in den grond achterblijft. Daarop berust voor een groot deel het verschil dat men gemaakt heeft tusschen grondverrijkende en grondverarmende planten. Zie hieronder: Vruchtwisseling.

Bij het beoordeelen van de samenstelling dezer plantenoverblijfselen (stoppels en wortels) dient echter niet enkel op de hoeveelheid maar oòk op de hoedanigheid gelet te worden. Wij hebben bl. 371 daarop reeds gewezen. Van groen gesneden planten, b.v. klaver, verteren de wortels enz. veel spoediger en zij zullen den grond eerder vruchtbaar maken dan de droge en min of meer uitgeteerde stoppels en wortels der rijp gewordene planten.

5. Groenbemesting.

In het bijzonder tracht men den bouwgrond te bemesten door plantaardige stoffen bij de zoogenaamde *groenbemesting*. Daaronder verstaat men het telen van sommige planten met het doel ze vóór de zaadvorming onder te ploegen. Reeds lang was deze wijze van bemesten in gebruik, maar terwijl men vroeger daarmede inzonderheid op het oog had den natuurkundigen toestand van den grond te verbeteren, door de groote massa organische stoffen, welke er mede in den grond wordt opgehoopt en zij derhalve vooral werd toegepast op niet- of nog weinig ontgonnen zandgronden, waar het aanvoeren van veel plantaardigen mest veel geld zou kosten, alsmede op zware kleigronden, past men ze in de laatste jaren meer algemeen toe, hoofdzakelijk om door den verbouw en het onderploegen van Leguminosen den bodem rijker te maken aan organische stikstof. Deze planten leven namelijk in gemeenschap met bacteriën welke in hare wortelknolletjes huizen, de vrije stikstof uit de lucht opnemen en niet alleen zich zelve maar ook de Leguminosen met de gevormde stikstofverbindingen voeden. Dat de Leguminosen stikstof in den bodem ophoopen en in de meeste gevallen geene stikstofbemesting noodig hebben, vermoedde een 30 jaar geleden reeds G. Ville in Frankrijk, later ook Lawes en Gilbert in Engeland en Schultz te Lüpitz in Duitschland; maar door Henneberg en Willforth werd het eerst bepaald bewezen en aangetoond op welke wijze zulks geschiedt, bl. 207.

De planten die vooral voor groenbemesting worden gebruikt, zijn: de gele en blauwe Lupinen op zand- en veengronden, de Serradella op zandgronden en de roode en witte Klaver, Erwten en Wikken op verschillende gronden maar vooral op kleigronden. Bij ontginningen worden de Lupinen als de meest geschikte planten daartoe beschouwd, omdat zij nog op schrale gronden,

vooral na bemesting met een phosphaat en een kalizout, welig groeien. Op de ontgonnen gronden komen de klaversoorten en de andere hierboven genoemde Leguminosen daarvoor meer in aanmerking.

Wordt op een bodem voor het eerst de eene of andere soort peulvrucht verbouwd, dan is het gewenscht deze voor het zaaien met eene zekere hoeveelheid entaarde, dat is grond waarop die peulvrucht reeds met goed gevolg verbouwd wordt, te overstrooien, ter hoeveelheid van ongeveer 2000 KG. per HA. Op pas ontgonnen veengronden heeft Fleischer daartoe met goed gevolg zeeslik gebruikt. Het doel is daarmede de gewenschte bacteriën in den bodem te brengen. Op aanwijzing van Nobbe en Hiltner worden de leguminosen-bacteriën thans ook in gelatine gekweekt en door eene fabriek te Höchst in den handel gebracht onder den naam van Nitragin.

Overigens wordt de groenbemesting nog op verschillende wijzen in toepassing gebracht. Men verbouwt: *a*, de peulvrucht als hoofdgewas, ploegt haar in den nazomer onder en verbouwt dan een wintergewas, b.v. Rogge. Deze methode wordt toegepast op schrale gronden en ook wel wanneer veel onkruid aanwezig is. Men heeft dan vóór en na den groei van de peulvrucht tijd om het onkruid te vernietigen. Meer algemeen wordt echter: *b*, de peulvrucht als tusschengewas verbouwd. Men zaait deze dan òf onder het hoofdgewas als dekvrucht òf na den oogst van het hoofdgewas in de stoppels, dus als stoppelgewas.

In de laatste jaren zijn ook de witte Mosterd en enkele andere planten voor groenbemesting aanbevolen maar voor een eenigszins ander doel, namelijk om als stoppelgewas verbouwd te worden, de in den nazomer en herfst gevormde salpeterzure zouten (bl. 275) op te nemen en alzoo voor uitspoeling (bl. 281) te bewaren.

B. MESTSTOFFEN VAN DELFSTOFFELIJKEN OORSPRONG.

De betere kennis, in de laatste jaren van de voeding der planten, inzonderheid van de beteekenis harer aschbestanddeelen verkregen, heeft vooral tot het gebruik ook van delfstoffelijken mest aanleiding gegeven.

1. de Guanosoorten.

Ofschoon deze blijkbaar uit de uitwerpselen enz. van vogels gevormd en dus eigenlijk van organischen oorsprong zijn, mag men ze overigens als een bestanddeel der aardkorst en dus van delfstoffelijken aard beschouwen.

De meest en langst bekende guanosoort is die aan de kust van Peroe en de naburige eilanden van 2° tot 21° Z.B. (*Peroe-guano*). Het zeewater en vooral de koude zeestroom, die aan de westkust van Zuid-Amerika, vanaf Kaap Hoorn naar het noorden loopt, is rijk aan visch, waardoor eene menigte vogels gelokt worden, die zich daarmede voeden. Op de kust en de eilanden broedende en bijna altijd des nachts zich aldaar ophoudende, brengen zij er een groot gedeelte hunner uitwerpselen; bij den dood voegen zich daarbij vele hunner lijken. Aangezien nog tegenwoordig eene vrij groote hoeveelheid overblijfselen van vogels aldaar wordt opgehoopt, behoeft het ons niet te verwonderen, dat in vroeger tijd, toen deze streken niet of veel minder bewoond waren, het aantal vogels nog grooter en de ophooping nog sterker geweest

zal zijn, en laat het zich verklaren, dat op sommige plaatsen geheele lagen, tot 30 M. toe, van deze uitwerpselen gevormd zijn [1]). Behalve vogels en hunne uitwerpselen worden ook geraamten van zeehonden enz., vooral in de onderste lagen, aangetroffen. Deze zijn wellicht bij hooge vloeden op de beddingen gebracht.

Deze massa, naar den naam der vogels (guanaes), guano geheeten, is intusschen niet overal evengoed bewaard gebleven. In het droge klimaat van Peroe's westkust, waar het bijna nooit regent, vergelijk bl. 93, is zij sterk uitgedroogd en door den druk der bovenste lagen zijn de onderste ingeperst, enz., maar de stikstofhoudende stoffen zijn weinig of niet ontleed en worden er nog grootendeels in aangetroffen.

In streken echter met een vochtig klimaat, b.v. op eenige eilanden in de Stille Zuidzee, zijn de stikstofhoudende stoffen geheel of grootendeels ontleed en deels uitgespoeld, deels als ammoniak enz. in den dampkring vervluchtigd. Alleen het onoplosbare, hoofdzakelijk de phosphorzure kalk van de beenderen der vogels, is hiervan overgebleven. In de guano van andere plaatsen wordt een grooter of kleiner gehalte aan stikstof gevonden, alnaarmate het klimaat minder of meer vochtig is.

Hieruit volgt dat ook zonder vervalsching er een groot verschil in de samenstelling en inzonderheid in het stikstofgehalte der guanosoorten zijn moet; zie voor de samenstelling Tabel III. De Peroe-guano, gelijk zij vroeger aangevoerd werd, vormde al naar de vochtigheid een min of meer bruin poeder, met meestal wit of witachtig gekleurde brokjes (guanoknollen) en een zeer onaangenamen reuk, deels van ammoniak deels van andere stinkende gassen. Zij bevatte gemiddeld 15 % water en 52 % verbrandbare stoffen met ruim 14 % stikstof. Bij verhitttng bleef dus 33 % asch over, die wit gekleurd moest zijn, (bij vervalsching met asch, aarde enz. zou zij bruingekleurd zijn) en ruim 13 % phosphorzuur, 11 % kalk en 2 à 3 % potasch bevatte. Hare samenstelling was vrij gelijk. Maar toen de belangrijkste vindplaats, de Chincha-eilanden, uitgeput geraakte, was dit minder het geval en daardoor werd zij een minder gewenscht handelsartikel. Daarbij kwam dat de ruwe Peroe-guano ook onvervalscht, vooral in een drogen tijd, in het gebruik niet zelden tegenviel. Waarschijnlijk moet dit hieraan worden toegeschreven, dat zij, alvorens tot voeding der planten te kunnen dienen, omgezet moet worden en zulks in een drogen grond niet plaats heeft. In de ruwe guano toch komt de stikstof voor een deel voor in den vorm van urinezure en oxaalzure ammonia, guanin enz., stoffen die ontleed en in een nitraat moeten overgaan, alvorens voor de meeste planten tot voeding te kunnen dienen [2]). Daarom wordt de guano tegenwoordig meestal in fabrieken met zwavelzuur bewerkt, onder den naam van opgeloste guano of guano-superphosphaat in den handel gebracht

1) Voor de samenstelling der uitwerpselen van vogels, waarbij op te merken valt dat de vaste en vloeibare daarin op eene natuurlijke wijze vereenigd en zij uit dien hoofde rijker aan stikstof zijn, verwijzen wij naar tabel III. De jaarlijksche hoeveelheid wordt per stuk geschat: van duiven 2.25—2.75 KG., van kippen 5.5—5.75 KG., van kalkoenen 11—11.5 K.G., van eenden 8.25—8.4 KG., van ganzen 11—11.5 KG.

2) De samenstelling der Peroe-guano wordt zeer verschillend opgegeven. Bertels (I), Völkel (II), Winkler (III) en Oellacher (IV), geven de samenstelling als volgt op *):

*) *Fehling's Neues Handw. d. Chemie.*

en de samenstelling, die daarbij, door toevoeging van zwavelzure ammonia, meer gelijk gemaakt wordt, voor een bepaald gehalte, gewoonlijk 7 % stikstof, 10 % oplosbaar phosphorzuur en 2 % kali gegarandeerd [1]). Door de behandeling met zwavelzuur wordt het ammoniak aan zwavelzuur gebonden en de phosphorzure kalk evenals die van beenderen, oplosbaar gemaakt. Waarschijnlijk is ook het vochtaantrekkend vermogen door de behandeling met zwavelzuur toegenomen, wat de meer zekere werking ook in droog weer mede verklaart. Aan dit meer vochtig worden der guano moet wellicht ook hare meer gunstige werking, die men van eene vermenging met keukenzout meermalen ondervonden heeft, worden toegeschreven [2]).

	I	II	III	IV
Chloorammonium	6.5	4.2	7.0	2.2
Oxaalzure ammonia	13.3	10.6	20.7	17.7
Urinezure ammonia	3.2	9.0	6.4	12.2
Phosphorzure ammonia	6.4	6.0	6.5	6.9
Zwavelzure kali	4.2	5.5	4.9	4.0
Zwavelzure soda	1.1	3.8	—	4.9
Phosphorzure soda	5.3	—	—	—
Phosphorzure ammoniak-magnesia .	4.2	2.6	—	14.6
Phosphorzure kalk	9.9	14.3	9.4	20.2
Oxaalzure kalk	16.3	7.0	9.0	1.3

Door anderen werd alleen het stikstof-, phosphorzuurgehalte enz. bepaald. Volgens Völcker bevatte de door hem onderzochte guano 15.29 % totaal stikstof en 6.35 % ammoniak, waarvan 1.25 % gebonden aan koolzuur en 5.10 % gebonden aan zwavelzuur, urinezuur, enz., verder 25 % phosphorzure kalk. Karmrodt vond 16.34 % totaal stikstof en 14.08 ammoniak met 32.30 phosphorzure kalk. Volgens Müntz en Girard zijn de witte guanoknollen bijzonder rijk aan ammoniakzouten van urinezuur, oxaalzuur, phosphorzuur en zwavelzuur, soms bevatten ze ook veel keukenzout. In sommige guanosoorten wordt ook salpeterzuur gevonden.

Liebig meende de gunstige werking van guano als mest te moeten toeschrijven aan haar gehalte van oxaalzure ammoniak (als ontledingsproduct van het urinezure ammoniak), dat in den vochtigen grond met phosphorzure kalk vormt phosphorzure ammonia en oxaalzure kalk. Phosphorzure ammonia is oplosbaar in water, verspreidt zich derhalve door den grond en kan wellicht direct ter voeding van de planten dienen.

In de excrementen der vogels en zoo ook in de oorspronkelijke guano komt de stikstof hoofdzakelijk voor als urinezure ammonia, waarvan eene menigte ontledings- en oxydatieproducten bekend zijn en onder deze laatste ook oxaalzuur. Waarschijnlijk gaat echter slechts een klein deel van het urinezuur in oxaalzuur over. Betwijfeld mag het daarom worden of hetgeen in de bovenstaande analyses als oxaalzuur ammonia is opgegeven niet voor een groot deel uit het ammoniakzout van andere zuren als parabaanzuur en oxaluurzuur bestaat.

Als kenmerk voor de echtheid van Peroe-guano wordt door de proefstations aanwezigheid van een zeker aantal procenten oxaalzuur beschouwd. Op grond van het bovenstaande komt ons toch voor dat dit een onzeker kenmerk is, vooreerst wegens de twijfelachtige vorming en ten tweede omdat dit zuur er ook opzettelijk bijgevoegd zou kunnen zijn.

[1]) Oorspronkelijk geschiedde dit door Ohlendorff en Co. met door zeewater beschadigde guano, thans door de Anglo-Continentale-guano Werke te Antwerpen.

[2]) Heiden, *Lehrbuch der Düngerlehre*, II, S. 262. Keukenzout kan bovendien oplossend op de bestanddeelen van guano, b.v. de phosphorzure kalk, werken. Zie Heiden, t.a.pl., II, S. 490 en mijn *Beitrag zur Kenntniss der Einwirkung des Meerwassers auf den Boden*, in *Landw. Versuchsstationen*, Bd. XIX, S. 190.

Ook wordt thans door uitzifting der knollen, fijnmalen, betere menging en toevoeging van andere stoffen, niet met zwavelzuur bewerkte, Peroe-guano in den handel gebracht van meer constante samenstelling. Het stikstofgehalte is echter niet zoo groot als vroeger, en wordt meestal gewaarborgd een gehalte van 5—8 proc. stikstof, 15 % phosphorzuur en 2 % kali.

De Peroe-guano en enkele daarmede verwante soorten (de Angamas-, Lobos-guano enz.) hebben dus vooral waarde wegens haar gehalte aan stikstof en phosphorzuur. Uit de andere guanosoorten (de Baker-, Sombrero-, Jarvis-, Navassa-, Mejillones-guano enz.), in niet-regenlooze streken gevormd, is de stikstof geheel of grootendeels verdwenen; zij hebben slechts waarde wegens haar gehalte aan phosphorzure kalk en phosphorzure magnesia, dat in de goede qualiteiten in vrij groote hoeveelheid aanwezig is, van 75 tot 85 % (30—40 % phosphorzuur). De meeste dezer guano-soorten worden thans met zwavelzuur behandeld en onder den naam van *Baker-guano superphosphaat* enz. of in 't algemeen van *superphosphaat* in den handel gebracht. In al deze guanosoorten is echter geen vertrouwen te stellen, tenzij het gehalte aan phosphorzuur enz. gewaarborgd zij, te minder daar niet zelden aan verschillende andere stoffen of allerlei afvalproducten, nadat ze in den met guano overeenkomenden, poedervormigen toestand gebracht zijn, de naam van guano gegeven wordt om ze des te beter te kunnen verkoopen. Wij hebben daarvan reeds een voorbeeld gegeven in de vischguano en de faecaalguano [1]).

Als eene natuurlijke guanosoort vermelden wij nog de *vleermuizen-guano* in verschillende grotten van Noord- en Zuid-Amerika, op de Antillen en op eilanden in de Indische Zee, van eene dergelijke samenstelling als de andere guanosoorten, maar waarbij dikwijls een grooter of kleiner deel van de organische of ammoniak-stikstof in salpeterzuur is omgezet. Ook guano van *zwaluwen* wordt in enkele tropische gewesten aangetroffen.

2. Andere phosphorzuur-rijke mineralen en de daaruit bereide superphosphaten. Thomasphosphaatmeel.

Behalve guano kent men nog verschillende andere aardlagen of mineralen, die rijk aan phosphorzuur zijn. Jaarlijks worden daarvan nieuwe vindplaatsen ontdekt. De meest bekende zijn: Estramadura in Spanje, de Lahnstreek in Nassau, de Ardennen in Frankrijk en België (Ciply), verschillende graafschappen van Engeland, vooral Devonshire, Florida in Amerika, enz. De meeste dezer mineralen, die onder den naam van apatit, phosphorit, coprolith (dreksteen) en osteolith (versteende beenderen) bekend zijn, moeten vooraf in fabrieken fijn gestampt en met zwavelzuur behandeld worden: de daarin voorkomende phosphorzure kalk gaat dan in oplosbare zure phosphore kalk over volgens onderstaande vergelijking:

$$Ca_3P_2O_8 + 2\ H_2SO_4 = CaH_4P_2O_8 + 2\ CaSO_4.$$

Bij het zwavelzuur is dan ongeveer zooveel water gevoegd dat het monocalciumphosphaat één molecule en het calciumsulfaat twee molecules kristalwater kunnen opnemen. Men krijgt dan, aangenomen dat het gebruikte mineraal enkel uit calciumphosphaat bestond (meestal is het met andere mineralen of

[1]) In Noord-Brabant wordt aan superphosphaat dikwijls den naam van klavergnano gegeven.

gesteenten verontreinigd), een mengsel van $CaH_4P_2O_8$, aq. en 2 $CaSO_4$, 2 aq., en aan dit mengsel wordt de naam superphosphaat gegeven. Aangezien de eerste dezer verbindingen, het monocalciumphosphaat of de zure phosphorzure kalk, in water oplosbaar is, zegt men, dat het oplosbaar phosphorzuur bevat en naar het gehalte daaraan wordt zijne waarde bepaald. Bij sommige dezer superphosphaten merkt men op, dat het zure oplosbare monocalciumphosphaat na eenigen tijd (door de in deze phosphaten aanwezige aluinaarde of het ijzeroxyd) overgaat in het onoplosbare bicalciumphosphaat, $CaHPO_4$. Men zegt dan dat het teruggegaan is, dat is weder onoplosbaar geworden phosphorzuur bevat, of omdat dit phosphaat oplosbaar is in citroenzure ammonia, dat het in citraat oplosbaar phosphorzuur bevat. Ofschoon de waarde van deze superphosphaten daardoor wel iets vermindert, hebben verschillende bemestingsproeven geleerd, dat zij toch zeer bruikbaar zijn, b.v. op veengronden.

De meeste superphosphaten van den handel hebben een gehalte van 16—18 % oplosbaar phosphorzuur (P_2O_5). Onder den naam dubbelsuperphosphaten komen echter ook producten in den handel voor die tot 40 % en meer oplosbaar phosphorzuur bevatten. Deze worden b.v. uit phosphorit bereid door daarop eene grootere hoeveelheid verdund zwavelzuur te laten werken. Er ontstaat dan, naast calciumsulfaat of gips, vrij phosphorzuur, volgens onderstaande vergelijking:

$$Ca_3P_2O_8 + 3\ H_2SO_4 = 2\ H_3PO_4 + 3\ CaSO_4.$$

Het verkregen product wordt met een filtreerpers gefiltreerd, waarbij het calciumsulfaat grootendeels achterblijft. De door het filter gaande phosphorzuuroplossing laat men op eene nieuwe hoeveelheid phosphorit werken, waarmede het nu monocalciumphosphaat vormt, volgens de vergelijking:

$$Ca_3P_2O_8 + 4\ H_3PO_4 + 3\ H_2O = 3\ (CaH_4P_2O_8,\ H_2O).$$

De dubbelsuperphosphaten bestaan dus grootendeels uit monocalciumphosphaat en bevatten weinig gips. De daarbij als bijproduct verkregen gips bevat nog 2—14 % oplosbaar, gedeeltelijk vrij, phosphorzuur en wordt tot conserveering van stalmest aanbevolen, bl. 393.

In de laatste 15 jaar is nog een belangrijke phosphorzuurhoudende meststof verkregen en in gebruik gekomen nl. het *Thomasphosphaatmeel* of *Thomasslakkenmeel*. Dit is een bijproduct van de staalbereiding uit phosphorushoudend gietijzer. Om dit gietijzer van zijn phosphorus te bevrijden, wordt het volgens de door Thomas en Gilchrist daarvoor aangegevene methode, in gesmolten toestand in eene zoogenaamde Bessemer peer gebracht en 15—17 % versch gebrande kalk er aan toegevoegd. Door het gesmolten gietijzer wordt nu lucht geblazen, waarbij o.a. de phosphorus verbrandt tot phosphorzuur, dat zich met de kalk tot phosphorzure kalk vereenigt. Ook andere onzuiverheden van het gietijzer vereenigen zich met de kalk, waardoor eene gesmoltene massa ontstaat, welke op het gietijzer drijft. Na uit de peer gegoten te zijn, stolt deze tot eene donkergekleurde harde stof, bekend onder den naam van Thomasslakken. Zij wordt van het aanhangende ijzer bevrijd, tusschen stalen walsen fijn gemalen en nu als Thomasphosphaat- of Thomasslakkenmeel in den handel gebracht. De samenstelling is niet altijd dezelfde: het kalkgehalte is 30—50 % en het phosphorzuurgehalte kan van 10 tot 28 % en soms nog meer verschillen. De fabrikanten garandeeren thans meestal een gehalte

van 15—18 % in een mineraalzuur oplosbaar phosphorzuur en bovendien een zekeren graad van fijnheid, namelijk de hoeveelheid (meestal 75 %), die door eene zeef van 0.15—0.17 mM. mazenwijdte gaat. Aangezien echter gevonden werd dat Thomasmeel bij hetzelfde gehalte aan phosphorzuur en dezelfde graad van fijnheid toch verschillend werkte, wordt op voorstel van Wagner thans ook een gehalte aan in zuur ammoniumcitraat oplosbaar phosphorzuur gegarandeerd. Door eene zekere hoeveelheid zand of ook meer kalk in de Bessemerpeer te brengen bereiden de fabrikanten thans ook Thomasmeel dat rijker is aan in citraat oplosbaar phosphorzuur.

3. Stikstofrijke mineralen en zouten.

De gewone of *kalisalpeter*, KNO_3, ofschoon hij den bouwgrond zoowel van salpeterzuur (stikstof) en kali kan voorzien, is veelal te duur om ter bemesting gebruikt te worden. Alleen in bloemmisterijen wordt deze salpeter in eenige hoeveelheid als meststof gebruikt. Zoo ook soms *salpeterzure kalk* $Ca(NO_3)_2$. Veel goedkooper is de *soda-* of *chilisalpeter*, $NaNO_3$, waarvan omstreeks het jaar 1825 uitgestrekte lagen in de Peroeaansche provincie Tarapaca ontdekt zijn en hier waarschijnlijk uit met zeewater overstroomde guano ontstaan is. Het gebruik dezer stof ter bemesting neemt van jaar tot jaar toe. De ruwe chilisalpeter heeft eene grauwe tot bruine kleur en is met verschillende andere zouten, zand en klei vermengd. Alvorens naar Europa gezonden te worden, wordt hij hiervan gezuiverd. Deze gezuiverde chilisalpeter bevat gewoonlijk 90 à 98 % salpeterzure soda (15 à 16 % stikstof) een paar percenten water, — welke hoeveelheid niet zelden verschilt naar den vochtigheidstoestand der lucht, daar het zout zeer hygroscopisch is, — en een weinig keukenzout en zwavelzure soda. In de laatste jaren werd in sommige partijen ook eene, vooral voor rogge schadelijke, stof, namelijk een perchloraat, $NaClO_4$, gevonden, van sporen tot ongeveer 5 %.

Bij het stoken van lichtgas uit steenkool wordt het ammoniakhoudende *gaswater* verkregen, dat in de nabijheid van kleine plaatsen soms als zoodanig ter bemesting gebruikt wordt. De samenstelling is nog zeer verschillend en gewoonlijk bevat het niet meer dan $^1/_2$ % ammoniak. Voor een eenigszins ver vervoer is het dus geheel ongeschikt en daarom wordt het in grootere plaatsen hoofdzakelijk gebruikt, door toevoeging van zwavelzuur, tot bereiding van *zwavelzure ammonia*, $(NH_4)_2SO_4$, dat in den handel als meststof aangeboden wordt. Ook dit zout is in den regel niet geheel zuiver — geheel zuiver bevat het ruim 21 % stikstof —, soms bevat het eene voor de planten vergiftige stof, het rhodaanammonium NH_4HSCN.

Een zuiverder product wordt verkregen, wanneer het zwavelzuur niet direct bij het gaswater wordt gevoegd, maar het ammoniak met of zonder gebluschte kalk wordt afgedestilleerd en dit in zwavelzuur opgevangen.

Behalve uit gaswater wordt zwavelzure ammonia thans nog op verschillende andere wijzen als bijproduct verkregen, b.v. bij het bereiden van beenderkool uit beenderen en van dierlijke kool uit leer, hoorn enz., bij het verwerken van de zoogenaamde bries, dat is ijzeroer welke gediend heeft om steenkoolgas te zuiveren, en voorts wordt het bereid uit faecaliënhoudend water (*eaux vannes*, bl. 405), enz. — Ook *roet* is stikstofhoudende mest.

De Peroe-guano bevat hoofdzakelijk als nuttige bestanddeelen phosphorzuur

en stikstof, de verschillende soorten van superphosphaat bevatten phosphorzuur, de ammoniakzouten stikstof. Om nu eene massa te leveren, die èn in samenstelling èn in werking ongeveer met de guano op eene lijn gesteld kan worden, vermengen de fabrikanten van kunstmest niet zelden superphosphaat met een ammoniakzout, en brengen die onder den naam van *ammoniak-superphosphaat* in den handel. Ook leveren de fabrikanten soms salpeter-superphosphaat, door vermenging van chilisalpeter met superphosphaat. De vermenging is echter niet gewenscht daar hierbij salpeterzuur kan worden uitgedreven.

In den tuinbouw wordt ook phosphorzure ammonia gebruikt, dat waarde heeft zoowel om zijn phosphorzuur als stikstofgehalte en verkregen wordt door phosphorzuur, bereid op de wijze als bij de dubbelsuperphosphaten, bl. 420, is gezegd, met ammonia te verzadigen of met zwavelzure ammonia te vermengen.

4. Kali- en magnesiahoudende meststoffen.

Ten zuiden van het Hartsgebergte, deels in Pruissen, deels in Anhalt, is men omstreeks het jaar 1850 begonnen een groot zoutbekken te ontginnen. Om hieruit keukenzout te verkrijgen, was het noodig de bovenste lagen, die slechts weinig keukenzout bevatten, te verwijderen. In het eerst wist men met die bovenste lagen niets uittevoeren; zij werden als Abraumsalz op zij gezet, totdat men verschillende kali-, kalk- en magnesiahoudende mineralen er in aantrof en deze als meststof heeft leeren gebruiken.

De belangrijkste dezer mineralen zijn:

Kaïnit: K_2SO_4, $MgSO_4$, $MgCl_2$, H_2O of 2 (KCl, $MgSO_4$), H_2O.
Carnallit: KCl, $MgCl_2$, 6 H_2O.
Sylvin: KCl.
Polyhalit: 2 $CaSO_4$, $MgSO_4$, K_2SO_4, H_2O.
Krügit: 4 $CaSO_4$, $MgSO_4$, K_2SO_4, H_2O.
Schönit: K_2SO_4, $MgSO_4$, 6 H_2O.
Kieserit: $MgSO_4$, H_2O.

Van deze verschillende mineralen is de hoeveelheid niet even groot; ook zijn zij dikwijls met elkander en vooral met keukenzout gemengd. Ze geheel zuiver als meststof in den handel te brengen, zou te veel arbeid kosten en daardoor te duur worden. Daarom worden, in gemalen en derhalve min of meer fijn gemaakten toestand, mengsels in den handel gebracht, waarvan een of meer dezer mineralen een hoofdbestanddeel vormen, en daarnaar dan ook gewoonlijk worden benoemd. De belangrijkste dezer zijn:

a. *Onzuivere kalimeststoffen.*

Kaïnit, dat gemiddeld bestaat uit 23.6 % kaliumsulfaat, 13 % magnesiumsulfaat, 13.9 % chloormagnesium, 34.6 % keukenzout, 1.7 % gips, 0.8 % onoplosbare deelen (klei) en 12.7 % water. Gewaarborgd gehalte aan kali (K_2O) 14.2 %.

Carnallit, uit 15.5 % chloorkalium, 12.4 % chloormagnesium, 14.5 % zwavelzure magnesia, 22.5 % keukenzout, 1.9 % gips, 1.8 % onoplosbare deelen en 26.1 % water bestaande. Gewaarborgd gehalte: 9 % kali.

Berg-kieserit, (mengsel van carnallit en kieserit), bestaande uit 11.8 % chloorkalium, 21.5 % zwavelzure magnesia, 17.2 % chloormagnesium, 26.7 % keukenzout, 0.8 % gips, 1.3 % onoplosbare deelen, 20.7 % water. Gehalte aan kali 7.5 %.

Sylvinit, bevattende 30.5 % chloorkalium, 7 % zwavelzure kali, 4.8 % zwavelzure magnesia, 2.5 % chloormagnesium, 46 % keukenzout, 1.8 % gips, 7.3 % onoplosbare deelen en water. Gehalte aan kali 23 %.

Aangezien deze meststoffen hygroscopisch zijn en ze onder het vervoer of bij het bewaren licht klompen vormen, kan men ze, althans het kaïnit, des gevraagd met $2^1/_2$ procent turfmolm vermengd bekomen, waardoor ze meer fijn verdeeld blijven en zich gemakkelijker laten uitstrooien.

Bovengenoemde onzuivere kalimeststoffen worden het meest gebruikt, vooral in Duitschland. Daarin is de kali het goedkoopst. In streken ver van de mijnen verwijderd komt het echter, wegens de meerdere vervoerkosten, goedkooper uit, meer *zuivere* kalimeststoffen te gebruiken. Daarvan kan men onderscheiden:

b. Gezuiverde chloorhoudende kalimeststoffen.

Geconcentreerde kalimest door uitlooging van het chloormagnesium uit het carnallit verkregen en uit 50—80 % chloorkalium en verder grootendeels uit keukenzout bestaande. Gehalte 30—50 % kali.

Gecalcineerde kalimest, verkregen door verhitting van sylvinit, carnallit, enz. waardoor het water wordt uitgedreven, grootendeels uit chloorkalium, zwavelzure magnesia en keukenzout bestaande. Gehalte 28 % kali.

c. Gezuiverde chloorvrije en *chloorarme* kalizouten.

Voor de bereiding hiervan zouden het eerst in aanmerking komen: polyhalit, krügit en schönit, maar deze mineralen komen slechts in geringe hoeveelheid voor. Meestal wordt deze gezuiverde mest bereid uit kaïnit, en men bekomt dan hieruit door uitlooging van het keukenzout en 't chloormagnesium:

Gezuiverde of *Patent kali-magnesia*, uit 50 % zwavelzure kali, 34 % zwavelzure magnesia, 2.5 % keukenzout in 11.6 % water bestaande, met een kaligehalte van 26 à 27 %; en door ook nog de zwavelzure magnesia uit te loogen.

Gezuiverde zwavelzure kali, dat uit 90—96 % zwavelzure kali bestaat met een garantie voor kaligehalte van 48.6—51.8 %.

Ook leveren de fabrieken nog *koolzure kali-magnesia* met een gehalte van 18.5 % kali.

Behalve op groote afstanden van de mijnen of de fabrieken te Stassfurt, Leopoldshall en enkele plaatsen langs den Noord-Harzrand, waarin de verwerking plaats heeft, worden deze gezuiverde kalimeststoffen gebruikt wanneer men bevreesd is voor eene schadelijke werking van de chloorverbindingen, b.v. bij tabak en aardappelen, of ook bij eene voorjaarsbemesting of op zware kleigronden, wanneer de chloorverbindingen geen voldoende tijd of gelegenheid hebben om in den ondergrond gespoeld te worden.

Bevat de bodem waarop eene bemesting met kalizouten, vooral van de onzuivere, zal worden toegepast, geen kalk, dan is het gewenscht tevens eene bemesting met kalk toe te passen of deze te doen voorafgaan. Meermalen heeft men toch van eene bemesting met de kalizouten, vooral van de onzuivere, in plaats van eene nutttge eene schadelijke werking opgemerkt. Waarschijnlijk moet dit hieraan worden toegeschreven, dat de bases door de planten worden opgenomen en de zuren (zwavelzuur en zoutzuur) in den grond achterblijven en dezen zuur maken. Bevat de bodem meer kalk, dan wordt het zuur hieraan gebonden en zoo de schadelijke werking min of meer opgeheven.

Voorts leveren enkele fabrikanten van kunstmest, maar meer ten behoeve

van den tuinbouw, *phosphorzure kali*, door vermenging van het phosphorzuur, zooals dit bij de bereiding van dubbelsuperphosphaten verkregen wordt, met kaliumsulfaat (Müller, Packard en Co. te Wetzlar) of door nog krijt daarbij te voegen (H. en E. Albert te Biebrich). In het eerste geval bekomt men volgens de vergelijking:

$$K_2SO_4 + H_3PO_4 = KHSO_4 + KH_2PO_4,$$

een mengsel van zuur kaliumsulfaat en zuur kaliumphosphaat, dat ingedampt 28 % zwavelzuur, 24 % phosphorzuur en 26 % kali bevat; en in het tweede geval, volgens de vergelijking:

$$K_2SO_4 + 2\ H_3PO_4 + CaCO_3 = 2\ KH_2PO_4 + CaSO_4 + CO_2,$$

een mengsel van zuur kaliumphosphaat en gips. Het laatste wordt door filterpersen hieruit verwijderd en, na indamping der vloeistof, een zoutmassa verkregen die 38 à 40 % phosphorzuur en 31—33 % kali bevat.

Vroeger gebruikten H. en E. Albert voor het verzadigen van het phosphorzuur gewone potasch, K_2CO_3, maar daarbij werd een kaliumphosphaat verkregen, dat zich moeilijk laat dragen of bij het drogen in pyro- en metaphosphorzure kali overgaat, zouten die eene geringe mestwaarde bezitten.

Ook wordt het Thomasmeel wel met kalimest samengesmolten en zoo een kalihoudend phosphaat verkregen, of kalimest met superphosphaat vermengd en zoo kali-superphosphaat met 6—12 % phosphorzuur en 4—10 % kali verkregen.

Kalihoudende mest is verder de zoogenaamde zeepziedersasch, namelijk van den weeke-zeepfabrikant en de asch van hout, turf en steenkolen (haardasch).

5. Ook *zwavelzuur ijzeroxydule* (ijzervitriool, $FeSO_4$, 7 H_2O) is in den laatsten tijd als meststof aanbevolen, vooral op weilanden, die met mos bezet zijn. Daarvan mag echter geen groote hoeveelheid, b.v. niet meer dan 100 KG. op de hectare, gebruikt worden.

6. Als plantenvoedende delfstoffelijke mest moet voorts *terpaarde*, *klei*, *mergel*, *slijk enz.* beschouwd worden. Ofschoon deze slechts een à twee procent ja veelal hoogstens een kwart procent phosphorzuur en hoogstens 1 procent kali bevatten, wordt toch door de grootere hoeveelheid, hiervan gebruikt, een zand- of veengrond of een lang bebouwde kleigrond daardoor aanzienlijk rijker aan deze stoffen. Door de koolzure kalk, welke veelal in deze stoffen voorkomt, zijn zij ook indirect werkende [1]). Zie hieronder: mergel.

II. INDIRECTE MESTSTOFFEN.

Bij aanwending van beenderenmeel, chilisalpeter, de kalizouten enz., stelt men zich hoofdzakelijk ten doel den bodem òf van phosphorzuur òf van stikstof òf van potasch te voorzien. De meeste dezer stoffen dragen echter ook middellijk, door hare werking op den natuur- en scheikundigen toestand des

---

1) Van terpaarde, enz. heeft men in de laatste jaren nog een ander gebruik gemaakt, namelijk om op pas ontgonnen gronden de organismen over te brengen die de wortelknolletjes op de peulvruchten veroorzaken en die noodig zijn voor de opneming van de stikstof uit de lucht. Volgens Dr. Salfeld (*De ontginning der Ned. heiden* en *Landb. Ct.* 1889, 7) is eene hoeveelheid terpaarde van 2000 KG. per HA. daarvoor voldoende. Misschien moet de gunstige werking eener bemesting met terpaarde op vele gronden ook daaraan worden toegeschreven. Zie ook bl. 311.

bodems, tot de vruchtbaarheid bij. Zie ook bl. 246 en 278. De nu volgende meststoffen worden meer bepaald tot laatstgenoemd doeleinde gebruikt.

1. *Gebluschte kalk*, $Ca(OH)_2$, wordt ook onder den naam van *landbouwkalk* in den handel gebracht. Deze dient om het plantenvoedsel in den bodem aanwezig meer oplosbaar te maken, de organische stoffen spoediger te doen verteren en de door zwavelzuur ijzeroxydule, zwavelzuur of humusstoffen onvruchtbare zure gronden vruchtbaar te maken, verg. bl. 267. Daar het een fijn poeder en bovendien in water oplosbaar is, valt het niet moeilijk de gebluschte kalk door den grond te verdeelen. Dikwijls wordt zij in ongebluschten toestand aan hoopjes op den grond gebracht, deze met aarde bedekt en, na gebluscht en tot een poeder uiteengevallen te zijn, over den bodem verspreid. Met den stikstofhoudenden humusgrond vermengd, wordt dan humuszure kalk, bij goede drooglegging koolzure en salpeterzure kalk gevormd, en uit de zeolithen enz. o. a. kali en phosphorzuur in meer oplosbare verbindingen overgebracht, vergel. bl. 278. De kleigrond wordt daardoor losser, bl. 246.

2. *Koolzure kalk*, $CaCO_3$, oefent eene dergelijke, ofschoon minder sterke werking uit; maar om met succès ter bemesting gebruikt te worden, moet zij poedervormig zijn. Want anders laat zij zich moeilijk door den grond verdeelen, te minder wijl zij niet in zuiver, wel in koolzuurhoudend water oplosbaar is. Schelpen, kalksteenen en dergelijke, ofschoon grootendeels uit koolzure kalk bestaande, zijn derhalve als zoodanig weinig ter bemesting geschikt, tenzij ze tot een fijn poeder gemaakt worden. Het best voegt men de koolzure kalk aan den grond toe in den vorm van mergel of de hieronder te vermelden gaskalk enz.

3. *Gips* of *zwavelzure kalk* ($CaSO_4$, 2 H_2O), heeft men meermalen met goed gevolg ter bemesting gebruikt. Zij wordt daartoe in fijn gemalen toestand in den handel gebracht. Zij is oplosbaar in water en behalve dat zij direct als voedsel voor de plant kan dienen, moet hare nuttige werking vooral gezocht worden in het meer oplosbaarmaken van de in den bouwgrond voorkomende voedingsstoffen en het meer losser houden van den grond.

4. *Gaskalk* en de *kalk der sodafabrieken* bestaan, als zij geruimen tijd aan de lucht gelegen hebben, uit een mengsel van gebluschte kalk, koolzure kalk en zwavelzure kalk en werken als mest op gelijke wijze als bovengenoemde stoffen. Beide moeten echter, alvorens ter bemesting te worden gebruikt, geruimen tijd aan de lucht blootgesteld zijn geweest, daar zij in verschen toestand voor de planten schadelijke stoffen bevatten [1]).

5. De *schuimaarde* der suikerfabrieken is van meer waarde: zij bevat 0.4 à 0.5 % stikstof, 1.5 à 2 % phosphorzuur, 0.15 à 0.3 % kali en 13—17 % kalk met een weinig magnesia. De waarde van dit bijproduct der beetwortelsuikerfabrieken kan echter zeer uiteenloopen, al naar de hoeveelheid kalk die voor het zuiveren van het sap gebruikt is en de hoeveelheid water die het bevat, niet zelden 35 à 45 %.

6. Van *keukenzout*, NaCl, in niet te groote hoeveelheden ter bemesting

---

[1]) Zie mijne verhandeling: *Het gebruik van de bijproducten eener gasfabriek ter bemesting van bouw- en weiland.*

gebruikt, heeft men insgelijks gunstige resultaten gehad. Kalk, magnesia en geringe hoeveelheden phosphorzuur worden er door in oplossing gebracht.

7. Met een enkel woord herinneren wij hier ook aan den dienst der *organische stoffen* in den bouwgrond en aan haar nut als indirect werkende mest. Vergelijk bl. 246 en volgende en bl. 280. Juist door aanwezigheid van deze stoffen in den zoogenaamd organischen mest, dat is in dien van planten en dieren afkomstig, geeft men hieraan de voorkeur boven mineralen mest. Zie hieronder. De humuszure zouten kunnen als oplosmiddel voor andere stoffen b.v. phosphaten dienen en bij de vertering van den humus wordt in allen gevalle voortdurend koolzuur gevormd, dat in het water van den bouwgrond opgelost, o. a. koolzure kalk, phosphorzure kalk enz. in oplossing brengt, en hieraan moet voor een groot gedeelte de middellijke werking der organische stoffen worden toegeschreven. In hoever zij onmiddellijk voor de voeding der planten of althans sommige planten kunnen dienen, moet nog nader worden onderzocht, bl. 208.

Van al de bovengenoemde indirecte meststoffen kan natuurlijk eerst dan nuttige werking worden verwacht, wanneer in den bouwgrond genoeg plantenvoedende elementen voorhanden zijn of door bemesting tevens hierin wordt voorzien. Wij meenen met eenigen nadruk op dit laatste te moeten wijzen. Niet zelden wordt aan kalk, gips en dergelijke stoffen eene te groote waarde als mest gehecht. Eerst wanneer overigens genoeg plantenvoedende stoffen aanwezig zijn kunnen zij nuttig werken.

Voor een overzicht hebben wij aan het eind van dit Deel de voornaamste meststoffen met de hoeveelheden harer waardegevende bestanddeelen in eene lijst bijeengevoegd. Behalve deze komen in de meeste nog grootere of geringere hoeveelheden ijzeroxyd, soda, chloor, kiezelzuur enz. voor, die als nutteloos, het chloor veelal ook als schadelijk moeten worden aangemerkt. Verder zij nog opgemerkt, dat in de superphosphaten het phosphorzuur oplosbaar, dat is als oplosbare phosphorzure kalk aanwezig is.

Daar de waarde van de eene of andere mestsoort wezenlijk van haar gehalte aan phosphorzuur (P_2O_5), stikstof (N) en kali (K_2O) afhankelijk is, spreekt het van zelf, dat bij de prijsbepaling dit gehalte in aanmerking dient genomen te worden. Daarbij moet echter ook gelet worden op den toestand, waarin deze elementen of verbindingen in den mest voorkomen.

Kent men den handelsprijs dezer bestanddeelen, zoo kan men de mestwaarde van andere stoffen b.v. van een voedermiddel of eene stroosoort eenigszins beoordeelen. Stellen wij den prijs van 1 KG. stikstof op 53 ct., van 1 KG. phosphorzuur op 22 ct. en van 1 KG. kali op 16 ct., zie bl. 382, dan heeft 1000 KG. tarwestroo van de samenstelling, als op bl. 380 is opgegeven, als directe mest hoogstens eene waarde van 3.83 gl.; 1000 KG. koolzaadstroo is naar denzelfden maatstaf berekend 4.52 gl. waard.

In de kunstmeststoffen was de gemiddelde prijs in de jaren 1895—'98 als volgt:

	1895	1896	1897	1898
Stikstof in chilisalpeter	*f* 0.81	*f* 0.72	*f* 0.69	*f* 0.67
„ zwavelzure ammonia . . .	- 0.81⁵	- 0.69⁵	- 0.63⁵	- 0.68
Phosphorzuur in Thomasmeel, oplosbaar in mineraal zuur	- 0.15⁵	- 0.14	- 0.13⁵	- 0.14

	1895	1896	1897	1898
Phosphorzuur in Thomasmeel, oplosbaar in citraat	*f* —	*f* 0.19	*f* 0.17^5	*f* 0.17^5
Phosphorzuur in water oplosbaar in superphosphaat	- 0.25	- 0.22	- 0.22	- 0.20
Kali in de onzuivere kalizouten . .	- 0.20	- 0.19	- 0.18^5	- 0.19^5

Na dit overzicht van de verschillende mestsoorten, blijven ons nog verschillende vragen, op het bemesten van den bouwgrond betrekking hebbende, ter beantwoording over. De belangrijkste zijn:

1. *Met welke van de bovengenoemde mestsoorten moet nu worden gemest?* In 't algemeen wordt door den landbouwer aan stalmest de voorkeur gegeven. Daarin stelt hij het meeste vertrouwen, hoofdzakelijk echter, omdat andere meststoffen hem minder goed bekend zijn, en de resultaten daarvan, bij eene niet zelden verkeerde toepassing, dikwijls ongunstig waren. Ook van theoretische zijde wordt de stalmest gewoonlijk als het plechtanker beschouwd, waaraan de landbouwer zich moet vasthouden. Hij is, zoo heet het, *de* mest, die in het algemeen ter vruchtbaarmaking van den grond moet dienen. De andere mestsoorten zijn slechts hulpmeststoffen.

De stalmest heeft inderdaad ook vele voordeelen boven de meeste andere mestsoorten. Van plantaardigen oorsprong zijnde, bevat hij al de voedende elementen, die de plant uit den bouwgrond opneemt. Zijn gehalte daaraan is niet groot, maar dit heeft het groote voordeel, dat door de grootere stofmassa, welke in den grond wordt gebracht, die voedingsstoffen daarin beter worden verspreid. De voedende elementen, in den stalmest voorkomende, moeten veelal in den bouwgrond nog eerst in andere verbindingen overgaan, alvorens geschikt plantenvoedsel te vormen, maar ook dit is in vele gevallen een voordeel, dat hij boven vele andere mestsoorten, b.v. chilisalpeter heeft, omdat het plantenvoedsel daardoor beter bewaard en gedurende den geheelen groeitijd in meerdere of mindere mate den planten aangeboden wordt. De organische stoffen (humus) van den stalmest zijn wel, naar het schijnt, voor de directe voeding van vele planten van niet veel beteekenis, maar zij maken den kleigrond meer los, den zandgrond meer gebonden en houden door haar groot vochtaantrekkend en vochtbehoudend vermogen den grond in het algemeen meer vochtig, ook in een' tijd, dat de planten de meeste behoefte daaraan hebben; zij lossen andere voedingsstoffen op. De stalmest is ook de natuurlijkste meststof en zoolang er landbouw uitgeoefend word, voorzeker ter vruchtbaarmaking van den grond gebruikt. Het eigenaardige verband tusschen akkerbouw en veeteelt moest vanzelf tot zijn gebruik aanleiding geven.

Ook wij stellen, gelijk reeds uit het bovenstaande blijkt, den stalmest op hoogen prijs. Wij beschouwen hem echter niet als *de* mest, waaraan de landbouwer zoo onvoorwaardelijk vast moet houden. Integendeel wij meenen, dat in vele gevallen naast stalmest ook en inzonderheid kunstmest gebruikt moet worden; dat er zich vele gevallen voordoen, waarin andere meststoffen de voorkeur verdienen en houden ons overtuigd, dat zoo de landbouwer in 't algemeen aan stalmest de voorkeur geeft, de oorzaak grootendeels is gelegen in onbekendheid met het gebruik van de andere.

Zoo bevelen de vloeibare mest, 't zij gier van stalmest, 't zij Groninger ier of de met water verdunde uitwerpselen van menschen, zich aan bij kunstweiden, groenlanden enz. en ter overbemesting, omdat zij gemakkelijker, zonder te ploegen door den grond verdeeld worden. De menschelijke uitwerpselen en de daaruit bereide compost verdienen boven den gewonen stalmest de voorkeur ter ontginning en bemesting van veengronden, omdat in eene even groote massa meer phosphorzuur, meer kalk enz. en minder organische stoffen voorkomen. Bij den aankoop van mest dient aan de geconcentreerde kunstmeststoffen als superphosphaat, chilisalpeter, de kalizouten enz. boven den stalmest veelal de voorkeur gegeven te worden, omdat zij minder vervoerkosten veroorzaken en de bemesting beter naar de bijzondere behoeften van den grond of van eenig gewas (ook door overbemesting) kan geregeld worden.

Een paar voorbeelden mogen dit laatste verduidelijken. De aanzienlijke prijzen, die in de laatste jaren voor het stroo konden worden bedongen en de niet altijd gunstige resultaten der veehouderij, hebben aanleiding gegeven dat men in sommige streken het vee als een lastpost beschouwde, of juister: alles en alles gerekend het winnen van de noodige hoeveelheid stalmest vrij duur komt. Het aankoopen van stalmest komt echter wegens de aanzienlijke transportkosten nog duurder. De vraag doet zich dus voor: Is het in dit geval niet beter eene geringere hoeveelheid vee te houden en vooral minder stroo in den mest te brengen, maar dit te verkoopen en voor het alzoo bespaarde of ontvangen geld, kunstmest aan te koopen? Wij meenen dat althans het tweede gedeelte dezer vraag voor sommige onzer boerderijen bevestigend beantwoord moet worden. Verschillende proeven hebben ook bewezen, dat met kunstmest soms voordeeliger gemest kan worden dan met stalmest [1]).

De vraag, die bij het gebruik van kunstmest echter in de eerste plaats te pas komt, is deze: Waaraan heeft een gegeven stuk land vooral behoefte? Daarvoor zullen hieronder eenige aanduidingen gegeven worden. Gesteld nu: men weet, dat eenig veld, om goede oogsten te geven, vooral behoefte heeft aan phosphorzuur. Verkoopt men dan 20.000 KG. stroo à 10 gl. de 1000 KG., dus voor 200 gl., zoo zal men hiervoor bijna 2500 KG. beenderenmeel met 20 % phosphorzuur of ongeveer 4500 KG. superphosphaat van hetzelfde gehalte kunnen koopen: daarmede wordt dan 500 resp. 900 KG. phosphorzuur aangevoerd, terwijl de 20.000 KG. stroo slechts 40 KG. konden leveren, en, om 300 KG. phosphorzuur in matig verrotten stalmest aan te voeren, zouden er bijna 346.500 KG. of ongeveer 462 voer van 750 KG. noodig zijn. Dezelfde redeneering geldt, wanneer een veld vooral behoefte heeft aan potasch of stikstof voor den aankoop van kali- of stikstofhoudenden mest. Hoe vaak gebeurt het, dat koolzaad of een graangewas in het voorjaar niet welig staat. Wij meenen, dat gebrek aan opneembare stikstof in vele gevallen de oorzaak hiervan is. Eene overbemesting met stalmest is moeilijk uit te voeren en zal ook weinig baten. Een snelwerkende mest moet hier aangevoerd worden. De ondervinding heeft bewezen, dat 100 à 200 KG. chilisalpeter in zulk een geval ter overbemesting gebruikt, uitstekende resultaten geeft.

Het uitsluitend gebruik van kunstmest komt ons minder aanbevelenswaardig

[1]) Zie daarvoor de Verzameling van verslagen, enz.

voor. Ofschoon zulks op enkele plaatsen, vooral in vereeniging met groenbemesting, in practijk is gebracht[1]), meenen wij dat de ondervinding niet genoegzaam bewezen heeft, dat dit ook op den duur het voordeeligst is. Wij meenen echter, dat het gebruik van kunstmest, hier meer, daar minder, naast stalmest niet alleen aanbeveling verdient, maar bepaald noodig is om eene productie te verkrijgen, die door de eischen van den tegenwoordigen tijd worden gesteld.

Ofschoon nu bij het beantwoorden der vraag: waarmede moet gemest worden? nog verschillende andere omstandigheden in aanmerking moeten worden genomen, als daar zijn: de ligging der boerderij ten opzichte van mestvoortbrengende plaatsen, b.v. steden en dorpen, de vee- en mestprijzen enz., moet de keuze der soort van mest vooral afhankelijk gesteld worden van den grond en de gewassen, die daarop geteeld zijn of zullen worden. Wij moeten ons hier tot eenige aanduidingen dienaangaande bepalen. De kleigronden worden gewoonlijk met stalmest bemest. Eene berekening leert echter dat door de oogsten in den regel meer phosphorzuur en meer potasch aan den grond onttrokken dan hem in den stalmest teruggegeven wordt. Dit leidt tot verarming inzonderheid aan genoemde stoffen. Op sommige oude bouwgronden wordt dan ook niet zelden opgemerkt, dat „de schud uit het land gaat", dat is, de opbrengst aan graan en zaad geringer wordt. De Groninger landbouwer vindt dan meer baat bij het woelen, bij het mesten met slootaarde enz. dan bij stalmest. Daardoor voorziet hij de bouwvoor van eene grootere hoeveelheid phosphorzuur, potasch, kalk enz. Gesteld 1 hectare wordt 2 cM. met goeden woelgrond overaard, dan is hiervoor 200 M³ of 200.000 d.M³ noodig, of 1 d.M³ (liter) 1.5 KG. wegende, 300.000 KG. Volgens eene analyse van v. Bemmelen bevat 100 KG. goede woelgrond in kilogr.

	kalk	magnesia	potasch	zwavelzuur	phosphorz.
	7.4	1.47	0.63	1.3	0.18
of 300.000 KG.	22.200	4410	1890	3900	540
terwijl 60 voer stalmest à 750 KG. dus					
45.000 KG. bevat	52.50	81	279	72	117

Er is alle reden tot de veronderstelling dat phosphorzuur- en potasch-houdenden kunstmest, waarmede tevens kalk, zwavelzuur en magnesia worden aangevoerd, hier ook zullen baten[2]).

Door woelklei worden de voedende stoffen weliswaar in eene grootere stofmassa verdeeld aangevoerd en daardoor beter door den grond verspreid, maar met Thomasslakkenmeel, superphosphaat enz., maakt dit ook volstrekt geen bezwaar.

Is de kleigrond rijk aan aschbestanddeelen en bevat hij tevens overblijfselen van planten (humus), dan is voor den graan- en zaadbouw niet zelden geenerlei bemesting noodig (Nieuwe Dollard- en Wadpolders) of slootaarde voldoende (cultuur van tuinzaden in Noord-Holland, Andijk en de Streek). Is hij betrek-

---

[1]) Zie *Journal of the R. A. S. of England*, Vol. XI, p. 38, en ook M. Märcker *Stallmist oder Kunstdünger en Landbouwkundig Tijdschrift*, III.

[2]) Feitelijk worden deze gronden op sommige plaatsen reeds regelmatig met phosphorzuurhoudenden kunstmest bemest.

kelijk rijk aan aschbestanddeelen maar bevat hij weinig humus, dan komen naast stalmest vooral stikstofhoudende stoffen (Chilisalpeter, zwavelzure ammonia enz.) in aanmerking (zware kleigronden in Groningen en Friesland). En waar de grond veel humus bevat (veen- en darggronden, roodoorngronden), meenen wij dat bemesting met stalmest en stikstofhoudenden mest minder gepast is, dan wel (bij goede drooglegging) eene bemesting met woeiklei of terpaarde, beendermeel of Thomasphosphaat en kalimest enz. Ter vruchtbaarmaking van dalgronden (mengsel van zand en veen) is de stratendrek (compost) dan ook meer gezocht. Deze bevat meer phosphorzuur en meer kalk, in 't algemeen meer aschbestanddeelen dan de stalmest[1]).

Bij het ontginnen van veen- en heidegronden kunnen, in plaats van stratendrek ook kalk of mergel, fijn verdeeld beenderenmeel, Thomasphosphaat enz. en kalizouten het voedend materiaal leveren; niet kalimest alleen, noch beenderenmeel alleen, maar beide te zamen. De kalk en de mergel (en ook de kalimest) dienen meer om het veen of de heideplaggen spoediger om te zetten en humuszure kalk enz. te vormen.

Reeds in den eersten druk (1877) merkten wij dit op. De ondervinding sedert op de Oldenburgsche venen opgedaan en de proeven door bemiddeling van het proefstation te Bremen genomen, hebben dit vrij wel bevestigd. Alleen superphosphaat schijnt op veengrond minder gepast te zijn maar wel beendermeel (in de latere jaren ook Thomasphosphaat en kaïnit). In onze Veenkolonlën en in het algemeen op onze veengronden neemt het gebruik van deze meststoffen, vooral van kaïniet, ook toe. Behalve dat de stratendrek het met zand vermengde veen omzet en van 't noodige voedsel voorziet, heeft hij ook een grooten invloed op zijn natuurkundigen toestand. Hij verbindt namelijk het zand als het ware met 't veen. Deze werking meenen wij vooral aan de kalk- en kalizouten van den stratendrek te moeten toeschrijven en mogen die dus ook van kali- en kalkhoudenden kunstmest verwachten. De humuszure kali en humuszure kalk, die gevormd worden, omgeven namelijk de zanddeeltjes en maken ze meer samenhangend, verg. bl. 245 en 305. Stalmest kan deze werking slechts uitoefenen door de humuszure potasch, die hij bevat, en deze hoeveelheid is zeer gering. Hij doet uit veen geene of veel minder humuszure zouten enz. ontstaan. Slib, woelgrond en terpaarde oefenen eene dergelijke werking als stratendrek uit.

Het stikstofhoudend voedsel, waarvan naar wij meenen, meer de tijdelijke vruchtbaarheid van den grond afhankelijk is, wordt allengs door het veen, de plaggen of het beenderenmeel en door de Peulvruchten in de vruchtwisseling opgenomen, geleverd. Is de hoeveelheid stikstof hierdoor geleverd, onvoldoende, — de ondervinding zal dit moeten leeren —, dan wordt door chilisalpeter of zwavelzure ammonia op de eenvoudigste wijze hierin voorzien. Phosphorzuur-, kalk- en kalihoudende meststoffen achten wij op de te ontginnen zandgronden in de eerste plaats noodig. De ondervinding hier te lande met stratendrek, in België met secreetmest en asch, in Frankrijk met been-

---

[1]) Genomen proeven hebben bewezen, dat ontgonnen dalgronden, die reeds vele jaren lang met Groninger compost zijn bemest, vooral dankbaar zijn voor eene bemesting met kaïnit of een ander kalizout. Zie Verzameling van verslagen, enz.

derkool opgedaan, wijst er ook op, dat in de practijk met dergelijke stoffen goede resultaten verkregen worden, en vooral de resultaten, door Schultz te Lüpitz [1]) verkregen bij ontginning en bebouwing van zandgronden, zijn in dit opzicht zeer leerrijk. Stalmest is echter in 't vervolg op de zandgronden meer de aangewezen mest; 't zij alleen, 't zij in vereeniging met kunstmest. Beendermeel, potaschzouten enz., met één woord minerale mest, achten wij echter ook gepast op de reeds ontgonnen veengronden. Want — wij hebben het bl. 303 opgemerkt — het veen wordt bij genoegzame droge ligging, onder toevoeging van deze stoffen ontleed en kan dan gepast stikstofhoudend plantenvoedsel in zekere hoeveelheid leveren. De bemesting der graslanden bespreken wij nog in 't volgende Deel.

De lezer gelieve het bovenstaande slechts als eenige aanduidingen te beschouwen. De omstandigheden, waaronder de landbouwer verkeert, zijn dikwijls zoo verschillend, dat ook voor de bemesting moeilijk algemeene voorschriften gegeven kunnen worden. Is hij onbekend met het gebruik van kunstmest, zoo doet hij 't best ze op eene kleine uitgestrektheid gronds te beproeven. Op welke wijze dit het best geschiedt, ook om te ontdekken aan welke stoffen een bouwgrond vooral behoefte heeft, hebben we o. a. aangewezen in het Tijdschrift voor Landbouwkunde, 1e jaargang. Over het aanleggen van zoodanig proefveld, onder leiding van een landbouwleeraar, bestaat thans voldoende gelegenheid. De bezitter van lage veengronden, als wei- en hooiland gebruikt, beproeve daarop eens een mengsel van minstens 800 KG. Thomasphosphaat à 2.50 gl. en 600 KG. kaïnit à 2.40 gl., dus samen voor ongeveer 30 gl. op de hectare, bij niet te hoogen waterstand des winters of anders des voorjaars zoo vroeg mogelijk op het land gebracht en voege, als de grasgroei begint, b.v. in April zoo noodig eenig chilisalpeter b.v. 100 KG. à 10 gl. daaraantoe. Hij spare zijn stalmest alzoo voor de bebouwde zandgronden. De bezitter van enkel zandgronden trachtte den groei der voedergewassen door kunstmest, enz. te bevorderen: klavers door phosphorzuur-, potasch- en kalkhoudenden mest, raygras, snijrogge, spurrie, en wortelgewassen ook door stikstofhoudenden mest.

Den stalmest hebben wij onderscheiden in verschen of langen en verrotten of korten mest. De eerste wordt veelal aanbevolen voor koude zware kleigronden, de laatste meer voor zandgronden. Er wordt dan gewoonlijk aldus geredeneerd: de versche mest moet nog rotten, daarbij ontwijkt koolzuur en wordt er warmte vrij. Vermengt men dus verschen mest met den kouden kleigrond, dan wordt deze daardoor warmer en losser. De zandgrond heeft zulks minder noodig. Integendeel deze zou hierdoor te heet kunnen worden. Daargelaten nog de mogelijkheid, of met verschen mest geregeld gemest kan worden, — wij betwijfelen dit zeer — meenen wij ook dat in deze voorstelling veel overdrevens is. Wilde men den stalmest 's winters, wanneer hij toch het meest verkregen wordt, geregeld dagelijks op het land brengen, zoo zou men een kleigrond, door het oprijden enz. van den mest ook bederven. Uitwerpselen zonder strooisel laten zich regelmatig verspreiden, maar met onverrot strooisel vermengd niet gemakkelijk, en daar wij zulks van veel belang achten, meenen

---

[1]) *Die Kalidüngung auf leichten Boden* von Schultz-Lüpitz.

wij dat ook daarom aan verrotten mest de voorkeur dient gegeven te worden. Niet zelden zal men verder hier en daar stroo, met weinig uitwerpselen vermengd, in den grond brengen en in dit geval zouden wij vreezen, dat dit in den koudeu kleigroud, inzonderheid als hij weinig koolzure kalk bevat, niet de gewenschte verandering ondergaat, maar verzuurt. De onderzoekingen omtrent het conserveeren van den stalmest, bl. 390 en volgende, geven ook middelen aan de hand, om de verliezen, die inderdaad bij het bewaren voorkomen, zooveel mogelijk tegen te gaan.

Enkele jaren geleden werd door Wagner en Märcker, op grond van bemestingsproeven in potten, geoordeeld dat aan den stalmest en vooral aan de daarin voorkomende stikstof niet de waarde toegekend kan worden, die men er tot nog toe aan toegekend heeft. De oorzaak werd toegeschreven aan de dénitrificeerende werking van den bodem of den mest op den gevormden salpeter.

Ofschoon nu door Dehérain [1]) en Warrington [2]) voldoende is aangetoond dat het daardoor veroorzaakte stikstofverlies niet zoo groot kan zijn, is het toch waarschijnlijk dat dit verlies grooter is bij verschen stalmest door de reduceerende werking van het daarin voorkomende strooisel, dan bij verrotten, en dat ook daarom de verrotte stalmest meer aanbeveling verdient.

Ook van de kunstmeststoffen is de eene soort meer gepast voor dezen, eene andere voor genen grond. Van de stikstofhoudende zijn die met organische stikstof als peroe-guano, roet, enz. en ook zwavelzure ammonia meer gepast voor zandgronden dan voor kleigronden, omdat de salpetervorming in de eerste grooter is en de gevormde salpeter daarin eerder uitspoelt. Chilisalpeter daarentegen is meer gepast voor kleigronden. Zwavelzure ammonia kan om dezelfde reden op zandgronden later in het voorjaar gebruikt worden dan op kleigronden.

Daarmede is niet gezegd dat men op kleigrond, b.v. geen guano of zwavelzure ammonia en op zandgrond geen chilisalpeter zou kunnen gebruiken, maar bij dit gebruik moet met de eigenschappen van den grond en de veranderingen die de mest daarin kan ondergaan, rekening worden gehouden.

Om dezelfde reden is beendermeel meer gepast voor zandgronden, en is het beter deze meststof als herfstbemesting, b.v. voor rogge te gebruiken dan b.v. als voorjaarsbemesting voor haver [3]). Door inwerking der lucht moet namelijk de daarin voorkomende lijmstikstof omgezet worden en dan komt ook de phosphorzure kalk meer in oplossing. Voor kleigronden en ook ter voorjaarsbemesting op zandgronden is het beter beenderenmeel te nemen dat vooraf met wat zwavelzuur behandeld is. Van de andere phosphaten is superphosphaat het meest gepast voor kleigronden. Thomasphosphaat kan hier ook gebruikt worden maar is beter voor najaarsbemesting. Voorts is deze meststof voor zand- en veengronden en vooral voor grasland zeer gepast. Voor veengronden kunnen ook dienen gemalen phosphorit en andere gemalen ruwe phosphaten. De onzuivere kalizouten, waarin de kali het goedkoopst is, kunnen het eerst gebruikt worden op graslanden en op zand- en veengronden, vooral

---

1) *Annales agronomiques*, T. 23.

2) *Journal of the Royal Agric. Society*, 1897.

3) J. Kühn, *Berichte aus dem physiol. Lab. und der Versuchsanstalt in Halle*, 13te Heft.

voor najaarsbemesting. Ter voorjaarsbemesting, vooral van kleigronden, is het beter een der gezuiverde kalizouten te gebruiken. Wil men de onzuivere chloorhoudende kalizouten voor aardappels of suikerbieten gebruiken, bl. 423, dan is het beter de voorafgaande graanvrucht daarmede te bemesten.

Van de indirecte meststoffen is kalk meer gepast voor kleigronden, mergel voor zandgronden.

De keuze der soort van mest is voorts afhankelijk van de gewassen, die geteeld zijn of zullen worden. Daar wij op dit punt hieronder bij de vruchtwisseling en later bij de Bijzondere Plantenteelt moeten terugkomen, meenen wij, onder opmerking dat het hier niet alleen de plantsoort, maar ook de deelen waarom zij verbouwd wordt, geldt, daarnaar te mogen verwijzen. Voorts wordt die keuze bepaald naar den prijs, die van verschillende omstandheden afhankelijk is. Zoo was de stikstof in zwavelzure ammonia voor eenige jaren duurder dan in chilisalpeter, maar thans is er weinig of geen verschil meer daartusschen, dank zij de toenemende productie van eerstgenoemde meststof; zoodat het thans in meerdere gevallen aanbeveling verdient om zwavelzure ammonia in plaats van chilisalpeter te gebruiken. Het phosphorzuur kan men thans het goedkoopst bekomen in het Thomasphosphaat, maar door een syndicaat wordt de prijs staande gehouden, terwijl die van andere phosphaten daalt, aangezien steeds nieuwe lagen daarvan ontdekt worden en het aantal superphosphaatfabrieken toeneemt, zoodat het verschil steeds geringer wordt, enz.

2. Eene andere vraag, die de landbouwer zich bij het gebruik van de eene of andere mestsoort doet, is: *Hoe lang werkt de mest?* Of ook: *wanneer men den grond voor het een of ander gewas bemest, in hoever profiteeren daarvan dan de opvolgende gewassen*, met andere woorden: *Wat blijft daarvan in den grond over?* Deze vraag, die vooral de Engelsche landheeren en pachters heeft bezig gehouden — de Engelsche wet geeft den afgaanden pachter het recht om schadevergoeding te eischen voor graaf- of ploegwerk, mest enz., waarvan de uitwerking nog niet afgeloopen is op den tijd, dat de pachter het goed verlaat — staat in het nauwste verband met de vraag: *Wat is het best met eene vrij groote quantiteit in eens te mesten of bij kleinere hoeveelheid en dan vaker?* Wanneer toch de mest slechts korten tijd werkt, dan zal deze vraag in laatstgenoemden zin, zoo hij langer werkt, in eerstgenoemden zin moeten beantwoord worden. Een voor alle gevallen doorgaand antwoord kan intusschen moeilijk op deze vragen gegeven worden. Bijna elke mestsoort werkt te dezen opzichte verschillend, en ook weder verschillend naar de grondsoort, waarop zij is gebracht. Drie punten dienen bij het beantwoorden dezer vragen vooral in aanmerking genomen te worden: 1. de hoedanigheid en samenstelling van den mest, 2. het absorptievermogen van den grond en 3. zijne meerdere of mindere losheid en gehalte aan koolzure kalk. Chilisalpeter, zwavelzure ammonia, peroe-guano, raapkoeken en andere met gemakkelijk ontleedbare stikstofverbindingen welke spoedig in salpeterzure zouten overgaan, werken slechts korten tijd, omdat de nitraten niet door den grond geabsorbeerd worden. Met stalmest, vooral wanneer hij veel stroo bevat, is dit reeds anders. Zijne stikstofverbindingen worden niet zoo spoedig ontleed en vormen eerst langzamerhand salpeterzuur. Hetzelfde geldt van zijne andere plantenvoedende bestanddeelen. Afval van wol,

hoorn en dergelijke stoffen worden nog langzamer ontleed. In woelklei, terpaarde, stratendrek enz. bevindt zich het plantenvoedsel grootendeels in zoogenaamd geabsorbeerden of in water onoplosbaren toestand. Deze werken daarom meer aanhoudend. En daar het phosphorzuur en de potasch door den bouwgrond geabsorbeerd worden, werken ook kunstmeststoffen als superphosphaat, beendermeel en kalimest, waarin genoemde verbindingen voorkomen, langer. Juist het verschil in absorptie door den bouwgrond is ook de reden, dat mengsels van kunstmest als Villes mest, grasmest, mest voor haver enz. minder aanbeveling verdienen. In hoofdzaak bestaan dergelijke mengels toch uit superphosphaat, kali-mest en chilisalpeter of zwavelzure ammonia of guano. Van deze blijven de eerste twee beter in den grond bewaard, bl. 278; daarvan kan dus eene grootere hoeveelheid genomen worden; zij worden het best door ploegen of stevig eggen met den grond vermengd en kunnen reeds in den herfst of winter of vroeg in 't voorjaar op het land worden gebracht, terwijl het beter is den chilisalpeter, de zwavelzure ammonia of de guano licht in te eggen en met het bemesten daarmede, vooral met den chilisalpeter, te wachten tot later in 't voorjaar als de plantengroei begint.

Veel hangt te dezen opzichte ook van de geaardheid van den grond af. In een drogen kalkhoudenden zandgrond verteert de stalmest veel spoediger — de oudere landbouwkunde heeft die daarom mestgraag genoemd — dan in een zwaren kleigrond. Ook is het absorptie-vermogen hiervan geringer. In 't algemeen moeten zandgronden vaker en niet te veel in eens bemest worden.

Ook is blijkens proeven van Lawes en Gilbert de nawerking van superphosphaat en kalimest op leemhoudende zandgronden gering, omdat zij naar het schijnt spoedig in moeilijk oplosbare verbindingen overgaan. Langer duurt volgens hen de nawerking van stalmest, raapkoeken enz.

Eene bemesting met 40 à 50 voer stalmest van ± 750 KG. op de hectare wordt eene sterke bemesting, van 20 à 30 voer eene zwakke genoemd. De hoeveelheid terpaarde ter bemesting gebruikt, bedraagt gewoonlijk 80—150 M³. Bij het ontginnen van dalgronden gebruikt men 80 voer Groninger stratendrek à 950 KG. Van kalimest neemt men 200—800 KG., van superphosphaat enz. 200—800 KG. al naar de qualiteit, bij ontginningen van beide dikwijls meer; van Peroeguano 200—300 KG. en het minst (100 à 200 KG.) van chilisalpeter en zwavelzure ammonia. Met den chilisalpeter is het zelfs beter in 2 à 3 maal te bemesten, b.v. 100 KG. in Maart en 100 KG. in April of Mei.

3. Met het bovenstaande in 't nauwste verband staat nog eene andere vraag, namelijk deze: *Wat is uitputtende mest* of juister *eene uitputtende bemesting?* Wanneer er door de oogsten meer phosphorzuur, potasch, enz. aan een veld onttrokken wordt dan het in den mest terug ontvangt, zoo heeft er roofbouw plaats; anders gezegd: de grond wordt uitgeput, wat men echter niet zoo moet opvatten, dat de grond dadelijk onvruchtbaar zou worden. Wordt hem door bemesting meer gegeven, zoo verrijkt men hem. Uitputten en onvruchtbaarmaken zijn echter niet gelijkbeduidend, bl. 268. Gaat men nu met eene enkele stof b.v. een kleigrond met chilisalpeter, met kalk of mergel bemesten en verhoogt daardoor de vruchtbaarheid, zoodat er grootere oogsten van verkregen worden, zoo put men den grond meer uit dan wanneer hij b.v. met stalmest wordt bemest, omdat door de grootere oogsten meer phosphorzuur,

kali enz. eraan onttrokken wordt en hij door den chilisalpeter of de kalk geene vergoeding voor deze stoffen ontvangt. Dezelfde redeneering geldt, wanneer op een grond, die nog onlangs met stalmest is bemest, superphosphaat of een potaschzout wordt gebracht. De betere ontwikkeling der plantenwortels, door laatstgenoemde meststoffen verkregen, zal ten gevolge hebben, dat ook meer stikstofhoudende overblijfselen van den stalmest worden opgenomen. Deze uitputting is echter van minder beteekenis en zelfs nuttig, aangezien die stikstofhoudende stoffen, in salpeterzuur omgezet, uitgespoeld hadden kunnen worden (Lawes). Dergelijke onvolledige meststoffen, alleen gebruikt, werken dus vooral uitputtend, en slechts in enkele gevallen, b.v. wanneer de grond bijzonder rijk is aan phosphorzuur of stikstofhoudende stoffen enz., of bij de teelt van enkele gewassen, met stalmest afgewisseld, verdient zulk eene bemesting aanbeveling. Vooral op een niet zeer rijken bodem wordt de uitwerking dier eenzijdige bemesting ook reeds spoedig zichtbaar. Na een rijken oogst op deze wijze verkregen, kan dan vooral een schrale bodem verwacht worden.

4. *Wanneer en hoe moet de mest op het land worden gebracht?* De gewone tijden van bemesten met stalmest zijn de nazomer of herfst en het voorjaar, kort vóór den zaaitijd, en het doelmatigst is het den mest uit den stal of van de mestvaalt dadelijk op het te bemesten veld te brengen. Teneinde hem dan met den grond te kunnen vermengen, wordt hij op bouwland gewoonlijk op het nog te ploegen land in kleine hoopjes gebracht, uitgespreid en ondergeploegd, of ook na met eene dunne vurg ondergebracht te zijn, met eene diepere vurg verder met aarde bedekt („heen en weer geploegd"). Nadeelig is het om hem in kleine hoopen op het veld te laten liggen, vooral omdat bij regen er uitspoeling plaats zal hebben en de grond dus op de plekken, waar hij ligt, sterker bemest zou worden dan op de tusschen gelegen plaatsen.

Is het, om welke reden ook, noodig den mest naar het veld te brengen voor hij hier gebruikt kan worden, zoo wordt hij in één hoop gezet, en om verlies te voorkomen het best met aarde vermengd en bedekt. De aarde neemt dan de vluchtige en oplosbare stoffen op, gaat de snelle ontleding tegen, bevordert de salpetervorming, bl. 392. Eenmaal in hoopjes op het te bemesten veld gebracht is dus het dadelijk en zoo gelijkmatig mogelijk uitspreiden een volstrekt vereischte, maar hem direct onder te ploegen is, op gedraineerden en niet hellenden grond althans, niet zoo bepaald noodig[1]) en kan, als de grond vochtig is, zelfs nadeelig zijn. In dit geval wordt hij van de lucht afgesloten en verzuurt. Zelfs op bevroren en besneeuwden grond kan het verspreiden van den mest zonder veel nadeel geschieden. Blijft hij aan de oppervlakte, dan verteert hij spoediger en de grond komt onder den mest in dien eigenaardigen toestand, dien men „gaar" noemt. Het regen- en sneeuwwater loogt hem weliswaar uit, maar aangezien dit in gedraineerden bodem grootendeels door den grond trekt, gaat het uitgeloogde mede in den grond en wordt door de grondbestanddeelen opgenomen en zelfs gelijkmatiger verdeeld dan als de mest ondergeploegd wordt.

In het algemeen is het op kleigronden niet doelmatig den stalmest diep

[1]) Volgens vroegere proeven van Hellriegel en Andrä; volgens proeven van Dehérain (*Ann. agr.* T. 24) verliest de uitgespreide mest veel ammoniak en ook vrije stikstof, maar dit komt weinig overeen met die van Müntz en Girard, bl. 436.

onder te ploegen, omdat hij dan te veel van de lucht wordt afgesloten; op zandgronden is om die reden een diepere bedekking en ook een direct onderploegen minder nadeelig en, volgens de proeven van Dehérain (zie noot bl. 435) beter. Een zandgrond absorbeert de ontwijkende gassen minder goed dan een kleigrond en kan eene dikkere laag in dit opzicht dus nuttig werken.

Graslanden en klavervelden worden ook wel 's winters of 's zomers, na het hooien, bemest. In hoever deze tijdstippen de meest gunstige zijn is geenszins met juistheid bekend. Men zal daarbij ook de weersgesteldheid in aanmerking dienen te nemen. Daar de stalmest ook op grasland met den grond vermengd moet worden, is het hier vooral van belang, dat hij kort en fijn verdeeld zij. Aan uitwerpselen zonder strooisel wordt daarom niet zelden op grasland de voorkeur gegeven en deze worden ook wel, met water vermengd, als gier op het land gebracht.

Ook bij het bemesten door het perken van schapen, bl. 379, waarbij de uitwerpselen zonder strooisel op de aarde vallen, en dus eenigen tijd onbedekt blijven liggen, blijkt het verlies niet zoo groot te zijn als men zou vermoeden. De hekken moeten daarbij regelmatig verplaatst worden en om verder eene goede verdeeling te verkrijgen moet men de perken niet te groot nemen. Daarbij is het gewenscht den grond vooraf iets los te maken en wanneer een stuk afgeperkt is, om te ploegen. In Frankrijk rekent men het eene gewone bemesting wanneer gemiddeld 1 schaap 6 uur op een vierkante meter verblijft, eene sterke bemesting wanneer zij er 12 uur gehouden worden en eene zeer sterke bemesting wanneer zij er 24 uur verblijven. De uitwerpselen van een schaap in 24 uren voortgebracht bevatte nu 17 gram stikstof, 7 gram phosphorzuur en 22 gram kali. Door het perken zou dus geleverd worden aan een hectare:

	in 6 uur	12 uur	24 uur
Stikstof	42.5 KG.	85 KG.	170 KG.
Phosphorzuur	17.5 „	35 „	70 „
Kali	55.0 „	110 „	220 „
Deze hoeveelheid is ongeveer aanwezig in stalmest	10000 „	20000 „	40000 „

Ofschoon dus een perken gedurende 12 uur reeds als eene sterke bemesting wordt beschouwd, ontvangt de bodem daarmede toch niet meer stikstof, phosphorzuur en kali als aanwezig is 20000 KG. stalmest.

Müntz en Girard hebben nu de volgende proef genomen. Van twee koppels schapen, elk 25 stuk, werd de een in den stal op stroo geplaatst en de andere buiten op grond als bij het perken geschiedt en beide koppels gedurende 22 dagen gelijk gevoed met versche Luzerne. De eerste koppel bracht 1260 KG. mest voort, die in procenten bevatte: 68.3 % water, 0.513 % stikstof, 0.259 % phosphorzuur en 1.26 % kali. Om te bepalen hoeveel stikstof enz. door de tweede koppel in den grond werd gebracht, werd deze voor en na het perken geanalyseerd. Tevens was door eene analyse bepaald hoeveel stikstof enz. de dieren in het voedsel hadden ontvangen, zie bl. 388. De uitkomst was als volgt. In den mest werd, zoowel bij het houden in den stal als bij het perken al het phosphorzuur en al het kali teruggevonden, maar van de stikstof

	in den stal	bij het perken
werd opgenomen door de dieren	7.50 %	10.00 %
werd in den mest terug gevonden	43.64 „	66.00 „
ging verloren	48.86 „	24.00 „

Men ziet dus dat bij het houden in den stal meer dan 2 maal zooveel

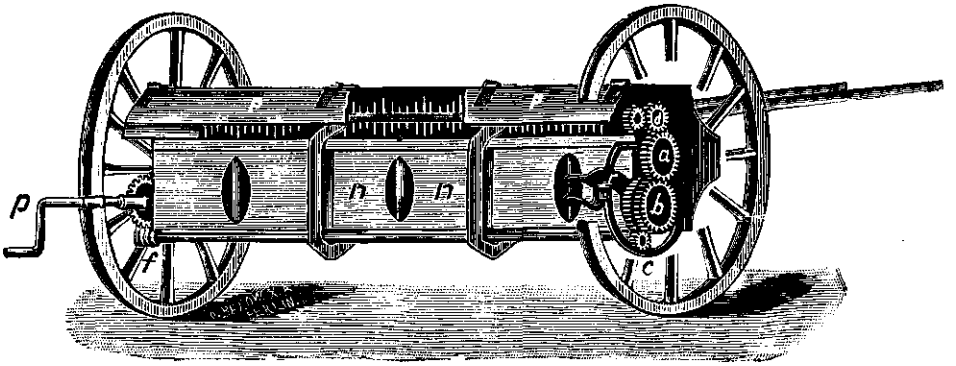


Fig. 186. Kunstmeststrooier van Schlör, Barth a/d Oostzee, van achteren gezien, om aan te wijzen hoe de as m en het rad l, Fig. 188, automatisch door middel van de raderen a, b enz. door de machine bewogen worden.

stikstof verloren ging dan bij het perken, wat wel een bewijs is voor de

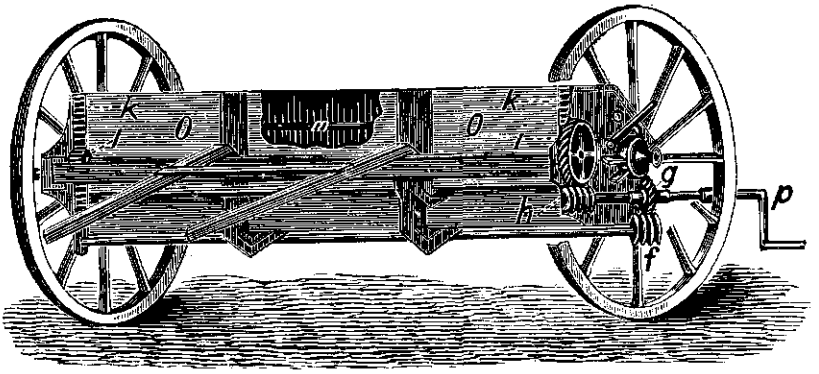


Fig. 187. Idem van voren gezien. De kruk p en de daarmede in verbinding staande deelen dienen om, als de bak ledig is, den beweegbaren bodem naar beneden te brengen.

geschiktheid van den grond om het ammoniak, in welken vorm de stikstof

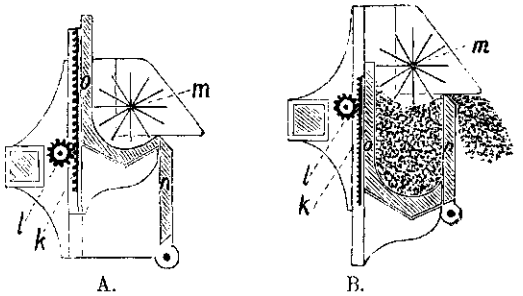


Fig. 188. Idem in doorsnede; A als de bodem van den bak in zijn hoogsten stand en nagenoeg ledig is, B. in zijn laagsten stand met gevulden bak: m, as met pinnen die de mest uitstrooien: o, het beweegbare deel van den bak, dat door de getande staaf k en het tandrad l op en neer kan worden bewogen.

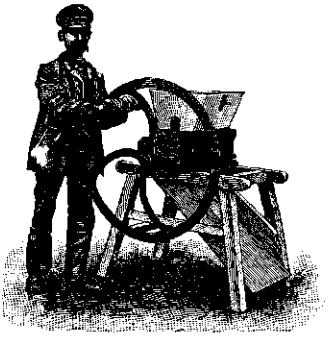


Fig. 189. Kunstmestbreker geleverd door de wed. Massée en zoon te Goes.

wel hoofdzakelijk zal verloren zijn gegaan, te binden.

Om de kunstmeststoffen regelmatig te kunnen verspreiden is het gewenscht dat ze droog en fijn verdeeld zijn. Bij kalimeststoffen en chilisalpeter komt eene samenklontering niet zelden voor. In dit geval is het gewenscht ze voor het uitstrooien fijn te kloppen. Ook kunstmestbrekers, Fig. 189 zijn daarvoor in gebruik. Deze bestaan uit twee paren rollen, waarvan het onderste paar

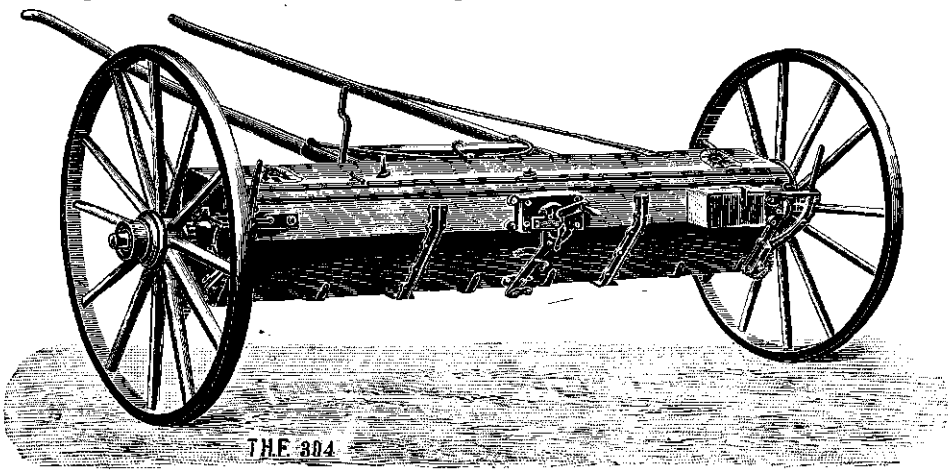


Fig. 190. Flöther's kunstmeststrooier. Agent wed. Massée en zoon te Goes.

glad is en door veeren en stelbouten ruimer of nauwer gesteld kan worden, terwijl het bovenste paar van tanden is voorzien welke in een rooster grijpen en zoo de brokken verbreken.

Snelwerkende meststoffen als chilisalpeter, guano, gier enz. worden grootendeels in het voorjaar ter overbemesting, kort vóór den tijd, dat de planten beginnen te groeien, gebruikt; andere kunstmeststoffen als superphosphaat, Thomasphosphaat, beenderenmeel, kalimest en compost meestal in den herfst

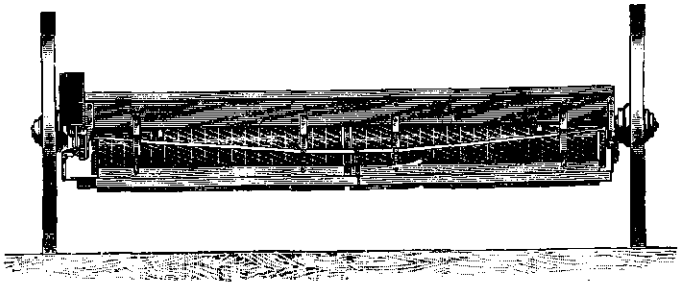


Fig. 191. Kunstmeststrooier volgens het octrooi van Schwartz. Agent wed. Massée en zoon te Goes.

en op bouwland het best door te ploegen of althans te eggen met den grond vermengd. — Het uitstrooien van kunstmest geschiedt met de hand, maar het best met eene machine. Deze worden naar verschillende stelsels vervaardigd.

Het langst bekend zijn die van Schlör te Barth a/d Oostzee, Fig. 186—188. Het werkende deel daarvan bestaat uit een as van pennen voorzien, welke den mest regelmatig strooien uit een bak, waarvan de bodem beweegbaar is en waardoor de mest steeds onder het bereik der pennen wordt gebracht. Ook bij de kunstmeststrooiers, door Eckert en Flöther, Fig. 190, vervaardigd,

bestaat het werkende deel uit een as met pennen of vleugels die den mest uit een vulkast werpen. Bij dien van Eckert wordt de bodem der vulkast door een rondwentelende houten wals met groote middellijn gevormd. Deze wals schuift de meststoffen naar het strooitoestel, waar zij door eene draaiende, met puntige tanden voorziene wals behoorlijk verdeeld en over een strooiplaat over de aarde verspreid worden. Door verwisseling der tandraderen kan de omwentelingssnelheid der houten wals gewijzigd worden en daarmede de hoeveelheid te verstrooien mest. Eene aanwijzing daarvoor is bij de machine gevoegd. Bij de machines volgens het octrooi van Schwartz vervaardigd en meer bepaald voor kleverige meststoffen aanbevolen, bestaat het werkende deel uit een gegroefde stalen cilinder, Fig. 191.

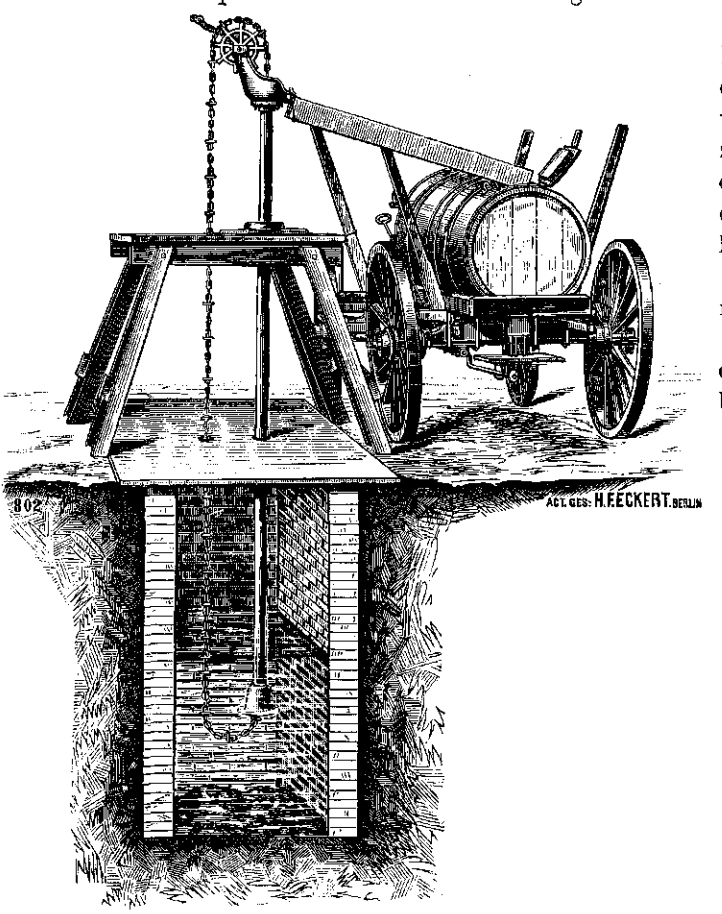


Fig. 192. Gemetselde gierput met kettingpomp van Eckert te Berlijn, Agent Ch. R. Kouveld te Amsterdam.

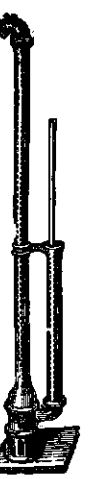


Fig. 193. Fauler's gierpomp.

Om den ondergrond te bemesten of van kalk of mergel te voorzien, wordt, vooral op veengronden (Bremen), ook wel van een ondergrondbemestingsploeg (P. Gross te Hohenheim) gebruik gemaakt.

Gier en in 't algemeen vloeibare mest worden met den gierkar of in tonnen met sproeiinrichting, Fig. 185, op 't land gebracht. Voor het oppompen van gier uit den gierput zijn thans ook doelmatige pompen als die in Fig. 192 en 193 afgebeeld, in gebruik.

AANHANGSEL.

Andere middelen tot het vruchtbaarmaken of het vruchtbaarhouden van den grond. Vruchtwisseling. Bevloeien.

Reeds sedert lang is het in den landbouw bekend, dat de bouwgrond weinig vruchtbaar kan zijn voor eene plant, die één of meer jaren er op geteeld is, maar nog vruchtbaar genoeg voor eene andere, ja dat door b.v. na

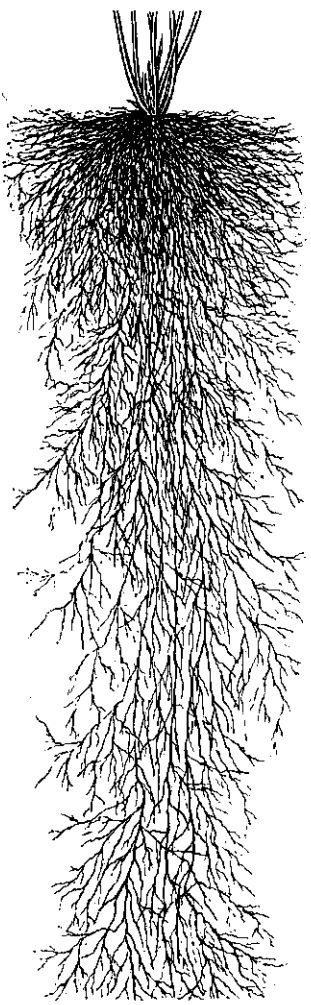


Fig. 194. Tarwe.

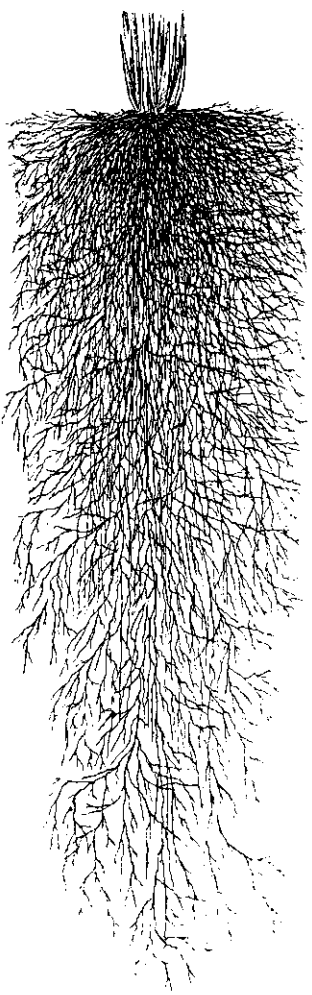


Fig. 195. Weidegras.

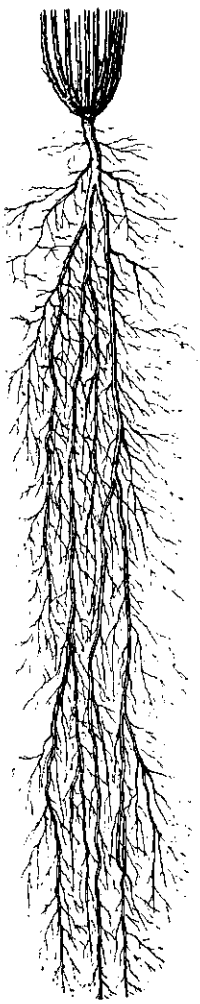


Fig. 196. Luzerne.

een graangewas klaver of eene andere peulvrucht te telen, de vruchtbaarheid voor een volgend graangewas als het ware hersteld wordt, bl. 269.

In 't algemeen groeit eene zekere plant A beter na B dan na C of D en in den regel het slechtst na zich zelve. Slechts zelden, bij de tabakscultuur

b.v., wordt daarom op hetzelfde veld verscheidene jaren achtereen dezelfde vrucht geteeld. De landbouwer neemt altijd eenige verscheidenheid en laat dan op klei b.v. Klaver, Haver, Tarwe, Boonen, Gerst enz.; op zandgrond Rogge, Aardappels en Boekweit op elkander volgen. Een vaste regel kan daarvoor echter niet gegeven worden: de eene landbouwer teelt b.v. na Klaver Koolzaad, een ander Haver; deze vindt het beter, na Boonen Tarwe, een ander Gerst te verbouwen; hier wordt na Koolzaad Gerst, elders Tarwe geteeld; hier wordt een vast stelsel van vruchtwisseling gevolgd, ginds bindt

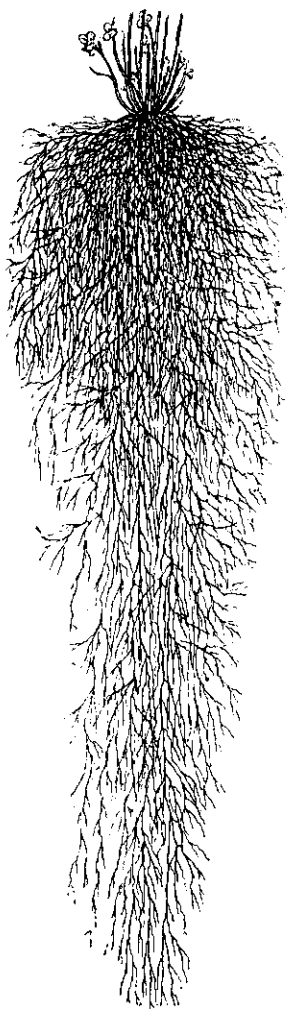


Fig. 197. Klaver.

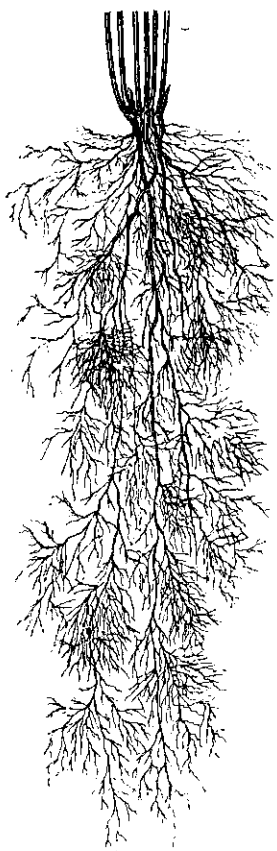


Fig. 198. Hennep.

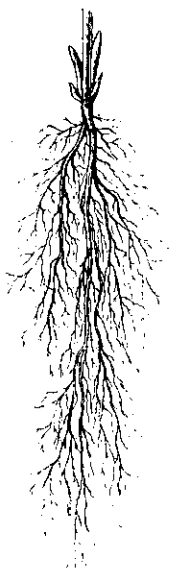


Fig. 199. Paardeboon.

men zich minder aan een bepaald plan, maar regelt zich meer naar omstandigheden. Natuurlijk hangt een en ander ook af van de planten, die men wenscht te of kan verbouwen en dit hangt weder af van de soort van grond, het klimaat, enz. Zoo veel mogelijk laat men wortel- of knolgewassen, bladrijke planten en granen met elkander afwisselen.

Waarom eene plant beter na deze dan na gene of na zich zelve groeit, is geenszins met volkomene zekerheid bekend. Men meent de oorzaak hoofdzakelijk te moeten zoeken: *a. in 't verschil van de wortelontwikkeling.* In het algemeen dringen in een goed gecultiveerden bodem de wortels dieper door dan men zich in

den regel voorstelt, en de wortels der eene plant dringen, zooals uit onderstaande tabel blijkt, gewis dieper in den grond dan die eener andere. Men dient daarbij echter niet enkel te letten op de absolute diepte waartoe de wortels gaan, maar ook op de wijze waarop zij zich in den bodem verspreiden en waar veel wortelvezels en wortelharen gevormd worden, aangezien het voedsel daardoor vooral wordt opgenomen. En te dezen opzichte is er ook een

Lengte van plantenwortels, volgens metingen van Orth en anderen.

Luzerne	2.65 meter	Haver	1.35 meter
Witte Klaver	0.83 „	Rogge	1.35 „
Roode Weideklaver	1.45 „	Gerst	1.23 „
Lupinen	1.38 „	Tarwe	1.09 „
Wikken	0.90 „	Maïs	1.00 „
Veldboonen	1.11 „	Boekweit	0.90 „
Tuinboonen	1.00 „	Aardappels	1.03 „
Raapknollen	1.52 „	Vlas	0.67 „
Beetwortels	1.38 „	Hennep	1.00 „
Koolzaad	1.63 „	Maankop	1.40 „

aanmerkelijk verschil wanneer men de eene plant met de andere vergelijkt. Zie Fig. 194—199. De Granen, b.v. bezitten vezelige wortels, bl. 140; zij zenden wel enkele wortels in de diepte, maar de hoofdverspreiding geschiedt in de bovenste lagen; zij zoeken hun voedsel hoofdzakelijk uit den bovengrond. De Klavers, Boonen, 't Koolzaad enz. bezitten een min of meer vertakten penwortel, die dieper in den grond dringt niet alleen maar hier ook meer wortelvezeltjes en wortelharen vormt, waarmede meer voedsel uit den ondergrond wordt opgenomen. Mangelwortels bezitten een penwortel met kleine takjes en haartjes, die in een kleinen omtrek veel voedsel moeten kunnen vinden; deze verlangen dus een goedgemesten bodem. Het Vlas heeft een meer vertakten penwortel, die meer door den geheelen bodem trekt en ook uit een minder bemesten grond genoeg voedsel opneemt.

Om te dezen opzichte tot eene betere vergelijking aangaande de wortelontwikkeling der planten te komen, hebben Müntz en Girard den met verschillende planten begroeiden grond in eenige lagen verdeeld en nu het gewicht bepaald van de wortels en worteltjes die in die lagen van 1 hectare voorkomen. De uitkomst was als volgt:

A. Planten met vezelige wortels.	Gewicht der wortels van 1 hectare (in drogen toestand) in KG. Tarwe	Gerst	Haver	Weidegras.
1e laag van 0—25 cM.	921.0	629.0	1120.3	2705.3
2e „ „ 25—50 „	292.0	185.7	178.0	120.0
3e „ „ 50—75 „	248.0	110.4	230.4	70.4
4e „ „ 75—100 „	101.4	86.4	113.6	46.4
5e „ „ 100—125 „	110.0	16.0	11.2	2.7
	enz.			

B. Planten met een penwortel.	Slaapbol	Luzerne	Klaver	Koolzaad
1e laag van 0—25 cM.	39.5	221.6	149.5	196.8
2e „ „ 25—50 „	56.3	56.0	425.0	128.0
3e „ „ 50—75 „	60.2	92.8	230.0	137.0
4e „ „ 75—100 „	56.0	75.2	108.8	108.8
5e „ „ 100—125 „	4.0	212.8	35.2	115.5
6e „ „ 125—150 „	—	113.6	—	148.8
		enz.		enz.

Men ziet dus dat van granen en het weidegras de hoofdmassa der wortels in de bovenste grondlaag aanwezig is, maar van de planten met een penwortel meer in de diepere lagen; uit den penwortel dezer planten ontwikkelen zich in de diepere lagen eene menigte worteltjes en wortelharen en in verband met dit feit mag men aannemen dat zij ook meer voedsel uit den ondergrond opnemen.

Nu wordt het voedsel door de wortels uit den bodem opgenomen aan hunne oppervlakte. Niet de geheele wortelmassa is dus eigenlijk eene maatstaf van vergelijking, maar hare oppervlakte. Hoe fijner de wortels verdeeld zijn des te grooter wordt bij hetzelfde gewicht hunne oppervlakte. Kent men de lengte van het geheele wortelnet en den omtrek der wortels dan kan daaruit de oppervlakte ten naastenbij berekend worden. Müntz en Girard hebben ook deze berekening gemaakt en hebben alzoo van de hierboven vermelde planten de volgende uitkomsten verkregen.

					Oppervlakte der wortels van 1 hectare in vierkante centimeters.			
A. Planten met vezelige wortels.					Tarwe	Gerst	Haver	Weidegras.
1e	laag	van	0—25	cM.	78700	24864	77216	40240
2e	„	„	24—50	„	15000	4864	6400	18048
3e	„	„	50—75	„	14690	2896	15584	10576
4e	„	„	75—105	„	4650	2258	7840	6976
5e	„	„	100—125	„	5050	416	774	400
				Samen	118090	35298	107814	76240
B. Planten met een penwortel.					Slaapbol	Luzerne	Klaver	Koolzaad
1e	laag	van	0—25	cM.	5584	1952	3360	6080
2e	„	„	25—50	„	4928	496	26080	3952
3e	„	„	50—75	„	3824	816	14144	3360
4e	„	„	75—100	„	7344	956	8176	4320
5e	„	„	100—125	„	528	1872	2200	6190
6e	„	„	125—150	„	—	1008	—	enz.
				Samen	22208		53960	

Men ziet dus dat, als men de oppervlakte der wortels tot maatstaf neemt, het verschil nog sterker uitkomt. Nog beter blijkt dit uit eene vergelijking van de oppervlakte van den verdikten wortel eener biet of van een mangelwortel en die der fijnere worteltjes dezer planten. Girard vond dat de fijne worteltjes eener biet op het einde van haar groeitijdperk eene oppervlakte hadden van ongeveer 30 vierkante decimeter, terwijl de biet zelve slechts eene oppervlakte had van 4.2 vierkante decimeter.

Met dit verschil in wortelontwikkeling gaat gepaard het verschil in de wortelmassa, die van de eene plant in vergelijking met eene andere in den grond achterblijft. Zie daarvoor de opgave op bl. 414 en 415. Nemen wij roode Klaver en Gerst. Van de eerste blijft 4 maal zooveel organ. stof met 9 maal zooveel stikstof, 6 maal zooveel phosphorzuur en 8 maal zooveel kali in de wortels in den grond achter als van Gerst. Dat phosphorzuur, die kali enz. en wellicht ook de stikstof voor een deel heeft de Klaver uit den ondergrond grootendeels opgenomen en in de wortels van den bovengrond opgehoopt.

Daar deze wortels (en natuurlijk ook de nog aanwezige stengels), na het omploegen der Klaver, ontleed worden en wezenlijk als mest dienen, kan men zeggen dat de bovengrond verrijkt is ten koste van den ondergrond. Zoo opgevat is de Klaver derhalve ook voor phosphorzuur en kali eene grondverrijkende plant. Hetzelfde geldt van Luzerne, Lupinen, Erwten, Serradella en andere klaversoorten. Er is bij deze planten, althans bij Klaver een veel gunstiger verhouding tusschen hetgeen in den grond blijft en in de bovendeelen wordt verwijderd dan b.v. bij Koolzaad of Rogge. Zie de bepaling van Heiden op bl. 415. Daarbij komt dat de Klaver, de Lupinen en dergelijke planten haar voedsel deels uit moeilijk oplosbare verbindingen opnemen, terwijl het plantenvoedsel dat uit de vertering harer wortels wordt gevormd, meer geschikt is om door andere planten b.v. Granen te worden opgenomen. Een gevolg van dit verschil in de wortelontwikkeling is voorts, dat de grond na sommige gewassen meer los, na andere meer stijf is en daar sommige planten een meer lossen, andere een meer stijven bodem verlangen, regelt men ook daarnaar de vruchtopvolging.

b. in het verschil van 't voedsel. Vergelijkt men het aschgehalte der planten, zie bl. 182, dan blijkt dat niet alleen de geheele hoeveelheid asch verschilt, maar ook dat de eene plant meer potasch, een tweede meer phosphorzuur, een derde meer kalk voor hare ontwikkeling behoeft. Worden derhalve planten, die b.v. veel phosphorzuur voor hare ontwikkeling noodig hebben, opgevolgd door andere, die nagenoeg dezelfde behoefte hebben, dan heeft dit eene verarming van den grond, hoofdzakelijk van dit bestanddeel ten gevolge en mag het beter geacht worden eene plant te telen, die eene mindere hoeveelheid er van noodig heeft. Ook is het verschil in den vorm waarin of de verbindingen waaruit de planten het voedsel opnemen, hier wellicht van invloed. Sommige planten nemen b.v. de stikstof deels op in den vorm van een ammoniakzont, andere slechts in dien van een salpeterzuur zout. Daar nu de grond, na eene versche bemesting met stalmest meer ammoniak bevat, heeft men daardoor wel willen verklaren, dat sommige planten, b.v. Koolzaad, na eene versche bemesting met stalmest, andere, b.v. Granen en Vlas, het best in het tweede of derde jaar na de bemesting, wanneer de stikstofverbindingen van den mest in salpeter zijn omgezet, geteeld worden. Ons komt het echter voor dat van grooteren invloed hierop is de verhouding tusschen het beschikbare plantenvoedsel. Na eene versche bemesting bevat de grond betrekkelijk meer opneembare stikstof en eene grootere hoeveelheid hiervan is minder nadeelig voor Koolzaad dan wel voor Granen of Vlas, die onder deze omstandigheden te snel gaan legeren. Ook neemt het Koolzaad als diepwortelend gewas meer salpeter op uit den ondergrond. Het groeit vooral in den herfst en in het voorjaar en gebruikt zoo de salpeter die met den regen in den ondergrond gespoeld is. Ook de wortelgewassen groeien meest in het najaar en gebruiken zoo de salpeter die in den zomer en nazomer in den bodem gevormd is. De granen daarentegen groeien meer in het voorjaar; zij vooral maken den bovengrond arm aan salpeter. De Peulvruchten nemen stikstof uit de lucht op, bl. 207; deze kunnen dus verbouwd worden als de grond slechts weinig stikstofhoudend voedsel meer bevat, b.v. na een graan- of wortelgewas, die stikstofhoudend voedsel (nitraten) verbruiken.

Dit zijn de belangrijkste gezichtspunten, die bij de beoordeeling eener vruchtwisseling met het oog op de vruchtbaarheid van den grond in aanmerking komen.

Intusschen is het in beteren staat van vruchtbaarheid houden niet de eenige of juist de hoofdreden waarom men de vruchten laat afwisselen. Daarvoor bestaan nog verschillende andere redenen. Deze zijn: 1. *betere vernietiging van onkruid.* Bij de teelt van sommige planten, inzonderheid bij de hakvruchten, is men beter in de gelegenheid het land van onkruid te zuiveren; bij zomergranen is het land veel spoediger „bezet" dan bij wintergranen: tusschen de laatste kunnen de onkruiden zich dus beter ontwikkelen dan tusschen de eerste, en bovendien vindt men bij de eerste meer tijd om het land vóór 't zaaien te bewerken. Bladrijke gewassen als Boekweit, Koolzaad enz. beschaduwen den grond meer dan b.v. Granen; gene berooven de onkruiden dus meer van 't licht en de lucht en houden daardoor hunne ontwikkeling meer tegen dan deze. Hakvruchten, zomer- en wintervruchten, beschaduwende en niet beschaduwende planten wisselt men daarom zooveel mogelijk met elkander af. 2. *Het tegengaan van de vermenigvuldiging der schadelijke dieren en plantenziekten.* Wordt steeds of veelvuldig hetzelfde gewas verbouwd, dan ontwikkelen zich ook onder gelijke omstandigheden in sterke mate de dieren die daarop leven of er schade aan toebrengen. Zoo ook schimmels en andere parasiteerende planten. Door afwisseling met planten waarop die dieren of die parasietplanten niet leven of waarmede zij zich niet voeden, alsmede door eene andere grondbewerking gaat men derhalve dergelijke schadelijke dieren en planten tegen. 3. *Betere verdeeling der werkzaamheden.* Wordt steeds hetzelfde gewas geteeld, dan dient nagenoeg op denzelfden tijd gezaaid te worden en valt de oogstijd nagenoeg op 't zelfde tijdstip in. Maar ook bij verschillende planten kunnen genoemde tijdperken samenvallen. Voor een geregelden gang der werkzaamheden is het zaak, dit zooveel mogelijk te voorkomen. Ook het ploegwerk enz. voor verschillende vruchten behoeft niet hetzelfde te zijn. Zooveel mogelijk tracht men dus zulke vruchten te telen en laat men die zoodanig afwisselen, dat de werkzaamheden verdeeld worden, inzonderheid in den zaai- en oogsttijd. Eene gepaste vruchtwisseling, in verband met de juiste keuze der te telen gewassen is derhalve een belangrijke huishoudelijke maatregel in het landbouwbedrijf. In de Landhuishoudkunde zullen eenige stelsels van vruchtopvolging gegeven en nagegaan worden in hoever deze aan de gestelde eischen eener goede vruchtwisseling beantwoorden.

Een belangrijk middel ter vruchtbaarmaking van den grond is ook het *bevloeien*, 't zij dit op eene natuurlijke wijze, zooals op onze uiterwaarden, 't zij op eene kunstmatige wijze als op enkele plaatsen in Noordbrabant Limburg en Overijsel en op vele plaatsen in het buitenland geschiedt. Daar het bevloeien echter hoofdzakelijk strekt ter vruchtbaarmaking van graslanden, meenen wij dit punt het best bij de Bijzondere Plantenteelt te behandelen.

TABEL I. VERDEELING DER TEMPERATUUR OP AARDE.

Phatsen	Breedte in graden	Hoogte boven de zee in Meters	Gemiddelde temperatuur				
			Januari	April	Juli	October	Jaar
A. *Tropische luchtstreek.*							
Congo-mond (W. Afrika)	6 Z.B.	9	26.2	26.9	21.6	24.4	24.9
Khartoem (O. Afrika)	15 N.B.	388	19.7	30.2	33.1	29.2	28.5
Batavia	6 Z.B.	7	19.2	22.0	28.2	26.2	24.3
Colombo (Ceylon)	7 N.B.	12	26.4	28.3	27.3	27.1	27.3
Bombay (V Indië)	19 »	11	23.2	28.0	27.2	27.2	26.4
Hongkong (China)	22 »	17	15.3	22.8	28.2	23.2	21.4
Lahore (V. Indië)	31 »	214	12.2	27.2	31.6	24.9	24.0
Mexiko (N Amerika)	19 »	2278	12.5	18.4	18.4	15.6	16.7
Caracas (Venezuela)	10 »	929	20.3	22.5	22.2	21.9	21.8
Rio de Janeiro (Brazilië)	13 Z.B.		26.6	24.8	20.6	22.9	23.6
B. *Gematigde luchtstreek.*							
Gibraltar	36 N.B.	15	12.2	15.9	23.5	18.2	17.2
Lissabon	38 »	102	10.3	14.6	21.7	16.9	15.6
Madrid	40 »	665	4.9	12.7	24.5	13.6	13.5
Rome	42 »	50	6.7	13.9	24.8	16.3	15.3
Marseille	43 »	45	6.4	12.5	22.1	15.5	14.3
Odessa	46 »	70	— 3.4	8.2	22.7	11.2	9.6
Zürich	47 »	470	— 1.2	9.1	18.7	8.5	8.6
Parijs	48 »	34	2.0	9.7	18.3	9.8	10.3
Karlsruhe	49 »	123	0.1	10.4	19.5	10.4	10.3
Londen	51 »	37	3.5	9.6	17.9	10.7	10.3
Brocken (Harz)	51 »	1143	— 5.4	0.7	10.7	4.0	2.4
Halle	51 »	91	— 0.1	8.3	18.9	9.3	9.0
Utrecht	52 »	13	1.5	9.4	18.4	10.4	9.9
Borkum	53 »	4	0.8	6.9	16.6	9.5	8.6
Hamburg	53 »	26	— 0.4	7.4	17.2	8.5	8.2
Kopenhagen	55 »	13	— 0.4	5.7	16.6	8.2	7.4
Stockholm	59 »	—	— 3.7	3.0	16.4	6.2	5.2
Petersburg	60 »	10	— 9.4	2.0	17.7	4.5	2.6
Thorshavn (Fär-Oër)	62 »	9	3.1	4.9	10.9	6.7	6.3
Archangel (Rusland)	64 »	10	— 13.6	— 1.1	15.8	1.4	0.4
Haparanda (Zweden)	66 »	—	— 13.1	— 2.0	15.2	1.2	0.0
Tokio (Japan)	36 »	7	2.3	12.2	25.5	14.7	13.8
Tobolsk (Siberië)	58 »	500	— 19.0	0.5	20.0	— 1.1	— 2.2
Jakoetsk »	62 »	160	— 42.8	— 9.6	18.8	— 9.1	— 11.2
Quebec (Canada)	47 »	91	— 11.2	2.2	20.2	6.9	4.2
Vancouver »	46 »	40	2.8	11.1	19.8	11.6	11.2
New-York (Ver Staten)	41 »	8	— 1.0	9.2	23.9	12.1	11.0
San Francisco »	29 »	40	9.3	12.9	14.4	14.9	12.9
Leavenworth (Kansas »	29 »	274	— 2.6	12.7	25.5	12.7	11.8
New-Orleans »	30 »	7	12.7	20.4	27.8	20.8	20.6
Santiago (Chili)	33 Z.B.	530	19.0	12.8	7.2	13.0	13.1
Buenos-Ayres (Argentina)	35 »	22	24.3	17.4	10.4	16.8	17.2
Pieter Maritzburg (Natal)	29 »	639	21.4	17.7	11.8	18.2	17.5
Kaapstad	34 »	12	20.6	17.2	12.6	16.2	16.5
C. *Poolstreek.*							
Hammerfest (Noorwegen)	71 N.B.	10	— 5.2	0.0	11.8	1.6	1.9
N. Nova-Zembla	79 »	—	— 23.6	—18.9	1.6	— 17.2	— 15.6
Boothia Felix (N. Amerika)	70 »	—	— 32.1	—18.9	5.2	— 12.6	— 15.4
Grinell-Land »	81 »	—	— 39.1	—39.1	2.8	— 22.7	— 19.9

TABEL II. SAMENSTELLING VAN EENIGE NEDERLANDSCHE EN INDISCHE GRONDSOORTEN VOLGENS DE SCHEIKUNDIGE ANALYSE.

BESTANDDEELEN.		Finsterwolder polder	Zeer vruchtbare klei bij Brouwershaven.	Blauwe woelklei Schildmeer.	Roodoorn van Meedhuizen.	Zuiderzeeklei. Zware klei IJpolders.	Lichte tusschen Medemblik en Enkhuizen.	Zwaardere Middengedeelte.	Noordpolder. Zware klei.	Zeer lichte zavel.	Oude zeeklei Rottum. Groningen.	Rivierklei Leiden.	Heidegrond.	Vulkanische klei, tabaksgrond. Deli Roodbruin.	Deli (Median) Grauw.	Java Malang.	Alluviale klei Rembang.
		Op 100° gedroogd.				Boven zwavelzuur gedroogd.			Luchtdroog.			Luchtdroog.		Boven zwavelzuur gedroogd.			
		Prof. van Bemmelen.							G. Reinders.			Proefst. W.		Prof. Van Bemmelen.			
In sterk kokend zoutzuur oplosbaar.	Kalk	5.65	5.07	7.40	0.24	5.63	8.10	5.61	3.04	2.60	0.68	0.51	0.03	0.69	0.81	2.27	6.83
	Magnesia	1.42	0.94	1.47	0.85	2.03	1.26	1.42	1.08	0.90	0.74	0.34	0.01	0.34	0.39	0.98	0.67
	Potasch	0.97	0.52	0.63	0.82	1.19	0.69	0.55	0.33	0.18	0.20	0.13	0.01	0.26	0.23	0.23	0.62
	Soda	0.23	0.10	0.35	0.19	0.52	0.51	0.64	0.05	0.07	0.08	0.02	—	0.13	9.57	0.40	0.49
	IJzeroxyd	5.40	3.20	4.20	4.90	4.72	3.02	—	1.33	1.72	—	3.44	—	6.90	4.85	7.94	4.82
	Aluinaarde	5.40	2.30	4.80	4.50	6.50	2.47	—	3.50	1.60	—	1.09	—	25.31	12.82	17.46	6.93
	Koolzuur	4.07	3.45	5.67	0	3.69	5.34	4.30	2.90	1.50	0.12	—	0	0	0	0	4.50
	Zwavelzuur	0.36	0.06	1.30	0.17	0.61	0.40	0.45	0.07	0.08	0.05	0.16	sporen	0.06	0.03	weinig	0.07
	Phosphorzuur	0.21	0.29	0.18	0.16	0.17	0.11	0.15	0.15	0.03	0.06	0.13	0.023	0.19	0.12	0.20	0.13
	Chloor	0.08	0.02	0.16	0.02	0.38	0.45	0.60	—	0.06	—	—	—	0.02	sporen	0.01	0.02
	Kiezelzuur	—	—	—	—	8.24	7.20	—	—	—	—	—	—	23.22	20.92	22.65	
Humus en water		6.20	11.05	4.30	16.09	11.80	5.26	6.30	7.50	3.83	4.5	—	13.6	17.54	9.52	10.17	7.45
Overige bestandd., klei, zand enz.		70.01	74.00	69.54	72.04	54.52	65.19	—	75.00	84.00	—	—	—	25.34	49.74	37.70	67.57
		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	100.00				100.00	100.00	100.00	100.00
Sulfaten		0.54	0.90	2.53	0.33	1.00	0.70	0.67	0.10	0.12	0.07	0.31	—	weinig	0 1	weinig	0.10
Chloriden		0.03	0.03	0.26	0.03	0.70	0.70	0.96	—	0.09	—	—	—	weinig		—	0.04
Zwavelijzer (Pyriet)		—	—	—	—	0.65	1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Koolzure kalk		9.25	7.84	12.90	0	8.20	12.10	9.78	6.60	3.40	0.30	2.48	0	0	0	0	10.20
Phosphorzuur		0.21	0.29	0.18	0.16	0.17	0.11	0.15	0.15	0.03	0.06	0.13	0.02	0.19	0.12	0.20	0.13
Silicaten en humaten door zoutzuur ontleedbaar						27.1	14.9							58	34	51.9	27
Hierin Al_2O_3 : $Si\,O_2$						3,1 : 1	4.8 : 1							1 : 1	2.5 : 1	2.2 : 1	3 : 1
Silicaten door zwavelz ontleedb.						12.8	6.1							4	7.5	1	10
Hierin Al_2O_3 : $Si\,O_2$		83.7	79.9	80.8	83.4	2.3 : 1	2.4 : 1	82.2	85.6	92.5	95.1		96.4	3.2 : 1	4 : 1	4.3 : 1	2 : 1
Door zoutzuur en zwavelzuur niet ontleedbare silicaten						13.2	16.1							20	48.5	33.3	8.4
Kwarts						25.3	43.1							0	0	0	37.1
Humus						6.9	3.2							5.1	3.23	3.9	2.65
Daarin stikstof		6.20	11.05	4.30	16.09	(0.3)	(0.15)	6.30	7.50	3.83	4.50		13.6	(0.3)	(0.22)	(0.18)	(0.18)
Sterk gebonden water						6.8	2.0							12.5	6.3	6.3	4.8
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100

TABEL IIa. SAMENSTELLING VAN RIVIERSLIB VOLGENS PROF. OUDEMANS [1]).

Uit welke rivieren afkomstig.	Datum der waarneming.	Waterstand te Panneerden. in M. + A. P.	Procentische samenstelling der slib. Koolzure kalk en ijzeroxyde.	Organische stof.	IJzerhoudende kiezelzure aluinaarde (klei).	Onontleed mineraal.
Bovenrijn	18 Sept.	9.61	36.6	8.2	55.0	
	11 »	9.76	38.5	8.0	17.0	36.9
	4 »	9.80	37.8	7.9	20.1	33.4
	4 Dec.	11.26	22.3	8.8	69.2	
	27 Nov.	12.03	16.1	9.0	29.1	44.1
	18 Dec.	13.35	15.5	7.7	28.8	48.4
IJsel	—	—	25.92	7.02	67.06	
Waal	—	—	30.45	4.87	64.68	
Nieuwe Maas	—	—	15.57	4.12	79.31	
Doorgraving Hoek van Holland	—	—	16.97	3.71	79.32	
Afgedamd Scheur	—	—	31.90	7.51	60.59	

[1]) C. Lely, *Nota over de uitkomsten van de waarnemingen omtrent het slibgehalte der Nederl. rivieren*, zie ook bl. 53.

TABEL IIb. SAMENSTELLING VAN RIVIER- EN ZEESLIB VOLGENS ONDERZOEK AAN HET PROEFSTATION TE WAGENINGEN [1]) EN ANDEREN.

Bestanddeelen.	Nijl.	Waal [2]).	Rijn.	Schelde.	Zwolsche diep.	Dollard.	Stavoren.	Delfzijl.	Reitdiep.	Texel.	Opmerkingen.
Humus	12	—	—	—	11.4	7.9	—	—	—	10	[1]) *N. Lb. Ct.* 15 Jan. 1887.
Daarin stikstof	—	—	0.03 [3])	—	—	0.02 [3])	0.10	—	—	—	
Phosphorzuur.	0.38	0.17	0.20	0.17	0.14	0.22	0.08	0.12	0.15	0.15	[2]) Adriaansz.
Potasch.	3.3	1.02	0.13	—	—	0.11	—	—	—	—	[3]) Licht oplosbaar.
Koolzure kalk.	24.2	10	0.50	13.2	11.7	—	4.1	9.8	12.2	12	

TABEL IIc. SAMENSTELLING VAN TERPAARDE VOLGENS ONDERZOEK AAN HET PROEFSTATION TE WAGENINGEN [1]).

Bestanddeelen.	Wetsinge.	Winsum.	Schaphalsterzijl. 1	Schaphalsterzijl. 2	Westerwijtwerd. 1	Westerwijtwerd. 2	Loppersum.	Meeden.	Anjum.	Ferwerd.	Balk. 1	Balk. 2	Betuwe (Hessen en Valburg).
Humus.	5.8	7.4	4.6	—	6.0	—	7.0	—	10.5	—	—	—	—
Daarin stikstof	0.19	0.19	0.24	—	0.14	—	0.23	—	—	—	0.31	1.04	—
Phosphorzuur.	0.88	0.86	0.77	0.27	0.78	0.19	0.87	0.36	0.27	0.25	0.84	1.05	0.26—0.75
Potasch.	0.33	0.29	0.27	—	0.34	—	0.36	0.33	—	—	0.41	—	—
Koolzure kalk	1.80	3.10	2.50	2.10	1.10	0	2.90	—	—	—	0	—	—

[1]) *N. Lb. Ct.* 15 Jan. 1887 en *Lb. Ct.* 5 Dec. 1889.

TABEL IId. SAMENSTELLING VAN EENIGE ZANDOERBANKEN VAN HET WOUDHUIS, TE APELDOORN, VOLGENS ANALYSES VAN G. R.

	In 100 deelen luchtdroge aarde.						
			Barrewinkelveld, zie Profiel, bl. 283.				
	Stuk driesgrond.	Stroeweide.	Bovengrond tot 2 à 2.5 d.M.	Daaronder 3 à 3.5 d.M. grijze laag.	Boven de bank nog niet vast.	Bank.	Ondergrond.
Zand en eenig grint	89.98	20.20	90.45	92.85	95.04	93.61	96.28
Klei	1.70	9.45	1.05			0.48	0.25
Humus [1]	1.47	3.10	6.23	4.98	2.83	1.92	1.48
Water boven 100° uitgedreven	1.92	7.11				0.31	
Water bij 100° uitgedreven	2.68	10.29	1.40	1.51	1.17	2.02	0.67
In zoutzuur oplosbaar	2.25	49.85	0.87	0.66	0.96	1.66	1.32
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
[1] Daarin stikstof.	0.05	0.06	0.115	0.06	0.05	0.04	0.02
In zoutzuur oplosbaar.							
Kalk	0.024	0.45	0.010	0.008	0.010	0.012	0.195
Magnesia	0.051	0.08	0.005	0.005	0.008	0.011	0.044
Kali	0.021	0.09	0.021	0.017	—	0.029	0.024
Natron	0.006	0.05	0.005	0.013	—	0.017	0.007
IJzeroxyde	0.832	39.03	0.078	0.057	0.088	0.139	0.167
Aluinaarde	1.165	9.80	0.602	0.440	0.720	1.326	0.779
Zwavelzuur	0.035	0.025	0.095	0.056	0.050	0.048	0.057
Phosphorzuur	0.015	0.16	0.007	0.005	0.080	0.026	0.002
	2.149	49.685	0.823	0.601	0.884	1.608	1.275

TABEL IIe. GEHALTE IN PROCENTEN VAN EENIGE MERGELSOORTEN AAN KOOLZURE KALK ($CaCO_3$), VOLGENS HET PROEFSTATION TE WAGENINGEN.

Groningen, Helpman	15.7
„ de Leek	8.8
Friesland, Drachten	2.6—7.6
Overijsel, Deventer	40.5—74.6
„ Raalte	88.3—92.2
Gelderland, Apeldoorn	19.7—22.9
„ Garderen	15.0
„ Putten	15.0
„ Wageningsche berg	29.4
„ Duno	59.4
„ Winterswijk	56.8—79.3
Noord-Holland, Texel	10.0—24.7
Noord-Holland, Hugowaard	21.4
Noord-Brabant, Lieshout	79.0—84.2
„ Liempde	15.4
Limburg, Sittard	14.3
„ Jabeek	14.2—15.4
„ Schinveld	11.8
„ Bingelrade	9.2—10.4
„ Merkelbeek	8.2
„ Spanbeek	15.0
„ Valkenburg	93.6—95.5
„ Noorbeek	72

TABEL III. GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN DE BELANGRIJKSTE MESTSTOFFEN.

Meststof.	Water	Organische stof	Stikstof	Phosphorzuur	Potasch	Soda	Kalk	Magnesia	Zwavelzuur	Chloor en Fluor	Kiezelzuur en zand	IJzeroxyd en aluinaarde	
1. *Dierlijke meststoffen.*							In 1000 deelen.						
Versche stalmest (met strooisel)													
Rundvee- „	775	203	3.4	1.6	4.0	1.4	3.1	1.1	0.6	1.0	8.5	0.5	Emil Wolff.
Paarden- „	713	254	5.8	2.8	5.3	1.0	2.1	1.4	0.7	0.4	17.7	1.1	„
Schapen- „	646	318	8.3	2.3	6.7	2.2	3.3	1.8	1.5	1.7	14.7	2.4	„
Varkens- „	724	250	4.5	1.9	6.0	2.0	0.8	0.9	0.8	1.7	10.8	0.7	„
Gewone stalmest (versch)	750	212	3.9	1.8	4.5	1.3	4.9	1.2	1.0	1.3	10.8	—	„
„ „ (matig verrot)	750	192	5.0	2.6	6.3	1.9	7.0	1.8	1.6	1.9	16.8	—	„
„ „ (sterk verrot)	790	145	5.8	3.0	5.0	1.3	8.8	1.8	1.3	1.6	17.0	—	„
Gier van mest	982	7	1.5	0.1	4.9	1.0	0.3	0.4	0.7	1.2	0.2	—	„
Vaste uitwerpselen van den mensch (versch)	772	198	10.0	10.9	2.5	1.6	6.2	3.6	0.8	0.4	1.9	—	„
Urine „ „ „	963	24	6.0	1.7	2.0	4.6	0.2	0.2	0.4	5.0	—	—	„
Menschelijke. uitw. gemengd	935	51	7.0	2.6	2.1	3.8	0.9	0.6	0.5	4.0	0.2	—	„
Amsterdammer beer uit putten	815	93	5.6	6.9	1.3	—	—	—	—	—	—	—	Proefst. Wag.
„ „ „ tonnen	850	127	9.4	5.4	3.7	—	—	—	—	—	—	—	„
„ Liernurstelsel	977	16	2.4	0.4	1.2	—	—	—	—	—	—	—	„
Groninger stratendrek	636	137	8.4	5.8	2.3	—	11.9	0.8	6.6	—	—	—	Kappers.
Idem idem	475	170	6.0	6.0	4.0	—	—	—	—	—	—	—	Proefst. Wag.
Groninger ier	968	11	2.7	—	3.2	—	—	1.6	—	—	—	—	Kappers.
Emder compost	418	205	6.1	7.2	5.4	—	21.9	7.6	—	—	—	—	Emil Wolff.
Turfmolm-closet beer	879	98	11.9	3.1	3.0	—	—	—	—	—	—	—	„
Duivenmest (versch)	519	308	17.6	17.8	10.0	0.7	16.0	5.0	3.3	—	20.2	—	„
Kippenmest „	560	255	16.3	15.4	8.5	1.0	24.0	7.4	4.5	—	35.2	—	„
Eendenmest „	566	262	10.0	14.0	6.2	0.5	17.0	3.5	3.5	—	28.0	—	„
Ganzenmest „	711	134	5.5	5.4	9.5	1.3	8.4	2.0	1.4	—	14.0	—	„
Zeesterren (droog)	18	355	19.0	4.5	1.6	—	—	—	—	—	—	—	Proefst. Wag.
2. *Mest voor phosphorzuur.*							In 100 deelen.						
Beenderenmeel (versch)	6.0	30.3	3.8	23.2	0.2	0.3	31.3	1.0	0.1	0.3	3.5	—	Emil Wolff.
Beenderenmeel (gestoomd)	6.5	36.3	4.1	21.7	—	—	27.8	0.7	0.4	—	3.6	0.4	Holdefleisz.
Beenderenmeel superphosphaat	13.0	23.8	0.5	20.0	0.1	0.2	24.4	0.7	17.5	0.2	1.4	—	19% P_2O_5 in water opl.
Beenderkool-superphosphaat	15.0	7.0	0.5	16.0	—	0.1	25.0	0.7	22.0	—	9.3	—	15 „ „ „ „ „
Phosphorz kalk d. lijmfabrieken	27.7	12.6	1.5	19.5	0.1	0.2	29.3	1.0	1.2	7.1	5.3	—	Emil Wolff.
Bakerguano	11.0	7.0	0.5	34.8	0.1	1.5	40.0	1.5	1.2	—	0.6	0.1	„
„ superphosphaat	15.0	6.2	0.3	21.8	0.1	1.2	25.9	1.5	28.5	0.2	0.9	—	20% P_2O_5 in water opl.
Mejillones-guano	7.3	6.9	0.9	32.9	1.5	0.5	36.7	3.1	4.5	—	2.2	0.5	Emil Wolff.

Spaansch phosphaat (apatiet en phosphorit)	—	—	—	30.4	—	—	38.0	—	—	2.5	25.3	1.3	Petermann.
Belgisch Ciply-phosphaat	—	—	—	11.3	—	—	42	—	—	21.3	1.0	—	„
Fransche, Russische en Eng. coprolithen.	3.6	—	—	20—27	—	—	32—43					24—40	Emil Wolff.
Canada-phosphorit	—	—	—	39.0	—	—	51.5	0.2	—	—	—	1.3	„
Florida „	—	—	—	35.0	—	—	41.1	—	—	—	—	5.9	„
„ „ superphosphaat.	10.0	—	—	19.0	—	—	23.0		26.0	—	—	—	18% P^2O^5 oplosbaar.
Aluinaarde phosphaat (West-Indië)	22.6	—	—	36.0	—	—	1.6	—	—	—	11.9	28.2	Emil Wolff.
Thomasphosphaat	—	—	—	17.5	—	—	48.3	4.9	0.3	—	10.4	15.2	13% P_2O_5 in citr. opl.
3. *Mest voor stikstof en phosphorzuur.*													
Peroe-guano (ruw)	15.0	42.0	7.0	14.0	3.3	2.8	12.6	0.9	2.0	—	3.9	0.3	Emil Wolff.
Balestas-guano	22.9	42.0	12.2	13.1	2.8	2.9	10.5	1.0	0.8	—	2.2	0.2	„
Ischaboe-guano	16.0	29.5	8.0	11.3	0.8	1.7	21.0	0.7	—	2.0	4.5	1.5	„
Peroe-guano-superphosphaat	16.0	30.0	7.0	10.5	2.0	1.2	7.0	0.5	15.0	3.2	10.5	1.4	9.5% P_2O_5 in water opl.
Vleermuizen-guano, Spanje.	18.5	—	7	5.1	—	—	5.9	—	—	—	11	—	6% N als salpeter.
Noorweegsche vischguano	9.8	56.2	8.5	13.8	0.3	0.6	16.0	0.9	0.5	1.1	0.5	—	Emil Wolff.
Walvischguano	5.6	62.4	7.6	13.5	—	0.4	16.5	0.2	—	—	0.7	0.5	„
Fray-Bentos-guano	8.0	49.1	5.8	17.4	0.3	—	22.3	—	0.2	—	2.2	—	„
Hoornmeel en spaanders	8.5	68.5	10.2	5.5	—	—	6.6	0.3	0.9	—	11.0	—	„
Raapkoek	11.3	81.5	5.0	2.0	1.3	0.2	0.7	0.7	0.3	—	0.3	—	„
Phosphorzure ammonia	—	—	8	45	—	—	—	—	—	—	—	—	P_2O_5 in water opl.
4. *Mest voor stikstof.*													
Chilisalpeter	2.6	—	15.5	—	—	35.0	0.2	—	0.7	1.7	1.5	—	Emil Wolff.
Zwavelzure ammonia	4.0	—	20.0	—	—	—	0.5	—	58.0	1.4	3.0	—	„
Gaswater in 10000 liter.	—	—	0.05-02	—	—	—	—	—	?	—	—	—	G. R.
Gedroogd bloed	13.4	74.4	11.8	1.2	0.7	0.5	0.8	0.2	0.6	0.4	2.1	—	Emil Wolff.
Wolstof en afval	10.0	56.0	5.2	1.3	0.3	0.1	1.4	0.3	0.5	0.2	29.0	—	„
Steenkoolroet	5.0	66.9	2.4	0.4	0.1	—	4.0	1.5	1.7	—	21.7	—	„
Houtroet	5.0	71.8	1.3	0.4	2.4	0.5	10.0	1.5	0.3	—	4.0	—	„
5. *Mest voor kali, kalk enz.*													
Kalisalpeter	—	—	13	—	44	—	—	—	—	—	—	—	„
Phosphorzure kali	—	—	—	38	26	—	—	—	—	—	—	—	P_2O_5 in water opl.
Gips	20.0	—	—	—	—	—	31.0	0.1	44.0	—	4.0	—	Emil Wolff.
Gips der sodafabrieken	9.0	0.4	—	0.1	—	2.2	34.5	—	41.3	—	4.0	—	„
Gaskalk	7.0	1.3	0.4	—	0.2	—	64.5	1.5	12.5	—	3.0	—	„
Schuimaarde	43.3	15.0	0.4	1.2	0.2	0.1	21.6	0.3	0.3	—	3.8	—	„
Asch van loofhout	5.0	5.0	—	3.5	10.0	2.5	30.0	5.0	1.6	0.3	18.0	—	„
„ „ naaldhout	5.0	5.0	—	2.5	6.0	2.0	35.0	6.0	1.6	0.3	18.0	—	„
„ „ turf	5.0	—	—	1.2	0.5	0.4	45.7	0.5	4.4	0.6	13.1	7.8	„
„ „ bruinkool	—	—	—	0.6	0.7	0.4	16.0	1.9	10.4	—	57.6	9.5	„
„ „ steenkool	—	—	—	0.8	0.5	—	8.5	1.6	6.1	—	62.0	19.8	„
„ „ melasse	6.5	9.2	—	1.0	32.1	11.5	3.5	0.8	7.2	11.1	4.1	5.0	„

TABEL III. (Vervolg).

	Water.	Zwavelzure kali.	Chloorkalium.	Zwavelzure magnesium.	Chloor magnesium.	Chloornatrium.	Zwavelzure kalk.	In water onoplosbaar.	Gehalte aan kali.	Gewaarborgd.	
6. *Stassfurter kalimeststoffen.*											
a. Onzuivere.											
Kaïnit	12.7	21.3	2.0	14.5	12.4	34.6	1.7	0.8	12.8	12.4	Märcker.
Carnallit	26.1	—	15.5	12.1	21.5	22.4	1.9	0.5	9.8	9.0	„
Berg-kieserit	20.7	—	11.8	21.5	17.2	26.7	0.8	1.3	7.5	—	„
Sylvinit	3.8	5.2	28.3	3.6	1.8	51.3	1.8	4.2	20.6	12.4	„
b. Gezuiverde chloorhoudende.											
Geconcentreerde kalimest	3.6	1.8	59.3	4.2	2.1	22.5	3.4	3.1	38.3	38.0	„
Gecalcineerde kalimest	7.8	—	44.5	22.5	4.6	12.4	2.9	5.3	28.1	27.0	„
Chloorkalium	1.1	—	83.5	0.4	0.3	14.5	—	0.2	52.7	50.5	„
c. Gezuiverde chloorvrije en chloorarme.											
Gezuiverde of Patent kali-magnesia	11.6	50.4	—	34.0	—	2.5	0.9	0.6	27.2	25.9	„
Gezuiverde zwavelzure kali	2.2	90.6	1.6	2.7	1.0	1.2	0.4	0.3	49.9	48.6	„

TABEL III*a*. PRIJZEN DER MESTSTOFFEN VOLGENS EMIL WOLFF. (VOGEL).

1. *Stikstof.* 1 K.G. stikstof kost gemiddeld:

a.	in den vorm van ammoniak of salpeterzuur	52—66 ct.
b.	in den vorm van gemakkelijk ontleedbare organische verbindingen als bloedmest, vleeschmest, opgeloste guano, dierlijke en menschenurine en poudrette	54—84 „
c.	in stoffijn gestoomd beenderenmeel, vischguano, olickoeken en hoornmeel	46—60 „
d.	in ruwe faeces, stalmest, wolstof, ruwe afval van lijmfabrieken en leerlooierijen, hoornspaanders, wollen lompen en afval van slachterijen	24—45 „

2. *Phosphorzuur.* 1 K.G. kost gemiddeld:

a.	in water oplosbaar, in alle soorten van superphosphaat	17—23 „
b.	in praecipitaat en in poudrette	16—18 „
c.	in Thomasmeel in citraat oplosbaar	14—17 „
d.	in ruw beendermeel, onopgeloste guano, vleesch- en vischmeel, houtasch, stalmest en ruwe faeces	8—12 „
e.	in onbewerkte phosphaten van allerhande soort en in onbewerkte afval van fabrieken	6—7 „

3. *Kali*[1]) 100 K.G. kali kost in guldens in den vorm van:

Op een afstand van Stassfurt in kilometers, tot het naastbijzijnde spoorwegstation.	Carnallit met 9% kali.	Kaïnit met 12.4% kali.	Geconc. kalimest met 38.0% kali.	Chloorkalium met 50.5% kali.	Zwavelzure kalimagn. met 25.9% kali.	Zwavelzure kali met 48.6% kali.	Koolzure kalimagnesia met 18% kali.
0	5.70	6.89	13.42	16.93	19.34	20.93	33.17
50	6.66	7.59	13.65	17.19	19.85	21.20	33.90
100	7.25	7.99	13.79	17.33	20.13	21.34	34.30
200	8.42	8.87	14.06	17.59	20.64	21.62	35.03
300	9.37	9.56	14.29	17.86	21.15	21.89	35.77
400	10.13	10.11	14.47	18.12	21.66	22.16	37.09
500	10.32	10.25	14.44	18.38	22.17	22.43	37.24
600	10.52	10.40	14.41	18.64	22.68	22.70	37.97
700	10.72	10.54	14.38	18.90	23.19	22.97	38.70
800	10.93	10.69	14.35	19.16	23.70	23.23	39.43
900	11.12	10.84	14.31	19.31	24.21	23.52	40.16
1000	11.32	10.97	14.28	16.69	24.72	23.79	40.90

[1]) Zie bl. 423.

TABEL IV. TER BEREKENING VAN DE UITPUTTING EN VERRIJKKING VAN DEN GROND.

Namen der stoffen.	Gemiddeld gehalte in K.G. van 1000 K.G. der volgende versche of luchtdroge stoffen aan										
	Water.	Asch.	Stikstof.	Phosphorzuur.	Kali.	Kalk.	Magnesia.	Natron.	Kiezelzuur.	Zwavelzuur.	Chloor.
Granen, zaden en vruchten.											
Tarwe	144	16.8	20.8	7.9	5.2	0.5	2.0	0.3	0.3	0.1	0.1
Rogge	143	17.9	17.6	8.5	5.8	0.5	2.0	0.3	0.3	0.2	0.1
Zomergerst	143	22.3	16.0	7.8	4.7	0.6	2.0	0.5	5.8	0.4	0.2
Wintergerst	145	17.0	16.0	5.6	2.8	0.1	2.1	0.7	4.9	0.5	—
Haver	143	26.7	19.2	6.8	4.8	1.0	1.9	0.4	10.5	0.5	0.3
Gierst	140	29.5	20.3	6.5	3.2	0.2	2.8	0.4	15.6	0.1	0.1
Sorgho	140	16.0	—	8.1	3.3	0.2	2.4	0.5	1.2	—	—
Boekweit	140	11.8	14.4	5.7	2.7	0.5	1.5	0.7	—	0.2	0.2
Maïs	144	12.4	16.0	5.7	3.7	0.3	1.9	0.1	0.3	0.1	0.2
Erwten	143	23.4	35.8	8.4	10.1	1.1	1.9	0.2	0.2	0.8	0.4
Paardeboonen	145	31.0	40.8	12.1	12.9	1.5	2.2	0.3	0.2	1.1	0 5
Stamboonen	150	27.4	39.0	9.7	12.1	1.7	2.1	0.4	0.2	1.1	0.3
Lupinen	130	37.0	56.6	14.2	11.4	2.8	4.5	0.3	0.1	3.2	0.3
Wikken	143	26.6	44.0	9.9	8.0	2.2	2.4	2.1	0.3	1.0	0.7
Roode Klaver	150	38.3	30.5	14.5	13.5	2.5	4.9	0.4	0.5	0.9	0.5
Suikerbieten	146	45.3	—	7.5	11.1	10.2	7.3	4.2	0.8	2.0	1.9
Koolzaad	118	39.2	31.2	16.6	9.6	5.5	4.6	0.6	0.5	0.9	0.1
Mosterdzaad	130	36.5	—	14.6	5.9	7.0	3.7	2.0	0.9	1.8	0.2
Maankopzaad	147	51.5	28.0	16.2	7.0	18.2	4.9	0.5	1.7	1.0	2.4
Lijnzaad	118	32.6	32.8	13.5	10.0	2.6	4.7	0.7	0.4	0.8	—
Hennipzaad.	122	46.3	26.1	16.9	9.4	10.9	2.6	0.4	5.5	0.1	—
Karwij	130	46.4	—	11.3	12.2	8.4	3.8	3.0	2.3	2.5	1.4
Eikel, versch	553	9.8	4.0	1.5	6.3	0.7	0.5	0.1	0.1	0.4	0.2
Appel, geheele vrucht	831	2.2	0.6	0.3	0.8	0.1	0.2	0.6	0.1	0.1	—
Kers „ „	825	3.9	—	0.6	2.0	0.3	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1
Aardbezië „ „	902	3.3	—	0.5	0.7	0.5	—	0.9	0.4	0.1	0.1
Knol- en Wortelgewassen.											
Aardappelen	750	9.5	3.4	1.6	5.8	0.3	0.5	0.3	0.2	0.6	0.3
Aardperen (topinambour)	800	9.8	3.2	1.4	4.7	0.3	0.3	1.0	0.2	0.6	0.4
Mangelwortelen	880	9.1	1.8	0.8	4.8	0.3	0.4	1.5	0.2	0.3	0.9
Suikerbieten	815	7.1	1.6	0.9	3.8	0.4	0.6	0.6	0.2	0.3	0.3
Turnips	920	6.4	1.8	0.8	2.9	0.7	0.2	0 6	0.1	0.7	0.3
Knolrapen	870	7.5	2.1	1.1	3.5	0.9	0.3	0.4	0.1	0.7	0.5
Wortelen	850	8.2	2.2	1.1	3.0	0.9	0.4	1.7	0.2	0.5	0.4
Cichorei	800	6.7	2.5	0.8	2.6	0.5	0.3	1.0	0.3	0.5	0.5
Handelsgewassen.											
Hop, stengels	160	38.3	15.7	3.9	11.2	12.5	2.7	1.4	2.9	1.2	3.1
„ bellen	120	66.3	32.2	11.1	23.0	11.0	3.6	1.5	10.9	2.4	2.1
„ geheele plant	140	72.9	25.0	5.8	17.9	19.7	7.0	1.9	13.3	2.9	3.7
Vlas, stengels	120	31.1	—	4.2	9.7	6.9	2.0	2.5	1.7	2.0	1.3
Tabak, bladeren	180	140.7	34.8	6.6	40.9	50.7	10.4	4.5	8.1	8.5	9.4
„ stengels	180	64.7	24.6	9.2	28.2	12.4	0.5	6.6	1.6	2.2	2.4
Hennip, stengels	108	31.7	—	2.1	5.5	16.8	2.1	0.6	3.1	0.6	0.6
Grassen en Klavers in groenen toestand.											
Gras, in bloei	750	17.5	4.8	1.2	4.7	2.8	1.2	0.7	5.0	0.9	1.1
Jonggras en etgroen	800	18.1	5.6	1.4	5.3	2.5	1.2	0.7	4.6	1.0	1.1
Voerrogge	760	16.3	5.3	2.4	6.3	1.2	0.5	0.1	5.2	0.2	0.6
Groene Haver	810	14.2	3.7	1.3	5.6	0.9	0.4	0.5	4.4	0.5	0.6

Namen der stoffen.	Gemiddeld gehalte in K.G. van 1000 K.G. der volgende versche of luchtdroge stoffen aan										
	Water.	Asch.	Stikstof.	Phosphorzuur.	Kali.	Kalk.	Magnesia.	Natron.	Kiezelzuur.	Zwavelzuur.	Chloor.
Groene Maïs	829	10.4	1.9	1.0	3.7	1.4	1.1	0.5	1.9	0.3	0.5
Roode Klaver, zeer jong	860	14.0	6.0	1.7	5.1	3.9	1.3	0.3	0.4	0.3	0.6
„ „ in knop	820	14.7	5.3	1.5	5.5	4.5	1.6	0.3	0.4	0.4	0.5
„ „ in bloei	800	13.7	4.8	1.3	4.4	4.8	1.5	0.3	0.4	0.4	0.5
Witte Klaver, in bloei	805	14.3	5.6	1.8	3.1	4.3	1.4	1.0	0.6	1.1	0.6
Bastaard „ „ „	820	8.6	5.3	0.9	2.4	2.9	1.1	0.3	0.3	0.4	0.5
Inkarnaat „ „ „	815	11.3	4.3	0.8	2.6	3.6	0.7	1.0	1.8	0.3	0.4
Luzerne, begin van bloei	740	19.2	7.2	1.6	4.5	8.5	0.9	0.3	1.8	1.1	0.6
Serradella, in bloei	800	19.6	4.8	2.2	7.7	4.3	0.7	0.4	1.7	0.8	0.5
Spurrie	800	13.5	3.7	2.9	4.7	2.6	1.6	1.1	0.2	0.5	1.1
Hooi van grassen en klavers.											
Grashooi	143	59.8	15.5	4.3	16.0	9.5	4.1	2.2	17.2	3.1	3.7
Jonggras en etgroen	160	76.0	19.1	5.9	22.3	10.4	5.1	3.0	19.4	4.1	4.5
Roode klaver, zeer jong	167	82.3	35.5	10.0	29.7	23.5	7.6	1.9	2.5	1.8	3.3
„ „ in bloei	160	57.6	19.7	5.6	18.6	20.1	6.3	1.1	1.6	1.9	2.2
„ „ rijp	150	44.7	12.5	4.4	10.0	15.8	6.9	1.4	3.0	1.4	1.3
Witte klaver	165	61.1	23.2	7.8	13.1	18.4	5.8	4.4	2.7	4.5	2.6
Bastaard klaver	160	40.0	24.0	4.1	11.1	13.6	5.0	1.2	1.6	1.6	2.2
Inkarnaat klaver	167	50.7	19.5	3.6	11.7	16.0	3.1	4.3	8.2	1.3	1.8
Luzerne, begin van bloei	160	62.0	23.0	5.3	14.6	25.2	3.1	1.1	5.9	3.6	1.9
Serradella	167	81.6	21.6	9.1	31.9	18.2	2.8	1.7	7.0	3.1	2.1
Spurrie	167	56.3	19.2	8.3	19.7	10.8	6.8	4.5	0.8	1.9	4.4
Stroo.											
Wintertarwe	143	46.0	4.8	2.2	6.3	2.7	1.1	0.6	31.0	1.1	0.8
Zomertarwe	143	48.1	5.6	2.0	11.0	2.6	0.9	1.0	18.2	1.2	0.8
Winterrogge	143	38.2	4.0	2.5	8.6	3.1	1.2	0.7	18.8	1.6	0.8
Zomergerst	143	45.9	6.4	1.9	10.7	3.3	1.2	1.6	23.4	1.8	1.5
Haver	143	61.6	5.6	2.8	16.3	4.3	2.3	2.0	28.8	2.0	2.7
Boekweit	160	51.7	13.0	6.1	24.2	9.5	1.9	1.1	2.9	2.7	4.1
Paardeboonen	160	44.9	16.3	2.9	19.4	12.0	2.6	0.8	3.2	1.8	2.0
Erwten	160	43.1	10.4	3.5	9.9	15.9	3.5	1.8	2.9	2.7	2.3
Kaf, naalden, doppen, enz.											
Wintertarwe	143	92.0	7.2	4.0	8.4	1.7	1.2	1.7	74.7	—	—
Winterrogge	143	82.7	5.8	5.6	5.2	3.5	1.1	0.3	60.4	0.1	0.4
Gerstnaalden	143	118.6	4.8	2.4	9.3	12.5	1.5	1.1	85.6	3.6	0.8
Haver	143	71.2	6.4	1.3	4.5	4.0	1.5	2.9	50.4	3.5	0.8
Koolzaad	140	70.1	6.4	3.7	9.5	35.1	5.8	3.0	0.8	6.4	3.5
Vlas, Zaadknoppen	116	53.9	5.6	4.5	15.0	15.6	3.3	3.0	4.5	3.8	4.1
Bladeren, loof enz. van wortelgewassen.											
Mangelwortels	905	14.6	3.0	1.0	4.5	1.6	1.4	2.8	0.5	0.8	2.3
Suikerbieten	897	15.3	3.0	0.7	4.0	3.1	1.7	2.0	1.6	0.8	1.3
Turnips	898	11.9	3.0	0.9	2.8	3.9	0.5	1.1	0.5	1.1	1.2
Wortelen	822	23.9	5.1	1.0	2.9	7.9	0.8	4.7	2.4	1.8	2.4
Knolrapen	884	19.6	3.4	2.0	2.8	6.5	0.8	0.8	2.1	2.3	1.5
Boerenkool, blad	865	12.0	3.4	—	—	—	—	—	—	—	—
„ stengel	863	9.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Mergkool, blad	870	16.0	4.0	—	—	—	—	—	—	—	—
„ stengel	870	13.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Kabuiskool, sluitkool	890	15.6	2.4	1.4	5.8	2.8	0.6	1.5	0.1	2.4	1.3
Strooisel.											
Riet	180	33.5	—	1.8	6.0	2.7	0.9	0.2	20.0	0.8	1.2

Namen der stoffen.	Gemiddeld gehalte in K.G. van 1000 K.G. der volgende versche of luchtdroge stoffen aan										
	Water.	Asch.	Stikstof.	Phosphorzuur.	Kali.	Kalk.	Magnesia.	Natron.	Kiezelzuur.	Zwavelzuur.	Chloor.
Zeegras	150	146.7	—	4.2	17.7	20.9	12.5	31.0	2.9	34.7	24.2
Heide	200	16.6	10.0	1.1	2.1	3.6	1.6	1.1	4.3	0.7	0.4
Mos	250	20.6	—	1.6	3.4	2.9	1.3	1.4	5.5	1.1	0.7
Beukenbladen	140	46.7	10.0	2.4	2.3	21.2	3.1	0.5	14.5	1.0	—
Eikenbladen	140	46.1	10.0	2.0	3.5	17.1	4.3	1.3	15.4	0.9	—
Byproducten van fabrieken.											
Perspulpe	700	11.1	2.9	1.1	3.8	2.5	0.7	0.9	0.9	0.4	0.4
Diffusiepulpe	948	3.3	0.8	0.2	0.3	1.1	0.2	0.1	0.7	0.1	0.1
Aardappelvezelstof	850	1.1	1.3	0 3	0.2	0.5	0.1	—	—	—	—
Eestmout	75	25.6	16.0	9.3	4.4	1.0	2.2	—	8.5	—	—
Versche mout	455	14.6	10.4	5.3	2.5	0.5	1.2	—	4.8	—	—
Moutkiemen	80	67.6	36.8	18.2	20.8	1.9	1.9	1.2	14.9	2.7	4.7
Bierdraf	766	10.6	7.8	3.9	0.4	1.5	1.1	0.1	3.5	—	—
Aardappelspoeling	930	6.6	2.1	1.3	3.0	0.1	0.6	0.5	0.2	0.5	0.2
Tarwezemels	131	53.5	22.4	26.9	15.3	1.5	9.0	0.3	0.2	—	—
Roggezemels	125	71.9	23.2	34.4	19.4	2.1	11.4	0.5	1.4	—	—
Gerstzemels	120	49.5	17.6	9.1	8.3	1.9	3.1	0.7	0.3	0.3	—
Haverdoppen	140	34.7	4.3	1.6	4.9	1.4	1.0	0.3	24.1	0.9	0.6
Boekweitdoppen	140	29.8	27.2	10.7	9.7	2.9	4.0	0.6	23.2	1.3	0.5
Rijstvoedermeel	100	54.7	19.1	23.8	0.1	1.2	9.5	0.2	0.6	0.9	—
Tarweblom	136	4.4	18.9	2.2	1.5	0.3	0.4	0.0	—	—	—
Tarwemeel	120	11.2	21.6	5.6	3.5	0.6	1.4	0.1	—	—	—
Roggemeel	142	16.9	16.8	8.2	6 5	0.2	1.4	0.3	—	—	—
Maïsmeel	140	5.9	16.0	2.7	1.7	0.4	0.9	0.2	—	—	—
Gerstemeel	140	20.0	16.0	9.5	5.8	0.6	2.7	0.5	—	—	—
Raapkoeken	113	57.0	50.5	20.0	13.0	7.1	7.3	1.9	2.9	3.4	0.4
Lijnkoeken	122	51.3	47.2	16.2	12.5	4.3	8.1	0.8	6.4	1.7	0.4
Maanzaadkoeken	115	77.4	51.0	31.7	2.3	27.1	6.2	2.3	5.6	1.9	0.5
Olijfoliekoeken	138	27.8	59.6	2.5	7.9	6.1	0.3	1.9	5.6	1.2	0.2
Zonnebloempitkoek	103	49.7	59.7	21.3	11.7	5.4	8.1	—	0.3	1.0	0.3
Sesamkoeken	111	93.8	58.6	32.7	14.5	25.1	12.8	3.5	0.9	1.7	0.6
Aardnotenkoeken	104	39.7	75.6	13.1	15.0	1.6	5.2	0.9	1.2	0.9	0.9
Palmpittenkoeken	100	26.1	25.9	11.0	5.0	3.1	4.5	0.2	0.8	0.5	—
Kokosnotenkoeken	127	53.3	37.4	13.0	19.6	5.5	3.0	1.5	1.8	1.8	6.2
Koeken van geschild katoenzaad	112	66.4	62.1	30.5	15.8	2.9	10.1	—	5.5	0.8	—
Kapokkoeken	133	65.2	42.1	18.6	16.0	—	—	—	—	—	—
Dierlijke produkten.											
Koemelk	875	7.2	5.4	2.0	1.7	1.7	0.2	0.4	—	0.1	1.0
Kaas	480	68.4	52.3	9.4	1.7	3.3	—	31.3	—	—	30.1
Ossenbloed	790	7.9	32.0	0.4	0.1	0.6	—	3.6	0.1	0.2	2.7
Vleesch van zoogdieren	763	10.2	35.2	4.2	3.8	0.3	0.3	1.0	0.1	0.1	0.5
Kippeneieren zonder schaal	737	9.2	20.0	3.5	1.6	1.0	0.1	2.1	—	—	0.8
Levende os	597	46.6	26.6	18.6	1.7	20.8	0.6	1.4	0.1	—	2.8
„ kalf	660	38.0	25.0	13.8	2.4	16.3	0.5	0.6	0.1	—	3.0
„ varken	528	21.6	20.0	8.8	1.8	9.2	0.4	0.2	—	—	1.2
Wol	150	70.8	54.0	0.7	56.2	1.8	0.4	3.0	2.0	3.4	3.2
Meikever, versch	704	13.4	30.1	5.6	5.0	0.4	1.1	0.8	0.2	0.2	—

TABEL V. GROOTTE EN BESTEMMING DER GRONDEN IN 1898.

BESTEMMING OF AARD VAN DEN GROND.	Groningen.	Friesland.	Drente.	Overijsel.	Gelderland.	Utrecht.	Noord-Holland.	Zuid-Holland.	Zeeland.	Noord-Brabant.	Limburg.	Nederland.	Volgnummer.
1. Heide, veengronden, duin en zand .	22 001	26 800	133 325	100 448	106 264	9 167	27 766	8 112	2 885	122 937	37 372	597 077	1
2. Vergraven grond, moeras, strand en water	3 512	10 393	1 488	11 410	4 395	6 368	16 869	12 123	5 836	9 646	7 464	89 504	2
3. Rietland, kwelders, gorzen, schorren, aanwassen en slikken	7 759	4 759	—	2 660	451	250	2 407	5 337	7 399	3 990	26	35 038	3
4. Dijken en bermen	1 468	1 443	41	840	1 075	760	2 936	4 562	5 178	1 775	28	20 106	4
5. Veld- en spoorwegen	1 840	1 804	3 804	3 156	5 730	2 822	2 179	2 738	1 438	3 353	1 647	30 511	5
6. Onbelastbare eigendommen	3 460	17 854	2 866	2 675	6 404	2 702	12 055	13 110	3 565	3 962	9 317	77 970	6
7. Erven van gebouwen en lustplaatsen	3 421	4 111	2 529	2 835	5 504	3 192	5 007	6 920	1 775	5 192	2 030	43 516	7
8. Bouwland	125 105	46 542	40 901	60 120	121 023	19 795	41 421	64 325	107 703	148 252	89 707	864 894	8
9. Wei- en hooiland (grasland). . . .	61 401	207 852	67 790	126 307	152 562	70 194	153 643	163 554	35 080	122 162	24 664	1 185 209	9
10. Tuinen met inbegrip van boomgaarden (voor eigen gebruik)	3 224	1 286	943	1 828	5 977	2 159	1 523	3 527	1 846	4 600	4 131	31 044	10
11. Moestuinen, warmoezerijen enz. (voor den handel)	153	334	28	113	1 213	183	1 102	4 110	192	569	286	8 283	11
12. Bloemisterijen met inbegrip van bloembollengrond	21	3	9	22	52	25	821	1 246	6	15	8	2 628	12
13. Boomkweekerijen	45	94	30	33	189	65	229	412	59	321	89	1 566	13
14. Boomgaarden (voor den handel) . .	42	186	10	377	5 314	2 584	636	1 412	1 262	499	5 867	18 189	14
15*a*. Hakhout en bosch (opgaande boomen)	854	7 260	6 738	10 199	42 986	8 366	6 900	4 426	1 226	14 905	12 457	116 317	15*a*
15*b*. Dennenbosch	248	720	4 727	8 622	32 239	8 208	185	51	234	40 178	24 943	120 355	15*b*
15*c*. Griend-, twijg- of rijswaardenhout .	—	7	—	288	2 319	1 656	333	4 691	27	3 681	212	13 214	15*c*
15*a*. 15*b* en 15*c*. Samen boschgrond . .	1 102	7 987	11 465	19 109	77 544	18 230	7 418	9 168	1 487	58 764	37 612	249 886	15*a*, *b*, *c*.
Geheele grootte in 1898 . . .	234 554	331 448	265 229	331 933	493 697	138 496	276 012	301 056	176 711	486 037	220 248	3 255 421	

TABEL VI. VERHOUDING TEN HONDERD DER GEHEELE UITGESTREKTHEID IN ELKE PROVINCIE IN 1898.

BESTEMMING OF AARD VAN DEN GROND.	Groningen.	Friesland.	Drente.	Overijsel.	Gelderland.	Utrecht.	Noord-Holland.	Zuid-Holland.	Zeeland.	Noord-Brabant.	Limburg.	Nederland.	Volgnummer.
1. Heide, veengronden, duin en zand . . .	9,38	8,09	50,27	30,26	21,52	6,62	10,06	2,69	1,63	25,29	16,97	18,34	1
2. Vergraven grond, moeras, strand en water	1,49	3,14	0,56	3,44	0,89	4,60	6,11	4,03	3,30	1,99	3,39	2,75	2
3. Rietland, kwelders, gorzen, schorren, aanwassen en slikken	3,31	1,44		0,80	0,09	0,18	0,87	1.77	4,19	0,82	0,01	1,08	3
4. Dijken en bermen	0,63	0,44	0,015	0,25	0,22	0,55	1,06	1,52	2,93	0,36	0,01	0,62	4
5. Veld- en spoorwegen	0,78	0,54	1,43	0,95	1,16	2,04	0,79	0,91	0,81	0,69	0,75	0,94	5
6. Onbelastbare eigendommen	1,48	5,39	1,08	0,81	1,30	1,95	4,37	4,35	2,02	0,82	4,23	2,39	6
7. Erven van gebouwen en lustplaatsen . . .	1,46	1,24	0,95	0,85	1,12	2,30	1,81	2,30	1,57	1,07	0,92	1,34	7
8. Bouwland	53,34	14,04	15,42	18,11	24,51	14,29	15,01	21,37	60,95	30,50	40,73	26,57	8
9. Wei- en hooiland (grasland)	26,18	62,71	25,56	38,05	30,90	50,68	55,67	54,33	19,85	25,13	11,20	36,47	9
10. Tuinen met inbegrip van boomgaarden (voor eigen gebruik)	1,37	0,39	0,36	0,55	1,21	1,56	0,55	1,17	1,04	0,95	1,88	0,95	10
11. Moestuinen, warmoezerijen, enz. (voor den handel)	0,065	0,107	0,01	0,034	0,27	0,13	0,40	1,37	0,11	0,12	0,13	0,25	11
12. Bloemisterijen met inbegrip van bloembollengrond	0,01	0,001	0,003	0,066	0,01	0,02	0,30	0,55	0,003	0,003	0,004	0,08	12
13. Boomkweekerijen	0,02	0,028	0,011	0,01	0,04	0,05	0,083	0,14	0,03	0,07	0,04	0,05	13
14. Boomgaarden (voor den handel)	0,018	0,056	0,004	0,11	1,07	1,87	0,23	0,47	0,71	0,10	2,66	0,56	14
15. Bosschen	0,47	2,41	4,32	5,76	15,71	13,16	2,69	3,04	0,84	12,09	17,08	7,68	15

AANVULLINGEN EN VERBETERINGEN.

Moeilijkheden van technischen aard waren oorzaak dat in tabel II bij sulfaten, chloriden en zwavelijzer (pyriet) niet gevoegd werd: Bestanddeelen die spoedig uitgespoeld worden.

Als litteratuur voor de kennis van het opnemen van stikstof door de planten en van groenbemesting, bl. 207 en 415, kon nog vermeld worden: D. R. en U. J. Mansholt, *De Stikstofvoeding der Leguminosen.*

Over het vernietigen van schadelijke dieren en het voorkomen van plantenziekten zal meer opzettelijk in Deel II gehandeld worden. Bij de periodische bewerkingen en de behandeling der stoppelvelden, bl. 320 en 368, had nog bepaald vermeld kunnen worden, dat ook daarbij op het vernietigen van insecten het oog gevestigd kan zijn. Zie *Landbouwkundig Tijdschrift*, 1898.

Bij de behandeling der menschelijke uitwerpselen, bl. 397 en volg., had nog gevoegd kunnen worden, dat voor het ontsmetten het bijvoegen van zwavelzuur koper, zwavelzuur zink, lysol of dergelijke ontsmettingsmiddelen soms noodig kan zijn. In België is daarvoor aanbevolen als het minst kostbaar en in die hoeveelheid niet schadelijk voor de planten: 1 KG. zwavelzuur zink op 1 M³ faecaliën *(3me Congrès international d'Agriculture, Rapports préliminaires, p. 576).*

Op bl. 205 kon gezegd worden, dat op kali-arme gronden de soda het kali voor een deel kan vervangen en op bl. 432 dat op grond daarvan chilisalpeter ook daarom soms een beter resultaat kan geven als zwavelzure ammoniak. Voor eene vergelijking van deze twee meststoffen zij verder verwezen naar een belangrijk opstel van Warrington *Journ. of the Royal Agric. Soc. 1900, p. 300.*

Bij de prijzen der meststoffen, bl. 426, kan nog worden gevoegd, dat door de proefstations is aangenomen dat, wanneer de waarde van 1 K.G. stikstof 100 bedraagt, die van

			in 1900	in 1901
1 K.G.	in water oplosbaar	phosphorzuur is	33	31
1 „	„ mineraalzuur „	„ „	21	20
1 „	kali	„	27	25

MEN GELIEVE VOORTS TE LEZEN:

Bl.	51,	reg.	7	v. o.	verweering	in plaats van	veweering.
„	103,	„	11	v. b.	Krecke	„ „ „	Kreeke.
„	258,	„	17	v. o.	*d. De zwaarte enz.*	„ „ „	*c. De zwaarte enz.*
„	259,	„	19	v. b.	*c. De lucht enz.*	„ „ „	*d. De lucht enz.*
„	269,	„	17	v. o.	overeenstemming	„ „ „	overstemming.
„	277,	„	15	v. b.	*d. Het vormen enz.*	„ „ „	*c. Het vormen enz.*
„	282,	„	1	v. b.	*c.* Het ontstaan enz.	„ „ „	*d.* Het ontstaan enz.
„	346,	„	2	v. o.	evenwijdig	„ „ „	evenvoudig.
„	386,	„	5	v. b.	onderzocht	„ „ „	onderzoekt.
„	421,	„	22	v. o.	$NaClO_4$ of $KClO_4$	„ „ „	$NaClO_4$.
„	422,	„	8	v. o.	12.4	„ „ „	14.2.
„	424,	„	16	v. b.	drogen	„ „ „	dragen.
„	430,	„	6	v. b.	woelklei	„ „ „	woeiklei.

ALPHABETISCH REGISTER.

A.

Aangespoelde gronden 6.
Aanslibbingen 51, 58.
Aar 159.
Aargrassen 162.
Absorptie v. gassen 259.
Absorptie v. warmtestralen 250.
Absorptievermogen 277.
Acmé-egge 356.
Aequatoriale stroom 83.
Aetherische oliën 177.
Afgespoelde gronden 6.
Aflandige winden 56.
Afleggen 223.
Afslag d. kust 56.
Afsmelting v. h. landijs 43.
Afwijkingen 74, 79, 87.
Afwisseling v. temp. 72.
Akkerbouw 3.
Akkersleep 360.
Akkers 344.
Albit 238.
Alkalische reactie 267, 386, 390.
Alcaloïden 181.
Algemeene verbeteringen v. gronden 292.
„ „ van ontgonnen gronden 316.
Alluviale gronden 7.
Alluviale vormingen 45.
Aluminium-element 112, 115.
„ bestandd. der gesteenten 238.
„ „ van grond 239.
„ „ „ klei 115, 239, 239.
Amidozuren 181.
Ammoniak-samenst. 113.
„ in de lucht 63.
„ „ regenwater 118.
„ „ veestallen enz. 388.
Ammoniak-superphosphaat 422.
Ammoniakzouten 113, 207, 421.
Amygdalin 181.
Anatomie d. planten 136.
Anemometer 82.
Anorthit 238.
A. P. Amsterd. peil 131.
Apatit 419, 450.
Appelvrucht 167.
Appelzuur 175.
Arbeid 290.
Arbeidsvermogen 290.
Arendploeg 331.
Arme gronden 243.
Artesische putten 122.
Asch d. planten 168.
Aschbestanddeelen 182.
Asparagin 181, 198.
Assimilatie 208, 213.
Augiet 31, 238.
Augietgronden 6.
Avondrood 103.

B.

Balansploeg 331, 341.
Banken 228, 319.
Bankwolk 105.
Barometer 77.
„ afwijkingen 79, 81.
„ standen 78, 79.
„ waarnemingen 77, 82.
Bastaard 227.
Bearbeidingsmethoden 366.
Bebouwde gronden 38.
Bedektbl. planten 140.
Bedektzadigen 139.
Beekbergerwoud 50, 309.
Beekbezinkingen 7, 26.
Beekduinen 27.
Beenderen 411.
Beenderkool 413, 450.
Beenderenmeel 412, 450.
Beerputten 402.
Behandeling der stoppelvelden 368.
Beitelegge 348, 358.
Bekalkingsmethode 310.
Belten 9.
Bemestingsleer 273.
Besvrucht 167.
Bevloeien 445.
Bevriezen d. planten 221.
Bevruchting 193, 224.
„ door insekten 225.
Bicalcium-phosphaat 279, 420.
Biezen 57.
Bindseltje 151.

Bijmanen 103.
Bijtende kalk of gebluschte kalk 116, 311, 425.
Bijzonnen 103.
Biotit 238.
Bitterwateren 128.
Bladen 149.
„ enkelv. 149.
„ samengestelde 149.
„ dikke 151.
Bladgroen 177, 213.
Bladgroenh. planten 63, 208.
Bladknoppen 148.
„ steel 149.
„ scheede 150.
„ schijf 149.
Blauwe klei 19, 318.
Bleizand 284.
Bloeiwijze 149, 156.
Bloem 151.
„ dek 152.
„ kelk 152.
„ knoppen 148.
„ kroon 152.
„ tuil 159.
Blijvende weefsels 187.
Blokleem 312.
Bodembloemigen 152.
Boekengrond 313.
Bonkaarde 9, 312.
Boogas-ploeg 335.
Bosschen 14, 38, 50, 71, 94, 304, 308.
Boulder-clay 32.
Bouwgrond 4, 231.
Bouwlaag 4, 231.
Bouwmateriaal 214.
Bouwvoor 231.
Bouw v. d. bladen 193.
„ „ „ stengel 191.
„ „ „ vruchten 193.
„ „ „ wortel 193.
„ „ „ zaden 193.
Brabantsche ploeg 336.
Braken 366.
Branden v. heidevelden 305.
„ „ den grond 319.
„ „ veen 309.
Breedte d. ploegvoor 342.
Broeken 12, 27.
Broekgronden 309.
Bromiden 113.
Bromium-element in zouten 113.
Bronwater 118.
Brucine 182.
Buitengronden 303.
Buizenboor 300.

C.

Caffeïne 182.
Calcium-element 112.
„ bestanddeel v. kalk 116.
„ „ „ kalkzouten 113.
„ „ „ d. grond 262.
Calcium noodig v. d. planten 205.
„ „ in den grond 205.
Cambium 187, 191.
Cambiumlaag 190, 191, 215.
Cambridge-rol 354.
Capaciteit v. water 232, 253.
Capillariteit 111.
Capillair-opzuigingsvermogen 233.
Carbonaten — zie koolzure zouten.
Carnallit 422, 452.
Celinhoud 186.
Cellen 186.
Cellulose 169.
Celstof 169.
Celwand 186.
Chilisalpeter 269, 279, 421, 451.
Chloor-element 112.
„ bestandd. v. zouten 113.
„ „ v. d. grond 261.
„ „ „ „ planten 203.
„ „ „ meststoffen 450.
Chloornatrium-samenst. 113.
„ bestandd. v. d. dampkring 63.
„ „ water 119, 121, 126
„ „ „ d. grond 20, 261.
„ „ „ „ meststoffen 422, 452.
„ als mest 425.
Chlorophyll 177.
Citraat 420, 421.
Citroenzuur 176.
Citroenz. ammonia 420, 421.
Coleorhiza 138.
Composthoop 408.
„ mest 450.
Condensatievermogen 253.
Coniine 181.
Conserveering v. stalmest 384.
Conserveeringsmiddelen 390.
Croprolithen 419, 451.
Copuleeren 223.
Croskill-rol 354.
Cultivator 356, 362.

D.

Dagelijksche afwijkingen 73, 78.
Dalgronden 8.
Damontginning 313.
Dampkring 60.
Darg 10, 12.
Dauw 92.
Dauwvorming 93.
Deep-tillage 371.
Deere's ploeg 329.
Delfstoffelijke mest 416.
Dénitrificatie 276, 386, 392, 432.
Dépotoirs 404.
Depressie 82.
Derrie 10, 12.
Dextrinase 180.
Dextrine 173.
Dextrose 173.
Diastase 180.
Diatomeën-aarde of -klei 20, 28.
Dichogame bloem 225.

Diepbewerken v. d. grond 371.
Diepgang der eg 346.
Diepploegen 308, 332, 342, 359, 371.
Diepte der ploegvoor 342.
Dierlijke mest 375.
Diluviale gronden 7, 29.
„ vormingen 43.
Dynamometer 290.
Dioriet 31.
Directe meststoffen 374, 375.
Doel d. bemesting 373.
„ „ grondbewerking 289.
Doorwassen 217.
Doosvrucht 164.
Dopvrucht 165.
Draineeren 296.
Draineerhaak 301.
Draineerplan 297.
Drei gestrenge Herren 74.
Driedeelige rol 353.
Driesland 33.
Drijftillen 49.
Drinkwater 129.
Drogende oliën 176.
Drömling 313.
Droogmaken 292.
Droogte v. d. grond 248.
Drukking der lucht 64, 77.
Duinen 7, 23, 25, 27, 29.
Duinpannen 23.
Duinvorming 47.
Duizendblad 5.
Duur d. werking v. d. mest 433.

E.

Eaux vannes 405, 421.
Ebbe 132.
Ebbestand 55.
Ebstroom 55.
Eckert's ploegen 335.
Eénbroederigen 155.
Eénhuizige planten 158.
Eénmanteligen 153.
Eénslachtige planten 158.
Eénzaadlobbige planten 139, 155, 189.
Egge 344.
Eggesoorten 350.
Egge v. Valcourt 345.
Egtanden 347, 357.
Eicellen 193, 224.
Eierstok 156.
Eihuid 193, 224.
Eigenschappen v. d. dampkring 60.
„ „ „ grond 243.
„ „ het water 110.
Eiwitstoffen 178.
„ v. d. granen 179.
Electrische verschijnselen 99.
Enkelvoudige bladen 150.
„ werktuigen 291.
Enten 223.
Erfelijkheid 228.
Extirpator 356.

F.

Faecaalextract 405.
Faecaalguano 406.
Faecaliën 399.
Figuurploegen 344.
Fijnaarde 235.
Fijnere deelen v. d. grond 235.
Flikkeren d. sterren 103.
Flins 28.
Flinten 29.
Flora 5.
Fluor 112, 450.

G.

Gaar 277.
Gaastgronden 34.
Ganzevoet 57.
Gaskalk 425, 451.
Gaswater 421, 451.
Gassen 117.
Gebluschte kalk 116, 425.
Gebroken vurg 343.
Gebruik der gronden 36.
„ v. kunstmest 428.
„ „ stalmest 427, 431.
Geconcentreerde meststoffen 375.
Geestgronden 34.
Gelaagd gem. diluvium 44.
Gelede egge 349.
Geleiding v. warmte 250.
Gelijktijdige waarnemingen 82.
Gemengd diluvium 31.
Gemengde gronden 32.
„ knoppen 148.
Gepracc. phosphorz. kalk 413, 450.
Geschiebe-lehm 32.
Geschiedenis v. d. landbouw 2.
Geslachtlooze bloemen 158.
Gestoomd beenderenmeel 413, 451.
Gier 384, 397, 450.
Gierkar 439.
Gierpomp 439.
Gierput 439.
Gips 114, 425, 451.
Gisting 174.
Gistingverschijnselen 274.
Gletschers 39.
Gletscherbeek 40.
Glimmer 6.
Glimmerlei 31.
„ plaatjes 238.
„ schiefer 31.
Gneiss 31.
Goed drinkwater 130.
Gom 173.
Graanvrucht 166.
Gradiënt 82.
Graniet 31.
Grintdiluvium 30.
Groeidagen 220.
Groenbemesting 415.
Grondbewerking 279.

Gronden eigenschappen 243.
„ ontstaan 7, 39.
„ rangschikking 285.
„ samenstelling 232.
Grondverbeteringen 289.
Grondwoeler 359, 372.
Groninger ploeg 341.
Grovere deelen v. d. grond 235.
Grubber 356.
Guanosoorten 416, 451.

H.

Haardasch 424, 451.
Haff 47.
Halve braak 367.
Hardheidsgraden 128.
Hauw 165.
Hauwtje 165.
Hardheid v. water 127.
Hechtwortels 143.
Heibanen 26.
Heideontginning 304.
Heidevelden 34.
Heidelberger tonnen 400.
Helderheid d. lucht 104.
Heliotropisme 218.
Helmbindsel 153.
„ draad 153.
„ knopje 153.
Herfstbraak 367.
Hoeveelheid regen 93.
„ slib der rivieren 53.
„ sneeuw en hagel 98.
„ stalmest 383.
„ stoppels 414.
Hondsrug 18.
Honigbakjes 157.
„ kliertjes 157.
Hoofdmeststoffen 375.
Hoofdwortel 140.
Hoogste barometerst. 80.
„ temperaturen 75.
Hoogte v. d. bodem 133.
Hoogveen 7, 8, 309.
Hooiland 37.
Hoornblende 31, 238.
Hoornblendegronden 6.
Houtcellen 184.
„ vaten 184.
Howards eggen 348.
„ grubber 356.
„ ploegen 325.
Huidmondjes 188.
Hulpmeststoffen 375.
Humaten 233, 240.
Humusstoffen 208, 242.
Humuszuren 233.
Humuszure zouten 234.
Hypocotyl-lid 137.

I.

IJsbergen 41.
IJzer-element 112.
„ bestandd v. d. grond 263.
„ „ van zouten 113.
„ „ „ gesteenten 52.
„ noodig voor de planten 177, 205.
IJzer als grondstof v. d. ploeg 338.
Indirecte meststoffen 374, 424.
Indijken 292.
Inklinking 298.
Inulin 173.
Invloed v. d. maan op het weer 107.
Invloed van het klimaat op planten en dieren 59.
Invloed v. zouten op den grond 246, 278.
„ „ regenwormen op den grond 249.
„ „ vorst „ „ „ 248.
„ „ afwisselende vochtigheid en droogte op den grond 248.
Invloed van planten op de vochtigheid van den grond 256.
Inwendig kiemwit 139, 193.
Inwijken 312.
Iodiden 113.
Iodium-element 112.
„ bestandd. v. h. zeewater 126.
„ als herkenningsmiddel 172, 180.
Isobaren 82.

J.

Jaarlijksche afwisselingen 78.
Jaarringen 191.
St. Jakobsbraak 267.

K.

Kaïnit 422, 431, 452.
Kali = Potasch 113.
„ bestanddeel v. d. plantenasch 182.
„ „ „ „ grond 262, 447.
„ „ „ meststoffen 451, 452.
Kalimest 422, 452.
Kalium-element 112.
„ bestanddeel v. d. grond 240, 261.
„ „ van mineralen 243, 422.
„ „ „ zouten 113, 114.
Kalium noodig v. d. planten 205.
„ „ in den grond 261.
Kalk samenstelling 113.
„ bestanddeel d. plantenasch 182.
„ „ v. d. grond 262.
„ „ „ gesteenten 6.
„ „ mergel 32.
„ „ water 121, 127.
„ „ zouten 113, 114.
„ der sodafabrieken 425.
Kalkgronden 6.
Karploeg 333, 341.
Katten 9.
Keegen 21.
Kegel 159.
Keien 29.
Keimergel 32.

Kelk 152.
Kelkbloemigen 152.
Kettingegge 349.
Keukenzout, zie chloornatrium.
Kiemwit 193.
„ houdende zaden 139, 193.
Kiezel = silicium-element 112.
„ bestandd. v. kiezelzuur 114.
„ „ „ zouten 114, 115.
„ „ „ d. grond 238, 264.
Kiezelzuur-samenstelling 114.
„ bestanddeel v. d. grond 238, 264.
Kiezelz. bestanddeel v. plantenasch 182.
Kiezelzure zouten — zie silicaten.
Klassificatie der gronden 285.
Klauwieren 151.
Klei samenstelling 230.
„ best. v. d. grond 242.
„ als mest 386.
„ gronden 286.
Kleine ijzer 324.
Kleur der lucht 103.
Klijnlanden 12.
Klimaat 59.
Klisters 148, 233.
Kluitenbreker 355.
Knik 18, 288, 319.
Knip 18, 288, 319.
Knollen 147.
Knoppen 148.
Koemest 384.
Koolraap b. d. grond 147.
Koolzuur samenst. 61, 113.
„ als voedsel v. d. plant 207.
„ in den dampkring 61.
„ „ „ grond 62, 235, 259, 261, 262.
Koolzuur in water 117.
Koolzure kalk 33, 232, 239, 425, 449.
Koolzure zouten 113.
Koper 206.
Kouter 324.
Krachten 290.
Krachtmeter 290.
Kransen om zon en maan 102.
Kringen „ „ „ „ 102.
Krijtgesteente 31.
Krijttuf 35.
Kromme tanden 348.
Kroon 143.
Kroonbloemigen 153.
Kroonwortels 143.
Kruimelaar 358.
Kruisbloemigen 153.
Krümmer 358.
Kunstgom 173.
Kunstmatige bevruchting 226.
Kunstmeststoffen 374.
Kunstmestbrekers 437.
Kunstmeststrooiers 437.
Kwarts 6, 238, 243, 264.
Kwartsgronden 6.
Kweekegge 350.
Kweeking v. planten 136.
Kweldergras 57.
Kwelders 21, 38.

L.

Laacke's egge 347.
Laagveen 7, 9.
Laagste barometerstand 80.
„ temperatuur 75.
Labrador 238.
Laevulose 174.
Landbouwkunde 2.
Landbouwwerktuigen 289, 323.
Landijsvormingen 43.
Landzijde 327.
Ledigen der secreetputten 407.
Leem 31, 32, 247.
Leembeddingen 29, 32.
Leemgronden 286.
Legeren v. graan 218.
Lenticellen 189.
Lepelegge 358.
Levensverschijnselen d. planten 194.
Licht 101.
„ invloed op de verdamping 217.
„ „ „ den plantengroei 218.
„ „ „ het ontkiemen 201.
Lichtverschijnselen 101.
Lidteekenweefsel 188, 223.
Limburgsche klei 30.
Lijmkalk 379.
Lipbloemigen 153.
Lithium 206.
Looizuur 176.
Löss 30, 33.
Lostage 138.
Lucht in den grond enz. 62.
„ noodig in den bodem 198, 202, 266, 276.
Lucht noodig v. menschen en dieren 60.
„ „ „ het ontkiemen enz. 198.
Luchtvaten 187.
Luchtwortels 143.

M.

Maalpeil 134.
Maan. Invloed op het weer 107.
Maasdiluvium 31.
Magnesium-element 112.
„ noodig v. d. planten 205.
„ „ in den grond 263.
„ zouten 113, 114.
Magnesia-samenstelling 113.
„ bestandd. d. plantenasch 182.
„ „ v. gesteenten 238.
„ „ v. d. grond 263.
„ „ v. water 121, 126.
„ „ v. mest enz. 422, 452.
Maibolt 19.
Maltase 108.
Mammouth 31.
Mannelijke bloemen 158.
Mangaan 112, 206.

Markasiet 285.
Marken 34.
Markenwet 34.
Maximum v. drukking 88.
Meedelanden 18.
Meeldraden 152, 155.
Meelzand 32, 237.
Meermolm 14.
Meerwater 120.
Melksap 181.
Melksapvaten 187, 286.
Merg 190.
Mergstralen 190.
Mergel 33, 284, 425, 433, 449.
Mergelgronden 287.
Meristeem 187.
Meststoffen 374.
Mest v. ontginning 430.
Mestvaalt 384.
Metaaloxyd 112.
Microben 64.
Microscopische organismen 64, 276.
„ „ in regenwater 119.
Mierenzuur 176.
Milde humus 234.
Miltvuur 129.
Minimum v. drukking 88.
Mist 92.
Moerasijzererts 284.
Moeraskalk 28, 284.
Moerasveen 11.
Molbord 317.
Molm 14.
Monocalcium phosphaat 114, 412, 420.
Moränes 39.
Morgenrood 103.
Morphine 181.
Mottig 246.
Mucidin 178.
Mul 246.
Mull 234.
Muscovit 238.
Mycorhiza 208, 213.
Myronzuur 181.
Myrosin 180.

N.

Nachtvorsten 73.
Nadeelen eener vochtige ligging van den bouwgrond 294.
Nadeelen v. h. drainceren 303.
Nadeelige werking v. kalimest 423, 433.
Natrium-element 112.
„ bestandd. v. keukenzout enz. 113.
„ onnoodig v. d. planten 205.
„ bestandd. v. plantenasch 182.
„ „ v. d. grond 264.
Natron, zie soda.
Natuurkeus 229.
Natuurlijke meststoffen 374.
Navel 167.
Navelstreng 167.
Negatieve afwijkingen 79.
Nehrung 47.
Nerven 149, 193.
Nevel 92.
Nicotine 181.
Niet-drogende oliën 176.
Nieuwe landbouwwerktuigen 355.
Nieuwere kleigronden 20.
Nitragin 416.
Nitraten — zie salpeter of salpeterzure zouten.
Nitrificatie 274, 386.
Nortonpompen 124.
Noten 165.

O.

Oculeeren 223.
Oer 28.
Oerbanken 28, 282, 305, 319.
Oergronden 12.
Oerparenchym 187.
Oliën 176.
Oligoklas 238.
Omwindsel 161.
Onbelaste gronden 37.
Ondergrondsploeg 359, 371.
Ongelaagd gem. diluvium 44.
Onkruiden 321.
Onregelmatige ontkieming 202.
Ontginning 303.
„ v. duinen 304.
„ „ heidevelden 304.
„ „ veengronden 309.
„ „ zandgronden 304.
Ontkieming 138, 195.
Ontlijmd beenderenmeel 413.
Onvruchtbaarheid v. d. grond 266, 268.
Onweer 99.
Oorspronkelijke gronden 6.
Opeengehoopte vruchten 167.
Opperhuid 175.
Oplosbaarheid in water 111, 240.
Opnemen v. water door de plant 210.
„ „ voedsel „ „ „ 210.
Organische stoffen 117.
„ „ v. d. grond 233.
„ „ als mest 426.
„ mest 374.
Orthoklas 238.
Oshoornegge 358.
Oudere gronden 35.
Oudere kleigronden 19.

P.

Paalwortel 140.
Paardekracht 294.
Paardenmest 384, 450.
Parenchym 186.
Passaatwinden 83.
Pectinestoffen 174.
Penwortel 140.
Periodieke bewerkingen van den grond 320, 366.

Peroeguano 416, 451.
Peul 163.
Peulvruchten 165, 179.
„ in de vruchtwisseling 269, 444.
Phosphaten: zie phosphorzure zouten.
Phosphorit 419, 450.
Phosphorus-element 112.
„ bestandd. v. phosphorzuur 114.
„ noodig in den grond 205, 206.
„ „ v. d. planten 205.
Phosphorusrijke mineralen 419.
„ mest 450.
Phosphorzuur samenstelling 114.
„ best. v. d. plantenasch 182.
„ „ „ „ grond 261.
„ „ „ „ meststoffen 450.
Phosphorzure zouten 114, 240, 279, 411, 419.
Physiologie 194.
Piperine 181.
Plantaardige meststoffen 374.
Planten v. hoogveen 50.
„ „ laagveen 49.
„ „ aanslibbingen 57.
Plantenei 193.
Planteneiwit 178.
Plantengroei in waterige oplossingen 204.
„ in zand 204.
„ op de aanslibbingen 57.
Plantenkaasstof 179.
Plantenslijm 173, 175.
Plantenzuren 175.
Ploegen 324, 344.
Ploegdeelen 324.
„ hoofd 327.
„ huis 324.
„ rad 332.
„ schaar 328, 338.
Ploegstaarten 330.
„ voet 332.
Pluim 159, 162.
Pluimgrassen 162.
Pluimpje 136.
Pollen 21.
Poolstroom 83.
Poortje 167.
Pompwater 121.
Positieve afwijkingen 80, 94.
Potasch, zie kali.
Potasch- of kalihoudende meststoffen: zie kalimeststoffen.
Potaschsalpeter 421, 251.
Prijs d. meststoffen 426, 433, 452.
Primaire schors 188.
Prosenchym 186.
Protandrische bloem 225.
Protogynische bloem 225.
Protoplasma 186.
Puin 6.
Puingronden 6.
Pulspompen 124.
Pulvererde 19.
Putwater 121.
Pyrit 282, 285.

R.

Radploegen 332, 341.
Randall's kruimelaar 356.
Ranken 151.
Ransomes eggen 349.
„ ploegen 324, 326.
Rechthoekige vurgen 343.
Regen 93.
Regenboog 102.
Regendagen 95.
Regenmeter 93.
Regenwater 118.
Regenwolk 105.
Regulateur 324, 330.
Rhinocerossen 31.
Richting v. d. wind 85.
Riet 57.
Rietgras 57, 156.
Rijke gronden, 243.
Rijndiluvium, 31.
Ringrollen 354.
Rister 327.
Rivierbezinkingen 7, 24.
Rivierduinen 25.
Rivierklei 25.
Riviervormingen (oude) 43.
Rivierwater 120.
Rol 352.
Rolblok 352.
Roofbouw 266, 269, 273, 276.
Roode darggronden 12.
Roodolmgronden 12.
Roodoorngronden 18, 288.
Rothamsted 269, 271, 272.
Round-about stelsel 365.
Rundveemest 384, 450.

S.

Saamhelmigen 155.
Sack's ploegen 332, 341.
Salpeterzuur-samenstelling 114.
„ in het draineerwater 280.
„ „ de lucht 63.
„ „ regenwater 118.
„ gisting 274.
Salpeterzure zouten, salpeters of nitraten 114, 240, 260, 270, 274, 279, 421, 433, 451.
Salpeterzure zouten als voedsel van de plant 204.
Salpeterzure zouten in den grond 260.
Salpeterh. superphosphaat 422.
Samengestelde bladen 150.
Samengesteldbloemigen 155, 160.
Samenhang v. d. grond 244.
Samenhelmige meeldraden 155.
Samenstelling v. d. bouwgrond 232, 238.
„ „ „ meststoffen 374, 450.
„ „ „ planten 135, 168.
„ „ water 110, 118.
Scandinavisch diluvium 31.
Schadden 28.

Schadelijke stoffen in den grond 266.
Schapenmest 360, 404.
Schapenwolkjes 106.
Scheikundige samenst. d. planten 168.
„ toestand v. d. grond 260.
„ veranderingen 266.
Scherm 159.
Schildje 138.
Schilkouter 325.
Schimmels 208.
Schlösing's slibmethode 242.
Schokbreker 291.
Schollen 28.
Schorren 21.
Schrale gronden 266.
Schuimaarde 425, 451.
Siderit 28, 282, 284.
Sikorsky's slibtoestel 236.
Silicaten of kiezelzure zouten-samenstelling 114, 115.
Silicaten-bestanddeelen v. mineralen en gesteenten 238.
Silicaten-bestanddeelen v. d. bouwgrond 238, 243, 278.
Silicium zie Kiezel.
Slib of slijk als mest 424, 448.
„ der rivieren 53, 448.
Slibmethoden 235, 242.
Slootwater 120.
Sluitcellen 188.
Sneeuw 75, 97, 251.
Soda of natron-samenstelling 113, 114, 116.
Soda bestanddeel van plantenasch enz. 182, 447, 450, 451.
Soortelijk gewicht v. d. grond 258.
Soortelijke warmte 68, 251.
Soorten 227, 228.
Spaathijzersteen 28, 282, 284.
Spanning in de plant 217.
Spierklei 19.
Spitploegen 306.
Splint 192.
Splitvruchten 166.
Sporeplanten 139.
Staandwater 120.
Stam 143.
Stalmest 375, 427, 435, 450.
Stamper 152, 155.
Stand v. h. water 131, 294.
Stapelwolk 105.
Steenkolenmijnen 35.
Steenvrucht 167.
Stekken 141, 223.
Stempel 156.
Stengel 143.
Stengeltje 138.
Steriliseeren 276.
Steunblaadjes 151.
Stijl 156.
Stikstof-element 60, 112.
„ bestandd. v. d. dampkring 60.
„ „ v. ammoniak 113.
„ „ v. salpeterzuur 114.
„ „ v. nitraten 114.
Stikstof bestandd. v. planten 169.
„ noodig v. d. planten 205.
„ in den grond 260, 265.
„ „ „ mest 375, 421, 450.
„ opneming uit de lucht 207.
Stikstofhoudende stoffen der planten 178.
Stikstofvrije stoffen der planten 169.
Stof in de lucht 63.
Stoffersatzwirthschaft 272.
Stofwisseling in de plant 215.
Stoomwatermolen 294.
Stormen 87.
Strandreep 23.
Strijd om het bestaan 229.
Strijkbord, 327, 328, 339.
Structuur v. d. grond 244.
Stuifmeel 153.
Strychnine 182.
Suikersoorten 173.
Sulkyploeg 337.
Superphosphaat van apatit enz. 419, 450.
„ „ beenderen 412, 450.
„ „ beenderkool 413, 450.
„ „ guano 418, 450.
Superphosphaatgips 393, 420.
Syeniet 31.
Symbiose 207, 208.
Système scaldisien 35.

T.

Teeltkeus 229.
Teeltweefsel 187.
Temperatuur v. d. dampkring 64.
„ „ „ grond 76, 249.
„ „ h. water 76, 117, 119, 125.
„ invloed op de ontkieming 199.
„ „ „ „ planten 219.
Terpaarde als mest 424, 430, 434, 448.
Terpen 15.
Tertiaire vormingen 7.
Teruggegaan phosphorzuur 420.
Theïne 182.
Thermometer 65.
Thomasslakkenmeel, zie Thomasphosphaat.
Thomasphosphaat 307, 311, 420, 451.
Tiefcultur 371.
Tijd v. bemesten 435.
Tijdelijke hardheid 127.
Till 32.
Toevallige afwijkingen 79.
Toevallige knoppen 148.
Tonnenstelsel 399.
Tonmolens 293.
Totale hardheid 127.
Trekkracht d. ploegen 339.
Treklijnen 330.
Trektoestel 324, 330.
Tricalciumphosphaat 279, 412.
Tros 159.
Tuitje 151.
Turfachtige humus 234, 305.
Turfmolm-closets 401, 450.
Turfstrooisel 9, 380, 381, 395.
Turning cultivator 362.

Tweebroederig 155.
Tweehuizig 158.
Tweemachines-stelsel 364.
Tweeslachtig 158.
Tweevoorploeg 342.
Tweezaadlobbige planten 139, 155, 191.
Twijgen 143.

U.

Uitbotten van knoppen 202.
Uiterwaarden 25.
Uitloopers 223.
Uitputting 268.
Uitputtende bemesting 434.
„ mest 270, 434.
Uitspoeling 271, 279, 280.
Uitstoelen der granen 144.
Uitstoelingsknoop 144.
Uittrekking v. d. grond 240.
Uitwendig kiemwit 139.
Uitwerpselen der huisdieren 375, 450.
„ „ menschen 397, 450.
Urine 376, 398, 450.

V.

Vaag in den grond 244.
Vaatbundels 189.
Vaathout 191.
Valsche vruchten 164.
Variëteiten 228, 229.
Varkensmest 384, 401.
Vasculose 385.
Vederwolk 105.
Veenbouwten 8.
Veenbranden 309.
Veendamcultuur 313.
Veengronden 7, 34.
Veeteelt 3.
Veldspaath 31, 238, 262.
Veldspaathgronden 6.
Verandering v. bosch in bouw- en weiland 308.
Verandering der kusten 56.
„ v. d. stalmest 384.
Veranderlijkheid 228.
Verbrandbare stoffen 168.
Verdamping v. water 89, 98, 210.
Verdeeling d. temperatuur op aarde 65, 446.
Vergroeiing v. wortelhaartjes met grondd. 142.
Verkruimelen 247.
Verlies v. d. stalmest 386.
Vermeerdering der cellen 186.
Vernietiging van onkruid 321, 369.
„ „ kweek 369.
Verplaatsing v. stoffen 215.
Verplaatste gronden 6, 7.
Verschijnselen in het planten- en dierenrijk 107.
Verstoppingen d. draineerbuizen 301.
Vervormde organen 151.
Verweering 51.
Verweeringsgrond 6, 7.
Verzamelbuizen 297.
Vetten 176.
Vette oliën 176.
Vijzelmolen 294.
Vivianit 9, 28. 284.
Vlakke ligging 295, 303, 317.
Vleugelvrucht 165.
Vlijm 28.
Vlinderbloemigen 153.
Vloed 131.
Vloedstroom 55.
Vluchtige oliën 177.
Vochtaantrekkend vermogen 233, 253.
„ behoudend „ 233, 253.
Vochtigheidstoestand v. d. lucht 90, 105.
Vochtigheid v. d. grond 247, 252.
Voeding der planten 204.
Voedsel der planten 209, 260.
Vogelmest 417, 450.
Volledige mest 375, 427.
Voordeelen van 't draineeren 302.
Volzee 131.
Voorjaarsbraak 367.
Voorraadsstoffen 216.
Voorschaar 325.
Voortplanting 222.
Voorwaarden der ontkieming 195.
Vorming v. oplosbare en onoplosb. verbindingen 277.
Vorming van hoogveen 50.
„ „ laagveen 48.
Vormingsweefsel 187.
Vormleer der planten 135.
Vrouwelijke bloemen 158.
Vruchten 156, 163.
Vruchthuid 139.
Vruchtopvolgingen 311, 316.
Vruchtensuiker 174.
Vruchtwisseling 440.
Vurg 342.

W.

Waardhout 26.
Wadden 16, 21.
Ware vruchten 164.
Warmte-invloed op den plantengroei 219.
Water-samenstelling 110, 118.
„ bestanddeel v. d. grond 232.
„ „ „ „ planten 168.
„ noodig v. h. leven v. planten en dieren 109, 209.
Water noodig voor scheikundige werking enz. 109, 196.
Water-eigenschappen 110.
Waterbezwaar 292.
Water en moeras 38.
Weefsels 186.
Weegbree 57.
Weerlichten 99.
Weêrvoorspellingen 106.
Welwater 121, 284.
Welzand 28, 121.

Wentel 352.
Wet van Buys-Ballot 87.
Wierden 15.
Wiesenkalk 28, 284.
Wijken 312.
Wijze van bemesten 307, 435.
Winden 82.
„ aantal 84.
Windmeter 82.
Windrozen 88, 105.
Witte klien 9, 284.
Woelen 318.
Woelklei 19, 318, 429, 434, 447.
Woeste gronden 38, 303.
Wortel 140.
Worteldruk 210.
Wortelharen 142, 212.
Wortelstok 140, 145.
Worteltje 137.
Wortelvezels 140.
Wouden 34.
Wrijving 290.
Wrijvingsweerstand 290.

Z.

Zaaddrager 167.
Zaadhuid 137.
Zaadkern 137.
Zaadlobben 137.
Zaadplanten 139.
Zacht water 127.
Zakwater 122.
Zand 235, 240.
Zandbanken 21.
Zanddiluvium 30.
Zandgronden 29, 286.
Zandoer 34, 282, 306, 449.
Zandsteengronden 6.
Zandstuivingen 7, 28.
Zavelgronden 16, 32.
Zeebezinkingen 7, 14.
Zeefvaten 187.
Zeedamp 92.
Zeedieren als mest 410, 450.
Zeeklei 14, 19.
Zeekleigronden 16.
Zeekraal 57.
Zeelooper 23.
Zeepziedersasch 424.
Zeevlam 92.
Zeewater 126.
Zeeuwsche ploeg 341.
Zelfbevruchting 225.
Zeolithen 242, 278, 425.
Zetmeel 171.
Zichtbaarbloeiende planten 139.
Zittend blad 150.
Zigzageggen 347.
Zonnewarmte 64.
Zomerbraak 367.
Zomerpeil 134.
Zouten 112, 113.
„ noodig v. d. planten 204.
Zuigbuizen 296.
Zuigen 223.
Zuigwortels 143.
Zuur-anhydrid 112.
Zuren 175.
Zure klei 19, 267, 425.
Zuringzuur 176.
Zuuramiden 181.
Zuurstof-element 110, 112.
„ bestanddeel v. d. lucht 60.
„ „ water 110.
„ „ zuren 113, 114, 115.
„ „ zouten 113, 114, 115.
„ noodig v. 't ontkiemen 198.
„ „ „ uitbotten 202.
„ „ „ ademhaling 208.
„ „ „ stofwisseling 215.
Zwaarte v. d. grond 258.
Zwaartekracht 221.
Zwavel-element 112.
„ noodig v. d. planten 205.
„ bestanddeel v. d. grond 260.
„ „ zouten enz 112.
Zwavelzuur-samenstelling 112.
„ ammonia 421, 450.
„ ijzeroxydule 263, 267, 424.
Zwavelzure kalk 127, 425.
Zwavelcalcium 266, 390.
Zwavelzure zouten of sulfaten 113, 121, 126, 204, 241, 422.
Zwavelwateren 128.
Zwavelwaterstof 63, 117, 128, 390.
Zwerfblokken 41.

UITGAVEN VAN J. B. WOLTERS TE GRONINGEN.

Joh. Berghuis en **O. J. Quintus**, Onze moestuin, met 80 houtsneden . . . . . *f* 0,30

Dr. **J. Ritzema Bos**, Landbouwdierkunde. Nuttige en schadelijke dieren van Nederland, met ruim 500 houtsneden, 2e goedkoope uitgave, 2 deelen 9,00

Dr. **J. Ritzema Bos**, Insektenschade op bouw- en weiland 2,50

J. P. M. Camman, De fruitteelt in de Betuwe 1,00

C. H. Claassen, Onze groenten- en vruchtenhandel op Engeland 1,50

J. Doornbos, Handboek voor den landman, 200 opstellen over landbouw en veeteelt . . 3,90

H. M. Hartog, Scheikundig onderzoek van den grond 0,90

A. Ide en **S. Bleeker**, Tuinbouw voor de lagere school. Handleiding ten dienste van onderwijzers, met 147 Houtsneêfiguren. (Bekroond door de Nederl. Maatschappij voor Tuinbouw en Plantkunde.) Ingenaaid *f* 0,90. Gebonden 1,50

Mr. **J. Kruseman**, Boterwet en Boter-onderzoek 0,75

Landbouwbibliotheek onder redactie van **F. B. Löhnis**, Dr. **J. Ritzema Bos** en **P. van Hoek** (geïllustreerd) *bij inteekening der compleete serie* à *f* 0,50, *buiten inteekening* à 0,65

I. Dr. **J. Ritzema Bos**, Beginselen der Dierkunde, I, met afbeeldingen, in linnen . 0,65

II. Dr. **K. H. M. van der Zande**, Beknopt Leerboek der Zuivelbereiding, met afbeeldingen, in linnen 0,65

III. **J. Z. ten Rodengate Marissen**, Leerboek der Grondverbetering, met afbeeldingen, in linnen 0,65

IV. Dr. **J. Ritzema Bos**, Ziekten en Beschadigingen der Cultuurgewassen I, in linnen 0,65

V. **P. van Hoek**, Beknopt leerboek der Scheikunde I, in linnen 0,65

VI. Dr. **J. Ritzema Bos**, Ziekten en Beschadigingen der Cultuurgewassen II, in linnen 0,65

VII. **J. Z. ten Rodengate Marissen**, Algemeene Plantenteelt, in linnen 0,65

PLAN VAN UITGAVE:

J. van Dam, Natuurkunde en meteorologie.

Dr. **J. Ritzema Bos**, Plantkunde.

Dr. **J. Ritzema Bos**, Leer van de levensverrichtingen van dieren en planten.

Dr. **H. Blink**, Aardrijkskunde voor den landbouwer.

P. van Hoek, Bemestingsleer.

J. Heidema, Grondbewerking en landbouwwerktuigen.

Dr. **J. Ritzema Bos**, Schadelijke dieren.

L. Broekema, Algemeene veeteelt.

A. W. Heidema, Paardenfokkerij.

L. Broekema, Rundvee.

L. Broekema, Schapen en varkens.

Dr. **A. M. Prins**, Bedrijfsleer en landbouwboekhouden.

H. J. Lovink, Houtteelt.

A. Ide, Ooftboomteelt en groententeelt.

Landbouwkundig Tijdschrift onder redactie van Prof. Dr. **J. Ritzema Bos**, Mr. **A. D. van Assendelft de Coningh**, Prof. Dr. **A. Mayer** en Dr. **A. M. Prins**; met kaarten en platen, 6e jaargang . . . . . *f* 3,75

F. B. Löhnis, Landbouw en Regeering. Geschiedkundig overzicht van de maatregelen in den loop dezer eeuw in Nederland genomen, ten behoeve van den landbouw 1,25

Milatz en **Reinders**, Landbouwboekhouden, gebonden 1,50

Nederlandsche Flora en Pomona, met platen, gebonden 55,00

Nederlandsche Boomgaard, met platen, 3 deelen, gebonden 70,00

Niederländische Obstgarten, met platen, 2 Bände, gebonden 70,00

Neêrlandsch Plantentuin, door Dr. **C. M. J. A. Oudemans**, met platen, 3 deelen . . . 27,00

Nederlandsche Flora door **H. Witte**, met platen, gebonden 50,00

K. J. W. Ottolander, De beste vruchten 0,50

K. J. W. Ottolander, Practisch Handb. v. den Ooftboomteelt in Nederl., met 24 platen . 2,50

Dr. **O. Pitsch**, Landbouwonderwijs in Nederland 0,60

G. Reinders, Handboek voor den Nederlandschen landbouw en de veeteelt, met ruim 400 platen en houtsneden, in 3 deelen, gebonden . . . . . *4de druk* 15,00

U. G. Schilthuis, Jz., Graanrechten 0,50

Dr. **A. Sibson**, Beginselen der landbouwscheikunde . . . . . *2de druk* 2,50

Dr. **A. Sibson**, Kunstmeststoffen, door Dr. **van Roijen** 1,00

J. Smid, De Landbouwcrisis, hare oorzaken en de middelen tot verbetering 0.90

J. Sturing, Het onkruid. Bewerkt naar Dr. **E. J. Eisbein**, Das Unkraut, met 52 afbeeld. 0,50

Tijdschrift voor Landbouwkunde, 2 deelen 9,80

Tijdschrift voor Tuinbouw, onder redactie van Dr. **H. Bos**, **A. Ide**, **Ernst H. Krelage**, **B. A. Plemper van Balen** en **Leonard A. Springer**, met vele gekleurde platen en houtsneden, jaargang I—IV . . . . . à 5,90