MINISTERIE VAN LANDBOUW, VISSERIJ EN VOEDSELVOORZIENING

DIRECTIE VAN DE LANDBOUW

CULTUURTECHNIEK

Voordrachten, behandeld op de B-cursus van 8–11 September 1953 en uitgaande van het Nederlands Instituut van Landbouwkundig Ingenieurs, het Nederlands Genootschap voor Landbouwwetenschap en de Afdeling Onderwijs van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening

LANDBOUW-ECONOMISCH BIBLIOTHEEK INSTITUUT

STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF
'S-GRAVENHAGE 1954

INHOUD

WOORD VOORAF

I. DE CULTUURTECHNIEK, historisch overzicht met cultuurtechnische perspectieven Prof. Ir F. Hellinga 1
1. Het cultuurtechnisch verleden van Nederland 1
2. Het cultuurtechnisch heden en zijn problemen 7
a. Arbeidskracht versus mechanische uitvoering 9
b. Financiering van cultuurtechnische werken 10
c. Nazorg 11
d. Cultuurtechniek en ruimtelijke ordening 11
e. Cultuurtechnisch onderzoek 12
f. Cultuurtechniek in andere landen 13
3. Cultuurtechnische perspectieven 14

II. LANDBOUWWATERHUISHOUDING Ir D. W. Stolp en Ir J. J. Westerhof Gzn 20
1. Inleiding 20
2. De wortelfunctie en het milieu 20
a. Bewortelingsdiepte 21
b. Doordringbaarheid van de grond 23
c. Vocht 24
d. Lucht 24
e. Voedingsstoffen 26
f. Temperatuur 27
3. Voorbeelden uit de practijk 27
a. Het z.g. „zavel op zand"-profiel 27
b. Storingen door overmaat van of tekort aan bepaalde stoffen . . . 30
4. Kwantitatieve beschouwingen over de waterhuishouding 31
a. Het grondwater speelt geen rol bij de vochtvoorziening van de plant 32
b. Het grondwater speelt wel een rol bij de vochtvoorziening van de plant 39

III. DRAINAGE, MOLDRAINAGE EN BEGREPPELING Ir P. M. van der Sluis, Ned. Heide Mij 49
1. Inleiding 49
2. Drainage 49
a. Hoe komt het water in de drainbuizen 49
b. Bepaling drainafstand 51
c. De plaats van de buizen in het profiel 55
d. De doorsnede van de buizen en de lengte van de drainreeksen . . 57
e. Het geven van verval aan de drainreeksen 58
f. Afdekken of omhullen van de drainbuizen 59

g. De te gebruiken buizen 60
h. Het opmaken van een drainageplan 61
i. Aanleg van drainages 62
j. Additionele maatregelen bij drainage 65
k. Enkele kostprijsberekeningen 66
l. Levensduur van drainages en jaarlijkse kosten 67
m. Onderhoud van drainages 67
n. Samengestelde drainage 68
3. Moldrainage 70
4. Begreppeling 73

IV. INFILTRATIE, BEREGENING EN BEVLOEIING Ir J. Th. Smeding, directeur Rijkslandbouwwinterschool Meppel 78
1. Infiltratie 78
a. Principe en doel 78
b. Grondsoort en profielopbouw 78
c. Systemen 80
d. N.O.Polder-gegevens betreffende infiltratie 84
2. Kunstmatige beregening in de landbouw 87
a. De beregeningsinstallatie 87
b. Het beregeningsbedrijf 90
c. De periode van beregening voor de verschillende gewassen 91
d. Het tijdstip van de beregening 92
3. Bevloeiing 92
4. De toepassingsmogelijkheden van de drie besproken vormen van watervoorziening 93

V. POLDERINRICHTING Ir J. W. de Zeeuw 95
1. Inleiding 95
2. Vooronderzoek 95
3. Inpoldering 96
4. Polderinrichting 98
a. Vaststelling van het polderpeil 100
b. Vaststelling van de afvoerfactor 108
c. Vaststelling van de aanvoerfactor 110
d. Vaststelling van de capaciteit en de voorlopige plaats van kunstwerken voor aan- en afvoer van water 110
e. Vaststelling van de kavelafmetingen en de kavelinrichting 115
f. Vaststelling van de behoefte aan drainage en egalisatie e.d. 116
g. Maatregelen ten aanzien van verkeer en bewoning 117
5. Het ontwerpen van een polderplan 117
a. Plaats en afmetingen van waterlopen 117
b. Plaats en afmetingen van wegen, kunstwerken, boerderijen en be-

plantingen 124

VI. WATERSCHAPPEN OP HOGE GRONDEN Ir J. J. Westerhof 126
1. Algemeen 126
2. Het bestuur 128
3. Enige technische problemen 128
4. Het tot stand komen van een waterbeheersingsplan 131
a. Enkele algemene opmerkingen 131
b. De hoogwaterlijn 134
c. De laagwaterlijn 134
d. De plaats van de stuwen 137
e. Het dwarsprofiel 143
f. Enkele cijfers 143
g. Financiële consequenties 145
h. Subsidiëringspolitiek 146
5. Toekomstmogelijkheden 147

VII. RUILVERKAVELING EN HERVERKAVELING Ir H. Corver 151
A. Algemeen 151
B. De Ruilverkavelingswetgeving 154
1. Algemeen 154
2. De ruilverkaveling uit kracht van de wet 157
a. De aanvraag 157
b. De voorbereiding 157
c. Het besluit tot ruilverkaveling 160
3. De uitvoering van de ruilverkaveling 160
a. De lijst van rechthebbenden 161
b. Het register van de uitkomsten der schattingen 161
c. Het definitieve plan van wegen en waterlopen 164
d. Het landschapsplan 165
e. Het plan van ruilverkaveling 166
f. De akte 170
g. De uitvoering van de werken 170
h. Nabetrachting 171
4. De ruilverkavelingsovereenkomst 174
5. Het wetsontwerp van 1951 175
C. Ruilverkaveling in Europa 179
D. Herverkaveling 179
1. Herverkavelingswet Walcheren 179
a. Procedure 179
b. Sanering 180
2. Herverkavelingswet Noodgebieden 182
E. Besluit 183

VIII. RUILVERKAVELING: RESULTATEN EN NAZORG Ir G. J. ter Brugge 185
1. Inleiding 185
2. Planologie 185
3. Het landschap 187
4. Bedrijfseconomische voordelen 188
5. Nazorg 193

IX. HERONTGINNING Ir W. M. Otto 195
1. Inleiding 195
2. Landbouwkundige grondslagen 196
a. Breken van storende lagen 196
b. Wijziging van de profielbouw 197
c. Egalisatie van de ondergrond 197
3. Techniek en uitvoering 198
a. Uitvoering in handkracht of gemechaniseerd 198
b. Voorbereiding van de werkzaamheden 199
c. Uitvoering van de werkzaamheden 200
d. De grootte van de objecten 201
4. Enkele vormen van herontginning 203
a. Herontginning op hogere zandgronden 203
b. Herontginning op lagere zandgronden 203
c. Herontginning op dalgronden 204
d. Herontginning op moerasveengronden 205
e. Herontginning op uiterwaardgronden 205
f. Herontginning op oude zeekleigronden 205
g. Herontginning op jonge zeekleigronden 207
h. Andere vormen van herontginning 208
5. Kosten, resultaten en mogelijkheden 208
a. Kosten van herontginning 208
b. Resultaten van herontginning 209
c. Mogelijkheden voor herontginning 210

X. DE TOEPASSING VAN DE CULTUURTECHNIEK IN DE IJSELMEERPOLDERS
Ir W. H. van der Molen 214
1. Inleiding 214
2. Omgrenzing van een polder 214
a. Grootte 214
b. Vorm 214
3. Inrichting van een polder 216
a. De afwatering 217
b. Het verkavelingsplan 220
4. Ontginning van een polder 221
a. Ontwatering 221

b. Verdere ontginning 227
c. Verbeteringen 228

XI. De veenontginning in het land van vollenhove Ir D. I. Luteijn . . 231
1. Topographie, bodemkundige en waterstaatkundige toestand van het te ontginnen gebied 231
a. Topographie 231
b. Bodemkundige gesteldheid 231
c. Waterstaatkundige toestand 232
2. De voorbereiding van de ontginningen 233
a. Het onderzoek 233
b. Plannen tot inpoldering en ontginning 233
3. De uitvoering van de ontginningswerken 235
a. De aankoop van de gronden 235
b. Tijdelijke regeling van het gebruik van de aangekochte gronden en overgangsmaatregelen voor gedupeerde bedrijven 235
c. Het vaststellen van het polderpeil 236
d. Het stichten van de bemalingsinstallatie 236
e. De aanleg van de kaden 236
f. Het maken van de hoofdafwatering 237
g. De detailontwatering 237
h. De aanleg van wegen en boerderijen 237
i. De ontginning 238
j. De overgangsexploitatie 238
k. De heregalisatie en bezanding 239

Algemene literatuurlijst voor cultuurtechniek 240

Register 242

WOORD VOORAF

Door nauwe samenwerking tussen het Nederlands Instituut van Landbouwkundig Ingenieurs, het Nederlands Genootschap voor Landbouwwetenschap en de Afdeling Landbouwonderwijs van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening werd van 8 t/m 11 September 1953 een B-cursus „Cultuurtechniek" gehouden.

Het voornaamste doel, dat men zich voor ogen stelde, was de behandeling van de gangbare moderne grondslagen van de cultuurtechniek. Bij de keuze en de indeling der verschillende onderwerpen is vooral gestreefd naar een logisch opgezet en gecoördineerd geheel.

Het zal daarom de lezer opvallen, dat het cultuurtechnisch grondverzet buiten de cursus is gelaten. Dit brede onderwerp is uitgesloten, omdat het door zijn omvang minder goed paste in de opzet van de cursus.

Twaalf terzake kundige specialisten hebben zich bijzonder veel moeite gegeven om het grote auditorium ieder voor hun onderdeel op de hoogte te brengen van de ervaringen en de zienswijzen van de moderne cultuurtechniek. Van de geboden gelegenheid tot discussie werd ruim gebruik gemaakt. Bij het persklaar maken van de behandelde stof hebben de inleiders met de gestelde vragen rekening gehouden.

Gedurende 8, 9 en 10 September werd de cursus in de hulpaula van de Landbouwhogeschool te Wageningen gehouden. In de namiddag van de 10e vertrokken de deelnemers naar Kamp De Voorst in de Noordoostpolder. Daar is de studie voortgezet; zij werd op 11 September 1953 besloten met een excursie langs cultuurtechnische werken in de N.O.P. en de ontginningen van N.W. Overijsel.

De Landbouwhogeschool verleende gastvrijheid door het beschikbaar stellen van de hulpaula. De Landdrost van de Noordoostpolder stond toe, dat in het Kamp De Voorst gelegenheid werd geboden voor verder vergaderen, het gebruiken van maaltijden en overnachten.

Aan de cursus werd door ongeveer honderd personen deelgenomen. Het gezelschap bestond voor bijna de helft uit leraren van middelbare en landbouwwinterscholen. Nagenoeg alle overigen kwamen uit de cultuurtechnische praktijk.

Inleiders, deelnemers en verder allen, die op enigerlei wijze deze cursus hielpen slagen, zij voor hun toegewijde medewerking hartelijk dank gebracht.

Wij hopen, dat de behandelde stof met de vele nabesprekingen, de demonstraties en de excursie ten goede zal komen aan het onderwijs in cultuurtechniek op onze instellingen van middelbaar landbouwonderwijs, alsmede aan de ingenieurspraktijk op de cultuurtechnische objecten zowel in als buiten Nederland, maar dat ook het onderling contact van de vakgenoten er door is versterkt.

Mede namens de Besturen van
het Nederlands Instituut van Landbouwkundig Ingenieurs en
het Nederlands Genootschap voor Landbouwwetenschap,

De Directeur van het Landbouwonderwijs,

Ir N. VAN VLIET

DE CULTUURTECHNIEK

HISTORISCH OVERZICHT MET CULTUURTECHNISCHE PERSPECTIEVEN

Prof. Ir F. HELLINGA

1. Het cultuurtechnisch verleden van Nederland

Afwatering en ontginning hebben het aanzien van landelijk Nederland bepaald. In een geschiedenis, die tot vóór de Middeleeuwen teruggaat, hebben de bewoners van Nederland het van nature aanwezige land en water vervormd en ingericht voor de uitoefening van de landbouw.

In de Middeleeuwen werd de poldervorming in het westen en het noorden des lands aangevat en in de daarop volgende eeuwen voltooid. Een gigantische arbeid werd verricht. Enige honderdduizenden kilometers sloten en wateringen werden gegraven. Ruim tweeduizend polders werden ingericht en van kaden voorzien. Langs de rivieren en langs de open gedeelten van de kust werden dijken opgeworpen. Gestadig werd het land ten koste van het water uitgebreid. Het grote landverlies van zeer vroegere en zich later telkens herhalende overstromingen werd in een voortdurende strijd te niet gedaan. Ging in de loop der eeuwen 500000 ha aan het water verloren, 550000 ha werd teruggewonnen (Bruggeman, 1951). Aldus groeiden de waterbouwkundige ervaring en het traditionele gevoel voor zaken van de waterstaat, welke kenmerkend voor Nederland worden geacht. Figuur 1 geeft een beeld van het opdringen van de zee en het terugdringen van het water in Zeeuwsch-Vlaanderen.

De oorspronkelijke inrichting van het land in deze gebieden is in grote trekken ongewijzigd gebleven. De lage verveningen en de daarop volgende droogmaking van de veenplassen grepen weliswaar diep in de opbouw van het land in, het patroon van het land bleef nagenoeg ongewijzigd. In de bouwlandgebieden heeft de vervanging van de begreppeling door drainage over ± 300000 ha enige differentiatie in het landelijk aspect teweeggebracht.

In oostelijk en zuidelijk Nederland, ofschoon hoog en droog gelegen en een veilige woonplaats biedend, voltrok de ontginning zich slechts geleidelijk. In de vorige eeuw hadden de ten dele zeer oude essen en bouwlandvelden een omvang verkregen, die geen sterke uitbreiding meer toeliet. Verdere ontginning van bossen en heidevelden zou immers de bemestingsbasis van het bouwland, de voorziening met plaggen- en strooiselmest, in gevaar brengen. Zo werd in de 2e helft van de 19e eeuw ernstig over de verdere ontwikkeling van Drente gediscussieerd. De voorstanders van algehele bebossing van de Drentse zandgronden met opoffering van het bouwland zagen hierin de weg naar een hoger niveau van bodemgebruik en naar grotere welvaart. Zij vonden tegenover zich degenen, die door een groot bevloeiingssysteem de vruchtbare bestanddelen van het bevloeiingswater aan de arme Drentse gronden ten goede wilden laten komen.

De discussie over deze gedurfde projecten is onbeslist gebleven. De opkomst aan

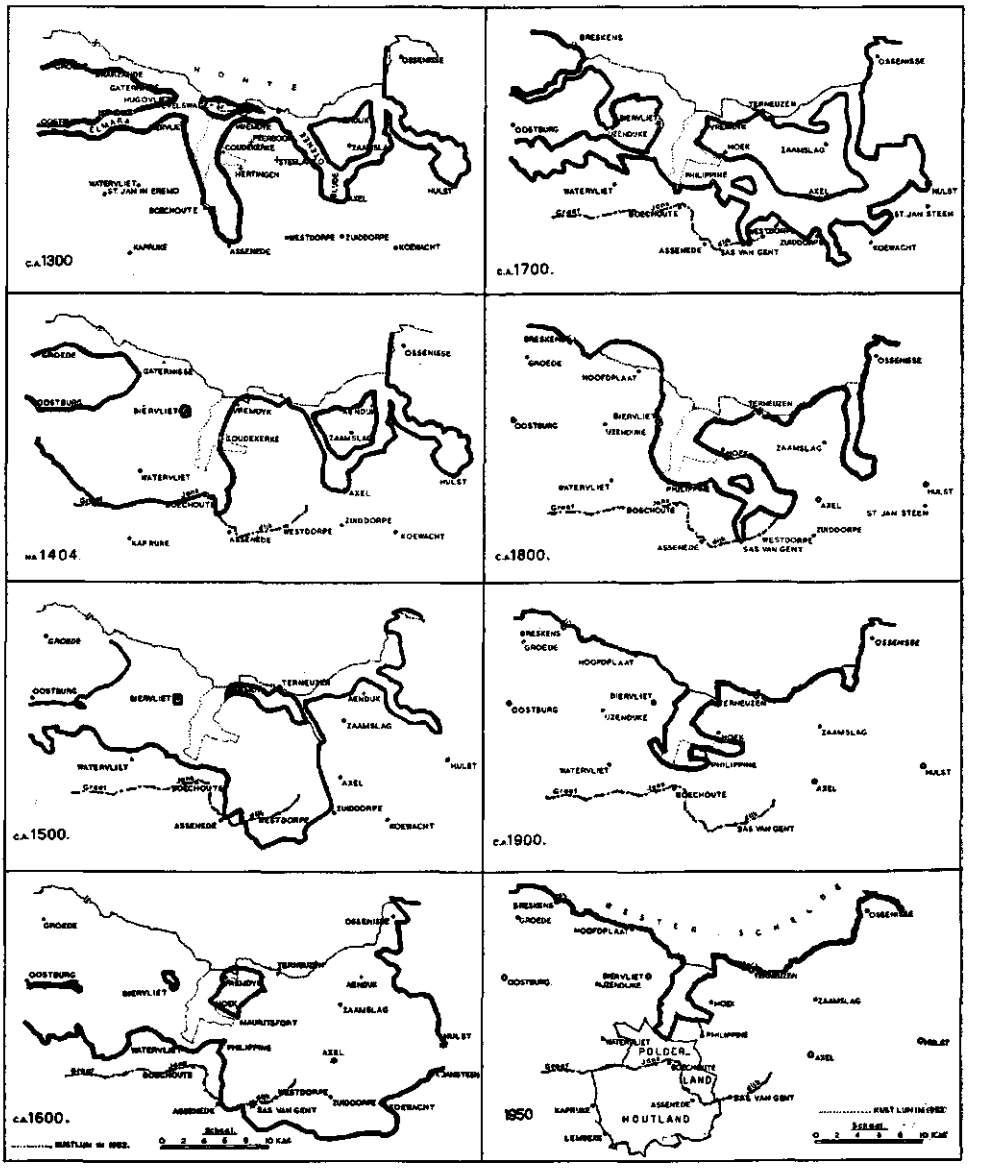


Fig. 1. De kustlijn van Zeeuwsch-Vlaanderen door de eeuwen heen (uit: Ir L. O. CROES, *de Ingenieur* 29, 1953)

het einde van de 19e eeuw van het gebruik van kunstmest gaf de stoot tot een onvoorziene ontginningsactiviteit, die oostelijk en zuidelijk Nederland in korte tijd tot een volwaardige landbouwpartner van het reeds lang in cultuur gebrachte westen en noorden zou doen uitgroeien. Bedroeg de ontgonnen oppervlakte in Drente tussen 1833 en 1888 een kleine 700 ha per jaar, voornamelijk veenkoloniale grond die met stadscompost in cultuur kon worden gebracht; tussen de beide wereldoorlogen steeg deze oppervlakte tot gemiddeld 3000 ha per jaar, overwegend arme zandgrond, die dank zij de kunstmest tot cultuurgrond kon worden ontgonnen. In een eeuw tijds werden de overwegend in bos en heide liggende oostelijke en zuidelijke provincies tot een cultuurlandschap vervormd; 600000 ha werd aan het Nederlandse landbouwareaal toegevoegd. Spectaculair is het beeld van figuur 2, waarin de afname van de oppervlakte woeste gronden in Drente tot uitdrukking komt.

De ontwikkeling van de inrichting van het land op de hoge gronden heeft nog geenszins zijn eindphase bereikt. Ruilverkavelingen en herontginningen, veelal in combinatie uitgevoerd, schaven het patroon van het land bij, wegenaanleg leidt voor vele afgelegen gebieden tot verdere ontsluiting.

Het vorenstaande doet blijken, dat reeds vóór het begrip „cultuurtechniek" ingang vond, de hierdoor gedekte activiteiten een grote rol in de geschiedenis van het bodemgebruik in Nederland speelden. Betrekkelijk weinig is hiervan geboekstaafd, slechts ten aanzien van de geschiedenis van de verkaveling blijkt de belangstelling vooral in geografische kringen vrij groot te zijn.

Bouwland	1000000 ha
Grasland	1300000 „
Tuingrond	100000 „
Bos	200000 „
Woeste grond	200000 „
Wegen, steden, erven enz. .	500000 „
Totaal grond in Nederland .	3300000 ha

In de cijfers van nevenstaand overzicht van de indeling van de grond in Nederland kan de huidige cultuurtechnicus het belangrijke werkstuk van zijn anonieme voorgangers herkennen. De gegeven oppervlakten zijn afgerond op 100000 ha.

Ofschoon in Nederland reeds in de 16e eeuw de waterbouwkunde als beroep beoefend werd, fungeert de landeigenaar, meestal de boer, nog eeuwen lang als inrichter van zijn eigen land. In zaken van grondverbetering en ontwatering was hij zijn eigen raadsman en uitvoerder. Moeilijkheden bleven niet achterwege. Vooral bij de ontginning van zandgronden deden zich teleurstellingen voor. De behoefte aan goede voorlichters en geoefende uitvoerders, aan speciaal geschoolde krachten dus, deed zich steeds sterker gevoelen. Om in deze behoefte te voorzien werd in 1888 de Nederlandse Heidemaatschappij opgericht. In 1915 kwam de N.V. Grondverbeterings- en Ontginningsmaatschappij, de „Grontmij", tot stand.

Deze beide lichamen, in de wandeling onder de naam „cultuurmaatschappijen" bekend, markeren het begin van de moderne cultuurtechniek in Nederland. Ook de Overheid, sedert de crisis van de tachtiger jaren de vooruitgang van de landbouw

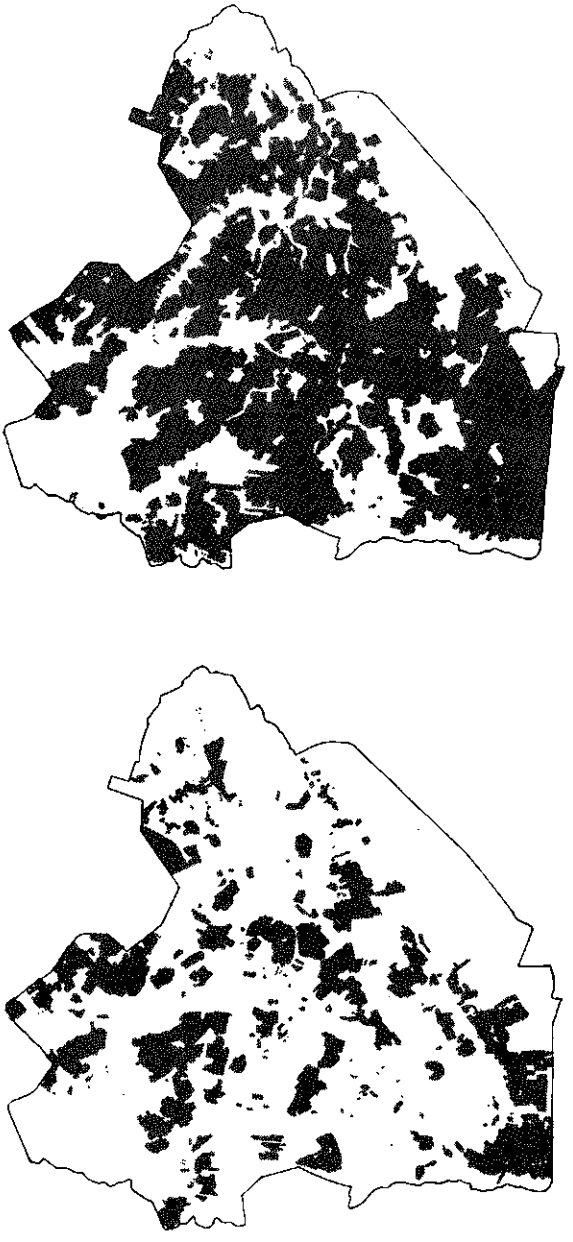


Fig. 2. Voortschrijdende ontginning in de provincie Drente. De oppervlakte bos, heide en veen (grijze arcering) in 1900 (boven) en in 1950 (beneden)

actief bevorderend, erkende een taak op dit terrein. Het in 1917 verschenen rapport „De invloed van de waterafvoer op het Nederlandse Landbouwbedrijf", stelde duidelijk de grote schade, die de Nederlandse landbouw van de in vele streken uiterst gebrekkige afwatering ondervond, in het licht. Daarop volgde in 1920 de oprichting van het Rijksbureau voor Ontwatering. In de cultuurmaatschappijen waren voornamelijk landbouwkundigen werkzaam, in het genoemde bureau werden waterbouwkundigen en landbouwkundigen gezamenlijk voor de taak van verbetering van de afwatering gesteld.

Ook op ander gebied toonde de Regering, zij het na langdurige overweging, begrip voor de mogelijkheden van de cultuurtechniek. Na het moeizame pionierswerk van de Nederlandse Heidemaatschappij met ruilverkaveling op vrijwillige basis, werd een wettelijke regeling voorbereid, die in 1924 als Ruilverkavelingswet tot stand kwam.

In 1935 werd een belangrijke stap gezet. Alle overheidsactiviteit op cultuurtechnisch gebied werd in één hand gebracht, waartoe de Cultuurtechnische Dienst werd opgericht. De cultuurtechnische voorlichting is aan deze dienst opgedragen. Hierbij berust ook het belangrijke secretariaat van de Centrale Cultuurtechnische Commissie, het centrale orgaan voor ruilverkavelingsaangelegenheden. Voorts hanteert de dienst de overheidssubsidies voor cultuurtechnische werken. De cultuurconsulent adviseert over de toekenning van deze gelden en oefent contrôle uit op de besteding. Het cultuurtechnisch herstel in het rampgebied wordt door de Cultuurtechnische Dienst geregeld. De ruilverkavelingen worden in nauwe samenwerking met de Kadastrale Ruilverkavelingsdienst uitgevoerd. De werkzaamheden van de landmeters-deskundigen vinden hun grondslag in verscheidene bepalingen van de Ruilverkavelingswet.

Indien cultuurtechnische werken als object voor directe werkgelegenheid werden uitgevoerd en op grond van deze overweging een overheidssubsidie werd verleend, dan was hierbij meestal de Rijksdienst Uitvoering Werken (D.U.W.) betrokken. De D.U.W. regelde de arbeidsvoorziening voor dergelijke werken en nam deel in de financiering.

In dit overzicht van cultuurtechnische instellingen dienen voor het oude land ook de zogenaamde „ontginningsmaatschappijen" te worden genoemd. Deze, b.v. „Het Land van Vollenhove" en „De Drie Provinciën", zijn indertijd gesticht als rechtspersoonlijkheid bezittende verenigingen, werkzaam in het belang van de verhoging van de bodemproductie. Zij kunnen, mits daartoe door de Regering gemachtigd, gebruik maken van de onder Titel VII in de Onteigeningswet opgenomen mogelijkheid om gronden op weinig tijdrovende wijze te onteigenen. Het doel van deze onteigening is doorgaans een ingrijpende verbetering van gronden met een gering voortbrengend vermogen en een sterk versnipperde verkaveling.

De grootste - als eenheid te beschouwen - cultuurtechnische objecten vormen de IJselmeerpolders. De waterbouwkundige werken worden door de Dienst der Zuiderzeewerken voorbereid en tot uitvoering gebracht. De Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), zoals de officiële titulatuur luidt, heeft tot taak de drooggevallen gronden tot goed ingerichte landbouwgebieden te maken.

Onder het Ministerie van Waterstaat ressorteert eveneens de Technische Dienst der

Domeinen, die een deel van de landaanwinningswerken aan de Friese en Groningse kust verzorgt en voorts de Sloe- en Braakmaninpolderingen op zijn naam heeft staan.

Het overzicht van de instellingen, die cultuurtechnische werken voorbereiden en uitvoeren, is hiermee niet volledig. Een aantal ingenieursbureaux zou eveneens moeten worden genoemd, dit blijft echter achterwege. Ook ten aanzien van de cultuurtechnische activiteit van vele provinciale waterstaatsdiensten en van waterschappen wordt met deze vermelding volstaan.

Een project, dat niet zo gemakkelijk te rubriceren valt, wordt hier tot slot genoemd: de Herverkaveling Walcheren. Dit moderne cultuurtechnische werk leidt een min of meer zelfstandig leven. De leidinggevende Herverkavelingscommissie oefent zijn taak in opdracht en onder toezicht van de Minister van Landbouw uit. De ingenieurs van het Bureau van Uitvoering van de Herverkaveling hebben echter bindingen met Cultuurtechnische Dienst, Kadastrale Ruilverkavelingsdienst enz.

Het is niet zonder reden, dat dit vluchtige historische overzicht en deze opsomming van cultuurtechnische instanties aan een nadere omschrijving van het begrip „cultuurtechniek" is voorafgegaan. Het is namelijk niet gemakkelijk daarvan een goede, sprekende definitie te geven. Men kan niet aan andere landen een voorbeeld ontlenen, doordat de historische ontwikkeling van de landbouwkunde land voor land zijn stempel op dit practische vakgebied drukt. In de Verenigde Staten en ook in Frankrijk is in de geleidelijke ontwikkeling van de landbouwkunde alles wat tot de landbouwtechniek en vooral tot de landbouwwerktuigen behoort, in één hand verenigd geraakt. De beoefenaars van *agricultural engineering* en *génie rural* zijn vooral in de technische uitvoering van drainage- en afwateringswerken geschoold, zij combineren deze kennis met die van ploegen, grasdrogerijen, landbouwgebouwen e.d. De Zwitserse cultuurtechnicus verenigt weer andere kwaliteiten. Ruilverkaveling, landmeten en waterpassen, uitvoering van drainage en waterbouwkunde zijn de voornaamste onderdelen van zijn vakgebied.

In Nederland is de cultuurtechniek uit de landbouwkunde met een zekere waterbouwkundige inslag voortgekomen. De Nederlandse cultuurtechnicus benadert zijn problemen uit de landbouwkundige gezichtshoek. De cultuurtechnische wetenschap heeft geen invloed op de aard en de begrenzing van het vakgebied kunnen uitoefenen. Aard en begrenzing waren reeds, eer het cultuurtechnisch onderzoek vorm begon te verkrijgen, door practische overwegingen bepaald. De belangrijkste overweging ligt in de onderlinge samenhang van de cultuurtechnische werken, die alle de opbouw van de grond en de indeling van de grond raken. Voor één gebied moeten alle cultuurtechnische verbeteringen als één geheel worden gezien; onafhankelijke uitvoering van opeenvolgende cultuurtechnische werken zou eerder verrichte investeringen geheel of gedeeltelijk hun waarde doen verliezen.

De volgende definitie doet aan deze aspecten recht wedervaren:

De cultuurtechniek omvat de werken en de maatregelen, welke blijvend, althans over een reeks van jaren, de gebruikswaarde van landbouwgrond vergroten.

Hierbij diene het volgende tot toelichting. Gesproken wordt van gebruikswaarde en niet van voortbrengend vermogen van de grond. Werken als wegenaanleg en perceelsvergroting zijn namelijk niet direct op vergroting van de productie, doch in eerste instantie op verlaging van de productiekosten gericht. Hiervan is vergroting van de gebruikswaarde het gevolg. Voorts beperkt de definitie zich niet tot cultuurtechnische werken, ook maatregelen zijn hierin opgenomen. Gedoeld wordt b.v. op wijziging van polderpeilen (productievergroting) en perceelsruil (vergroting gebruikswaarde). Tenslotte dienen in de definitie de woorden „blijvend, althans over een reeks van jaren" tot het maken van een onderscheid ten opzichte van ploegen, bemesten e.d., die tot de normale jaarlijks terugkerende werkzaamheden van de boer behoren en niet onder de cultuurtechniek vallen.

In grote lijnen omvat de cultuurtechniek in Nederland:

a. Regeling van de waterhuishouding (waterlozing, afwatering en ontwatering; bevloeiing, beregening en infiltratie; voorkoming van waterverontreiniging en verzilting).
b. Grondverbetering (ontginning en herontginning).
c. Verbetering van de verkaveling (perceelsruil, ruilverkaveling, herverkaveling, ontsluiting door wegenaanleg).
d. Landaanwinning in zijn verschillende vormen en het in cultuur brengen van drooggevallen gronden.

Tot slot van deze paragraaf nog een korte opmerking over het woord „cultuurtechniek". In Nederland is „cultuurtechniek" slechts langzamerhand ingeburgerd. Minder ingewijden hebben de neiging hieronder de techniek van de cultures te verstaan. De tijd lijkt te ver voortgeschreden om nu nog vervanging door „landinrichting" of „landverbetering" te bepleiten. Equivalente begrippen in andere talen zijn:
Engels: land drainage and land improvement, of: drainage and irrigation;
Frans: drainage et assainissement du sol, of: drainage et irrigation;
Duits: Kulturtechnik.

2. Het cultuurtechnische heden en zijn problemen

In een overzicht van de huidige cultuurtechnische activiteit valt te onderscheiden de werken op het oude en die op het nieuwe land. Van deze laatste kunnen door hun overzichtelijkheid het gemakkelijkst enige gegevens worden verstrekt.

De afsluiting en de gedeeltelijke droogleggingvan de Zuiderzee wordt algemeen gezien als het grote werk dat Nederland tussen de beide wereldoorlogen aanvatte. De Wieringermeer (20000 ha) viel in 1930 droog. De Afsluitdijk werd in 1932 voltooid, waarmee de verzoeting van het nieuw gevormde IJselmeer een aanvang nam. Vooral in de naoorlogse jaren is de grote betekenis van dit omvangrijke zoetwaterreservoir naar voren gekomen. De indijking van de Noordoostpolder (50000 ha) volgde in 1942, de ontginningsphase nadert zijn voltooiing. Een aanvang werd gemaakt met de dijkaanleg voor de derde polder, Oostelijk Flevoland (54000 ha), welke later met de ontworpen polder Zuidelijk Flevoland (42000 ha) een geheel zal vormen. De

Markerwaard (56000 ha) zal de inpolderingen voltooien en de totale oppervlakte op 220000 ha brengen.

In de opeenvolgende inpolderingen valt thans reeds een belangwekkende ontwikkelingsgang te bespeuren. De voorafgaande kleine proefpolder nabij Andijk (1927, 40 ha) diende indertijd tot oriëntering omtrent de ontzilting en de landbouwkundige eigenschappen van de Zuiderzeegronden. Men wilde de risico's van experimenten op grote schaal, nl. de 20000 ha van de Wieringermeer, vermijden. Toch kan in de Wieringermeer in menig opzicht het proefterrein van de Noordoostpolder worden gezien, vooral voor toepassing van werktuigen in de ontginning en in de landbouwkundige exploitatie. Op zijn beurt diende de Noordoostpolder ook weer tot proefterrein. Hier kwamen de ontwaterings-, infiltratie- en grondverbeteringsproblemen tot oplossing, terwijl de inrichting van Oostelijk Flevoland voorts gebaat zal zijn bij de inzichten, die omtrent verkavelings- en sociaal-economische vraagstukken in de Noordoostpolder werden verworven.

Nieuw land wordt eveneens gevormd in de Sloepolder (1949, 425 ha) en in de Braakman (1952, 1500 ha). Inmiddels vinden andere landaanwinningswerken langs de kusten van Groningen, Friesland en Zeeland geleidelijk voortgang. De landaanwinningswerken met dammen en greppels, zoals deze in de noordelijke provincies worden uitgevoerd, zijn zeer arbeidsintensief. In een neergaande conjunctuur bieden zij een betrekkelijk gunstige directe werkgelegenheid. Gemiddeld wordt in de laatste eeuwen 100 à 200 ha per jaar aangewonnen.

Op de grens van het oude en het nieuwe land ligt de Biesbosch. Dit over vele eilandpoldertjes versnipperde gebied zal eerlang van een ringdijk worden voorzien. Het te bedijken gebied is 9300 ha groot, thans valt daarin 5700 ha cultuurgrond. Dit project ontleent met name ook zijn betekenis aan de voorgenomen verbetering van de geheel ontoereikende ontsluiting en de opheffiing van een zeer grote lengte aan dijken, die veel onderhoud en voortdurend herstel vergen.

De cultuurtechnische activiteit op het oude land kan uit de werkzaamheden van de Cultuurtechnische Dienst worden afgeleid. In tabel 1 is een overzicht van de investeringen, waarbij deze dienst in de jaren 1949 tot en met 1951 betrokken was, opgenomen.

TABEL 1. Overzicht van de investeringen in cultuurtechnische werken, uitgevoerd met subsidie van de Cultuurtechnische Dienst in de periode 1949 t/m 1951

	Betrokken opp. in ha.	Kosten in mill. gld.	Geschatte opbr. verh. in %	Subsidiepercentage
Ruilverkaveling	27 000	34	25	± 75
Waterbeheersing	34 000	17	10	± 60
Wegverbetering	22 000	9	8	± 50
Inpolderingen	2 000	2	25	± 65
Grote (her)ontginningen . . .	2 000	4	50	± 70
Boerenwerken	19 000	29	35	± 55

Het accent blijkt volgens deze tabel vooral op ruilverkaveling en op boerenwerken

te vallen. Voorts zijn waterbeheersing en wegverbetering belangrijk. Inpolderingen en ontginningen blijken op het oude land geen grote betekenis te hebben. Tot goed begrip diene, dat werken op het gebied van de waterbeheersing vooral polder- en beekverbeteringen omvatten, terwijl boerenwerken een staalkaart van drainage, herontginning, kavelverbetering e.d. vormen.

Een kleine becijfering leert, dat in 1949–1951, volgens de toen geldende lonen en sociale lasten, de kosten per hectare indirecte landwinst 4–5000 gld. bedroegen. De gemeenschap droeg in dit bedrag 2750–3750 gld. bij, de boer resp. de grondeigenaar nam 1250–2500 gld. voor zijn rekening.

Het overzicht demonstreert hoe zeer de grondverbetering in de oude zin des woords, te weten de veen- en heideontginning, aan betekenis heeft ingeboet. Landbouwend Nederland heeft in een tempo, dat soms de tienduizend hectare per jaar overschreed, van de woeste gronden bezit genomen. De resterende oppervlakte omvat de duinen en grote delen van de Veluwe en ligt verder verspreid over vele kleine en enige middelgrote complexen. Slechts enkele tienduizenden ha woeste zand- en veengronden komen nog voor ontginning in aanmerking. De beslissing of deze voor cultuurgrond of voor ontspannings- of natuurwetenschappelijke doeleinden bestemd zullen worden, stuit op steeds grotere moeilijkheden.

Droogmaking en ontginning van veenplassen en meren (sedert 1500 werd aldus op het oude land ongeveer 130000 ha gewonnen) biedt geen bijzondere perspectieven meer. In het Land van Vollenhove wordt het laatste grote project van deze aard uitgevoerd.

In feite wordt thans alleen in het IJselmeer directe landwinst van betekenis geboekt, netto bijna 200000 ha in ongeveer een halve eeuw tijds. De directe landwinst op het oude land wordt sedert 1945 overvleugeld door de afbrokkeling van het landbouwareaal ten gevolge van wegenaanleg, uitbreiding bebouwde kommen, industrieterreinen enz., thans in een tempo van 2000 à 2500 ha per jaar.

Landbouwend Nederland is hierdoor op een keerpunt gekomen. De periode van geleidelijke uitbreiding van de cultuurgrond in de oostelijke en zuidelijke provincies, ingezet met de komst van de kunstmest behoort tot het verleden. Het is mede hieraan toe te schrijven, dat in deze gebieden het vraagstuk van de werkgelegenheid en de industrialisatie in alle scherpte naar voren komt.

De cultuurtechniek op het oude land heeft tot taak door verbetering van het reeds in cultuur zijnde land, de werkgelegenheid zo mogelijk nog iets op te voeren en in ieder geval de huidige werkgelegenheid te handhaven door de productievoorwaarden zo gunstig mogelijk te vormen. Vandaar dat de huidige cultuurtechniek (zie tabel 1) zich richt op ruilverkaveling, herontginning, waterbeheersing enz.

Een aantal bijzondere problemen uit de cultuurtechniek van deze tijd zullen hier puntsgewijs in het kort worden besproken.

a. Arbeidskracht versus mechanische uitvoering

In recente tijd heeft de uitvoering in handwerk in de cultuurtechniek overheerst. In de jaren 1930–1940 wist men eigenlijk niet beter of grondverbeteringen werden

geheel in handwerk uitgevoerd. Na 1945 had het Nederlandse bedrijfsleven in al zijn geledingen met tekort aan arbeidskrachten te kampen. Bij de omvangrijke herstelwerken in de inundatiegebieden en elders deed het mechanisch grondverzet zijn intrede. Experimenten met mechanische ontginningen volgden met name in de Peel. Over het geheel genomen slaagden deze proefnemingen. Omstreeks 1950 kon men stellen, dat afwateringsverbeteringen en een groot aantal ontginningen en herontginningen mechanisch op bevredigende wijze konden worden uitgevoerd. Nadien heeft de opkomende werkloosheid de toepassing van werktuigen weer enigszins afgeremd.

Volledige mechanisatie ligt nog niet binnen het bereik der mogelijkheden. Wel is het probleem van de mechanische begreppeling in de Noordoostpolder tot oplossing gebracht; het mechanische graven van drainsleuven heeft wegens de hoge kosten van de daarvoor ontworpen, overigens geheel bevredigende werktuigen nog geen ingang kunnen vinden. De mechanisatie van het sloot- en wateringenonderhoud blijkt eveneens bijzondere moeilijkheden te bieden. Een groot aantal Nederlandse constructeurs legt zich de laatste jaren hierop toe.

b. Financiering van cultuurtechnische werken

Cultuurtechnische werken vergen grote bedragen. In toenemende mate manifesteert zich een uiteenlopen van uitvoeringskosten en grondwaarde of waardevermeerdering. De eigenaar van de grond kan de gewenste verbeteringen in de meeste gevallen niet uitvoeren, tenzij hij met een belangrijke subsidie over de hoge kostendrempel wordt getild.

Subsidiëring van werken, die de algemene welvaart bevorderen, heeft reeds lang plaats. Verbetering van industriële vestigingsmogelijkheden door kanalen- en wegenaanleg is hiervan een voorbeeld. In de cultuurtechnische sfeer heeft de Overheid na de eerste wereldoorlog reeds vele afwateringsverbeteringen gesubsidieerd, indien met deze verbeteringen de eerste en een belangrijke stap op de weg tot vergroting van de welvaart voor de betrokken gebieden kon worden gezet.

De crisis van de dertiger jaren leidde tot omvangrijke subsidiëringen, indien op de cultuurtechnische werken werklozen werden geplaatst. Deze werkwijze is sedertdien in perioden en in gebieden met ernstige werkloosheid gehandhaafd gebleven. Het merendeel van de cultuurtechnische werken, vooral de werken met een relatief groot grondverzet, lenen zich goed voor de plaatsing van werklozen wegens de betrekkelijk lage eisen, die grondverzet aan de scholing van de arbeiders stelt, en de geringe bijkomende kosten.

In en direct na de tweede wereldoorlog overheerste het voedselvoorzieningsmotief bij de subsidiëring. Na de oorlog gingen andere motieven eveneens een rol spelen. Het vraagstuk van de blijvende werkgelegenheid bij een steeds toenemende bevolking noopt tot een volledig benutten van de Nederlandse bestaansbronnen, waarvan de grond een van de belangrijkste is. Voorts gold de overweging, dat de landbouw een belangrijke plaats in de strijd om het evenwicht in de betalingsbalans inneemt. Tenslotte dient op het volgende te worden gewezen. In de na-oorlogse sociaal-economische politiek was handhaving van de pacht en van de koopprijzen van land op het voor-

oorlogse niveau één van de sluitstukken. Deze gedrukte pacht- en koopprijzen beletten de eigenaar om grote bedragen in de verbetering van zijn land te investeren. Slechts met subsidie kan hij tot uitvoering van werken besluiten.

Het vraagstuk van de subsidiëring van cultuurtechnische werken is zeer samengesteld van aard. Hier geldt dat degenen, die het cultuurtechnisch beleid uitvoeren, steeds een zo goed mogelijke beslissing moeten nemen, terwijl het sociaal-economisch onderzoek nog met de vele aspecten van dit probleem worstelt.

c. Nazorg

Cultuurtechnische werken en maatregelen vergroten de gebruikswaarde van de grond. Dit moet aldus worden geïnterpreteerd, dat lang niet altijd een directe productieverhoging zal worden bemerkt. Ruilverkaveling, ontsluiting e.d. hebben in eerste instantie een productiekosten verlagend effect. Daarmede ondergaan de omstandigheden voor de bedrijfsvoering een ingrijpende wijziging; het is dan aan de boer om deze wijziging niet alleen in de richting van lagere productiekosten, maar ook in de richting van opbrengstverhoging te exploiteren.

In vele gevallen zal de bedrijfsvoering ingrijpend moeten worden gewijzigd. Ruilverkaveling en ontsluiting verruimen voor afgelegen percelen de gewassenkeuze. Hooiland kan door ontsluiting in een modern systeem van graslandgebruik worden opgenomen. Beregening en infiltratie eisen veelal andere landbouwmethoden. In vaarpolders moet het bedrijf na herontginning, egalisatie en wegenaanleg op rijden worden omgeschakeld.

Het uiteindelijk rendement van de cultuurtechnische verbeteringen hangt af van de mate, waarin de boer zich weet aan te passen aan de gunstige bedrijfsomstandigheden. De bevordering van deze aanpassing vormt een zware, maar belangrijke taak in het grensgebied van cultuurtechnische en landbouwkundige voorlichting. Men noemt dit de *nazorg*.

In toenemende mate wordt de nazorg systematisch in de uitvoering van cultuurtechnische werken opgenomen. Met name geldt dit voor een aantal ruilverkavelingen en voor de Herverkaveling Walcheren.

d. Cultuurtechniek en ruimtelijke ordening

De cultuurtechniek is op een knooppunt van belangen, de bodem, werkzaam en raakt daarmede het bestaande bodemgebruik, de toekomstige bestemming van de grond en het aanzien van het landschap. Nederland telt drie millioen ha; hierop moeten tien millioen mensen wonen en werken. De bevolking heeft een vrij hoge welvaart en wenst deze te handhaven zonder van recreatie verstoken te geraken. De cultuurconsulent werkt in het belang van een betere landinrichting. Hij moet dit landbouwbelang verdedigen en telkens weer de overige belangen bij het gebruik van de bodem hiermede in overeenstemming zien te brengen. Hij vindt nagenoeg geen steun in wettelijke bepalingen, integendeel, hij moet veelal optornen tegen wetten en verordeningen, die landschap, windbemaling, woningbouw of andere belangen beogen veilig te stellen.

In deze vaak onduidelijke situatie brengt het streven naar een evenwichtig ontwikkelde ruimtelijke ordening slechts langzamerhand enige tekening. De ruimtelijke ordening is geboren in een stedelijk milieu, de landbouw heeft zich te lang en ten onrechte afzijdig gehouden. Thans heeft echter op landelijk en provinciaal niveau volop overleg plaats en de hoop lijkt gewettigd, dat de bestemming van de Nederlandse grond eerlang in hoofdlijnen kan worden vastgelegd, waarna ook de cultuurtechnicus zal weten op welke behoeften en mogelijkheden hij zijn verbeteringsplannen moet afstemmen.

De huidige moeilijkheden zouden reeds overwonnen zijn indien een duidelijke conceptie bestond omtrent het onderzoek voor en het opstellen van een plan voor de meest doelmatige bestemming van de grond in een bepaald gebied. Hieraan ontbreekt – wij komen hierop aan het slot van paragraaf 3 terug – nog veel, ook binnen de cultuurtechniek. In dit opzicht hebben de vakgenoten, werkzaam in de IJselmeerpolders, een voorsprong op degenen, die op het oude land met de vele reeds gevestigde belangen te maken hebben.

Niet alleen ten aanzien van de grond geldt vorenstaande opmerking. Ook ten aanzien van een der weinige andere natuurlijke welvaartsbronnen, die Nederland bezit, het water, geldt hetzelfde. Water dient de scheepvaart, de drinkwatervoorziening, de industrie, de landbouw, de visserij en de recreatie. Opwekking van electrische kracht neemt in Nederland helaas geen plaats in deze opsomming in. Verder deert het water de landbouw bij overstromingen en hoge grondwaterstanden. Op vele plaatsen dient het water dan nog als vergaarbak voor afvalstoffen en afvalwater van steden en industrieën, terwijl de verzilting vanuit de zee de gebruikswaarde van het water bedreigt.

Bij al deze functies en aspecten van het water behoren een gelijk aantal belangen bij het gebruik en het verbruik van water. Belangen, die soms parallel lopen, doch ook hevig kunnen strijden. In de verzorging van een goede afvoer lopen de landbouwbelangen doorgaans parallel met die van vele andere belanghebbenden. In de ontwikkeling van de kunstmatige watervoorziening dreigt de landbouw echter op andere belangen te stuiten, met name op de scheepvaart. In het waterverbruik vindt de landbouw voorts de drinkwatervoorziening als mededinger naast zich. Een doelmatige, evenwichtige en veelzijdige ordening van de bestemming van watergebruik en waterverbruik zal op den duur niet gemist kunnen worden. Tal van waterbeheersingsplannen komen in de lucht te hangen, indien de cultuurtechnicus niet van te voren weet, hoever zijn aanspraken op het in Nederland schaarse zoete water reiken.

e. Cultuurtechnisch onderzoek

In paragraaf 1 werd de definitie van cultuurtechniek op overwegingen van practische aard gegrond. De begrenzing van het vakgebied vloeit niet voort uit de afbakening van een onderdeel der landbouwkundige wetenschappen. Dit brengt met zich, dat in de leer van de cultuurtechniek een groot aantal onderdelen van landbouwkundige en van andere wetenschappen samenvloeit. De wetenschappelijke grondslagen van de cultuurtechniek blijken zeer verschillende te zijn, zij reiken van hydraulica tot

landhuishoudkunde en van landmeten en waterpassen tot plantenphysiologie.

Het vorenstaande vindt zijn weerspiegeling in het onderzoek. Het is niet gemakkelijk een enigszins volledig overzicht van het, over vele instituten en plaatsen versnipperde onderzoek te geven. Met veronachtzaming van het door consulenten verrichte onderzoek wordt de volgende beknopte opsomming gegeven.

a. Landbouwkundig Proefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen.
   Onderwerpen: o.a. stroming van grondwater, ontwateringsdiepte, verdamping, bodemvocht.
b. Afdeling Onderzoek van de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) te Kampen.
   Onderwerpen: o.a. ontwatering van drooggevallen gronden, infiltratie, ontzilting van zoute gronden; ook mechanisatie van begreppeling en drainage.
c. Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst te Utrecht.
   Onderwerpen: o.a. ontwateringsdiepte, samenhang van hydrologische en andere eigenschappen van de bodem en hun invloed op de opbrengst, algemeen hydrologisch en drainage-onderzoek; voorts herontginning en verkaveling.
d. Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen.
   Onderwerpen: o.a. ontwateringsdiepte grasland, verdamping, beregening.
e. Wetenschappelijke Afdeling van de Herverkaveling Walcheren te Goes.
   Onderwerpen: o.a. invloed zout op plantengroei en bodem, waterhuishouding Walcheren, grondverbetering.
f. Afdeling Tuinbouwkundig Onderzoek van de Directie van de Tuinbouw te Goes, Naaldwijk en Wageningen.
   Onderwerpen: o.a. watervoorziening tuinbouwgewassen, kwaliteit van het water, luchthuishouding van de grond.
g. Landbouwhogeschool te Wageningen.
   Onderwerpen: o.a. afvoer van water, verkaveling.

Over het algemeen is men bij het cultuurtechnisch onderzoek geneigd, althans zo is de historische ontwikkeling, de bodemkunde, met name de bodemphysica en daarvan de onderdelen bodemvocht en grondwater centraal te stellen. Andere voor de cultuurtechniek belangrijke onderwerpen verkrijgen veel minder aandacht. Ten opzichte van de practijk bestaat er grote achterstand in het onderzoek van de grondverbetering. Voorts bevreemdt de geringe omvang van het verkavelingsonderzoek in verhouding tot de grote bedragen, die in ruilverkavelingen worden geïnvesteerd. Ook de systematische bestudering van de werkwijzen bij de uitvoering van werken en van de toepassing van werktuigen is nog nauwelijks aangevat.

f. Cultuurtechniek in andere landen

Reeds eerder werd vermeld, dat Nederland trots kan zijn op zijn ervaring op het gebied van polderinrichting en afwatering. Nederland heeft in de wereld naam verworven door het in cultuur brengen van de lage westelijke en noordelijke provincies, thans culminerend in de drooglegging en de ontginning van de IJselmeerpolders.

Hoe ver reikt nu deze Nederlandse ervaring en kennis voor omstandigheden in het buitenland?

De Nederlandse ervaring blijkt geheel aan het vlakke land en aan het milde klimaat gebonden te zijn. Door het ontbreken van uiterst grote hoogteverschillen neemt het elders belangrijke hoofdstuk, beteugeling van bergbeken, geen plaats in de Nederlandse cultuurtechniek in. De gelijkmatig verdeelde, matig grote regenval geeft geen aanleiding tot bovengrondse afstroming, waardoor ervaring ten aanzien van bovengrondse afvoersystemen en erosie geheel ontbreekt. Ofschoon kunstmatige watervoorziening bij infiltratie en beregening toepassing vindt, kan de cultuurtechnicus in Nederland zich geen beeld vormen van de bevloeiingssystemen, die elders representatief voor de watervoorziening zijn. Ten aanzien van andere onderwerpen, de verzouting in irrigatiegebieden en de ontwatering door middel van oppompen van grondwater, geldt hetzelfde.

Nederland kan bogen op rijke ervaring en op gedegen onderzoek, doch slechts ten aanzien van onderwerpen die hier te lande een rol spelen. In het buitenland moet de Nederlandse cultuurtechnicus zich redden door extrapolatie van zijn kennis en ervaring opdat hij een weg zal vinden onder weliswaar verwante, doch niet vertrouwde terreins- en klimaatsomstandigheden. Doorgaans gelukt dit. Indien men zich in Nederland niet heeft beperkt tot het opnemen van een groot aantal ervaringsfeiten, doch indien men zich de grondslagen van deze feiten heeft eigen gemaakt, kan men de meeste problemen benaderen. Ten aanzien van de uitvoering van hier onbekende werken blijft altijd persoonlijke kennisneming de enige mogelijkheid voor een goede oriëntering.

Opmerkelijk is, dat voor de aan de cultuurtechniek grenzende waterbouwkunde een analoge redenering blijkt te gelden. Ook in dit vakgebied treffen wij een op de Nederlandse omstandigheden toegespitste kennis aan, terwijl ervaring met de elders belangrijke bergrivieren, waterkracht en bevloeiing ontbreekt. Echter blijkt wel een zo fundamentele en gedegen kennis te bestaan, dat gemakkelijk aanpassing aan andere omstandigheden wordt verkregen.

3. Cultuurtechnische perspectieven

Het is verleidelijk om op de grens van heden en toekomst van de Nederlandse cultuurtechniek de Herverkaveling Walcheren te plaatsen. De ramp, die Walcheren in 1944/1945 trof, verkrijgt uiteindelijk een gunstig aspect, het herstel gaat met een ingrijpende verbetering gepaard. De verbetering, uit te voeren over 14500 ha, geschiedt in de bijzondere vorm van ruilverkaveling, die herverkaveling wordt genoemd. Naast ruiling van percelen ten behoeve van een betere indeling en ligging, heeft een beperkte sanering plaats, waarbij de te kleine bedrijven een zodanige grootte verkrijgen, dat van redelijke levensvatbaarheid kan worden gesproken. Verplaatsing van Walcherense boeren naar de Noordoostpolder en elders doet de voor de sanering nodige oppervlakte vrij komen. In de herverkaveling wordt het te bereiken resultaat bovendien gunstig beïnvloed, doordat verplaatsing van bedrijfsgebouwen wordt toegepast. Omtrent de bij de ruilverkaveling zoveel moeilijkheden biedende pacht, bevat de Herverkavelingswet een uitgewerkte regeling.

Niet alleen in deze opzichten stelt de herverkaveling de ruilverkaveling in de schaduw. Ook de tegelijkertijd uitgevoerde grondverbeteringen zijn ingrijpender dan wij in de meeste ruilverkavelingen gewend zijn. De afwatering wordt verbeterd, hieraan wordt op grote schaal egalisatie en drainage van percelen, die daarvoor in aanmerking komen, toegevoegd.

Opmerking verdient, dat de verbeteringen op Walcheren passen in een tevoren opgesteld plan voor de ruimtelijke ordening en dat de landschapsverzorging in het project is opgenomen. Daartoe aangewezen assistenten van de Landbouwvoorlichtingsdienst zijn met de nazorg belast.

Men is geneigd voor dit type verbetering naar een equivalent van het in Zwitserland gebezigde *Integral-Melioration* te zoeken. Herverkaveling zal thans ook op de zwaarst getroffen eilanden van het rampgebied toepassing vinden.

Stemmen gaan op om de herverkavelingsprocedure, vooral de daarin vervatte sanering, elders op het oude land eveneens in te voeren. De belangrijkste ruilverkavelingen zouden dan met sanering gepaard gaan. De hiervoor benodigde grond zou op ontginningen en in de nieuwe polders gevonden worden. In feite zou de sanering nagenoeg geheel door de IJselmeerpolders moeten worden opgevangen. Dit onderwerp telt felle voor-, doch niet minder felle tegenstanders. Een gangbare mening heeft zich nog niet gevormd.

Inmiddels ontwikkelt de ruilverkaveling zich reeds in de richting van een *Integral-Melioration.* Afwatering en wegenaanleg zijn van oudsher aan de verbetering van de kavelindeling geboden. Met verplaatsing van boerderijen wordt thans een bescheiden begin gemaakt. De omvangrijke grondverbeteringen, in tabel 1 onder boerenwerken vermeld, worden steeds meer als een onderdeel van de ruilverkaveling gezien. Aldus komen voor de ruilverkavelingsgebieden alle cultuurtechnische mogelijkheden in onderling verband tot uitvoering.

De nieuwe ruilverkavelingswet, thans bij de Staten Generaal in behandeling, beoogt door een uitgewerkte regeling van de pacht, een op onderdelen versnelde procedure en andere bepalingen, een aantal bezwaren, die bij toepassing van de wet van 1938 worden ondervonden, weg te nemen.

Ruilverkaveling in geperfectioneerde vorm acht men dé cultuurtechnische maatregel van de toekomst. Men neemt aan dat minstens 1000000 ha voor toepassing in aanmerking komen.

Herontginning en drainage zullen in het verband van een ruilverkaveling of daarbuiten eveneens over grote oppervlakten tot uitvoering komen. Het is niet mogelijk van de betrokken oppervlakte een schatting te geven.

Als derde belangrijk facet van de toekomstige verbetering van het oude land begint zich de volledige waterbeheersing, afwatering, ontwatering en kunstmatige watervoorziening af te tekenen. Op grond van een aantal onderzoekingen en verscheidene practijkervaringen zijn de verwachtingen omtrent de voordelen van kunstmatige watervoorziening hoog gespannen. Voor het grasland wordt de gemiddelde verhoging van de opbrengst bij volledige waterbeheersing op 20 % gesteld. Voor het

bouwland op de hoge zandgronden voorziet men belangrijke verbeteringen van het teeltplan en eveneens hogere opbrengsten.

Parallel met het watervoorzieningsprobleem loopt het tegengaan van de verzilting van de binnenwateren, waarbij tuinbouw en veeteelt vooral in het westen van het land gebaat zullen zijn.

Eer deze perspectieven verwezenlijkt kunnen worden, moeten grote werken tot uitvoering komen. In Nederland ontbreken de spaarbekkens tot berging van het benodigde zoete water. Na voltooiing van de inpolderingen zal het IJselmeer 120000 ha groot zijn. Bij de huidige waterstandsregeling kan hieruit aan ongeveer een gelijke oppervlakte land het water voor kunstmatige watervoorziening worden verstrekt. De Rijkswaterstaat werkt plannen uit om de toevoer van Rijnwater naar het IJselmeer te vergroten en om een grotere speelruimte tussen zomer- en winterpeil te verkrijgen. De gedachte is geopperd om bij eventuele uitvoering van een aan het Zuiderzeeproject analoog Waddenzeeproject de oppervlakte van het centrale zoetwaterreservoir tot 200000 ha uit te breiden (MESU, THIJSSE, 1951).

Voor het zuiden des lands heeft het centrale reservoir geen grote betekenis. Hier kan de inrichting van de Brielsche Maas tot zoetwaterreservoir (1950, 800 ha), worden beschouwd als de voorloper van de vorming van een aantal grote reservoirs bij eventuele afsluiting van de zeegaten. MESU (lezing 1953) schatte de oppervlakte van de in een dergelijk project te vormen zoete binnenmeren op 50–60000 ha.

Men zij zich bewust, dat wij nog ver van een algemene watervoorziening van de landbouw verwijderd zijn. De inrichting van de spaarbekkens, de aanleg van de hoofdaanvoerkanalen en de uiteindelijke verdeling van het water over de landbouwbedrijven vormen problemen van grote omvang, waarvan de oplossing een generatie zal vergen. Binnen de cultuurtechnische sfeer kan b.v. worden gewezen op de vraag, of de watervoorziening door middel van infiltratiesystemen of door beregening zal plaats vinden. Wellicht heeft in een aantal gevallen ook bevloeiing een kans. Deze en soortgelijke vragen kunnen bij de huidige stand van het onderzoek nog nauwelijks worden beantwoord.

Cijfers van de in de toekomst te verwachten productieverhogingen door uitvoering van cultuurtechnische werken zijn niet gemakkelijk te geven. In de hierop betrekking hebbende literatuur treft men geen schattingen van de indirecte landwinst aan. Voor de directe landwinst door ontginning van heide- en veengronden en door droogmaking van de veenplassen werd in 1950 een schatting van 40 à 50000 ha opgesteld (MESU, 1950).

Voor de directe landwinst buiten het oude land bieden de cijfers van de IJselmeerinpolderingen het meeste houvast. Hier kan nog 150000 ha worden gewonnen. De overige winst aan cultuurgrond buiten het oude land wordt door BRUGGEMAN in zijn studie „Nieuw Land" op 27000 ha voor de mogelijkheden op korte termijn, op 150000 ha voor de mogelijkheden op lange termijn gesteld. In de 27000 ha zijn de inmiddels voltooide inpolderingen van Sloe en Braakman (± 2000 ha) begrepen. De mogelijkheden op lange termijn liggen voornamelijk in de Waddenzee. Hiervan zou

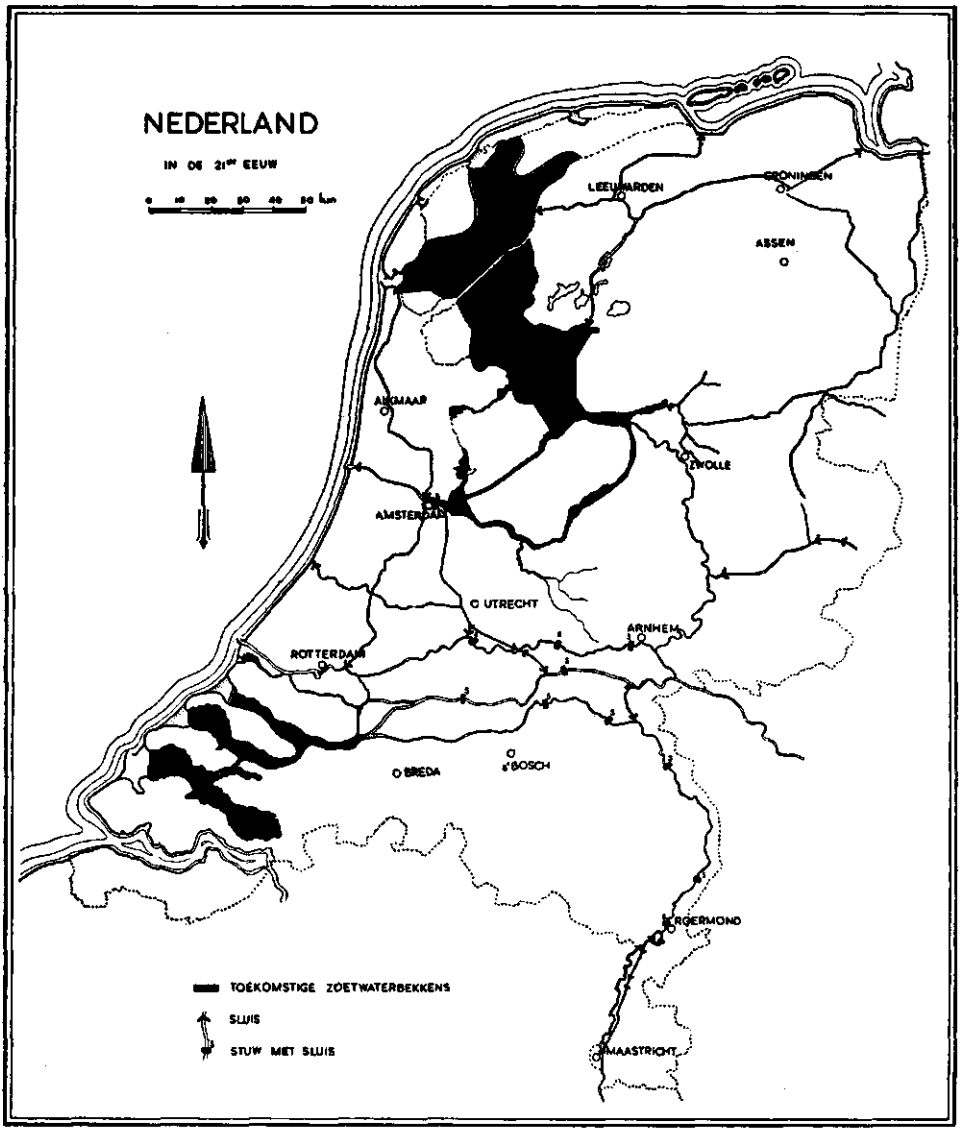


Fig. 3. De kaart van Nederland, indien de waterstaatkundige werken van de toekomst zouden zijn uitgevoerd (THUSSE, 1951)

na afsluiting van de zeegaten een gedeelte tot cultuurgrond en bos (± 130000 ha), een ander gedeelte tot zoetwaterreservoir (± 80000 ha) kunnen worden ingericht. In onderzoek is de vraag of de zandige bodem door diepploegen en bovenbrengen van klei kan worden verbeterd. Waar dit niet mogelijk is, zullen de in te polderen gronden door de aanleg van infiltratiewerken tot een aanvaardbaar voortbrengend vermogen moeten worden gebracht. Nederland kan nog ingrijpend van gedaante veranderen. THYSSE (1951) ontwierp het in figuur 3 weergegeven beeld.

Men kan niet in de toekomst zien. Met dit globale overzicht moet worden volstaan. Wel tekent zich af, dat in de toekomst de cultuurtechnische werken steeds dieper in de bestaande toestand van ons land zullen ingrijpen. Om deze taak te volbrengen moet de cultuurtechniek in toenemende mate op documentatie en onderzoek kunnen steunen.

In het nieuwe land liggen vele problemen aanmerkelijk eenvoudiger. Voor het opstellen van de plannen heeft men een grotere bewegingsvrijheid, men kan zich daarbij nagenoeg geheel op voorafgaande verkenning baseren. Voor de polder Oostelijk Flevoland is een uitvoerige bodemkundige documentatie opgesteld. Deze verschaft inlichtingen over de grondsoorten, de te verwachten inklinking, de kwel enz. Aan de hand daarvan wordt nu reeds vastgesteld, waar na het droogvallen van de polder de ontginning zal worden aangevat, waar infiltratiewerken moeten worden ontworpen enz. De verrichte verkenning dient mede tot basis voor de bestemming van de gronden en het verkavelingsplan. De ervaringen en onderzoekingen in de voltooide IJselmeerpolders maken deze vèrgaande interpretatie van de in Oostelijk Flevoland verzamelde gegevens mogelijk.

Op het oude land moet men zijn verbeteringen steeds in een bestaande toestand passen. Bovendien liggen de objecten verspreid over drie millioen ha, zodat een volledige documentatie moeilijk is. Voor het opstellen van de plannen kan men overigens van een aantal gegevens uitgaan. Ter beschikking staan topografische, kadastrale, waterstaats- en geologische kaarten van uiteenlopende ouderdom. Van vele gebieden zijn bodem- en hoogtekaarten vervaardigd. De bosstatistiek geeft een overzicht van de bossen en de woeste gronden; echter ontbreekt een volledige cultuurkaart.

Een van de belangrijkste wensen voor de toekomst is het samenstellen van een cultuurtechnische verkenning van Nederland met behulp van de genoemde facetkaarten, aangevuld met een grondwaterstands- en bodemvochtkaart, een verkavelingskaart en een grondverbeteringskaart. Een dergelijke synthese behoort thans niet tot de mogelijkheden. De oorzaak is niet ver te zoeken. Methoden om ruilverkavelingsbehoefte, waterbeheersingsnoodzaak en grondverbeteringsmogelijkheden in getalsmaat uit te drukken, zijn nog niet in voldoende hanteerbare vorm beschikbaar. Het cultuurtechnische onderzoek beweegt zich langzaam in deze richting. Met de verkenning van de waterhuishouding van de Nederlandse landbouw kon reeds een aanvang worden gemaakt. Zodra het onderzoek hiertoe de weg kan wijzen, ware in het belang van het toekomstige cultuurtechnische beleid ook met de verkenning van de verkaveling en van de mogelijkheden tot grondverbetering een aanvang te maken.

LITERATUUR

BRUGGEMAN, A. G. Nieuw land. Overzicht van onze landaanwinning. *Ber. Ned. Ver. v. Landaanw.* **2** (1951).

HERMANS, H. Hoe Nederland groeide. Anderhalve eeuw bodemwinning en grondverbetering. *Landaanwinning en landbouw. Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* 7 12 (1950).

MESU, F. P. Cultuurtechnische werken nu en in de toekomst. *Landbouwk. T.* **62** (1950) 912–924.

——— De watervoorziening ten behoeve van de Nederlandse landbouw. *Landbouwk. T.* **63** (1951) 582–594.

THIJSSE, J. TH. De zoetwatervoorraden in Nederland. *Landbouwk. T.* **63** (1951) 674–681.

LANDBOUWWATERHUISHOUDING

Ir D. W. STOLP en Ir J. J. WESTERHOF GZN

1. Inleiding

Om de plaats van de landbouwwaterhuishouding in de cultuurtechniek nader te preciseren wordt hier onderscheid gemaakt tussen verschillende wijzen van verhoging van de gebruikswaarde van de grond. Al naar hun aard kunnen de cultuurtechnische maatregelen leiden tot een hogere bruto-opbrengst (b.v. waterbeheersing), een daling van de productiekosten (b.v. ruilverkaveling), verhoging van de oogstzekerheid.

In dit hoofdstuk zal speciaal aandacht worden geschonken aan de factoren, die een rol spelen bij het cultuurtechnische werk, dat gericht is op verhoging van de gebruikswaarde van de grond door middel van verhoging van de bruto-opbrengst.

Bij de beschouwing van dit onderwerp moet de plant met zijn levensvoorwaarden als uitgangspunt worden gekozen.

De plant is een levend organisme, dat gedeeltelijk in en gedeeltelijk boven de grond leeft. Beide delen hebben elk een speciale functie bij de physiologische processen, die noodzakelijk zijn voor de instandhouding van de plant.

Het is hier niet de plaats om in te gaan op de wijze waarop deze processen plaats vinden. Volstaan kan worden met het aangeven van wat er in feite gebeurt.

De koolzuurassimilatie heeft plaats in de bovengrondse delen, de stengels met bladeren, waarbij onder invloed van licht en bladgroen een reactie plaats vindt tussen koolzuur, dat uit de atmosfeer wordt opgenomen en water, dat in het algemeen door de wortels wordt opgenomen.

Volledigheidshalve kan hier worden opgemerkt, dat onder bepaalde omstandigheden ook wateropname uit de lucht kan plaatsvinden.

Een andere functie van de bovengrondse delen is de transpiratie. De aanwezigheid van voldoende water hiervoor is vooral van de weersomstandigheden afhankelijk.

2. De wortelfuncties en het milieu

De delen van de plant in de grond, de wortels, nemen via de wortelharen water en voedingsstoffen op. Voor het verrichten van de normale functie heeft de wortel naast water en voedingsstoffen ook zuurstof nodig als energiebron voor de physiologische processen. Bij deze processen wordt koolzuur door de wortels afgescheiden.

De temperatuur is van grote invloed op de wortelactiviteit.

Wortels en bovengrondse delen vormen ondanks de specifieke taak, die ze hebben, een harmonische eenheid wat betreft het produceren van droge stof. Dit blijkt b.v. uit de waterbehoefte van de plant. De transpiratie heeft plaats door de bovengrondse delen, de aanvoer grotendeels door de wortels. Omgekeerd hebben de bovengrondse delen tot taak de vorming van de carbohydraten, die voor de wortelgroei nodig zijn.

Met het oog gericht op de cultuurtechniek is het logisch nader in te gaan op functies van het wortelstelsel en de eisen, die door een optimale beworteling aan de grond worden gesteld. Deze beworteling immers speelt zich af in een zone, die bij uitstek door menselijk ingrijpen kan worden beïnvloed.

a. Bewortelingsdiepte

Allereerst moeten enige opmerkingen worden gemaakt over de aard van de beworteling van verschillende gewassen. Behalve door de groeivoorwaarden van de omgeving wordt de beworteling, met name het type, bepaald door erfelijke eigenschappen. Een gevolg hiervan is, dat de diepte van beworteling, die zo'n belangrijke rol kan spelen bij de vochtvoorziening van de plant, voor verschillende planten zeer sterk kan variëren.

De akkerbouwgewassen hebben onder gunstige omstandigheden in het algemeen een bewortelingsdiepte van tenminste 1,20 m. Diepten van meer dan 1,50 m zijn echter niet ongewoon. Aardappelen wortelen meestal ondieper en bereiken meestal een wortellengte van 0,75–1,00 m.

Bij tuinbouwgewassen is de beworteling in de practijk meestal ondieper en bij grasland is 40 cm normaliter reeds de grens. Bij de bewortelingsdiepte van gras speelt de wijze van behandeling van het gewas een belangrijke rol. Door regelmatig maaien of afgrazen blijft het wortelstelsel ondiep, omdat de voor de wortelontwikkeling bestemde carbohydraten worden weggenomen. Heeft dit niet plaats, dan kunnen graswortels een aanzienlijk grotere diepte bereiken.

De wortelontwikkeling is ook afhankelijk van de lengte van de vegetatieperiode. Naarmate deze langer is, zullen de wortels dieper kunnen groeien.

Het is moeilijk na te gaan, wat nu eigenlijk onder de bewortelingsdiepte moet worden verstaan, aangezien normaliter naar beneden de worteldichtheid geleidelijk afneemt.

Verder bestaat de mogelijkheid dat b.v. door zuurstofgebrek niet meer aan de optimale groeivoorwaarden wordt voldaan, waarbij in aanmerking moet worden genomen, dat het ene gewas veel minder gevoelig is voor afwijking van de „normale" groeivoorwaarden dan het andere, wat duidelijk wordt gedemonstreerd door proeven van GOEDEWAAGEN (1942). Bieten en bonen (fig. 1 links) reageren heel sterk op een lage pH (4,7); aardappelen en tarwe nauwelijks (fig. 1 rechts).

Aangezien in het algemeen in de grond, met de diepte, het vochtgehalte toeneemt en de vochtvoorziening beter wordt, kan met hetgeen over de worteldiepte is gezegd worden geconcludeerd, dat naarmate het wortelstelsel ondieper is, de vochtvoorziening van de plant ongunstiger wordt, hetgeen in de practijk betekent dat de optimale grondwaterstand voor verschillende gewassen niet dezelfde kan zijn.

Welke eisen stelt nu de groei van de wortels en daarmee die van de gehele plant aan het milieu?

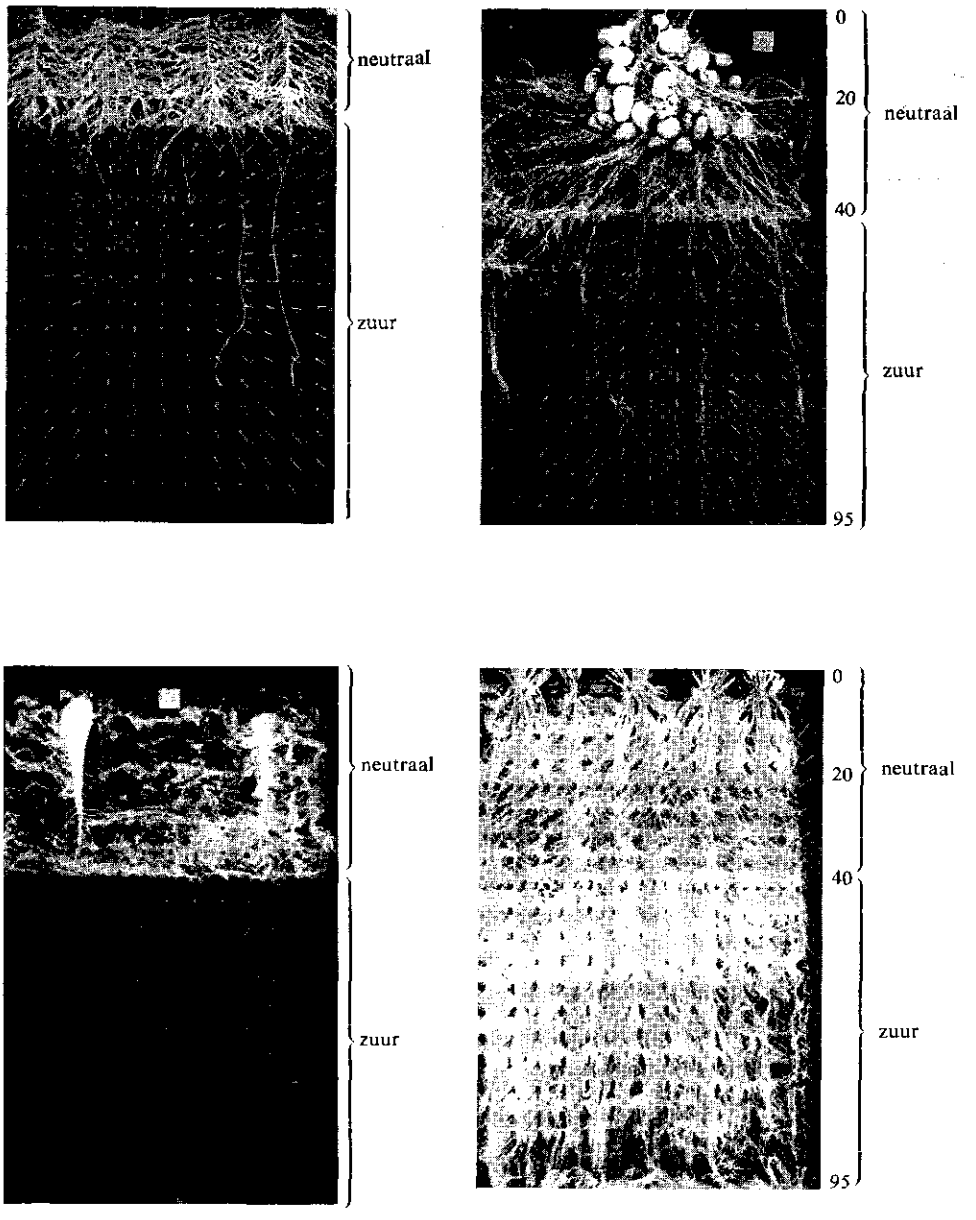


Fig. 1. Invloed van een zure grond (pH 4,7) op de wortelontwikkeling van verschillende gewassen. De bovengrond was bekalkt tot een pH van 6,5 à 7,0 (uit: GOEDEWAAGEN, 1942).

Voor een optimale wortelwerking moet in het algemeen worden voldaan aan twee voorwaarden:

1. De verschillende factoren die van invloed zijn op de wortelfunctie, moeten in harmonisch evenwicht zijn.
2. Dit evenwicht moet op een zo hoog mogelijk niveau liggen, zodat ook aan extreem hoge eisen van de plant kan worden voldaan.

Het harmonisch evenwicht wordt bepaald door de eisen, die de wortels aan hun omgeving, c.q. de grond stellen voor het uitoefenen van hun functie.

Nader gepreciseerd zijn deze eisen:

1. Een voldoende doordringbaarheid van de grond voor de wortels.
2. Een voldoende aanvoer naar de rhizosfeer van vocht, voedingsstoffen en zuurstof, en afvoer van koolzuur.
3. Een geschikte temperatuur.

Het is uiteraard onmogelijk al deze factoren in extenso te behandelen. Slechts enkele aspecten, die door cultuurtechnische maatregelen kunnen worden beïnvloed, zullen hier worden aangeroerd.

b. Doordringbaarheid van de grond

Voor de groei van wortels moet de grond doordringbaar zijn. De wortels zijn weliswaar in staat ten koste van een hoeveelheid energie een bepaalde weerstand te overwinnen, doch dit vermogen is beperkt. Een te grote weerstand ontstaat bij een te dichte pakking van de gronddeeltjes.

Men kan de dichtheid van de grond op verschillende wijzen karakteriseren. Een ervan is de bepaling van het volumegewicht van de grond. Bij gronden in een korrelstructuur leidt de methode tot bruikbare resultaten, waarbij blijkt dat betrekkelijk kleine verschillen in volumegewicht tussen gronden met dezelfde textuur al een belangrijke samenhang vertonen met de doordringbaarheid voor wortels. Bepalingen van volumegewichten bij gronden met een duidelijke structuur, leveren vaak onbevredigende resultaten op. In dit geval is nl. de poriënverdeling van groot belang.

VEIHMEYER en HENDRICKSON (1948) deden proeven, waarbij de wortelgroei van zonnebloemen bij verschillende dichtheden van eenzelfde grond werden vergeleken. Steeds bleek dat bij de minder dichte pakking wel, bij de dichtste pakking geen wortels in de grond doordrongen. De oorzaak wordt eerder gezocht in de te nauwe poriën, waarin de wortels niet kunnen doordringen, dan in zuurstofgebrek, omdat bleek dat de wortels ook groeiden in de grond bij losse pakking, maar in met water verzadigde toestand, waarbij de zuurstof door verwarming practisch was verdwenen.

De resultaten van de onderzoekingen in Nederland ten aanzien van de oorzaak van het niet binnendringen van wortels in bepaalde zandlagen gaan ook in de richting van een te dichte pakking (VAN DEN BERG en VAN DEN BOSCH, 1954), al zijn er ook aanwijzingen dat zuurstofgebrek een rol kan spelen (publicatie in voorbereiding; *Versl. Landbouwk. Onderz.* 1954).

c. Vocht

Aan de factor water zal nog een afzonderlijke paragraaf worden gewijd, zodat hier volstaan wordt met slechts enkele opmerkingen over het vochttransport.

De vochtbehoefte wordt normaliter gedekt door de wateropname door het wortelstelsel. Dit wortelstelsel ontwikkelt zich in de grond in een omgeving waar water en lucht aanwezig zijn. De wortel, vooral de actieve wortelzone direct achter de worteltop, onttrekt via de wortelharen water aan de directe omgeving. Zodra het opneembare water rond een wortelhaar gaat ontbreken, moet water van elders naar de rhizosfeer worden aangevoerd. Aangezien echter in het milieu ook lucht aanwezig is, heeft men te doen met een z.g. onverzadigde stroming en deze stroming is zeer langzaam. Men kan de snelheid stellen op ongeveer 0,01 cm per uur, d.i. 0,0025 m per etmaal. Deze lage waarde is een gevolg van het feit, dat het water zich in een onverzadigde grond slechts door een dunne waterfilm of in dampvorm kan bewegen.

Het is daarom duidelijk, dat gemakkelijker aan een zekere waterbehoefte kan worden voldaan naarmate het actieve worteloppervlak beter is ontwikkeld, m.a.w., de mogelijkheid van een goede doorworteling van de grond is van belang voor een goede watervoorziening.

Aangezien dus het transport van water naar de rhizosfeer in het algemeen langzaam is en een groot actief worteloppervlak van veel belang, zal moeten worden gestreefd naar het beschikbaar stellen van een zo groot mogelijk grondvolume voor een goede doorworteling.

d. Lucht

Om een grote activiteit van de plantenwortels mogelijk te maken, is veel zuurstof nodig en moet tegelijkertijd koolzuur worden afgevoerd.

Dit betekent dat een intensieve verversing van de bodemlucht moet plaatsvinden. Deze aëratie kan alleen plaatsvinden in de grote capillaire poriën, die, wanneer de grond nog tot veldcapaciteit bevochtigd is, reeds met lucht zijn gevuld. Gebrek aan zuurstof, meestal gepaard gaande met een te hoog koolzuurgehalte in de bodemlucht, speciaal in de rhizosfeer, remt de water- en voedselopname door de wortels.

De noodzakelijkheid van een goede zuurstof-, dus luchtvoorziening van de grond voor de ontwikkeling van de plant in het algemeen en van de wortels in het bijzonder, wordt algemeen erkend. Echter is over deze factor, vergeleken met de factor water, kwantitatief minder bekend. Hierbij speelt ongetwijfeld een rol de ervaring, dat bij het in orde brengen van de waterhuishouding in de meeste gevallen ook de luchtvoorziening sterk wordt verbeterd, zonder dat hiervoor speciale maatregelen behoeven te worden genomen, zodat hieraan minder aandacht is besteed. Daarbij komt nog, dat lucht minder mogelijkheden tot beheersing biedt dan water.

Vastgesteld kan worden dat de aëratie van de bodem niet alleen moet worden gezien als een aanvoer van de zuurstof, doch ook als afvoer van het koolzuur. Dit is immers in een te hoge concentratie (1 à 1,5 %) schadelijk voor de normale akkerbouwgewassen, doordat de doorlatendheid van de wortelcellen voor water daalt en vergiftiging kan optreden.

Het is niet mogelijk om precies de zuurstofbehoefte van de plant aan te geven. Deze behoefte is echter niet steeds gelijk. Zowel het ontwikkelingsstadium van de wortel als de temperatuur en de aard van het gewas zijn van invloed.

Ter bepaling van de gedachte over de zuurstofbehoefte kunnen hier enkele waarnemingen worden genoemd.

Bij appelwortels met een diameter > 1 mm werd door BOYNTON en REUTNER (1939) vastgesteld, dat voor instandhouding van de wortels, groei van bestaande wortels en nieuwe wortelvorming respectievelijk 1–3 %, 5–10 % en > 12 % zuurstof in de bodemlucht nodig zijn. KRAUSE (1931), in een samenvatting van de Russische literatuur, geeft aan, dat gemiddeld per gram droge stof 1 mg zuurstof nodig is, waarbij de behoefte van verschillende gewassen nog sterk kan uiteenlopen. Voor mais werd een behoefte van 0,35 mg en voor erwten 1,28 mg zuurstof vastgesteld. Deze behoefte komt ruw geschat neer op een dagelijks verbruik van 1 % (van het grondvolume) zuurstof. Volgens dezelfde auteur kan de voorraad zuurstof in de grond variëren van 2–8 % van het grondvolume. Hieruit kan men concluderen dat regelmatige aanvoer van zuurstof nodig is, nog afgezien van het feit dat het koolzuur moet worden afgevoerd.

De invloed van de temperatuur op de wortelgroei werd door CANNON (1925) nagegaan. Bij een zuurstofconcentratie van 3 % had geen wortelgroei plaats bij temperaturen van 18–30 °C. Bij 10 % zuurstof was bij de 18 °C de wortelgroei normaal, doch bij 30 °C daalde de wortelontwikkeling duidelijk; 10 % zuurstof was hier kennelijk te weinig, vermoedelijk door een toename van de ademhalingsintensiteit.

De vraag hoe groot het luchtvolume in de grond moet zijn, verplaatst ons naar het terrein van textuur en structuur.

HUDIG (1940) stelt voor een ideale grond de verhouding grond : water : lucht op 1 : 1 : 1.

Voor de lucht- en waterhuishouding is zowel het totaal poriënvolume als de verdeling in capillair en niet-capillair poriënvolume van belang. In de capillaire poriën wordt een waterreserve gebruikt. De taak van de niet-capillaire poriën is de afvoer van de overmaat water en de luchtverversing, welke laatste voornamelijk door diffusie plaats heeft. Een gelijke verdeling van het poriënvolume over beide groepen benadert vermoedelijk de optimale toestand voor plantengroei. Deze verhoudingen hebben betrekking op gronden, die op veldcapaciteit zijn.

De samenhang van genoemde grootheden met de pF waarde van het water in de grond wordt op blz. 32 e.v. behandeld. Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen het niet capillaire poriënvolume, bepaald bij de pF van het buigpunt van de vochtkarakteristiek, en de permeabiliteit voor water en lucht.

In de practijk vindt men voor het totaal volume en de verdeling van de poriën zeer uiteenlopende waarden, welke samenhangen met de textuur en structuur van gronden. Het is echter niet eenvoudig om aan te geven, wat noodzakelijk is voor een optimale groei. In het algemeen is 35–40 % poriënvolume slecht, 50–60 % goed. Verder moet tenminste 10 % (van het grondvolume) en liefst meer dan 20 % niet-capillaire poriën zijn. KOPECKY (1927) stelde vast, dat voor een optimale groei van tarwe en haver

10–15 % luchtvolume nodig was, voor gerst en suikerbieten 15–20 %. BUESS (1950), die deze cijfers aanhaalt, merkt op dat volgens zijn onderzoekingen deze waarden lager liggen.

Zolang echter de snelheid van de verversing van de lucht niet in het onderzoek wordt betrokken, zullen gevonden waarden slecht vergelijkbaar zijn.

BUESS (1950) nam in verschillende gronden waar, dat wanneer het poriënvolume lager dan 7 % werd, de doorlatendheid voor lucht belangrijk daalde.

Het verband tussen de verschillende genoemde grootheden wordt nog eens gedemonstreerd door tabel 1, die ontleend is aan het werk van DOJARENKO (KRAUSE, 1931). De cijfers in deze tabel werden bepaald met aggregaten van verschillende grootte, die door luchtdroog zeven van de grond werden verkregen.

TABEL 1. Het verband tussen afmetingen van aggregaten en verschillende physische grootheden

	Diameter van de aggregaten in mm				
	< 0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–3,0	3,0–5,0
Totaal poriënvolume in %	47,5	50,0	54,7	59,6	62,6
Niet cap. poriënvol. in %	2,7	24,5	29,6	35,1	38,7
Capillair poriënvol. in %	44,8	25,5	25,1	24,5	23,9
O_2-gehalte van de bodemlucht in % .	5,4	18,6	19,3	19,4	–
O_2-gehalte in de grond in %	0,1	4,5	5,7	6,7	7,5

Het meest opvallend is de sterke daling van het niet-capillaire volume bij de aggregaten < 0,5 mm, welke gepaard gaat met een toename van het niet-capillaire volume en een sterke afname van het zuurstofgehalte.

In verband met het voorgaande is het duidelijk, dat er een nauw verband bestaat tussen niet-capillair volume, doorlatendheid voor water en lucht, en wortelontwikkeling.

e. Voedingsstoffen

Meermalen werd gevonden dat calcium van bijzondere betekenis is voor de wortelontwikkeling. Het is echter waarschijnlijk, dat niet zozeer de absolute hoeveelheid dan wel de verhouding van calcium tot andere kationen van belang is. De kationen hebben een speciale functie als regelaars van de permeabiliteit der celmembranen voor water, evenals waarschijnlijk bij de opname van zouten. Aangezien hierbij adsorptieprocessen een rol spelen, is het belang van een geschikte verhouding der kationen verklaarbaar.

Hoewel deze voedingsstoffen dus van groot belang zijn voor een goede wortelontwikkeling, zal een tekort of overmaat daarvan slechts zelden leiden tot cultuurtechnisch ingrijpen. Dit kan wel het geval zijn bij extreem calciumtekort, tot uiting komend in zeer lage pH's (vergelijk fig. 1, blz. 22). Ook grote overmaat van sommige stoffen (sulfiden, zeezouten) kunnen cultuurtechnische maatregelen nodig of gewenst maken.

f. Temperatuur

De temperatuur oefent een sterke invloed zowel op de wortelgroei als op de wortelfunctie uit. Het verband is echter zeer gecompliceerd en valt buiten het kader van deze verhandeling. Wel kan worden opgemerkt, dat enkele graden verschil al van grote invloed kunnen zijn.

In de practijk spreekt men van gronden, die in het voorjaar warm en vroeg, hetzij koud en laat zijn. Dit hangt veelal samen met het vochtgehalte van de gronden. De temperatuur van natte grond is nl. lager dan die van droge grond, doordat de soortelijke warmte van water groter is dan die van lucht. Op dit punt kan de cultuurtechniek onder bepaalde omstandigheden verbetering brengen door betere ontwatering.

Overigens vertoont de temperatuur van de grond een nauwe relatie met de luchttemperatuur en is, behalve in kassen, moeilijk te beïnvloeden.

Hoewel in het voorgaande enkele factoren, die voor de wortelontwikkeling van betekenis zijn, afzonderlijk werden beschreven, vertonen ze een grote onderlinge afhankelijkheid. Een verandering in één factor beïnvloedt meestal verschillende andere. Het meest sprekende voorbeeld hiervan is wellicht water. Wanneer immers de waterhuishouding van de grond wordt verbeterd, betekent dit tegelijkertijd een toename van de doordringbaarheid, een toename van de hoeveelheid lucht, een vergemakkelijking van de voedselopname en een toenemende kans op een snellere stijging van temperatuur in het voorjaar.

Men is zich van deze samenhang bij de uitvoering van cultuurtechnische werken meestal wel bewust.

3. Voorbeelden uit de practijk

Aan de hand van enkele practische voorbeelden van grondverbetering, zal nu het onderlinge verband der besproken factoren en hun samenhang met de wortelgroei worden aangetoond.

a. Het z.g. „zavel op zand"-profiel

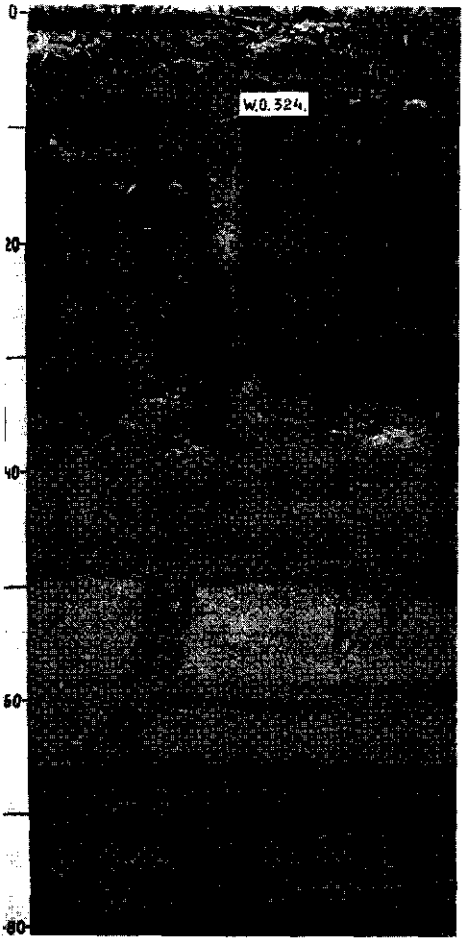
Dit profiel is opgebouwd uit een ondergrond van min of meer grof zand, waarop een zavel- of kleidek rust.

De dikte van deze deklaag is van groot belang in verband met de watervoorziening van het gewas. Onderzoekingen van de laatste jaren hebben uitgewezen, dat een zavellaag met een dikte van 80 tot 90 cm in jaren met een gemiddelde neerslag voldoende water kan bergen voor het produceren van een normale opbrengst (Veldman, 1948).

Wordt de zavellaag dunner, dan stijgt de kans op watergebrek.

Wortelonderzoek op deze profielen heeft aangetoond, dat in het algemeen de wortels practisch niet in het zand doordringen, zodat wanneer de capillaire zone niet tot in de zavellaag reikt, de planten niet van het grondwater kunnen profiteren.

Men kan dit watertekort aanvullen door water naar de wortelzone te brengen, b.v. door infiltratie of enige vorm van bovengrondse watervoorziening, althans waar voor dit doel water beschikbaar is. Waar dit niet het geval is, moet getracht worden de



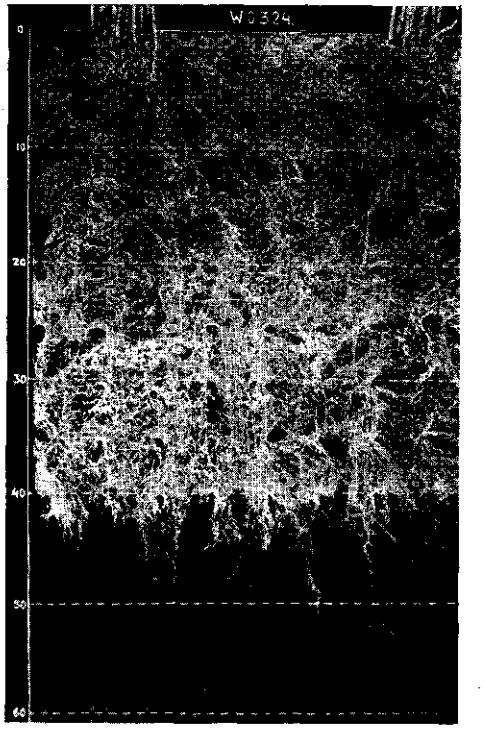


Fig. 2. Profiel met zavellaag (0–35 cm) op zand (35–65 cm) en hieronder weer zavel, en het wortelbeeld uit dit profiel (uit: VAN DEN BERG en VAN DEN BOSCH, publ. in voorbereiding)

bewortelingsdiepte te vergroten (de mogelijke oorzaken van de slechte wortelontwikkeling in zand zijn op blz. 23 besproken).

De practische oplossing van het probleem moet in dit geval gezocht worden in een verandering van de pakking van het zand door het los te maken, waardoor de luchtvoorziening zal worden verbeterd en de mechanische weerstand zal worden verkleind.

Echter is gebleken dat dit losmaken niet steeds blijvend effect sorteert; na één winter is soms het resultaat practisch verdwenen, zodat men moet trachten deze veranderingen te stabiliseren. Dit kan men in sommige gevallen bereiken door het zand met de boven- of onderliggende zavellaag te vermengen. Fig. 2 en 3 geven een indruk van een dergelijke vermenging van lagen door diepploegen, waardoor de wortelontwikkeling aanzienlijk is verbeterd. De watervoorziening van de plant is eveneens gunstiger geworden, hetgeen door de opbrengstverhoging wordt bevestigd.

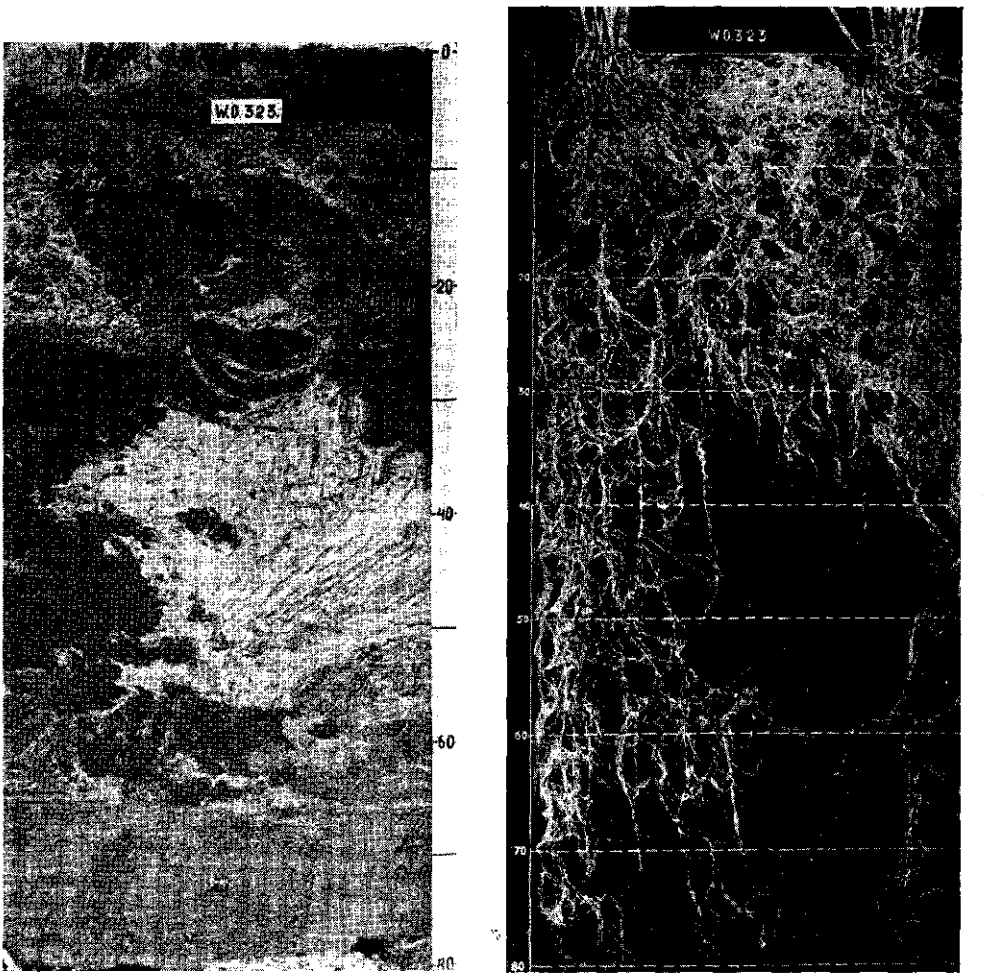


Fig. 3. Hetzelfde profiel als in fig. 2 na diepploegen, en het wortelbeeld uit dit profiel

Jaar	Gewas	Opbrengst in kg per ha	
		onbehandeld	gediepploegd
1950	Aardappelen (Bintje)	28300	30300
	Aardappelen (Koopmans Blauwe)	24000	25000
1951	Zomergerst Korrel	5050	5740
	Stro	5630	7560

Ondanks het feit dat 1950 en 1951 geen droge jaren waren, werd toch een opbrengstverhoging verkregen. Ook reeds door VELDMAN (1948) werd er op gewezen, dat

watertekort veel vaker optreedt dan men verwacht. Bij de kwantitatieve beschouwingen van de watervoorziening zal dit nog nader worden uitgewerkt (vergelijk blz. 37).

In principe zal elke voor wortels ondoordringbare laag op geringere diepte beneden maaiveld eenzelfde effect op de wortelontwikkeling hebben als het beschreven zand, zoals b.v. een vaste klei- of oerbank of een spalterveenlaag. Wil het verwijderen of breken van deze lagen een gunstige invloed hebben op de wortelontwikkeling en de opbrengst, dan moet men nagaan of de diepere lagen gunstig zijn voor wortelontwikkeling. Hier moeten dus weer water, lucht en voedingsstoffen in voldoende mate beschikbaar zijn. Het verschil tussen genoemde storende lagen en de zandlaag is echter, dat de doorlatendheid van het zand voor water meestal nog voldoende is, terwijl de andere lagen voor water zeer slecht doorlatend zijn; daardoor begint meestal de schade voor de plant in het voorjaar door wateroverlast, waarbij de zuurstof in het minimum komt. Nadat dit water is verdwenen ontstaat meestal verdroging om dezelfde reden als bij het „zavel op zand"-profiel.

Verder kan nog worden opgemerkt, dat een storende laag niet volkomen ondoordringbaar voor wortels behoeft te zijn om toch reeds een schadelijke invloed op de wortelontwikkeling te hebben. De wortelontwikkeling wordt in dergelijke lagen sterk vertraagd, hetgeen tot gevolg heeft, dat de dieptegroei, die mede afhankelijk is van de tijd, kleiner blijft. Nadat de wortels door de storende laag zijn heen gegroeid, bereiken ze toch niet die lengte, die in een ongestoord profiel wordt waargenomen.

Goede detailontwatering en ondergrondse bewerking kunnen hier de groeivoorwaarden voor de wortels verbeteren.

b. Storingen door overmaat van of tekort aan bepaalde stoffen

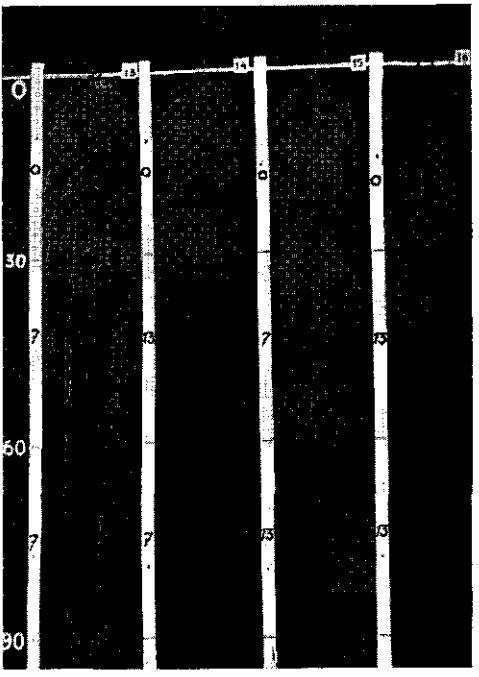
Gereduceerde lagen in het profiel hebben zuurstofgebrek en zijn blauw gekleurd door overmaat aan sulfiden. Wortels van de normale landbouwgewassen kunnen in dergelijke lagen niet groeien. Pas ingepolderde gronden vertonen de reductieverschijnselen hoog in het profiel. In ieder profiel komen dergelijke verschijnselen voor in de laag die permanent onder het grondwater zit. Ook hoger in het profiel kan reductie soms een rol spelen en wel indien onder vochtige omstandigheden een zeer dichte pakking voorkomt. Goede ontwatering, eventueel gepaard met ondergrondse bewerking, kan de aëratie bevorderen.

Loodzand heeft in het algemeen een lage pH, is voedselarm en houdt weinig water vast, zodat het ongunstig is voor de wortelontwikkeling. Dit zand dient dan ook meestal zo diep mogelijk in het profiel te worden ondergebracht, aangezien het waardeloos is als milieu voor de plantenproductie.

Hoge zoutconcentraties in de bovenste grondlagen komen in Nederland slechts vlak na inpoldering of overstroming en onder glas voor. Onder meer normale omstandigheden is echter de ondergrond soms te zout voor een goede ontwikkeling van de wortels.

Verlaging van de grondwaterstand kan in dit geval meer gelegenheid bieden voor uitspoeling van het zout, zodat het grondvolume voldoende wordt voor een onbelem-

Fig. 4. Reactie van erwtenwortels op het zoutgehalte van de grond. Het zoutgehalte (in gr. NaCl per liter bodemvocht) van de verschillende bodemlagen is in de figuur aangegeven.



merde ontwikkeling der wortels.

De invloed van het zoutgehalte van het bodemvocht op de wortelontwikkeling wordt nog eens gedemonstreerd door figuur 4.

Deze figuur geeft enkele wortelbeelden van erwten uit een potproef, waarbij de potten waren gevuld met lagen grond met verschillend zoutgehalte. Bij een zoutcijfer 13 is geen wortelgroei meer mogelijk.

4. Kwantitatieve beschouwingen over de waterhuishouding

In de voorgaande paragrafen is een hoofdzakelijk kwalitatief overzicht gegeven van de voornaamste factoren, die een rol spelen bij de wortelontwikkeling; daarbij werd het cultuurtechnisch aspect op de voorgrond geplaatst. In deze paragraaf zal uitvoeriger worden ingegaan op de betrekkingen tussen de factor water in de atmosfeer, de plant en de grond.

De waterbehoefte hangt samen met de potentiële stofproductiemogelijkheden, de vegetatiedichtheid, de aard en het ontwikkelingsstadium van het gewas. Bij de potentiële stofproductie spelen de weersfactoren de voornaamste rol bovengronds, vocht- en voedselvoorziening ondergronds.

Van de weersfactoren is de luchttemperatuur het belangrijkste, gevolgd door zonnestraling, relatieve luchtvochtigheid en windsnelheid. Er blijkt een vrij nauwe correlatie te bestaan tussen het waterverbruik door een gewas en genoemde weersfactoren (d.w.z. de verdampingsmogelijkheden van een vrij wateroppervlak) zolang de planten over voldoende bodemvocht kunnen beschikken. Dit waterverbruik wordt de potentiële evapotranspiratie genoemd (Makkink, 1952).

De stofproductie (opbrengst) hangt samen met het waterverbruik. In verband met het voorgaande is de betekenis van de vaak aangehaalde transpiratie-coëfficient (d.i. het aantal kg water, dat nodig is voor de productie van 1 kg droge stof) zeer betrekkelijk. Het is derhalve gewenst om aan de potentiële waterbehoefte te voldoen. Het verdient aanbeveling deze uit te drukken in mm.

Een indruk van de grootte dezer waterbehoefte kan worden verkregen uit lysimeteronderzoek voor monoculturen of uit polderwaterbalansen voor gemengde bedrijven. Er is slechts een geringe jaarlijkse variatie in de potentiële evapotranspiratie; 1947 staat echter bekend als een droog jaar door een abnormaal hoge verdamping bij een normale hoeveelheid neerslag. Van dag tot dag kunnen natuurlijk grote verschillen optreden. In het algemeen moet deze behoefte direct of indirect door de neerslag worden gedekt. Een vergelijking van de gemiddelde neerslaghoeveelheden gedurende het groeiseizoen en de potentiële evapotranspiratie leert, dat er in Nederland gemiddeld ca 175 mm water te kort is (zie fig. 15). Ernstiger nog dan dit tekort is de onregelmatige verdeling van de neerslag over de groeiperiode. Bovendien zijn de groeiseizoenvariaties in de neerslagsommen groot; 1949 was droog door een geringe neerslag bij een normale verdamping. Door deze variaties zullen de neerslagtekorten in het groeiseizoen van jaar tot jaar sterk uiteenlopen. Een indruk van deze variatie wordt verkregen uit fig. 5, waar de over 50 jaar berekende maximale neerslagdeficits op kansverdelingspapier zijn uitgezet (STOLP en MOHRMANN 1953). Hieruit is af te lezen, dat b.v. in 10 % van de jaren in het groeiseizoen de potentiële evapotranspiratie de neerslag met 250 mm zal overtreffen.

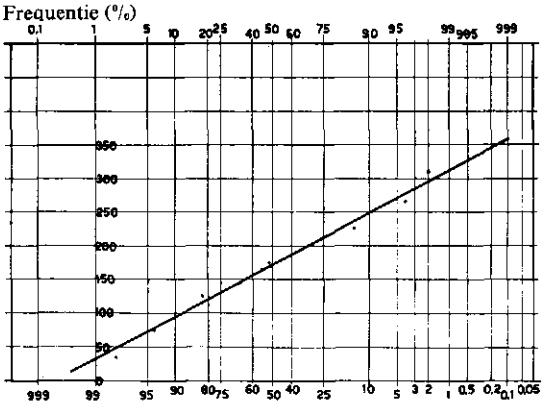


Fig. 5. De kans, dat een bepaald neerslagdeficit (potentiële evapotranspiratieneerslag) zal optreden, niet bereikt of overschreden zal worden

Om aan de waterbehoefte van de planten te voldoen moet in het tekort aan neerslag worden voorzien. Hierbij treedt de grond als vochtbergend medium op.

Er kunnen twee gevallen onderscheiden worden:

a. waarbij het vrije grondwater op zo grote diepte voorkomt, dat het géén directe rol kan spelen bij de vochtvoorziening van de plant en
b. waarbij dit wel kan plaats vinden.

a. Het grondwater speelt geen rol bij de vochtvoorziening van de plant

In dit geval fungeert in hoofdzaak de doorwortelde bovengrond als buffer voor een neerslagtekort, zoals de grond trouwens steeds de schakel is tussen de neerslag en de vochtopname door de wortel. Het hier aanwezige vocht wordt hangwater genoemd.

Het water komt in de grond voor als hygroscopisch water (sterk gebonden aan de vaste, hoofdzakelijk colloïdale delen), imbibitiewater en capillair water in de ruime zin. In overwegend minerale gronden heeft alleen het capillaire water practische betekenis bij de vochtvoorziening van de plant; in veengronden ook het imbibitiewater.

Het water, dat door capillaire krachten (adhesie) wordt gebonden, omvat ook het pendulair-, funiculair- en sejunctiewater. Dit impliceert, dat deze bindingskracht groter wordt naarmate de adhesie per volume-eenheid vocht toeneemt; m.a.w. een druppel in een wijde capillair zal gemakkelijk verplaatsbaar zijn, voor het ledigen van een nauwe capillair zal meer kracht nodig zijn, terwijl het onttrekken van funiculair water nog meer moeite zal kosten.

De kracht, die aangewend moet worden om vocht aan de grond te onttrekken, wordt gemeten als een onderdruk of zuigspanning en uitgedrukt hetzij in atmosferen, hetzij in cm water- of kwikdruk. Veelal wordt deze kracht aangegeven als z.g. pF-waarden.

Analoog met het begrip pH wordt onder pF verstaan de logarithme van de onderdruk in cm water (-kolom). Een onderdruk van 1 atm. komt dus overeen met pF 3.

Inplaats van onderdruk of zuigspanning kan ook gesproken worden van een bepaalde vochtspanning, vochttoestand, vochtpotentiaal of capillair potentiaal.

Het kan van betekenis zijn hierbij tevens de osmotische waarde van het vocht in aanmerking te nemen. In kassen kan deze tot aanzienlijke hoogten oplopen (meerdere atmosferen). Eenvoudigheidshalve wordt deze invloed, die in het vrije veld gering is, althans buiten gebieden met zoute kwel of recente overstromingen, in het volgende buiten beschouwing gelaten.

In het voorgaande is uiteengezet, dat de gebondenheid van het water in de grond zeer sterk kan variëren. Door bepaling van het vochtgehalte bij verschillende pF-waarden kan een kwantitatief beeld worden verkregen van de hoeveelheden water, die met een bepaalde kracht worden gebonden.

Dit verband tussen vochtgehalte en vochtspanning wordt weergegeven door een z.g. vochtkarakteristiek of pF-curve.

Ten einde een vergelijking met waterbehoefte en neerslag (beide uitgedrukt in mm) mogelijk te maken, dient het vochtgehalte in volumeprocenten te worden uitgedrukt, waardoor een eenvoudige omrekening, eveneens in mm, kan plaatsvinden. Voorbeelden van dit verband tussen vochtspanning en vochtgehalte voor een zand-, klei- en veengrond, zijn in fig. 6 weergegeven.

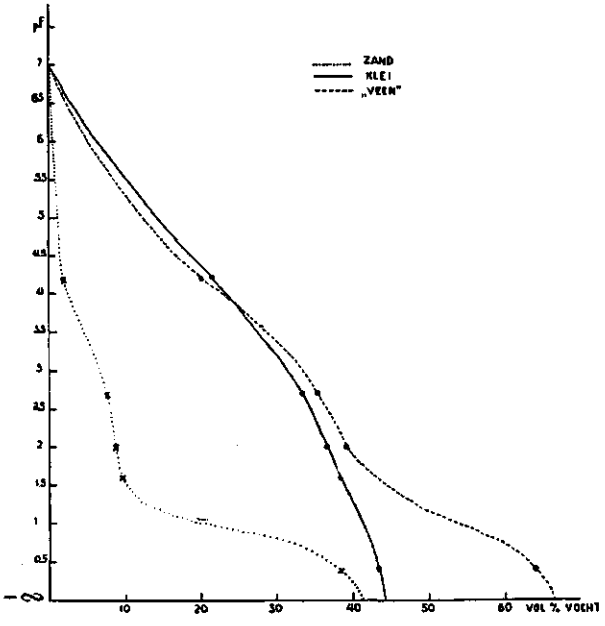


Fig. 6. Verband tussen vochtgehalte en vochtspanning voor een drietal grondsoorten

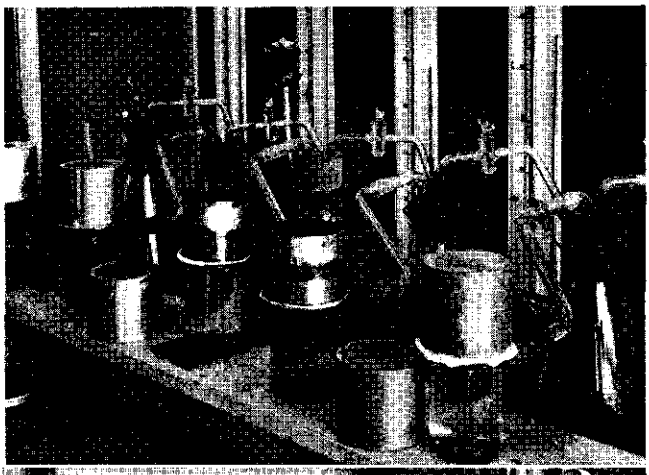


Fig. 7. Afzuigapparaat (volgens DONAT en SEKARA in gewijzigde uitvoering) voor de bepaling van het verband vochtgehalte-vochtspanning over het traject pF 0,4–2,8

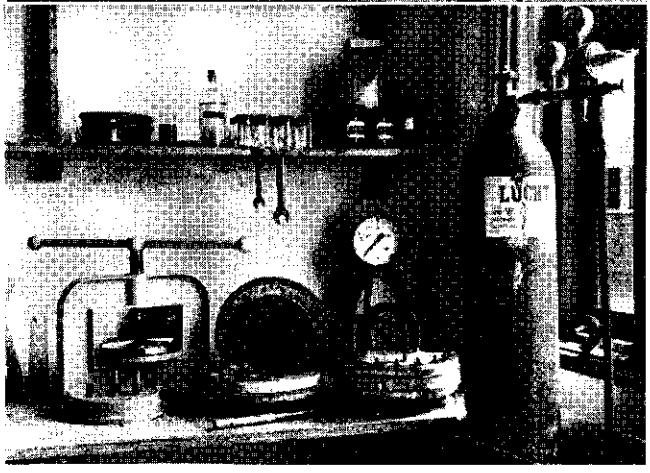


Fig. 8. Druk-filterapparaten (volgens RICHARDS) voor de bepaling van het verband vochtgehalte-vochtspanning over het traject pF 3,0–4,2

De pF-curve wordt geconstrueerd door een ongestoord grondmonster (ringmonster) aan verschillende onderdrukken (tot 0,8 atm.) en overdrukken (> 0,8 atm.) te onderwerpen nadat de grond volledig met water verzadigd is, en de bijbehorende vochtgehalten uit de gewichtsveranderingen af te leiden. De hierbij gebruikte apparaten zijn afgebeeld in fig. 7 en 8.

De bepaling van de vochtspanning

I. In situ

a. Directe meting met behulp van een manometer, die door een met water gevulde buis, welke in de grond eindigt als een poreus porceleinen potje, in contact staat met het vocht in de grond. Dit instrument wordt tensimeter genoemd. Er kan zowel een klok- als een kwikmanometer gebruikt worden. Ze zijn gevoelig voor temperatuur, ongevoelig voor zouten in de grond. Meetbereik 0–800 cm. Snelle instelling. Bruikbaar in het natte traject (fig. 9).

b. Indirecte meting d.m.v. warmtegeleidingsvermogen, electrische weerstand hetzij in de grond zelf, hetzij in gips en/of nylonblokken, electrische capaciteit, alle via ijk-krommen te herleiden tot vochtgehalte. Dit vochtgehalte kan op een in het laboratorium bepaalde pF-kromme, als vochtspanning worden afgelezen. De methoden hebben alle het voordeel, dat de metingen

Fig. 9. Tensimeters in het veld. Links met een klokmanometer, rechts met een gesloten kwikmanometer

zelf in het veld eenvoudig zijn en frequent kunnen geschieden, doch aan elke methode kleven nog zoveel bezwaren, dat van een universele bruikbaarheid voor Nederlandse omstandigheden niet kan worden gesproken.

II. Door het nemen van een grondmonster, vochtgehaltebepaling door droging in oven en herleiding met pF-curve tot vochtspanning. Bewerkelijk, doch redelijk goed reproduceerbaar.

III. Tenslotte is met enige oefening en gebruikmaking van standaardreeksen grondmonsters een redelijke schatting van de vochtspanning door handbonitering mogelijk.

Waar kunstmatige wateraanvoer achterwege blijft, is het gewas aangewezen op de mogelijkheden, die de grond zelf biedt. Er wordt gesproken van de veldcapaciteit, het verwelkingspercentage en ten slotte het percentage beschikbaar vocht als verschil van de eerste twee grootheden.

De veldcapaciteit is een begrip, dat in de literatuur slecht gedefinieerd is. Er wordt in de regel onder verstaan het vochtgehalte van een grond, die, na verzadiging met water, een zekere tijd vrij heeft kunnen draineren. Er blijkt echter zowel in het veld als in het laboratorium, dat deze tijdsduur beslissend is voor de uitkomsten en een verschillende invloed op diverse grondsoorten heeft. Een bruikbare maat is wellicht het vochtgehalte te velde in de maand Februari enige dagen na de laatste regen.

De vochtspanning bij veldcapaciteit wordt vermoedelijk door de vochtkarakteristiek (pF-kromme) van de betrokken grond bepaald. Het behoeft daarom niet te verwonderen, dat in de literatuur hiervoor waarden tussen pF 1,7 en pF 2,7

(d.i. 50–500 cm) worden aangetroffen, echter wèl dat het begrip veldcapaciteit somtijds gedefinieerd wordt met een bepaalde pF.

De veldcapaciteit wordt bepaald door textuur en structuur en kan daardoor variëren van enkele procenten in grof duinzand tot vele tientallen procenten in een humusrijke zavelgrond of veengrond.

Het verschil tussen volledige verzadiging met water en veldcapaciteit geeft een indruk van de hoeveelheid niet-capillaire poriën en is daarom van belang bij de beoordeling van de luchthuishouding in gronden, die op veldcapaciteit zijn.

Uit de vorm van het onderste deel van de pF-kromme kan inzicht in de grootteverdeling van deze poriën worden verkregen.

Het verwelkingspercentage wordt doorgaans gedefinieerd als het vochtgehalte, waarbij de planten de eerste tekenen van verwelking vertonen, waarvan zij zich gedurende een nacht in een met waterdamp verzadigde atmosfeer niet kunnen herstellen; de groei staat dan stil. Aangenomen moet worden, dat dit percentage bereikt is, wanneer de vochtspanning tot 10 à 20 atm. is opgelopen (pF 4,0–4,3), enigszins afhankelijk van het gewas, de dichtheid van het wortelstelsel en de snelheid, waarmee de uitdroging tot stand komt.

In verband met deze variatie is het beter de grond te karakteriseren met b.v. het 15-atm. vochtpercentage dan met het verwelkingspercentage. Dit gehalte wordt voornamelijk bepaald door de textuur en structuur van de grond en loopt daardoor eveneens sterk uiteen met de grondsoorten.

De hoeveelheid beschikbaar vocht wordt benaderd door het verschil in vochtgehalten bij veldcapactieit en 15 atm. %. In tabel 2 wordt een indruk gegeven van de orde van grootte van deze hoeveelheden in verschillende gronden.

TABEL 2. *Voor de planten beschikbare hoeveelheid water in enkele gronden*

Grondsoort	Vochtgehalte in vol. %		Beschikbaar in mm per dm	Poriënvolume %
	bij pF 2	bij pF 4,2		
Zand (Westland)	8,7	2,0	6,7	41
Zand (Wageningen)	18,0	6,8	11,2	40
Klei (Westland)	36,5	21,5	15,0	44
Klei (Bovenkarspel)	43,0	29,0	14,0	54
Veen (Westland)	39,0	20,0	19,0	66
Anjer tabletgrond (Aalsmeer) .	28,5	6,2	22,3	–

Dit vocht is opneembaar voor de planten. Het is de grootte van de vochtreserve van de grond. Vermenigvuldiging van de volumepercentages met de dikte van de doorwortelde grondlaag in dm geeft deze grootte in mm water.

Uit het voorgaande is gebleken, dat dit „beschikbare" vocht over een gedeelte van de pF-curve is verdeeld. Aangezien de plant bij de vochtopname reageert op de zuigspanning, heeft de kennis van dit gedeelte van de pF-kromme weinig betekenis, wanneer niet tevens bekend is hoe het gewas met zijn stofproductie reageert op be-

paalde vochttoestanden; m.a.w. hoe is het verband tussen vochtspanning en opbrengst? Dit is uit practische overwegingen belangrijker dan de vraag hoe groot de maximale zuigkracht is, die de plantenwortels kunnen ontwikkelen, aangezien de daarvoor vereiste energie ten koste van de opbrengst gaat.

Bovendien is het bij deze maximale zuigspanning behorende vochtgehalte onvoldoende gedefinieerd als het verwelkingspercentage, wanneer het gemiddelde bodemvochtgehalte in de wortelzone niet onderscheiden wordt van het vochtgehalte in de rhizosfeer (PEERLKAMP, 1952).

Intussen zal te velde de vochtspanning in en tussen de diverse grondlagen aan voortdurende fluctuaties onderhevig zijn ten gevolge van bevochtiging door neerslag enerzijds en uitdroging door de wortels anderzijds. Daardoor zal onder natuurlijke omstandigheden alleen een verband gevonden kunnen worden tussen de gemiddelde vochtspanning en de opbrengst (of de groei) of, bij proeven met bovengrondse watertoediening, tussen de maximaal toegestane vochtspanning en de opbrengst. Voorbeelden van het eerste geval worden gegeven in fig. 10 en 11 voor vroege aardappelen, respectievelijk sla op hoge zandgrond en in fig. 12 voor gras op klei; van het tweede in fig. 13, voor tomaten op vrij grove zandige leemgrond.

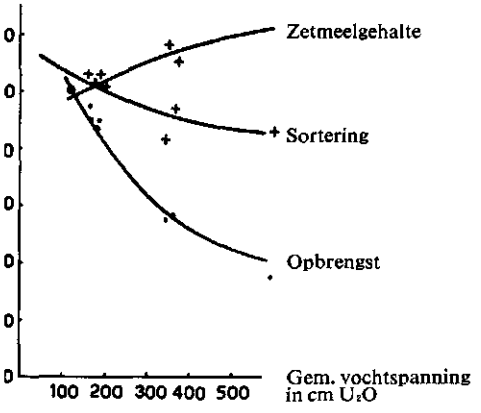


Fig. 10. Verband tussen opbrengst, resp. sortering en zetmeelgehalte van vroege aardappelen (var. Eersteling), uitgedrukt in % van het natste object, en de gemiddelde vochtspanning gedurende de groeiperiode (1952)

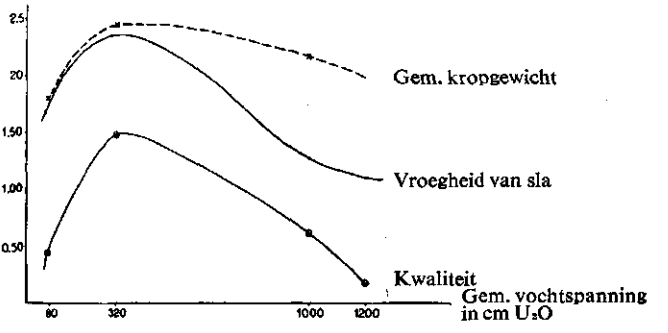


Fig. 11. Verband tussen opbrengst, resp. kwaliteit en vroegheid van sla (var. „Wonder van Voorburg") en de gemiddelde vochtspanning 5–25 cm diep (op hoge zandgrond, 1953)

In alle gevallen, behalve bij figuur 11, is op de abscis uitgezet de aanwijzing van de gebruikte tensimeter. Het blijkt dat de vochtspanningen volgens dit instrument lager liggen dan de pF-waarden, die via vochtbepalingen en de pF-kromme worden gevonden. Hiermede moet bij de beoordeling van de figuren 10–13 rekening worden gehouden.

In de curven van fig. 10 en 13 ontbreekt een maximum. De optimale bodemvochtigheid is niet bereikt, hoewel de tensimeteraanwijzingen bij de hoogste opbrengst

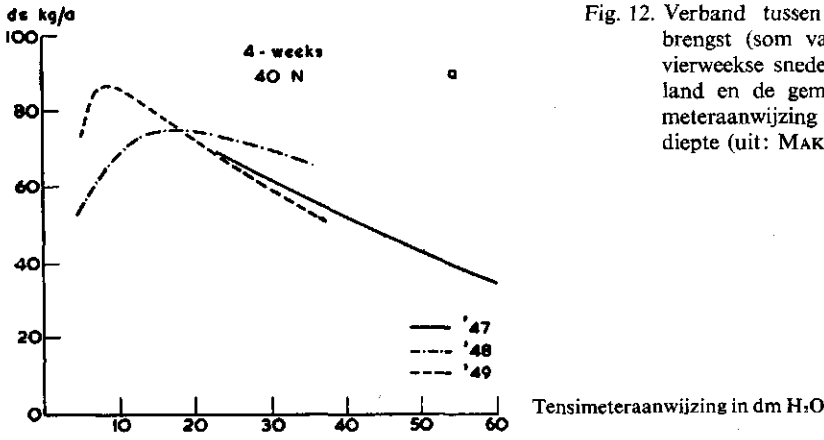


Fig. 12. Verband tussen drogestofopbrengst (som van 2 t/m 5de vierweekse snede) op kleigrasland en de gemiddelde tensimeteraanwijzing op ca 10 cm diepte (uit: MAKKINK, 1951)

reeds zeer laag waren. Dat moet wellicht worden toegeschreven aan twee omstandigheden: 1e in deze gronden is zelfs bij de laagste vochtspanningen slechts ongeveer de helft van het poriënvolume met water gevuld, zodat de luchtvoorziening van de wortels vermoedelijk ruimschoots voldoende is; 2e het capillair geleidingsvermogen is in deze gronden reeds bij een tensimeteraanwijzing van meer dan 100 cm gering, zodat de snelheid, waarmede het vocht naar de wortels vloeit, in deze gevallen de beperkende factor voor een hoge opbrengst zou kunnen zijn. Fig. 12 voor gras op zware klei toont in 1948 en 1949 wel maxima in opbrengst; op het verschil in deze maxima wordt hier niet ingegaan. Vast staat, dat deze kleigrond reeds te nat is (de vraag is of dit een tekort aan zuurstof betekent) bij een tensimeteraanwijzing van 100 cm water. Deze vochtspanning had op de zandige gronden hiervóór nog niet tot het overschrijden van een maximumopbrengst geleid (MAKKINK, 1951).

Dat bij de zandgrond, voornoemd, ook een maximum geforceerd kan worden, toont fig. 11 voor sla. De optimum vochtspanning blijkt bij ongeveer 400 cm te liggen. De verhouding lucht: water in de poriën is dan ongeveer 0,44. De gegeven voorbeelden wijzen erop, dat voor een maximale opbrengst de grond in het algemeen zeer vochtig moet zijn, onder voorbehoud van een goede aëratie.

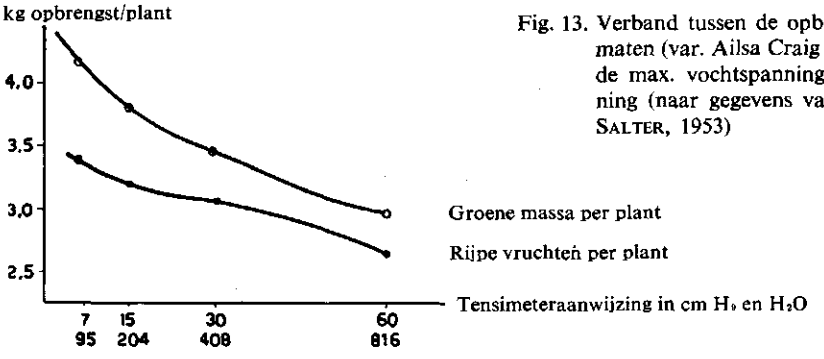


Fig. 13. Verband tussen de opbrengst van tomaten (var. Ailsa Craig onder glas) en de max. vochtspanning vóór beregening (naar gegevens van HUDSON en SALTER, 1953)

In het voorgaande is aangetoond, dat het schadelijk voor de opbrengst is, deze vochtreserve voor meer dan een klein deel te benutten. Daarop wijzen ook Amerikaanse proeven op leemgrond (tabel 3) (HANSEN, 1953), doch van niet te onderschatten betekenis onder Nederlandse klimaatsomstandigheden is, dat een grond met een hoog percentage beschikbaar vocht een goede basis biedt voor de overbrugging van droogteperioden.

TABEL 3. Irrigatiefrequentie in verband met de opbrengst op diepe, goed ontwaterde leemgrond op de North Logan Experimental Farm (uit *Farm & Home Science* **14** 2, June 1953)

1	2	3	4	5	6	7	8
Gewas	Object	Aantal water giften	Aantal mm per keer	Totaal water-verbruik	Opbrengst in ton/ha	Toename t.o.v. droog	
						totale watergift in %	opbrengst in %
Suikerbiet	1 droog	2	130	430	33,75	0	0
3-jarig	2	5	82,5	487,5	39,25	13	16
gemiddelde	3	13	47,5	625	41,25	45	22
	4 nat	28	30	1023,5	42,50	138	26
					hl/ha		
Aardappel	1 droog	2	110	390	320	0	0
3-jarig	2	5	77,5	455	408	17	28
gemiddelde	3	15	42,5	717,5	507	84	58
	4 nat	25	35	1017,5	535	161	69
					kg/ha		
Erwten	1 droog	0	0,0	167,5	1122	0	0
1-jarig	2	1	40	172,5	1252	3	12
gemiddelde	3	4	35	242,5	2262	45	103
	4 nat	9	27,5	340	2668	103	137
					hl/ha		
Gerst	1 droog	1	125	380	64,3	0	0
2-jarig	2	1	155	395	59,2	4	–8
gemiddelde	3	2	95	415	63,6	9	–1
	4	3	137,5	485	66,4	28	3
2e jaars	1 droog	1	355	487,5	14	0	0
lucerne	2	2	252,5	525	14,25	8	2
3-jarig	3	4	125	570	15	17	8
gemiddelde	4 nat	15	37,5	930	15	92	8

Obj. 1 = irrigatie nadat alle „beschikbare" vocht is verbruikt (12 à 14 atm.)
Obj. 2 = irrigatie nadat $^2/_3$ van het „beschikbare" vocht is verbruikt (3 à 4 atm.)
Obj. 3 = irrigatie nadat $^1/_3$ van het „beschikbare" vocht is verbruikt (0,7 à 1,2 atm.)
Obj. 4 = zo goed mogelijk gehandhaafd op veldcapaciteit (0,2–0,3 atm.)

b. Het grondwater speelt wel een rol bij de vochtvoorziening van de plant

Het grondwater is een belangrijke vochtbron voor de plant, mits het op de juiste hoogte voorkomt en onttrekking door de wortels mogelijk is. In het grondwater

kan een scheidingsvlak gedacht worden, waar beneden de druk groter en waar boven de druk kleiner dan de atmosferische is. Dit vlak heet phreatisch vlak; het is zichtbaar in een put of kan in een peilbuis worden gemeten. Het daaronder voorkomende water heet phreatisch water, doch het wordt ook vaak met het woord grondwater in engere zin aangeduid; het water in de grond boven het phreatisch vlak heet capillair water. Waar alle capillairen gevuld zijn met water, wordt van de vol-capillaire zone gesproken, terwijl de open-capillaire zone begint waar naast capillairen met water ook capillairen met lucht voorkomen. In verband met de zuurstofbehoefte van de wortels worden zelden wortels in in het phreatisch water aangetroffen en weinig de volcapillaire zone (GOEDEWAAGEN, 1952).

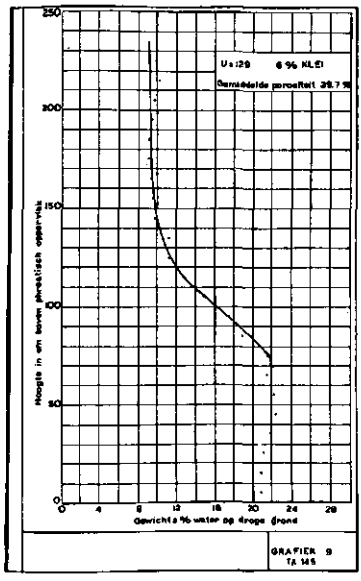


Fig. 14. Vochtverdeling boven het phreatisch oppervlak in een slibhoudende zandgrond uit de N.O.P. (uit: MAZEE, 1943)

In toestand van evenwicht is de spanning in het capillaire water op bepaalde diepte gelijk aan de afstand tot het phreatisch vlak. Zo is op 1 m boven dit vlak de pF = 2,0. De dikte van de capillaire laag wordt bepaald door de diameter van de capillairen, m.a.w. door de textuur en structuur van de grond. De practische stijghoogte is kleiner dan de theoretische, omdat bij een doelmatige vochtvoorziening van de wortels de stijgsnelheid gelijk moet zijn aan de wateronttrekking. Een vuistregel voor een homogeen zandprofiel is stijghoogte = $^3/_4$ maal U-cijfer.

Beter is de formule van ZUNKER:

$$\text{Stijghoogte} = 0{,}44\ \frac{1-p}{p}\ U,\quad p = \text{totaal poriënvolume}$$
$$U = \text{spec. oppervlak van de zandfractie}$$

Fig. 14 geeft een voorbeeld van de vochtverdeling boven het phreatisch vlak.

De grondwaterstand

De grondwaterstand is de resultante van regenval, verdamping, waterafvoer en wateraanvoer door watergangen en sloten, terwijl tenslotte ook de physische eigenschappen (waterberging) van de grond van belang zijn. Laten we laatstgenoemde factoren voorlopig buiten beschouwing, dan zijn regenval en infiltratie de factoren, die een verhoging van de grondwaterstand bevorderen, terwijl verdamping en waterafvoer dalingen teweeg brengen.

De grondwaterstand is derhalve aan gedurige veranderingen onderhevig. Het tempo van deze veranderingen wordt in hoge mate bepaald door de doorlatendheid van de grond en de intensiteit van de ontwatering.

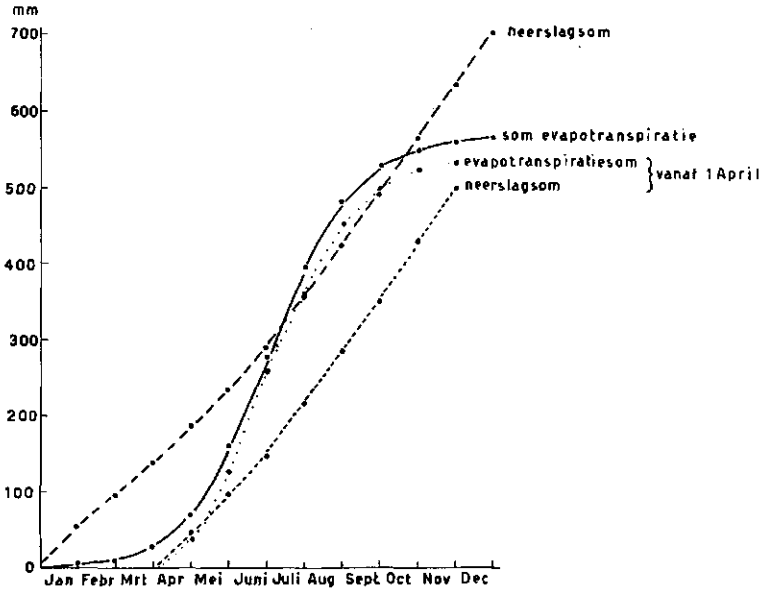


Fig. 15. Sommatiecurven voor neerslag (gestreept) en evapotranspiratie (getrokken)

Bij de nu volgende uiteenzetting wordt uitgegaan van grondwaterstanden in een polder, waarin het polderpeil gedurende het gehele jaar constant wordt gehouden.

In dit geval is het regenoverschot een der belangrijkste factoren voor de hoogte van de grondwaterstand. In fig. 15 zijn 2 curven getekend, die resp. de regenval als gemiddelde van 40 jaar en de berekende evapotranspiratie als gemiddelde van 50 jaar (zie STOLP en MOHRMANN, 1953) weergegeven. Hieruit blijkt nog eens het grote regenoverschot in de eerste en laatste maanden van het jaar en het tekort in de zomer.

Een groot deel van het overschot in de winter wordt echter uitgemalen of stroomt via natuurlijke wateren af. Om vooral het vochtdeficit juister aan te geven, zijn daarom ook de neerslag- en evapotranspiratiesommen van 1 April–1 December getekend. Het verschil tussen deze sommatiecurven geeft een beeld van het vochtdeficit in de loop van het jaar, een deficit dat de plant moet aanvullen door onttrekking van water aan de grond.

Het beeld van de grondwaterstand is in grote lijnen in overeenstemming met het verloop van vocht-overschot en -deficit. In figuur 16 is het verloop van de grondwaterstand in twee grondsoorten weergegeven.

In beide figuren wordt tevens de traditionele opvatting bevestigd, dat in de winter de grondwaterstand boven het polderpeil ligt (dus tussen twee sloten een bolle stand van het water voorkomt) en in de zomer beneden het polderpeil (wat een holle stand tussen twee belendende sloten betekent).

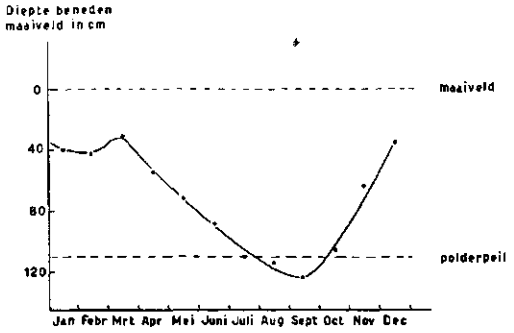


Fig. 16a. Verloop van de grond- en slootwaterstand op een Zeeuwse kreekruggrond, gemiddeld over 4 jaar

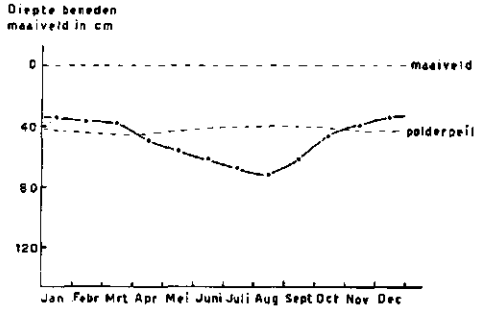


Fig. 16b. Verloop van de grond- en slootwaterstand op veengrasland in de Alblasserwaard, gemiddeld over 5 jaar

Toch is wel gebleken dat deze algemene gedachtengang in vele gevallen niet juist is. Dit kan blijken uit verschillende waarnemingen van grondwaterstanden op Walcheren op het moment van de laagste stand (September) in het jaar 1950 in figuur 17 weergegeven. Ieder punt stelt een waarneming op een perceel op het eiland Walcheren voor. De maaiveldshoogte is in deze figuur door een rechte lijn onder 45° helling aangegeven.

In September, op het moment van de laagste grondwaterstanden, blijkt het grondwater lang niet altijd beneden de slootwaterstand te zijn gedaald. Het laatste is slechts het geval bij die gronden, die ca 1,30 m of minder boven polderpeil liggen. Op de ten opzichte van polderpeil hoger liggende gronden daalde het grondwater in het algemeen niet beneden de slootwaterstand, zodat in deze gevallen ook in de zomer bij de laagst optredende grondwaterstanden nog een bolle stand tussen de sloten voorkwam.

Deze situatie wordt veroorzaakt door het feit, dat bij hoogliggende percelen op de kreekruggen de waterafvoerende sloten ver uiteenliggen. Weliswaar is in dergelijke gevallen een groot drukhoogteverschil tussen grondwater en slootwater aanwezig, waardoor in principe de afstroming wordt bevorderd, maar de af te leggen weg is zo groot, dat zelfs in de droogste periode nog geen evenwicht tussen grond- en slootwaterstand is bereikt (hetzelfde geldt b.v. ook voor de duinen en de Veluwe). De in

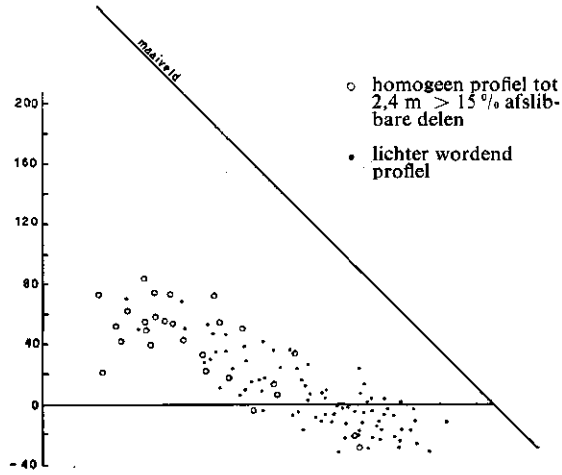


Fig. 17. Grondwaterstanden in September 1950 in verband met de hoogteligging van het maaiveld t.o.v. de slootwaterstand (uit: Wetensch. Afd., 1952)

figuur 17 met een cirkeltje aangeduide lichter wordende profielen (die beneden 1 meter meestal zandig zijn) hebben in de winter meestal een diepere grondwaterstand dan de homogene klei- of zavelprofielen, die een gelijke maaiveldshoogte hebben, tengevolge van een betere doorlatendheid van deze gronden.

Uit deze opmerking mag niet worden afgeleid dat gronden ondoorlatender worden, naarmate ze zwaarder zijn. In het algemeen geldt dat zand doorlatender is, naarmate de deeltjes grover zijn. Naarmate het zand meer slib bevat, neemt de doorlatendheid af. Meestal gaat de aanwezigheid van meer afslibbare delen trouwens gepaard met grotere fijnheid van het zand. Bij een zekere hoeveelheid afslibbare delen (ongeveer 5 à 10%) wordt een minimum in de doorlatendheid bereikt. Zodra de hoeveelheid afslibbare delen toeneemt, wordt de invloed van de textuur geringer en gaat die van de structuur overheersen. Zo kunnen jonge zware kleigronden, die door vochtverlies sterk gescheurd zijn, zeer hoge doorlatendheden vertonen. Oude zware kleigronden, die deze scheuring in veel mindere mate bezitten, zijn anderzijds soms weer slecht doorlatend. De variatie in doorlatendheid is dan ook zeer groot in gronden, die een zavel- of kleikarakter hebben, en slechts gering in zandige gronden. Ook in veengronden varieert de doorlatendheid van zeer gering tot zeer groot, afhankelijk van vormings- en ontwateringsgeschiedenis.

In het voorgaande werd uitgegaan van een slootwaterstand, die constant was. Wat gebeurt er, indien deze stand verandert? Zolang de grondwaterstand zich boven de slootwaterstand bevindt, heeft een verhoging van het peil een vertraging in afstroming tot gevolg. Op hoogliggende gronden, met op dat moment al diepe grondwaterstanden, kan zelfs de verdere afstroming geheel geremd worden.

Indien het grondwater gelijk met, of onder de slootwaterstand staat, zal verhoging van het peil een drukhoogteverschil teweegbrengen, vanaf de watervoerende sloot of watergang naar de grondwaterstand, zodat eventueel infiltratie zou kunnen optreden. Het effect hangt echter in hoge mate van de doorlatendheid van de grond af. In zandgronden is infiltratie op deze wijze wel mogelijk, in klei- en veengronden meestal niet zonder speciale hulpmiddelen in de vorm van infiltratie- of moldrains. Zelfs als de doorlatendheid van deze laatste grondsoorten goed is, vormt nl. die van de dicht-

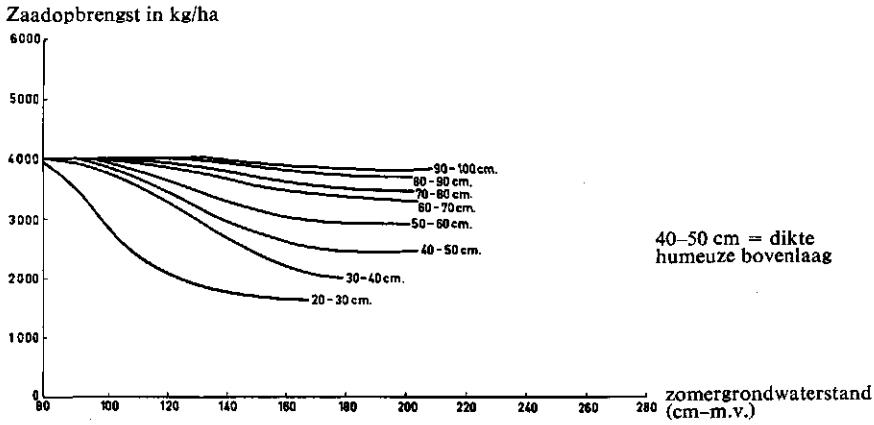


Fig. 18. Verband tussen zomergrondwaterstand en opbrengst van haver op zandgrond in het Veluwerandgebied in 1948 (uit: SIEBEN, 1950)

geslibde slootwand vaak een belemmering. Slechts vlak langs de sloten wordt in die gevallen de invloed van de hoge slootwaterstand geconstateerd in een verhoogde grondwaterstand. Bij een geringe doorlatendheid van de grond hebben alle infiltratiepogingen, zelfs die met bovengenoemde hulpmiddelen, weinig succes.

In principe moet bij het reguleren van het grondwaterregiem gestreefd worden naar de optimale hoogte van de open capillaire zone, in plaats van naar een bepaalde stand van het phreatisch vlak. Aangezien tussen beide niveau's voor een bepaalde grond een correlatie bestaat en het phreatisch vlak gemakkelijker is waar te nemen, wordt doorgaans gezocht naar het verband tussen de diepte van het phreatisch niveau („grondwaterstand") en de opbrengst.

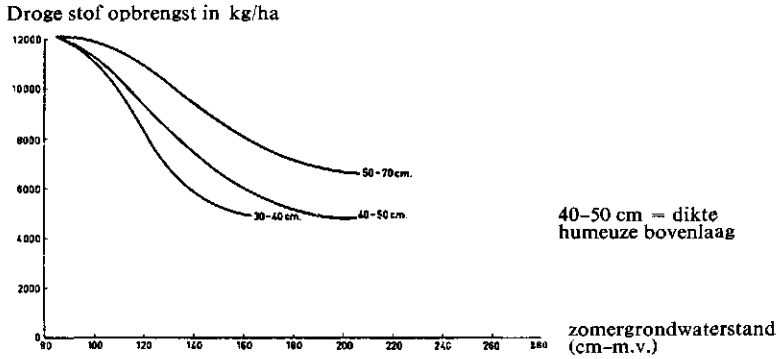


Fig. 19. Verband tussen zomergrondwaterstand en opbrengst van voederbieten op zandgrond in het Veluwerandgebied 1948 (uit: SIEBEN, 1950)

Voorbeelden van opbrengst-ontwateringsdiepte-krommen zijn gegeven in fig. 18 t/m 21.

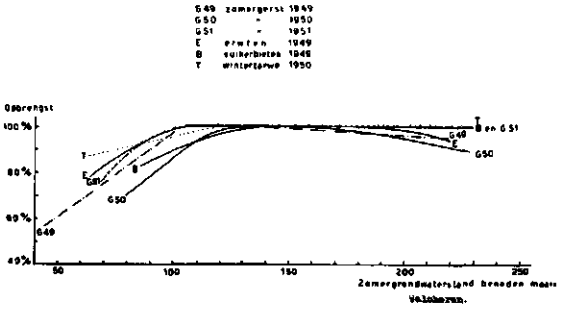


Fig. 20. Verband tussen zomergrondwaterstand en opbrengst van verschillende gewassen op Walcheren (uit: Wetensch. Afd., 1952)

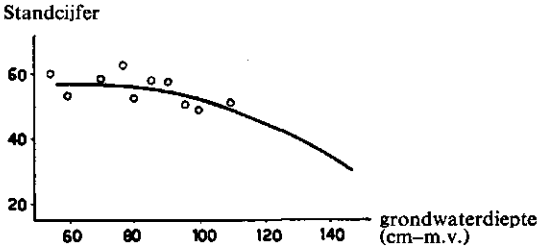


Fig. 21. Verband tussen standcijfer van aardbeien op zandgrond en grondwaterdiepte beneden maaiveld (uit: VISSER, 1948)

Een indruk van de situatie bij grasland geven de cijfers in de tabellen 4a en 4b.

TABEL 4a. Verband tussen opbrengst en grondwaterstand

Grondwaterstand in cm onder maaiveld	40	70	100	130	Gegevens van KÖNEKAMP en KÖNING over een leemgrond in een nat jaar
Hooiopbrengst in 100 kg/ha	110,0	112,0	110,4	96,6	
Ruw eiwit in 100 kg/ha	8,32	8,15	9,17	8,17	

TABEL 4b. Verband tussen opbrengst en slootwaterstand

Slootwater in cm beneden maaiveld	40	55	70	110	Gegevens van KALISVAART over zandgrond in de Noordoostpolder
Hooiopbrengst van 1e en 2e snede (kg/ha)	6590	5380	5150	4950	

Voor gras is op de meeste grondsoorten een zomerstand van ca 50 cm optimaal.

Bij proeven met constante waterstand in Groningen met akkerbouwgewassen blijkt 120–150 cm voor de meeste het gunstigst te zijn. Hoge waterstanden in het voorjaar zijn hier nadelig, althans in veel sterker mate dan hoge winterstanden (minder dan 40 cm beneden maaiveld) (HOOGHOUDT, 1952).

Elders in dit boekje worden meerdere voorbeelden gegeven.

Over de voor- en nadelen van fluctuaties in het phreatisch niveau bestaan vele

meningen, omdat nog slechts weinig exact onderzoek werd verricht. Onderscheid moet worden gemaakt naar één- of meerjarige gewassen, de grootte en de frequentie van de fluctuaties, de diepte waarop zij optreden en de betrokken bodemtypen. In de N.O.P. wordt een hoge winterwaterstand onschadelijk geacht, mits deze niet tot in de bouwvoor komt.

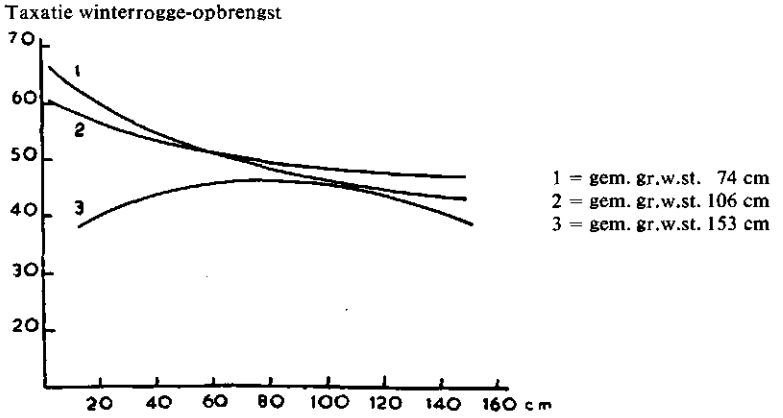


Fig. 22. Opbrengstcurven. Het effect van de schommeling gedifferentieerd naar de waterdiepte. Bij diepe waterstanden wordt een grote schommeling een voordeel (uit: BLOEMEN, 1951)

BLOEMEN (1951) legt een verband tussen de grondwaterschommelingsmaat en de opbrengst van winterrogge in fig. 22, waaruit grote schadelijke invloed blijkt. Beperkte fluctuaties kunnen op daarvoor geschikte profielen een waterconserverende werking hebben, die ten goede komt aan de vochtvoorziening in de zomer en minder zware eisen aan de ontwatering stelt in de winter. Deze gunstige invloed wordt in meerdere kleiboomgaarden waargenomen en zelfs gestimuleerd.

Een illustratie van het karakter van deze „waterbesparing" geven de uitkomsten van een lysimeterproefje met zandgrond op het Landbouwproefstation BASF te Limburgerhof. Bak A draineert vrij door een gat in de bodem.

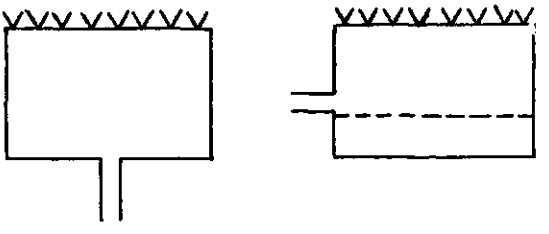


Fig. 23. Lysimeterproefje, links bak A, rechts bak B

Het neerslagtekort vereist, dat gemiddeld per zomer 100 mm water met de gieter bijgegeven wordt. Des winters wordt uit bak A 100 mm drainwater opgevangen. Bak B is aan de onderzijde gesloten. Drainage is alleen mogelijk via een overloop op 60 cm

beneden maaiveld, op welke diepte zich daardoor des winters een grondwaterstand instelt. De ervaring is dat deze bak des zomers geen aanvullende besproeiing behoeft en des winters geen drainwater (door overloop) afgeeft.

LITERATUUR

BERG, C. VAN DEN en D. VAN DEN BOSCH. Enkele gegevens over de wortelgroei van landbouwgewassen in zandige lagen. *Versl. Landbouwk. Onderz.* (Publ. in voorbereiding).

BLAAUW, A. H. De betekenis van de grondwaterstand voor de bloembollencultuur. *Verh. Kon. Ned. Acad.* Amsterdam Afd. Wis- en Natuurkunde **37** 1 (1938) 1–91.

BLOEMEN, G. W. Twee aspecten van de grondwaterdiepte. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **8** (1951) 387–390.

BOYNTON, D. and W. REUTNER. Seasonal variation of oxygen and carbondioxyde in three different orchard soils, during 1938 and its possible significance. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **36** (1939) 1–6.

BUESS, O. Beitrag zur Methodik der Diagnostizierung verdichterer Bodenhorizonte und Ergebnisse von Untergrundlockerungsversuchen auf Schweizerischen Ackerböden. *Landw. Jahrb. der Schweiz* **64** (1950) 1–68.

CANNON, W. A. Physiological features of roots with especial reference to the relation of roots to the aeration of soil. *Carnegie Inst. Wash. Pub.* **368** (1925) 1–168.

FERRARI, TH. J. Een onderzoek over de stroomruggrond van de Bommelerwaard. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **58** 1 (1952).

GOEDEWAAGEN, M. A. J. Het wortelstelsel der landbouwgewassen. Rijkslandb. proefst. en Bodemk. Inst. T.N.O. Groningen, 1942.

———. Grondwaterstand en beworteling der gewassen. *Versl. Techn. Bijeenk. Comm. Hydr. Onderz. T.N.O.* 1–6 (1952) 65–83.

HANSEN, V. E. Light frequent irrigation increase yields of shallowrooted crops. *Farm and Home Sci.*, Logan, Utah, **14** 2 (1953).

HOOGHOUDT, S. B. Resultaten van het grondwaterstandsproefveld te Nieuw Beerta. *Versl. Techn. Bijeenk. Comm. Hydr. Onderz. T.N.O.* 1–6 (1952) 56–63.

HUDIG, J. De grondslagen der economische bemesting. *Landbouwk. T.* **52** (1940) 789–886.

HUDSON, J. P. en P. J. SALTER. *Nature* **171** (1953) 480.

JONG, J. W. en W. C. VISSER. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **8** (1951) 469.

KALISVAART, C. La consommation d'eau d'une région sableuse dans le N.O.P., irriguée au moyen d'adduction souterraine. IVème Congr. Int. de Génie Rural (1951) 155–162.

KÖNEKAMP, A. en KÖNIG. *Landw. Forsch.* **28** 1929.

KRAUSE, M. Kussische Forschungen auf dem Gebiete der Bodenstruktur. *Landw. Jahrb.* **73** (1931) 603–690.

MAKKINK, G. F. De tensiometeraanwijzer van de vochttoestand van de grond. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **6** (1949) 482–490.

——— Grasopbrengst en vochtspanning. *Versl. CILO* (1951) 58–63.

——— Betrekkingen tussen cultuurgewassen en bodemvocht. *Versl. Techn. Bijeenk. Comm. Hydr. Onderz. T.N.O.* 1–6 (1952) 185–201.

——— Vijf jaren graslandbesproeien. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **55** 8 (1949).

MASCHAUPT, J. G. Lysimeteronderzoekingen in Groningen III. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **55** 6 (1948).

MAZEE, W. M. Rapport TA 145, B.P.M., 1943.

PEERLKAMP, P. K. Het bodemwater in verband met de watervoorziening van de plant. *Versl. Techn. Bijeenk. Comm. Hydr. Onderz. T.N.O.* 1–6 (1952) 177–183.

PENMAN, H. L. Recent Rothamsted studies in natural evaporation. *Landbouwk. T.* **62** 3 (1950).

SHAW, H. L. Soilphysical conditions and Plant Growth. New York 1952.

SIEBEN, W. H. Het verband tussen grondwaterstand en opbrengst in het Veluwe-randgebied ten

Zuidoosten van de toekomstige Oosterpolder. Voorlopig Rapp. Dir. Wieringermeer; Kampen 1950.

STOLP, D. W. en J. C. J. MOHRMANN. Droogtekansen en beregening op hoge Zandgronden. *Meded. Dir. v. d. Tuinb.* **16** (1953) 363–378.

VEIHMEYER, F. J. and A. H. HENDRICKSON. Soil density and rootpenetration. *Soil Sci* **65** (1948) 487–493.

VELDMAN, G. Over de Landbouwkundige waarde van lichte mariene gronden. Rapp. Dir. Wieringermeer 1948.

VERHOEVEN, B. Over de zout- en vochthuishouding van geïnundeerde gronden. Diss. Wageningen (ook *Versl. Landbouwk. Onderz.* **59** 5 (1953)).

VERINK, J. B. en W. C. VISSER. De eisen betreffende de ontwateringsdiepten bij grasland. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **9** (1952) 73.

VISSER, W. C. Waterhuishoudkundige kartering ten dienste van de landbouw. *Versl. Techn. Bijeenk.* 1–6 *Comm. Hydr. Onderz. T.N.O.* 1–6 (1952) 110–127.

——— Agrohydrologische studies betreffende geestgrond. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56** 9 (1950).

——— De eisen van aardbeien t.a.v. de diepte van het grondwater. *Meded. Dir. Tuinb.* **11** (1948) 351–355.

——— De vochthuishouding van de komkleigronden. Rapp. Comm. Komgronden 1950.

Wet. Afd. Het landbouwkundig onderzoek in 1949–1952 ten behoeve van de Herverkaveling Walcheren. Wet. Afd. Herverkavelingscomm. Walcheren 1952.

DRAINAGE, MOLDRAINAGE EN BEGREPPELING

Ir P. M. VAN DER SLUIS

1. Inleiding

Het mag bekend worden verondersteld, dat onze cultuurgewassen voor hun groei bepaalde eisen stellen aan de ontwatering van de grond en dat getracht moet worden zoveel mogelijk de optimale ontwateringstoestand te bereiken. Naast een goede afwatering (hiermede wordt bedoeld de afvoer van het overtollige water vanaf het perceel naar de uiteindelijke plaats van bestemming, b.v. vaart, beek, rivier of zee) is de ontwatering van het perceel zelve uitermate belangrijk.

Vanzelfsprekend heeft de handhaving van de optimale ontwateringstoestand twee zijden, nl. op welke wijze in tijden of perioden van wateroverlast het teveel aan water kan worden afgevoerd en hoe in tijden van watertekort dit tekort kan worden aangevuld. Alhoewel deze problemen, zoals nog nader zal blijken, enkele gemeenschappelijke facetten hebben, wordt in het volgende alleen de ontwateringszijde nader belicht.

Bij een gegeven ontwateringstoestand kunnen wij natuurlijk zoveel mogelijk uitwijken naar de verbouw van die gewassen, waarvoor deze ontwateringstoestand als optimaal kan worden beschouwd. Het algemene streven moet er echter op gericht zijn, een zodanige toestand te bereiken, dat de gewassenkeuze zo groot mogelijk wordt. Dit houdt in, dat in zeer vele gevallen bepaalde cultuurtechnische maatregelen noodzakelijk zullen zijn. Van deze maatregelen zullen achtereenvolgens worden behandeld: drainage, moldrainage en begreppeling.

2. Drainage

Achtereenvolgens worden de meest voorkomende problemen, die verband houden met het aanleggen van een drainage, besproken.

a. Hoe komt het water in de drainbuizen

Hierbij kunnen wij twee gedeelten onderscheiden, nl.

I. hoe komt het water, dat veelal regenwater is en dus op het maaiveld valt, op de plaats waar de drainreeksen liggen en

II. hoe komt het water in de drainbuizen zelve.

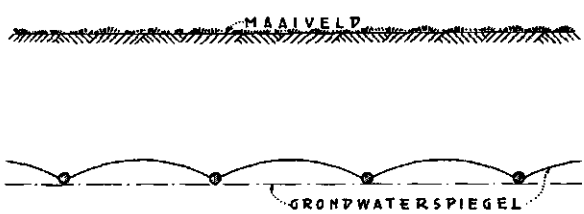


Fig. 1. Grondwaterstand

ad I. Als uitgangspunt nemen wij aan, dat het grondwater horizontaal op drain-hoogte staat.

Gaat het nu regenen, dan zal na enige tijd deze horizontale toestand veranderen en deze zal de vorm aannemen, zoals in figuur 1 is aangegeven. De mate van kromming

van de grondwaterspiegel is in hoofdzaak van 2 factoren afhankelijk, nl. van de duur en de intensiteit van de regenval en van de doorlatendheid van de grond. Hoe langer de duur en hoe groter de intensiteit van de regenval, des te groter is de kromming van de grondwaterspiegel. Hoe groter de doorlatendheid van de grond, des te kleiner wordt deze kromming.

Zodra de grondwaterspiegel voldoende bol staat, is er drukhoogte beschikbaar om het water naar de drainreeksen te laten stromen. Hoe groter de kromming wordt, des te groter wordt ook het drukhoogteverschil met de drainreeksen en des te sneller zal het water gaan stromen. Vroeger werd vaak aangenomen, dat het water in de grond zich langs de bovenzijde van de grondwaterspiegel naar de drainreeksen zou bewegen. Theoretische beschouwingen en practische onderzoekingen hebben echter aangetoond, dat dit niet het geval is, doch dat de stroombanen van het grondwater ongeveer het beeld vertonen, zoals in fig. 2 in weergegeven.

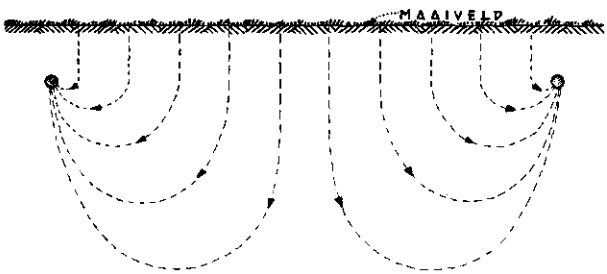


Fig. 2. Stroombanen

Slechts de regen, die direct boven een drainreeks op het maaiveld valt, zakt verticaal naar beneden en bereikt zonder omwegen de drainreeks. Uit figuur 2 blijkt tevens, dat de doorlatendheid van de grond ook op grotere diepte van invloed is op de vorm van de stroombanen en hiermede tevens op de snelheid, waarmede het water wordt afgevoerd. Wij komen hierop nader terug.

ad II. Theoretisch bestaan voor het intreden in de buizen twee mogelijkheden, nl.
1e door de stootvoegen tussen de buizen en
2e door de wand van de buizen.

Alhoewel de meningen hierover vroeger verschillend waren wordt het tegenwoordig als een uitgemaakte zaak beschouwd, dat het water door de stootvoegen in de buizen komt. Uit onderzoekingen van OEHLER (1931–'32) is b.v. gebleken, dat bij de normale gebakken aarden buizen onder bepaalde omstandigheden slechts 0,2 % van het water door de wanden van de buizen komt en de rest door de stootvoegen. De vorm en afmeting (wijdte) van de stootvoegen heeft eveneens, volgens OEHLER, weinig invloed op de wateropname, met dien verstande, dat de ongunstigste vorm (natuurlijk zonder rekening te houden met dichtslibben e.d.) toch altijd nog ruim voldoende is om de benodigde hoeveelheid water door te laten.

Wij moeten bij de wateropname door de stootvoegen echter bedenken, dat uit de beschouwingen over de vorm van de stroombanen volgt, dat het overgrote deel van het water de drainbuizen binnenkomt door de onderzijde van de stootvoegen. Bij het gebruik van afdekking- of omhullingsmateriaal, zoals b.v. turfmolm, zullen wij hier-

mede rekening moeten houden. Hierop komen wij in de betreffende paragraaf nader terug.

b. Bepaling drainafstand

In het algemeen bestaat er een verband tussen de diepteligging van de reeksen en de drainafstand.

Hoe groter de diepteligging is, des te groter kan men ook de drainafstand nemen. Nu is het in de practijk niet mogelijk om de draindiepte, en daarmede de drainafstand, ongelimiteerd op te voeren. In de practijk wordt de draindiepte veelal beperkt door de hoogte van de slootwaterstand of het polderpeil, omdat wij veiligheidshalve onze drainreeksen op een zodanige diepte leggen, dat deze even boven de meest voorkomende hoge waterstand uitmonden.

Deze factor behoeft echter niet altijd even zwaar te wegen, want er zijn vele drainages bekend, die in de loop van hun bestaan periodiek kortere of langere tijd onder water uitmonden, zonder dat dit nadelige invloed heeft gehad op de werking hiervan. Uit de practijk zijn vele van dergelijke voorbeelden bekend en wij zien hierbij door de verschijning van het anders gekleurde drainwater, dat tijdens perioden van regenval de afvoer normaal doorgaat.

Zijn wij dus bij de bepaling van de draindiepte aan practische grenzen gebonden, geheel anders is dit voor de drainafstand, die bij een bepaalde diepte behoort. Deze drainafstand kan variëren van enkele meters tot bij wijze van spreken ettelijke tientallen meters.

Hoe komen wij nu tot een zo juist mogelijk advies voor de drainafstand? Tot voor enkele jaren werd hierbij het meest gebruik gemaakt van een relatieve afstandsbepaling d.m.v. de ervaring. Hiertoe werd het te draineren perceel vergeleken met reeds gedraineerde percelen en op deze wijze werd de drainafstand voor het te draineren perceel geschat. Zo zijn honderden, ja duizenden hectaren gedraineerd, over het algemeen met zeer goede resultaten. Deze methode heeft echter een groot bezwaar. Geeft men op deze wijze advies voor een te grote drainafstand, dan openbaart deze fout zich doordat de ontwateringstoestand onvoldoende blijft en de verbouwde gewassen last blijven ondervinden van wateroverlast. Geeft men daarentegen advies voor een te kleine drainafstand, dan is dit aan de gewassen niet te zien en dus openbaart deze fout zich zelden of nooit.

Hieruit moge worden afgeleid, dat bovenbedoeld practijkadvies heel vaak te kleine drainafstanden aangeeft, waardoor de drainagekosten per ha onnodig worden verhoogd.

Er is nog een bijkomstig nadeel aan deze methode verbonden en wel dat de eenmaal verworven practijkkennis moeilijk overdraagbaar is en dat iedereen, die hiermede te maken heeft of krijgt, zich deze kennis in de loop der jaren zal moeten eigen maken. Geen wonder dus, dat ijverig gezocht werd naar methoden om aan het drainageadvies een meer wetenschappelijke en een beter verantwoorde basis te geven.

In de loop van de laatste 15 à 20 jaar hebben zich achtereenvolgens 2 methoden ontwikkeld, nl.

I. de bepaling van de drainafstand met behulp van de boorgatenmethode, waarvan Dr S. B. HOOGHOUDT de grondlegger is geweest en waaraan met hem en na hem vele anderen hebben gewerkt en
II. de bepaling van drainafstanden door een morphologische beoordeling van het bodemprofiel, waaraan de namen van DONKERSLOOT en SIEBEN zijn verbonden en waaraan na dezen ook door vele anderen is gewerkt.

Ad I. De bepaling van de drainafstand met behulp van de boorgatenmethode.

Deze methode berust in hoofdzaak op de bepaling van de horizontale doorlatendheid. Vanzelfsprekend heeft deze doorlatendheid een grote invloed op de drainafstand en wel hoe groter de doorlatendheid is, des te groter kan de drainafstand zijn. De allereenvoudigste formule, die het verband weergeeft tussen de doorlatendheid en de drainafstand is:

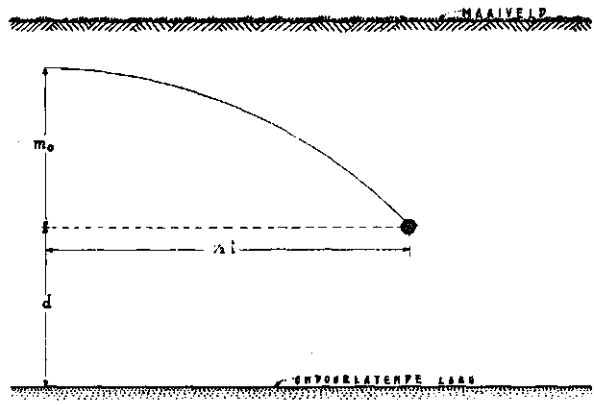


Fig. 3. Bepaling van de drainafstand

$$s = \frac{8\,Kdm_0}{l^2}, \text{ waarin (zie ook figuur 3)}$$

s = de af te voeren waterschijf, uitgedrukt in m/etm.
K = de doorlatendheid, eveneens uitgedrukt in m/etm.
d = verticale afstand van de drainreeks tot aan de ondoorlatende laag, uitgedrukt in m
m_0 = beschikbare drukhoogte in m
l = afstand der drainreeksen in m

Willen wij m.b.v. deze formule de drainafstand uitrekenen dan kunnen we voor s, d en m_0 bepaalde waarden invullen en na bepaling van K kunnen we l uitrekenen. m_0 is feitelijk de hoogst toelaatbaar geachte grondwaterstandsstijging boven het vlak van de drains en men neemt aan, dat bij deze stand de afvoer s optreedt.

Men kan dus m_0 berekenen uit het verschil tussen de draindiepte en de afstand tussen het maaiveld en de bovenbedoelde hoogst toelaatbare grondwaterstand. In de practijk worden hiervoor veelal de volgende normen gebruikt: Bij s = 7 mm/etm. wil men de grondwaterstand niet hoger laten stijgen dan 0,50 m onder het maaiveld. Bij een draindiepte van resp. 0,80 m of 1,00 m wordt dan m_0 resp. 0,30 m of 0,50 m. Naarmate de cultures intensiever worden, neemt men voor s grotere waarden aan om zodoende een grotere veiligheidsmarge te verkrijgen.

Voor d vullen wij de verticale afstand van het vlak van de drainreeksen tot aan de bovenzijde van de ondoorlatende laag in. Ontbreekt deze ondoorlatende laag, dan

moet voor d de dikte van de z.g. eaquivalent laag worden ingevuld. Door Dr HOOGHOUDT zijn in no 7 van „Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond" op blz. 656–692 tabellen uitgewerkt, waaruit de dikte van deze aequivalent laag eenvoudig kan worden afgelezen.

Alvorens wij nu de drainafstand m.b.v. de formule kunnen berekenen moeten wij eerst nog de doorlaatfactor K bepalen.

Dit geschiedt het eenvoudigst met behulp van de boorgatenmethode, waarvan het principe als volgt is: Men boort een gat in de grond tot enige diepte beneden de grondwaterspiegel en wacht tot de waterspiegel in het gat de hoogte heeft bereikt van het phreatisch vlak. Vervolgens ledigt men dit gat zo snel mogelijk en meet daarna met welke snelheid de waterspiegel weer stijgt. Deze stijgsnelheid is een maat voor de doorlatendheid van de grond en hieruit kan de doorlaatfactor worden berekend. Hoe groter deze stijgsnelheid, des te beter is de doorlatendheid van de grond, mits de bedoelde stijging niet wordt beïnvloed door kwel- of drangwater.

De bepaling van de doorlatendheid valt nu eigenlijk uiteen in twee gedeelten, nl. waarnemingen in het veld, samen te vatten onder: meettechniek en het berekenen van de doorlatendheid uit deze waarnemingen: de rekentechniek.

De meettechniek. Door Dr HOOGHOUDT is een apparatuur ontworpen waarmede de stijgsnelheid van het water in het boorgat met grote nauwkeurigheid kan worden bepaald. Dit toestel is echter vrij moeilijk te hanteren en daar bovendien voor het normale drainage advieswerk een dergelijke nauwkeurigheid niet is vereist, is door wijlen Prof. VISSER uit Wageningen een eenvoudiger toestel ontworpen. Voor een beschrijving van het toestel van Dr HOOGHOUDT moge worden verwezen naar zijn publicaties in „Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen".

Van het toestel van Prof. VISSER volgt hieronder een korte beschrijving (zie fig. 4).

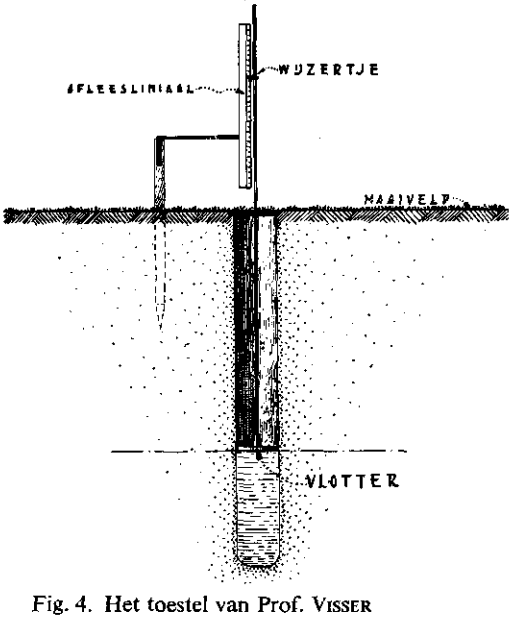


Fig. 4. Het toestel van Prof. VISSER

Tot de complete uitrusting behoren: een grondboor, een puls, een statief waarop de afleeslineaal wordt bevestigd en een vlotter waarop een stalen meetband kan worden bevestigd. Op de meetband kan een wijzertje worden vastgemaakt waardoor de stijging van de grondwaterstand op de afleeslineaal kan worden afgelezen.

Naderhand zijn door anderen nog enkele vereenvoudigingen en verbeteringen ingevoerd. Het geheel is zodanig ontworpen, dat alles, behalve de grondboor, kan worden opgeborgen in de pulsbuis en zodoende eenvoudig hanteerbaar is.

De rekentechniek. Het zou te ver voeren om de gehele rekentechniek te beschrijven. Vastgesteld kan worden, dat het berekenen in de ware zin van het woord van de doorlatendheid uit de meetcijfers een ingewikkelde en tijdrovende bezigheid is, waarbij de kans op het maken van fouten vrij groot is.

Van verschillende zijden zijn methoden ontwikkeld om langs grafische weg en met behulp van nomogrammen de rekentechniek te vereenvoudigen. Hierdoor leent het geheel zich beter voor bewerking door minder geschoold personeel, terwijl bovendien de kans op het maken van fouten veel geringer is geworden. Voor een beschrijving van de te gebruiken nomogrammen en de te volgen werkwijze moge kortheidshalve worden verwezen naar: „Het bepalen van de drainage-afstand met behulp van de boorgatenmethode" door Ir J. H. BOUMANS in het *Landbouwkundig Tijdschrift* van Februari/Maart 1953.

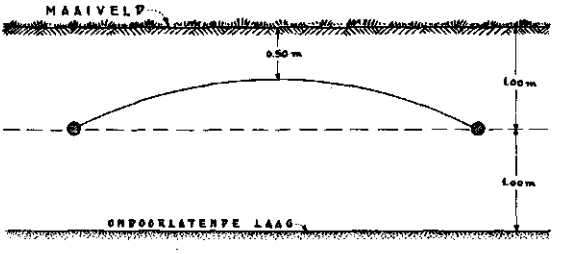


Fig. 5. Berekening drainafstand

Ter verduidelijking van het hierboven behandelde volgt nu nog een cijfervoorbeeld (zie fig. 5). Uit de figuur volgt dat: d = 1 m, m_0 = 0,5 m. Nemen wij verder aan dat s = 5 mm/ etm. en K = 0,5 m/etm. dan is:

$$l^2 = \frac{8\ Kdm_0}{s} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 1 \times 0{,}5}{0{,}005} = 400$$

$$l = 20\ \text{m}$$

Uit het bovenstaande zou misschien de indruk verkregen kunnen zijn, dat deze methode weliswaar niet eenvoudig, maar toch wel door een ieder uitvoerbaar is. In de practijk liggen echter de moeilijkheden niet bij de uitvoering van de metingen en de berekening van de uitkomsten, maar bij de keuze van de plaats van waarneming. Het is vanzelfsprekend, dat men met een zeer beperkt aantal waarnemingen (één tot hoogstens enkele) per ha zal moeten volstaan. De bepaalde doorlaatfactor zal dus representatief moeten zijn voor een relatief grote oppervlakte. Het zou ook hier weer te ver voeren, om alle factoren, die hierbij hun invloed doen gelden, te behandelen. Volstaan moge worden met de opmerking, dat juist door deze eis de boorgatenmethode speciale eisen stelt aan het personeel en dat het in feite min of meer is te vergelijken met specialistenwerk. Hier komt bovendien nog bij, dat in het bovenstaande alleen het allereenvoudigste geval is behandeld.

Is de grond niet tot op de ondoorlatende laag volkomen homogeen doorlatend, of ontbreekt deze ondoorlatende laag, dan wordt het meetwerk en de berekeningswijze zoveel ingewikkelder dat dit vrijwel alleen uitvoerbaar is voor in deze richting gespecialiseerde krachten.

Ad II. de bepaling van de drainafstand door een morphologische beoordeling van het bodemprofiel.

De boven omschreven boorgatenmethode bleek niet overal bruikbaar te zijn. Speciaal was dit het geval voor de zwaardere gronden in de Wieringermeer en de N.O.P. Direct na de drooglegging is de doorlatendheid van deze onder water afgezette gronden namelijk buitengewoon gering, terwijl in de eerste jaren na de drooglegging deze doorlatendheid belangrijk toeneemt. Er zijn zelfs gevallen bekend, waarbij deze doorlatendheid 10000 tot 100000 keer groter werd. Deze vergrote doorlatendheid wordt o.a. veroorzaakt door het optreden van scheuren en scheurtjes na de drooglegging. Deze scheurvorming begint aan de oppervlakte en ontwikkelt zich in de loop der rijpingsperiode naar beneden. Hieruit volgt, dat een bepaling van de actuele doorlatendheid, onmiddellijk na de drooglegging, met het doel om hierop een drainage of begreppelingsadvies te baseren, weinig zin heeft.

Men heeft dus voor deze gronden gezocht naar andere mogelijkheden om te komen tot een advies en is hierbij terecht gekomen bij een empirische methode. Op een bepaald bodemtype worden proefvelden aangelegd met verschillende drainafstanden en door contrôle van ontwateringsdiepte, stand en opbrengst van de gewassen en bestudering van het bodemprofiel, wordt uiteindelijk voor dit bodemtype de gewenste drainafstand vastgesteld.

Bij het uitbrengen van een drainage-advies wordt nu in profielkuilen het bodemprofiel bestudeerd en dit wordt uitgedrukt in een waarderingscijfer. In deze waarderingscijfers komen vooral tot uitdrukking de zwaarte van de grond en de mate waarin de grond reeds scheuring vertoont. Door vergelijking van de resultaten van het profielkuilonderzoek met de resultaten van de proefvelden kan dus op eenvoudige wijze een advies over drainafstanden worden uitgebracht.

De hier geschetste methode heeft in de N.O.P. zijn bruikbaarheid bewezen, maar in hoeverre deze ook op het „oude land" bruikbaar is, valt niet te zeggen. Voor verdere details moge o.a. worden verwezen naar Ir W. H. VAN DER MOLEN: „Bepaling van drainafstanden door een morphologische beoordeling van het bodemprofiel" in het *Landbouwkundig Tijdschrift*, Febr./Maart 1953.

c. De plaats van de buizen in het profiel

Het is natuurlijk niet mogelijk om hiervoor een algemeen recept te geven, daarvoor zijn er te veel factoren, die hierop invloed hebben. Wij zullen ons dan ook moeten beperken tot enkele algemene richtlijnen.

1. In verband met kans op beschadigingen en verstoringen is het ongewenst om ondieper dan ± 0,70 m te draineren.
2. Indien enigszins mogelijk moeten de drainreeksen niet in loopzand komen te liggen. Mocht dit onvermijdelijk zijn, dan kan gebruik worden gemaakt van z.g. Trips-buizen, waarvan de stootvoegen worden gedicht door het gebruik van ringen van geperste turf.
3. In een homogene grond leggen wij de buizen liefst zo diep mogelijk. Indien de

doorlatendheid niet of practisch niet kleiner wordt in verticale richting, is er geen enkel bezwaar tegen om te draineren tot op een diepte van 2 tot zelfs $2^1/_2$ m. In het buitenland zijn hiervan diverse voorbeelden bekend. Deze zeer grote draindiepten hebben echter alleen zin, als inderdaad de doorlatendheid tot deze diepte niet verandert, m.a.w. als wij te maken hebben met een werkelijk homogeen profiel. Is het profiel niet volkomen homogeen, dan zal een nadere profielstudie, eventueel gecombineerd met een bepaling van de doorlatendheid, moeten uitwijzen of deze grote draindiepte mogelijk is. Aan deze grote draindiepte is het voordeel verbonden, dat wij ook een grotere drainafstand kunnen toepassen.

Vanzelfsprekend is het leggen van diepe drains duurder dan van ondiepe drains, maar in het algemeen is het bij diepe drainages zo, dat het kostenbesparende element (minder reeksen) het kostenverhogende element (diepere drainage) overtreft.

In Nederland echter zijn deze diepe drainages vrijwel onmogelijk, omdat de draindiepte voor een zeer belangrijk gedeelte wordt bepaald door het hoogteverschil tussen het maaiveld en de slootwaterstand. Indien enigszins mogelijk leggen wij onze reeksen op een zodanige diepte, dat deze uitmonden op minstens 0,10 m boven de gemiddelde hoogwaterstand, alhoewel het, zoals vroeger al is medegedeeld, helemaal niet bezwaarlijk wordt geacht als de uitmondigen van de reeksen een korte tijdsduur onder water komen te staan.

4. Een diepe drainage schept de mogelijkheid om de lucht dieper in de grond te laten doordringen met alle hieraan verbonden voordelen voor de wortelontwikkeling van onze cultuurgewassen. Bovendien wordt hierdoor het waterbergend vermogen van de grond vergroot, waarmede in sommige gevallen rekening kan worden gehouden bij het bepalen van de capaciteit van een bemalingsinstallatie.
5. Moet een samengesteld profiel worden gedraineerd, dan hangt het geheel van de opbouw van het profiel af op welke diepte de drains komen te liggen.

   Komt een ondoorlatende laag voor, dan zullen wij, mits deze niet te ondiep zit, in het algemeen met onze drainreeksen boven deze laag blijven. Is daarentegen deze ondoorlatende laag van een dusdanige samenstelling, dat verwacht mag worden, dat deze door een betere ontwatering gaat verdwijnen, dan draineren wij bij voorkeur in of onder deze ondoorlatende laag om op deze wijze een dieper profiel te verkrijgen.

   Bij een klei-op-veen profiel verdient het aanbeveling om te draineren juist onder de kleilaag, mits vanzelfsprekend deze kleilaag voldoende dik is om een behoorlijke gronddekking te geven. Bij dergelijke samengestelde profielen (klei op veen, klei op zand, zavel op zand) is de drainafstand in zeer grote mate afhankelijk van de doorlatendheid van het veen, resp. zand, en in veel mindere mate van de doorlatendheid van de kleideklaag.
6. Ook de exploitatievorm van de grond kan invloed hebben op de draindiepte. Zo zal in het algemeen blijvend bouwland dieper worden gedraineerd dan blijvend grasland. In Nederland wordt het bouwland veelal gedraineerd op 0,90–1,20 m en het grasland op een diepte van 0,70–1,00 m.

7. Resumerende kunnen wij echter zeggen, dat in het algemeen in ons land, door gebrek aan voldoende diepe slootwaterstanden de draindiepte bepaald wordt op 0,10 m hierboven.

d. De doorsnede van de buizen en de lengte van de drainreeksen

Gaan wij berekenen, welke diameter een drainbuis moet hebben, dan blijkt dat wij in vrijwel alle gevallen zouden kunnen volstaan met buisjes van b.v. 3 cm doorsnede. Vroeger werden buisjes van deze diameter en soms van nog kleinere diameter dan ook veelvuldig gebruikt.

Aan het gebruik hiervan zijn echter vele bezwaren verbonden, waarvan wij enkele willen noemen.

1. Bij een minder accuraat leggen en bij ev. verzakkingen ontstaan op de stootvoegen procentsgewijze veel grotere verliezen van het doorstromingsprofiel dan bij buizen met grotere diameter.
2. De kleine buizen hebben geen of vrijwel geen overcapaciteit en het gevolg is dat onder tijdelijk ongunstige omstandigheden de ontwatering onvoldoende is.

Tegenwoordig gebruikt men dan ook buizen met grotere diameter dan uit een oogpunt van waterafvoer beslist noodzakelijk is en in Nederland worden hiervoor vrijwel uitsluitend buizen gebruikt met een inwendige diameter van 5 cm. Dat deze maat vrij willekeurig is gekozen, moge blijken uit het feit, dat in andere landen voor dezelfde doeleinden de minimum diameter 6 of 8, ja soms zelfs 10 cm bedraagt.

Met de doorsnede van de buis hangt natuurlijk nauw samen de aan een drainreeks te geven maximum lengte. Aangezien wij doelbewust buizen van te grote diameter gebruiken, is het gevaar dat wij deze maximumlengte overschrijden niet zo heel erg groot.

Een rekenvoorbeeld moge een en ander verduidelijken, waarbij wij voor drainage buitengewoon ongunstige omstandigheden aannemen. In drainbuizen Ø 0,05 m met een verval van 15 cm/100 m bedraagt de stroomsnelheid van het water ongeveer 0,2 m/sec. en het debiet van deze drainbuis is ongeveer 0,4 l/sec. = 0,0004 m^3/sec. De oppervlakte, die door deze drainreeks wordt ontwaterd is gelijk aan: lengte drainreeks (= 1) × drainafstand. Nemen wij als drainafstand 20 m aan en stellen wij de afvoer op 10 mm/etm., dan is de hoeveelheid water, die van deze oppervlakte moet worden afgevoerd, gelijk aan: 1 × 20 × 0,010 m^3/etmaal. Rekenen wij deze hoeveelheid om op m^3/sec. en stellen wij dit gelijk aan het boven berekende debiet van de drainbuis, dan vinden wij: $\frac{1 \times 20 \times 0{,}010}{24 \times 60 \times 60} = 0{,}0004$. Hieruit berekenen wij 1 op ± 170 m.

Onder minder extreme omstandigheden zou het dus alleszins verantwoord zijn om de lengte van de drainreeksen op te voeren tot 200, of zelfs wel tot 250 m. Aan deze lange drainreeksen zijn echter enkele bezwaren verbonden.

1. In Nederland heeft het te draineren perceel heel vaak een vrijwel horizontale ligging. Bij de uitmonding in de sloot zijn wij gebonden aan de hoogte van de slootwaterstand. Maken wij nu lange reeksen, dan wordt door het verval in de reeksen

de kans groot, dat de reeks aan het boveneinde onvoldoende diep komt te liggen met alle bezwaren hieraan verbonden.

2. Bij lange reeksen wordt ook het risico dat een of meerdere buizen uit hun goede ligging geraken, groter. Gebeurt dit, dan zal in het algemeen het hierdoor minder goed ontwaterde gedeelte bij een lange reeks groter zijn dan bij een kortere.
3. Lange reeksen zijn moeilijk te reinigen. Tot een lengte van 100 tot 150 m gaat het nog zeer goed, terwijl het bij reeksen van 200 m of meer zeer moeilijk wordt.

Resumerende kunnen wij dus zeggen, dat de beste lengte van een drainreeks ligt in de buurt van 100–150 m, met als maximum 200–250 m.

e. Het geven van verval aan de drainreeksen

Tot voor enkele jaren werd het als een uitgemaakte zaak beschouwd dat het geven van een bepaald verval aan de drainreeksen noodzakelijk was. Wel was er verschil van mening over de grootte van het te geven verval, hetwelk van verschillende factoren, o.a. van de buisdiameter, afhankelijk werd gesteld. Heden ten dage huldigt men vrij algemeen het principe, dat het geven van verval aan de drainreeksen misschien niet persé noodzakelijk, maar in ieder geval toch wel zeer gewenst is en in de practijk geeft men dan ook een verval, variërende van b.v. 0,10 tot 0,25 m per 100 m.

Op grond van theoretische overwegingen kan echter worden aangetoond, dat voor een goede ontwaterende werking van een drainreeks verval in het geheel niet noodzakelijk is. Waarom houdt de practijk dan zo angstvallig vast aan het geven van verval? De opzet hiervan is om al het water dat in een drainbuis komt, door de zwaartekracht tot afstroming te brengen. Dit water verkrijgt een zekere snelheid en hiermede voorkomt men tot op zekere hoogte afzetting van vaste stoffen in de buizen.

Hieruit volgt, dat als men maar kans ziet om te voorkomen dat dergelijke vaste stoffen met het drainwater in de buizen komen, het bezwaar van afzetting ook is ondervangen en men dus veilig een volkomen horizontale drainage zou kunnen aanleggen. Wij komen hierop nader terug bij de bespreking van het afdekken en omhullen van de drainbuizen. Dat dergelijke horizontale drainages inderdaad goed functionneren wordt bewezen door het weliswaar relatief nog slechts kleine, maar absoluut toch al respectabele aantal aangelegde horizontale drainages.

Wat zijn dan de voordelen van zo'n horizontale drainage?

1. Er komen in ons land vele percelen voor, waarbij het hoogteverschil tussen het maaiveld en de voor drainage bepalende waterstand in de sloten zo gering is, dat geen of slechts een zeer klein verval aan de drainreeksen kan worden gegeven. Zou horizontale drainage mogelijk zijn, dan levert het draineren van dergelijke percelen minder moeilijkheden op.
2. De laatste jaren is een streven merkbaar, speciaal onder de invloed van de droge jaren 1947 en 1949, om een drainage niet alleen dienstbaar te maken aan de ontwatering, maar eenzelfde drainage zo mogelijk ook te gebruiken voor de ondergrondse aanvoer van water in droge perioden. Vanzelfsprekend is een horizontale drainage het best voor beide doeleinden te gebruiken.

Resumerende kunnen wij de volgende conclusie trekken:

1e Wij geven aan onze zuigdrains het gebruikelijke verval als wij uitsluitend te maken hebben met een ontwateringsdrainage en de overige omstandigheden dit niet beletten.

2e In die gevallen waarin de ontwateringsdrainage tevens dienst moet doen voor infiltratie of als de topografie van het terrein het geven van verval niet toestaat, is het mogelijk om een zuiver horizontale drainage aan te leggen. Hierbij moeten wij echter door het aanbrengen van geschikt filtermateriaal voorkomen, dat vaste stoffen met het water in de buizen komen.

f. Afdekken of omhullen van de drainbuizen

Er zijn eigenlijk 2 redenen, waarom wij in sommige gevallen overgaan tot het afdekken of omhullen van de drainbuizen.

I. ten einde te trachten het binnendringen van vaste stoffen en hiermede het gevaar van dichtslibben van de drainreeks te voorkomen.

II. ten einde de wateropname door de stootvoegen te vergemakkelijken.

Ad I. Het is reeds een zeer oude gewoonte om op die gronden waar men beducht is voor dichtslibben of verzanden, de drainbuizen af te dekken. Het afdekmateriaal doet dan uitsluitend dienst als filtermateriaal.

Gedurende de eerste tijd na de aanleg is het gevaar voor dichtslibben of verzanden het grootst en dit wordt veroorzaakt doordat de grond waarmede de drainsleuf weer wordt opgevuld, nog niet in een stabiele toestand verkeert. Hierdoor kunnen zand- en kleideeltjes met het regenwater worden meegevoerd naar en in de drainreeks.

Nu is het zeer onwaarschijnlijk, dat zanddeeltjes tegen de werking van de zwaartekracht in met het water via de onderzijde in de buizen komen, zodat een afdekking van boven en opzij van de buizen voldoende moet worden geacht. De fijnste kleideeltjes daarentegen kunnen wel met het water via de onderzijde in de buizen komen, maar het is niet erg waarschijnlijk, dat deze door het meest gebruikte filtermateriaal (turfmolm) worden tegengehouden en dientengevolge heeft een volledige omhulling van de buizen hier ook weinig zin.

Ad II. In extreme gevallen is het denkbaar, dat op zeer zware gronden de buizen zodanig door de grond worden omgeven, dat de wateropname door de stootvoegen ernstig wordt belemmerd. Hierin kunnen wij trachten verbetering te brengen door gebruik te maken van een of ander omhullingsmateriaal. Aangezien het grootste gedeelte van het water via de onderzijde van de stootvoeg in de buizen komt, is hier een volledige omhulling van de buizen gewenst.

Als afdek- of omhullingsmateriaal zijn in de loop der tijden materialen van zeer uiteenlopende aard gebruikt, zoals: de bovengrond van de drainsleuf, de graszode, turfmolm, heide, bosstrooisel, lang riet, haksel, kaf en langstro, vlaslimen en in de laatste jaren bovendien mimosa run. Het te gebruiken materiaal moet eigenlijk tege-

lijkertijd 2 hoofdeigenschappen bezitten, nl. het moet zeer goede filtrerende eigenschappen paren aan een lange levensduur in de grond en bovendien moet het zo mogelijk eenvoudig zijn te vervoeren en te verwerken.

Van de bovengenoemde materialen voldoet eigenlijk alleen turfmolm aan de gestelde eisen, alhoewel de filtrerende eigenschappen waarschijnlijk wel door andere materialen worden overtroffen.

Fig. 6. „Lange" turfmolm

Echter moeten wij nog even wijzen op enkele kwaliteiten van in de handel verkrijgbare turfmolm. Wij zijn van mening, dat de tegenwoordig veel gebruikte turfmolm hiervoor minder gewenst is omdat dit als z.g. „tuindersturfmolm" wordt afgeleverd. Voor drainageturfmolm moeten wij bij voorkeur beschikken over z.g. „lange" turfmolm met bij voorkeur veel „lok" er in en deze soort is in Nederland niet of slechts sporadisch leverbaar.

Als maatstaf kan worden gesteld, dat bij geboorde drainsleuven voor afdekken ± 1 baal turfstrooisel per 80 m en voor omhullen 1 baal per 40 à 50 m benodigd is.

g. De te gebruiken buizen

In principe kunnen wij onderscheid maken tussen gebakken aarden buizen en betonbuizen. Beide typen zijn bovendien leverbaar met of zonder kraag.

Voor het overgrote deel worden in Nederland de gebakken aarden buizen gebruikt. Bij aflevering moeten de buizen voldoen aan z.g. normaalvoorschriften. De buizen moeten een heldere klank geven, goed doorbakken zijn, er mogen geen kalknesten in voorkomen, zij moeten recht zijn en een loodrecht op de lengterichting staand snijvlak hebben. Voldoen de buizen aan deze eisen, dan kunnen wij normaliter ook verzekerd zijn van een lange levensduur van de drainage in de grond.

Voor betonbuizen geldt vrijwel hetzelfde, alleen zijn deze niet zuurbestendig. Op zure gronden (b.v. veen en veenachtige gronden) moet het gebruik van betonbuizen dan ook worden ontraden. De fabrikanten van de betonbuizen kennen aan hun buizen nog een bijzondere eigenschap toe, namelijk dat de wand zo poreus is, dat het water bijna even gemakkelijk door de wand van de buizen gaat als door de stootvoegen. Zoals reeds eerder vermeld, kan dit van betekenis zijn voor drainages op zandgronden en dan speciaal als loopzand voorkomt. Op kleigronden echter wordt waarschijnlijk door de meegenomen slibdeeltjes de wand binnen korte tijd wel zodanig verstopt, dat

het water uiteindelijk toch voor het overgrote deel door de stootvoegen naar binnen komt.

Op zure gronden zijn wij dus positief aangewezen op de gebakken aarden buizen. Op de niet zure gronden, wordt de keuze bepaald door prijsverschillen en door leveringsmogelijkheden. Zoals boven reeds vermeld, zijn beide typen leverbaar met en zonder kraag en onderstaand volgen nu enkele algemene beschouwingen aangaande de voor- en nadelen van kraagbuizen en kraagloze buizen.

De voorstanders van kraagbuizen verbinden aan het gebruik hiervan het voordeel, dat het verband tussen de buizen onderling beter is en dus niet zo spoedig verstoring door mechanische invloeden optreedt. Op slappe gronden en bij zeer ondiepe drainages zal het inderdaad aanbeveling verdienen om kraagbuizen te gebruiken. In vrijwel alle overige gevallen is het gebruik van kraagbuizen overbodig en verkrijgen wij met kraagloze buizen even goede, zo geen betere resultaten. In het algemeen is het zo, dat een reeks van kraagloze buizen beter sluitend kan worden gelegd dan een reeks van kraagbuizen en hierdoor geeft de eerste een betere bescherming tegen het binnendringen van vaste stoffen.

Bovendien zijn kraagbuizen vrij belangrijk duurder dan kraagloze buizen. Vergelijken wij de prijs van kraagbuizen (± f 85,— per 1000 st.) met die van kraagloze buizen (± f 50,— per 1000 st.) dan blijkt dat een onnodig gebruik van kraagbuizen (bij een drainafstand van 10 m) een drainage ongeveer f 100,— per ha duurder maakt.

h. Het opmaken van een drainageplan

Zeer in het kort zal onderstaand worden vermeld welke gegevens men nodig heeft voor het opmaken van een drainageplan en hoe met deze gegevens het advies wordt samengesteld.

1. Allereerst is nodig een redelijk betrouwbare kaart van het te draineren perceel. Veelal is een overtrek van de kadastrale kaart voldoende.
2. Met deze kaart wordt in het veld een globale verkenning uitgevoerd en bijzonderheden (b.v. obstakels) worden aangegeven.
3. Tevens moet dan plaats hebben een verkenning van de geheel of gedeeltelijk rond het terrein liggende sloten, waarbij de afmetingen en speciaal de diepte, de staat van onderhoud en de lozingsrichting van belang zijn.
4. Vervolgens wordt op het terrein een vlaktewaterpassing uitgevoerd, waarbij de hoogten zo mogelijk vast moeten liggen t.o.v. N.A.P. of in ieder geval t.o.v. een voldoende verzekerd punt, dat later is terug te vinden. Ook dit eventuele punt wordt op de schets zo goed mogelijk aangegeven en zo nodig nader omschreven.
5. Vervolgens moeten gegevens worden verzameld aangaande de voorkomende hoge waterstanden en deze worden eveneens vastgelegd t.o.v. N.A.P. Is het polderpeil bekend dan is het voldoende om dit te noteren.
6. Door het verrichten van grondboringen tot op een behoorlijke diepte of door het graven van profielkuilen moet een indruk worden verkregen aangaande de voorkomende grondsoorten en de verspreiding daarvan. Is een bodemkaart beschikbaar, dan wordt dit gedeelte daardoor in vele gevallen aanmerkelijk vereenvoudigd.

7. Op een van de hiervoor beschreven wijzen moet de drainafstand of de doorlatendheid worden bepaald.

Met deze gegevens kan nu het drainage-advies worden opgesteld.

8. Allereerst wordt nu het kaartje getekend en hierop komen alle gegevens die voor de drainage van belang zijn: hoogtecijfers, hoogten van waterstanden, afmetingen en diepten van sloten en eventuele obstakels en bovendien wordt het voor de waterpassing gebruikte peil of vaste punt hierop aangegeven en/of omschreven.
9. Soms volgt uit de hoogtecijfers direct de drainrichting soms ook wordt deze bepaald, doordat slechts op 1 of 2 sloten kan worden gedraineerd.
10. Uitgaande van de verzamelde gegevens omtrent de slootwaterstanden moet de draindiepte worden vastgesteld. Soms wordt deze ook beïnvloed door tijdens het profielonderzoek vastgestelde gegevens.
11. Indien de drainafstand niet op grond van ervaringen wordt vastgesteld of door andere omstandigheden (b.v. in boomgaarden) vast ligt, moet deze worden berekend uit de doorlaatfactoren of uit de verrichte profielstudies.
12. Het gehele drainadvies kan nu op het kaartje worden ingetekend, waarbij ook de geadviseerde hoogten van de drainreeks, zowel aan het boveneinde als aan het benedeneinde, alsmede het te geven verval, de buisdiameter en de soort buis op het kaartje worden vermeld.
13. Ook moet in het advies nog worden vermeld of en zo ja hoeveel afdekkings- of omhullingsmateriaal moet worden aangebracht.
14. Tenslotte moet nog worden aangegeven, dat elke reeks van een of andere eindbuis moet worden voorzien. Dit om te voorkomen dat door een verstoring van de laatste buis, die veelal in het talud van de sloot zit, een gehele reeks buiten werking zou worden gesteld.

i. Aanleg van drainages

Voor het overgrote deel geschiedt de aanleg van drainages nog geheel in handkracht. Slechts in die streken, waar niet voldoende geschoolde arbeidskrachten aanwezig zijn om al het drainagewerk in handkracht uit te voeren zijn voor een meer of minder groot gedeelte van het werk machines ingeschakeld.

Bij uitvoering in handkracht worden op het terrein eerst de plaatsen uitgezet, waar de drainsleuven komen en met behulp van een waterpasinstrument wordt de hoogte aan begin en einde aangegeven. Door het tussenzichten van hulppiketten is het mogelijk om op elke gewenste plaats onmiddellijk de diepte van de drainsleuf aan te geven. Vervolgens wordt met de schop de bovengrond (0–25 cm) aan de ene zijde en de ondergrond (25–50 à 60 cm) aan de andere zijde van de drainsleuf gedeponeerd.

Fig. 7. Draingereedschap[1]

[1] Deze en volgende foto's zijn door de Nederlandse Heidemaatschappij gemaakt.

Fig. 8. Het leggen van kraagbuizen met de leghaak

Hierna wordt met de drainboor de sleuf tot iets boven de gewenste diepte uitgegraven en met de drainlepel wordt tenslotte de bodem van de sleuf op de gewenste diepte gebracht. Na de bewerking met de drainlepel moet de sleufbodem zodanig zijn afgewerkt, dat hierop onmiddellijk de drainbuizen kunnen worden gelegd.

De diepte van de sleuf kan op elke gewenste plaats worden gecontroleerd met behulp van de bovenbedoelde hulppiketten. Moeten de buizen rondom van filter-

Fig. 9. Het leggen van kraagloze buizen met de leghaak

Fig. 10. Drainsleuf met kraagloze buizen

Fig. 11. Eindbuis

materiaal worden voorzien, dan wordt onder door de gereed gekomen sleuf de benodigde turfmolm gestrooid en vervolgens kunnen de buizen, die inmiddels langs de sleuf zijn uitgelegd, met de leghaak onder in de sleuf op hun plaats worden gebracht.

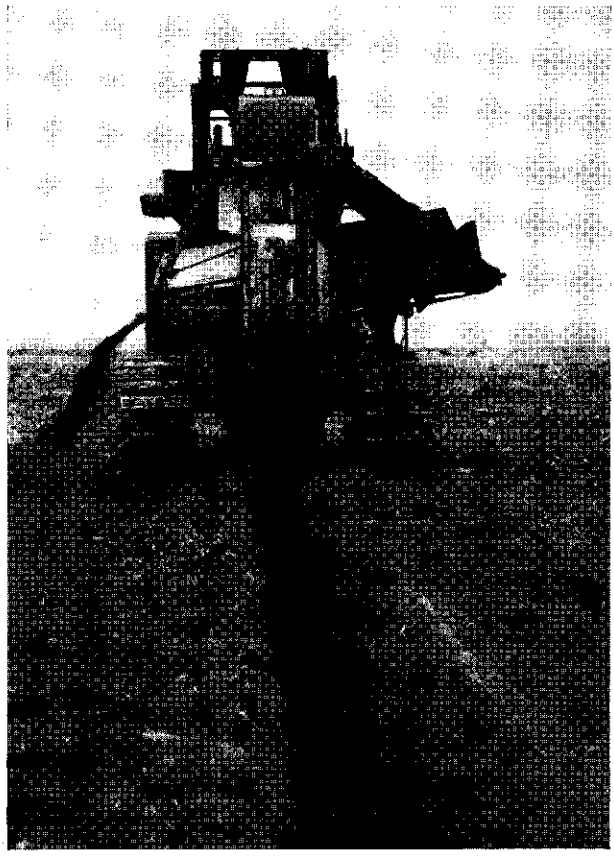
Worden de reeksen niet rondom van filtermateriaal voorzien, dan kunnen de buizen zonder meer op de bodem van de sleuf worden gelegd.

Indien de buizen met turfmolm moeten worden afgedekt kan dit, nadat de ligging van de buizen is gecontroleerd, over de buizen worden aangebracht en daarna kunnen de sleuven weer worden gedicht. Het eerste gedeelte van dit dichten moet met de nodige voorzichtigheid geschieden teneinde verstoring van de drainreeks te voorkomen. Het verdient aanbeveling om eerst de bovengrond boven op de drainreeksen te brengen. Deze heeft namelijk in het algemeen een betere structuur en hierdoor vermindert de kans op dichtslibben van de buizen. Bij het aanbrengen wordt de bovengrond zo nodig fijngescherfd. Daarna wordt de sleuf verder opgevuld met op de kant liggende ondergrond. Tenslotte moet aandacht besteed worden aan de eindbuis.

Bij het draineren kan echter ook in meerdere of mindere mate gebruik worden gemaakt van mechanische hulpmiddelen. Deze kunnen wij onderscheiden in drie categorieën, nl.:

1. Sleuvengraafmachines of greppelploegen
   Deze machines nemen alleen het graafwerk geheel of gedeeltelijk over. Bij de sleuvengraafmachines is het mogelijk om de drainsleuf in één bewerking op de volle diepte en onder het juiste verhang te brengen. De werksnelheid is echter laag en bedraagt onder normale omstandigheden 80–100 m per uur.

Fig. 12. Barber Greene sleuvengraver



De greppelploegen verrichten slechts een gedeelte van het graafwerk door het uitploegen van een of meerdere voren. De rest van het graafwerk en het afwerken van de sleufbodem dient met de hand te geschieden.

2. Gecombineerde sleuvengraver en buizenlegger
   Deze machine is bovendien voorzien van een buizengeleider en verricht dus in één gang al het graafwerk plus het leggen van de buizen.
3. Machines voor het dichten van de drainsleuven
   Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een eenvoudig molbord, getrokken door een paard, of van kleine scrapers of bulldozers.

j. Additionele maatregelen bij drainage

Soms blijkt na korte tijd, dat een aangelegde drainage niet aan de gestelde verwachtingen beantwoordt. In dit geval is het vrij logisch, dat in eerste instantie de fout wordt gezocht bij de aangelegde drainages. Soms zit hier ook inderdaad de fout. Het kan zijn, dat de drainafstand te groot is genomen, ook kan de uitvoering niet vol-

doende accuraat zijn geweest en soms is de ligging van een drainreeks door invloeden van buiten verstoord.

Het is echter niet bij voorbaat een uitgemaakte zaak, dat de fout inderdaad bij de drainage zit. Het kan namelijk ook voorkomen dat de infiltratiecapaciteit van de bouwvoor onvoldoende is.

Dit kan het geval zijn op z.g. slempig land. Ondanks aanwezigheid van een drainage, die aan alle eisen voldoet kan hier toch plasvorming optreden. In dit geval kan een drainage ook geen verbetering brengen. Niet door cultuurtechnische maatregelen, maar door bepaalde cultuurmaatregelen zullen wij moeten trachten hierin verbetering aan te brengen. Deze maatregelen kunnen b.v. zijn bekalking, soms zelfs een gipsbemesting, het bemesten met stalmest of het onderploegen van groenbemesters. Is de gewenste verbetering ingetreden, dan moeten wij door een doelmatige vruchtwisseling en bemesting (ev. bekalking) deze toestand trachten te handhaven.

k. Enkele kostprijsberekeningen

In figuur 13 is een grafiek opgenomen, voorstellende de kosten van een drainage met kraagloze buizen op een goede steekhoudende zavelgrond bij volledige uitvoering in handkracht. Op de horizontale as zijn aangegeven de verschillende draindiepten in meters en op de verticale as kan men een keuze doen uit verschillende drainafstanden, eveneens uitgedrukt in meters. Het snijpunt van de verticale en horizontale lijn door beide punten geeft de totaalprijs voor de drainage, uitgedrukt in guldens per ha. Kiezen wij b.v. een draindiepte van 1 m en een drainafstand van 12 m, dan blijkt dat de totaalkosten per ha ongeveer f 650,— bedragen.

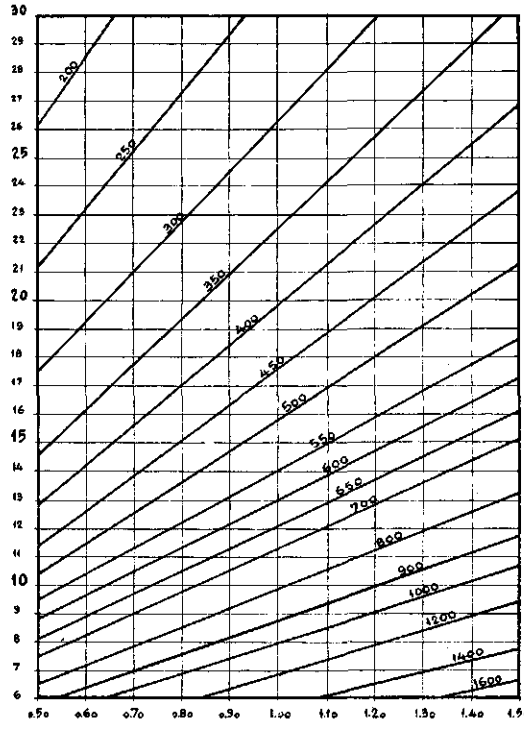


Fig. 13. Kostengrafiek

Vanzelfsprekend heeft deze grafiek maar een beperkte waarde, omdat rekening is gehouden met de huidige prijzen en deze zijn nogal aan fluctuaties onderhevig. Volledigheidshalve volgen hieronder enkele normen, die bij de samenstelling van deze grafiek zijn aangenomen.

1. De arbeidslonen zijn gesteld op f 1,15 per uur.
2. Voor sociale lasten enz. is 50 % van de arbeidslonen gerekend.

3. De aankoop van de kraagloze buizen incl. het transport van de fabriek naar het werk is gesteld op f 65,— per 1000 st.
4. Aankoop + transport turfstrooisel is gerekend op f 2,— per 100 m drain.
5. Gerekend is dat de buizen op het veld aan hopen staan en dat de gemiddelde afstand van deze hopen tot de sleuven 10 m bedraagt.
6. Er is op geen enkele wijze rekening gehouden met een eventuele subsidie van de Overheid.

l. Levensduur van drainages en jaarlijkse kosten

Vroeger meende men de gemiddelde levensduur van een drainage niet hoger te mogen stellen dan ± 30 jaar. Aangezien echter de kwaliteit van de buizen sindsdien aanmerkelijk beter is geworden lijkt het verantwoord om voor de huidige, goed onderhouden drainages, de gemiddelde leeftijd te stellen op 40 jaar, mits er geen aanwijsbare factoren zijn, die zich hiertegen verzetten (b.v. zure of slappe grond). In feite is het dus zo, dat de kosten van een drainage in 40 jaar moeten worden afgeschreven en dat er op gerekend moet worden, dat na 40 jaar een geheel nieuwe drainage moet worden aangelegd.

Aan de hand van een voorbeeld zal nu worden berekend hoe groot in dit geval de jaarlijkse kosten van een drainage zijn. Nemen wij hiervoor weer het voorbeeld van een drainage met een drainafstand van 12 m en een draindiepte van 1 m op goed steekhoudende zavelgrond en stellen wij de rentevoet op 4 %, dan bedraagt de annuïteit van de

aanlegkosten ad f 650,—	f 32,83
Stellen wij het jaarlijkse onderhoud van de drainage op f 0,01 per m, dan levert dit een jaarlijkse last van	f 8,33
Totaal jaarlijkse lasten	f 41,16

m. Onderhoud van drainages

In het algemeen was en is nog vaak het onderhoud van de drainages onvoldoende. Velen wachten tot aan de gewassen te zien is, dat de ontwatering onjuist is, gaan dan de fout opzoeken en trachten deze te herstellen. Onnodig te zeggen, dat dit een onbevredigende gang van zaken is, want de schade hierdoor veroorzaakt, kan in één jaar al zeer belangrijk zijn.

Een regelmatige contrôle is veel efficienter; de geconstateerde afwijkingen kunnen veel eenvoudiger en goedkoper worden hersteld en een opbrengstderving treedt hoegenaamd niet op. De beste wijze voor deze contrôle is de z.g. boorgatencontrôle, zoals in de N.O.P. is ontwikkeld.

Hiertoe worden in het natte seizoen aan de boveneinden van de reeksen gaten geboord tot op de drainbuis. In de practijk is nu gebleken, dat ongeveer 12 uren na een regenbui geen grondwaterspiegel meer wordt aangetroffen in dit gat, als de buizen goed functionneren. Staat na dit tijdsverloop nog wel water in het geboorde gat, dan is de drainreeks verstopt en moet deze worden gereinigd.

De kosten van deze contrôle zijn uitermate laag en worden door de N.O.P. geschat op nog geen f 2,— per ha. Voor de boerderijen buiten de N.O.P. kunnen deze werkelijke kosten nog lager zijn, omdat deze contrôle kan worden uitgevoerd in z.g. „verloren" uren.

De reiniging van verstopte buizen kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. De meest toegepaste methoden zijn:

1. Het met water doorspoelen van de buizenreeksen. Meestal worden hierbij motorpompen gebruikt om de nodige druk te leveren. De methode is vrij kostbaar en niet erg effectief, omdat de druk in de buizen niet hoog genoeg kan worden opgevoerd om eventuele verstoppingen weg te spoelen.
2. Het door de drains duwen en trekken van allerlei soorten reinigingswerktuigen (borstels, proppen, kettingen en krabbers), waarvan wordt verwacht dat door gelijktijdige toediening van water alle in de buis aanwezige stoffen als een pap naar buiten komen. Meestal kan de plaats van de verstopping vooraf worden gelocaliseerd door het in de buis voeren van metalen stangen. Waar deze vastlopen bevindt zich de verstopping en zonodig kan daar de reeks worden opgegraven. Het grote gevaar bij deze methode, die duur maar vrij goed is, is dat door de manipulaties in de buizen de stootvoegen dichtgesmeerd kunnen worden en hiermede wordt de drainreeks geheel of gedeeltelijk buiten werking gesteld.
3. Het doorsteken en verwijderen van verstoppingen met rotan of met plastic buizen op de wijze zoals dit op uitgebreide schaal in de N.O.P. gebeurt. Deze methode leent zich speciaal om kleine afwijkingen te herstellen, die worden geconstateerd met de boorgaten-contrôlemethode.

Het zou te ver voeren om de bovengenoemde reinigingsmethoden tot in details te behandelen. Hiervoor moge worden verwezen naar: Ir J. DUYM, „Het onderhoud van de buizendrainage" in het *Landbouwkundig Tijdschrift* Febr./Maart 1953.

n. Samengestelde drainage

Onder samengestelde drainage verstaan wij een drainage-systeem, waarvan de zuigdrains uitmonden in een verzameldrain, die op zijn beurt weer uitmondt in een sloot. Dit dus in tegenstelling met een enkelvoudige drainage, waarvan de zuigdrains rechtstreeks in de sloot uitmonden. Alhoewel in Nederland slechts in incidentele gevallen gebruik wordt gemaakt van samengestelde drainages, worden onderstaand toch enkele aspecten van de samengestelde drainages belicht.

In het buitenland (Duitsland, Engeland, Zwitserland, Denemarken) worden vrijwel uitsluitend samengestelde drainages aangelegd. Dit verschil tussen de Nederlandse en de buitenlandse opvattingen kan waarschijnlijk het beste als volgt worden verklaard.

In het buitenland draineert men vrijwel altijd in vrij sterk tot sterk geaccidenteerde terreinen en hiervoor is samengestelde drainage het aangewezen systeem. Voor die enkele gevallen, waarvoor men in vlak terrein een drainage moet ontwerpen, wordt dan eveneens gebruik gemaakt van een samengestelde drainage. In ons land zijn de ervaringen juist tegengesteld, omdat hier hoofdzakelijk in vlak terrein wordt gedraineerd.

Wat zijn nu de voor- en nadelen van een samengestelde drainage?

Voordelen:

1. Minder uitmondingsstukken en daardoor minder kans op verstoring hiervan.
2. Minder sloten, dus geringere onderhoudskosten.
3. Minder landverlies.
4. Minder onkruid door het ontbreken van slootwallen.
5. De mechanische bewerking wordt gemakkelijker, aangezien de percelen niet meer gescheiden zijn door sloten.

Nadelen:

1. Hogere aanschaffingskosten en uitvoeringskosten voor verzameldrains.
2. De uitmondigen moeten solider worden gemaakt en zijn dus duurder.
3. Bij storingen is het localiseren van de verstoppingen moeilijker. Hiervoor zijn contrôleputten nodig.
4. Als één uitmonding verstopt geraakt, is een gehele afdeling zonder ontwatering.
5. Doordat sloten ontbreken verkrijgen wij een geringere „open" waterberging, hetgeen voor sommige polders of gebieden bezwaarlijk kan zijn.

Van het allergrootste belang bij de keuze tussen een samengestelde en een enkelvoudige drainage is het antwoord op de vraag, of voldoende drukhoogte beschikbaar is. Een hoofddrain heeft een aanzienlijk groter verval dan een open sloot. Voor deze laatste is dit te stellen op enkele cm per km, terwijl voor een hoofddrain al snel een verval van 10–15 cm per 100 m benodigd is. Een rekenvoorbeeld moge dit verduidelijken.

Door het perceel in fig. 14 loopt een open sloot, die aan de linkerzijde uitmondt in een hoofdwaterleiding. Het perceel is van beide zijden gedraineerd op deze open sloot. Verder nemen wij aan, dat het perceel een volkomen vlakke ligging heeft.

Als wij bij punt A een droogleggingwillen verkrijgen van 0,80 m, hoe diep moet dan bij een enkelvoudige drainage het polderpeil onder het maaiveld staan? Stel, dat wij de zuigdrains een verval geven van 20 cm/100 m, dan mondt de zuigdrain in de sloot uit op 0,80 + 0,30 = 1,10 m onder maaiveld. Aangezien wij de uitmonding liefst 10 cm boven de waterstand houden zal de waterstand in de sloot ± 1,20 m beneden maaiveld moeten zijn en voor de hoofdwaterleiding zal dit dan nog enkele cm meer bedragen.

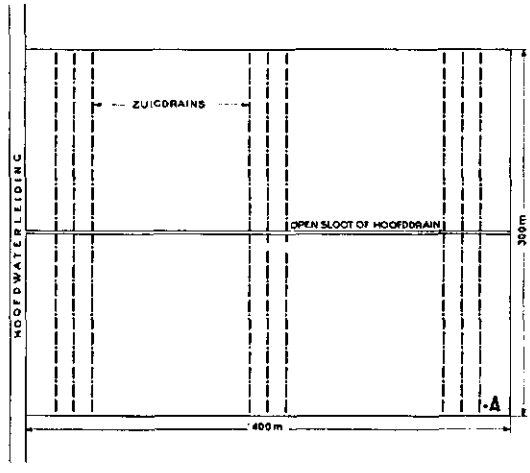


Fig. 14. Bepaling van het polderpeil W

Gaan wij nu de open sloot vervangen door een verzameldrain, dan wordt de berekening als volgt. Drooglegging bij A 0,80 m en uitmonding in de verzameldrain ± 1,10 beneden maaiveld. Voor de verzameldrain hebben wij b.v. een verval nodig van 10 cm/100 m, zodat deze in de hoofdwaterleiding moet uitmonden op 1,10 + 4 × 0,10 = + 1,50 m beneden maaiveld. Rekening houdende met een uitmonding van 0,10 m boven de waterstand moet in dit geval dus de waterstand in de hoofdwaterleiding ± 1,60 m beneden maaiveld komen, hetgeen dus ongeveer 0,40 m meer is dan bij een open sloot.

In vele gevallen zal deze diepere drooglegging niet verkregen kunnen worden en dan is dus een samengestelde drainage technisch niet uitvoerbaar. Is deze drooglegging wel te realiseren, dan wordt de beslissing, aan welke van beide systemen de voorkeur moet worden gegeven, in hoofdzaak bepaald door een kostprijsvergelijking en door een tegen elkaar afwegen van de voor- en nadelen van beide systemen.

3. Moldrainage

Moldrainage is het maken van onderaardse gangen met behulp van een werktuig (molploeg). Deze gangen doen zonder verdere wandversteviging dienst als drainreeksen. Wij kennen zowel moldrainages voor ontwaterings- als voor infiltratiedoeleinden. In het hier volgende zullen alleen de ontwaterings-moldrainages worden besproken.

Uit de berekening van de jaarlijkse lasten van een buizendrainage hebben wij gezien, dat dit een relatief dure maatregel is, waarmede bovendien een belangrijke kapitaalsinvestering gepaard gaat. Geen wonder dus dat men gezocht heeft en nog steeds zoekt naar goedkopere maatregelen, waarmede hetzelfde resultaat te bereiken is. In sommige gevallen kan moldrainage dan uitkomst brengen.

Het effect van een moldrainage is in hoofdzaak afhankelijk van de grondsoort. De molgangen moeten n.l. gedurende enige jaren blijven „staan", d.w.z. dat ze gedurende die tijd inderdaad open blijven en hun ontwaterende werking kunnen blijven vervullen. Het is vanzelfsprekend, dat de molgangen op zandgronden niet blijven staan en dus zijn wij voor deze ontwateringswijze in ieder geval aangewezen op de klei- en zavelgronden en in beperkte mate ook op de veengronden.

Er moet echter nog een andere beperking worden gesteld aan de toepassing van moldrainage: de grond moet n.l. tot onder de diepte van de toekomstige molgangen vrij homogeen van samenstelling zijn. Komt boven deze diepte opduikende zandgrond voor, dan is moldrainage uitgesloten, omdat in deze gedeelten de gangen niet blijven staan.

In het algemeen is het zo, dat de molgangen beter blijven staan naarmate de grond zwaarder is. Dit is echter geen wet van Meden en Perzen, want er zijn zware grondsoorten bekend, waar de gangen in het geheel niet blijven staan en aan de andere kant vrij lichte gronden, waar eigenlijk geheel tegen de verwachtingen in de gangen gedurende jaren prima bleven staan.

Uit het bovenstaande blijkt wel, dat het noodzakelijk is, om voor de aanleg van een

moldrainage, een intensieve bodemverkenning uit te voeren. Daarnaast is het gewenst om van ervaringen op andere, soortgelijke percelen zoveel mogelijk profijt te trekken. Ondanks alle mogelijke voorzorgen is evenwel toch nooit met zekerheid de levensduur van een moldrainage te voorspellen.

Zoals reeds vermeld geschiedt de uitvoering van moldrainage met de molploeg. Dit werktuig bestaat uit een dun, verticaal staand kouter, waaraan aan de onderzijde is bevestigd een soort torpedo. Aan de achterzijde van de torpedo is een ketting bevestigd, die een kogel door de gemaakte gang trekt. De diameter van deze kogel kan variëren van b.v. 5 tot 9 cm of nog groter, maar is altijd iets groter dan de diameter van de bijbehorende torpedo, waardoor wordt bereikt, dat de wand van de gang een weinig wordt samengedrukt en zodoende beter blijft staan.

Fig. 15. De mol

Het geheel is gemonteerd op wielen en men kan d.m.v. een mechanische of hydraulische hefinrichting, die de „mol" verticaal beweegt t.o.v. de wielen, aan de molgang een bepaalde helling geven, onafhankelijk van de ligging van het maaiveld. Vanzelfsprekend kunnen op deze wijze de molgangen ook horizontaal worden getrokken.

De maximum diepte, die kan worden bereikt ligt in de buurt van 1 m, maar de voor het bereiken van deze diepte benodigde trekkracht is vrij groot. Voor een molgang van 7 cm op die diepte is een trekkracht benodigd van 50 à 60 PK. De drainafstand kan variëren van 2 of 3 meter tot b.v. 10 m, hetgeen afhankelijk is van de doorlatendheid en van de eisen die met stelt. Het verdient aanbeveling om de reeksafstand vrij klein te nemen, opdat er bij dichtvallen van één of enkele gangen voldoende gangen overblijven, zodat een goede ontwatering verzekerd is.

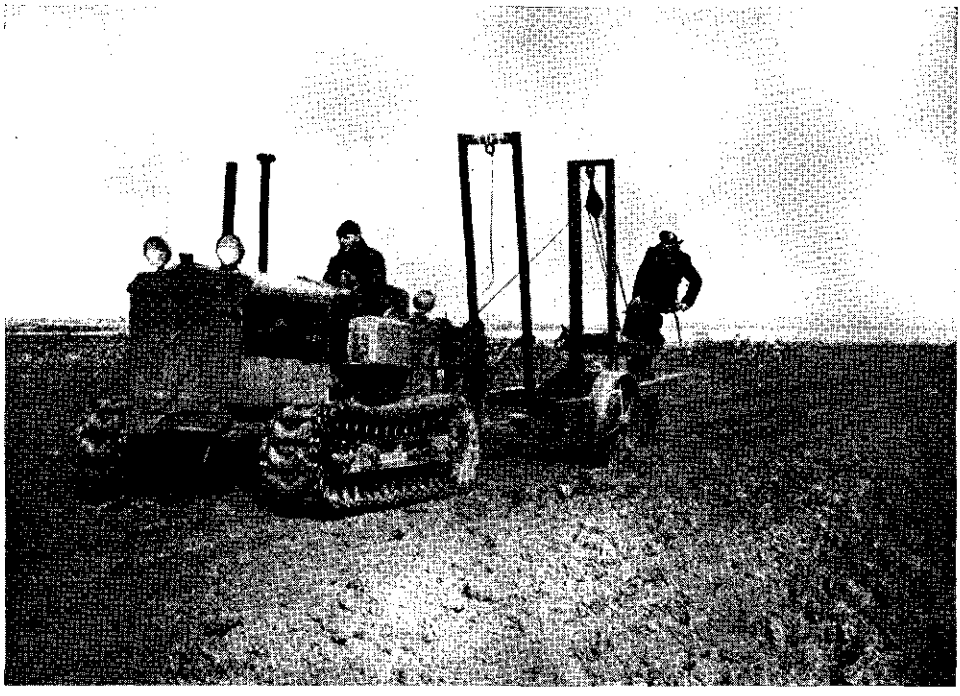


Fig. 16. De molploeg in werking

De uitvoering van een moldrainage geschiedt als volgt: De molploeg wordt boven de sloot opgesteld op de plaats waar de molgang zal beginnen. Daarna wordt de torpedo op de juiste hoogte in het talud gebracht en neemt het trekken van de molgang een aanvang. Aan het einde van de gang gekomen wordt de molploeg met behulp van de hefinrichting uit de grond gelicht en daarna kan met de volgende gang worden begonnen. Teneinde verstoring van de uitmondingen zo veel mogelijk te voorkomen, worden deze voorzien van een eindbuis. In vele gevallen is dit een gewone draineerbuis, die in de gang wordt geschoven, maar beter is een langere buis, die met behulp van een ketting direct achter de molploeg in de gang wordt getrokken. Zit de buis ver genoeg in de gang dan wordt de ketting ontkoppeld en gaat de molploeg verder.

De kosten van een moldrainage zijn moeilijk in een schema onder te brengen, aangezien deze geheel afhankelijk zijn van de gewenste doorsnede van de gang, de grondsoort, drainafstand en draindiepte en in mindere mate ook van de oppervlakte van het te bewerken perceel. Afhankelijk van deze drainafstand, die kan variëren tussen 2 en 10 m en de draindiepte, die kan schommelen tussen 0,50 en 1 m, kunnen deze kosten uiteenlopen van f 15,— tot f 50,— per ha. Als norm zou gesteld kunnen worden, dat op middelzware kleigrond bij een draindiepte van ± 0,80 m en een doorsnede van 7 cm de kosten ± 2 cent per m bedragen. Zoals reeds vermeld is het uiter-

mate moeilijk de levensduur van een moldrainage te voorspellen. Voor gemiddelde omstandigheden kan hiervoor 4 tot 6 jaar worden aangenomen.

Over de resultaten van een moldrainage wordt zeer verschillend geoordeeld. Er zijn vele boeren, die dit systeem buitengewoon goed bevalt, maar ook treffen wij boeren aan die zeggen: „Eens maar nooit weer". Waarschijnlijk zijn dan bij deze laatste categorie de omstandigheden voor de moldrainage ongunstig geweest.

Tenslotte zij nog vermeld, dat het mogelijk is om moldrainage te combineren met buizendrainage. Op vrij grote afstanden worden dan enkele reeksen met buizen gelegd en dwars hierover heen worden molgangen getrokken. Dit systeem, dat in de practijk zeer goed voldoet, heeft het voordeel, dat de moldrains niet meer rechtstreeks uitmonden in de sloten en dat het drainagesysteem daardoor veel minder kwetsbaar is.

4. Begreppeling

Als laatste methode van ontwatering volgt onderstaand een beschouwing over zeer zeker de oudste methode: de begreppeling. Deze methode is eeuwenlang de enige methode geweest om het te veel aan water van het land af te voeren. Door de invoering van de drainage en de moldrainage is de begreppeling zeer sterk in omvang teruggedrongen, maar geheel verdwenen is deze methode niet. Dit is dan ook een aanwijzing, dat er bepaalde omstandigheden zijn, waarbij begreppeling het beste voldoet. Van deze omstandigheden willen wij er onderstaand enkele noemen.

a. Er zijn grote gebieden, speciaal graslanden, waarvan de drooglegging (hiermede wordt bedoeld het verschil tussen maaiveldhoogte en slootwaterstand) niet zo groot is, dat met een redelijke kans op succes een drainage kan worden aangelegd.

b. Soms is ook de ondergrond te slap voor het aanleggen van een drainage of een moldrainage.

c. Er is al op gewezen, dat een aangelegde drainage soms niet aan de gestelde verwachtingen voldoet, omdat de infiltratiecapaciteit van de bouwvoor onvoldoende is. Om in deze gevallen toch het overtollige oppervlaktewater te kunnen lozen is men eveneens aangewezen op begreppeling.

d. Op gronden met een slecht doorlatende bovenlaag of met een slecht doorlatende laag op geringe diepte heeft een drainage in het algemeen weinig succes. Door het toepassen van speciale cultuurmaatregelen kan dit op den duur veelal worden verbeterd. Op deze gronden is in eerste instantie begreppeling de aangewezen vorm van ontwatering.

e. In pas drooggevallen gebieden (Wieringermeer, N.O.P.) is begreppeling de enige methode om zo spoedig mogelijk het overtollige water te lozen. Hier is begreppeling in tegenstelling met de onder a t/m c genoemde gevallen, veelal slechts een overgangsstadium. Zodra de gronden hiervoor rijp zijn wordt overgegaan tot de aanleg van drainages of moldrainages.

Afgezien van de bovenomschreven omstandigheden is begreppeling nog steeds voor grote uitgestrektheden de enige vorm van ontwatering. Alhoewel dit dan niet als de

ideale toestand kan worden beschouwd zijn hiervoor toch wel redenen aan te voeren, zoals: financiële overwegingen, extensief gebruik, onbekendheid met andere methoden en misschien ook een zeker conservatisme van de grondgebruiker.

De voor- en nadelen van een begreppeling op bouw- en graslanden mogen grotendeels bekend verondersteld worden. Over een enkel nadeel van de begreppeling moge nog iets worden vermeld, nl. over het onderhoud. De ontwaterende werking van de greppels wordt goeddeels bepaald door de staat van onderhoud, waarin zij verkeren. Vaak zien wij in de practijk, speciaal in gebieden met een minder intensief grondgebruik, dat juist de lozingspunten van de greppels (b.v. bij de kopakkers) verwaarloosd worden. Onnodig te zeggen, dat hiermede de waarde van het gehele begreppelingssysteem twijfelachtig wordt. Maar ook de greppels zelve verkeren soms in een slechte staat van onderhoud. Eensdeels is dit misschien te verklaren uit een zekere onachtzaamheid, maar zeker spelen hier ook de kosten een belangrijke rol. Het jaarlijkse onderhoud is nl. een vrij kostbare geschiedenis en wil men van een begreppeling het volle profijt trekken voor ontwatering, dan is het beslist noodzakelijk, dat de onderhoudswerken voor de jaarwisseling worden uitgevoerd. In verband met de vele andere werkzaamheden, die in dezelfde tijd moeten worden uitgevoerd, geeft dit soms moeilijkheden. Wil men zijn greppels in goede conditie houden, dan kunnen

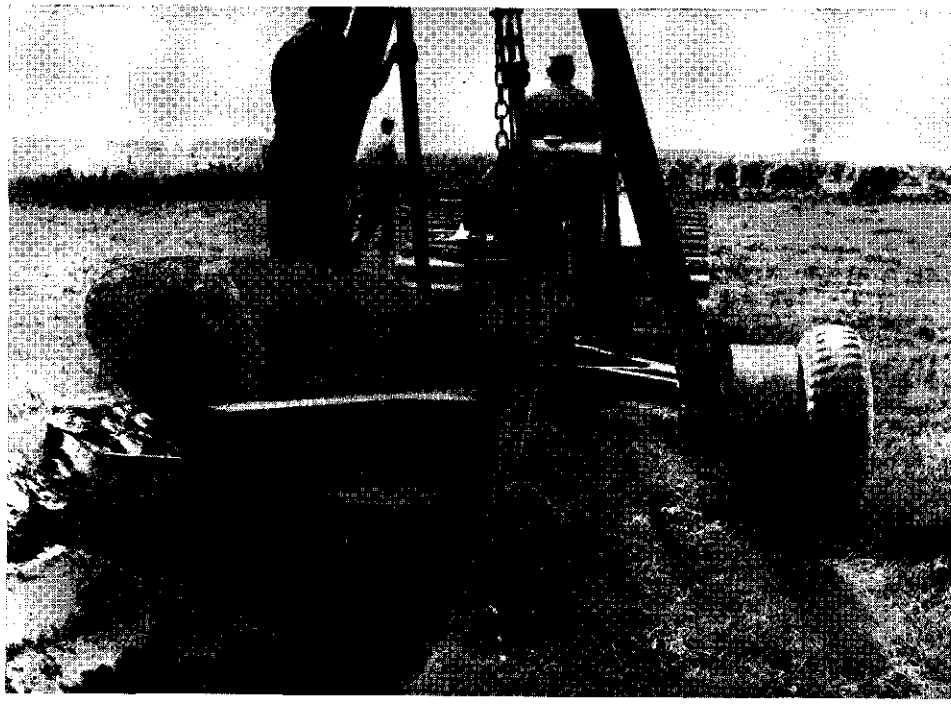


Fig. 17. Greppelploeg met eenzijdig rister

bij de tegenwoordige prijzen, de jaarlijkse kosten hiervoor worden gesteld op 1 à 2cent per m. Bij een greppelafstand van 8 meter betekent dit een jaarlijkse last van ± f 15,— tot f 25,— per ha.

De bepaling van de greppelafstand is vrijwel uitsluitend een practijkkwestie. Voor greppels van enige diepte (b.v. 0,50 m) kan men echter gebruik maken van een soortgelijke formule als door Dr HOOGHOUDT voor de drainafstand is ontwikkeld. Veelal wordt echter de plaats van de greppels op het terrein zelf al bepaald door het voorkomen van hoogten en laagten en in dit geval heeft het geen zin om beschouwingen over greppelafstanden te gaan opzetten, tenzij men overgaat tot egalisatie van het terrein.

De uitvoering van een begreppeling kan zowel in handkracht als machinaal geschieden en afhankelijk van de eisen, die gesteld worden, kunnen dit kleine greppels (z.g. kielgreppels) of grote greppels zijn. De keuze tussen handkracht en machine wordt echter niet uitsluitend bepaald door een eventueel prijsverschil. Naast de vraag of geschikte werktuigen aanwezig of verkrijgbaar zijn, speelt ook de factor van de „verloren" uren in de winter een belangrijke rol. Het greppelen in handkracht mag bekend worden verondersteld. Een voordeel van deze methode is, dat de uitkomende grond vrijwel zonder extra kosten over het aanliggende land kan worden verdeeld,

Fig. 18. Greppelploeg met verlengde tweezijdige risters

iets dat bij machinale uitvoering slechts met speciale machines kan worden bereikt.

Het graven van een kielgreppel in handkracht op kleigrasland, met het verdelen van de uitkomende grond, kost bij de tegenwoordige arbeidslonen 6 à 8 cent per m. Voor een machinale uitvoering staan ons verschillende werktuigen ten dienste. De eenvoudigste vorm is de normale ploeg, die in één of twee gangen een greppel ploegt. Via allerlei grotere ploegen komen wij dan terecht bij de speciaal geconstrueerde greppelploegen, die ook nog weer in diverse grootten verkrijgbaar zijn. Wij kunnen hierbij onderscheid maken tussen de eigenlijke greppelploegen, die de greppel er inderdaad uitploegen, en de z.g. kantsnijders, die alleen de zijkanten lossnijden en waarbij de grond in handkracht moet worden verwijderd. De eigenlijke greppelploegen leveren de grond op één of twee kanten van de greppel. Sommigen zijn voorzien van lange zijwaarts gerichte risters, waardoor de uitkomende grond op enige afstand van de greppels op rillen wordt gedeponeerd.

Tenslotte zij nog vermeld, dat er momenteel een roterende greppelploeg verkrijgbaar is, die de uitkomende grond vrij gelijkmatig over een bepaalde afstand langs de greppel verdeelt. Hiermede wordt dus de uitvoering in handkracht weer benaderd.

Gezien de grote verscheidenheid van beschikbare ploegen en de zeer verschillende eisen, die aan de afmetingen van de greppels worden gesteld, heeft het geen zin om prijzen voor de machinale begreppeling te noemen.

LITERATUUR

AVIS, J. H. Contrôle en Onderhoud van Buizendrainages. *Tijdschr. Ned. Heidemij* (Sept. 1948).

——— Drainage onderhoud in de Noordoostpolder. *Weekbl. De Noordoostpolder* (29 Oct. 1948 en 20 Jan. 1950).

BLACKABY, J. H. Mole drainage demonstrations 1924–1932. *J. Min. of Agr.* **42** 12 (1936).

BOUMANS, Ir J. H. Het bepalen van de drainage afstand met behulp van de boorgaten-methode. *Landbouwk. T.* **65** (Febr./Maart 1953).

BREMAN, F. G. Enige methoden voor het schoonhouden van drainagebuizen. *Maandbl. Actieve Recreatie* (15–11–49).

Centraal Normalisatie Bureau te 's-Gravenhage. Normaalblad No 440 (waarin keuringseisen voor drainbuizen).

DEEMTER, J. J. VAN. Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond, no 11. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56** 7 (1950).

DISERENS, E. Transaction of the 6th Comm. of the Int. Soc. of Soil Science, Vol. B (1933) 188–193.

DOTTRIDGE, R. B. Ditching and Draining. *J. Min. of Agr.* **57** 8 (1950).

DUYM, Ir J. Het onderhoud van de buizendrainage. *Landbouwk. T.* **65** (Febr./Maart 1953.)

ENGELHARDT, J. H. Kennis van de grond. Groningen 1943.

——— Het schoonmaken van drainreeksen. *Gron. Landb.bl.* (3 Maart 1928).

ERNST, L. F. Een nieuwe formule voor de berekening van de doorlaatfactor met de boorgatenmethode. Meded. Landb.proefstation en Bodemk. Inst. T.N.O., Groningen 1950.

FRANKE, Ir A. Is het niet gewenst meer gebruik te maken van samengestelde drainages? *Landbouwk. T.* **65** (Febr./Maart 1953).

FRECKMANN und SIEGERT. Versuche mit verschiedenen Vorbeugungsmitteln gegen das Versanden von Drainagen. *Mitteilungen Ver. zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche*, **44** (1926) 166, 188, 204.

GAALEN, L. VAN. Iets over het onderhoud van ondergrondse drainage. Jaarb. 1935 Alg. Bond van Oud-Leerlingen van Inr. v. Middelb. Landbouwonderw.

——— Het ondergronds reinigen van drainreeksen. Delfzijl, 1936.

HOOGHOUDT, Dr S. B. Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond, no 1 t/m 7. *Versl. Landbouwk. Onderz.*, no 37B, 40B, 41B, 42 (13)B, 43(1)B, 43(13)B en 46 (14)B.

Landbouwverslag van Noord-Holland. De droogte en haar bestrijding op grasland. 1949, 32–44.

LUTKIN, J. N. en DON KIRKHAM. Piesometer method for measuring permeability of soils in situ below the watertable. *Soil Sci.* **68** (1949) 349–358.

MAANEN, T. VAN. Ontwatering en Bevloeiing, Deel I. Delft 1916.

MOLEN, Ir W. H. VAN DER. Bepaling van drainafstanden door een morphologische beoordeling van het bodemprofiel. *Landbouwk. T.* **65** (Febr./Maart 1953).

NICHOLSON, H. H. The Principles of Field Drainage. Cambridge 1944.

OEHLER, Prof. Dr Ir TH. Versuche über die Wasseraufnahme von Dränrohrleitungen. Der Kulturtechniker '31 en '32.

PENNINK, J. M. K. Grondwaterstroombanen. Amsterdam 1915.

PICKELS, G. W. Drainage and Floodcontrol engineering, 2nd edition. New York/London 1941.

PRUMMEL, Ir B. Cultuurtechnische Ervaring bij de Ontginning van de Zuiderzeepolders. *Landbouwk. T.* **62** (1950).

SCHWEWIOR, Prof. G. Entwurf und Ausführung von Dränierungen, Leitfaden zur Boden Kultur, Heft 19. Leipzig.

SLUIS, Ir P. M. VAN DER. Enkele practische problemen, optredende bij het ontwerpen van drainageplannen. *Landbouwk. T.* **65** (Febr./Maart 1953).

——— Open sloten of samengestelde drainage. *Tijdschr. Ned. Heidemij* (Mei 1953).

STAF, Ir C. Regeling van de waterhuishouding voor de landbouw door cultuurtechnische en andere maatregelen. *Landbouwk. T.* (1941).

VISSER, Ir W. C. De grondslagen van de drainageberekening. *Landbouwk. T.* **65** (Febr./Maart 1953).

ZUURVEEN, H. en Ir W. C. VISSER. Het landverlies door greppels bij rivierkleigronden. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **9** (1952).

INFILTRATIE, BEREGENING EN BEVLOEIING

Ir J. TH. SMEDING

1. INFILTRATIE

a. Principe en doel

In de cultuurtechniek verstaan we onder infiltratie in engere zin, de doorzijging van de grond met water. Voorzover dit de waterverplaatsing vanuit de sloot of greppel het perceel in betreft, spreken we van zijdelingse infiltratie. Spreken we over infiltratie als methode van watervoorziening, dan bedoelen we het systeem, dat door middel van boven- en veelal ondergrondse leidingen beoogt een zodanige waterstand te verkrijgen en te handhaven, dat hiermede de vochtvoorziening van de gewassen gedurende het zomerseizoen is gewaarborgd. Tevens kan hierbij de bedoeling voorstaan ongewenste indroging van sommige kleiveengronden tegen te gaan en voorts om het inklinken van veengronden, welke aan ondergronds waterverlies onderhevig zijn (negatieve kwel), zoveel mogelijk te beperken.

Bij een goed functionnerend infiltratiesysteem heeft men d.m.v. slootwaterstandsbeheersing de grondwaterstand zodanig in de hand, dat noch wateroverlast noch watertekort behoeven voor te komen.

b. Grondsoort en profielopbouw

De gangbare infiltratie houdt in een grondstandsbeheersing op een zeker peil, dat naar omstandigheden op verschillend niveau kan liggen. Bij een veronderstelde vaste slootwaterstand zijn slechts geringe fluctaties onder invloed van verdamping of neerslag toelaatbaar. Bekend is, dat de bodemdoorlatendheid en de dikte van de watervoerende laag bepalend zijn voor de geschiktheid van een gegeven terrein voor infiltratie, daar zij het verband tussen sloot- en grondwaterstand bepalen (de beschikbaarheid van water, sterke negatieve kwel en ongelijke ligging van het terrein buiten beschouwing latend).

Zandgronden lenen zich uiteraard in de eerste plaats voor toepassing van infiltratie. Bekende voorbeelden van zandgrondinfiltratie treft men aan in de Zijpe- en Hazepolder, Het Koegras, op de geestgronden, in de Wieringermeerpolder en in de N.O.Polder.

De doorlatendheid van zandgrond is als regel goed. Uitzonderlijk lage doorlaatfactoren treft men niettemin plaatselijk in de Zijpe aan ten gevolge van de dichte pakking van het zand. Het z.g. Blokzijlzand in de N.O.Polder is door haar uitzonderlijke fijnheid relatief slecht doorlatend; elders kan het voorkomen van enig slib, al dan niet in laagjes afgezet, de doorlatendheid van de zandgrond beperken. Destijds werd door KALISVAART (1935) een gehalte tot 4 % aan afslibbare delen in zandgrond als geschiktheidsgrens voor infiltratie vastgesteld.

Waar het *zandpakket* op enige diepte rust *op zeeklei of leem* kan de watervoerende laag onvoldoende dik zijn. De klei- en leemondergrond kunnen vanuit infiltratieoogpunt gezien als ondoorlatend worden beschouwd.

Bij een minder nauw verband tussen sloot- en grondwaterstand kunnen de uitersten, wateroverlast en verdroging, zich bij extreme weersomstandigheden gemakkelijk voordoen. Naast de rechtstreekse schade aan het gewas, kan de wateroverlast tevens indirecte nadelen opleveren als structuurbederf van de bovengrond en zodevertrapping door het weidende vee.

Op initiatief van Prof. VISSER werd in 1946 met goed succes de infiltratie-methode ingevoerd in het klei-veengraslandgebied grenzende aan de N.O.Polder (omgeving Kuinre en Blankenham) (Verslagen Comm. indrogende gronden). De noodzaak tot wateraanvoer is hier ontstaan na het droogvallen van de N.O.Polder. Ondergrondse waterafvloeiing door de diluviale zandondergrond naar de lager gelegen N.O.Polder, gaf aanleiding tot het optreden van inklinking van een veenpakket, irreversibele indroging van de kleiveen bovengrond en droogteschade in het grasland. Door middel van de nadien op uitgebreide schaal toegepaste infiltratie is men er in geslaagd:

1e de ongunstige indroging op te heffen en tegen te gaan; 2e de ernstige inklinking te ondervangen en 3e de vochtvoorziening van het gewas te regelen.

Ervaring is opgedaan met infiltratie van de veensoorten rietveen, zeggeveen en mosveen. Door de genoemde ondergrondse wateronttrekking zijn deze venen meer of minder diep ingescheurd en verbrokkeld (EDELMAN, 1950). De overgangslaag tussen kleidek en veen heeft zich hierbij ontwikkeld tot een sterk doorlatende gruislaag, welke van grote betekenis is voor het welslagen van de infiltratie, daar hierdoor een vlotte horizontale spreiding van het infiltratiewater wordt verkregen (zie fig. 1).

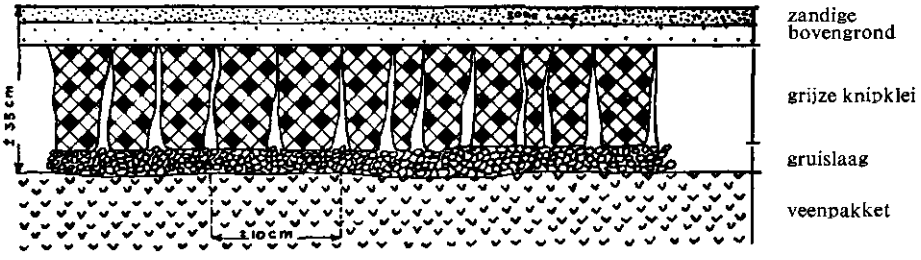


Fig. 1. Gevolgen van uitdroging in een knip-op-veen profiel in het randgebied van de Noordoostpolder, volgens VEENENBOS. Iets zandige bovengrond, grijze kniplaag met scheuren, gruislaag, veen (uit: EDELMAN, 1950)

De drainreeksen en (of) molgangen liggen op geringe diepte onder de gruislaag in de veenondergrond. Infiltratie van het aangegeven klei-op-veen-profiel met gruislaag is bij de drie genoemde veensoorten goed uitvoerbaar. Op zegge- en rietveengronden is de toepassing van drainreeksen en molgangen mogelijk. In mosveen is molganginfiltratie niet mogelijk, door het opslibben van deze veensoort in de gangen, waardoor deze na korte tijd verstopt geraken.

Men is hier aangewezen op drainbuisinfiltratie.

Onderzoekingen van het C.I.L.O. (BENNEMA en V. D. WOERDT, 1952) hebben de geschiktheid van bosveengronden voor drainbuisinfiltratie aangetoond.

De practische toepassing van infiltratie op (klei-)veengronden beperkt zich tot dusverre hoofdzakelijk tot het randgebied van de N.O.Polder.

De infiltratie van klei- en zavelgronden verkeert nog goeddeels in het stadium van onderzoek. Bij een dun klei- of zaveldek (20–30 cm), rustend op doorlatende zandondergrond, zal de toepassing van infiltratie goede resultaten opleveren. Bestaat het bodemprofiel goeddeels of geheel uit zavel- of kleigrond, dan dient onderzoek uit te wijzen of en op welke wijze infiltratie toegepast kan worden.

c. Systemen

De *Zijpe- en Hazepolder* en het *Koegras* zijn de bakermat van de infiltratie (KALISVAART, 1935). Men treft hier overwegend het open-greppelsysteem aan. De bemalingsinstallaties van de betreffende gebieden kunnen zowel water uitslaan als inmalen. Veelal is partiële bemaling voor het verkrijgen van een hogere waterstand voor het eigen bedrijf noodzakelijk. De instelling van verschillende waterstanden binnen de grenzen van het eigen bedrijf geschiedt doorgaans op primitieve wijze, waardoor deze veel te wensen overlaat.

De bekende bezwaren van greppels tegenover drains gelden hier evenzeer als voor ontwatering. Door algengroei kan de greppelwand spoedig slecht doorlatend worden, waardoor de zijdelingse infiltratie wordt bemoeilijkt. Een goed greppelonderhoud is bij greppel-infiltratie noodzakelijk.

De open-greppel-infiltratie werd destijds bij de aanleg van het infiltratiegebied van de *Wieringermeerpolder* toegepast. In verband met de vele er aan verbonden bezwaren, zijn de greppels successievelijk vervangen door drainreeksen.

Voor de waterverdeling over de kavel beschikt het oorspronkelijke infiltratiesysteem van de Wieringermeer over een aanvoergreppel met zijgreppels (zie fig. 2). De aan-

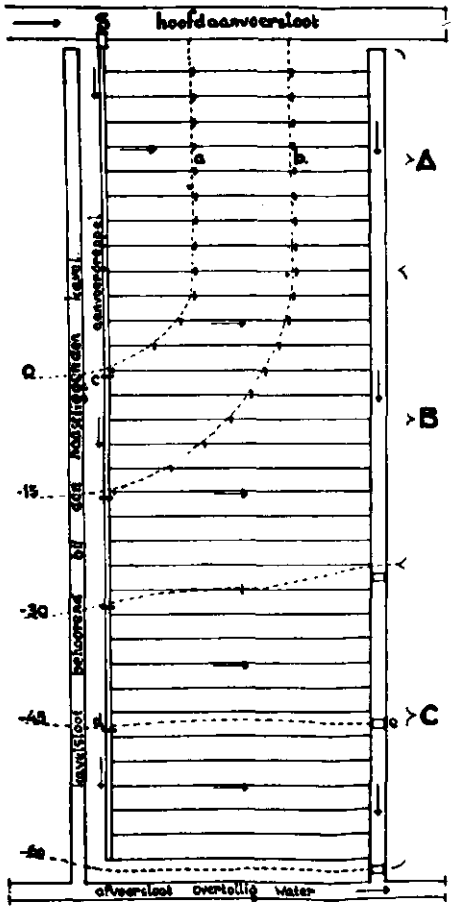


Fig. 2. Het greppel-infiltratiesysteem van de Wieringermeerpolder

□ □ stuwputten
| | | stuwtjes in greppels
---- hoogtelijnen van het maaiveld
—> stroomrichting van het water

voergreppel is op korte afstand van de kavelsloot gegraven. Zij ontvangt het infiltratiewater via een regelbare stuwput vanuit de hoofdaanvoersloot. De greppels staan in open verbinding met de aanvoergreppel en de kavelsloot. Voor een juiste afstemming van de greppelwaterstand op de hoogteligging van het terrein zijn eenvoudige houten stuwtjes in de aanvoergreppel en de greppels geplaatst. De kavelsloot waarop de greppels uitmonden heeft uiteraard een waterstand op infiltratiepeil. Vanuit deze sloot kan via een stuwput het overtollige water afgelaten worden op een afvoersloot aan het einde van de kavel.

De greppel-infiltratie is in de Wieringermeer slechts gehandhaafd op enkele kavels met relatief grote hoogteverschillen. Door middel van greppelstuwtjes kan men namelijk op eenvoudige en doeltreffende wijze rekening houden met deze hoogteverschillen van het maaiveld.

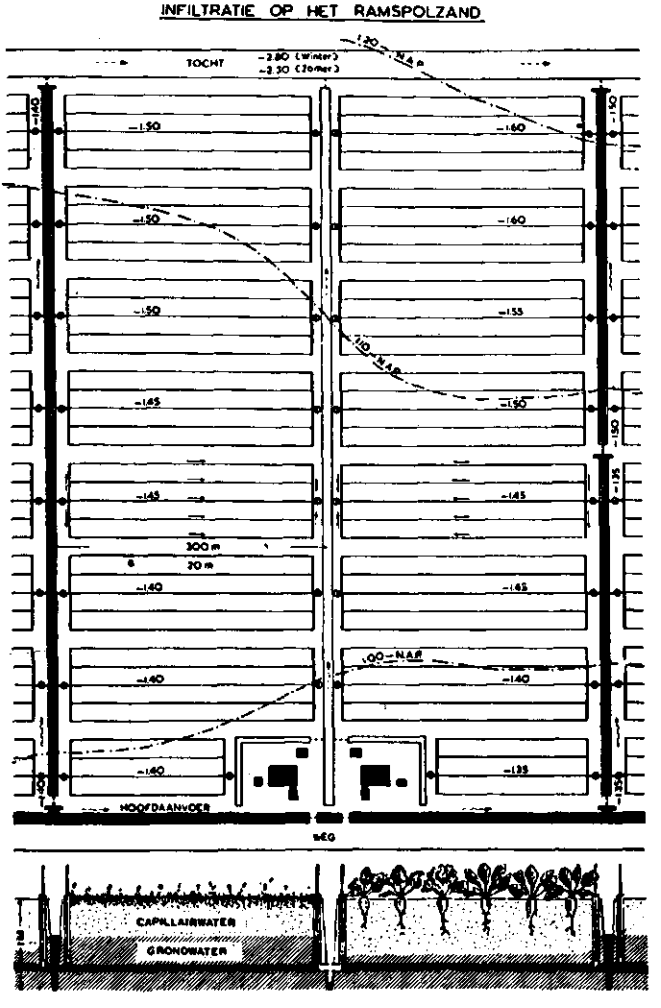


Fig. 3. Overzicht van een volgens het Ramspolsysteem geïnfiltreerde N.O.P. kavel (uit: „De N.O.P. inbeeld")

- aanvoerkavelsloot met stuw
- •–• in- en uitlaat voor de percelen (drainageblokken)
- = afvoerkavelsloot
- –·– hoogteligging maaiveld
- --> stroomrichting water
- -1,40 max. waterstand in m -N.A.P. en boven de drainreeksen in de percelen

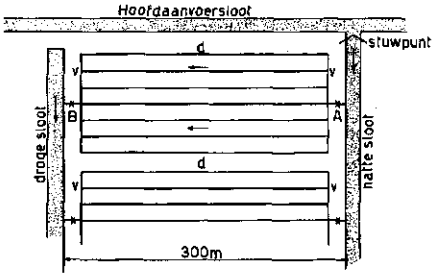


Fig. 4. Schematisch voorbeeld van het Ramspol infiltratiesysteem

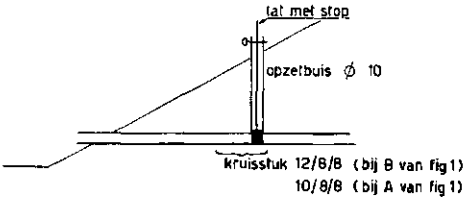


Fig. 5. Afsluiter voor hoofddrain bij het Ramspol infiltratiesysteem (zie ook fig. 4)

De voor de *N.O.Polder* ontworpen infiltratiesystemen konden steunen op de in de Wieringermeerpolder opgedane ervaringen. Op bijna volmaakte wijze kan de waterhuishouding van de N.O.Polderzandgebieden door middel van drainbuis-infiltratie worden beheerst (Excursiegidsen, HUISMAN, 1953, „Infiltratieproefvelden", 1951, KALISVAART, 1949 en 1951). De voor de N.O.Polder gangbare systemen zijn:

I. Het Ramspolsysteem of blokkensysteem (zie fig. 3 en 4)

De horizontaal liggende drains (d) monden aan beide einden uit op een verzameldrain (v). De verzameldrains zijn resp. op een „natte sloot" (met infiltratiepeil) en een „droge sloot" (met een laag peil) aangesloten, door middel van korte hoofddrains. Deze hoofddrains zijn voor de regeling van wateraanvoer en -afvoer voorzien van

Fig. 6. Bovengrondse opstelling van het Ramspolsysteem nabij de hoofdinlaat van het infiltratiegebied bij Ramspol. Op de voorgrond een afsluiter. Het schuinstaande vlak stelt het sloottalud voor.

Fig. 7. Voor demonstratie zijn tegen een bovengronds opgestelde afsluiter een lat met afsluitstop en een stuwlat geplaatst.

eenvoudige afsluiters (zie fig. 5 en 6). Met behulp van een regelbare afsluitstop (bij A) en een z.g. stuwlat (bij B) kan de waterinlaat naar behoefte worden geregeld (zie fig. 7).

Op deze wijze zijn ongeveer 8 blokken (ieder 3–4 ha) per N.O.P.-kavel (800 × 300 m) onafhankelijk van elkaar te infiltreren. De waterstand kan op ieder blok ingesteld worden, naar behoefte van het daar geteelde gewas. Bij de perceelsindeling kan de boer rekening houden met de indeling in infiltratieblokken.

II. Het Vollenhovesysteem of enkelvoudige systeem (zie fig. 8)

Hierbij monden alle drains rechtstreeks uit op de kavelsloten. Met de beheersing van de slootwaterstand in de kavelsloten heeft men tevens de grondwaterstand in de hand, alhoewel wijziging in de slootwaterstand vertraagd wordt gevolgd door de grondwaterstandswijziging, daar de nodige grondwaterverplaatsing tijd vraagt.

Door middel van stuwputjes kan men op dezelfde wijze als bij het Ramspolsysteem naar behoefte water betrekken uit de hoofdaanvoersloot (fig. 9 en 10).

Het is duidelijk, dat het Vollenhovesysteem het voordeel van de onafhankelijke blokkeninfiltratie mist. Buurkavels zijn daarenboven aan de waterstand van één sloot gebonden (burenruzie!). Het (weinige) bouwland met zijn verschillende gewassen en het grasland zijn bij dit systeem op een zelfde peil aangewezen. Dit zal een compromispeil moeten zijn.

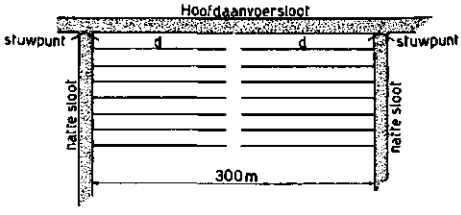


Fig. 8. Schematisch voorbeeld van het Vollenhove infiltratiesysteem

Fig. 9. Voor demonstratie zijn hier bovengronds opgesteld: een volledige stuwput, een houten overstortschuif en een betonschuif. Gedurende het infiltratieseizoen zijn de beide schuiven tegen elkaar in een sleuf van de stuwput geplaatst. De houten schijf kan op verschillende hoogten gesteld worden. De betonschuif zorgt voor afdichting beneden de overstorthoogte.

d. N.O.Polder-gegevens betreffende infiltratie

Drainbuisdiameter. 5 cm Ø buisjes zijn voor de gewone drains goed bruikbaar. De verzameldrains van het Ramspolsysteem zijn 8 cm Ø; de hoofddrains 12 cm Ø. De drainreeksen zijn zonder helling gelegd. Met helling geeft een te diepe uitmonding in de (zand-!) sloot.

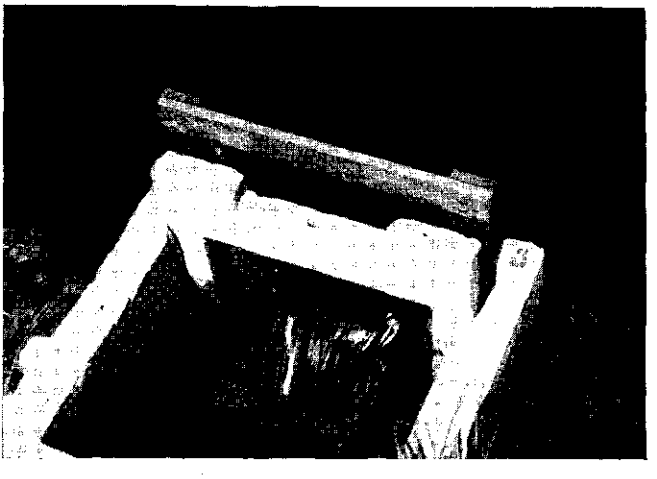


Fig. 10. Opname van een functionnerende N.O.P. stuwput. Men kan het water de stuwput zien binnenstromen.

De draindiepte. De reeksen zijn – binnen practische grenzen – op zodanige diepte gelegd, dat zij, gerekend vanaf de onderkant der monding, ruim 10 cm beneden het veronderstelde laagst gewenste zomerstuwpeil liggen (zie tabel 1).

De drainafstand. Deze moet voor infiltratie kleiner zijn dan voor ontwatering. Evenals bij de drainafstand voor ontwatering rekening dient gehouden te worden met de bodemdoorlatendheid, geldt dit evenzeer voor de infiltratie. De in de tabel opgenomen cijfers voor de drainafstand kunnen, zoals men ziet, voor een zandgebied vrij sterk uiteenlopen. Met de doorlaatfactor zijn de dikte van het zandpakket en de kwel mede bepalend voor de drainafstand.

Het infiltratiepeil. Dit wordt bepaald door de hoogte van de capillaire opstijging, de gebruikswijze van het land en door het jaargetijde, in verband met de verhouding tussen verdamping en neerslag. De in onderstaande tabellen weergegeven cijfers, waarnaar ook voor infiltratiestuwpeilen verwezen moge worden, zijn ontleend aan interne verslagen van de Directie van de Wieringermeerpolder (Noordoostpolderwerken).

TABEL 1.

	U-cijfer	% klei	Cap. opst. in cm.	Inf. stuwp. in cm –m.v.	Draindiepte diepte –m.v.	Drainafst. in m
Ramspolzand	60– 85	3,7	50	40–50	80	12½–25
Urkzand	40– 70	1–3	40	35–45	70	16 –30
Kuinrezand	80–130	0–3	60	50–60	80	± 20
Blokzijlzand	250	2–5	110	60–80	100	8

De waterinlaat. De waterinlaat ten behoeve van de infiltratie geschiedt in de N.O.Polder door middel van inlaatduikers, vanuit het IJsselmeer. Nabij Urk wordt infiltratiewater ingelaten door middel van een hevel. Achter de inlaatsluizen passeert het water een overstort, waarbij debietaflezing kan plaats vinden.

Evenzo zijn alle stuwtjes voorzien van een bepaald type overstort, waarbij eveneens debietaflezing mogelijk is. De wateraanvoer naar en de waterverdeling over de geïnfiltreerde kavels is hierdoor steeds vast te stellen.

Het inlaten van het water heeft een tweeledig doel, nl.

1e de watervoorziening van het gewas en

2e het verschaffen van drinkwater aan het vee.

Afhankelijk van de weersgesteldheid gaat zodoende aan het feitelijke infiltratieseizoen een meer of minder lange periode van waterinlaat vooraf; evenzo wordt in de nazomer omstreeks eind Augustus, begin September het infiltratiepeil weer verlaagd tot het drinkwaterpeil. Dit peil wordt gehandhaafd totdat het vee de weide verlaat.

Betreffende de waterinlaat van enkele infiltratiegebieden uit de N.O.Polder treft men in onderstaande tabellen enige cijfers aan.

TABEL 2a. Infiltratiegebied Blokzijl

Infiltr. maanden	Aantal dagen		Ingel. hoev. water in mm/dag	
	1951	1952	1951	1952
Mei	1	16	1,4	3,0
Juni	30	30	3,3	2,3
Juli	31	15	2,0	2,6
Augustus	24	–	1,3	–

TABEL 2b. Infiltratiegebied Ramspol

Infiltr. maanden	Aantal dagen		Ingel. hoev. water in mm/dag	
	1951	1952	1951	1952
April	–	5	–	1,3
Mei	29	31	2,0	3,1
Juni	30	30	3,1	2,8
Juli	31	31	2,5	1,9
Augustus	31	31	1,8	1,3

TABEL 3. Hoogste ingelaten daggemiddelden (in mm) voor drie infiltratiegebieden in de jaren 1949, 1950, 1951 en 1952

Gebieden	Blokzijl-gebied		Vollenhove-gebied (Urkzand)		Ramspolgebied	
jaar	mm	maand	mm	maand	mm	maand
1949	5,0	April	4,2	Mei	–	–
1950	3,9	Juli	3,6	Juni	–	–
1951	4,8	Juni	6,1	April	4,3	Juni
1952	3,9	Mei	5,2	Mei	4,0	Mei

(Cijfers voor het Ramspolgebied zijn voor de jaren 1949 en 1950 niet beschikbaar.)

Infiltratie in het indrogingsgebied bij Kuinre

Ruim 700 ha worden in het betreffende gebied geïnfiltreerd volgens de daar ontwikkelde gecombineerde drainbuis-molgang-methode (zie fig. 11).

Buizenreeksen uitmondende in de kavelsloten, liggen om de 40 m op een diepte van 55–60 cm, gemeten van maaiveld tot bovenkant buis. Loodrecht op de drainreeksen zijn juist boven de buizen molgangen getrokken met een molploeg. Molgangafstand 3 m. De diameter van het gebruikte mollichaam is 13½ cm. De duurzaamheid van de molgangen loopt voor de verschillende veensoorten uiteen. Zij bedraagt waarschijnlijk omstreeks 2 jaar.

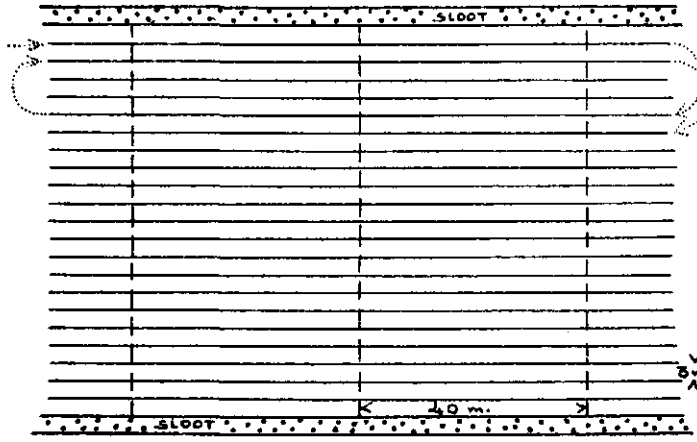


Fig. 11. Schema van het gecombineerde drainbuis-molgang infiltratiesysteem, zoals dit tot ontwikkeling kwam in het kleiveen indrogingsgebied bij Kuinre (uit: Verslagen van proeven en onderzoekingen)

Op gezette tijden dienen dus nieuwe molgangen getrokken te worden. De kosten hiervan zijn gering (f 10 tot f 15 per ha).

2. Kunstmatige beregening in de landbouw

Sedert enkele jaren bestaat in de Nederlandse landbouw een groeiende belangstelling voor kunstmatige beregening, inzonderheid in die delen van ons land waar het vochthoudend vermogen van de grond gering en de verhouding tussen neerslag en verdamping minder gunstig is. Vooral in N.-Brabant en Limburg maakt de kunstmatige beregening opgang. In 1952 telde N.-Brabant 38 beregeningsbedrijven en Limburg 37. Voor het merendeel zijn dit ontginningsbedrijven op zeer droogtegevoelige gronden. De Beregeningscommissie voor Z.O.-Nederland leidt het beregeningsonderzoek en dient de praktijk, met inschakeling van de R.L.V.D., van advies.

a. De beregeningsinstallatie

Slechts enkele hoofdzaken kunnen hieronder besproken worden.

Een beregeningsinstallatie bestaat (Baars, 1953) uit:

I. de waterbron met pompaggregaat,
II. de leidingen,
III. de sproeier.

Ad I. De beregeningsbedrijven op de hoger gelegen gronden zijn voor het merendeel genoodzaakt een bron te boren. Dit brengt in vergelijking met het pompen van water uit open leidingen extra kosten met zich mede. Het boren van een bron vereist veel vakkennis. Er zijn hiervoor in Nederland slechts weinig bekwame vaklieden. Vele

minder deskundig geplaatste bronnen leveren moeilijkheden op (onvoldoende capaciteit, korte levensduur, aanzuigen van zand).

Het pompaggregaat bestaat uit een motor met centrifugaalpomp. Van de bovenvermelde 75 beregeningsbedrijven hadden 40 een aandrijving met dieselmotor, 18 met trekkers, 12 met electromotor en 5 met benzine- of petroleummotor. De dieselmotor heeft als bezwaar minder bedrijfszeker te zijn. De bediening vraagt vakkennis en ervaring. De door de electriciteitstarieven duurdere electromotor heeft het belangrijke voordeel van grote bedrijfszekerheid en eenvoudige bediening. Bij lange beregeningsduur en beregening zonder toezicht op de motor, (b.v. 's nachts), is de voorkeur te geven aan een electro-installatie.

Ad II. De leidingen. In Nederland worden tot dusverre alleen verplaatsbare leidingen gebruikt. Zij kunnen met eenvoudige handgrepen samengesteld worden uit 6 m lange buizen. De gegalvaniseerde stalen of alluminium buizen zijn hiertoe voorzien van z.g. snelkoppelingen (zie fig. 12). Deze laten doorgaans een afbuiging tot 15 à 20° toe (zie fig. 13). Een gummiring zorgt voor goede afdichting van de koppelingen.

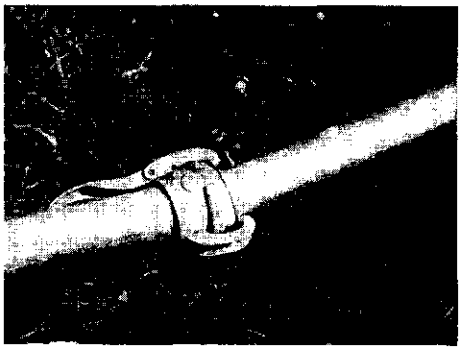


Fig. 12. Opname van een veel toegepaste snelkoppeling.

Ad III. De sproeier. Ter plaatse van elke koppeling kan een cirkelsproeier of sproeikanon worden aangesloten. Om een verticale as, aan de voet van de z.g. straalpijp, kan het sproeikanon langzaam ronddraaien, zodat een wijde cirkel wordt beregend (een straal van b.v. 35 m). De forse waterstraal is schuins omhoog gericht (30 tot 35°). Door verplaatsing van de leiding en de sproeiers, kan cirkelgewijs het gehele perceel worden beregend.

De thans gebruikelijke installaties geven een hoeveelheid water, welke overeenkomt met 7 tot 12 mm regen per uur. Bij deze waterhoeveelheid worden de sproeikanonnen om de 1 à 2 uur verplaatst. De tamelijk forse druppels, welke bij deze beregeningsintensiteit op de grond vallen, veroorzaken structuurbederf van een onbeschermde grond. Grasland ondervindt dit bezwaar als regel niet. Bouwland vraagt bij weinig beschermde grond een zachtere beregening. Onder meer door het aanbrengen van een mondstuk van geringere diameter in de straalpijp, zijn de hoeveelheid water en de druppelgrootte regelbaar.

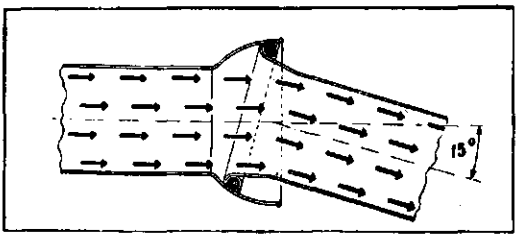


Fig. 13. Schets van een koppeling met weglating van de klemsluiting. Een afbuiging van 15 tot 20° geeft slechts geringe drukverliezen.

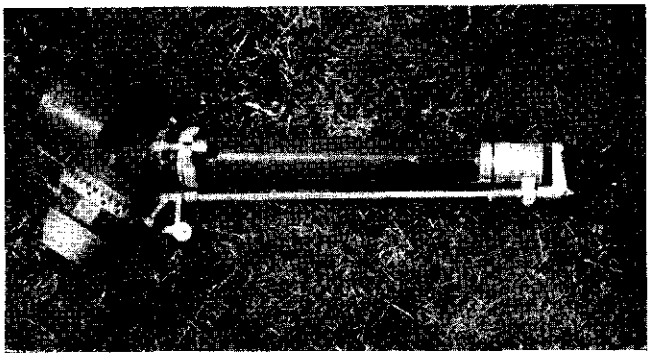


Fig. 14. Een grote reactiesproeier. Het remwerk bevindt zich in de ronde bus, links. Met het conisch toelopend onderdeel (links onder) kan het sproeikanon worden aangesloten. Het zijarmpje voor de monding van de sproeier (rechts) zorgt voor periodieke aansnijding van de waterstraal, terwille van een regelmatige waterverdeling over de sproeicirkel.

Naast de hiermede omschreven normale beregening onderscheiden we tegenwoordig de z.g. langzame beregening. Hierbij worden kleine cirkelsproeiers gebruikt, welke slechts 3 tot 4 mm water per uur geven en een belangrijk kleinere sproeicirkel hebben (10 à 15 m). Voor de langzame beregening heeft men uiteraard meer sproeiers nodig dan bij normale beregening. De belangrijk geringere regendichtheid en druppelgrootte bij langzame beregening zijn vooral van belang voor bouwland.

Het kleine sproeikanon wordt ongeveer na 7 uren sproeien verplaatst, hetgeen uit een oogpunt van werkverdeling gunstig is. Men kan de installatie 's avonds in zijn werk stellen en 's morgens vroeg weer afzetten. Het gedurende de nacht beregenen geeft de minste verdampingsverliezen. Overdag kunnen deze zeer belangrijk zijn (tot 50%).

De vereiste langzame ronddraaiing van de sproeier kan op verschillende wijze worden verkregen:

1. De reactiestraalpijp. De waterstraal verlaat de straalpijp met zijdelingse afwijking van de lengteas. De reactiekracht brengt het sproeikanon in ronddraaiende beweging om de verticale as. Een remwerk (raderwerk met onrust) voorkomt te snelle ronddraaiing (zie fig. 14).
2. Reactiestraalpijp met slingerarm.
   a. De slingerarm is draaibaar om een horizontale as (zie fig. 15). Aan het ene einde van de slingerarm bevindt zich een wigvormig lichaam, aan het andere einde een gewicht (G). Door dit gewicht wordt het wigvormige lichaam in de waterstraal gebracht. Deze werpt het met kracht weer naar beneden. Door een iets scheve plaatsing van het wigvormige lichaam

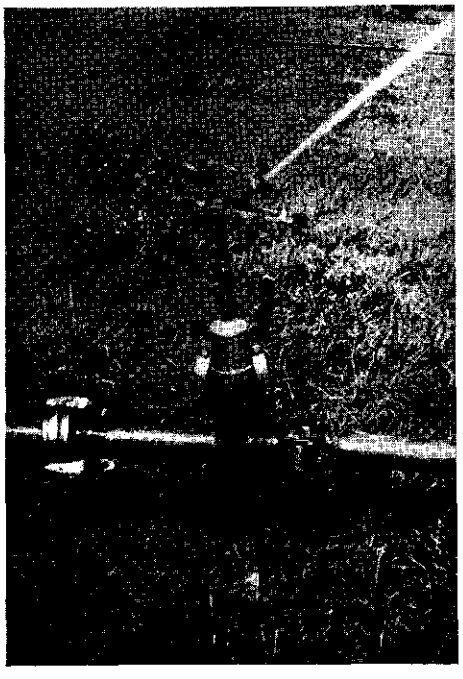


Fig. 15. Een kleine sproeier. De slingerarm is juist door de straal neergeworpen.

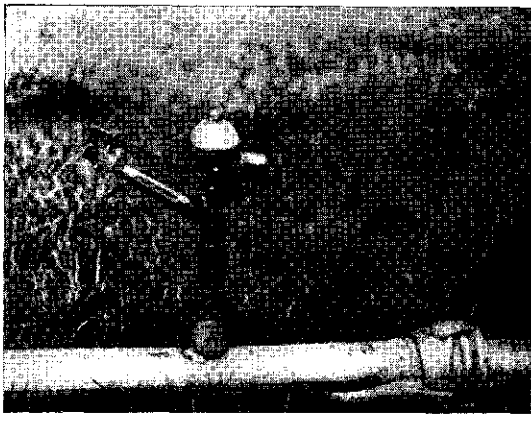


Fig. 16. Een kleine sproeier met draaibare slingerarm. Het wigvormige lichaam is duidelijk zichtbaar. In het klokje, bovenop de sproeier, is de spiraalveer.

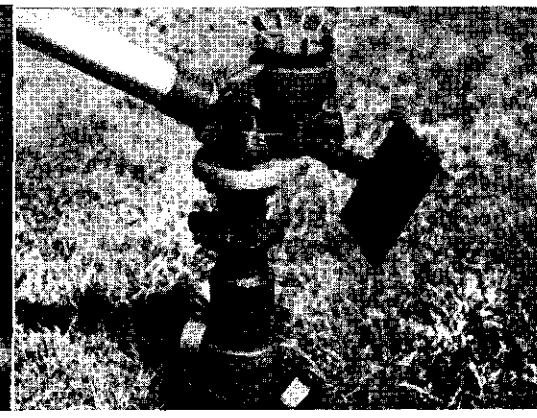


Fig. 17. Een groot sproeikanon met schoepenwieltje. De straalpijp (links boven) is slechts gedeeltelijk zichtbaar.

treedt een zijdelingse reactiekracht op welke de sproeier in zijn geheel een korte draaiing verleent om zijn verticale as. Door de periodieke verstoring van de waterstraal wordt tegelijkertijd zorg gedragen voor een regelmatige verdeling van het water over de besproeide oppervlakte.

b. De slingerarm kan ook draaibaar zijn om een verticale as. Een spiraalveer zorgt hier in plaats van een gewicht voor het geregeld terugvoeren van een wigvormig lichaam in de waterstraal (zie fig. 16). Een pal-mechanisme bij het draaipunt van de slingerarm verzorgt hier de draaiing van de sproeier.

3. Een kleine nevenstraal brengt een klein schoepenwiel in ronddraaiende beweging. Via een vertragend raderwerk zorgt het schoepenwiel voor langzame draaiing van het sproeikanon. De op het schoepenwiel uiteengeslagen waterstraal zorgt mede voor een gunstige waterverdeling (zie fig. 17).

Betreffende de regeninstallatie moet tenslotte vermeld worden, dat deze aangepast moet zijn aan de bedrijfsomstandigheden. Waterbron, pompaggregaat, leidingen en sproeiers dienen technisch met zorg op elkaar te zijn afgestemd. In de praktijk worden hiermede vele fouten gemaakt.

Via de R.L.V.D. staan de praktijk deskundige adviseurs op het gebied van de kunstmatige beregening ten dienste.

b. Het beregeningsbedrijf

De meeste beregeningsbedrijven treffen we in ons land aan op schrale grofzandige zandgronden. Op vele van deze bedrijven was slechts de teelt van rogge en haver mogelijk. De invoering van de kunstmatige beregening heeft de teelt van meer vochteisende gewassen als hakvruchten, maïs, bonen, erwten en gras mogelijk gemaakt en op bedrijfs-economische gronden ook noodzakelijk gemaakt.

Voor bedrijven, waar het watertekort minder nijpend is, zodat ook andere vruchten dan rogge en haver met middelmatige oogstzekerheid geteeld kunnen worden, is de rentabiliteit nog een open vraag.

Op een 25-tal bedrijven wordt thans nader studie gemaakt van de rentabiliteit van de kunstmatige beregening. De praktijk is door de in het oog springende meeropbrengsten en mogelijkheden van andere cultures (te) spoedig overtuigd van een goede rentabiliteit.

Ten aanzien van de meeropbrengsten, welke door kunstmatige beregening globaal kunnen worden verkregen, is men reeds goed georiënteerd. Het bedrijfseconomisch onderzoek in verband met de rentabiliteit van de kunstmatige beregening dient thans voorop te staan.

c. De periode van beregening voor de verschillende gewassen

De bekende Duitse onderzoeker op het gebied van kunstmatige beregening Prof. Dr W. BROUWER (1950) heeft gevonden, dat in bepaalde perioden (de z.g. kritische perioden) de gewassen bijzonder dankbaar zijn voor water. Beregening in deze perioden geeft volgens BROUWER met zekerheid opbrengstverhoging. Buiten de kritische perioden zou een geringer of zelfs een nadelig effect worden verkregen. De praktijk van de Nederlandse beregening wijkt voor verschillende gewassen vrij sterk af van de aanwijzingen van BROUWER. Het wetenschappelijk onderzoek, ingesteld door de Beregeningscommissie voor Z.O.-Nederland heeft voor enkele – hieronder besproken – gewassen reeds duidelijke aanwijzingen opgeleverd met betrekking tot de dosering van het water en de perioden voor optimale resultaten. Deze uitkomsten zijn vooral verkregen in N.-Brabant en N.-Limburg op de eerder genoemde zandgronden.

Voor haver en gerst is gebleken, dat een goede vochtvoorziening vóór het doorschieten van belang is voor het opbrengstniveau. Een vrij droge bodemgesteldheid na het schieten zou van geringe invloed zijn op de opbrengst. Voor de genoemde gewassen is in verband hiermede slechts gedurende korte tijd kunstmatige beregening nodig.

Voorts is gebleken, dat haver sterk gaat uitstoelen indien de grond vóór het doorschieten zeer vochtig gehouden wordt. De uitstoeling van gerst wordt er niet door beïnvloed.

Aardappelen vragen gedurende hun gehele ontwikkeling een matig vochtige grond. Vooral in het begin van de bloei is het van belang de grond vochtig te houden. Verder onderzoek over de meest juiste beregeningswijze van aardappelen is nog nodig.

In hoeverre het optreden van *Phytophthora* wordt beïnvloed is nog niet duidelijk.

Kunstmatige beregening is een uitstekend middel gebleken tegen nachtvorstbeschadiging. De betere warmtegeleiding van de te voren beregende grond voorkomt een sterke afkoeling van de onderste luchtlagen. Schade ten gevolge van zware nachtvorst is door een preventieve beregening niet te voorkomen. Beregening gedurende de nacht is hiertegen wel afdoende, doch voor grotere oppervlakten onuitvoerbaar.

Bietenland dient vanaf eind Juni tot eind Augustus of begin September, steeds goed vochtig gehouden te worden. De vochtbehoefte van bieten komt in deze periode overeen met die van grasland.

Grasland vraagt gedurende het gehele zomerseizoen een goede vochtvoorziening. Bepaalde „kritische perioden" zijn niet aan te wijzen. De weersgesteldheid en de vochtreserve van de grond bepalen de behoefte aan kunstmatige beregening.

Na de inzaai van grasland kunnen de ontkieming van het zaad en de aanslag van het gewas zonodig door tijdige beregening bevorderd worden. Dit geldt ook voor andere cultures.

Voor het beregeningsbedrijf wordt de toepassing van wisselbouw gepropageerd. Door de kunstmatige beregening vindt nl. een versnelde omzetting van de organische stof in de grond plaats. Als tegenwicht zijn groenbemesting en kunstweidecultuur, naar het zich laat aanzien, noodzakelijk.

d. Het tijdstip van de beregening

Dit wordt bepaald door:

I. de vochtreserve van de grond,
II. de weersvooruitzichten,
III. de eisen welke het betreffende gewas stelt (zie boven).

Ad I. De vochtreserve van de grond is kwantitatief te bepalen door vochtgehalte-onderzoek. Voor de Brabantse beregeningsbedrijven is met enige ervaring het vochtgehalte van de grond voor praktische doeleinden voldoende nauwkeurig te schatten. Op grond van deze schattingen wordt de behoefte aan kunstmatige beregening door de Voorlichtingsdienst bepaald. Bij de vochtgehaltebeoordeling wordt gebruikt gemaakt van een bouwland-grondmonsterboor. De praktijk moet nog leren het vochtgehalte van de grond te beoordelen.

De vochtreserve in de grond kan voorts bepaald worden met een tensiometer. Voor gebruik door de praktijk is de tensiometer vooralsnog ongeschikt.

Ad II. De weersvooruitzichten dienen mede te bepalen of reeds met beregening moet worden begonnen. Wordt droog en zonnig weer voorspeld, dan kunnen alle beregeningspercelen nog tijdig worden beregend. Het afwachten van de droogte houdt het gevaar in, dat zich droogteschade zal voordoen, daar niet alle percelen in korte tijd kunnen worden besproeid.

3. Bevloeiing

Het bevloeien in Nederland bepaalt zich tot het gedurende korte tijd onder water zetten van een perceel. Het water krijgt daarna de gelegenheid door de grond weg te zakken. Het doorgezakte water heeft, afhankelijk van het vochthoudend vermogen van de grond, een meer of minder grote hoeveelheid hangwater achtergelaten, ten gerieve van het gewas.

Het bevloeien heeft in ons land zeer geringe praktische toepassing gevonden. De enkele honderden ha welke in Nederland worden bevloeid staan ten dienste van de afvalwaterreiniging. De vochtvoorziening van het gewas staat op de tweede plaats.

Met het oog op de geringe agrarische betekenis van de bevloeiing in ons land wordt slechts weinig aandacht aan deze methode van watervoorziening besteed.

Een bekend voorbeeld van bevloeiing vormen de drainagevelden van de inrichting voor afvalwaterreiniging de „Zandley" van de gemeente Tilburg (Mohrmann en

DE BOER, 1940). De daar liggende terreinen voldoen aan de eisen welke gesteld moeten worden voor de bevloeiing, te weten:
1e een goede doorlatendheid (zandgrond),
2e een vlakke ligging van het maaiveld,
3e een diepe ligging van de grondwaterspiegel.

De afvoer van het doorgezakte water vindt plaats door een samengestelde drainage. Men spreekt bij dit systeem van drainagevelden.

Van primair belang is de verwerking van zoveel mogelijk vuil water per ha. Deze bedraagt voor de „Zandley" 1800 mm water per ha per jaar. 's Winters is men met de waterhoeveelheid aan de grens van het mogelijke; in de zomer zou nog belangrijk meer water kunnen worden verwerkt.

De bevloeide velden waren voorheen landbouwkundig onbruikbare stuifzanden. Thans is er een goede grasgroei en de teelt van enkele bouwlandgewassen mogelijk. MOHRMANN (1940) maakt melding van een roggeopbrengst van 2500 tot 3000 kg zaad en een opbrengst aan „wortelen" van 80–85000 kg per ha.

Het gevaar voor dichtslempen van de grond wordt voorkomen door:
1e mechanische voorreiniging van het afvalwater in de bezinkingsbassins.
2e door het met ruime tussenpozen toepassen van korte vloeitijden.

Uit de omkade toevoersloten wordt het afvalwater door betonnen kokers (ongeveer 3 per 100 m) op de drainagevelden gevloeid. De in 1931–'32 aangelegde drainagevelden hebben de zuigdrains op 1–1,20 m diepte liggen. De buisdiameter is 5 cm, de drainafstand 8 m. Via afvoersloten komt het water gereinigd in de beek de Zandley terug. Gedurende de eerste 24 uur na een bevloeiing wordt 70 % van het drainagewater afgevoerd.

De reinigende werking van de drainagevelden berust op de biologische werking van de humeuze laag. De filterwerking van de grond is slechts van ondergeschikt belang. De aanvankelijk humusloze drainagevelden lieten het afvalwater praktisch ongereinigd door. Na enkele jaren van gebruik bleek een dun humushoudend zandlaagje (± 5 cm dik) een zeer goede reiniging te geven. Een nog niet vermeld voordeel naast dat van de vochtvoorziening is de bemestende werking van de in de humeuze laag achtergebleven afvalstoffen. De microflora zorgt voor een snelle mineralisatie daarvan.

4. DE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN DE DRIE BESPROKEN VORMEN VAN WATERVOORZIENING

De toepassing van infiltratie kwam reeds ter sprake, voorzover de geschiktheid van de grondsoort zelf van invloed is. Door de navolgende omstandigheden kan de toepassing van infiltratie bezwaarlijk of onmogelijk worden:
1e ongelijke ligging van het terrein; egalisatie is kostbaar en is slechts binnen zekere grenzen mogelijk;
2e gebrek aan water;
3e ongeschiktheid van het water in verband met een te hoog zoutgehalte;

4e uitzonderlijk sterke wegzakking van het water, waardoor te grote hoeveelheden infiltratiewater nodig zijn of zelfs geen grondwaterstandverhoging tot voldoende hoogte verkregen kan worden ('T HART, 1950).

In die gevallen, waarin de infiltratie door een of meer der bovenvermelde omstandigheden niet toegepast kan worden, zal doorgaans wel de kunstmatige beregening uitvoerbaar zijn. Ongeschiktheid van het open water door een te hoog zoutgehalte en (of) het niet aanwezig zijn van zoet water in de ondergrond, kan ook deze vorm van watervoorziening onmogelijk maken.

Voor kunstmatige beregening is belangrijk minder water nodig dan voor infiltratie.

Bevloeiing vraagt grote hoeveelheden water. Met de eerder vermelde vereisten voor bevloeiingsterreinen zijn in ons land de toepassingsmogelijkheden van de bevloeiing beperkt.

LITERATUUR

BAARS, C. Beregening (verslag van een bezoek aan West-Duitsland van 26–30 Maart en 16 Mei 1953). Gest. Med. C.I.L.O., No 9, 1953.

——— e.a. Beregening (verslag van een bezoek aan West-Duitsland van 30 Juni tot 5 Juli 1952). Gest. Med. C.I.L.O., No 14, 1952.

BENNEMA, J. en D. V. D. WOERDT. Ingedroogde veengronden; oorzaak, verbreiding en verbetering. Landbouwgids 1952, 207.

BROUWER, W. Die Feldberegnung, ihre zweckmäszige Anwendung in der Landwirtschaft. 1950.

De droogte en haar bestrijding op grasland. Landbouwverslag van Noord-Holland, 1949.

DULK, P. R. DEN. Afvalwaterzuivering en de belangen van land- en tuinbouw. *Med. Dir. Tuinb.* (Febr. 1951).

Directie van de Wieringermeer. Exc. gids „10 jaren N.O.P.", 1952.

Directie van de Wieringermeer. Exc. gids „De N.O.P. in beeld".

EDELMAN, C. H. Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. 1950.

Enige ervaringen met infiltratie op klei- en zavelgronden in Noord-Holland, door middel van watertoevoer in drainreeksen. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* (Juni 1953).

ESHUIS, J. A. Afvalwaterreiniging en landbouw. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* (1940) 333 e.v.

HART, M. L. 'T. Een proef met infiltratie van zandgrasland in het verdrogingsgebied langs het Twente-Rijnkanaal tussen Lochem en Markelo. C.I.L.O. Gestenc. Med. no 4, 1950.

HUISMAN, P. J. De infiltratie. *Weekbl. „De N.O. Polder"* **8** (27-3-'53 en 3-4-'53).

„Infiltratieproefvelden". Verslag van de proefvelden West-Overijsel, 1951.

KALISVAART, C. Over de mechanische samenstelling en de praktische waardering van een aantal Hollandse zeezandgronden. *Versl. Landb. Onderz.* 41 B. (1935).

——— Wat is infiltratie? *Weekbl. „De N.O. Polder"* **4** 46 (1949).

——— De Infiltratie. *Weekbl. „De N.O. Polder"* **6** (1951).

MAKKINK, G. F. Vijf jaren grasland besproeien. *Versl. Landb. Onderz.* **55** 8 (1949).

MOHRMANN, K. en TH. DE BOER. Enige ervaringen met de afvalwaterreiniging door landbouwbehandeling op de drainagevelden de „Zandley" van de Gemeente Tilburg. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* (1944) 74 e.v.

MOHRMANN, K. Verslag van een studiereis naar Duitsland in verband met afvalwaterreiniging en beregening in Augustus 1951. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* (Maart 1952).

Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater. Verslagen der werkzaamheden 1948/'49 en 1949/'50.

Verslagen van proeven en onderzoekingen van de Commissie inzake indrogende gronden rondom de N.O.Polder.

WARTENA, L. Kunstmatige beregening. *Landbouwmechanisatie* (Oct. 1952).

POLDERINRICHTING

Ir J. W. DE ZEEUW

1. Inleiding

In alle werelddelen treft men polders aan. Nergens echter een zo groot aantal op een betrekkelijk kleine oppervlakte, nergens ook een zo rijke schakering van vormen en wijzen van inrichting als in Nederland.

Toch berust in ons land de polderinrichting nog vrijwel geheel op ervaring, al is het dan een duizendjarige ervaring. Eerst gedurende enkele tientallen jaren is men zich in deze bewust het hoe en waarom der dingen gaan afvragen. Hoewel de wetenschappelijke basis van de polderinrichting nog steeds niet indrukwekkend genoemd kan worden, is het denken over deze materie de laatste tijd toch wel zeer veel helderder geworden.

Het beoefenen van polderinrichting, d.w.z. het ontwerpen en uitvoeren van een polderplan veronderstelt de aanwezigheid van een polder. Tenzij het gaat om de verbetering van een bestaande polder, moet dus inpoldering van een reeds in cultuur zijnd of maagdelijk gebied aan de polderinrichting vooraf gaan. Zowel de inpoldering als de polderinrichting vereisen een voorafgaand onderzoek, dat in de eerste plaats moet uitwijzen of inpoldering verantwoord is en hoe de begrenzing van het in te polderen gebied moet worden vastgesteld.

2. Vooronderzoek

Het vooronderzoek omvat naast een eventuele verkenning en kartering van het gebied en een vaststelling van de eigendomsverhoudingen in elk geval een onderzoek naar de bodemgesteldheid, een bepaling van de hoogteligging en het relief en een bestudering van de hydrologie, de hydrografie en het klimaat van het gebied zelf en zijn omgeving.

De grond wordt op zijn landbouwkundige kwaliteiten onderzocht (bodemkartering) en op zijn grondmechanische eigenschappen (b.v. inklinking en draagkracht). De uitkomsten van de bodemkartering spelen een overwegende rol bij de bepaling van de toekomstige gebruikswijze van de gronden.

Een onderzoek van het bestaande net van verkeerswegen en van de verspreiding van de bewoning rondom (en eventueel in) het gebied kan meestal niet gemist worden.

Bij het inpolderen van een reeds in cultuur zijnd gebied en bij de verbetering van een bestaande polder heeft de ontwerper uiteraard aanmerkelijk minder vrijheid dan bij het aansnijden van een maagdelijk terrein. Het gehele plan moet dan aan de bestaande toestand worden aangepast, waartoe deze uitvoerig dient te worden bestudeerd. Bij elk onderdeel van het ontwerp moet dan de vraag beantwoord worden, in hoeverre het handhaven van het bestaande de voorkeur verdient boven het nastreven van de ideale oplossing voor dat onderdeel.

Op het vooronderzoek worden zowel de plannen voor de inpoldering (3) als die voor de eigenlijke polderinrichting (4) gebaseerd. Bij het opstellen van definitieve plannen kan in beide gevallen nader onderzoek van bepaalde facetten noodzakelijk blijken.

3. Inpoldering

Wanneer men spreekt over inpoldering dringen zich een drietal vragen op.

Wat is een polder?

Een polder is een gebied, waarin open water voorkomt, waarvan de verbinding met het zich buiten het gebied bevindende water is of kan worden verbroken en waarvan de waterstand door middel van kunstwerken vrijwel onafhankelijk van de stand van het omringende water op een, in hoofdzaak door het bodemgebruik binnen het gebied bepaald, gewenst peil kan worden gehandhaafd.

Volgens de gegeven definitie wordt het begrip polder onderscheiden van andere waterstaatkundige eenheden. Voorbeelden: een stroomgebied is geen polder, omdat daar vanwege het grote verhang geen bepaald peil kan worden gehandhaafd; een boezemgebied is geen polder, aangezien niet in de eerste plaats het bodemgebruik binnen het gebied bepalend is voor het boezempeil.

Waarom poldert men in? Wat is het doel van een polder?

Het doel, dat men met inpoldering nastreeft, is het brengen en handhaven van de waterstand in een gebied op een zodanige hoogte (en van de hoedanigheid van het water op een zodanig kwaliteitspeil), dat daarmee de, meestal landbouwkundige, belangen van de mens het beste gediend zijn. Aangezien de planten reageren op de hoogte van het grondwater, gaat het in wezen om beheersing van de grondwaterstand. Op practijkschaal is de grondwaterstand echter slechts indirect te beïnvloeden en wel uitsluitend via de stand van het open water.

Waar kan men inpolderen?

Practisch kan men die gebieden in polders leggen, waar de natuurlijke waterstand zich bevindt tussen enkele (om de gedachten te bepalen 5) meters boven en 1,5–2 m beneden maaiveld, waar bovendien verdroging niet te vrezen is of deze door aanvoer van water kan worden bestreden en waar kwel of inzijging niet zo sterk zijn, dat de handhaving van het p.p. onevenredig grote inspanning vergt.

Uit de definitie van een polder volgt dus, dat een eerste eis bij inpoldering van een gebied is: *het aanbrengen van een waterscheiding.* Al naar de omstandigheden kan deze bestaan uit een dijk, een kade of een serie dammen in sloten en andere open wateren. Staat het buitenwater voortdurend of periodiek hoger dan het polderpeil, gaat het er m.a.w. om het buitenwater de toegang tot de polder te ontzeggen, dan spreekt men van waterkering. Is het polderpeil daarentegen hoger dan het peil van het omringende water, dan dient de gevormde waterstaatkundige begrenzing voor waterbehoud (b.v. bij een inmalingspolder in de duinen).

Een tweede punt, dat de aandacht vraagt, is de *regeling van de stand en van de kwaliteit van het polderwater.* Onder Nederlandse klimaatsomstandigheden overtreft in het winterhalfjaar de neerslag de verdamping. Een mogelijkheid tot waterlozing moet dus in elk geval geschapen worden.

Men onderscheidt natuurlijke lozing (door sluizen e.d.) en kunstmatige lozing of bemaling. De keuze tussen beide wijzen van lozing hangt uiteraard af van de relatieve hoogten van polderwater en buitenwater. De keuze is eenvoudig in die gevallen, waar een van beide voortdurend hoger staat dan het andere. Een tweede mogelijkheid is, dat het buitenwater aan de invloed van de getijden onderworpen is en daardoor regelmatig afwisselend hoger en lager dan het polderwater staat. Een berekening moet dan leren of de verwachting gewettigd is, dat tijdens de perioden van laag water voldoende natuurlijke lozing kan plaatsvinden. De toestand, die langs de grote rivieren bestaat, kan men als derde mogelijkheid onderscheiden. Hier kan in het overgrote deel van het jaar in het algemeen natuurlijk geloosd worden. Toch kan een bemalingsinstallatie meestal niet worden gemist vanwege de vaak langdurige hoge rivierstanden.

Het tegenovergestelde aspect van de regeling van het polderwater treedt op, wanneer watertekorten moeten worden bestreden of doorspoeling met vers, zoet water gewenst is. De wateraanvoer kan ook weer natuurlijk geschieden (inlaten) of kunstmatig (inmalen, eventueel oppompen uit de ondergrond). Wat betreft de keuze tussen beide methoden van wateraanvoer kan een dergelijke beschouwing als voor de lozing worden gehouden, echter met dien verstande, dat het aan de getijwerking onderworpen buitenwater in het algemeen vanwege zijn zoutgehalte niet geschikt is om voor aanvulling van polderwater te dienen.

Op het moment is de toestand in Nederland zo, dat vrijwel overal een polder zijn overtollig water op elk gewenst moment kan lozen, indien tenminste zijn eigen technische hulpmiddelen (gemalen, sluizen en watergangen) daartoe in staat zijn. Aanvoer van water is echter op vele plaatsen thans nog niet mogelijk wegens het permanent (b.v. in Zeeland en Z.W. Zuid-Holland) of tijdelijk – en dan vaak op het meest critieke moment – ontbreken van voldoende buitenwater van goede kwaliteit.

De punten, die de aandacht vragen, wanneer tot inpoldering wordt overgegaan, kunnen als volgt worden samengevat:

I. Vooronderzoek met als doel het verkrijgen van inlichtingen over:

omstandigheden met betrekking tot het water:

grondwaterstanden, grondwaterschommelingen en stromingen in het grondwater (kwel en inzijging)
open waterstanden met frequenties van voorkomen
klimaat (speciaal neerslag en verdamping)
kwaliteit van het grondwater
kwaliteit van het open water

omstandigheden met betrekking tot de grond:

maaiveldshoogten
profielopbouw en verspreiding van profieltypen
grondmechanische eigenschappen

de geografie van polder en omgeving:

eigendomsverhoudingen en eventueel bestaande verkaveling
bestaande land- en waterwegen
bestaande bebouwing en bestaande woonkernen en marktplaatsen

II. Inpoldering met als doel waterbeheersing:
waterscheiding
waterkering
waterbehoud
waterregeling
waterlozing { natuurlijk / kunstmatig } ← waterverversing (doorspoeling)
wateraanvoer { inlaten / inmalen } → waterverversing (doorspoeling)

III. Polderinrichting (zie 4)

Over het algemeen kunnen ontwerp en uitvoering van werken, die samenhangen met inpoldering, tot de waterstaats- en civiel-technische sfeer gerekend worden. Van landbouwkundige zijde beperkt men zich in dit verband tot het stellen van eisen en wel kwantitatieve (b.v. aangaande de hoeveelheden water, die verplaatst moeten kunnen worden en aangaande de hoogte van het polderwater, die moet kunnen worden bereikt en gehandhaafd) en kwalitatieve (b.v. wat betreft de hoedanigheid van het polderwater en van de gronden, die men gaarne binnen het dijkstracé zou zien vallen).

Het merendeel van deze eisen kan eerst definitief geformuleerd worden, wanneer een plan voor de inrichting van de ontworpen polder is uitgewerkt. We betreden hiermee het terrein van de polderinrichting.

4. Polderinrichting

De behandeling van het eigenlijke onderwerp zal geschieden aan de hand van een fictief voorbeeld, waarvan fig. 1 de gecombineerde bodem- en hoogtekaart toont. Het voorbeeld is als volgt tot stand gekomen. Als basis heeft gediend een aantal grondboringen met bijbehorende maaiveldhoogten t.o.v. N.A.P. uit een oude polder op de Zuidhollandse eilanden. De betreffende gegevens zijn systematisch ondergebracht in een rechthoekige polder, lang 3600 m en breed 2400 m, met een oppervlakte dus van 864 ha.

De systematisering heeft hierin bestaan, dat uit de beschikbare gegevens een willekeurige keuze is gedaan en dat de gekozen boringen in een vierkantsverband geplaatst zijn op onderlinge afstanden van 600 m. Elke boring vertegenwoordigt dus 36 ha. Voor een practijkgeval zou een dergelijk gering aantal punten niet voldoende zijn. De vraag over hoeveel punten men dan moet kunnen beschikken, is moeilijk in zijn algemeenheid te beantwoorden. De onderzoeker zal aan de hand van een terreinverkenning zijn eisen moeten formuleren. Als richtlijn kan b.v. gelden, dat de oppervlakte liggend binnen de belangrijke bodemgrenzen tot op enkele ha nauwkeurig moet kunnen worden bepaald en dat het tekenen van betrouwbare hoogtelijnen met intervallen van 10 cm mogelijk moet zijn. Men komt dan doorgaans tot één boring per 5 à 10 ha.

Aangezien in ons geval geen polderplan in het geding is, dat het wel en wee van

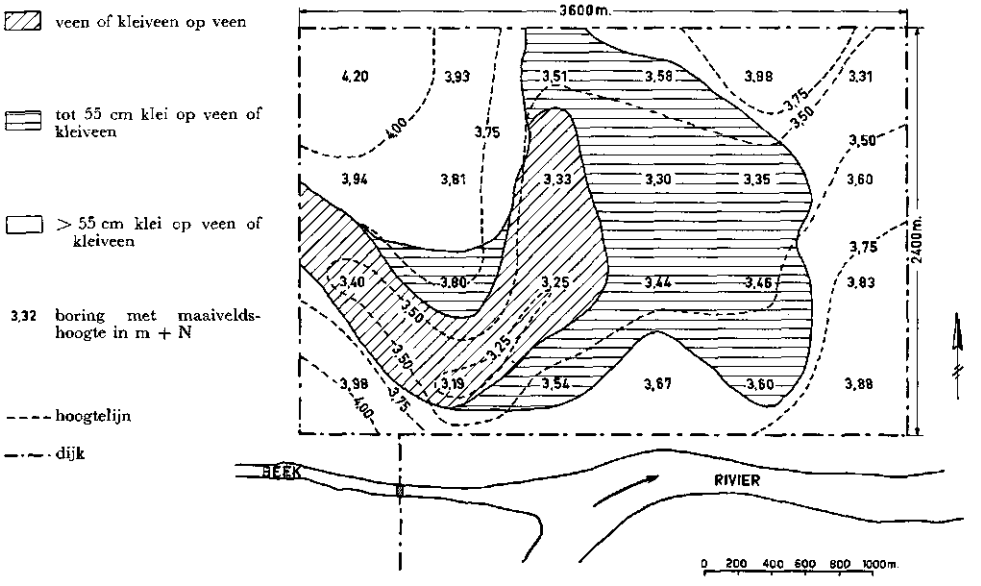


Fig. 1. Gecombineerde bodem- en hoogtekaart van de fictieve voorbeeldpolder

generaties ingelanden zal beïnvloeden en beperking van cijferwerk welkom was, zijn uit de beschikbare gegevens 24 punten gekozen. Om het rekenen met negatieve getallen te voorkomen is vervolgens bij het hoogtecijfer van elke boring 5 m opgeteld. Alle hoogten zijn in m + N (nulvlak) opgegeven, waarbij het nulvlak dus gedacht moet worden op 5 m – N.A.P.

De oorspronkelijke gegevens is nog op andere wijze geweld aangedaan. De polder, waaruit zij stammen, loost zijn water op een boezem met vrijwel constant peil. De voorbeeldpolder ligt aan een (zeer fictieve) rivier.

Het vooronderzoek heeft de volgende gegevens opgeleverd. Boringen en sonderingen hebben aangetoond, dat de grens tussen het veenpakket en de zandondergrond overal te vinden is tussen 0 en 1 m + N. Het veen draagt een kleidek, waarvan de dikte varieert van 0,00 tot 1,00 m.

Wat de waterstanden betreft het volgende: 's winters staat een groot deel van het gebied, ongeveer tot de hoogtelijn van 3,50 m + regelmatig onder water. Door afstroming van oppervlaktewater naar lager gelegen gebieden, door verdamping en door inzijging naar de rivier kan de grondwaterstand in droge zomers dalen tot 2,75 m +. Open water van betekenis komt, behalve 's winters, in de polder niet voor.

Enigszins belangrijke inklinking is niet te verwachten, zodat hiermee bij het leggen van drains en het ontwerpen van kunstwerken geen rekening behoeft te worden gehouden.

Het regiem van de rivier is zodanig, dat in het zomerhalfjaar zelden op een rivierstand boven 2,85 m + gerekend kan worden. Standen omstreeks 2,50 m + zijn in de

zomer zeer frequent. Juist ten Zuiden van de polder mondt een beek in de rivier uit. Het water in de beek wordt tot 3,50 m + opgestuwd.

In de wintermaanden komt een rivierstand van 4,50 m + gemiddeld gedurende één week per jaar voor. Door gestremde lozing zijn de beekwaterstanden dan slechts weinig lager.

Het onderzoek heeft verder uitgewezen, dat bij een rivierstand van 4,50 m + met een kwel van 2 mm/etmaal gemiddeld over de oppervlakte van de polder gerekend moet worden.

Met het oog op de klimaatsomstandigheden dient nog vermeld te worden, dat de polder gelegen is in Midden-Nederland.

Elk spoor van verkaveling of bebouwing ontbreekt. De polder behoort aan één eigenaar. Het dichtstbijzijnde dorp ligt ten Noorden van de polder. Een Oost-West-verbinding tussen twee streekcentra dient in het verkavelingsplan te worden opgenomen. Het is wenselijk, dat op deze weg geen uitwegen worden toegelaten.

Gezien de grondsoort is grasland de geëigende gebruikswijze. Wanneer de aanleg van een goed wegennet vlotte afvoer van producten waarborgt, is het stichten van intensieve weidebedrijven verantwoord.

a. Vaststelling van het polderpeil

Het polderpeil is het meest essentiële gegeven van een polder. Immers de gehele inpoldering is begonnen om de handhaving van dit peil. De vaststelling daarvan en het ontwerpen van de middelen om het te handhaven kunnen dan ook niet genoeg aandacht krijgen.

Eeuwenlang was de vaststelling van het polderpeil een kwestie van ondervinding. Het getal, dat tenslotte werd aangehouden, was het resultaat van de afweging van een aantal persoonlijke inzichten en (in een bestaande polder) veelal van persoonlijke belangen. In het merendeel van de gevallen wordt deze weg ook thans nog bewandeld.

Enkele jaren geleden is een methode ontwikkeld, waarbij getracht wordt het polderpeil op objectieve wijze vast te stellen; het te berekenen. Deze berekeningsmethode zal op onze polder worden toegepast. Zij berust op een indeling van de in de polder voorkomende bodemtypen in hoogteklassen en op gebruikmaking van opbrengst-ontwateringsdieptecurven (zie hoofdstuk II). De bij onze berekening te gebruiken curven toont figuur 2.

Deze curven berusten niet, zoals men misschien zou denken, op een groot aantal gegevens. Integendeel, zij zijn door beredenering verkregen na bestudering van de (betrekkelijk weinig talrijke) voor dergelijke grondsoorten bekende curven. De indruk bestaat, dat het resultaat van de berekening niet minder betrouwbaar is dan wanneer men gebruik gemaakt zou hebben van met zeer veel moeite en kosten op de betreffende bodemtypen gevonden curven.

Vervolgens zijn de vloeiende curven gestileerd om met ronde getallen te kunnen rekenen. Ook dit is geoorloofd, wanneer men te doen heeft met een niet te kleine polder en dus over een behoorlijk aantal boorpunten beschikt.

De indeling in bodemtypen is ook door beredenering verkregen. De gegevens van

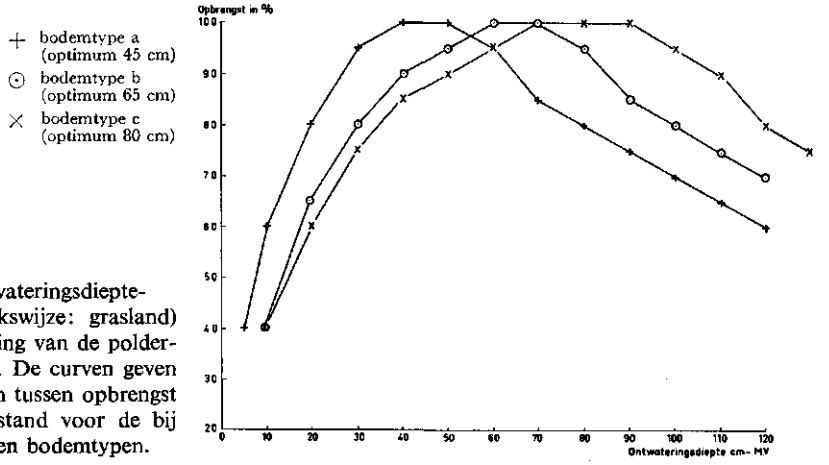


Fig. 2.
Opbrengst-ontwateringsdieptecurven (gebruikswijze: grasland) bij de berekening van de polderpeilen gebruikt. De curven geven het verband aan tussen opbrengst en grondwaterstand voor de bij fig. 1 omschreven bodemtypen.

de boringen zijn in drie profieltypen ingedeeld: a. veen, b. klei op veen, c. klei (op veen), waarbij het veen echter zo diep zit, dat men kan verwachten, dat het gras zich ten opzichte van het water gedraagt als op kleigrasland.

De polderpeilberekening verloopt als volgt:

1. Men legt de hoogtekaart op de bodemkaart, planimetreert van elk bodemtype de oppervlakten, die in de verschillende hoogteklassen gelegen zijn en rekent deze oppervlakten om in % van de totale oppervlakte van de polder;
2. men neemt vervolgens een polderwaterstand aan en trekt deze af van de gemiddelde maaiveldhoogte van de hoogteklassen;
3. de zo verkregen ontwateringsdiepten geven via de opbrengst-ontwateringsdieptecurven voor elke hoogteklasse van elk bodemtype het opbrengstpercentage bij de gekozen waterstand;
4. vermenigvuldiging van de oppervlaktepercentages (1) met de bijbehorende opbrengstpercentages (3) en sommatie van de verkregen producten geeft het percentage van de totale maximale opbrengst van de polder, tot het leveren waarvan de polder bij de aangenomen waterstand in staat is;
5. men herhaalt de bewerking vanaf 2 met enkele andere aangenomen waterstanden, die telkens 10 cm van de voorgaande in hoogte verschillen;
6. men zet de volgens 4 verkregen opbrengstpercentages van de polder uit tegen de bijbehorende aangenomen waterstanden, verkrijgt aldus een opbrengst-polderpeil curve, bepaalt hiervan het maximum en heeft daarmede het gevraagde meest gewenste polderpeil gevonden.

De berekening kan sterk vereenvoudigd worden, wanneer men over hoogtepunten beschikt, die regelmatig over de oppervlakte van de gehele polder verdeeld zijn. Het planimetreren en het berekenen van de oppervlaktepercentages (1) kunnen dan achterwege blijven. Men neemt dan aan, dat elk hoogtepunt een evenredig deel van de polderoppervlakte vertegenwoordigt en beperkt zich tot het tellen van de hoogtepunten per bodemtype-hoogteklasse. Een voorbeeld van deze berekening volgt.

Alvorens over te gaan tot het berekenen van het polderpeil van de voorbeeldpolder, moet nog een kwestie behandeld worden. Moet de polder één peil krijgen of moet hij worden verdeeld in polderafdelingen met verschillende peilen? De weg om een betrouwbaar antwoord op deze vraag te vinden is het samenstellen van een gewenste waterstandenkaart. Figuur 3 stelt deze kaart voor. Zij is verkregen door het verminderen van de maaiveldhoogten met de optima van de bij elk punt behorende opbrengst-ontwateringsdieptecurve.

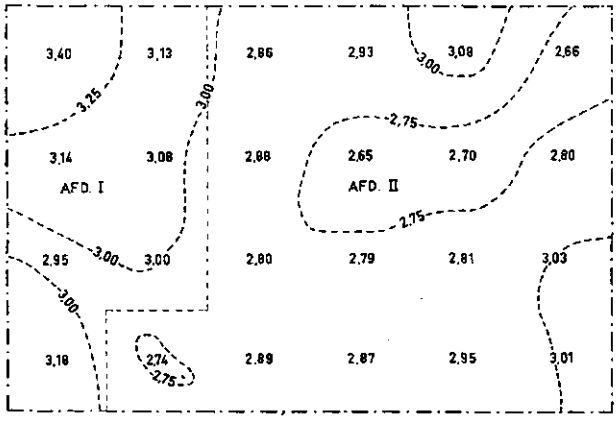


Fig. 3. Kaart, aangevende de meest gewenste grondwaterstanden voor de fictieve voorbeeldpolder

In het Westen van de polder blijkt een vrijwel aaneengesloten gebied voor te komen, waar een waterstand van 3,00 m + N of hoger gewenst is. Het lijkt aangewezen de polder ongeveer volgens de stippellijn in twee afdelingen te verdelen. Of dit inderdaad verantwoord is, zullen de berekeningen van de polderpeilen moeten uitwijzen.

De extra voorzieningen, die getroffen moeten worden om polderafdelingen tot stand te brengen en met hun verschillende waterstanden in stand te houden, brengen extra investerings-, onderhouds- en exploitatiekosten voor de polder en daardoor hogere polderlasten met zich. Men zou het instellen van polderafdelingen dàn als verantwoord kunnen beschouwen, wanneer de daardoor te verkrijgen extra opbrengsten opwegen tegen de verhoging van de polderlasten.

Meestal zullen de omstandigheden zo duidelijk spreken, dat men zonder meer een beslissing in deze zal durven nemen. Ook in ons geval behoeft er niet aan getwijfeld te worden of het stichten van twee polderafdelingen is verantwoord. Een van de voordelen van de polderpeilberekening is, dat men door haar uitkomsten in staat wordt gesteld ook de kwestie van de verdeling van een polder exact te benaderen en het zelfs mogelijk gemaakt wordt, aan de hand van de gevonden opbrengstpercentages, voor verschillende verdelingswijzen een rentabiliteitsberekening op te stellen.

Berekeningen voor de voorbeeldpolder leren, dat een polderpeil voor de gehele polder zou liggen bij 2,88 m + N en dan een opbrengstpercentage van 95,3 zou geven. Bij verdeling van de polder krijgt afdeling I een peil van 3,10 m + N met 97,9 % opbrengst. Voor afdeling II zijn de cijfers resp. 2,84 m + N en 97,5 %. Het van de ontworpen verdeling te verwachten resultaat is dus zeker de moeite waard.

De vraag rijst, of het niet met goed succes mogelijk zou zijn de waterstaatkundige inrichting van de polder nog verder te intensiveren. Figuur 4 toont de reeds bereikte

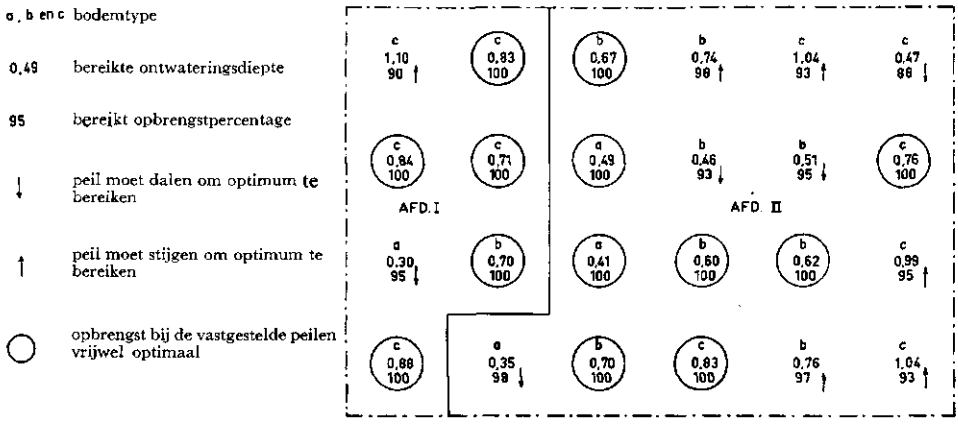


Fig. 4. Overzicht van de bereikte ontwateringsdiepten met bijbehorende opbrengstpercentages bij toepassing van de bij de polderpeilberekening gevonden zomerpeilen. Verondersteld wordt een volkomen samenhang tussen slootwaterspiegel en grondwaterspiegel.

resultaten. Van de 24 boringen blijken 13 een zo geringe afwijking van hun optimum te hebben, dat zij volgens de opbrengst-ontwateringsdieptecurven een percentage van 100 krijgen toegewezen.

Het is zeker mogelijk de andere 11 punten ook aan een juiste waterstand te helpen. Waarschijnlijk zal dit echter moeten gebeuren in de vorm van onderbemalingen en opmalingen, dus met behulp van door individuele boeren of combinaties van boeren te stichten en te exploiteren installaties. Men moet namelijk onderscheiden: polderafdelingen, dus oppervlakten die vanwege het polderbestuur op verschillende peilen worden gehouden, en onderbemalingen e.d.

De vraag, waar de zorg van het polderbestuur in deze eindigt en de taak van de individuele grondgebruiker begint, zou als volgt beantwoord kunnen worden. Wanneer een geheel in twee delen gesplitst kan worden op zodanige wijze, dat, door het peil (t.o.v. het polderpeil voor het geheel) in het ene deel te verhogen en in het andere deel te verlagen, voor beide delen toenamen van het opbrengstpercentage van dezelfde orde van grootte verkregen worden, dat dan het stichten van polderafdelingen verantwoord is. Gaat het echter om, t.o.v. het geheel, kleine oppervlakten (die op zichzelf door de instelling van een apart peil niet onbetekenend in opbrengstpercentage kunnen vooruitgaan) dan zou de invloed van afsplitsing van zo'n kleine oppervlakte op het meest gewenste peil en daardoor op het opbrengstpercentage van de rest van de polder niet van betekenis zijn.

Afzonderlijke peilen zijn door de individuele grondgebruiker al naar de omstandigheden op verschillende manieren te handhaven.

Het meest frequent komen onderbemalingen voor, hetzij met behulp van de bekende kleine windmolentjes, hetzij b.v. door middel van automatisch werkende electrische vijzelgemaaltjes (zie d). Hierbij mag niet uit het oog verloren worden, dat een groot

aantal onderbemalingen in een polder meestal niet wijst op een ideale aanpassing aan de natuurlijke gegevens. Integendeel, het betekent vrijwel steeds, dat het polderbestuur in gebreke gebleven is een juist polderpeil vast te stellen. De meest vooruitstrevende boeren gaan dan zichzelf helpen en verliezen daarmee hun belangstelling in de de waterbeheersing betreffende polderzaken. De eenmaal ontstane ongewenste toestanden worden zodoende vrijwel onuitroeibaar. Men dient daarom de uiterste voorzichtigheid te betrachten bij het adviseren van de stichting van een onderbemaling. Een dergelijk advies mag niet gegeven worden, voordat verificatie van de juistheid van het polderpeil heeft plaatsgevonden. In veenpolders moet men zich tweemaal bedenken, alvorens men tot onderbemaling overgaat. Immers, een lager peil versterkt daar de inklinking merkbaar, zodat men ten eeuwigen dage moet blijven onderbemalen.

Verlangt de boer een waterstand hoger dan polderpeil, dan plaats hij stuwtjes in zijn sloten en verhindert daarmee, dat het water lager afstroomt dan hij wenst. Hij heeft dan een opkering tot stand gebracht. Het effect van een opkering wordt aanzienlijk groter, wanneer inlaten van water mogelijk is en daardoor de gewenste waterstand gedurende het gehele groeiseizoen gehandhaafd kan worden. Wenst men dit laatste ook te bereiken, wanneer inlaatmogelijkheid ontbreekt, dan moet een bemalingsinstallatie het polderwater naar de opkering opvoeren. Er is een opmaling ontstaan.

In dit verband vereist de afwatering van polderafdelingen nog enige aandacht. Men zou zich kunnen voorstellen, dat de verschillende afdelingen ieder met een afzonderlijk gemaal op het buitenwater uitslaan (I); dat al het water naar de laagste afdeling loopt en daar wordt uitgeslagen (II); dat al het water in de polder naar de hoogste afdeling wordt opgevoerd en vandaar het buitenwater bereikt (III); enz. Er zijn nog verscheidene andere mogelijkheden, die tussen de hier genoemde uitersten liggen.

Wat is nu de meest economische wijze van bemaling van een polder met hoge en lage delen? Hierbij zijn twee factoren in het spel. Het aantal w pk en daarmee de voor de bemaling benodigde energie is het geringst in geval I. Aan de andere kant is het bouwen en exploiteren van slechts een gemaal uiteraard voordeliger. In de praktijk ziet men meestal een gemaal voor de gehele polder op het middelste peil. Het hoge deel wordt hierop afgelaten, het lage deel opgemalen. Het is immers meestal zo, dat de hoge en lage delen klein zijn in vergelijking tot de rest van de polder. In bepaalde gevallen zal het naast elkaar stellen van de financiële consequenties van verschillende mogelijkheden de aandacht verdienen.

Tenslotte moet er nog op gewezen worden, dat de voor hoge en lage delen toe te passen afvoerfactor (zie b.), de afvoerfactor voor de gehele polder niet mag overtreffen. Zou een polderdeel in staat zijn zijn water sneller te lozen dan de polder, dan zou het de polder tijdelijk met een extra waterhoeveelheid belasten gelijk aan het verschil tussen de afvoerfactoren $\times$ de oppervlakte van het polderdeel.

Wanneer bemalingsinstallaties voor polderdelen gesticht worden, dient er dus op te worden toegezien, dat hun capaciteit in overeenstemming is met de capaciteit van

het poldergemaal. Voor hoge polderdelen ligt de kwestie minder eenvoudig. Hier is een stuw met regelbaar debiet of een duiker met schuif aangewezen. Dergelijke kunstwerken vereisen echter voortdurende bediening. Voor een opkering van betrekkelijk geringe oppervlakte kan dit moeilijk als eis gesteld worden. Men past dan over het algemeen een gewone overlaat toe, waarvan de kruin zich op de hoogte van het gewenste hoge peil bevindt. Bij overschrijding van dit peil is de afvoer van de opkering evenredig met de overschrijding tot de macht anderhalf en kan dus tijdelijk wel groter worden dan die van de polder. Zolang het opgehouden deel minder dan 10 % van de polderoppervlakte uitmaakt, neemt men hiermee genoegen.

Beschouwen wij tenslotte nog even tabel 1, waarin de polderpeilberekening van afdeling II te vinden is. Ons uitgangsmateriaal vormen dus de gecombineerde bodemhoogtekaart (fig. 1) en de opbrengst-ontwateringsdieptecurven (fig. 2). De boorpunten zijn regelmatig over de oppervlakte van de polder verdeeld. We kunnen dus de vereenvoudigde methode toepassen. Van de drie bodemtypen a, b en c blijken resp. 3, 8 en 6 boringen voorhanden te zijn. Nemen we als voorbeeld bodemtype c. De maaiveldhoogten van de 6 boringen liggen tussen 3,90 en 3,30 m + N. De hoogteschaal wordt in de derde kolom geplaatst, waarna in de vierde kolom de maaiveldhoogten t.o.v. deze hoogteschaal met horizontale streepjes worden aangegeven. Per hoogteklasse worden de streepjes geteld en de totalen in kolom 5 genoteerd. De hoogteklasse 3,90, waarin 2 boringen vallen, loopt dus van 3,95 tot 3,85 enz.

Langs de bovenrand van het formulier worden de aangenomen polderwaterstanden geschreven. Aan de hand van de gewenste waterstandenkaart (fig. 3) is geschat, dat het polderpeil waarschijnlijk tussen 2,90 m + en 2,70 m + zal komen te liggen. Om een voldoend aantal punten voor de opbrengst-polderpeilcurve te krijgen gaan we rekenen met aangenomen waterstanden van 3,00 m + tot 2,60 m +.

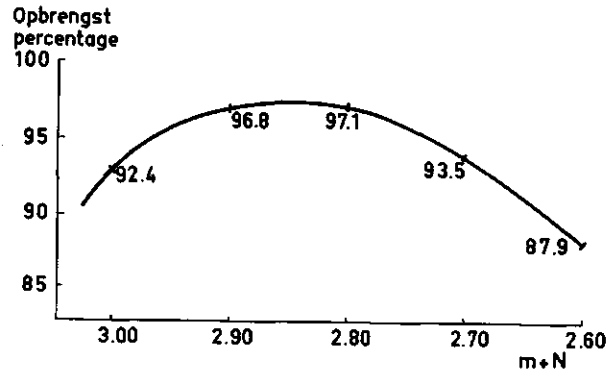
Een snijpunt van een – een hoogteklasse vertegenwoordigende – horizontale met een – een waterstand vertegenwoordigende – verticale stelt een ontwateringsdiepte voor. De curve voor het betreffende bodemtype geeft een percentage, dat na vermenigvuldiging met het getal voorkomend in kolom 5, als decimaal getal op het snijpunt wordt ingevuld. Zo wordt doorgewerkt tot elk snijpunt in het rechthoekige veld van een getal is voorzien, welk getal uiteraard ook 0,00 kan zijn. De kolommen worden dan opgeteld. De sommen worden uitgedrukt in percentages van 17 = 100 %, het totale aantal boringen in Afdeling II.

Onder de tabel worden de gevonden percentages uitgezet tegen de aangenomen waterstanden. De punten worden door een vloeiende lijn verbonden (opbrengst-polderpeilcurve). Het maximum van de curve blijkt te liggen bij een p.p. van *2,84 m + N* met een opbrengstpercentage van *97,5*.

We hebben nu het p.p. gevonden. Enkele punten vragen nog de aandacht. In de eerste plaats laat de opbrengst-p.p.-curve zien, dat de hoogte van het p.p. voor de totale opbrengst van de polder niet zo nauw steekt. Het p.p. zou op elke hoogte tussen 2,89 m + en 2,80 m + gekozen kunnen worden, zonder dat er grotere verschillen dan 0,5 % in de totale opbrengst optreden. Gaan we dit echter in de berekeningstabel

Tabel 1. Polderpeilberekening voor Afdeling II

Bodemtype	Aantal boringen	Hoogste klassen	Aantal boringen		Aangenomen polderwaterstanden 3,00	2,90	2,80	2,70	2,60
a	3	3,40		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		3,30	—	1	0,95	1,00	1,00	0,95	0,85
		3,20	—	2	1,60	1,90	2,00	2,00	1,90
		3,10		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b	8	3,60	—	2	2,00	2,00	1,90	1,70	1,60
		3,50	—	3	2,85	3,00	3,00	2,85	2,55
		3,40	—	2	1,80	1,90	2,00	2,00	1,90
		3,30	—	1	0,80	0,90	0,95	1,00	1,00
c	6	3,90	—	2	2,00	1,90	1,80	1,60	1,50
		3,80	—	1	1,00	1,00	0,95	0,90	0,80
		3,70	—	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90
		3,60	—	1	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95
		3,50		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		3,40		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		3,30	—	1	0,75	0,85	0,90	0,95	1,00
	17	totaal		17	15,70	16,45	16,50	15,90	14,95



Polderafdeling II
p.p. 2,84 m + N
opbrengst 97,5 %

na, dan blijkt verhoging tot 2,89 m + of verlaging tot 2,80 m + resp. voor extreem lage en voor extreem hoge plekken een opbrengstdaling tot 3 % te kunnen teweeg-

brengen. De onpartijdigheid gebiedt ons nu ieder in een, op het geheel afgestemde, zo gunstig mogelijke positie te brengen en dus het peil van 2,84 m + zo nauwkeurig mogelijk aan te houden.

In de tweede plaats moeten wij ons realiseren, dat een berekening als hier uitgevoerd, in wezen alleen opgaat, wanneer de grondwaterstand steeds nagenoeg gelijk is aan de slootwaterstand. Dit is het geval in goed doorlatende zandgronden (bloembollengronden) en in gronden, die geïnfiltreerd worden, hetzij kunstmatig via een buizensysteem, hetzij natuurlijk via een goed doorlatende zandlaag op geringe diepte. In niet geïnfiltreerde klei en veengronden bestaat gedurende het groeiseizoen weinig verband tussen slootwaterstand en grondwaterstand (zie Hoofdstuk II). Toch is ook in die gevallen het uitvoeren van een p.p.-berekening mogelijk. Men moet dan beschikken over opbrengst-ontwateringsdieptecurven, die betrekking hebben op de slootwaterstand. Ook op niet geïnfiltreerde gronden blijkt verband te bestaan tussen de opbrengst en de diepte van de slootwaterstand beneden m.v. (zie fig. 5 en VISSER en V. D. WOERDT, 1953).

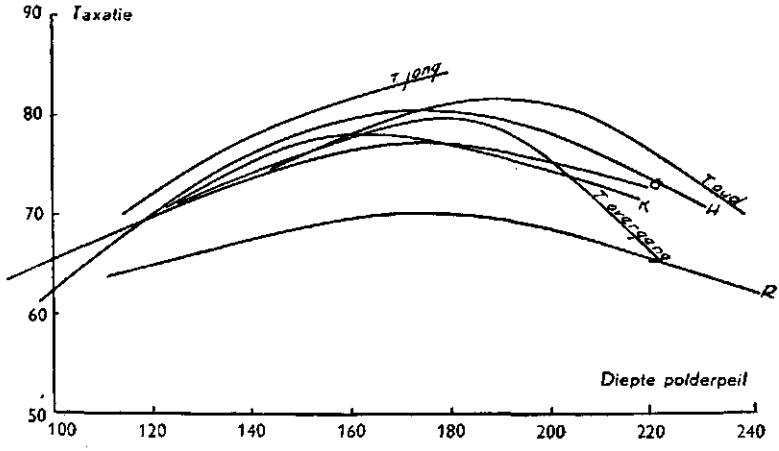


Fig. 5. Opbrengst-ontwateringsdieptecurven voor verschillende gewassen op Groningse zeeklei T = tarwe, op jonge, oude en overgangsgrond, H = haver, G = gerst, R = rogge en K = koolzaad) (VISSER)

Tenslotte wordt er op gewezen, dat de berekening ons het zomerpeil (z.p.) heeft opgeleverd. Het winterpeil (w.p.) is niet zo eenvoudig exact te benaderen. Meestal wordt het winterpeil 10 à 20 cm lager dan het zomerpeil gekozen. In elk geval moeten de uitmondigen van eventueel aanwezige drains gedurende de afvoerperiode boven water blijven.

Wij kiezen voor de voorbeeldpolder de peilen als volgt:

	z.p.	w.p.
Afdeling I	3,10 m + N	2,90 m + N
Afdeling II	2,84 m + N	2,64 m + N

Hoe wordt met deze peilen gehandeld? In de practijk zijn vaak data vastgesteld

voor de overgang van w.p. naar z.p. en omgekeerd. Beter zou het zijn, wanneer de tijdstippen van overgang aan de hand van de weersomstandigheden werden bepaald. In het voorjaar is een lage waterstand gewenst, opdat de gewassen snel aan de groei kunnen komen. Zodra de grondwaterstand neiging gaat vertonen beneden de slootwaterstand te dalen, dient men over te gaan op z.p. om de ontwatering af te remmen en zoveel mogelijk water in de grond vast te houden. De overgang van z.p. naar w.p. moet dan plaatsvinden, als de grondwaterstand ten gevolge van de najaarsregens boven het slootpeil komt (VISSER).

Hoe komt in de praktijk een p.p. tot stand? De vaststelling van het p.p. is een volkomen interne zaak van een polder. Het Polderbestuur stelt het vast. De bestuursleden worden door de ingelanden gekozen. Zijn nu b.v. de bezitters van hoge gronden in de polder in de meerderheid, dan worden „hooglanders" in het bestuur gekozen. Het gevolg is, dat een hoog peil wordt vastgesteld.

In pas tot stand gekomen polders en in polders, waar ingrijpende verbeteringen plaats hebben, wordt door de Cultuurtechnische Dienst over het p.p. geadviseerd. Met als grondslag de hoogtekaart en de bodemkaart komt men al schattend en proberend tot een peil of eventueel tot een indeling van de polder in afdelingen met verschillende peilen. Er wordt naar gestreefd de oppervlakten, waarvan verwacht wordt, dat zij te droog of te nat zullen blijken te zijn, zo klein mogelijk te maken.

b. Vaststelling van de afvoerfactor

Onder afvoerfactor verstaat men het getal, dat aangeeft hoeveel water per tijdseenheid en per eenheid van oppervlakte moet kunnen worden afgevoerd om de gewenste beheersing van de waterstand te verkrijgen. De afvoerfactor wordt opgegeven in de volgende dimensies, waartussen het aangegeven verband bestaat:

1 mm/etm.	= 0,694 m^3/100 ha·min.	= 0,116 l/ha·sec.	= 0,116 m^3/1000 ha·sec.
1,44 mm/etm.	= *1 m^3/100 ha·min.*	= 0,167 l/ha·sec.	= 0,167 m^3/1000 ha·sec.
8,64 mm/etm.	= 6 m^3/100 ha·min.	= *1 l/ha·sec.*	= *1 m^3/1000 ha·sec.*

Hoe stelt men de afvoerfactor vast? Voorzover de afvoerfactor uitsluitend afhangt van de klimatologische omstandigheden neemt men, bij de tegenwoordig aan de waterbeheersing gestelde eisen, 11 mm/etm. aan voor het overgrote deel van Nederland. In Groningen is een *basisafvoerfactor* van 9 mm/etm. voldoende. Deze waarden zijn in de practijk gevonden.

Het is echter mogelijk de basisafvoerfactor theoretisch te benaderen en voor elk geval afzonderlijk te berekenen. Dit vergt een uitgebreid onderzoek, dat zeker niet verantwoord is. Immers, op de grootte van de werkelijke afvoerfactor zijn nog verschillende andere min of meer dubieuze factoren van invloed, b.v. kwel, schut- en lekwater van sluizen, huishoudelijk en ander afvalwater, water geproduceerd door gasbronnen enz.

Het volgende moge een indruk geven van de wijze, waarop de basisafvoerfactor afhangt van de natuurlijke gegevens. Neerslag veroorzaakt rijzing van de grondwaterstand. Bij overschrijding van een bepaalde grondwaterstand begint schade aan de gewassen op te treden (direct door beschadiging van wortels; indirect door struc-

tuurbederf in de grond). Hoe groter de overschrijding, des te groter de schade. Bedrijfseconomische overwegingen moeten aangeven met welke frequentie een bepaalde schade d.w.z. een bepaalde grondwaterstand mag worden overschreden.

Via het beschikbare poriënvolume van de grond en de open-waterberging van de polder volgt hieruit, hoe vaak meer dan een bepaalde hoeveelheid water teveel, d.w.z. boven het p.p., in de polder aanwezig mag zijn. De extra waterhoeveelheid, waarvan dus de aanwezigheid 1 × in y jaar getolereerd wordt, drukt men uit in mm waterschijf. Men vindt hiervoor b.v. a mm.

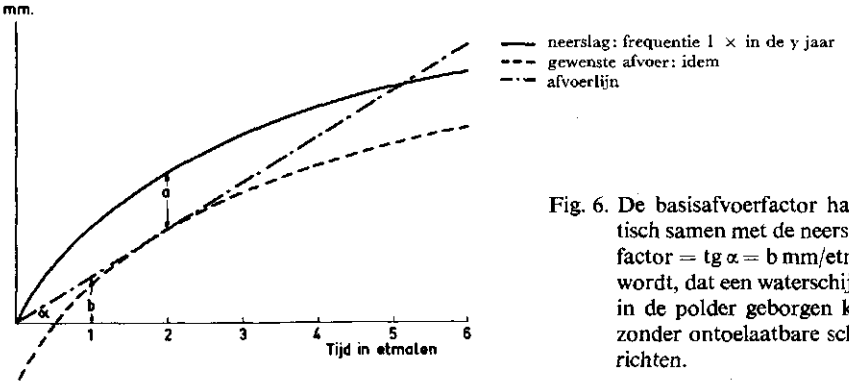


Fig. 6. De basisafvoerfactor hangt theoretisch samen met de neerslag (afvoerfactor = tg α = b mm/etm.). Gesteld wordt, dat een waterschijf van a mm in de polder geborgen kan worden zonder ontoelaatbare schade aan te richten.

Vervolgens stelt men uit neerslaggegevens van in of bij het betreffende gebied gelegen regenstations een regenduurlijn samen voor de frequentie 1 × in y jaar; een lijn dus, die aangeeft welke regenhoeveelheden per tijdsbestek elke y jaar minstens 1 × te verwachten zijn (fig. 6). Men verplaatst deze regenduurlijn over een afstand overeenkomend met a mm water naar beneden en vindt zo de lijn, aangevende de hoeveelheden water, die per tijdsbestek uit de polder verwijderd moeten worden om aan het bovenaangegeven schadecriterium te voldoen. Een rechte door de oorsprong, rakend aan deze lijn van gewenste afvoer, stelt de sommatie van de afvoeren voor. De tangens van de hoek, die deze lijn met de tijdas maakt is de gevraagde basisafvoerfactor.

Figuur 6 laat zien, dat in diep ontwaterde polders, waar dus een grote totale waterberging aanwezig is, met een kleinere afvoerfactor volstaan kan worden. Immers, grote waterberging betekent grote a en lagere ligging van de lijn van gewenste afvoer.

De geringere basisafvoerfactor in Groningen en omgeving gaat, zoals te verwachten is, gepaard met lager liggende regenduurlijnen.

Vermelding verdient nog, dat men bij een niet geïnfiltreerde klei- of veenpolder bij de zojuist gegeven beschouwing kan uitgaan van de regenduurlijnen voor het winterhalfjaar (October t/m Maart), die iets gunstiger, d.w.z. lager liggen dan de lijnen voor het gehele jaar. De zwaarste regendagen komen in Nederland in de zomer voor. In die gevallen, waarin grondwater en slootwater gekoppeld zijn, zodat de grondwaterspiegel in de zomer niet of niet noemenswaard beneden de slootwaterspiegel daalt en dus geen extra grondwaterberging ontstaat, moet men de voor het gehele jaar geldende regenduurlijnen gebruiken.

Voor de in Midden-Nederland gelegen voorbeeldpolder nemen we als basisafvoerfactor 11 mm/etm. Tijdens de afvoerperiode kan hier tot 2 mm kwel bij komen bij hoge rivierstanden. Lekkage van de te ontwerpen inlaatsluis en huishoudelijk afvalwater zijn te verwaarlozen. Andere belastende factoren komen niet voor. We bepalen de afvoerfactor dus op 13 mm/etm. = 9 m^3/100 ha·min.

c. Vaststelling van de aanvoerfactor

Gedurende het groeiseizoen zal in tijden, dat neerslag uitblijft, het polderwater op peil gehouden moeten worden door aanvoer van water. We kunnen hier weer onderscheiden een basisaanvoerfactor, berustend op klimaatsomstandigheden (in casu de verdamping) en een werkelijke aanvoerfactor, waarmee in de practijk gerekend wordt.

Voor het vaststellen van de basisaanvoerfactor moeten we weer rekening houden met de vraag of slootwater en grondwater gekoppeld zijn of niet. In het eerste geval komt het aangevoerde water direct aan de transpiratie van de planten ten goede; in het tweede geval bereiken we alleen een op peil houden van de slootwaterstand, hetgeen in verband met drinkwatervoorziening van vee en andere belangen zoals sproeien of varen in de polder van belang kan zijn. Dan behoeven we alleen te zorgen voor compensatie van de verdamping van de enkele procenten open water, die in de polder voorkomen en is een basisaanvoerfactor van 1 mm/etm. ruimschoots voldoende. Moet het waterverbruik van het gewas ook uit de aanvoer bestreden worden, dan dienen ± 3,5 mm/etm. aangevoerd te worden (zie verder over verdamping Hoofdstuk II).

Voorbeelden van aanvoerfactoren	*mm/etm*	*Opmerkingen*
Cothen (Kromme-Rijngebied) . .	4,3	Inzijging naar A'dam-Rijnkanaal
Infiltratiegebied Vollenhove N.O.P.	4,0	Enige inzijging naar Zwolse Vaart
Maaskantgebied	3,4	
Hoogheemraadschap Rijnland . .	1,4	Weinig of geen zijdelingse infiltratie
Haarlemmermeer	1,1	

Welke posten komen onze aanvoerfactor verhogen? Het vooronderzoek heeft o.m. als resultaat opgeleverd, dat op een kwel van 2 mm/etm. gerekend moet worden bij een rivierstand van 4,50 m + N, dus van ± 1,50 boven p.p. In de zomer daalt de rivierstand tot 2,50 m + N of 0,50 m – beneden p.p. Globaal gesproken kunnen we dus verwachten, dat er in de zomer een inzijging kan optreden van $\frac{0,50}{1,50} \times 2 = 0,7$ mm/etm. Andere verliesposten zijn niet aanwezig of te verwaarlozen.

We stellen de aanvoerfactor vast op 4,3 mm/etm. = 3 m^3/100 ha·min.

d. Vaststelling van de capaciteit en de voorlopige plaats van kunstwerken voor aan- en afvoer van water

Enige opmerkingen van algemene aard mogen hier voorafgaan. Bij de plaatsbepaling van het lozingspunt moet men met twee groepen factoren rekening houden, „buitenfactoren", samenhangend met de geografie van de omgeving van de polder en „binnenfactoren", berustend op interne omstandigheden.

Als buitenfactoren kunnen worden genoemd: de plaats, waar het buitenwater de

gunstigste eigenschappen heeft (b.v. het dichtst bij de polder gelegen is), de laagste waterstand heeft (bij stromende wateren zover mogelijk stroomafwaarts), het laagste zoutgehalte heeft, of waar het geringste gevaar voor verzanding van de uitvliet te duchten is (bij stromende wateren in een buitenbocht); verder de nabijheid van een kabel van het electriciteitsbedrijf, of een losplaats of een goede aanvoerweg voor motorbrandstof wanneer een gemaal gesticht moet worden.

De binnenfactoren zijn er in de eerste plaats op gericht het grondverzet voor het graven van de waterleidingen zo gering mogelijk te houden. Men kiest daarom als lozingspunt graag de plaats, waar het m.v. het laagst is. Bij een langgerekte polder neemt men bij voorkeur een punt ongeveer in het midden van een lange zijde van de polder. Het water kan dan van twee kanten naar dit punt worden geleid door leidingen van betrekkelijk geringe afmetingen. Hiermee wordt tevens de verhanglijn in de polder gunstiger (kortere hoofdleidingen), waardoor de profielen van deze leidingen kleiner kunnen worden dan bij een geringer verhang (5*a*). In een grote polder bereikt men hetzelfde door meer dan een gemaal te stichten (N.O.-polder).

Het stichten van meer dan een gemaal heeft bovendien het voordeel, dat men verschillende krachtbronnen kan kiezen met het oog op het mogelijk uitvallen van een bepaalde energievoorziening. Bovendien wordt het risico van mechanische storingen in de gemalen geringer.

Tenslotte heeft men met twee of meer langs de poldergrens verspreide gemalen de waterstand beter in de hand, wanneer opwaaiing optreedt. Om dezelfde reden plaatst men, wanneer men slechts over een lozingspunt beschikt, dit bij voorkeur in de N.O.-hoek van de polder, zo enigszins mogelijk in geen geval in de Z.W.-hoek. Z.W.-winden zijn immers in Nederland tijdens de lozingsperiode het meest frequent.

Voor de keuze van het punt van inlaten of inmalen gelden mutatis mutandis verschillende van de bovengenoemde factoren eveneens.

Bij natuurlijk op zee of op zee-armen lozende polders kiest men om een vlottere afvoer te krijgen het lozingspunt graag daar, waar een bergboezem kan worden ingericht. Dit is een watervlakte juist binnen de sluis (b.v. een binnengedijkte kreek), waarheen het water achter uit de polder kan toestromen (bijzakken) in de uren, dat de lozing wegens vloed gestremd is. Bij eb loopt de bergboezem leeg. Bij dreigende verzanding van de buitengeul kan de bergboezem veelal als spuiboezem dienen. De sluis wordt dan dicht gehouden tot het buitenwater zijn laagste stand heeft bereikt om dan door het plotseling openen van de sluis de geul schoon te spoelen.

Polders langs de rivieren hebben vroeger getracht hun lozing te verbeteren door naar een stroomafwaarts gelegen punt een kanaal te graven van dergelijke afmetingen, dat het daarin optredende verhang geringer is dan het verhang van de rivier. Bij inlaten van water kan van hetzelfde principe gebruik gemaakt worden, door via een lange leiding het water hoger op de rivier af te tappen.

Tenslotte nog enige opmerkingen over de kwaliteiten van lozingsmiddelen.

Bij bedijkingen aan getijwateren kan over natuurlijke lozing gedacht worden. In Zeeland met een getijgolf van 4 m is dit beter mogelijk dan in Groningen, waar het

verschil tussen eb en vloed slechts 2,5 m bedraagt. Men moet rekening houden met het feit, dat slechts gedurende twee betrekkelijk korte perioden per dag kan worden gespuid. Het waterlopenstelsel in de polder moet hieraan zijn aangepast. Is lozing b.v. maar gemiddeld 2 × 4 = 8 uur per dag mogelijk, dan moet de capaciteit van de waterlopen en van de sluis 3 × groter zijn dan bij bemaling. Bovendien kan het bij aanhoudende westenwind voorkomen, dat dagenlang de laagwaters te hoog blijven om voldoende te kunnen spuien. Westenwinden vallen vaak samen met regenperioden.

Krachtwerktuigen

Voor krachtwerktuigen in gemalen gaat de keuze tegenwoordig tussen electro- en verbrandingsmotoren. Men kan niet zonder meer zeggen welke van de twee het meest economisch is.

Voor- en nadelen van electrische aandrijving zijn o.a.: een electromotor van een bepaald vermogen vereist minder ruimte dan een verbrandingsmotor van hetzelfde vermogen; de bediening is eenvoudiger en vereist geen hoge vakbekwaamheid; het in- en uitschakelen kan zeer gemakkelijk automatisch geschieden door koppeling aan een op het polderwater drijvende vlotter, waarbij echter enige bediening noodzakelijk blijft voor contrôle en schoonhouden van het krooshek; voor de levering van electrische stroom kan een speciaal tarief worden overeengekomen, wanneer tijdens de spitsuren in het stroomverbruik niet gemalen wordt; het gemaal moet dan echter relatief zwaarder zijn om aan zijn aantal mm/etm. waterverzet te komen; ook de watergangen in de polder moeten dan voor een groter debiet worden uitgevoerd; tegenwoordig vormen de hoge prijzen van electriciteitskabels veelal een rem om tot het stichten van electrische bemaling over te gaan; zij wordt onrendabel wanneer kabelaanleg over meer dan een paar km nodig is.

Een oliemotor vereist meer ruimte en dus een groter gebouw; de bediening is minder eenvoudig; bij onderbelasting van de motor, ten gevolge van geringere opvoerhoogte dan waarvoor de bemalingsinstallatie werd berekend, is het brandstofverbruik per e pkh groter; een oliegemaal kan zonodig 24 uur per etmaal draaien.

Om verschillende redenen is men van de stoommachine als krachtbron voor polderbemaling afgestapt; zij kan niet in bedrijf gesteld worden zodra dit noodzakelijk is, maar moet eerst opgestookt worden, hetgeen bovendien een onrendabel energieverbruik betekent; stoomgemalen eisen zeer grote investering en veel bediening; de brandstof is volumineus.

Windbemaling is bij de tegenwoordig door de landbouw gestelde eisen te onbetrouwbaar. Bij windsnelheden kleiner dan 5–6 m/sec. en groter dan 10–11 m/sec. kan een windmolen niet draaien. Bruikbare windsnelheden komen tijdens de afvoerperiode slechts gedurende 25–35 % van de tijd voor. Een kapitale windmolen kan b.v. bij een windsnelheid van 10 m/sec. een vermogen leveren van 50 w pk of 200 m^3/min. 1 m hoog. Een dergelijke windsnelheid treedt echter hoogstens gedurende 5 % van de tijd op. Bij lagere windsnelheden loopt het vermogen sterk terug, aangezien de door de wieken geleverde energie evenredig is met de 3e macht van de windsnelheid. Een molen vereist bovendien voortdurende bediening en contrôle.

Voor onderbemaling worden zeer veel kleine, metalen windmolentjes gebruikt. Zij werken volkomen automatisch en lopen licht, zodat zij zelfs bij geringe windsnelheden reeds enig waterverzet leveren. Een groter model hiervan zijn de Amerikaanse windmolens, z.g. windmotoren, die in Friesland veel voor polderbemaling worden gebruikt. Zij hebben meestal een – ook bij gunstige wind – te geringe capaciteit voor de te bemalen oppervlakte.

Opvoerwerktuigen

De centrifugaalpomp, waarbij het water in een slakkenhuisvormige ruimte door een waaier in rotatie wordt gebracht en aldus door de centrifugaalkracht wordt weggeslingerd, wordt voor elke opvoerhoogte zeer veel toegepast, aangezien de pomp zich enigermate bij wisselende opvoerhoogten kan aanpassen.

De schroefpomp, waarbij een in een vlak loodrecht op de stroomrichting draaiende waaier op dezelfde wijze als een scheepsschroef het water wegperst, wordt speciaal toegepast bij kleine opvoerhoogten. Het rendement is dan hoger dan van de centrifugaalpomp. Er bestaan schroefpompen met verstelbare schroefbladen, waardoor aanpassing aan wisselende opvoerhoogten mogelijk is.

Voor alle pompen geldt, dat de persbuis onder water moet uitmonden. Men heeft dan het voordeel van de hevelwerking.

De vijzel, een lange, onder een hoek met de horizon van $\pm$ 25° opgestelde as met schroefgangen, voert het water op door een opleider, een halfcirkelvormige goot. Vijzels worden veel gebruikt voor onderbemalingen. Zij zijn voor een goed rendement gebonden aan een weinig variërende binnenwaterstand en bieden, tenzij de lengte van de opleider te wijzigen is, geen aanpassingsmogelijkheid aan wisselende buitenwaterstanden. Een groot voordeel is, dat een vijzel alle soorten drijvend vuil kan verwerken. De vijzel is daarom zeer geschikt voor automatisch werkende gemalen.

Schepradgemalen worden niet meer gebouwd. Hoge bouwkosten en moeilijkheden bij het koppelen van het langzaam lopende scheprad aan de moderne snellopende motoren zijn hiervan de oorzaak. Ook het scheprad is gebonden aan weinig wisselende binnen- en buitenwaterstanden. Het is niet gevoelig voor vuil. Het rendement van een scheprad kan zeer goed zijn.

(Zie over het bovenstaande ook BOER en KIELMAN.)

In figuur 7 zijn twee beproevingsgrafieken (grafische voorstellingen van de resultaten van de beproeving van bemalingsinstallaties) afgebeeld, nl. een voor een centrifugaalpomp (dikke lijnen) en een voor een schroefpomp (dunne lijnen). Beide pompen zijn geconstrueerd voor een waterverzet van $\pm$ 60 m³/min. bij een statische opvoerhoogte van 2,5 m. (De gegevens voor deze figuur zijn ontleend aan BOER en KIELMAN)

Onder de statische opvoerhoogte, meestal kortweg opvoerhoogte genoemd, wordt verstaan de verticale afstand tussen de waterspiegels aan beide zijden van de bemalingsinstallatie. De tegenhanger van de statische opvoerhoogte is de manometrische opvoerhoogte, de som van statische opvoerhoogte en hydraulische weerstand in zuig- en persleidingen. Deze hydraulische weerstand komt bij poldergemalen met hun betrekkelijk korte leidingen overeen met een drukhoogte van de orde van grootte van hoogstens 10 cm en is dus doorgaans te verwaarlozen. De weerstand in de pomp zelf komt tot uiting in het rendement. Wanneer de pomp zich, wat zijn hoogteligging betreft tussen beide water-

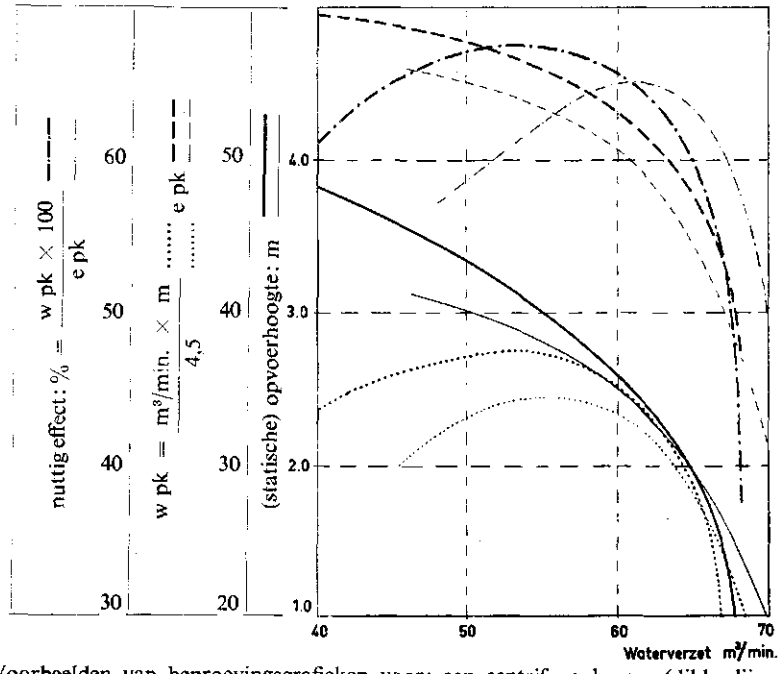


Fig. 7. Voorbeelden van beproevingsgrafieken voor: een centrifugaalpomp (dikke lijnen) en een schroefpomp (dunne lijnen)

spiegels bevindt, verdeelt men de opvoerhoogte in een zuighoogte, de afstand van benedenwaterspiegel tot pompas en een pershoogte, de afstand van pompas tot bovenwaterspiegel.

hoogte, de afstand van benedenwaterspiegel tot pompas en een pershoogte, de afstand van pompas tot bovenwaterspiegel.

De getrokken lijnen in de figuur geven voor de beide pompen het verband tussen opvoerhoogte en waterverzet. Uit deze lijnen volgen de vermogens in w pk volgens de formule: $\text{w pk} = 75 \frac{\text{l} \cdot \text{m}}{\text{sec.}} = 4{,}5 \frac{\text{m}^4}{\text{min.}}$ (stippellijnen).

Aan de pompassen zijn de vermogens in e pk gemeten (streeplijnen). De nuttig effect-lijnen voor de beide pompen worden gevonden door voor verschillende wateropbrengsten de aantallen waterpaardekrachten uit te drukken in procenten van de geleverde effectieve paardekrachten.

Bij het ontwerpen van een gemaal berekent men de opvoerhoogte in het algemeen als het verschil tussen w.p. en peil van het buitenwater. Bij sterk wisselende buitenwaterstanden kiest men niet de hoogstvoorkomende buitenwaterstand, maar een gemiddelde, bepaald aan de hand van frequentieverdelingen van de optredende buitenwaterstanden. Immers, zou men de opvoerhoogte aanpassen aan de hoogste buitenwaterstand, dan zou bij de meer frequent voorkomende lagere buitenwaterstanden het nuttig effect van de pomp en daarmee het rendement van de toegevoerde energie te

klein worden. In perioden van hoog buitenwater kan toch nog, zij het met verminderde capaciteit, worden doorgemalen. Bij polders langs de grote rivieren moet men in deze beschouwingen ook de versterkte kwel bij hoge rivierstanden betrekken.

In dit verband kan nog op een ander bijzonder geval worden gewezen, nl. op de capaciteitsvergroting bij gemalen die op een besloten boezem lozen. Een besloten boezem heeft, in tegenstelling tot een open of vrije boezem, een maalpeil. Heeft de boezemwaterstand het maalpeil bereikt dan moeten de polders hun lozing staken. Het gevolg hiervan kan zijn, dat tussen de polders een wedstrijd ontstaat in het verzwaren van hun bemaling. Wie het zwaarste gemaal heeft, kan voordat de boezem aan peil komt het meeste water lozen. Zo hebben b.v. in het Oldambt en in Delfland de meeste polders gemalen, die tussen de 11 en 25 m^3/100 ha·min. kunnen verzetten. Vanzelfsprekend dienen ook hier de waterleidingen aan de gemalen te zijn aangepast. Alleen versterking van de lozingscapaciteit van de boezem kan in deze gevallen een oplossing brengen.

Ten aanzien van de voorbeeldpolder komen we tot de volgende conclusies:

I. Inlaten van water kan, langs natuurlijke weg, vanuit de beek (stuwpeil 3,50 m +) plaats vinden op Afdeling I (z.p. 3,10 m +) en van daar op Afdeling II (z.p. 2,84 m +). De in te laten hoeveelheid moet kunnen bedragen: 864 : 100 × 3 = 26 m^3/min. of 0,5 m^3/sec. bij een verval in de sluis van 0,2 m. Hierbij is rekening gehouden met een stijging van het boveneinde van de verhanglijn in Afdeling I bij aanvoer volgens de aanvoerfactor van ± 0,1 m en een mogelijke daling van de beek tot ± 0,1 m beneden haar stuwpeil.

II. Lozing kan het best geschieden vanuit Afdeling II op de rivier. Er moet gerekend worden met de stichting van een gemaal, dat 864 : 100 × 9 = 78 m^3/min. of 1,3 m^3/sec. moet kunnen afvoeren bij een opvoerhoogte van 1,75 m (4,30–2,55, zijnde ongeveer de hoogte van het benedeneinde van de verhanglijn bij afvoer volgens de afvoerfactor). Onder het gemaal moet een koker voor natuurlijke lozing worden aangebracht.

III. De plaats van deze kunstwerken is nog slechts bij benadering aan te geven, nl. resp. in de Z.W.-hoek van de polder en ongeveer in het midden van de lengte van de zuidelijke polderdijk. De definitieve plaats volgt uit het verkavelingsplan.

e. Vaststelling van de kavelafmetingen en de kavelinrichting

Voor het landbouwkundig gebruik van de grond is het noodzakelijk deze in eenheden, kavels, te verdelen en wel liefst zodanig, dat op elke kavel een bedrijf gesticht kan worden. De boer verdeelt de kavels dan weer in percelen. De kavels worden in het polderland begrensd door sloten.

Vroeger werden sloten in de eerste plaats gezien als begrenzingen van eigendommen (schei- of heinsloten). Hun onderlinge afstanden werden vooral bepaald door eigendomsverhoudingen. De sloten hebben echter steeds hun taak in het afwateringsstelsel gehad. Uiteraard waren (en zijn) de afstanden tussen de sloten te groot om een voldoende ontwatering van de grond te waarborgen. Men trachtte aan de ontwateringsbehoefte tegemoet te komen door het aanleggen van greppels. Waar ook dit niet

voldoende was, ontstonden binnensloten, die dus aan weerszijden begrensd worden door land van dezelfde eigenaar.

Thans biedt de drainage een middel om aan de ontwateringsbehoefte van de grond te voldoen. De lengte van een drainstreng is echter beperkt in verband met de maximale waterhoeveelheid, die de in Nederland algemeen gebruikte drainbuizen van 5 cm inwendige diameter kunnen verwerken, in verband ook met de helling, waaronder men de drains gaarne legt en in verband met de mogelijkheid tot het reinigen van de drains. Men is hierdoor op een maximale breedte van de kavels van 300 m aangewezen, tenzij men wil overgaan tot samengestelde drainage.

Behalve als scheiding en als afvoerleiding voor overtollig water kunnen de sloten nog andere functies hebben zoals het leveren van water voor het drenken van vee, voor infiltratie, voor sproeien of beregenen. Soms moet in de sloten gevaren kunnen worden, indien een wegennet in de polder ontbreekt, b.v. in veenpolders, waar wegenaanleg zeer kostbaar is.

Tegenwoordig stelt men aan de verkaveling de volgende eisen: de kavels moeten regelmatig van vorm zijn, liefst rechthoekig; zij moeten uitwegen op een verharde weg; zij moeten in directe verbinding staan met een polderwatergang; hun lengte en breedte moeten voldoen aan, voornamelijk door bedrijfstechnische en verkavelingstechnische factoren bepaalde normen (PRUMMEL, 1950).

Het algemene verkavelingspatroon wordt dan zodanig, dat de landbouwwegen op onderlinge afstanden van 2 × de kavellengte komen te liggen. Enkele dwarswegen zorgen voor de verbinding tussen de landbouwwegen onderling en met de dorpen. Midden tussen twee landbouwwegen komt een wetering, die aan weerszijden met de kavelsloten in verbinding staat. Ten aanzien van de waterafvoer heeft dit systeem het voordeel, dat zeer weinig kunstwerken (duikers of bruggen) nodig zijn en dat de weteringen nergens in de buurt van woningen komen, zodat de kans op vervuiling door het inwerpen van afval gering is.

In de voorbeeldpolder zal dit algemene verkavelingspatroon worden toegepast. Als kavelafmetingen kiezen we 200 × 600 m², 200 × 800 m² en 300 × 800 m². De inrichting van een kavel is in principe zodanig, dat de begrenzing aan de lange zijde gevormd wordt door kavelsloten, aan de wegzijde door een door een toegangsdam onderbroken bermsloot en aan de achterzijde door een wetering. De drains monden uit in de kavelsloten. Bij de dam in de bermsloot worden de bedrijfsgebouwen gesticht.

f. Vaststelling van de behoefte aan drainage en egalisatie e.d.

Theoretisch zou de onderlinge afstand van de sloten volgens dezelfde formules bepaald kunnen worden, die voor bepaling van de drainafstanden worden gebruikt (zie Hoofdstuk V). De slootafstand is echter, zoals uit *e* blijkt, sterk gebonden aan andere dan hydrologische factoren. Slechts in uitzonderingsgevallen, b.v. in bloembollengronden en in goed gerijpte jonge zeekleigronden, is het mogelijk de slootafstanden zo te kiezen, dat zonder nadere voorzieningen aan de ontwateringsbehoefte van de grond wordt voldaan. Meestal zal het in onze polders echter noodzakelijk zijn begreppeling of drainage toe te passen om de ontwatering te intensiveren.

Zoals in het voorgaande al tot uiting gekomen is, gaan we bij de inrichting van onze voorbeeldpolder zeer vooruitstrevend te werk. Alle percelen zullen voorzien worden van drains, die bovendien tijdens het groeiseizoen aan infiltratie dienstbaar gemaakt zullen worden.

Voor wat betreft egalisatie en andere grondverbeteringswerkzaamheden kan worden verwezen naar Hoofdstuk IX. Men zou zich kunnen voorstellen, dat het aanvullen van uitzonderlijk lage plekken, om deze een betere ligging t.o.v. p.p. te geven, in onze polder aanbeveling zou verdienen.

g. Maatregelen ten aanzien van verkeer en bewoning

Dit zijn planologische kwesties, waaraan in dit verband stilzwijgend kan worden voorbijgegaan. Voor de wegen mag naar het *Praeadvies* „Landbouwwegen" (1953) verwezen worden, voor de bevolkingscentra naar TAKES (1948).

5. HET ONTWERPEN VAN EEN POLDERPLAN

Alle gegevens zijn thans aanwezig om het polderplan te gaan ontwerpen. Het maken van een ontwerp is een moeizame arbeid. Het is een kwestie van het overwegen van bepaalde factoren, het tekenen van een voorontwerp, het ontdekken, dat andere factoren hierin niet voldoende tot hun recht komen, het tekenen van een nieuw voorontwerp enz. Misschien kan uit het vierde of vijfde voorontwerp door het aanbrengen van enige correcties het definitieve polderplan ontstaan. Het resultaat van deze arbeid voor onze voorbeeldpolder toont figuur 8.

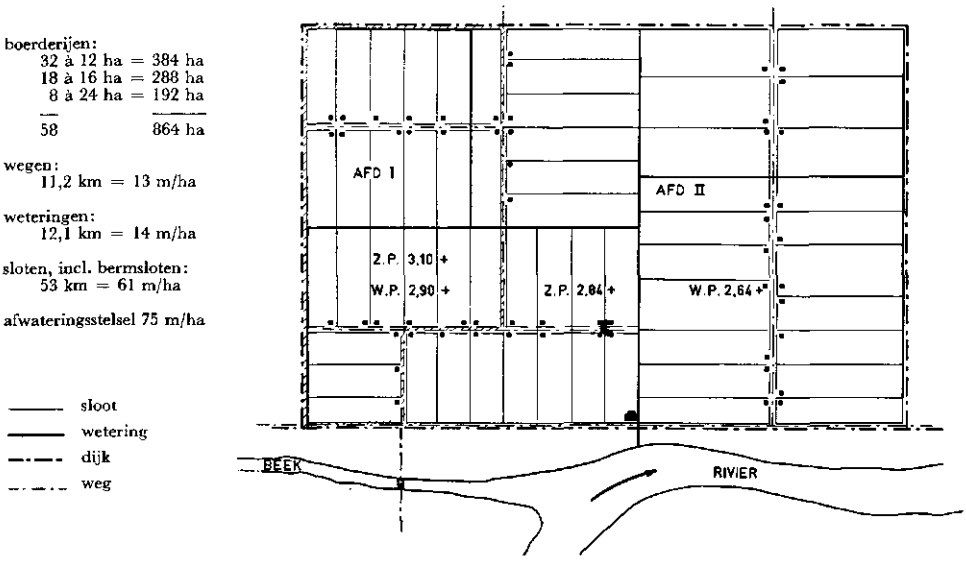


Fig. 8. Inrichtingsplan voor de fictieve voorbeeldpolder

a. Plaats en afmetingen van waterlopen

Als richtlijnen voor de tracering van waterlopen kunnen genoemd worden: aanvoer-

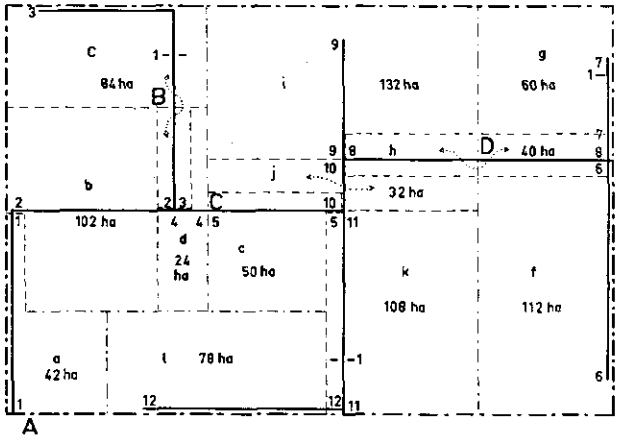


Fig. 9. Indeling van het waterlopenstelsel in leidingvakken (aangegeven door cijfers), met bijbehorende afwateringsgebieden (kleine letters) en kunstwerken (hoofdletters)

leidingen zoveel mogelijk in de hoogste delen van de polder en afvoerleidingen in de laagste delen. Men kan dan van het natuurlijke verval gebruik maken om met behulp van stuwen ieder polderdeel zijn meest gewenste waterstand te geven. Alle waterlopen zoveel mogelijk door de lage plekken van de betreffende polderdelen om het grondverzet te beperken. Geen hoofdwaterleidingen in de buurt van dichte bebouwing, waar gevaar voor vervuiling bestaat (zie verder ook 4*e*).

Is de tracering van het waterlopenstelsel tot stand gebracht, dan wordt een indeling in leidingvakken gemaakt. Het bovenste vak van de leiding, die het verst van het lozingspunt begint, krijgt no 1. Er wordt doorgeteld tot het punt, waar een zijtak in de hoofdleiding uitmondt. Het volgende nummer wordt toebedacht aan het bovenste vak van de zijleiding. Langs de zijleiding wordt doorgeteld tot het punt van samenvloeiing. Aan het bij dit punt beginnende vak van de hoofdleiding komt het dan volgende nummer toe. Zo telt men door tot het lozingspunt bereikt is. Figuur 9 geeft de indeling in leidingvakken voor de voorbeeldpolder.

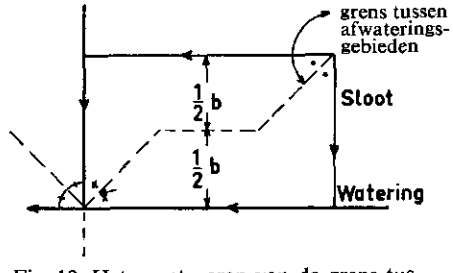


Fig. 10. Het construeren van de grens tussen afwateringsgebieden op een niet gedraineerd perceel

De grenzen tussen de leidingvakken kiest men, waar samenvloeiing van leidingen plaats heeft en verder daar, waar een vergroting van het profiel van de leidingen van $\pm$ 10 cm in bodembreedte of waterdiepte noodzakelijk wordt. Bij voorkeur neemt men als grens tussen twee leidingvakken van een doorgaande leiding een kunstwerk.

Vervolgens moet van elk leidingvak bepaald worden welke oppervlakte er op afwatert. Wanneer de grens van een afwateringsgebied gevormd wordt door een weg of een dijk is de vaststelling van het verloop er van niet moeilijk. Het is verder ook nog wel te doen in een gebied met regelmatig gevormde kavels, die tweezijdig gedraineerd zijn. De begrenzing van het afwateringsgebied loopt dan steeds over het midden van een kavel in de lengterichting daarvan. Men behoeft slechts na te gaan welke sloten in het betreffende leidingvak uitmonden. Dit is in de voorbeeldpolder het geval.

Lastiger wordt deze kwestie, wanneer men met niet gedraineerd land te doen heeft. Men volgt dan wel de regel, die in figuur 10 getoond wordt. Begin met de bissectrice van de hoek, die de weteringen met elkaar maken. Trek deze door tot de lijn, die de breedte van het perceel halveert. Volg deze lijn tot het snijpunt met de bissectrice van de tegenovergestelde hoek van het perceel; enz.

Staan de begrenzingen van de afwateringsgebieden eenmaal vast, dan wordt van elk afwateringsgebied de oppervlakte bepaald. Vermenigvuldiging met de afvoerfactor, eventueel de aanvoerfactor, geeft het debiet Q, dat het bij een afwateringsgebied behorende leidingvak moet kunnen verwerken, afgezien van de waterhoeveelheden door meer bovenstrooms gelegen afwateringsgebieden geleverd, die ook het betreffende leidingvak moeten passeren. Er wordt nog op gewezen, dat de berekening van de afmetingen van de profielen van de leidingvakken geschiedt aan de hand van de totale waterhoeveelheid, die het afwateringsgebied van het vak oplevert, de hoeveelheid dus, die strikt genomen slechts de laatste meter van het leidingvak behoeft te passeren.

Voor de berekening van afmetingen van waterlopen is de algemene formule $Q = F \times v$, waarin:

F = de natte oppervlakte in m^2 (zie figuur 11),
v = de gemiddelde snelheid van het water in m/sec.,
Q = het debiet in m^3/sec.

De grootheid v wordt berekend uit de formule van DE CHÉZY: $v = c\sqrt{RI}$, waarin:

c = een weerstandscoefficiënt in $m^{1/2}$/sec.
R = de gemiddelde straal in m (zie hieronder),
I = het verhang in m/m.

Voor de weerstandscoefficiënt gebruikt men in Nederland de formule van BAZIN[1]:

$$c = \frac{87\sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma},$$ waarin:

γ een ruwheidscoefficiënt van de wand van de waterloop is, die voor polderwatergangen = 1,30 gesteld wordt.

De gemiddelde straal R tenslotte wordt bepaald uit de formule $R = \frac{F}{O}$, waarin O = de natte omtrek in m (zie fig. 11).

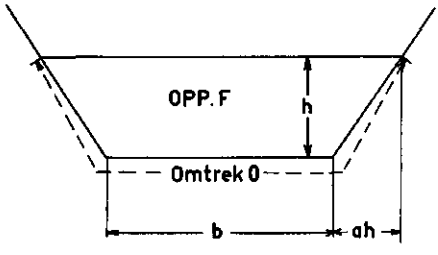


Fig. 11. Dwarsdoorsnede van een waterloop (talud helling 1 : a)

Nu zijn F en O geen elementaire maten van een doorstromingsprofiel. Een profiel wordt bepaald door zijn bodembreedte b, zijn waterdiepte h en de helling van de taluds. De taludhelling wordt steeds uitgedrukt als een onbenoemde breuk hoogte : aanleg. We spreken van een taludhelling 1 : a (één op a), wanneer de aanleg a bedraagt bij een hoogte = 1. Is de hoogte gelijk aan h, dan wordt de aanleg ah (zie figuur 11).

[1] Er zijn in de loop van de tijd zeer veel formules als die van BAZIN ontwikkeld. Enkele andere nog gebruikte treft men aan in KING c.s. (1948). Voor de meest moderne opvattingen op dit punt raadplege men SCHÖNFELD (1950).

De oppervlakte F van een gelijkbenig trapezium wordt:

$$F = \tfrac{1}{2}h\,(2b + 2ah) = ah^2 + bh.$$

De natte omtrek $O = b + 2\sqrt{h^2 + a^2h^2} = b + 2h\sqrt{1 + a^2}$.

Een ander gegeven, dat de berekening van een waterloop moet opleveren, is het verval, het verschil tussen de waterspiegelhoogten aan boven- en benedeneinde van de waterloop. Het verval wordt gevonden als product van I (in m/m) en l, de lengte van de waterloop in m. Er wordt in dit verband op gewezen, dat (ter beperking van het aantal nullen achter de komma) het verhang meestal in $^0/_{00}$ wordt opgegeven.

Hoe staat het nu met de toepassing van deze formules op een waterlopenstelsel in een polder? Q en l zijn de enige bekenden. Van de overige grootheden kan gezegd worden dat:

v de 0,3 à 0,4 m/sec. niet mag overschrijden om geen uitschuring van de profielen te verkrijgen;

I in lange polders klein, in korte polders groot gekozen kan worden, zodanig, dat het totale verval niet groter wordt dan toelaatbaar is b.v. in verband met de hoogte van drainuitmondingen achter in de polder. Een groot verhang heeft weliswaar een klein profiel tengevolge bij eenzelfde Q, maar het verval wordt dan groter, zodat de verhanglijn tenslotte zover beneden maaiveld terechtkomt, dat hierdoor het grondverzet weer gaat toenemen. T.o.v. maaiveld gerekend, krijgt men dan zeer diepe profielen. Geschikte waarden voor I liggen tussen 0,05 en 0,015 $^0/_{00}$;

b in normale polderleidingen ongeveer gelijk moet zijn aan 2h om een gemakkelijk schoon te houden profiel te verkrijgen. Zouden de leidingen te diep worden, dan gaat men naar b = 3h of b = 4h;

1 : a in de meeste gevallen 1 : 1 gesteld kan worden. In oligotrooph veen kan men wel steilere taluds toepassen b.v. 1 : 0,75. Zeer grote leidingen, waarin scheepvaart plaats vindt geeft men flauwere taluds en ook in zand zal men in de richting van 1 : 1,5 à 1 : 2 moeten gaan.

Een ieder, die zich in bovenstaande formules en vage vuistregels verdiept, zal het duidelijk worden, dat toepassing er van een verre van eenvoudige zaak is. De berekening van een stelsel van waterlopen is in twee delen te splitsen: het bepalen van het verhang (I) en het berekenen van de afmetingen (b en h) van de leidingvakken.

Het zoeken van een passende verhanglijn vereist geen gecompliceerde berekeningen. Is eenmaal een geschikte verhanglijn gevonden en vastgesteld, dan is daardoor de l als bekende vervangen door de I.

Het berekenen der profielen door toepassing der formules zou een zeer moeizame arbeid betekenen. Gelukkig kunnen we beschikken over het grafiekenalbum van Breeman. Voor de berekening van de voorbeeldpolder kiezen we grafiek D2, die voor taluds 1 : 1 en $\gamma = 1{,}30$ het verband geeft tussen I en Q en elke combinatie van b en h, die bij het gekozen verhang het verlangde debiet doorlaat.

Het waterlopenstelsel in de voorbeeldpolder wordt door de stuw C op de grens van de beide polderafdelingen in twee (wat hun verval betreft) onafhankelijke stelsels ver-

deeld. De hoofdleidingen hiervan kunnen kort genoemd worden. Een verhang van 0,05 ‰ is dan ook op zijn plaats. Alleen voor de iets langere zijleiding 8–(7)–6 is 0,025 ‰ als verhang gekozen.

De gehele berekening is opgenomen in tabel 2. Kolom 1 geeft de nummers van de leidingvakken, waarbij de nummers van de doorgaande hoofdleiding gecursiveerd zijn.

Tabel 2. Berekening van waterlopen

Afvoerfactor 9 m³/100 ha min. = 0,0015 m³/ha sec. = 13 mm/etm.
Aanvoerfactor 3 m³/100 ha min. = 0,0005 m³/ha sec. = 4,3 mm/etm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
No	stroomgebied letters	stroomgebied ha	Q m³/sec	lengte m	I o/oo	verval m	Waterhoogten boven m + N	Waterhoogten beneden m + N	b m	h m	Bodemhoogte m + N	V m/sec
1	a	42	0,063	1200	0,003	0,004	2,95	2,95	2,00	0,68	2,27	0,03
	a - 1	864	0,432		*0,05*	0,06	3,21	3,15		0,88		0,17
2	a - b	144	0,216	1000	0,04	0,04	2,95	2,91	2,00	0,66	2,25	0,12
	b - 1	822	0,411		*0,05*	0,05	3,15	3,10		0,85		0,17
3	c	84	0,126	2000	*0,05*	0,10	3,01	2,91	1,70	0,50	2,41	0,11
	c	84	0,042		0,002	0,03	3,10	3,10		0,69		0,02
4	a - d	252	0,378	200	*0,05*	0,01	2,91	2,90	2,15	0,80	2,10	0,16
	d - 1	636	0,318		0,015	0,003	3,10	3,10		1,00		0,10
5	a - e	302	0,453	800	*0,05*	0,04	2,67	2,63	2,30	0,85	1,78	0,17
	e - 1	612	0,306		0,01	0,008	2,85	2,84		1,06		0,09
6	f	112	0,168	1300	*0,025*	0,033	2,71	2,68	1,90	0,65	2,03	0,10
	f	112	0,056		0,001	0,001	2,85	2,85		0,82		0,03
7	g	60	0,090	600	*0,025*	0,015	2,70	2,68	1,70	0,50	2,18	0,08
	g	60	0,030		0,001	0,001	2,85	2,85		0,67		0,02
8	f - h	212	0,318	1600	*0,025*	0,04	2,68	2,64	2,30	0,85	1,79	0,12
	f - h	212	0,106		0,002	0,003	2,85	2,84		1,05		0,03
9	i	132	0,198	700	*0,05*	0,035	2,68	2,64	1,90	0,60	2,04	0,13
	i	132	0,066		0,002	0,001	2,84	2,84		0,80		0,03
10	f - j	376	0,564	300	*0,05*	0,015	2,64	2,63	2,60	0,90	1,73	0,18
	f - j	376	0,188		0,003	0,001	2,84	2,84		1,11		0,04
11	a - k	786	1,179	1200	*0,05*	0,06	2,63	2,57	3,20	1,20	1,37	0,22
	k - 1	186	0,093		0,000	0,000	2,84	2,84		1,47		0,01
12	1	78	0,117	1200	*0,05*	0,06	2,63	2,57	1,55	0,50	2,07	0,17
	1	78	0,039		0,001	0,001	2,84	2,84		0,77		0,02

Achter elk nummer staan twee regels. De bovenste geldt voor de afvoersituatie, de

onderste voor de aanvoersituatie. In kolom 2 vindt men de afwaterings- respectievelijk aanvoergebieden der leidingvakken met letters, en in kolom 3 in ha aangegeven. Kolom 4 vermeldt de door het betreffende leidingvak af te voeren respectievelijk aan te voeren debieten. Kolom 5 geeft de lengte van het vak. In kolom 6 treft men de verhangen aan, waarbij de gekozen waarden gecursiveerd zijn.

Hierbij is nog een kleine moeilijkheid. Waar deze leidingen zowel voor afvoer als voor aanvoer gebruikt worden beslissen de debieten in kolom 4 er over voor welk van de twee gevallen de afmetingen van het leidingvak berekend moeten worden. Over het algemeen voor dàt geval, waarvoor het debiet het grootst is. Nu moet men zich echter realiseren, dat bij de aanvoersituatie de verhanglijn ongeveer 20 cm hoger komt te liggen, dan voor de afvoersituatie omdat aanvoer op zomerpeil plaats heeft. Het zou dus kunnen voorkomen, dat een kleiner afvoerdebiet vanwege de kleinere h in de winter toch bepalend voor de afmetingen zou zijn. Dit komt in onze berekening nergens voor.

Als voorbeeld dient de berekening voor polderafdeling II (leidingvakken 5–12). Er moet nog een aanname gedaan worden en wel voor het laagste punt van de verhanglijn. Een gangbare opvatting is, dat de verhanglijn ongeveer 10 cm beneden p.p. begint en hoogstens 10 cm boven p.p. eindigt. Het beginpunt wordt dan geacht te liggen bij het lozingspunt, aangezien de berekening van de waterhoogten naar boven, dus tegen de stroomrichting in, geschiedt.

In ons voorbeeld zijn we uitgegaan van een waterhoogte beneden in vak 11 voor de afvoersituatie van 2,57 m + N, zijnde 7 cm beneden w.p. De hoofdleiding (gecursiveerde leidingvaknummers) wordt eerst doorgerekend. De berekening spreekt voor zichzelf. De waterhoogte beneden van elk hogerop gelegen leidingvak is gelijk aan de waterhoogte boven van het voorgaande vak.

Voor de afvoersituatie zijn we nu zover, dat de waterhoogten bij afvoer volgens de afvoerfactor in alle leidingvakken bekend zijn. De gegevens, die voor de berekening van het grondverzet nodig zijn, en die straks in het terrein moeten worden uitgezet, zijn bodembreedte (kolom 10) en bodemhoogte (kolom 12).

Nu wordt grafiek D2 van BREEMAN ter hand genomen. In verband met Q en I zoekt men voor ieder leidingvak een dergelijke combinatie van b en h, dat (ook in de aanvoersituatie, dus bij z.p.) de verhouding b = 2h ongeveer gehandhaafd blijft. Ingevuld worden kolom 10 en de bovenste regel van kolom 11. De waterhoogte beneden, verminderd met de gevonden h (afvoer), geeft de bodemhoogte van het betreffende leidingvak. De berekening is hiermede beëindigd. De afmetingen van de waterlopen staan vast.

Het interesseert ons echter nog, hoe de situatie zal worden bij aanvoer volgens de aanvoerfactor. We rekenen de tabel daarom nog eens door, weer van onder naar boven. Het laagste punt van de aanvoerverhanglijn kan gelijk gesteld worden aan z.p. = 2,84 m + N. De optredende verhangen zullen immers practisch = 0 zijn vanwege grotere waterdiepte en kleinere Q.

De waterhoogte beneden bij aanvoer (onderste regel) verminderd met de bodemhoogte verschaft ons h (aanvoer). Deze gecombineerd met de b maakt het mogelijk door terugzoeken in grafiek D2 de I voor de aanvoersituatie te vinden. Via het verval wordt weer de waterhoogte boven berekend enz.

Voor polderafdeling I verloopt de berekening iets ingewikkelder omdat daar met de basisgegevens (gecursiveerde I en bijbehorende Q) geen doorgaande berekening van beneden naar boven mogelijk is. Als beginpunten zijn hier aangenomen de stuwpeilen, zijnde respectievelijk w.p. en z.p.

Tenslotte is in kolom 13 voor elk leidingvak de daarin optredende stroomsnelheid bij afvoer volgens de verhanglijn gegeven. De waarden zijn gevonden met behulp van grafiek E1 van BREEMAN. Er treden nergens gevaarlijke stroomsnelheden op.

Een opmerking is hier op zijn plaats. De beschreven, algemeen aanvaarde, berekeningswijze is theoretisch niet geheel verantwoord. Strikt genomen gelden de formules alleen voor waterlopen, waarin het debiet over de volle lengte constant is en waarvan de bodem hetzelfde verhang vertoont als de waterspiegel. Bovendien maakt de keuze van de coefficiënt $\gamma = 1{,}30$ een punt van discussie uit. Desalniettemin zijn de uitkomsten zodanig, dat zij in de praktijk zeer zeker bevredigen.

Het stelsel van z.g. primaire waterlopen ligt nu vast. Dan moeten de sloten nog volgen. Gelukkig kunnen we hier weer op een door BREEMAN ingevoerde vereenvoudiging teruggrijpen. Deze bestaat hierin, dat voor waterlopen, die het water van minder dan 25 ha afvoeren, secundaire waterlopen genoemd, eenheidsmaten zijn vastgesteld. Voor kavelsloten e.d. worden b en h respectievelijk vastgesteld op 0,60 en 0,45 m bij taluds 1 : $\frac{3}{4}$. Voor niet afvoerende sloten, zoals bermsloten, kunnen deze maten nog iets beperkt worden. Een berekening van secundaire waterlopen heeft geen zin, omdat

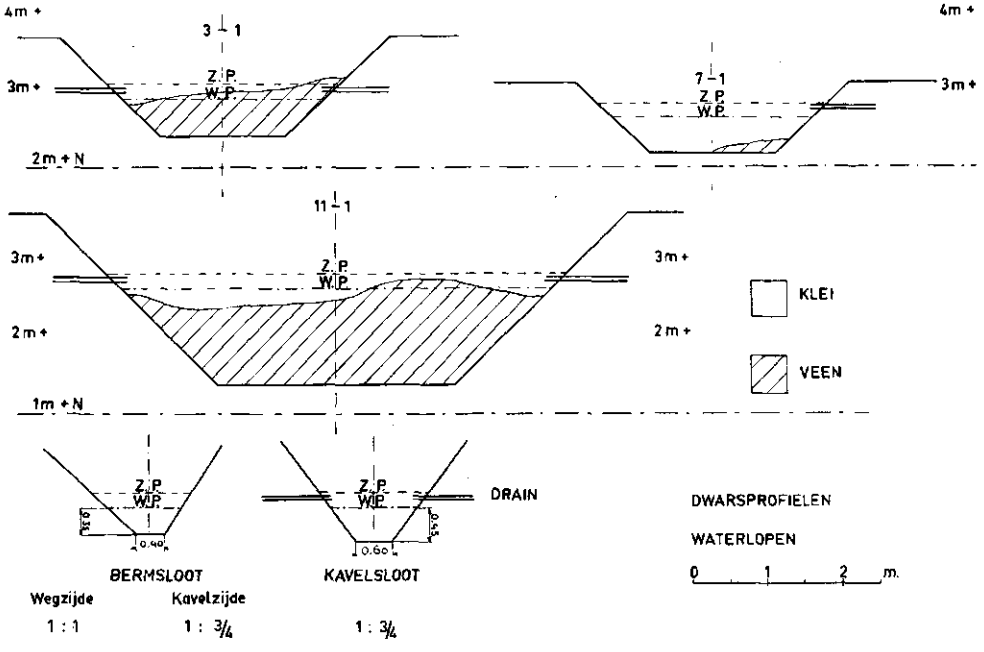


Fig. 12. Voorbeelden van dwarsprofielen van primaire en secundaire waterlopen

men dan tot maten komt, die zo klein zijn, dat voor een zeer snel dichtgroeien en vervuilen gevreesd moet worden, terwijl ook machinale uitvoering niet goed meer mogelijk is (zie ook BREEMAN, 1945).

Figuur 12 geeft tenslotte ter illustratie een drietal dwarsprofielen in primaire leidingen. De plaatsen in het terrein zijn op figuur 9 aangegeven. Bij een practisch uit te voeren polderplan behoren een groot aantal van dergelijke dwarsprofielen, ongeveer 1 per 100 à 200 m waterleiding, om het grondverzet te kunnen berekenen. Op figuur 12 vindt men ook normaalprofielen van secundaire leidingen. Figuur 13 toont een lengteprofiel, waarop de berekende verhanglijnen voorkomen.

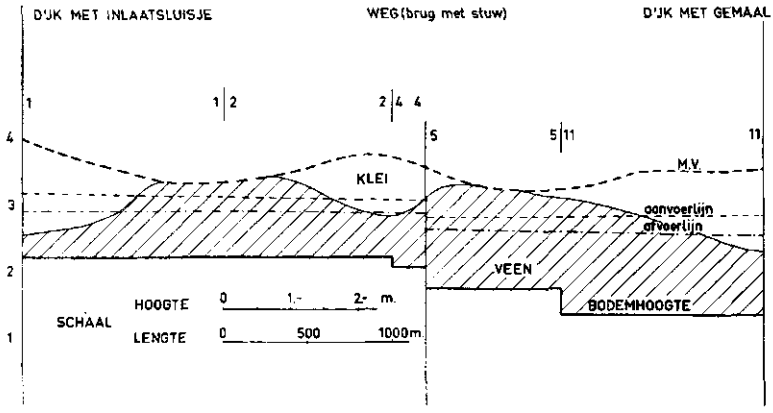


Fig. 13. Lengteprofiel van de voor de fictieve voorbeeldpolder ontworpen hoofdleiding. De bij afvoer en aanvoer volgens de afvoer- resp. aanvoerfactor te verwachten verhanglijnen zijn aangegeven.

b. Plaats en afmetingen van wegen, kunstwerken, boerderijen en beplantingen

Na hetgeen hier reeds over gezegd is, nog het volgende.

De westelijke Noord-Zuidweg in de voorbeeldpolder vormt de grens tussen de twee polderafdelingen. Met het oog op de regeling van afvoer en aanvoer (via de stuw) is het prettig te weten, dat er een hechte afsluiting tussen beide afdelingen bestaat, waarin niet gemakkelijk „lekken" kunnen ontstaan door particulier initiatief.

Het hier toegepaste verkavelingssysteem vraagt zeer weinig kunstwerken. In onze polder komen slechts voor:

A een afsluitbare inlaatduiker met schuif voor regeling van de in te laten hoeveelheid,

B en D duikers van dergelijke afmetingen,dat de benodigde drukhoogte in de duiker bij afvoer volgens de afvoerfactor hoogstens 1 cm bedraagt,

C een brug met regelbare meetstuw (zie 4*a*).

Veelal zijn in polders de duikers van te geringe afmetingen, zodat zij vooral bij aanwezigheid van een flink aantal een totale opstuwing geven, die het verval in de leidingvakken in de schaduw stelt. Ook kan het voorkomen, dat de afmetingen op zichzelf juist zijn, maar dat de duikers te hoog liggen. Op de berekening van duikers en andere kunstwerken wordt hier niet ingegaan. Men zie hierover b.v. BOER en KIEL-

MAN. De maten die door berekening gevonden zijn, worden naar boven afgerond op handelsmaten. Voor kleine duikers worden meestal ronde betonnen buizen gebruikt, voor grote duikers beschikt men over vierkante betonnen elementen b.v. met een doorsnede van 1×1 m^2.

Ter illustratie tenslotte in tabel 3 een aantal cijfers voor geheel gevulde cirkelvormige duikers. Het debiet bij een drukhoogteverlies van 0,01 m wordt in m^3/sec. opgegeven.

Tabel 3

	Diameter in m				
Lengte van de duiker	0,30	0,50	0,70	1,00	1,50
4 m	0,023	0,067	0,134	0,276	0,627
12 m	0,020	0,061	0,125	0,263	0,606
20 m	0,018	0,057	0,118	0,252	0,588

Het bovenstaande geeft niet meer dan een overzicht van hetgeen tot de polderinrichting gerekend kan worden. Welhaast elke alinea zou aanleiding kunnen zijn tot uitvoerige beschouwingen, waarbij ontelbare vragen zouden rijzen. Vooralsnog valt op de meeste van die vragen geen bevredigend antwoord te geven.

LITERATUUR

BOER, H. E. en J. A. KIELMAN. Rivieren, rijshoutconstructies, dijken, duinen en stranden, waterschappen, polders en droogmakerijen. Amsterdam, z.j.

BREEMAN, J. L. Grafieken voor het berekenen van rivieren, kanalen en goten naar Bazin. Assen, z.j.

BREEMAN, J. L. Van greppel tot watering. Beschouwingen over de betrekking, waarin de kleine waterleidingen in polders tot de wateringen staan, alsmede over doel, namen, taak, diepte, afmetingen en onderhoud. Utrecht, 1945.

KING, H. W., C. O. WISLER en J. G. WOODBURN. Hydraulics, 5th edition. New York, 1948.

Praeadvies van de werkgroep „Landbouwwegen". Uitgave Nederl. Heidemij, Arnhem, 1953.

PRUMMEL, B. Cultuurtechnische ervaringen bij de ontginning van de Zuiderzeepolders. *Landbouwk. T.* **61** 12 (1950).

SCHÖNFELD, J. C. Wrijvings- en weerstandsformules voor leidingen en waterlopen. *De Ing.* 65, no 45 (p. 219–226) en no 47 (p. 244–249), 1953.

TAKES, C. A. P. Bevolkingscentra in het oude en het nieuwe land; een onderzoek naar de verspreiding en functie van een aantal nederzettingen in enkele Nederlandse gebieden, teneinde inzicht te verkrijgen in de behoefte aan bevolkingscentra in de toekomstige Zuidelijke IJsselmeerpolders. Alphen aan de Rijn, 1948 (Proefschrift Amsterdam).

VISSER, W. C. Geschatte opbrengsten als aanwijzing voor de regeling van het polderpeil. In: Taxatie van gewassen, 98–101.

V. D. WOERDT, D. Nadelen van het overschrijden van de optimale watervoorziening bij blijvend grasland. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **10** 4 (1953).

WATERSCHAPPEN OP HOGE GRONDEN

Ir J. J. WESTERHOF

1. Algemeen

De waterschappen zijn geboren uit de strijd tegen het water. In de eerste plaats zijn de lage gronden verenigd in waterschapsverband. Ook in een relatief hoge provincie als b.v. Drente hebben in eerste instantie de eigenaren van de lagere gronden de handen ineengeslagen om in het gemeenschappelijk belang waterschapswerken uit te voeren en in stand te houden.

Nog slechts een 70 jaren geleden waren grote oppervlakten zandgrond in deze provincie bedekt met uitgestrekte heidevelden. Door de invoering van de kunstmeststoffen zijn echter de grenzen tussen de voedingsarme en voedingsrijke gronden vervaagd. Thans zijn niet meer de chemische eigenschappen doorslaggevend bij de waardebepaling, doch veeleer de physische eigenschappen: de structuur, het waterhoudendvermogen, de doorlatendheid.

In de laatste 70 jaren is de ontginning van de van nature voedingsarme heidegronden in een zeer versneld tempo uitgevoerd. In woeste toestand heeft de waterhuishouding van deze gronden uiteraard weinig zorgen gebaard, doch één van de eerste maatregelen bij de ontginning was: het graven van sloten en waterleidingen ten behoeve van de drooglegging.

Het bufferend vermogen van de woeste gronden verdween, en de beken en riviertjes werden hoe langer hoe meer overbelast. De wateroverlast van de lage, natuurlijke groenlanden in de stroomdalen nam hand over hand toe, evenals de klachten, te meer, daar al spoedig bleek, dat de kunstmest ook deze lage groengronden in uitstekende cultuurgronden kon veranderen.

In de eerste plaats groeide dus in deze lage gedeelten de behoefte aan gemeenschappelijke maatregelen ten behoeve van de drooglegging: dus aan waterschappen. In sterke tegenstelling met de lage provincies was in Drente in 1880 nog slechts een paar duizend ha in waterschapsverband verenigd.

Overigens liggen de verhoudingen in de hoge provincies allerminst gemakkelijk. Het gebied is vrij sterk geaccidenteerd. De lage moerasveengronden ondervinden wateroverlast, de middelhoge ontginningsgronden in veel mindere mate. Juist deze zijn in feite echter de oorzaak van de overlast in de lage terreinen. De uitgesproken hoge gronden daarentegen zijn droogtegevoelig en gevoelen zich soms bedreigd door een betere drooglegging van de lagere terreinen. Noch de middelhoge, noch de hoge gronden gevoelen veel voor opname in de waterschappen, in hoofdzaak uit vrees voor hoge lasten. De belangenverhouding loopt dan ook wel sterk uiteen en het is steeds buitengewoon moeilijk geweest, om tot een behoorlijke begrenzing van de waterschappen te geraken.

Werd tenslotte een bepaald waterschap over de laagste terreinen opgericht, dan is het meermalen voorgekomen, dat ook de aangrenzende gronden profiteerden van de

betere afwatering van dat gebied. Immers, artikel 673 van het Burgerlijk Wetboek zegt, dat de lagere erven water van hogere erven moeten ontvangen, voorzover dat natuurlijk afloopt. De rest van dit artikel, nl. dat de hogere eigenaren geen maatregelen mogen nemen, om de toestand te verergeren, is overigens maar al te vaak vergeten.

De bezwaren van waterschappen, opgericht over te beperkte gebieden, zijn in de hoge provincies dan ook vele geweest.

De voortgaande intensivering van de landbouw ook op de hoge gronden en de ontwikkeling van nieuwe inzichten, heeft echter in de allerlaatste tijd een nieuwe periode ingeluid.

Juist op deze hoge gronden wordt hoe langer hoe duidelijker beseft, dat water de beperkende factor in het productieproces gaat worden. De productie is sterk afhankelijk van een regelmatige verdeling van de zomerneerslag. Droge zomers, en vooral droge voorjaarsmaanden, kunnen ernstige oogstdepressies veroorzaken. Het vraagstuk bij verbeteringsplannen van de waterhuishouding in de hoge provincies is dan ook niet meer uitsluitend het bevrijden van de lage gronden van wateroverlast, maar daarnaast gelijktijdig het nastreven van een betere vochtvoorziening van de hoge gronden. Ook in de hogere gedeelten zullen daartoe werken moeten worden uitgevoerd.

Het is dus logisch dat ook deze gronden in waterschapsverband worden opgenomen. De vraag blijft echter, waar de begrenzing genomen moet worden. Dit kan slechts aan de hand van een uitgebreide hoogtemeting worden vastgesteld. Hieruit kan nl. blijken, welke gronden tot het stroomgebied van een bepaalde beek behoren. Een hoge rug omringt als het ware dit gehele gebied. Feitelijk behoort elke hectare buiten dit gebied tot het stroomgebied van een andere beek.

Hieruit volgt, dat de hoge waterschappen in de toekomst theoretisch volkomen aaneen zullen sluiten, dat dus alle gronden te zijner tijd in waterschapsverband opgenomen zullen worden en dat bovendien in het algemeen grote waterschappen zullen ontstaan, waarvan sommige een oppervlakte van 20–25000 ha zullen beslaan.

In Drente is reeds een dergelijk groot waterschap volop in functie, nl. het waterschap *Het Stroomgebied van de Wold Aa*, groot 12000 ha (voltooid in 1952)[1]. In het waterschap *Het Stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa* (groot 15000 ha) zijn de werken in uitvoering.

Van de waterschappen *De Oude Vaart* (28000 ha), *De Oostermoerse Vaart* (22000 ha) en *Het Peizer- en Eelderdiep* (24000 ha) zullen de plannen zo mogelijk op 1 Januari 1955 voor uitvoering gereed liggen. Deze plannen worden voorbereid in samenwerking tussen de Prov. Waterstaat, Ned. Heidemij of N.V. Grontmij en de Cultuurtechnische Dienst.

Van het waterschap *Het Oude Diep* liggen de plannen reeds ter uitvoering gereed. Dit gebied is betrekkelijk klein, nl. ± 5000 ha.

[1] De in dit artikel opgenomen foto's hebben allen betrekking op het waterschap „Het Stroomgebied van de Wold Aa".

2. Het bestuur

Het bestuur van een waterschap wordt gekozen door de ingelanden, doch de bevoegdheden van het bestuur zijn beperkt. De plannen tot uitvoering van werken, tot het aangaan van geldleningen, de kostenomslag enz. behoren nl. tot de competentie van de vergadering van ingelanden.

Zodra echter grote waterschappen worden gevormd (b.v. van 20000 ha), zou een dergelijke ingelandenvergadering een onhanteerbaar instituut worden. Vandaar, dat in grote waterschappen door de ingelanden streeksgewijze vertegenwoordigers worden gekozen, in totaal 10 à 20, die tezamen het College van Hoofdingelanden vormen. Dit college treedt in de plaats van de ingelandenvergadering zoals dat bij de kleine waterschappen functioneert. Het bezit dus grote bevoegdheden. Het college kiest uit zijn midden een dagelijks bestuur, waaraan het provinciaal bestuur een voorzitter toevoegt. Op deze wijze kan een krachtig bestuur naar voren komen. Bovendien kan een dergelijk groot gebied zich de aanstelling van bekwame administratieve en technische ambtenaren veroorloven.

3. Enige technische problemen

De technische problemen kunnen aan de hand van een concreet voorbeeld worden toegelicht. Als voorbeeld wordt gekozen het ± 5000 ha grote waterschap *Het Oude Diep* in Zuidelijk Drente nabij Hoogeveen.[1]

In een dergelijk stroomgebied komen zeer uiteenlopende grondsoorten voor. Deze zijn schematisch weergegeven in fig. 1.

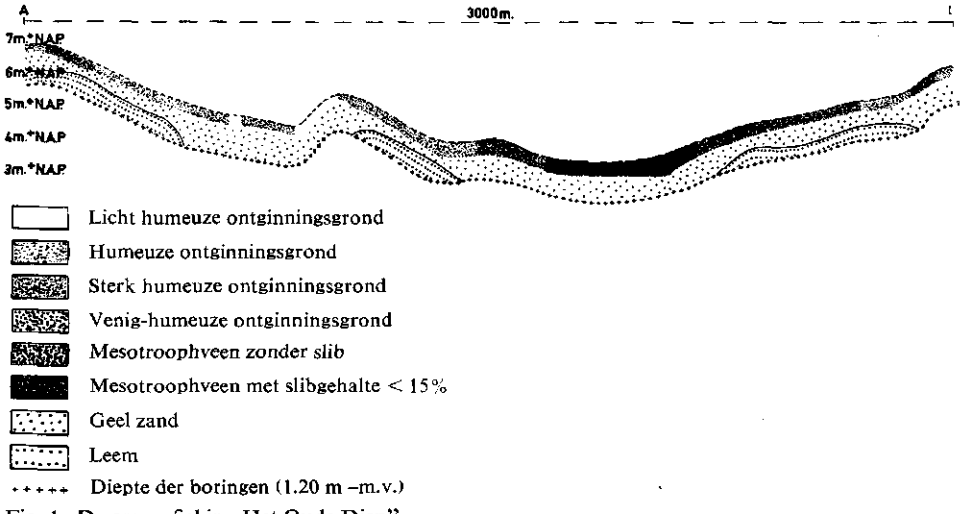


Fig. 1. Dwarsprofiel in „Het Oude Diep"

[1] Het verbeteringsplan van dit waterschap werd opgesteld door de Provinciale Waterstaat van Drente in nauwe samenwerking met de Cultuurtechnische Dienst.

De *zandgronden* kunnen eenvoudigheidshalve onderverdeeld worden in:

a. Esgronden

Deze behoren tot de oudste cultuurgronden van ons land. In het algemeen liggen deze gronden als betrekkelijk hoge gedeelten in het terrein. Het grondwater staat 's zomers meestal enkele meters beneden het maaiveld.

De goede esgronden kunnen, dank zij hun merkwaardig profiel, bestaande uit een humeuze laag (4–8 % humus) van 40 tot soms 80 cm dikte, een aanmerkelijke voorraad hangwater vasthouden (zie fig. 2). Geholpen door een regelmatige zomerneerslag kunnen de goede esgronden dan ook een uitstekend gewas rogge, haver en aardappelen voortbrengen. In het algemeen kan men een gewas als bieten echter slechts op de zwaarste gedeelten verbouwen. Hoe dunner de humushoudende laag en hoe lager het humusgehalte, des te droogtegevoeliger de betreffende esgrond is.

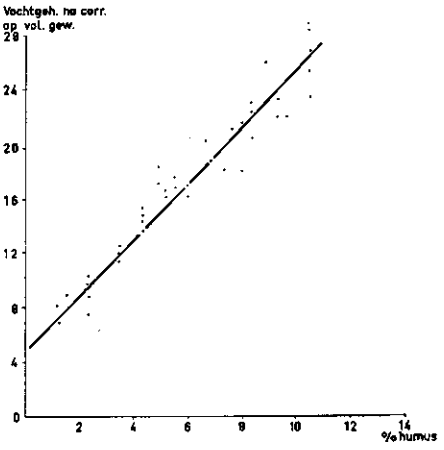


Fig. 2. Verband tussen humusgehalte en vochtgehalte op Drentse zandgronden (volgens Ir J. H. BOUMANS)

b. De zandontginningsgronden

Deze gronden beslaan veelal een veel grotere oppervlakte dan de essen. De hoogteverschillen spelen hier een zeer belangrijke rol. De hoogste gedeelten (althans voor zover op geringe diepte geen leem voorkomt) zijn veelal zeer humusarm en mede gezien de diepe ligging van het grondwater bij zomerdag, zeer droogtegevoelig. Aanzienlijke oppervlakten van deze al te schrale gronden zijn met bos ingeplant, of bestaan uit onontginbare heide of stuifzandterreinen.

Hoe lager de ontginningsgronden liggen, des te humusrijker en dus des te vochthoudender is de bovengrond. Tevens wordt de afstand tussen maaiveld en grondwaterspiegel geringer, en bovendien treft men in de middelhoge tot lage ontginningsgronden herhaaldelijk op geringe diepte weinig doorlatende leemlagen aan.

Toch zakt ook in tal van middelhoge ontginningsgronden de zomergrondwaterspiegel nog te diep weg en het zal duidelijk zijn, dat juist deze gronden kunnen profiteren van een waterbeheersingsplan.

c. Venige gronden

Nog lager in de stroomdalen treft men de moerasveengronden aan. In het algemeen varieert de dikte van het veenpakket van 0,5–1,5 m. In hoofdzaak komt elzenbroekveen, zeggeveen en rietveen voor, vermengd met enig slib.

Dit zijn de gronden die te kampen hebben met winter-inundaties. Uitgestrekte oppervlakten staan periodiek dras of blank (zie fig. 3). Dit kan zelfs in neerslagrijke zomers

Fig. 3. (links boven). Bij winterdag staan uitgestrekte oppervlakten in de lage stroomdalen blank.
Fig. 4. (links onder). Soms gaat over vrij grote oppervlakten de hooioogst geheel of gedeeltelijk verloren.

voorkomen. Zo is b.v. in de zomer van 1953 de hooioogst over vrij grote oppervlakten geheel of gedeeltelijk verloren gegaan (zie fig. 4).

Het grasbestand is in het algemeen slecht. In hoofdzaak komt een landbouwkundig minderwaardige vegetatie voor van watergrassen, benten, zeggen, vlotgras, russen, enz.

Ook dit gebied is in droge zomers echter zeer gebaat met een betere watervoorziening. Aangezien de waterleidingen door hun natuurlijke helling geneigd zijn droog te lopen, kan de zomergrondwaterspiegel tot soms meer dan 0,7 à 1 meter beneden het maaiveld dalen. Deze gronden zijn geneigd tot irreversibel indrogen. Op enkele plaatsen is dit in Drente reeds geconstateerd.

Een andere factor is het gevaar voor inklinken. Alle veengronden hebben de neiging tot een dicht pakket ineen te zakken en verteren (= oxyderen) bovendien geleidelijk. Waar de zandondergrond in het algemeen niet vlak ligt ziet men in de loop der jaren geleidelijk de zandkoppen hoe langer hoe meer uit het terrein opduiken, terwijl de plaatsen met een dikker veenpakket overgaan in koude, natte, z.g. zuchtige plekken, met een slappe zode, die bij nat weer wordt stukgetrapt.

Een derde factor is het belang van gevulde sloten voor de drinkwatervoorziening van het vee, en voor afscheiding.

d. Zeer merkwaardige gronden, die eveneens plaatselijk in de stroomgebieden voorkomen, zijn de *veenkoloniale gronden.* Deze blijven verder onbesproken.

In natuurlijke toestand is de waterhuishouding van deze stroomgebieden dus allerminst ideaal. Sterke tegenstellingen, nl. regelmatig verdrogende en regelmatig overstroomde gronden komen naast elkaar voor.

Hoewel de klachten over laatstgenoemde gronden de overhand hebben, kunnen de oogstdepressies op eerstgenoemde gronden soms eveneens ernstig zijn.

4. Het tot stand komen van een waterbeheersingsplan

a. Enkele algemene opmerkingen

Gemiddeld valt er per zomer op hoge zowel als op lage gronden evenveel regen. Wanneer geen watertransport in horizontale richting zou plaats hebben, zou op beide uitersten per zomer een evengroot watertekort optreden (zie fig. 5 en 6). Een aanzienlijk gedeelte van het op de hoge gronden gevallen regenwater verplaatst zich echter ondergronds in de richting van de stroomdalen. Het is nagenoeg onmogelijk deze diepe grondwaterstroming te regelen. Het door de open waterlopen van de middelhoge gronden stromende water kan door middel van kleine stuwen gedeeltelijk worden vastgehouden.

Indien het een kleine natuurlijke zijbeek betreft, is het verloop veelal sterk kronkelend. In het algemeen wordt er naar gestreefd dit verloop te normaliseren. Het verhang

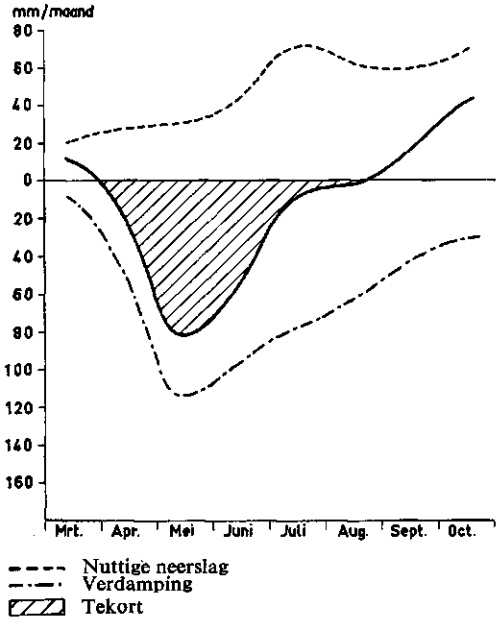


Fig. 5. Waterverbruik van grasland.

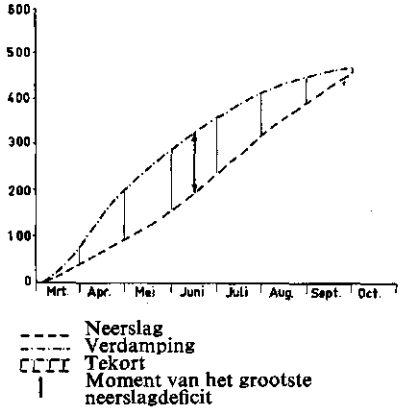


Fig. 6. Sommatiecurven, gebaseerd op de verdampingscijfers van fig. 5 en op de gemiddelde maandsommen van de neerslag gedurende 40 jaar te Witteveen. Uitgegaan wordt van grond op veldcapaciteit (in Maart), terwijl later de veldcapaciteit bijna weer bereikt wordt (in October).

wordt hierdoor echter sterk vergroot. Hierdoor ontstaat het gevaar, dat het effect van de stuwtjes in de kleine leidingen zeer beperkt wordt, waardoor het noodzakelijk wordt het aantal stuwen belangrijk op te voeren. In verband hiermede zal ernstig overwogen moeten worden of het technisch mogelijk en financieel aanvaardbaar is, deze kleine leidingen zodanig te projecteren, dat het verhang van de bodem sterk beperkt wordt. Dit is mogelijk door het tracé in de richting van de hoogtelijnen te kiezen.

Uiteraard moet daarbij nimmer uit het oog verloren worden, dat de afvoercapaciteit in tijden van veel neerslag en weinig verdamping voldoende moet zijn. Meestal is echter de oppervlakte, die op deze leidingen afwatert, betrekkelijk gering en geschiedt de aanvoer sterk vertraagd.

Het grote voordeel van een dergelijk verloop van de leidingen is een gelijkmatige waterstand t.o.v. de aangrenzende gronden, terwijl tevens op het aantal stuwen aanzienlijk bespaard kan worden, terwijl het effect groter is. Desondanks zullen deze kleine, hoge leidingen in droge perioden droog kunnen vallen.

Hoe lager in het stroomdal, des te groter en langduriger de ondergrondse aanvoer naar de aldaar gelegen leidingen. Hiermee zijn wij geleidelijk gekomen in het gebied van de voortdurend gevulde leidingen, die gedeeltelijk bij zomerdag zelfs een overschot aan water zullen hebben. Dit is overigens sterk afhankelijk van de ligging van ondoorlatende lagen (leem!) in de ondergrond.

Hoe hoger dergelijke leidingen voorkomen in het stroomgebied, des te gunstiger,

aangezien dan de mogelijkheid groter is om via kleine leidingen droogtegevoelige gronden elders in het gebied van water te voorzien. Steeds is het zaak om op een zo hoog mogelijk punt boven de stuwen water af te tappen. De kleine toevoerleidingen naar droge gronden kunnen met minimaal verhang worden aangelegd, dus zo veel mogelijk in de richting van de hoogtelijnen.

De hoofdstroom ligt meestal in een zodanig ingesneden dal, dat het oude tracé moet worden gehandhaafd, afgezien van talloze bochtafsnijdingen. Normalisatie geeft ook hier een sterke verhoging van het verhang. Hoe groter de leidingen, des te groter en kostbaarder de stuwen en des te groter doelmatigheid ten aanzien van de plaatsing geboden is. Terreinomstandigheden noodzaken overigens maar al te vaak tot afwijking van bovenstaande principes.

Summa summarum kan in een dergelijk stroomgebied door middel van een zorgvuldig voorbereid waterbeheersingsplan bereikt worden:

1. opheffing van de winterwateroverlast van de moerasveengronden behoudens uitzonderlijke omstandigheden,
2. des zomers een vrijwel volledige vochtvoorziening voor het gehele lage en middelhoge gebied. Dit geldt in normale zomers voor ongeveer 2/3 gedeelte van het stroomgebied. Voor het resterende 1/3 gedeelte blijft echter het gevaar bestaan voor meer of minder ernstige oogstdepressies in droge zomers. Om dit tegen te kunnen gaan, moet water betrokken worden van buiten het stroomgebied.

Uit het bovenstaande zal blijken, dat een en ander in hoofdzaak nog steeds op ervaring berust. Dit geldt trouwens niet alleen voor de aanleg van de werken, maar ook b.v. voor de bediening van de kunstwerken. Immers, vroeg in het voorjaar wordt allerwegen een diepe drooglegging gewenst ten behoeve van een vroege voorjaarsgroei. Het grote gevaar is echter, dat daardoor een groot deel van de winterwatervoorraad verloren gaat.

Hoe hoger de leidingen, des te vroeger moet men dan ook de beweegbare stuwen op een hogere zomerwaterstand durven in te stellen. Het is merkwaardig, dat in enkele jaren de praktijk het waterschapsbestuur brengt tot een zeer vroeg sluiten van de stuwen, zelfs in de hoofdleidingen.

Toch wordt bij het ontwerpen van de plannen steeds sterker de behoefte gevoeld aan meer gegevens ten aanzien van de diepere grondwaterstromingen, het waterhoudend vermogen van de grond, de winterwatervoorraad, enz. Met belangstelling worden dan ook de resultaten van het landbouwwaterhuishoudkundig onderzoek op dit punt tegemoet gezien. Daarnaast worden door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst thans uitgebreide profielgegevens verzameld, waaruit het waterhoudend vermogen en de meest gewenste drooglegging kunnen worden afgeleid.

Vooral bij de voorbereiding van waterbeheersingsplannen voor de hoge gronden, waar voortdurend gezocht moet worden naar een compromis tussen het landbouw-

kundig wenselijke en technisch en financieel mogelijke, zijn dergelijke gegevens tot een onmisbare steun.

b. De hoogwaterlijn

Een overweging, welke leidt tot het vaststellen van de hoogwaterlijn, is de minimum drooglegging van de lage terreinen. Uiteraard kunnen daarbij enkele kleine, zeer lage terreingedeelten (b.v. uitgeveende laagten, in cultuur gebrachte lage veenkommen, of een laag perceelsgedeelte van andere aard), althans indien de oppervlakte niet een aantal hectares beloopt, niet maatgevend worden geacht. Dergelijke kleine gedeelten kunnen wellicht met behulp van grond uit de nieuw te graven leidingen, of door herontginning, worden opgehoogd. Is dit niet mogelijk, dan moet aan een lage classificatie, dan wel vrijstelling van kostenomslag worden gedacht. In elk geval is het niet raadzaam ten behoeve van dergelijke incidentele terreingedeelten, grote complexen te diep droog te leggen, gepaard gaande met te grote leidingen en dus een te kostbaar project.

Afgezien van deze kleine laagten, is men er bij het verbeteringsplan van het *Oude Diep* van uitgegaan, dat de laagste terreinen van enige omvang, bij maximale afvoer, nog een drooglegging moeten hebben van gemiddeld ongeveer 50 cm. Deze drooglegging zal echter niet onder alle omstandigheden gegarandeerd kunnen worden.

Bij abnormaal zware regenval en bij dooi van grote hoeveelheden sneeuw en ijs kan het peil de berekende hoogwaterlijn overschrijden, zij het slechts voor korte tijd. In elk geval zal dit niet jaarlijks verwacht behoeven te worden. Ook bij grote afvoeren biedt de 50 cm drooglegging nog een zodanige veiligheid, dat inundatie tot de grote uitzonderingen zal behoren. Hoewel zulks technisch mogelijk zou zijn, is het financieel niet verantwoord, het leidingstelsel een zodanig profiel te geven, dat zelfs bij de genoemde uitzonderlijke omstandigheden een drooglegging van 50 cm gegarandeerd zou zijn.

Opgemerkt is reeds, dat de hoofdstromen van nature zijn ontstaan door de laagste terreingedeelten, welke dus in aanmerking komen voor de genoemde drooglegging van 50 cm.

Het zal duidelijk zijn, dat, met het oog op een behoorlijke vochtvoorziening in het groeiseizoen, deze drooglegging vrij nauwkeurig overeenkomt met het meest gewenste stuwpeil bij zomerdag. Soms ligt de hoogwaterlijn zelfs nog wel iets hoger.

c. De laagwaterlijn

Deze is mede afhankelijk van de meest gewenste drooglegging van de verschillende grondsoorten, speciaal bij winterdag (zie *f*).

Men dient hier echter ook te letten op oeverbeschadigingen. Bij een bewegelijke waterstand kan het gewenst zijn op de hoogte van de laagwaterlijn een taludbescherming aan te brengen in de vorm van betuining met stapelzoden. In het algemeen zal nl. taludbegroeiing beneden het stuwpeil van de zomer achterwege blijven. Door een dergelijke oevervoorziening kan zelfs bij plotselinge peilschommelingen

Fig. 7. De voormalige kleine leidingen moeten vaak een drastische verruiming ondergaan.

Fig. 8. Door het aanbrengen van bochten blijft het rivierkarakter behouden. Op de voorgrond is reeds een oeverbescherming (betuining en stapelwerk) aangebracht.

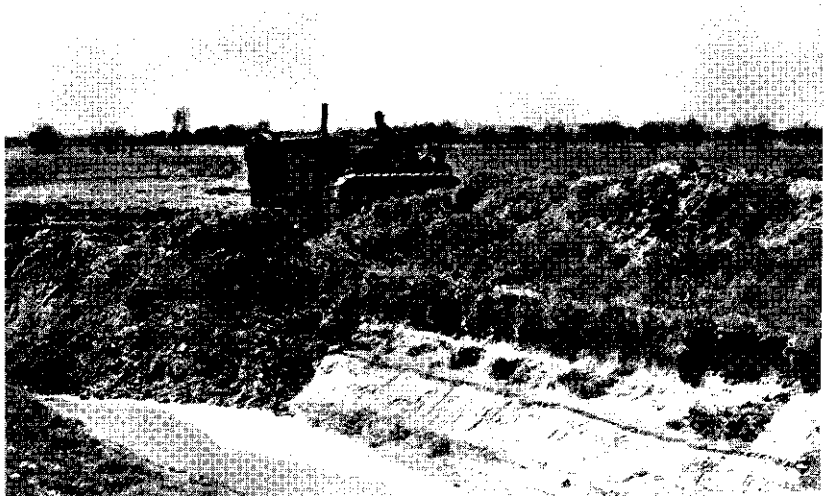


Fig. 9. De afgesneden bochten en vervallen leidinggedeelten worden met een bulldozer gedempt.

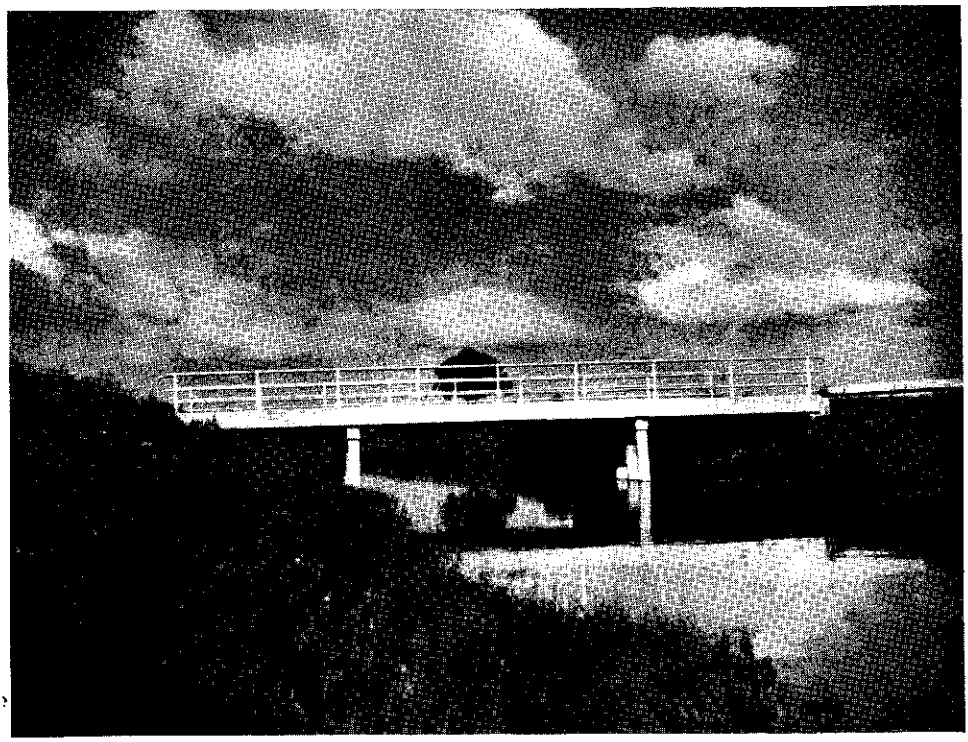
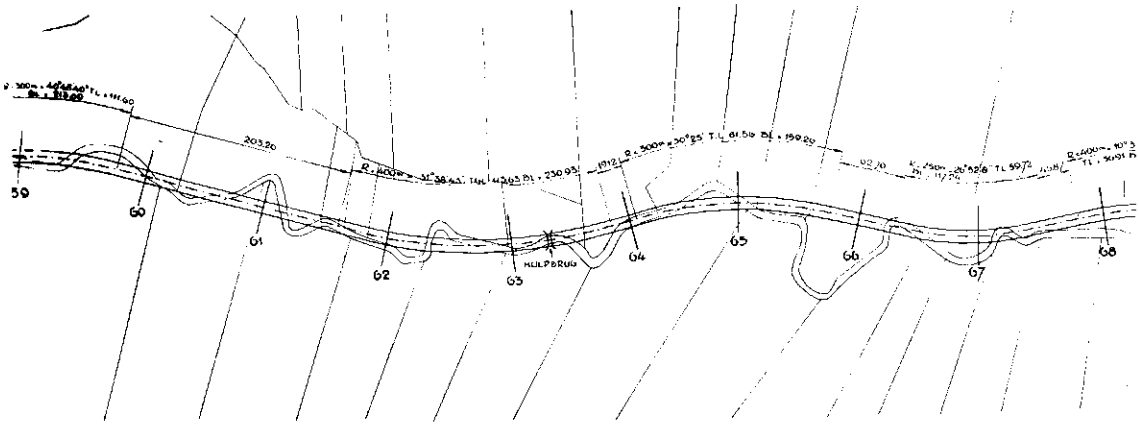


Fig. 10. Waar over de voormalige kleine leiding met dammen, duikers of summiere bruggetjes kon worden volstaan, moeten na de verbreding ruime en solide bruggen worden gebouwd. Men lette op de oevers, die in zeer korte tijd weer met een dichte begroeiing zijn bedekt.



uitschuring en taludbeschadiging voorkomen worden. Met het oog hierop is het gewenst het verschil tussen de hoog- en laagwaterlijn niet te groot te nemen.

Daartegenover staat echter, dat de kosten van de stuwbouw pleiten voor een groter verschil. In het algemeen kan men zeggen, dat in de grote stromen het financieel niet verantwoord is om het verschil tussen het meest gewenste stuwpeil in de zomer, en de laagwaterlijn in de winter, kleiner te nemen dan 60–80 cm. In de kleinere leidingen is het verantwoord deze sprongen terug te brengen tot 30 à 40 cm.

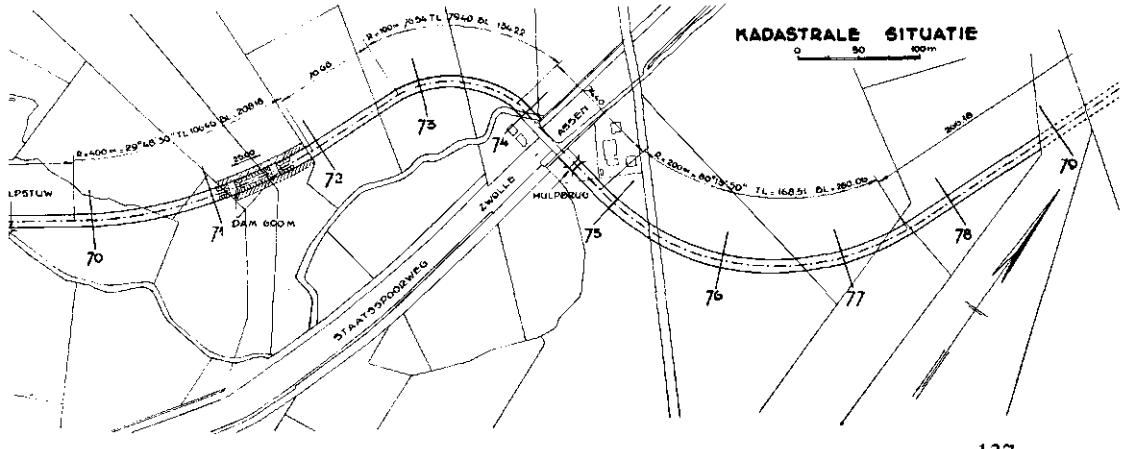
De figuren 11 tot en met 14 stellen details voor van de kadastrale situatie, de lengtedoorsnede, enkele dwarsdoorsneden en de constructie van taludvoorzieningen, een en ander volgens concept-tekeningen uit het verbeteringsplan van *Het Oude Diep.*

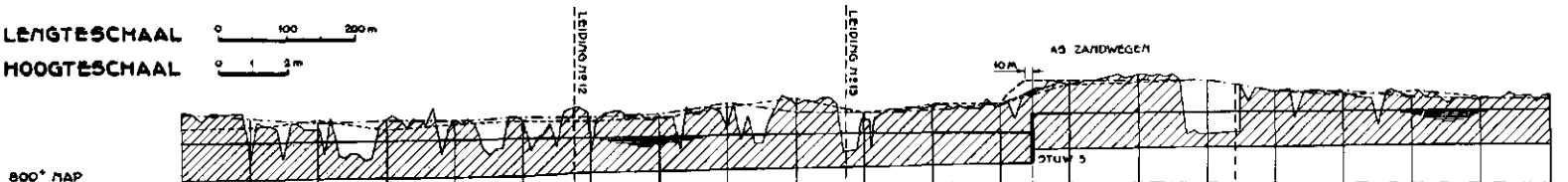
d. De plaats van de stuwen

Bij het opstellen van het project werd onderscheid gemaakt tussen een z.g. waterstaatkundige stuw en een z.g. landbouwstuw.

Tot de eerstgenoemde categorie behoren de stuwen, welke om zuiver waterstaatkundige redenen nodig kunnen zijn om een te groot verval op te vangen en te verminderen, teneinde te grote stroomsnelheden en grondtransport te voorkomen. Tevens komt het in de stroomdalen op tal van plaatsen voor dat een hoger gedeelte vrij plotseling overgaat in een lager gedeelte. Zou men, ondanks een dergelijke natuurlijke bodemsprong, een rechte nieuwe bodemlijn projecteren, dan zou in het hogere gedeelte plaatselijk een te diepe ingraving nodig zijn, met als gevolg te veel grondverzet en te hoge kosten. Ook om deze reden kan het financieel voordeliger zijn ter plaatse van de natuurlijke, betrekkelijk snelle terreindaling, een stuw te bouwen met een bodemsprong, en een sprong in de verhanglijn.

Fig. 11. Detail van de kadastrale situatie in „Het Oude Diep".



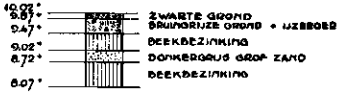


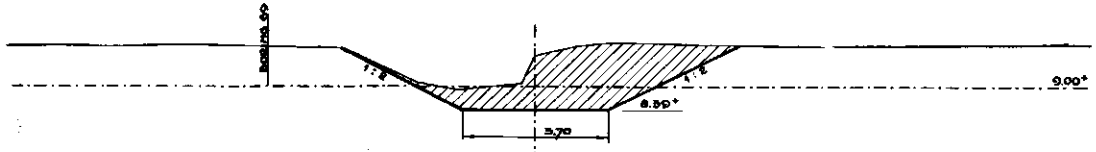
PROFIELNUMMERS	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
AFSTANDEN	50/14	57/14	58/14	59/14	60/14	61/14	61/14	62/14	63/14	64/14	65/14	66/14	67/14	68/14	70/14	71/14	72/14	73/14	74/14	75/14	76/14
BESTAANDE HOOGTE IN DE AS	1000	980	965	980	980	980	970	995	1020	1025	1000	1025	1021	1080	1111	1135	1060	1060	1051	1045	1025
LINKER OEVER	935	960	980	955	970	975	980	990	1020	1045	1005	1030	1050	1090	1090	1001	1070	1055	1070	1050	1060
RECHTER OEVER	1000	985	970	980	900	990	990	1000	1030	1005	1005	1015	1050	1100	1100	1001	1070	1070	1050	1050	1045
TALUD	1:2					1:2 1:2				1:2 1:2			1:2 1:2			1:2 1:2					1:2
WATERDIEPTE	1.10					1.10 1.00				1.00 1.00			1.00 1.00			1.00 1.00					1.00
BODEMHOOGTE	8.04					8.16° 8.27°				8.39° 8.55°			8.44° 9.00°			9.07 9.07					9.18
BODEMBREEDTE	4.00					4.00 4.00				4.00 3.70			3.70 3.70			3.70 3.50					3.50
GEMIDD. AFVOERFACTOR	1.06					1.05				1.07						1.06					1.06
AFWATEREND OPP. IN HA	3125					2796				2561						2500					2500
MAATGEVENDE AFVOER (L/SEC)	3320					2940				2740						2440					2440

Fig. 12. Een lengtedoorsnede van „Het Oude Diep"

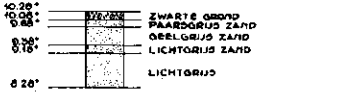
Fig. 13. (tegenliggende pagina). Enige dwarsdoorsneden van „Het Oude Diep". De profielnummers corresponderen met de kadastrale situatie en de lengtedoorsnede (zie fig. 11 en 12).

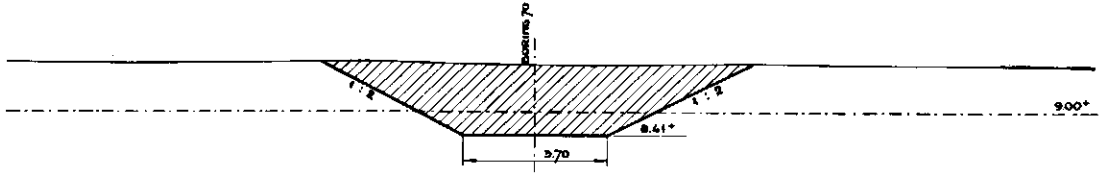
PROFIEL 69



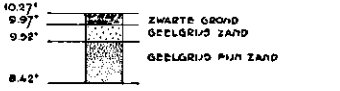


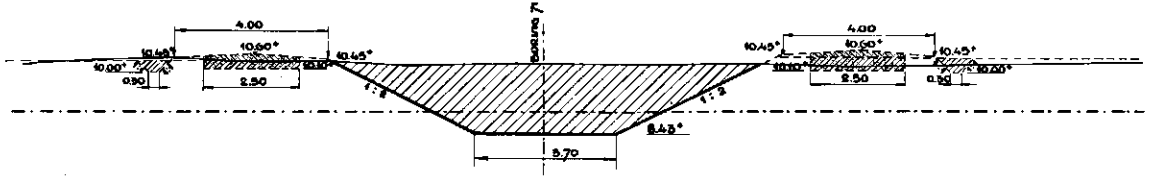
PROFIEL 70



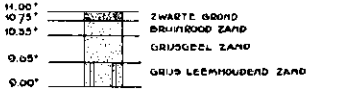


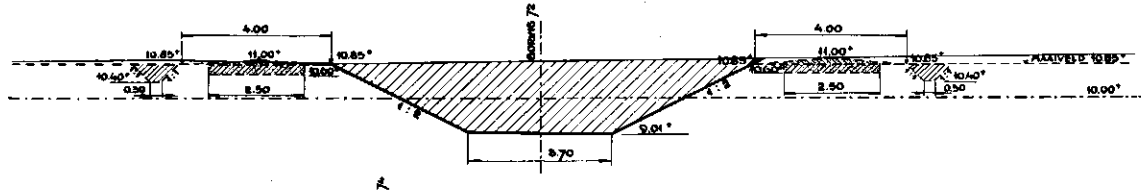
PROFIEL 71



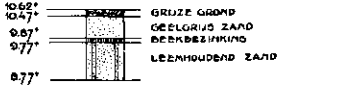


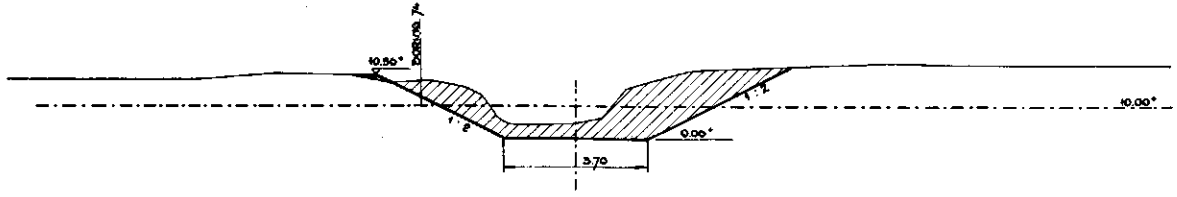
PROFIEL 72

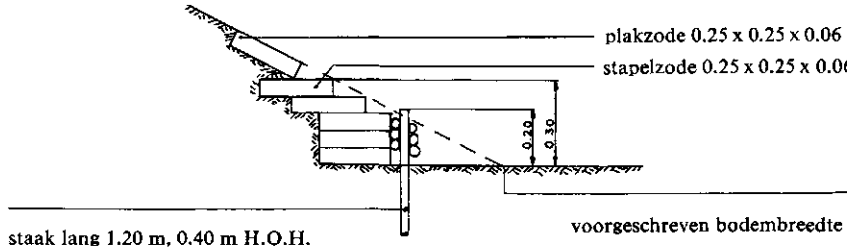




PROFIEL 74







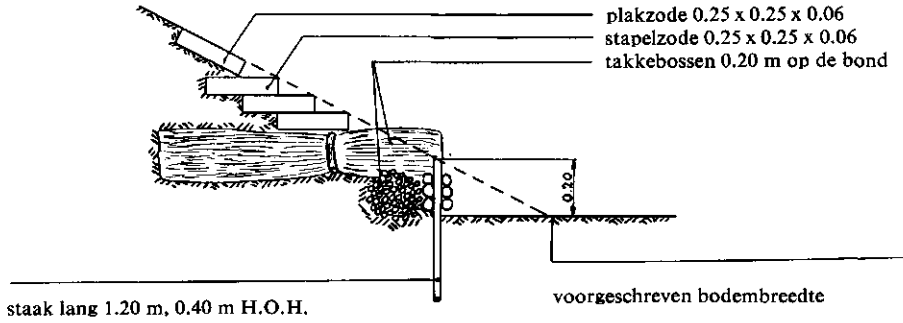


Fig. 14. Taludvoorzieningen in „Het Oude Diep", boven bij normale talud, onder bij slappe talud

Geval voor geval, zal door berekening en begroting van kosten de meest gewenste oplossing vastgesteld moeten worden; uiteraard speelt hierbij vooral de afmeting van de leiding een belangrijke rol, aangezien bij het groter worden van de dwarsdoorsnede de kosten van de stuwen wel zeer sterk stijgen.

De landbouwstuwen worden vrijwel uitsluitend ten behoeve van de watervoorziening aangelegd. Uiteraard moet getracht worden de waterstaatkundige stuwen ook voor dit doel te gebruiken, en dus beide vormen samen te doen vallen, vooral in de hoofdstromen, maar dit gelukt niet altijd.

In elk geval moet getracht worden een zo groot mogelijke oppervlakte cultuurgrond te laten profiteren van het wateropstuwend vermogen van een stuw. In de praktijk wordt vaak een oplossing gevonden door de waterstaatkundige stuw stroomafwaarts te verplaatsen, waarbij echter veelal de stroom tussen kaden of parallelwegen moet worden gelegd. Hierdoor kunnen dan vaak beide soorten stuwen samenvallen.

Tevens ontstaat dan een hoog pand temidden van lager gelegen gronden waaruit grote oppervlakten van watervoorziening kunnen profiteren. 's Winters daarentegen, kan altijd geprofiteerd worden van het lage pand beneden de stuw, waarop de lage gronden naar behoefte hun water kunnen lozen.

In hoeverre een en ander mogelijk is, hangt uiteraard volledig af van de terreinomstandigheden. Het zal echter duidelijk zijn dat de juiste plaats van de stuwen, met name van de grote, een zeer belangrijke rol speelt in het waterbeheersingssysteem, en daarom slechts na rijp beraad moet worden vastgesteld.

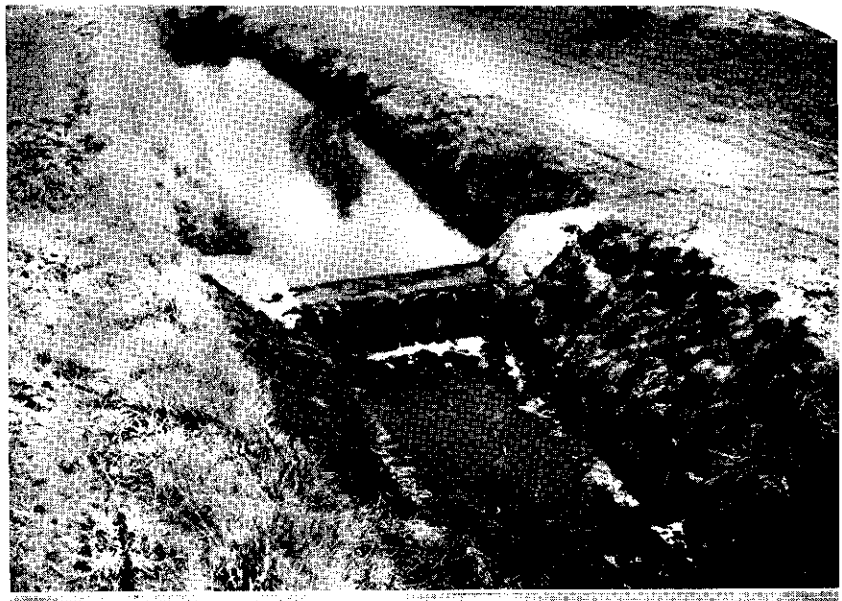


Fig. 15. In de kleinste leidingen zijn zeer eenvoudige stuwtjes aangebracht. Hiernaast is er één van veldkeien, het stuwpeil is niet regelbaar.

Fig. 16. Plaatselijk komen ook in de zijleidingen vrij grote natuurlijke bodemsprongen voor. Ook hier is een stuw van veldkeien, het stuwpeil is niet regelbaar.

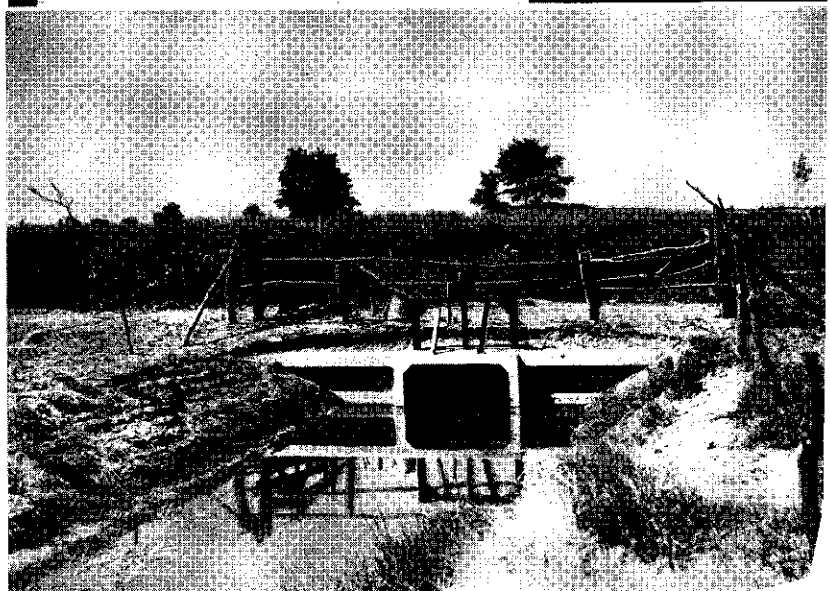


Fig. 17. In deze dam kan de duiker met een schuif worden gesloten, ten behoeve van de watervoorziening van het bovenpand.

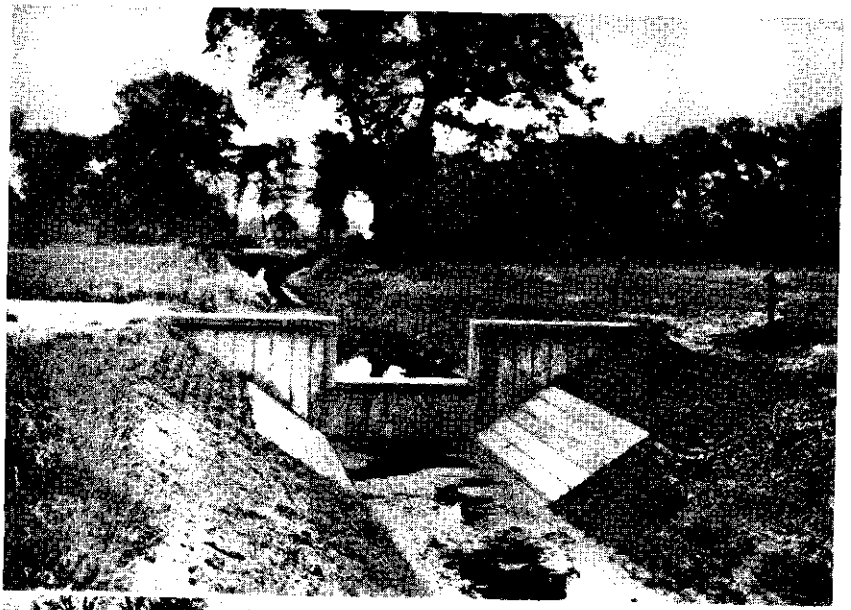


Fig. 18. Een veelvuldig toegepast stuwtype in de zijleiding, geconstrueerd met betonnen damwand. Het stuwpeil is regelbaar met behulp van schotbalken, die in de sponningen passen. Let op de taludbescherming van damwand en stapelzoden.

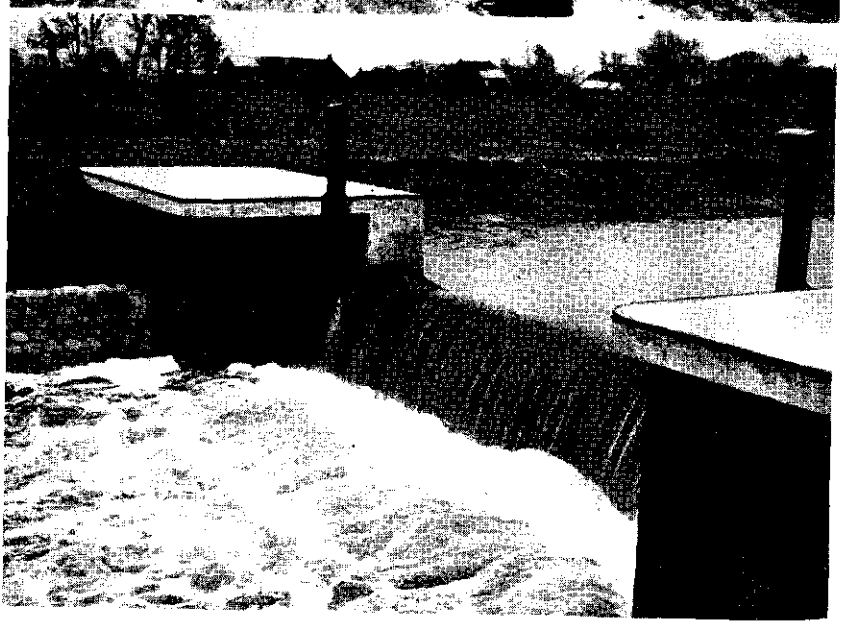


Fig. 19. Een stuwtype uit de hoofdleidingen, waarbij het stuwpeil met een beweegbare klep wordt geregeld.

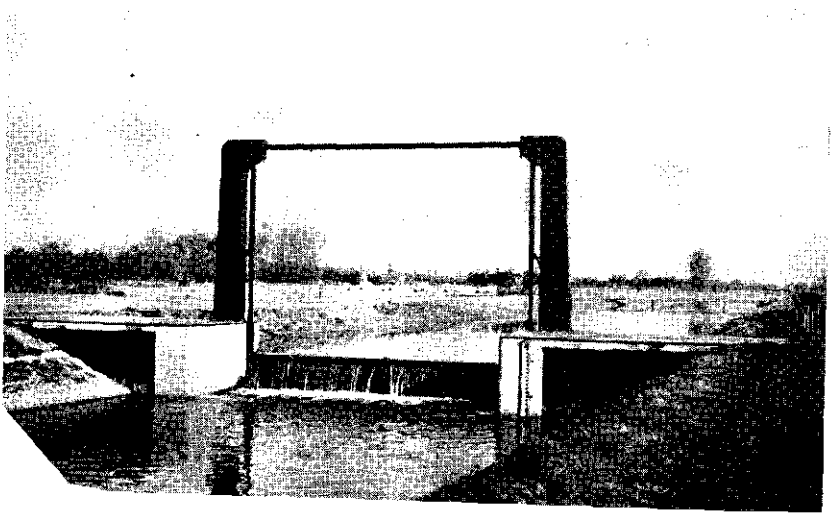


Fig. 20. Het grootste type stuw van de „Wold Aa". De schuif regelt het stuwpeil en kan ook geheel getrokken worden. Men lette op de hoge waterstand van het bovenpand.

Op de foto's 15 t/m 20 zijn een aantal verschillende stuwconstructies weergegeven voor leidingen van verschillende afmetingen in het waterschap *Het Stroomgebied van de Wold Aa.* Bij de grootste is het stuwpeil regelbaar met behulp van kleppen en schuiven; bij de kleinere soms met behulp van een schuif, soms d.m.v. enkele schotbalken. Bij de kleinste typen is het stuwpeil niet regelbaar.

e. Het dwarsprofiel

De afmetingen van het dwarsprofiel hangen af van:
1. de op het leidingvak afwaterende oppervlakte,
2. de afvoerfactor, afhankelijk van de grondgesteldheid en exploitatievorm (zie *f*),
3. het beschikbare verhang, c.q. het toelaatbare verhang.

Met een en ander hangt weer nauw samen de toelaatbare stroomsnelheid. De ervaring leert, dat in de grotere stromen bij een gemiddelde stroomsnelheid van 50 cm per sec., nog geen zandtransport plaats vindt. Ter besparing van onderhoudskosten is het evenwel niet gewenst deze maat te overschrijden. Hierop moet dus het profiel zijn aangepast. Voor de kleinere leidingen ware de maximale stroomsnelheid naar rato lager aan te houden (zie *f*).

Wat betreft de verhouding van breedte en diepte in het dwarsprofiel, moet het volgende worden opgemerkt. In de middelhoge en lage graslandgebieden, waar de afvoerfactor zeker hoger is dan het gemiddelde, heeft men in het algemeen slechts een gering verhang beschikbaar, soms zelfs over grote afstanden. Het waterbergend vermogen in de grond is klein, waardoor een ruim profiel gekozen moet worden.

Hier zoekt men het dus niet in de diepte, maar in de breedte. Dit is des te noodzakelijker, als b.v. op geringe diepte loopzand voorkomt. Dit kan men soms op grote schaal in de lage stroomdalen aantreffen onder het moerasveenpakket.

Bij de hogere gronden worden de leidingen wat dieper, en minder breed genomen. Ook de helling van de taluds hangt samen met de bodemgesteldheid. Bij voldoende, vaste zandgrond, en bij kleinere leidingen, kan het talud 1 op 1 worden genomen. Bij grotere, en vooral diepere, leidingen kan de voorkeur worden gegeven aan een flauwer talud.

Bij een te flauw talud, b.v. 1 op 3, kan echter het grondverzet en het landverlies dermate toenemen, dat een talud van 1 op 2 met beschermde oevers (betuining en/of stapelzoden) economisch de voorkeur verdient.

Voor de berekening van de afmetingen van de waterlopen zij verwezen naar Hoofdstuk V.

f. Enkele cijfers

Afgezien van de kleine toevoerleidingen zullen alle leidingen mede dienst doen voor afvoer van het overschot aan winterwater.

Aan de hand van de hoogtekaart is voor alle leidingen nagegaan welke gronden op de leidingvakken afwateren.

Voor de profielberekening is uitgegaan van de volgende maximum afvoerfactoren:

Hoge woeste gronden en hoge bosgronden . .	0,2 l/sec. ha
Esgronden en lagere bosgronden	0,6 l/sec. ha
Middelhoge gras- en bouwlanden	0,9 l/sec. ha
Lage veenachtige gronden	1,2 l/sec. ha
Gemiddeld voor het gehele gebied	1,0 l/sec. ha

Bij maximale afvoer zijn de profielen verder berekend op een minimum drooglegging van 0,50 m, afgezien van enkele kleine al te lage plekken, die wellicht opgehoogd kunnen worden.

Voor de hoofd- en nevenleidingen is een maximum stroomsnelheid aangehouden van 0,50 m/sec. Voor de kleinere leidingen, al naar de afmetingen, maximum 0,30–0,40 m/sec.

Taluds: hoofdleidingen 1 : 2
zij- en nevenleidingen 1 : 1½
kleine leidingen 1 : 1.

Globale aanduiding van de meest gewenste drooglegging.

	Grasland		Bouwland	
	zomer	winter	zomer	winter
Zandgrond	50–100 cm	90–120 cm	60–120 cm	90–120 cm
Moeras – veengrond .	50– 60 cm	80–100 cm	60– 70 cm	80–100 cm

(Bij zomerdag is een afwijking toelaatbaar voor enkele dagen naar boven en beneden van 10–20 cm. Bij winterdag: naar boven 20–30 cm, naar beneden 30–50 cm.)

Voor vochthoudende zandgrond (humeus, c.q. fijn zandig, c.q. slibhoudend) geldt de diepste drooglegging, en omgekeerd (vergelijk ook het schematische fig. 21).

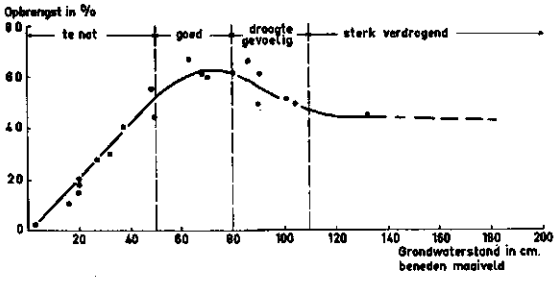


Fig. 21. Haver reageert op droogtegevoelige gronden ongunstig, zowel op de diepe als de ondiepe waterstand. De ontwateringstoestand is in 4 klassen ingedeeld, variërend van te nat tot sterk verdrogend (naar een referaat van Ir W. C. Visser).

Bij moerasveengronden is de optimale grondwaterstand aan nauwe grenzen gebonden. Te diepe drooglegging: inklinking, droogteverschijnselen. Te ondiepe drooglegging: stuk trappen van de zode bij nat weer en slecht grasbestand.

Bij veenkoloniale gronden kan de drooglegging wat dieper zijn en zijn de grenzen wat minder nauw.

g. Financiële consequenties

Bij het graven van het waterleidingsysteem, dat in totaal een lengte krijgt van ± 75 km zal 270000 m^3 grond verwerkt moeten worden. Er zullen 56 grote en kleine stuwen, 8 inlaatwerken en 10 bruggen gebouwd moeten worden, terwijl een groot aantal dammen en duikers gelegd moet worden.

De totale kosten hiervan zijn geraamd op f 2040000,—. Indien 79 % hiervan voor rekening van het Rijk zal komen, zal f 428400,— gedragen moeten worden door het waterschap. Bij een rentevoet van 4 % en een aflossing in 40 jaren, bedraagt de annuïteit 5,05 %, zodat per jaar opgebracht moet worden f 21634,—. Na het gereedkomen der werken zal daarnaast ten behoeve van het beheer, het onderhoud van de leidingen en kunstwerken, alsmede van het bedienen van de stuwen en inlaatwerken rond f 20000,— per jaar moeten worden opgebracht, in totaal dus f 41634,— per jaar.

Aangezien de belangen sterk uiteenlopen, is een (voorlopige) classificatie uitgevoerd, volgens welke de kosten in een verhouding van 9 : 7 : 3 : 1 : 0 over de verschillende gronden zullen worden omgeslagen. Hiertoe zijn 5 grondtype's onderscheiden.

Klasse I (361 ha, à f 24,— per jaar).

De gronden, welke in de bestaande toestand gedurende langere tijd een drooglegging hebben van minder dan 20 cm onder maaiveld. Na uitvoering van de verbeteringswerken is een volledige waterbeheersing mogelijk.

Klasse II (469 ha, à f 18,— per jaar).

De gronden, welke in de bestaande toestand gedurende langere tijd een drooglegging hebben van 20–60 cm onder maaiveld. Na uitvoering van de verbeteringswerken is een volledige waterbeheersing mogelijk.

Klasse III (2569 ha, à f 8,— per jaar).

a. Gronden, welke door hun hoogteligging weinig belang hebben bij de verbetering van de hoofdafvoerleidingen. In deze gebieden zijn wel werken nodig voor de waterbeheersing (verbetering van leidingen, stuwenbouw, enz.). Soms kan de ontsluiting worden verbeterd door aanleg van zandwegen.

b. Gronden, welke zo laag liggen, dat ook na de uitvoering van de verbeteringswerken geen volledige waterbeheersing wordt verkregen. De landbouwkundige waarde van deze gronden wordt evenwel belangrijk groter na uitvoering van de verbeteringswerken.

c. Gronden, welke zo hoog liggen, dat ze in de bestaande toestand geen belang hebben

bij verbeterde afwatering. Na uitvoering van de verbeteringswerken wordt – door betere waterbeheersing en eventueel waterafvoer – de landbouwkundige waarde van de gronden aanzienlijk groter.

Klasse IV (1280 ha, à f 2,70 per jaar).

Hoge gronden, met in de bestaande toestand practisch geen wateroverlast en geen zichtbare afwatering, maar wel het waterbezwaar van de lagere gronden verhogend. Na uitvoering van de verbeteringswerken wordt geen of slechts een geringe verbetering van de waterbeheersing verkregen. Op deze gronden worden in het algemeen geen werken uitgevoerd.

Klasse V (310 ha, à f 0,00 per jaar).

Gronden, welke practisch geen waterbezwaar veroorzaken en geen belang hebben bij de uitvoering van de verbeteringswerken.

h. Subsidiëringspolitiek

Algemeen wordt aanvaard, dat naast particuliere belangen ook gemeenschapsbelangen gediend zijn met de uitvoering van de verschillende cultuurtechnische werken. Evenals in tal van andere landen wordt daarom ook in ons land reeds jarenlang een aanzienlijk gedeelte van de kosten van dergelijke werken voor rekening van het Rijk genomen. Daarbij gelden in hoofdzaak de volgende overwegingen:

I. De verhoging van de agrarische productie

De bevolkingsdichtheid in ons land is thans gestegen tot meer dan 4 inwoners per ha cultuurgrond. Jaarlijks is dan ook een zeer grote import nodig van voedingsmiddelen voor mens en dier. Met het oog op onze betalingsbalans is het dan ook zaak, dat de agrarische productie op korte termijn zo hoog mogelijk wordt opgevoerd. Naast het tekort aan de meer grove landbouwproducten is onze landbouw in staat grote hoeveelheden fijnere, veredelde producten van zeer uiteenlopende aard te exporteren. Daardoor vormt onze landbouw reeds jarenlang onze belangrijkste deviezenbron. Zowel ten aanzien van de import als export speelt de prijs van de verschillende producten op de wereldmarkt een grote rol.

II. De verlaging van de productiekosten

Uiteraard is deze factor van de grootste betekenis voor onze plaats op de wereldmarkt en tevens voor de bestaanszekerheid van onze landbouwbedrijven.

III. De noodzaak van directe en indirecte werkverruiming

Met het project, dat in het voorafgaande is omschreven is rechtstreeks een hoeveelheid arbeid gemoeid, overeenkomend met ongeveer 10000 manweken.
Zeer belangrijk is echter ook de indirecte, blijvende verruiming van de werkgelegenheid. Alleen reeds in Drente komt nog 40–45000 ha slecht grasland voor, welke zeer extensief wordt gebruikt. Voor het overgrote gedeelte moeten deze

gronden in de eerste plaats goed ontwaterd worden, alvorens de exploitatie kan worden geïntensiveerd. Daardoor is de productie echter wel zeer sterk op te voeren. Berekend is, dat bij een behoorlijke exploitatie op de genoemde oppervlakte plaats is voor een uitbreiding van de veestapel met 40–45000 stuks rundvee, overeenkomend met een behoorlijke vee-bezetting van 2000–2500 veehouderijbedrijven. Thans wordt in Drente nog 50000 ha graan per jaar verbouwd, welke slechts ongeveer f 350,— aan loon per ha vragen. Een goede vochtvoorziening van te droge gronden, een goede drooglegging van te natte, koude gronden, zonodig gepaard met de aanleg van ontsluitingswegen kan er mede toe bijdragen dat de verbouw van een gewas als bieten sterk kan worden uitgebreid. Dit gewas vraagt ± f 850,— loon per ha. Zou het geleidelijk gelukken, om inplaats van graan een 10000 ha meer bieten te verbouwen, dan betekent dit een meerder te verwerken arbeidsloon van 10000 × f 500,— = f 5000000,—, overeenkomend met een blijvende verruiming van de werkgelegenheid met meer dan 70000 manweken per jaar.

5. Toekomstmogelijkheden

De waterbeheersingsplannen, zoals deze thans worden ontwikkeld zijn van de grootste betekenis, zowel t.a.v. de drooglegging van de lage moeras-veengronden, als t.a.v. de vochtvoorziening van de middelhoge gronden. Uit het voorgaande is echter gebleken, dat hiermede bij een goed geslaagd plan ruwweg 2/3 van het gebied volledig is gebaat.

Onbevredigend is, dat in een dergelijk plan de vochtvoorziening van het resterende gedeelte niet of slechts zeer ten dele verbeterd kan worden. Hiervoor zou nl. aanvoer van water nodig zijn van buiten het stroomgebied. Waar het om betrekkelijk grote oppervlakten gaat, zouden hiermede grote hoeveelheden water gemoeid zijn.

Hiervoor is een groot verzamelbekken nodig. Dr Ir Mesu becijferde in dit verband in 1952 de grote betekenis van de verhoging van het zomerpeil van het IJsselmeer met ongeveer 1 meter. Een provincie als Drente is ten opzichte van dit reservoir zeer gunstig gelegen.

In fig. 22 zijn enkele (voor het merendeel toekomstige) hoge waterschappen schetsmatig aangegeven.

Het Drentse kanalen-systeem staat bij Meppel in verbinding met het Meppelerdiep, dat weer in verbinding staat met het IJsselmeer. Vanwege de aanzienlijke hoogteverschillen zijn de Drentse kanalen in een groot aantal panden verdeeld, gescheiden door sluizen. In de hoogste panden is in de zomer het waterverlies zo groot, dat ten behoeve van de scheepvaart een aantal sluizen van kleine bemalingsinstallaties is voorzien (capaciteit 290 m^3/min.).

Reeds thans kan het water (zij het dan ook in beperkte hoeveelheden) vanuit het Meppelerdiep (± N.A.P.) via de Drentse Hoofdvaart, de Beilervaart en het Linthorst Homan kanaal gepompt worden in de hoogste panden van de Hoogeveense Vaart (± 16 m + N.A.P.) tot in de gemeente Emmen. Tot op dit peil bedragen de totale

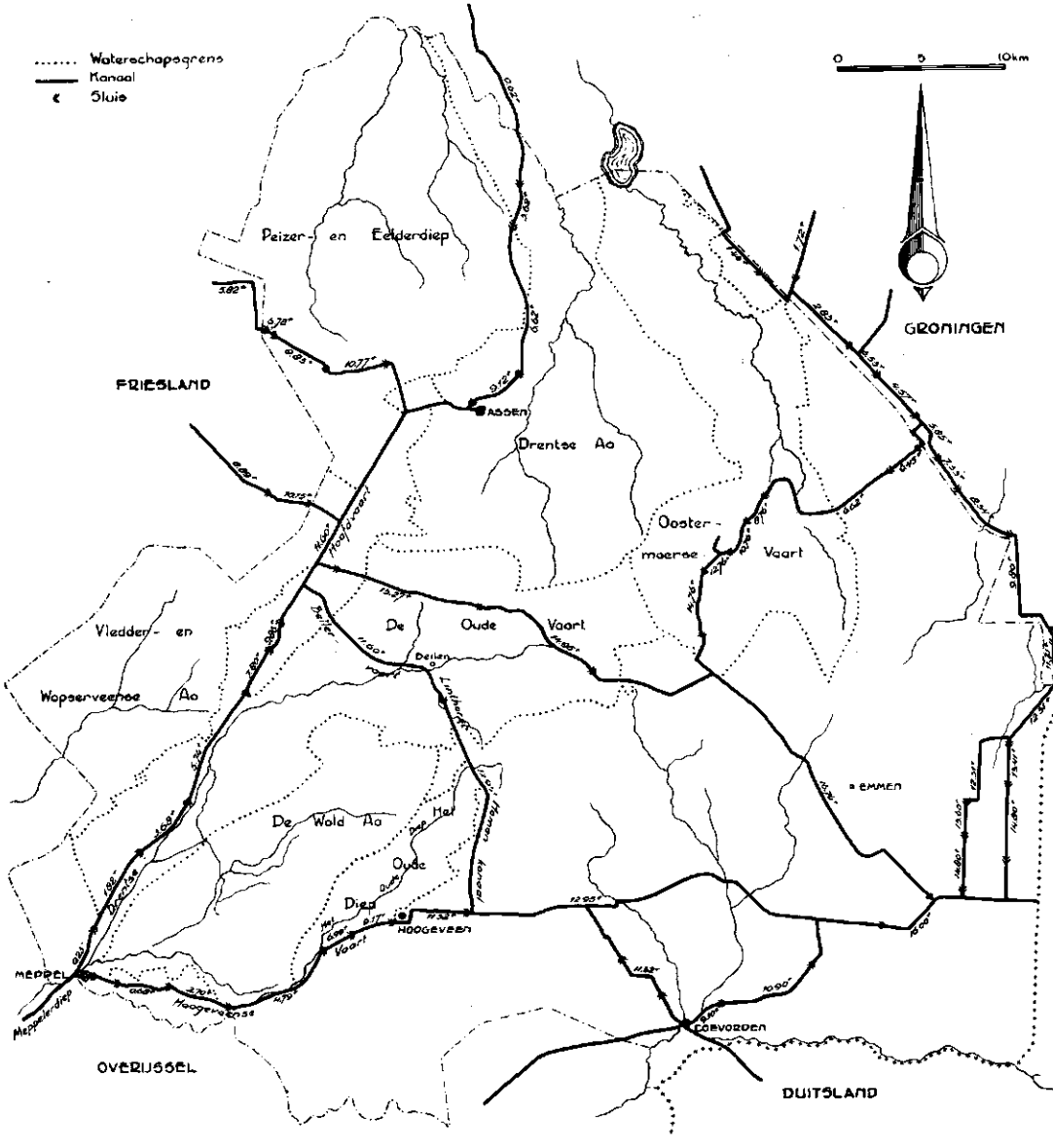


Fig. 22. Schematische begrenzing van een aantal grote waterschappen in Drente. Sommige zijn nog in oprichting.

opmalingskosten ongeveer 1 ct per m^3. Wil men voorzien in een aanvullende waterbehoefte van de gewassen van ongeveer 200 mm per zomer, dan is hiervoor nodig 2000 m^3 water per ha. Uit dit hoogste pand zou deze hoeveelheid water dus gekocht kunnen worden voor ongeveer f 20,— per ha.

Uit de lagere panden zou de prijs uiteraard naar rato lager liggen. Bovendien zouden de kosten per m^3 bij de noodzakelijke grotere bemalingsinstallaties aanzienlijk gedrukt kunnen worden.

Er dient echter rekening mee te worden gehouden, dat de aanvoercapaciteit voldoende moet zijn om in drogere perioden van langere duur, de dagelijkse verdamping aan te vullen. Globaal ware in verband hiermede, de aanvoer-capaciteit op 3 mm per etmaal te stellen. Dit komt overeen met $3\frac{1}{2}$ m^3/sec. per 10000 ha, rekening houdend met verliezen door wegzijging, direct verdamping enz., af te ronden op 4 m^3/sec. per 10000 ha. De totale oppervlakte cultuurgrond in Drente is 200000 ha. Momenteel staat nog niet vast, welk gedeelte hiervan in de toekomst een aanvullende watervoorziening zal vragen.

De eventuele thans uit te voeren werken zullen reeds op een voortdurend toenemende vraag naar een aanvullende vochtvoorziening berekend moeten zijn. Momenteel is een raming van 75000 ha voldoende voor een geleidelijke ontwikkeling gedurende een ruim tijdbestek. Hiervoor is dus een aanvoercapaciteit nodig van 30 m^3/sec.

De ligging van het huidige Drentse kanalensysteem is zeer gunstig om dienstig gemaakt te worden aan de toekomstige wateraanvoer. De hoogste punten van alle grote waterschappen worden nl. door de hoge kanaalpanden doorsneden of zijn hiermede op eenvoudige wijze in verbinding te brengen. In eerste instantie kan deze aanvoer plaats vinden vanuit het Meppelerdiep via de Drentse Hoofdvaart en de Hoogeveense Vaart (zie fig. 22). Vanuit de Drentse Hoofdvaart is aanvoer mogelijk naar de kop van Drente, doch ook het Oranjekanaal, verschillende panden van het kanaal Buinen-Schoonoord en het laagste pand van het Linthorst-Homankanaal kunnen hieruit gevoed worden. Het via de Hoogeveense Vaart te voeden gebied beslaat een kleinere oppervlakte. Hoewel nog geen concrete cijfers beschikbaar zijn, moet aangenomen worden, dat de stroomsnelheid vooral in de laagste panden van de Drentse Hoofdvaart in tijden van maximale aanvoer bezwaren kan opleveren voor de scheepvaart.

Nagegaan moet worden in hoeverre hiertegen maatregelen als verhoging van de aanvoer bij nacht, verruiming van het kanaalprofiel, oevervoorzieningen, e.d. mogelijk en economisch verantwoord zijn.

Daarnaast zal onderzocht moeten worden, of in de toekomst nieuwe projecten van scheepvaart-kanalen ingeschakeld kunnen worden bij dit watervoorzieningsplan.

Uiteraard zullen ook binnen de waterschappen, en plaatselijk zelfs binnen de percelen, voorzieningen getroffen moeten worden.

Welke uitgaven verantwoord zijn, hangt af van de droogtegevoeligheid van de grond, dus van de oogstdepressie, die bij een bepaalde regenval en regenverdeling des zomers verwacht moet worden. Op grote schaal worden thans opmetingen en waarnemingen verricht.

Beschikt men daarnaast over nauwkeurige gegevens betreffende deze verdeling van de regen en droogte-perioden gedurende een behoorlijke reeks van jaren, dan kan berekend worden, welke bedragen geinvesteerd kunnen worden in de omvangrijke verbeteringsplannen, die thans in voorbereiding zijn.

LITERATUUR

BREEMAN, J. L. Grafieken voor het berekenen van rivieren, kanalen en goten.

——— Van greppel tot watering. 1945.

EDELMAN, Prof. Dr C. H. Inleiding tot de Bodemkunde van Nederland. 1950.

HARTMAN, Ir L. Oogstvermeerdering door infiltratie (in div. vakbladen, Aug. 1953).

HELLINGA, Prof. Ir F. Enige aspecten over de inrichting van polders. *de Ing.* 1952.

HUIS IN 'T VELD, A. B. Waterstandsproblemen rond de benedenloop van de Overijselse Vecht (publ. Afd. Onderzoek van de Cultuurtechn. Dienst, 1953).

JANSEN VERPLANKE. Enkele aspecten betreffende de verbetering van de Dinkel en zijn zijbeken (publ. Afd. Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, 1953).

MAKKINK, G. F. Vijf jaren grasland besproeien. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **55** 8, 1949.

MESU, Dr Ir F. P. De watervoorziening van de Nederl. Landbouw. *Landbouwk. T.* **63** (1951) 582–593.

——— Cultuurtechnische Werken nu en in de toekomst. *Landbouwk. T.* **62** (1950) 912–924.

MULDER, H. J. De vorming van West-Brabant, de afwatering van de Mark en de Haagse beemden (publ. Afd. Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, 1946).

Verslagen van de Commissie inzake indrogende gronden rondom de Noord-Oostpolder, deel IIIa, band 1, 2 en 3. 1950.

VISSER, Ir W. C. en J. B. VERINK. De eisen betreffende de ontwateringsdiepten bij grasland. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **9** (1952).

VISSER, Ir W. C. Gedachten over de ontwatering van de stroomgebieden van onze kleine beken (publ. Afd. Onderzoek).

——— Waterbeheersing en regenval. Verslag Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1950.

RUILVERKAVELING EN HERVERKAVELING

Ir H. CORVER

Uitgaande van de veronderstelling, dat de lezer in grote lijn op de hoogte is van de gang van zaken bij een ruilverkaveling (daarvoor kan verwezen worden naar het boekje van Ir L. H. BOUWMAN), zullen in het hierna volgende een aantal op de ruilverkaveling betrekking hebbende onderwerpen nader belicht worden. Bovendien zal – mede met het oog op de actualiteit van het begrip herverkaveling – aandacht gewijd worden aan de Herverkavelingswet Walcheren en de Herverkavelingswet Noodgebieden.

A. ALGEMEEN

Zowel de Wereldvoedselorganisatie (F.A.O.) als de Organisatie voor Europese Economische Samenwerking (O.E.E.S.) dringen aan op productieverhoging, opdat de voedselproductie niet in wanverhouding staat tot de bevolkingsaanwas. De O.E.E.S. heeft hierbij mede de verhoging van het welvaartspeil in de aangesloten 16 West-Europese landen op het oog. Niet vergeten moet echter worden dat de productiegebieden niet gelijk zijn aan de consumptiegebieden, zodat ter voorkoming van ondervoeding of hongersnood eerder het transportprobleem de beperkende factor blijkt te zijn, dan een te lage wereldproductie.

Voor Nederland is terwille van de handhaving van een sluitende betalingsbalans, de export van landbouwkwaliteitsproducten een eerste vereiste. Daarnaast is een optimale werkgelegenheid na te streven. Hieruit volgt, dat gezorgd dient te worden de afzetmarkten te behouden en uit te breiden, waarvoor kostprijsverlaging, intensivering en rationalisatie onder handhaving van een evenwichtige arbeidsbezetting ten plattenlande evenzovele noodzakelijke factoren zijn. Naast het samenspel van bovengenoemde argumenten is ruilverkaveling omwille van het scheppen van gezonde boerenbedrijven noodzakelijk. De International Federation of Agricultural Producers (I.F.A.P.) acht dan ook ruilverkaveling evenzeer waardevol.

Ruilverkaveling is te definiëren als het ter bevordering van de landbouw samenvoegen en volgens een bepaald plan weder opnieuw indelen van de eigendomspercelen, al of niet gepaard gaande met het uitvoeren van cultuurtechnische werken.

Volgens de Markenwet van 1886 kon gemeenschappelijk bezit verdeeld worden tussen de rechtmatige eigenaren. De ruilverkaveling gaat verder en voegt eerst eigendommen tezamen alvorens tot hernieuwde indeling over te gaan. Daar bovendien een ruilverkaveling niet alleen uit kracht van de wet, maar ook krachtens overeenkomst uitgevoerd kan worden, is niet van een soort onteigening sprake. Onteigening geschiedt alleen in het belang van de partij, ten wiens behoeve de onteigening geschiedt.

Bij ruilverkaveling wordt, ingevolge de wet, een toedeling geëist, zoveel mogelijk gelijk aan de waarde van de inbreng. Niemand kan, behalve bij omschreven uitzonderingen, grond toegedeeld krijgen indien hij geen grond inbrengt.

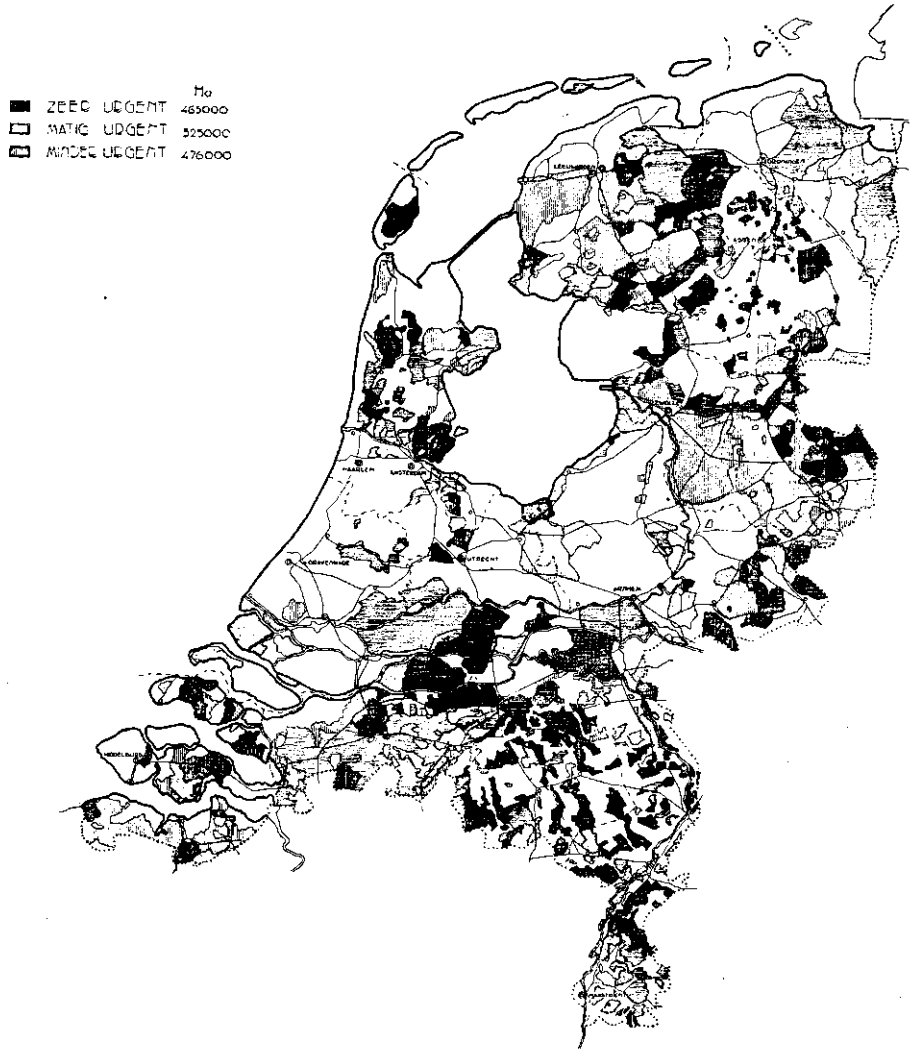


Fig. 1. Ruilverkavelingsbehoeftige gebieden in Nederland. Toestand in 1953, met uitzondering van de in uitvoering zijnde ruilverkavelingen.

Dat ruilverkaveling in vele streken een noodzaak is, behoeft nauwelijks nader betoog. Algemeen bekend is, dat de slechte verkaveling samenhangt met de juridische en sociale structuur van West-Europa, waarbij het Romeinse erfrecht, de kinderrijkdom ten plattelande, de destijds volledige vrijheid tot verhandeling van landbouwgronden en de menselijke drang om in dorpskernen te willen wonen, de belangrijkste factoren waren. De boerenstand heeft in verschillende streken alles opgeofferd aan een absolute rechtvaardigheid bij elke plaatsvindende verdeling. Van de totale oppervlakte ruilverkavelingsbehoeftige gronden vraagt ongeveer 460000 ha zeer dringend, 500000 ha minder dringend en 480000 ha niet dringend om ruilverkaveling (fig. 1). Jonge heide-ontginningen – voorzover geen éénmans ontginningen –, jonge veenkoloniale gronden, jonge zeekleipolders en droogmakerijen komen in het algemeen niet in aanmerking.

Versnippering en de nadelige gevolgen in de vorm van tijdverlies, grondverlies, erfdienstbaarheden, belemmering van de mechanisatie, onvoldoende waterbeheersing, slechte perceelsvorm, lagere opbrengst, slechte verzorging en geringe mogelijkheden tot uitvoering van cultuurtechnische verbeteringswerken, zijn niet alle van dezelfde orde van grootte. De slechte bereikbaarheid van de tot een bedrijf behorende percelen is één van de belangrijkste factoren. Ten aanzien van deze problemen kunnen uit een groot aantal onderzoekingen de volgende resultaten aangehaald worden.

Uit Zwitserse bron blijkt, dat bij een bepaalde ruilverkaveling de kleine bedrijven 15 % besparing op de productiekosten verkregen, grotere bedrijven haalden zelfs 25 %.

Uit een Belgisch onderzoek bleek, dat het landverlies bij een slechte verkaveling 25–30 % kan bedragen, terwijl dit bij een goede kavelindeling slechts 5–6 % behoefde te zijn. Het ploegen van 40 are als perceel of als onderdeel van een perceel van 3 ha gaf een verschil in handenarbeid van 40 % en van 34 % in paardenarbeid. Stelt men de productieprijs van tarwe op een perceel van 1 ha op 100, dan bleek deze bij een genomen proef, waarbij 3 percelen op 500 meter van elkaar gelegen eveneens tezamen 1 ha groot waren, 132 te zijn, terwijl bij 6 percelen tezamen 1 ha vormende en op 300 meter van elkaar gelegen, het indexcijfer 179 bedroeg.

In Frankrijk constateerde men bij een bedrijf van 14 ha na ruilverkaveling een arbeidsbesparing van 33 %.

Een onderzoek in de Gelderse Achterhoek wees uit, dat bij elke 10 % afstandsverkorting 2 % meer opbrengst is te behalen.

Het geldelijk voordeel werd door VISSER op de Nederlandse Landbouwweek in 1949 geschat op f 60,—/ha/jaar voor afstandverkorting en betere bereikbaarheid. Hierdoor wordt een betere gewasverzorging en vruchtwisseling mogelijk gemaakt. Een betere kavelvorm en -grootte geeft f 15,—/ha/jaar voordeel, het opruimen van sloten en greppels f 40,—/ha/jaar. Het profijt van bodemverbeteringen kan op f 75,—/ha/jaar geschat worden, terwijl een verbeterde afwatering en ontwatering f 100,—/ha/jaar bespaart. Om het totale voordeel te berekenen kan uiteraard sommering niet plaatsvinden, omdat de factoren niet onafhankelijk van elkaar zijn. Tevens is hierbij uitgegaan van de gedachte dat slechts sprake is van betaalde arbeid.

Voor het ruilverkavelingsgebied om Blijham is de vermindering van het aantal inproductieve uren nagegaan, bij uitvoering van een ruilverkaveling waardoor de bereikbaarheid van de percelen in dit gebied met opstrekkende heerden zeer zal verbeteren. Thans is de bedrijfsvoering extensief. De lengte van de bedrijven bedraagt 5–7 km, zodat slechts dicht bij de boerderij 2 of 3 maal per 15 jaar intensieve gewassen worden verbouwd. Het blijkt, dat het verschil tussen de reisuren bij de teelt van suikerbieten op twee kavels respectievelijk op 1500 meter en 4000 meter van de boerderij gelegen 140 manuren bedraagt; voor graan is dit verschil 30 manuren.

Voor een 8-jarige extensieve vruchtwisseling in dit gebied is bij een kavel op 300 meter afstand het aantal inproductieve uren 20 % van het totaal aantal arbeidsuren en 50 % van het totaal aantal trekkeruren. Bij een kavel op 4 km afstand worden deze getallen 30 % en 70 %. Zou bovendien tot verplaatsing van boerderijen naar het nu onbewoonde deel van het gebied overgegaan kunnen worden, dan zijn de voordelen van ruilverkaveling nog groter.

Het bovenstaande moge de voordelen van ruilverkaveling ten aanzien van enige factoren genoegzaam onderstrepen.

Alvorens op de ruilverkavelingswetgeving in te gaan, zij in verband met de gegeven definitie hier alsnog volledigheidshalve het volgende vermeld.

Zo een ruilverkaveling tot stand komt, zonder dat cultuurtechnische werken uitgevoerd worden, spreekt men van een administratieve ruilverkaveling.

De kosten zijn slechts gering, omdat geen kostbare wegen en waterlopen aangelegd worden. Aan de andere kant omvat in de praktijk de uitvoering van allerhande cultuurtechnische werken ongeveer 50 % van de totale voordelen van ruilverkaveling; slechts zelden zal dus op verantwoorde wijze een ruilverkaveling tot een administratieve behandeling beperkt kunnen blijven. Zo wordt b.v. de ruilverkaveling *de Zeevang* in Noord-Holland, die als administratieve ruilverkaveling opgezet is, waarschijnlijk in een gewone omgezet, omdat men het nut hiervan steeds meer begint in te zien.

Bovendien is onderscheid te maken tussen een ruilverkaveling uit kracht van de wet (dus langs de algemeen gebruikelijke weg) en de ruilverkavelingsovereenkomst, waarbij 3 of meer eigenaren zich verbinden hun eigendommen samen te voegen en opnieuw te verkavelen, op een wijze als in de overeenkomst wordt vastgelegd. Hierbij kan de steun en hulp van de officiële ruilverkavelingsinstanties worden ingeroepen. De procedure is eveneens in de wet vastgelegd.

B. DE RUILVERKAVELINGSWETGEVING

1. Algemeen

Voordat in 1924 de eerste ruilverkavelingswet van kracht werd, gelukte het de Nederlandsche Heidemaatschappij, die in ons land de eerste ruilverkavelingen tot uitvoering stimuleerde, een drietal vrijwillige ruilverkavelingen tot stand te brengen ter gezamenlijke grootte van 540 ha (*Ameland, Dalfsen* en *Gieten*).

Na de totstandkoming van de wet van 1924 werden slechts in beperkte mate ruilverkavelingen in uitvoering genomen. De talrijke waarborgen waarmede de eigendomsrechten omgeven waren, het beperkte ambtelijke diensten verlenende apparaat, benevens de kosten, waren hiervan evenzovele oorzaken. Een aanvrage moest door ten minste 25 % van de eigenaren aangevraagd worden en bij stemming was zowel een meerderheid naar oppervlakte als naar aantal stemgerechtigden nodig, wilde de ruilverkaveling doorgang vinden. Onder de vigeur van deze wet kwamen 22 blokken met een oppervlakte van 9000 ha gereed. Toen in 1938 mede op grond van de ontwikkelingsgang een nieuwe wettelijke regeling wenselijk bleek, werd de procedure vereenvoudigd en ontstonden ruimere mogelijkheden. In de bezettingstijd volgde een partiële wijziging, waardoor andermaal een vlottere gang van zaken mogelijk gemaakt werd, zodat verschillende in de praktijk gebleken bezwaren thans tot het verleden behoren. Het aantal aanvragen en tot uitvoering komende blokken nam door deze maatregelen buitengewoon sterk toe.

De veranderingen in de wet van 1938 ten opzichte van die van 1924 betroffen een vlottere procedure, aanvragemogelijkheden ook voor publiekrechtelijke en rechtspersoonlijkheid bezittende lichamen, en het aannemen van een voorstel tot ruilverkaveling, indien of de meerderheid van de eigenaren voorstemt of zoveel eigenaren, dat deze meer dan 50 % van de blokoppervlakte vertegenwoordigen. Voorts ruimere mogelijkheid om bepaalde onroerende goederen in het blok op te nemen, invoering van de ruilverkavelingsovereenkomst, beperkte mogelijkheid tot het direct na stemming in uitvoering nemen van wegen en waterlopen en het ten laste van de Staat komen van alle administratieve kosten.

De veranderingen in de wet van 1938 door het bezettingsbesluit van 1941 omvatten: omslag van de kosten naar de grootte van de kavels in plaats van naar de waarde, snellere en verbeterde procedure en verdere verruiming van de keuze van de blokgrens. In uitzonderingsgevallen ook de mogelijkheid van meer dan 5 % onder toedeling, uitkoop of kostenbetaling in grond. Voorts de uitvoering van cultuurtechnische werken en het verplaatsen, afbreken en opbouwen van gebouwen, benevens de algehele uitvoering van wegen en waterlopen direct na de stemming en tenslotte zonodig een tweede schatting bij waardeveranderingen tijdens de uitvoering.

Voor de in voorbereiding verkerende, in uitvoering zijnde en tot stand gekomen blokken zij verwezen naar fig. 2.

Tevens zij hier een opsomming gegeven van de voorgestelde wijzigingen in het aanhangige wetsontwerp van 1951 ten opzichte van het besluit van 1941. Volgens deze voorstellen wordt de mogelijkheid geopend tot een snellere realisatie van het practische resultaat, een betere pachtregeling, de mogelijkheid tot de aanleg van utiliteitswerken, een regeling inzake de landschappelijke verzorging, een regeling van de verhoudingen tussen de ruimtelijke ordening en de ruilverkaveling en het toewijzen van grond aan publiekrechtelijke lichamen.

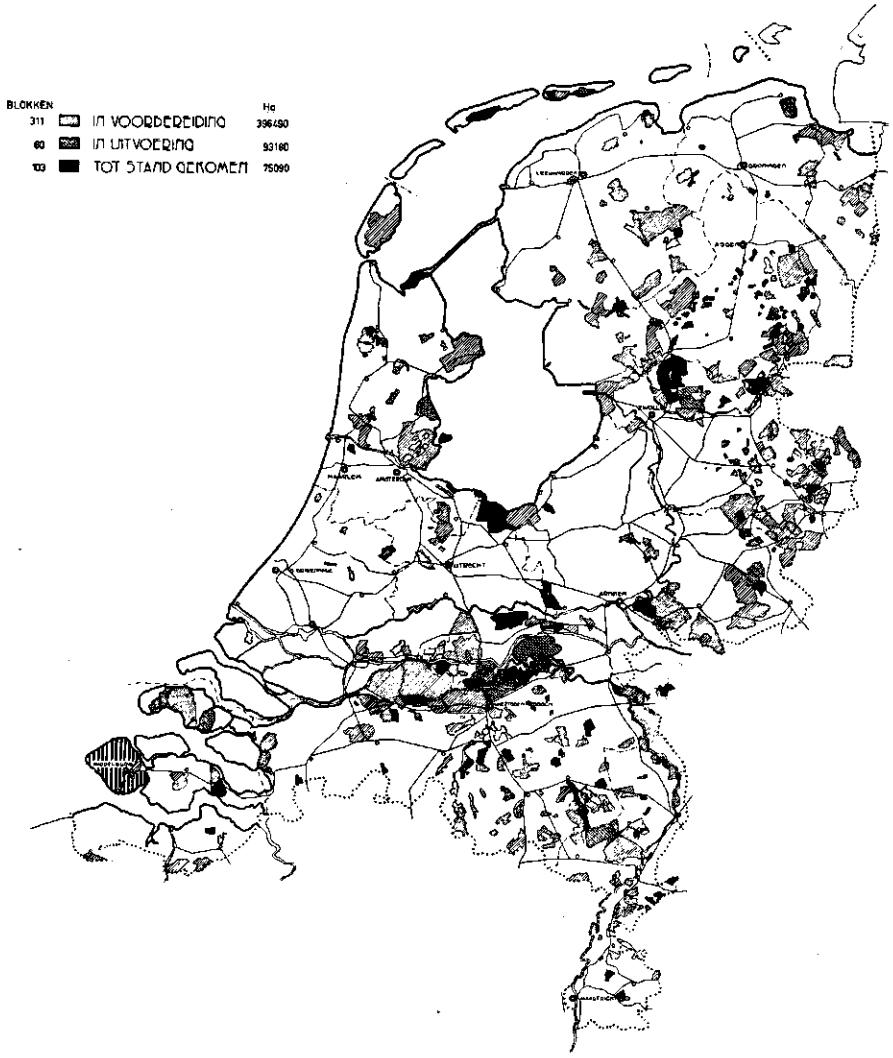


Fig. 2. Ruilverkavelingen in Nederland. Toestand in 1953

2. De ruilverkaveling uit kracht van de wet

De ruilverkaveling ressorteert onder de Minister van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening.

De Centrale Cultuurtechnische Commissie is belast met de leiding en bestaat uit een Voorzitter, als vertegenwoordiger van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, 2 Vice-Voorzitters (vertegenwoordigers van de Ministeries van Financiën en van Verkeer en Waterstaat), 3 leden met hun plaatsvervangers van de Centrale Landbouw Verenigingen en 9 adviserende leden. En wel de hoogleraar in de cultuurtechniek aan de Landbouwhogeschool, de secretaris van de hoofdafdeling Ruilverkaveling van de Nederlandsche Heidemaatschappij, het hoofd van de Kadastrale Ruilverkavelingsdienst, het hoofd van de afdeling Financiële Zaken van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, met daarnaast een vertegenwoordiger van de Generale Thesaurie van het Ministerie van Financiën en deskundigen op het gebied van respectievelijk planologie, natuurwetenschap, defensie en waterstaat. De Commissie wordt bijgestaan door de Directeur en de adjunct-Directeur van de Cultuurtechnische Dienst, respectievelijk als secretaris en adjunct-secretaris.

Bij de procedure wordt het democratisch beginsel (meerderheidsbeslissing, uitvoering door belanghebbenden) met snel en doeltreffend werken (uitvoering van werken reeds direct na de benoeming van de Plaatselijke Commissie, schatting door plaatselijke deskundigen en voorrang bij rechtsprocedures) gepaard, terwijl een stimulans van de Overheid uitgaat (gratis ambtelijke hulp, subsidiëring en afbetalingsfaciliteiten).

De Plaatselijke Commissies werken onder de leiding van de Centrale Commissie en worden bijgestaan door een landmeter van het Kadaster.

De procedure omvat de aanvraag en de behandeling hiervan in de vorm van de voorbereiding van de ruilverkaveling, het besluit tot ruilverkaveling, de uitvoering (schatting en vaststelling van de rechten, plan van wegen en waterlopen, toedeling en geldelijke verrekeningen), resulterend in het plan van ruilverkaveling, het opmaken van de akte en het overschrijven daarvan in de openbare registers.

a. De aanvraag

De aanvraag dient te geschieden bij het College van Gedeputeerde Staten van de provincie, waarin het blok geheel of voor het grootste deel is gelegen. Minimaal 20 % van de eigenaren, publiekrechtelijke lichamen of rechtspersoonlijkheid bezittende verenigingen of stichtingen, werkzaam in het belang van de landbouw, kunnen dit doen.

b. De voorbereiding

De aanvraag wordt in handen van de Centrale Cultuurtechnische Commissie gesteld. Deze ontwerpt met medewerking van de Cultuurtechnische Dienst een voorlopig plan van wegen en waterlopen en stelt een lijst van de bij het kadaster bekend staande eigenaren op, met een uitvoerig rapport. Naar aanleiding van dit rapport

keuren Gedeputeerde Staten de aanvraag al of niet goed. In het eerste geval stellen zij het plan van wegen en waterlopen voorlopig vast, leggen alle stukken ter visie en schrijven de stemming uit.

Ten behoeve van de voorbereiding van de ruilverkaveling worden een groot aantal gegevens verzameld. Hierover is het volgende op te merken.

T.a.v. de omvang van het blok behoeft niet star vastgehouden te worden aan het gebied van de aanvraag; uitbreiding, inkrimping of combinatie met andere aanvragen is mogelijk. Destijds volstond men met één es of één complex hooiland. Thans neemt men veel grotere blokken om een meer radicale oplossing van de landbouwkundige problemen mogelijk te maken. De grens wordt dus mede bepaald door aansluiting van wegen aan bebouwde kommen, waterstaatkundige overwegingen, boerderijenverplaatsing etc. De wet legt echter wel beperkingen op. Begraafplaatsen en gedenktekenen mogen niet opgenomen worden; onroerende goederen in bebouwde kommen en gronden, die in de naaste toekomst bestemd zijn voor bouwterrein slechts indien zulks nodig is voor de aansluiting van wegen en waterlopen. Gebouwen, parken, onroerende goederen niet bestemd voor de landbouw, eigendommen van natuurschoonverenigingen, benevens militaire terreinen mogen slechts met toestemming van de eigenaar worden opgenomen, tenzij een behoorlijke uitvoering van de ruilverkaveling anders niet mogelijk is.

Op basis van de kadastrale gegevens wordt, zonodig met behulp van luchtfoto's, een kaart van het gebied samengesteld. Het terrein wordt gewaterpast evenals de waterlopen en kunstwerken, terwijl vervolgens het grondgebruik, de eigendoms- en pachtverhoudingen en zo mogelijk ook de bodemgesteldheid in kaart gebracht worden. Deze laatste kaart is een goed hulpmiddel bij de latere schatting van de gronden en kan tevens dienst doen als leidraad voor het uitvoeren van herontginningen, drainages etc. De grondgebruikers- en de cultuurkaart is van belang in verband met de wettelijke bepalingen, die de rechthebbenden recht geven op een toedeling in grond met dezelfde gebruiksbestemming en hoedanigheid als de ingebrachte grond. Het is wettelijk namelijk niet geoorloofd, tenzij het belang van de ruilverkaveling zulks vordert, een eigenaar van een boomgaard zonder zijn toestemming later grasland toe te delen: dit zou het einde van het bestaan van een bedrijf kunnen betekenen. De hoogtekaart is van belang voor het ontwerpen van de toekomstige ontwatering, afwatering en eventuele waterinlaat.

In overleg met de Rijkswaterstaat (i.v.m. diens oppertoezicht inzake waterstaatsaangelegenheden), de Ministeries van Oorlog en Marine (uitbreiding of aanleg van vliegvelden kunnen vaak aanleiding zijn om tot ruilverkaveling over te gaan), de gemeenten (i.v.m. bestaande uitbreidingsplannen en gemeentewegen), de waterschappen (met betrekking tot de mogelijkheid om eigen plannen in ruilverkavelingsverband uit te voeren), de Provinciale Waterstaat en de Provinciale Planologische Dienst wordt nu het voorlopig plan van wegen en waterlopen opgesteld. Het Staatsbosbeheer maakt op grond van diens taak op het gebied van landschapsschoon en houtproductie, een voorlopig landschapsplan op, waarbij tevens ten behoeve van het Ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, het natuurwetenschappelijk element in de plannen betrokken wordt.

Bij de voorbereiding wordt tevens de georganiseerde landbouw in het overleg betrokken, omdat de boeren de eerste belanghebbenden zijn en zeker tijdig op de hoogte gesteld moeten worden. Vooral wanneer b.v. een gemeente de ruilverkaveling heeft aangevraagd en niet een boerenorganisatie of een aantal boeren zelf, is dit van belang.

In het tenslotte aan Gedeputeerde Staten uit te brengen landbouwkundig rapport wordt een beschrijving van het blok, de uit te voeren werken en het vermoedelijk te bereiken resultaat gegeven. Dit resultaat zal, mede met het oog op de kosten, een afwegen moeten zijn tussen het theoretisch-technisch mogelijke en het practisch bereikbare.

Een grondige voorbereiding is vereist ter voorkoming van latere moeilijkheden. Tevens is dan veelal een vlottere uitvoering mogelijk, terwijl daarnaast de verzamelde gegevens ook later bij de toedeling van waarde kunnen zijn (bodemkaart, grondonderzoek, etc.). In dit kader wordt er dan ook naar gestreefd, om in voorkomende gevallen een voor-onderzoek door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, in samenwerking met andere instanties, te laten verrichten.

De in uitzonderingsgevallen voorkomende blokgrootte van 8000–9000 ha is moeilijk te overzien en kan dus een vlotte gang van zaken belemmeren. Het beste neemt men een blok niet groter dan 2000 ha. Een en ander is echter wel in hoge mate afhankelijk van de omstandigheden. Men denke bijvoorbeeld aan de mate van versnippering en de omvang van de uit te voeren werken. In Zwitserland neemt men b.v. een dal, in Frankrijk wel een gemeente, die daar veel kleiner is dan in Nederland.

Reeds bij de voorbereiding komt het belangrijk gezichtspunt van coördinatie van de ruilverkaveling met andere aspecten van de ruimtelijke ordening naar voren, hetwelk enige behandeling ten volle waard is. De ruilverkavelingswet is een zuiver agrarisch-planologische wet en geen algemeen planologische. Het is dus niet juist te menen, dat een ruilverkaveling in bepaalde gevallen zou kunnen worden uitgevoerd ten behoeve van de ruimtelijke ordening in het algemeen. Wel is het noodzakelijk dat de plannen afgestemd worden op bestaande uitbreidingsplannen. Dat volgens de wet geen ruilverkaveling uitgevoerd mag worden op gronden die binnen afzienbare tijd bebouwd zullen worden, vond zijn oorzaak in de overweging, dat bouwterrein buiten de agrarische sfeer valt en kosten voor niets gemaakt zouden worden. Sedert de ruimtelijke ordening tot ontwikkeling kwam, kan evenwel niet meer gesproken worden van een uitbreidingsplan als zuiver stedebouwkundige maatregel en een ruilverkaveling als zuiver agrarische maatregel, zonder enig onderling verband. Voor een juiste coördinatie van beider belangen is een scherpe scheiding niet aan te bevelen.

Uit het te plegen overleg blijkt voldoende, dat door de uitvoerders van een ruilverkaveling met alle aspecten van de planologie rekening wordt gehouden en een harmonisch geheel het doel is.

Tenslotte nog enkele opmerkingen over de tijd van voorbereiding. De toevloed van aanvragen is dusdanig groot, dat afwerking op volgorde niet de juiste weg zou zijn.

Dientengevolge wordt elk jaar een urgentieprogramma opgemaakt. Dit programma omvat ruilverkavelingen, die voorbereid en ten uitvoer zullen worden gebracht i.v.m. urgentie en rijpheid van de bevolking. Slechts op deze wijze worden de vereiste gelden en werkkrachten van de met de voorbereiding en uitvoering betrokkenen het meest rendabel besteed.

c. Het besluit tot ruilverkaveling

Nadat door de Centrale Commissie vóór de stemming een informatieve vergadering is belegd, teneinde de belanghebbenden voor te lichten over ruilverkaveling in het algemeen en het plan voor het betreffend blok in het bijzonder, heeft de stemming plaats onder leiding van een lid van Gedeputeerde Staten. Deze kan zonodig op de vergadering, mede naar aanleiding van eventueel ingekomen verzoeken de voorgestelde blokgrens wijzigen en stelt deze vervolgens vast. Latere wijzigingen kunnen nog slechts door de Centrale Commissie geschieden op verzoek van alle betrokken eigenaren. Bij de stemming beslist de enkele meerderheid. Dit betekent, dat een ruilverkaveling is aangenomen, indien bij stemming òf de meerderheid van de eigenaren voorstemt òf zoveel eigenaren dat deze meer dan 50 % van de blok-oppervlakte vertegenwoordigen. Als verdere regel geldt, dat iedere bij het kadaster ingeschreven eigenaar, voor het deel waarop hij recht heeft, stemt, terwijl de oppervlak van onroerend goed waarop erfpacht, beklemming of vruchtgebruik rust bij de stemmentelling buiten beschouwing blijft, indien de bezitters van de rechten en van de blote eigendom niet eenstemmig zijn. Alle afwezigen worden beschouwd als voorstanders. Gemachtigden mogen slechts één persoon vertegenwoordigen. De stemgerechtigde moet minstens 2 dagen voor de stemming van deze machtiging kennis aan Gedeputeerde Staten geven. Deze bepaling voorkomt het opzetten van onverantwoorde tegenacties door enkele eventueel aanwezige vurige tegenstanders.

Wordt geen meerderheid behaald, dan kàn de Minister van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening op voorstel van de Centrale Commissie ruilverkaveling opleggen.

3. De uitvoering van de ruilverkaveling

Gedeputeerde Staten benoemen ter uitvoering van de ruilverkaveling, na overleg met de Centrale Commissie en de burgemeesters, een Plaatselijke Commissie bestaande uit ten hoogste 5 vertrouwensmannen. Aan deze, onder supervisie van de Centrale Commissie staande, Commissie worden een landmeter en eventueel andere deskundigen toegevoegd (assistent Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst, waterschapsdeskundige etc.). De Plaatselijke Commissie heeft een zeer belangrijke taak en draagt grote verantwoordelijkheid. Zij stelt achtereenvolgens de lijst van rechthebbenden en het register van de uitkomsten der schattingen, het definitieve plan van wegen en waterlopen en het plan van ruilverkaveling op. Deze stukken liggen, uitgezonderd het definitieve plan van wegen en waterlopen, ter visie. Belanghebbenden kunnen bezwaren inbrengen, die in eerste instantie de Plaatselijke Commissie tracht op te lossen. Zo dit niet gelukt volgt behandeling door de te benoemen Rechter-Commissaris van

de Arrondissements Rechtbank en uiteindelijk door de Rechtbank, met dien verstande, dat de kavelindeling door de Rechter-Commissaris wordt vastgesteld en buiten de competentie van de Rechtbank valt.

De vaststelling van het definitieve plan van wegen en waterlopen geschiedt door Gedeputeerde Staten, waarbij beroep bij de Kroon mogelijk is. De taak van de rechter is zowel van arbitrair als rechtsprekend karakter. De billijkheid zal soms groter rol kunnen spelen dan het recht.

a. De lijst van rechthebbenden

Rechthebbenden zijn zij, die het recht van eigendom, opstal, erfpacht, beklemming, vruchtgebruik, gebruik, bewaring, huur of pacht hebben op onroerende goederen in het blok. De Plaatselijke Commissie stelt d.m.v. informaties en het plaatsen van advertenties een zo volledig mogelijke lijst samen. Tot de rechten behoren onder meer weiderechten, recht van voorpoting, vroonrecht, stuw- en molenrechten en het recht van eendenkooi. De lijst is de basis voor de gehele verdere procedure. Er wordt in de wet dan ook geen rekening gehouden met rechten, die na de definitieve vaststelling der lijst alsnog bekend worden. Tot de rechthebbenden behoren ook zij, die tijdens de ruilverkaveling rechtsopvolger worden van rechthebbenden. Met deze veranderingen wordt rekening gehouden tot kort voor het opmaken van het plan van ruilverkaveling. Een bevriezing van de toestand zoals deze tijdens de stemming was heeft dus niet plaats. Elke rechtshandeling kan zonder bezwaar doorgang vinden.

b. Het register van de uitkomsten der schattingen

De schatting van de gronden is één van de kernpunten bij de ruilverkaveling, daar de toedeling later op basis van de inbrengwaarde geschiedt. Overeenkomstig de wet ontwerpt de Centrale Commissie – op grond van de proefschatting – een stelsel van classificatie en bepaalt van elke klasse de waarde per ha. Aan de hand hiervan rangschikken de schatters, optredend in groepen met een oneven aantal leden en te benoemen door de Plaatselijke Commissie, alle gronden in één van de klassen. Gebouwen, werken en beplantingen worden zonodig apart geschat. De schatting vormt het rekenkundig verband tussen de oude en de nieuwe toestand en is een verhoudingswaarde, welke – met het oog op eventuele geldelijke verrekeningen – zo goed mogelijk aansluit op de toegestane gemiddelde verkoopswaarde. De grondslag is het natuurlijk producerend vermogen van de grond, waartoe profielbeschrijving van circa 1 meter diepe proefgaten noodzakelijk is. Als schatters treden plaatselijk bekende, deskundige en veelal dus belanghebbende boeren op.

Teneinde een verantwoorde schatting te verkrijgen, mede in verband met mogelijke reclames, is het gewenst een zo gefundeerd mogelijke basis te vinden. Aan de ene kant is het voor het vertrouwen en een juiste gebruikmaking van de plaatselijke kennis goed, dat de schatters op de hoogte zijn van de toestand in het blok, doch aan de andere kant dient er ook een objectieve bodemkundige basis te zijn. Een wisselwerking van beide factoren voldoet in de praktijk het beste. Op de weg naar een zo objectief

mogelijke schatting met behoud van de plaatselijke kennis, wordt tegenwoordig meer en meer de grondslag van de schatting door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst voorbereid door het interpreteren van een bodemkartering van deze Afdeling of van de Stichting voor Bodemkartering. Van deze onderzoekingen kan tevens bij de ingebruikneming van de nieuwe percelen geprofiteerd worden.

Een belangrijke factor bij de ruilverkaveling is dat de gehele procedure uitgaat van zelfwerkzaamheid met slechts ambtelijke bijstand en niet omgekeerd zoals dit in Duitsland het geval is.

In Zwitserland geschiedt de schatting door van buiten het blok afkomstige tezamen met vanuit het blok stammende schatters, in het bijzijn van alle belanghebbenden.

De proefschatting

De Centrale Commissie belegt in eerste instantie een proefschatting, om een stelsel van classificatie te ontwerpen, waarbij vertegenwoordigd zijn een lid van deze commissie, een vertegenwoordiger van het secretariaat, de plaatselijke commissie, de schatters, de rijkscultuurconsulent en de landmeter-deskundige.

Voor elk type grond worden proefgaten gegraven. Eerst schat het gezelschap de beste en de slechtste typen en brengt vervolgens alle typen in klassen onder en stelt de waarde van deze klassen vast. Op de kaart van het blok worden direct de klassenvoorbeelden ingeschetst. Voor elk grondtype wordt een aantal karakteristieke kenmerken genoteerd. Het geheel wordt in een proces-verbaal vastgelegd en dient als handleiding voor de schattingen van alle gronden in het blok. De proefschatting duurt één of meer dagen. Voor een goed verloop van de schatting is het zaak, het procesverbaal zeer volledig op te stellen, zonder gebreken of onvolledigheden. Bovendien mag het niet te summier zijn, daar het anders moeilijk als goede handleiding is te gebruiken.

De klassen zijn afhankelijk van grondsoort, teellaag, ondergrond, hoge of lage ligging en harde of andere schadelijke lagen. Slechts blijvende factoren spelen dus een rol. Drainage heeft geen invloed op de klassenindeling. De klassen hebben veelal een waardeverschil van f 100,— tot f 200,—. Bij lage grondwaarden somtijds f 50,—. De schattingswaarden vertegenwoordigen geen handelswaarde en blijven meestal aan de lage kant ten opzichte hiervan. Speculatieve waarde als bouwterrein wordt niet in rekening gebracht. Wel wordt bij uitzondering een meer- of minderwaarde toegekend naar aanleiding van tijdelijke factoren, zoals de cultuurtoestand. Drainage komt dus langs deze weg tot uiting in de schattingsuitkomsten. Veelal beperkt men de aftrekken en toeslagen tot maximaal f 200,— per ha. Het probleem doet zich hierbij voor, dat bij pachtgronden de eigenaar geen toestemming van de Grondkamer kan krijgen tot pachtovereenkomstontbinding, omdat de verwaarlozing niet ernstig genoeg is, terwijl toch een schattingsaftrek plaatsvindt. Bij een geschatte grondwaarde van f 2000,— kan dit de eigenaar dus komen te staan op een geringere toedeling van 10 %, zonder dat hierop enige invloed is uit te oefenen. Het lijkt daarom beter variabele factoren slechts tijdelijk te laten werken en in de classificatie alleen de permanente factoren onder te brengen. Op deze wijze zouden veranderingen in de tijdelijke factoren tijdens

de ruilverkaveling, bij het opmaken van het plan van ruilverkaveling geschat kunnen worden en aan een geldelijke regeling te onderwerpen zijn.

Uit een rapport van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst over een vergelijking van de schatting van deze afdeling en de proefschatting in een ruilverkaveling, moge het volgende geciteerd worden:

	Afdeling Onderzoek	Proefschatting
Esgronden	6½–10	6½–10
Ontginningsgronden	3 –10	4 –10
Beekbezinkingsgronden	4½–10	4 –10

De slechtste ontginningsgronden werden dus door de schatters iets hoger gewaardeerd dan door de afdeling Onderzoek, terwijl deze afdeling iets meer mogelijkheden ziet in de laagst geschatte beekbezinkingsgronden. De waardering geschiedde afhankelijk van de dikte en zwaarte van de humus- en sliblagen, de aard van de ondergrond, de grondwaterdiepte, etc. Het cijfer 10 stelt f 2000,— voor. Grasland werd bij de proefschatting, zoals veelal te doen gebruikelijk f 200,— per ha hoger geschat dan bouwland op een gelijk bodemtype, omdat scheuren het voordeel van een eerste gewas zonder bemesting geeft en de omzetting van bouwland in grasland een investering van f 150,— tot f 200,— per ha vergt. Deze overwaardering voorkomt het scheuren tijdens de ruilverkaveling. Dit is echter alleen van belang indien het grasland ook geschikt is voor bouwland en dit is vaak niet het geval.

De schatting

Na afloopt van de proefschatting volgt de schatting van het gehele blok door groepen schatters van 3 personen. De klassegrenzen worden onafhankelijk van de perceelsgrenzen opgespoord en aangegeven, waarna de landmeter deze onmiddellijke inmeet en op de kaart vastlegt. Dat niet per perceel geschat wordt is duidelijk; zou het perceel bij de toedeling aan verschillende eigenaren komen of gedeeltelijk bij een naastgelegen perceel gevoegd worden, dan is een gemiddelde perceelswaarde niet voldoende.

Uit de kaart stelt de landmeter de totale waarde van elk kadastraal perceel vast, als product van de oppervlakte grond in elke voorkomende klasse en de klassewaarde. Het resultaat is het register van de uitkomsten der schattingen.

Opgemerkt kan hierbij nog worden, dat met veel profijt gebruik is te maken van vergrote luchtfoto's, waarop de topografie vaak door tintverschillen naar voren komt.

Met betrekking tot de schatting van opstallen, houtopstanden en dergelijke is vast te stellen, dat de schatting slechts plaatsvindt, indien de nieuwe kavelindeling nagenoeg vaststaat en dan nog alleen voorzover een eigendomsverandering zal optreden, hetgeen bij deze onroerende goederen veelal vermeden wordt. De uitkomsten worden in het plan van ruilverkaveling opgenomen, zodat hiertegen slechts te opponeren is bij de ter visielegging van het plan van ruilverkaveling. Bij aanvaarding van een bezwaar zal dus alleen nog regeling d.m.v. een geldelijke verrekening mogelijk zijn.

Ter visie legging

Als laatste punt een enkel woord over de officiëuze ter visie legging van de lijst der rechthebbenden, de schattingsuitkomsten en het plan van ruilverkaveling. Het komt vaak gewenst voor tijdens de procedure nog contact te hebben met de belanghebbenden en wel veelvuldiger dan de wet eist. Op deze wijze kan het indienen van eventuele officiële bezwaren ondervangen worden. Voorkomen moet echter worden, dat de procedure scheef getrokken wordt door het overleggen met reclamanten, waarbij wellicht veranderingen zouden kunnen worden aangebracht. Het zal dus slechts geoorloofd zijn door de schatters een nader terreinonderzoek te laten instellen ter opsporing van wellicht gemaakte fouten.

c. Het definitieve plan van wegen en waterlopen

Dit plan omvat een kaart met staten, waarop alle openbare wegen, waterlopen en kaden met de daartoe behorende kunstwerken en hun afmetingen staan aangegeven, overeenkomstig de te scheppen toestand. De Centrale Commissie zendt het plan, vergezeld van een voorstel omtrent de regeling van de eigendom, het beheer en het onderhoud, ter vaststelling aan Gedeputeerde Staten. Ligt het blok in meerdere provincies, dan zal als uitvloeisel van de taak van Gedeputeerde Staten, elk College een besluit nemen voorzover dit het grondgebied van de provincie betreft. De eigendom van de openbare wegen en waterlopen met de kunstwerken behoort immers aan publiekrechtelijke lichamen toegewezen te worden.

Het plan voorziet in de ontsluiting van het blok, de aansluiting aan bestaande wegen en de regeling van de waterbeheersing. Tussen de wegen en waterlopen resteren dus vakken, waarin de kavels gevormd zullen moeten worden. Bij de opstelling van het plan wordt met dezelfde ambtelijke instanties overleg gepleegd, als bij de voorbereiding van het voorlopig plan. De mogelijkheid bestaat, om het voorlopige plan van wegen en waterlopen geheel te wijzigen, zodat bij het aanleggen van wegen of waterlopen, vóór de vaststelling van het definitieve plan van wegen en waterlopen, omzichtigheid betracht moet worden. Het is dus zaak deze werken slechts in overleg met Gedeputeerde Staten ter hand te nemen, voorzover zij althans niet aangegeven staan op het voorlopige plan.

Bij de voorbereiding van het plan is rekening te houden met de huidige en toekomstige burgerlijke bebouwing, en bijzondere objecten zoals bossen. Voorts met te handhaven wegen en waterlopen, de bestaande perceelsindeling, voorzover reeds goedgevormde kavels en rechte sloten bestaan, de kosten en het landschap. Na de opstelling is vast te stellen hoeveel grond van de totale inbreng gebruikt zal worden voor de te verbeteren en aan te leggen wegen en waterlopen. Na aftrek van deze waarde van de totale inbreng resteert de te verdelen waarde aan grond. De waarde van de grond, bestemd voor de wegen en waterlopen, staan de gezamenlijke eigenaren dus af aan het blok zonder geldelijke verrekening.

Het is waard bij de kostenfactor nog een ogenblik stil te staan. Het is namelijk noodzakelijk de voordelen van aan te leggen of te verbeteren wegen, en in mindere mate ook van waterlopen, af te wegen tegen de in het algemeen hieraan verbonden

hoge kosten. Indien men weet, dat de Noordoostpolder een weglengte van 12½ meter per ha en Walcheren een van 23 meter per ha heeft, terwijl volgens een onderzoek het gemiddelde over 61 ruilverkavelingen op 45 meter per ha kwam te staan (essen 40 tot 100 m/ha en streekdorpen 10 tot 60 m/ha), dan is het duidelijk, dat er – uitgaande van de wettelijke eis ieder perceel aan een openbare weg te leggen – meer gestreefd moet worden naar verbreding van lange percelen en verlenging van kleine. Te korte percelen vragen grote wendakkers, te lange kunnen niet in één gang met paarden geploegd worden. De lengte zal dus tot 300 à 400 meter beperkt moeten blijven.

Bij percelen van 5 tot 10 ha is een lengte, welke 5 maal de breedte bedraagt, als optimaal te beschouwen.

In de Achterhoek bleek bij een ruilverkaveling, dat in plaats van de theoretisch bereikbare afstandsverkorting van 40 % slechts 11 % bereikt werd, ondanks de vergroting van de oppervlakte van de percelen met gemiddeld de factor twee. Men kreeg dus een geringere verkleining van het aantal inproductieve reisuren dan in het optimale geval verwacht mocht worden. De oplossing zou gezocht kunnen worden in boerderijenverplaatsing, waardoor minder weglengte nodig is tengevolge van een verder door te voeren concentratie van de percelen rondom de gebouwen.

De in ruilverkavelingsverband aan te leggen landbouwwegen, zijnde de verbindingswegen tussen de bedrijven en het dorp, hebben veelal een breedte van 7 tot 9 meter (onbeplant), van 8 tot 10 meter (bij een éénzijdige beplanting) en van 9 tot 11 meter (bij een tweezijdige beplanting). Alles exclusief de bermsloten. Een verharding van 3 meter is voor landbouwwegen voldoende. Gezorgd moet echter worden, dat de niet verharde bermen gelegenheid bieden tot uitwijken.

d. Het landschapsplan

Alhoewel nog niet op wettelijke basis geschoeid, ontwerpt het Staatsbosbeheer in overleg met de Plaatselijke Commissie het definitieve landschapsplan op basis van het voorlopige. De aankleding van het landschap is een integrerend onderdeel van de ruilverkaveling gaan uitmaken. Eertijds was een ruilverkaveling voltooid, indien piketten, de nieuwe toestand aangevende, in het veld stonden. Thans is de ruilverkaveling uitgegroeid tot een alomvattende agrarisch-planologische maatregel.

Het landschapsplan is gebaseerd op het plan van wegen en waterlopen, omdat op particuliere percelen, behalve bij minnelijk overleg, moeilijk houtgewas geplant kan worden, terwijl de wegen en waterlopen aan publiekrechtelijke lichamen toegewezen worden. Het is namelijk zo, dat tengevolge van de herplantplicht bij het rooien van houtgewas, uitgezonderd populieren en wilgen, op de desbetreffende kavel een soort servituut komt te liggen.

D.m.v. het landschapsplan kunnen versnipperde bosperceeltjes samengevoegd worden tot boscomplexen; een kaal landschap moet echter voorkomen worden. Bovendien is beplanting uit het oogpunt van landschapsschoon, windbreking, schaduw voor het vee, verstuiving, nestbouw voor nuttige vogels, houtproductie (populieren!) en recreatiedoeleinden wenselijk. Voorkomen moet echter worden, dat de

landbouwgewassen hinder ondervinden van schaduwwerking of wortelconcurrentie.

Op grond van de Natuurbeschermingsbeschikking mogen geen werken gesubsidieerd worden, zonder dat het Staatsbosbeheer een verklaring van geen bezwaar, al of niet gepaard gaande met bijzondere voorwaarden, afgeeft. Tevens wordt in overleg met het Ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen op natuurwetenschappelijk belangrijke objecten acht geslagen. Aankoop door daartoe geëigende instanties is het meest aanbevelenswaardig, mits handhaving van de omstandigheden, die tot de waarde leiden, ook tot de mogelijkheden behoort (sternkolonie, blauwgrasland).

Door de ruilverkaveling wordt dus het accent van de beplanting naar de wegen verlegd, i.v.m. de vereiste intensivering en rationalisatie van de landbouwproductie.

De kosten voor het uitvoeren van het landschapsplan worden geheel door het Rijk gedragen. Hierdoor zijn weerstanden eerder op te heffen, dan toen deze regeling nog niet bestond.

e. Het plan van ruilverkaveling

Zodra het definitieve plan van wegen en waterlopen door Gedeputeerde Staten is vastgesteld, maakt de Plaatselijke Commissie het plan van ruilverkaveling op. Ingevolge wettelijk voorschrift houdt dit plan de kavelindeling en toedeling in. Voorts de regeling van de rechten, de uitkomsten van de eventueel uitgevoerde herschattingen, de geldelijke verrekening voor ondertoedeling, overtoedeling benevens schade, de kostenregeling en de bepalingen omtrent de inbezitneming. Het plan bestaat uit een register met een kavelkaart.

De basis voor de toedeling is eveneens wettelijk vastgelegd. Iedere eigenaar heeft recht op toedeling van een waarde in kavels, welke zo dicht mogelijk staat tot het geheel van de waarde van alle toe te delen kavels, als de waarde van zijn inbreng tot de totale inbreng staat. Het verschil mag tegen de wil van de eigenaar niet meer dan 5 % bedragen en wordt in geld, op basis van de schattingswaarde, vergoed. Iedere eigenaar heeft recht op grond van gelijke hoedanigheid en gebruiksbestemming en bij voorkeur gevormd uit bestaande percelen. Dit betekent, dat in het algemeen dus geen bouwland voor grasland of omgekeerd toegedeeld wordt en evenmin slechte grond bij een inbreng van eerste kwaliteit grond. Elke kavel dient aan een openbare weg komen te liggen en gelegenheid te hebben tot behoorlijke afwatering. Deze eisen beheersen reeds de opstelling van het plan van wegen en waterlopen.

Getracht wordt een samenvoeging tot doelmatige kavels na te streven, die gunstig gelegen zijn, rekening houdende met vorm en ligging van de ingebrachte percelen. Deze toestand werd, zoals gememoreerd, niet betrokken bij de schatting, doch komt bij de nieuwe kavelindeling tot gelding.

De Plaatselijke Commissie en de landmeter ontwerpen een plan door de wensen van de eigenaren (naar voren gebracht op te houden wenszittingen) op de kaart in te schetsen in de vakken welke tussen de wegen en waterlopen resteren. Het gevolg is, dat over- en onderbezette vakken ontstaan, waarna het geheel sluitend gemaakt wordt door onderlinge verschuivingen, te beginnen met de meest overbezette vakken. Indien

meerdere wensen zijn uitgebracht, wordt rekening gehouden met de rechten op realisatie hiervan. Bovendien wordt ook aan de pachters gedacht, terwille van een goede gebruiksverkaveling.

De Plaatselijke Commissie toetst tenslotte de resultaten nog eens uitvoerig. Elke wijziging brengt een kettingreactie teweeg, waardoor alles opnieuw opgezet moet worden. Staat de indeling vast, dan kunnen de oppervlakte en afmetingen van elke kavel definitief berekend worden, benevens de geldelijke regeling, berekend uit de waarde van de inbreng, de aftrek voor wegen en waterlopen (wegen 7 tot 4 %, waterlopen ± 1 %) en de toedeling. Het verschil is dus samengesteld uit een verrekening tot het wettelijke maximum van 5 % voor kleine verschillen, voortvloeiend uit een practische en sluitende kavelindeling. Bij vrijwillige extra ondertoedeling kan dit percentage hoger dan 5 komen te liggen.

De toedeling geschiedt dus overeenkomstig de wettelijke eisen, naar de waarde van de inbreng. De oppervlakte blijft dan meestal ongeveer gelijk. Het komt echter wel voor, b.v. in de ruilverkaveling *Maas en Waal-West*, dat bij de verplaatsing van boerderijen naar de laag geschatte komgronden bij een inbreng van hooggewaardeerde grond, naar oppervlakte gemeten een aanzienlijke winst ontstaat bij een gelijkblijvende waarde.

Niet altijd is een maximale samenvoeging te bereiken, omdat in een blok tengevolge van de verschillende bodemkundige factoren, aan plaats gebonden bouw- en grasland toegewezen moet worden, wil bedrijfsontwrichting voorkomen worden.

Tenslotte vindt zonodig nog vóór het definitief opmaken van het plan een schatting plaats van de waardeveranderingen tengevolge van onttrekking van specie, ontginning, herontginning, drainage en afbraak of opbouw van opstallen. De uitkomsten worden verwerkt in het plan.

Nadat aldus de in- en toedeling en de hieruit resulterende geldelijke verrekeningen zijn bepaald, volgt de regeling van de rechten.

Deze rechten betreffen alle zakelijke rechten, zoals het recht van huur en pacht, tiendrechten, hypotheken, beslagen, jachtrenten, voorpoting, weiderechten enz. Zo nodig wordt ook rekening gehouden met het voorkomen van het aardappelaaltje, bietenmoeheid, zoute kwel, etc.

Ingevolge de wet kunnen aan de Staat tegen vergoeding in geld, gronden toegewezen worden ten behoeve van proef- of demonstratiebedrijven. De eigenaren worden in dit geval dus onder toegedeeld.

Hieronder zal nog nader besproken worden de pachtregeling, de regeling en de overige rechten en de regeling van de schadevergoedingen en de kosten.

De pachtregeling

Over de pacht wordt in de wet slechts gezegd, dat deze geregeld of opgeheven wordt. Deze simpele aanduiding werpt talloze problemen op, waaraan enige aandacht gewijd zal worden.

De wet gaat uit van de eigendomsverkaveling. Een doelmatig gebruik van de grond wordt zeker niet bereikt, indien slechts een betere eigendomsverkaveling wordt na-

gestreefd, aangezien in Nederland ong. 60 % van de cultuurgrond pachtland is, alhoewel hiervan een deel als volledig bedrijf wordt verpacht. Wel zijn de pachters in de lijst van rechthebbenden opgenomen, doch de pachttoestand is slechts op vrijwillige basis te verbeteren om dat pachtdwang (een eigenaar, die niet verpachtte, een pachter op te leggen) of dwangpacht (een verpachter een pachter dwingend opleggen) niet in de wet is geregeld. De wensen van de pachter kunnen dus slechts bezien worden in samenhang met die van de eigenaar.

De oorzaak van deze onbevredigende toestand is, dat in 1924 bij het opstellen van de eerste ruilverkavelingswet, de pacht slechts in enkele artikelen van het Burgerlijk Wetboek geregeld werd. Geleidelijk aan is door de Pachtwet 1938 en het Pachtbesluit 1941 (continuatie, toetsing, remissie, melioratie) de pacht zeer uitvoerig geregeld en kan men van een langdurig met grote zekerheid omgeven gebruiksrecht spreken. De ruilverkavelingswetgeving werd evenwel nog nimmer aan deze nieuwe toestanden aangepast.

Verpacht los land profiteert uiteraard wel van de ontsluiting, betere perceelsvorm, etc. doch niet van een maximale samenvoeging. Behoort het aan een eigenaar-boer, dan betreft dit hoofdzakelijk percelen, die t.o.v. zijn bedrijf ongunstig gelegen zijn. Na ruilverkaveling komen deze percelen meer nabij de bedrijfsgebouwen en zal hij veelal zelf tot exploitatie overgaan. Het gevolg is, dat de pachter nadeel ondervindt, doch het grondgebruik economischer zal geschieden. Bij verpachting van los-land door uitwonende eigenaren is het beste resultaat te bereiken door een gecombineerde nieuwe eigendoms- en gebruiksverkaveling.

Wil men in het algemeen slechts een doelmatiger grondgebruik onder handhaving van de bestaande percelen nastreven, dan geeft soms pachtruil een oplossing. Op vrijwillige basis werd de laatste jaren in een enkel complex pachtruil toegepast. Pachtgeschillen komen voor de Rechter-Commissaris en de Rechtbank en niet voor de Pachtrechter. Door de Hoge Raad is in 1953 beslist, dat een pachter niet door de sterke arm in het bezit van toegewezen pachtkavels gesteld kan worden. Wel wordt geacht tussen verpachter en pachter een pachtverhouding te bestaan, indien geen van beiden reclames ingediend hebben tegen het plan van ruilverkaveling. Een en ander maakt evenwel een schriftelijke overeenkomst en toetsing hiervan door de Grondkamer niet overbodig.

In de ruilverkaveling *Brakel* werd het pachtprobleem zeer doeltreffend als volgt opgelost. Aan alle pachters werd een object toegewezen naar gelang de inbreng, onverschillig of al dan niet nieuwe pachtverhoudingen ontstonden. De pachtprijs werd vastgesteld in het raam van de prijzen vóór de ruilverkaveling. De pachtduur werd gesteld op 3 jaar omdat aangenomen werd, dat gemiddeld de halve termijn verstreken was. De pachtcontracten werden dus voor 6 jaar gesloten, waarvan 3 jaar verstreken geacht werd. Na 2 jaar was dus verlenging aan te vragen en na 3 jaar een herziening van de pachtprijs met het oog op de door de ruilverkaveling bereikte resultaten.

De regeling van de overige rechten

In Noord-Brabant komt veelvuldig het zakelijk recht van voorpoting voor. De

eigenaren van de kavels, waarop dit recht rust, mogen bomen planten op de bermen van aan deze kavels grenzende openbare wegen. Dit recht werd in vroeger eeuwen door de Landheren verleend in ruil voor financiële steun. Nu populieren zeer veel opbrengen is het begrijpelijk, dat opheffing van dit recht door afkoop moeilijkheden oplevert. De ruilverkaveling *Smaldonken* werd afgestemd omdat de eigenaren geen voldoende zekerheid hadden omtrent de regeling van de afkoop van deze rechten.

In de ruilverkaveling *Oldemarkt* op de grens van Friesland en Overijsel werd een bevredigende oplossing gevonden voor de weiderechten, volgens welke het nagras in principe aan alle inwoners ten deel viel en de eerste snede aan de eigenaren. Aan de veehoudende rechthebbenden werd ter afkoop van dit recht, ten laste van de grondeigenaren een bedrag in geld groot 25 % van de schattingswaarde uitgekeerd. Vervolgens trof men vrijwillig een geheel nieuwe pachtregeling.

In de gebieden tussen de grote rivieren worstelt men met het probleem van de afpalingsrechten van de eendenkooihouders. Afkoop op vrijwillige basis is tot nog toe de enige oplossing.

De geldelijke verrekeningen

Deze bestaan uit de uitkeringen bij ondertoedeling of de te betalen toeslag bij overtoedeling, schadevergoedingen i.v.m. veroorzaakte schade tijdens de uitvoering, voor zover deze niet reeds tijdens de uitvoering uitbetaald werden (oogstderving door terreinwerkzaamheden), afkoopsommen van rechten en het saldo van de herschattingen.

De kostenregeling

Gelijk reeds gememoreerd, worden de op het blok drukkende kosten naar de grootte van de kavels omgeslagen. Vóór de wetswijziging van 1941 geschiedde de omslag naar de kavelwaarde. De hiervan het gevolg zijnde onbillijkheden, zoals het feit, dat laag geschatte gronden, die veelal het meeste profijt hebben van een ruilverkaveling, op deze wijze de geringste bijdrage leverden, zijn hiermede verdwenen.

Het Rijk neemt de kosten van de Centrale Commissie, de Cultuurtechnische Dienst, de hulp van het kadaster en die van het houden van vergaderingen op zich.

Aangezien niet alle kavels altijd het volledig profijt van de ruilverkaveling genieten, b.v. indien een object in het blok wordt opgenomen, omdat men dit nodig heeft voor de uitvoering van een werk, is het de Centrale Commissie mogelijk om voor bepaalde kavels een andere maatstaf van kostenomslag vast te stellen.

Uit de praktijk zij het volgende voorbeeld overgenomen. In een ruilverkaveling werden 5 factoren vastgesteld waardoor de eigenaren voordeel konden hebben. Voor elke factor, waarvan een kavel profijt ondervond, werd deze met een evenredig deel van de ruilverkavelingskosten belast. De 5 factoren omvatten wegenaanleg, verbetering van de afwatering, betere kavelvorm, minder aantal kavels en het brengen van de percelen naar de gebouwen.

In doorsnee wordt 20 % van de kavels vrijgesteld van ruilverkavelingskosten, te weten 6 % algehele vrijstelling, 12 % voor de helft en 3 % voor drievierde deel. Een en ander is echter afhankelijk van de in het blok opgenomen soorten onroerende

goederen. De kosten voor het uitvoeren van cultuurtechnische werken en de bouw (verplaatsing) van boerderijen op de kavels, komen na aftrek van de subsidie op deze kavels te rusten.

De kosten van het z.g. blokwerk komen ten laste van het blok. Onder blokwerk wordt verstaan het in zodanige staat opleveren van de percelen aan de nieuwe eigenaren, dat deze geen nawerk voor eigen rekening meer behoeven uit te voeren (oude sloten dempen etc.). Onder blokwerk worden ook ontginningen begrepen, uitgevoerd om toedeling in cultuurgrond mogelijk te maken indien cultuurgrond werd ingebracht. In dit geval gaat het niet aan om woeste grond toe te delen en een geldelijke verrekening toe te passen.

De totale kosten bedragen gemiddeld om en nabij f 1600,— per ha en wel fluctuerend tussen ± f 600,— (Drentse essen) en ± f 4500,— tuinbouwgebieden).

Sedert de crisistijd worden uit werkgelegenheidsoogpunt subsidies verstrekt in de kosten verbonden aan de uitvoering van cultuurtechnische werken. Volgens de huidige regeling wordt bij het voorlopig plan van wegen en waterlopen een begroting van kosten opgemaakt, benevens een opstelling van de waardestijging op privaateconomische basis als gevolg van de uit te voeren ruilverkaveling. Het verschil wordt door het Rijk in de ruilverkavelingskosten bijgedragen en beloopt veelal 60–75 % van de totale kosten. De laatste jaren verstrekt het Rijk aan ruilverkavelingen ± 20 millioen gulden subsidie per jaar.

De betaling van de voor de eigenaar resterende kosten kan zowel direct als in de loop van 30 jaar tegen een annuïteit van 5 % geschieden.

f. De akte

Zodra het plan van ruilverkaveling vaststaat kunnen de nieuwe kavels voorlopig in bezit genomen worden, desnoods op schriftelijk bevel van de Rechter-Commissaris, indien betrokkenen niet langs de weg van het minnelijk overleg bereid zijn tot medewerking. Juridisch gaat de nieuwe eigendomstoestand echter eerst in, wanneer de akte van ruilverkaveling, waarin alle gegevens omtrent de nieuwe eigendomstoestand zijn opgenomen, overgeschreven is in de openbare registers.

g. De uitvoering van de werken

Terwijl de procedure vanaf de stemming voortgang vindt, komen ook successievelijk alle werken tot uitvoering, met dien verstande, dat het niet altijd mogelijk is om bij het passeren van de akte ook reeds alle terreinwerkzaamheden gereed te hebben.

De totale duur van een ruilverkaveling wordt steeds langer omdat de uitvoering gecompliceerder en meer omvattend is dan voor de oorlog. Mede ter voorkoming van verwaarlozing van de gronden tijdens de uitvoering, dient de duur van een ruilverkaveling tot de kortst mogelijke termijn beperkt te blijven.

Ingevolge de wet is het verboden na het besluit tot ruilverkaveling handelingen te verrichten, die tot waardevermindering leiden. Hieronder valt ook het scheuren van grasland. Wel kan de Plaatselijke Commissie in voorkomende gevallen toestemming verlenen, zo nodig onder aanbrenging van een korting op de schattingswaarde.

Soms gelukt het de Plaatselijke Commissie in meer of minder grote omvang gronden aan te kopen, waarmede de bestaansbasis van een aantal bedrijven is te verbeteren. Evenzo gelukt het wel woeste grond aan te kopen, die na ontginning eveneens aan kleine bedrijven is toe te delen. Wordt landwinst verkregen door het dempen van sloten bij het omzetten van een vaar- in een rijpolder, dan is eveneens een zekere landwinst te behalen. Ook verplaatsing van boerderijen wordt steeds belangrijker.

De Stichting tot het Beheeren van Landbouwgronden (S.B.L.), geboren in de bezettingstijd om agrarische bezettingsschaden te regelen, wordt bij de aankoop van gronden ingeschakeld. De koop wordt op voorstel van de Centrale Commissie door deze Stichting gesloten en de oude eigenaar verkrijgt de prijs direct in geld uitgekeerd. De Plaatselijke Commissie wijst de grond, in de vorm van een overtoedeling, aan daarvoor in aanmerking komende personen in eigendom toe, onder uitkering van de schattingswaarde minus de aftrek voor wegen en waterlopen aan de S.B.L. Het optreden van de S.B.L. is volkomen passief. De Stichting neemt dus geen initiatieven om grond in handen te krijgen.

h. Nabetrachting

Met het oog op Hoofdstuk VIII worden hier slechts enige belangrijke punten aangestipt. Fig. 3a en 3b geven een beeld van resp. oude en nieuwe toestand in de ruilverkaveling Ermer Esch.

De eigenaren-verpachters verlangen een pachtprijsverhoging evenredig aan de ruilverkavelingsrente. Mits vóór de ruilverkaveling geen buitensporige pachten bedongen werden, staan de Grondkamers dit in het algemeen wel toe.

Bescherming van het bereikte resultaat van de ruilverkaveling kan geschieden door toepassing van de in 1953 door de Staten-Generaal aangenomen Wet op de vervreemding van landbouwgronden, die voorlopig voor 5 jaar elke verkoop zal toetsen. Onder meer op de mogelijkheid, dat deze rechtshandeling leidt tot een ondoelmatige verkaveling of ligging van het land t.o.v. de bedrijfsgebouwen of wel tot een zo geringe bedrijfsgrootte, dat geen volledige arbeidskracht een bestaan zal kunnen vinden. Het erfrecht blijft echter onaangetast.

Juridisch gezien, huldigt men in Nederland het negatieve stelsel. Rechtskracht kan dus niet ontleend worden aan opname in de openbare registers. Vele steekhoudende argumenten wijzen echter speciaal bij de ruilverkaveling op positiviteit van de lijst van rechthebbenden en de akte van ruilverkaveling, zodat titelzuivering en opnieuw toedelen van rechten plaatsvindt. Het is gewenst, dat een uitspraak over deze kwestie zal plaats vinden en in de wet wordt opgenomen. Anders is het ev. mogelijk, dat de eigenaar van een nieuwe kavel in zijn bezit betwist wordt door een rechthebbende, die niet in de lijst der rechthebbenden voorkwam, doch achteraf wel rechten blijkt te bezitten op de bewuste percelen.

De ontwikkeling van de landbouw in Nederland brengt met zich mede, dat de vraag naar ruilverkaveling steeds meer zal toenemen. Het streven blijft er dan ook op gericht om jaarlijks een zo groot mogelijke oppervlakte te ruilverkavelen. Deze in het bijzonder na 1945 ingezette ontwikkelingsgang resulteerde in de opvoering van de

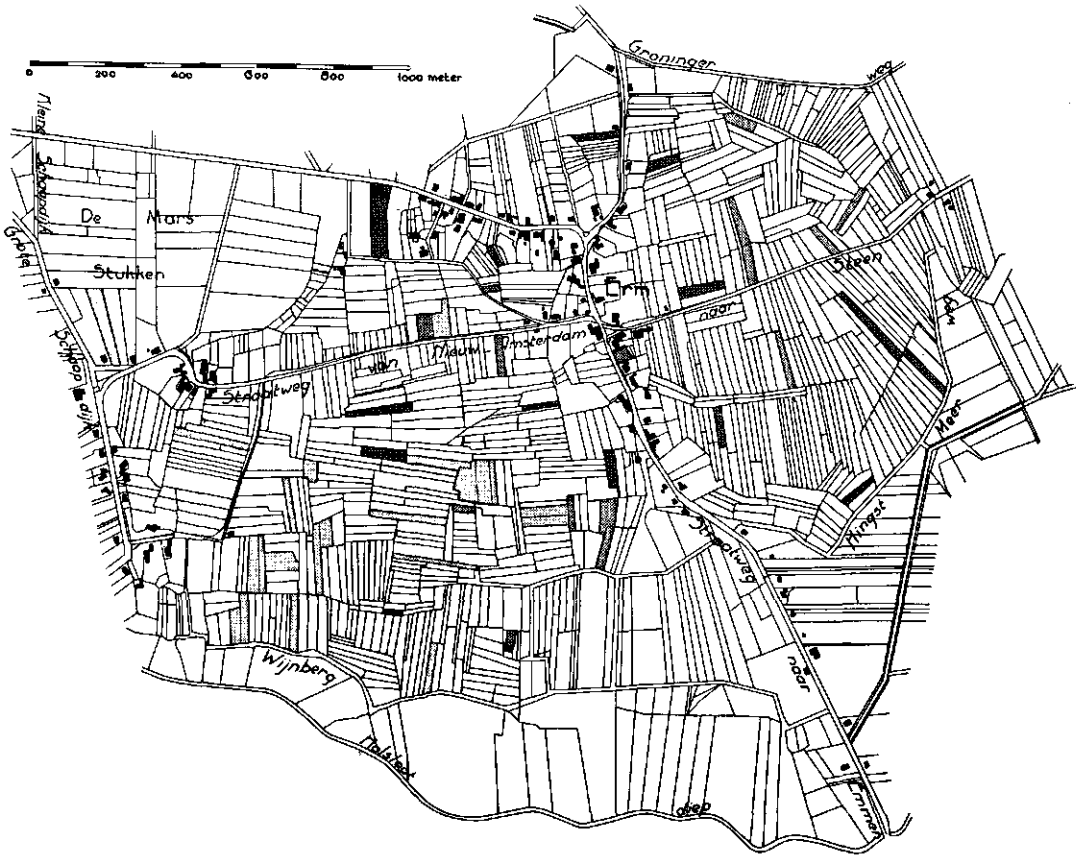


Fig. 3*a*. Oude toestand „Ermer Esch"

GRONDGEBRUIK VOOR DE RUILVERKAVELING

	Totaal ha	% v. d. opp.
Grootte van het blok	310	
Bouwland	214,2	69,1
Grasland	50,–	16,1
Bos en hakhout	0,8	0,3
Heide	0,9	0,3
Wegen en dijken	13,5	4,3
Kanalen, rivieren en waterlopen	0,6	0,2
Erven, tuinen, parken enz.	30,–	9,7

OPPERVLAKTE EN LENGTE DER WEGEN EN WATERLOPEN

	Vóór de ruilverkaveling		Ná de ruilverkaveling	
	Totaal	% v.d. opp.	Totaal	%v.d. opp.
WEGEN	13,5 ha	4,4	30 ha	9,7
Verhard	6360 m		8760 m	
Onverhard	13390 m		10940 m	
Meters per ha verh. + onverh.	63,7 m		63,5 m	
WATERLOPEN	0,6 ha	0,2	1,7 ha	0,6
Lengte	3020 m		5730 m	
Meters per ha	9,8 m		18,5 m	

Fig. 3*b*. Nieuwe toestand „Ermer Esch"

AANTAL EN GROOTTE DER EIGENDOMSPERCELEN

	Vóór de ruilverkaveling Aantal	% v. d. opp.	Ná de ruilverkaveling Aantal	%v.d. opp.
<0,125 ha	336	7,–	33	0,8
0,125–0,25 ha	368	23,9	36	2,2
0,25–0,5 ha	324	36,1	57	6,4
0,5–1 ha	79	18,2	90	22,2
1–2 ha	25	11,5	74	35,3
2–5 ha	4	3,3	32	29,3
5–10 ha	–	–	2	3,8
>10 ha	–	–	–	–
Totaal aantal Percelen	1136		324	

EIGENDOMSVERHOUDINGEN

	Vóór de ruilverkaveling Aantal	% v.d. opp.	Ná de ruilverkaveling Aantal	% v.d. opp.
<0,5 ha	67	4,6	43	4,2
0,5–1 ha	38	8,8	38	8,7
1–5 ha	81	55,6	75	52,1
5–10 ha	8	18,3	8	19,6
10–20 ha	3	12,7	3	15,4
20–50 ha	–	–	–	–
>50 ha	–	–	–	–
Totaal aantal Eigenaren	187		167	

gemiddelde jaarlijkse capaciteit van 10000–20000 ha, terwijl thans naar 30000 ha gestreefd wordt. Een snellere toename zal op verantwoorde wijze wel niet te bereiken zijn. De opleiding van nieuw personeel, zowel bij de Kadastrale Ruilverkavelingsdienst als bij de Cultuurtechnische Dienst is aan grenzen gebonden, daar zeker met een opleidingsperiode van enige jaren gerekend moet worden, afgezien nog van de noodzakelijke opvulling van opengevallen plaatsen. Daarnaast staat het aanbod van geschikte arbeidskrachten voor de uitvoering van de werken. Dit aanbod is niet naar behoefte willekeurig uit te breiden.

Momenteel is ± 80000 ha in behandeling, uitgaande van een capaciteit van 20000 ha per jaar en een gemiddelde tijdsduur per ruilverkaveling van 4 jaar. De Kadastrale Ruilverkavelingsdienst heeft hiervoor 45 landmeters en 116 man lager personeel ter beschikking.

De Cultuurtechnische Dienst met een negentigtal ingenieurs en 270 technisch ambtenaren, naast een staf van 230 administratieve ambtenaren, is eveneens bij de voorbereiding van de ruilverkavelingen en de uitvoering van de werken betrokken.

De gebeurtenissen in het Zuidwesten van Nederland hebben tijdelijk een terugslag veroorzaakt op de uitvoering van de ruilverkavelingen elders in het land, zowel in materieel als personeel opzicht. Daartegenover staat echter de herverkaveling van ongeveer 35000 ha.

4. De ruilverkavelingsovereenkomst

Teneinde bij algehele overeenstemming van belanghebbenden een eenvoudige procedure mogelijk te maken en door het sluiten van een overeenkomst bepaalde artikelen van de ruilverkavelingswet (zoals de hulp en steun van ambtelijke instanties) van toepassing te verklaren, is het instituut van de ruilverkavelingsovereenkomst opgenomen in de wet.

Ter voorkoming van misbruik (niet aangaan in het belang van de landbouw, verkapte verkoop en ontduiking van zegel- en registratierechten) en i.v.m. de op te nemen bepalingen omtrent overheidshulp, is de goedkeuring van de Minister van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening noodzakelijk. Tevens wordt hierbij acht geslagen op de wettelijke bepaling, dat de overeenkomst in het belang van de landbouw moet zijn. De overeenkomst treedt niet in werking alvorens de Minister, de Centrale Commissie gehoord, daaraan zijn goedkeuring heeft gehecht.

De overeenkomst houdt het besluit tot ruilverkaveling in en regelt het principe van de nieuwe indeling. De indeling zelf komt eerst tot stand na het passeren van de akte van ruilverkaveling. Ter bescherming van de rechten van derden is overschrijving van de akte in de openbare registers verplicht.

Alle soorten onroerende goederen mogen opgenomen worden, mits de doelstelling van de ruilverkaveling (bevordering van de landbouw) niet uit het oog wordt verloren. Ook niet-eigenaren kunnen deelnemen door een inbreng van geld waarvoor toedeling van kavels mogelijk is. Het omgekeerde is ook mogelijk. De procedure van de schatting en de uitvoering ervan is volledig vrij, dit in tegenstelling met de ruilverkaveling uit kracht van de wet.

Het tekenen van de overeenkomst verplicht tot de levering en ontvangst van de kavels of het geld. Een ruilverkavelingsovereenkomst is een wederkerige overeenkomst, zodat veelal de clausule opgenomen wordt, dat wanprestatie niet tot ontbinding leidt, teneinde te voorkomen, dat na tekening van de overeenkomst door onwilligheid van één eigenaar de uitvoering onmogelijk wordt.

Het landmeetkundig werk voor zover niet op kadastraal terrein gelegen, kan door de Nederlandsche Heidemaatschappij geschieden, waarvoor een vaste vergoeding per ha uit 's Rijkskas wordt verstrekt.

Pacht kan bij de overeenkomst niet worden geregeld.

Titelzuivering wordt positief uitgesloten. Slechts bij het kadaster bekend staande eigenaren kunnen de overeenkomst sluiten. Indien later blijkt, dat zij geen eigenaren zijn, treden de werkelijke eigenaren in de rechten en verplichtingen van hen, die de overeenkomst sloten.

Voor kleine blokken is toepassing van de bepalingen van de ruilverkavelingsovereenkomst op beperkte schaal nuttig.

5. Het wetsontwerp van 1951

Het in 1951 bij de Staten-Generaal ingediende wetsontwerp werd op 18 Juni 1954 door de Tweede Kamer aanvaard, nadat in 1953 het Voorlopig Verslag was verschenen. Enkele beschouwingen over een aantal punten mogen hier volgen.

Het advies van de Centrale Commissie aan Gedeputeerde Staten zal gesplitst worden in een advies inzake de goedkeuring en een later in te dienen rapport met het voorlopig plan van wegen en waterlopen, zo de aanvraag goedgekeurd wordt.

De blokgrens wordt niet meer op de stemmingsvergadering, doch vooraf door Gedeputeerde Staten vastgesteld.

Oplegging van een ruilverkaveling zal slechts door de Minister kunnen geschieden indien tenminste $\frac{3}{8}$ van de rechthebbenden voorstemmen, of zoveel rechthebbenden, dat deze tenminste $\frac{3}{8}$ van de oppervlakte van het blok vertegenwoordigen.

Begraafplaatsen, gebouwen, parken, gedenktekenen en onroerende goederen van niet-landbouwbedrijven of natuurschoonverenigingen mogen in het blok opgenomen worden, onder voorwaarde, dat zonder toestemming van de eigenaar geen wijziging wordt gebracht in diens rechten. Indien deze bepaling de behoorlijke uitvoering van een ruilverkaveling in de weg staat, kunnen Gedeputeerde Staten hiervan afwijken.

Het landschapsplan wordt van zodanig belang geacht, dat in het vervolg – mede ter voorkoming van moeilijkheden bij de realisatie er van – ter visie legging tegelijk met het voorlopig plan van wegen en waterlopen zal geschieden. Het wordt dus betrokken in de materie, waarover de rechthebbenden zullen stemmen.

De positie van de ruilverkaveling in het raam van de ruimtelijke ordening wordt eveneens geregeld. De ontwikkeling van deze materie vraagt hier zeer dringend om. De tijd is voorbij dat van afzonderlijke agrarische en stedebouwkundige maatregelen gesproken kan worden, nu steeds meer gemeentelijke bestemmingsplannen en streekplannen tot stand komen. Bebouwde kommen kunnen dus opgenomen worden in het blok en zelfs zal cultuurgrond opgeofferd kunnen worden nabij of in deze kommen.

De ruilverkaveling, die agrarische belangen dient, kan op deze wijze ook rekening houden met andere openbare belangen. Het zal daardoor mogelijk zijn bedrijven uit de nabijheid van bebouwde kernen naar elders te verplaatsen en de oude grond aan de gemeente toe te wijzen. Deze zal hiervoor de schattingswaarde, veelal vermeerderd met een toeslag tot de verkoopswaarde en zonodig met inbegrip van schadevergoedingen, aan het blok betalen. De inbrenger blijft echter slechts recht hebben op de schattingswaarde, en krijgt als tegenprestatie een nieuw bedrijf toegewezen uit de totale nog onder de rechthebbenden te verdelen oppervlakte grond. Een verwachtingswaarde wordt nooit in de beschouwingen betrokken, uitgezonderd die, welke gold op 9 Mei 1940. Voorkomen kan dus worden, dat een boer door de gemeente uitgekocht wordt tegen een hoge som gelds en hij tengevolge van de landhonger geen nieuw bedrijf kan stichten.

Een gelijke wijze van handelen is mogelijk bij de aanleg van rijkswegen. Het zal mogelijk zijn om niet alleen aan de Staat, doch ook aan publiekrechtelijke lichamen grond toe te delen. Tot nog toe was vooral gedacht aan grond, die bij betaling van de ruilverkavelingskosten in grond ter beschikking kwam. Nu zal dus ook aan publiekrechtelijke lichamen grond toegedeeld kunnen worden, mits dit in het belang van de landbouw is. De geldwaarde wordt in de ruilverkavelingskas gestort. Voor dit doel zal maximaal 5 % van de toe te delen grond bestemd kunnen worden, terwijl het voornemen daartoe in de ter visie liggende stukken moet worden opgenomen.

Het blok stelt dus in deze gevallen uit de totale inbreng een deel ter beschikking van openbare lichamen. De aftrek blijft beperkt, en komt bij de stemming aan de orde, terwijl bovendien de levensvatbaarheid van de bedrijven in het blok niet aangetast mag worden. Met deze regeling is een reeds bestaande gang van zaken een wettelijke ondergrond gegeven.

Ook de schatting zal in de toekomst anders kunnen geschieden en wel op de volgende, theoretisch meer juiste, basis.

Allereerst wordt het voortbrengend vermogen van de grond geschat, uitgaande van het bodemprofiel, de aard en de samenstelling van de verschillende grondlagen, onder optimale omstandigheden. Deze gegevens vormen uitsluitend de basis voor toedeling.

De variabele productiefactoren zoals waterbeheersing, ontsluiting e.d. worden zowel vóór als ná de ruilverkaveling geschat. Het verschil geeft een maatstaf voor de kostenverdeling op basis van het genoten voordeel.

Eventuele niet-agrarische factoren, die de waarde van de grond beïnvloeden, worden ook geschat doch geven gezien het bovenstaande slechts aanleiding tot een geldelijke verrekening. Zij beïnvloeden de toedeling niet.

De Centrale Commissie zal bovenstaande ontwikkeling leiden.

Nadat bij stemming tot ruilverkaveling is besloten kan met de uitvoering van alle werken begonnen worden.

Volgens het wetsontwerp wordt het plan van ruilverkaveling gesplitst in een plan van toedeling en een lijst van geldelijke regelingen.

Het plan van toedeling zal omvatten een kaart van het blok, de kaveling- en toedeling, de toewijzing van kavels aan openbare lichamen, de regeling of opheffing van de zakelijke rechten en lasten, de opgeheven en gevestigde pachtverhoudingen en bepalingen omtrent de in bezitneming.

De lijst van geldelijke regelingen bestaat uit de uitkomsten van de tweede schatting, afkoopsommen, schadevergoedingen, vergoedingen voor onder- of overtoedeling en de maatstaf voor kostenomslag. De uitkomsten van de uit te voeren tweede schatting (op basis van de waardeveranderingen, die optreden als gevolg van de ruilverkaveling) worden dus in de geldelijke regeling opgenomen, voorzover reeds niet verwerkt bij de toedeling.

Zowel het plan van toedeling als de lijst van geldelijke regelingen liggen ter visie. Behandeling van bezwaren geschiedt op de gebruikelijke wijze.

Na de stemming kan – zonder te wachten op de uitspraak inzake bezwaren tegen de lijst van rechthebbenden en de uitkomsten van de schattingen – reeds aangevangen worden met het opmaken van het definitieve plan van wegen en waterlopen en het plan van toedeling. Wel zal hierbij rekening gehouden worden met de aard van de processen, omdat grote veranderingen in de schattingswaarde van de grond van een reclamant niet in geld verrekend kan worden i.v.m. de maximaal toegestane 5 % ondertoedeling. Bij de uiterst zelden voorkomende bezwaren tegen de lijst van rechthebbenden, kan de rechter later het plan van toedeling in overeenstemming brengen met de uitspraak over de rechten.

Het plan van toedeling kan uiteraard eerst opgemaakt worden na sluiting van de lijst van rechthebbenden en het register met de schattingsuitkomsten, doch ongeacht de eventueel nog niet besliste geschillen. Voor een snelle procedure is deze voorgestelde gang van zaken zeer bevorderlijk. Uitdrukkelijk is dus afstand gedaan van een procedure met scherp gescheiden stadia, waarbij elk stadium eerst volledig ten einde gebracht moet worden, alvorens met de werkzaamheden van een volgend stadium aangevangen kan worden.

Tot nu toe is de procedure als volgt:

1. stemming;
2. opstellen van de lijst van rechthebbenden en schatting van gronden;
3. ter visie legging en behandeling van bezwaren, zonodig tot een uitspraak van de rechtbank is verkregen;
4. opmaken van het definitieve plan van wegen en waterlopen en vaststelling daarvan;
5. opmaken van het plan van ruilverkaveling;
6. ter visie legging en behandeling van bezwaren, zonodig tot een uitspraak van de rechtbank;
7. opstellen en passeren van de akte.

Verbonden aan deze regeling is een versnelde ingebruikneming van de nieuwe kavels. Tussen het vaststellen van de akte van toedeling en de overschrijving in de openbare registers is voorlopige inbezitstelling ook thans reeds mogelijk voor zover dit het plan

van ruilverkaveling betreft. Vóór het vaststellen van de akte zal in individuele gevallen ook in tijdelijk gebruik geven van kavels mogelijk zijn. Een en ander zonodig met behulp van de sterke arm.

Aan de pacht dient een aparte beschouwing besteed te worden gezien het grote belang van deze materie.

Momenteel is de pachter rechthebbende en beslist de rechter bij geschillen, terwijl het regelen van de pacht slechts op vrijwillige basis mogelijk is. Nu zal echter dwangpacht in uitzonderingsgevallen mogelijk zijn. De pachter zal niet meer in de lijst van rechthebbenden opgenomen worden, doch hiervoor in de plaats registreert de Plaatselijke Commissie zoveel mogelijk alle door de Grondkamer goedgekeurde of goed te keuren pachtcontracten en deelt de pacht zoveel mogelijk met gelijkwaardige pachtgrond en op gelijke voorwaarden toe. Geschillen omtrent de registratie worden door de pachtrechter behandeld; de pachttoedeling wordt opgenomen in het plan van toedeling. De Plaatselijke Commissie regelt vervolgens de nieuwe pachtverhoudingen en de Grondkamer ontwerpt op deze basis nieuwe overeenkomsten en toetst de pachtprijzen. Op de handelingen van de Grondkamer is beroep mogelijk bij de Centrale Grondkamer.

Tevens komt het gewenst voor, alsnog vast te leggen, dat de ondertoedeling ten gevolge van wegen- en waterlopenaftrek niet alleen voor de eigenaren zonder vergoeding geschiedt, doch evenzeer voor de pachters. Deze aftrek is geen schadebrengende factor, die vergoeding eist en wordt bovendien ruimschoots overtroffen door de productieverhoging na ruilverkaveling. Trouwens de eigenaren en niet de pachters betalen de ruilverkavelingskosten.

Tenslotte kunnen nog enkele andere punten uit het wetsontwerp aangestipt worden, die van belang zijn.

Het definitieve plan van wegen en waterlopen zal ook bij gedeelten vastgesteld kunnen worden ter versnelling van het verloop van de ruilverkaveling. De toewijzing van wegen en waterlopen blijft zonder geldelijke verrekening door Gedeputeerde Staten geschieden. Bovendien hebben openbare lichamen de wettelijke bevoegdheid om de kosten over belanghebbenden bij de wegen om te slaan. De overdracht van de gereedgekomen werken aan de betrokkenen blijft door de Centrale Commissie geschieden na gereedkoming van de werken.

Het is wellicht nuttig inzake de materie van inbreng en toedeling een samenvattende uiteenzetting te geven.

De waarde van de totale inbreng aan grond in het blok wordt verminderd met de waarde van de grond, benodigd voor de wegen en waterlopen. Van het aldus ontstane bedrag is een collectieve omslag voor eventuele toedeling aan openbare lichamen af te trekken ter maximale grootte van 5 % van de totale inbreng. Resteert voor de eigenaren een recht op de toedeling in grond ter waarde van het aldus overblijvende geldsbedrag, benevens een geldelijke vordering op het blok ter grootte van de aftrek ten

behoeve van de openbare lichamen. Bij het toedelen van de kavels op grond van bovenstaand recht kan door omstandigheden, zoals aanwezige sloten en dergelijke individuele over- of ondertoedeling plaatsvinden die maximaal 5 % zal mogen bedragen van de waarde aan grond waarop de eigenaar tenslotte recht had. Deze onder- of overtoedeling wordt eveneens in geld verrekend.

Voor de ruilverkavelingsovereenkomst stelt het ontwerp van wet voor om een notariële akte van ruilverkaveling verplicht te stellen, benevens overschrijving in de openbare registers, zowel van de akte als van de overeenkomst. Titelzuivering blijft uitgesloten.

C. RUILVERKAVELING IN EUROPA

In Denemarken heeft men, door het gebruik maken van ontginningen, voor het saneren van het grondgebruik verantwoorde toestanden geschapen, terwijl reeds in 1781 de eerste ruilverkavelingswet tot stand kwam. Het erfrecht ligt aan banden, de verkoop evenzo. Splitsing wordt dus effectief tegengegaan.

In Duitsland beslist de overheid of ruilverkaveling uitgevoerd zal worden. Het handhaven van de nieuwe toestand wordt bevorderd door het ter goedkeuring voorleggen van elke verkoop.

In België is het slechts gelukt om van een volledig wetsontwerp het deel, betrekking hebbende op een vrijwillige overeenkomst tot wet verheven te krijgen.

In Frankrijk wordt gestreefd om alle kavels binnen drie kilometer van de bedrijfsgebouwen te brengen. Wegen worden niet aangelegd, hiervoor worden slechts kavels gereserveerd. Na ruilverkaveling is splitsing of opdeling verboden. Boerderijen worden niet verplaatst.

In Zwitserland houd men zich zeer intensief bezig met ruilverkaveling, de organisatie is kantonaal geregeld.

D. HERVERKAVELING

Een herverkaveling grijpt dieper in dan een ruilverkaveling, aangezien het saneringselement doelbewust in de procedure wordt gebracht. Slechts op deze wijze kan een bepaald gebied afdoende uit zijn moeilijkheden op het gebied van kavelindeling, ontsluiting, afwatering e.d. verlost worden.

1. Herverkavelingswet Walcheren

a. Procedure

In de Herverkavelingswet Walcheren heeft de wettelijke regeling van dit probleem voor het eerst zijn intrede gedaan in de Nederlandse wetgeving. De procedure is voor een groot deel gelijk aan die, welke thans in het wetsontwerp Ruilverkavelingswet wordt voorgesteld.

De verwoesting van Walcheren en de verplichting, die de Overheid op zich had genomen om het herstel in natura uit te voeren en te financieren, had tot consequentie,

dat de Staten-Generaal en niet de belanghebbenden tot herverkaveling besloten. De waarde-vermeerdering van de gronden t.o.v. de toestand voor de verwoesting wordt echter door de rechthebbenden gedragen en bepaald d.m.v. een schatting na afloop van de herverkaveling.

De uitvoering geschiedt door een Herverkavelingscommissie, bestaande uit 15 door de Kroon benoemde leden, onder toezicht van de Minister van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening. Genoemde Minister wordt bijgestaan door een Commissie van Toezicht. De dagelijkse leiding berust bij het Bureau van Uitvoering (landmeter, inspecteur van de Rijksdienst voor Landbouwherstel, ingenieur van de polder Walcheren). De totale kosten worden geraamd op 50–70 millioen gulden. De uitvoering is thans ongeveer voor 70 % gereed. De voorlopige inbezitneming van de nieuwe kavels geschiedde in het voorjaar van 1953.

Een Raad van Beroep, bestaande uit 5 niet afzetbare leden, behandelt de bezwaren tegen het plan van toedeling.

De Herverkavelingscommissie, bestaande uit ambtenaren en boeren-vertegenwoordigers verenigt in zich zowel de bevoegdheden van de Centrale Commissie als van de Plaatselijke Commissie.

Tijdens de uitvoering van de herverkaveling is, opdat geen rechtshandelingen gepleegd worden in strijd met de juiste uitvoering van de wet, elke overdracht van onroerend goed en vestiging of overdracht van het recht van erfpacht, pacht, opstal, gebruik, bewoning, etc. onderworpen aan de goedkeuring van de Herverkavelingscommissie.

De Minister stelt de blokgrens vast. Deze kan, totdat het plan van toedeling is opgemaakt nog door de Herverkavelingscommissie gewijzigd worden. De gebieden, waarvoor een wederopbouwplan is vastgesteld, mogen slechts opgenomen worden met toestemming van de Minister van Wederopbouw en Volkshuisvesting.

De Herverkavelingscommissie heeft het recht de toedeling in geld te doen geschieden, indien de waarde van het ingebrachte onroerend goed zo gering is, dat bij de toedeling een niet behoorlijk exploiteerbare kavel ontstaat en de eigenaar geen redelijk belang heeft bij de verkrijging van een zodanige kavel.

In overleg met de Grondkamer is zowel pachtdwang als dwangpacht op te leggen. Deze verbintenissen hebben dezelfde rechtskracht als de conform de pachtwetgeving goedgekeurde overeenkomsten.

b. Sanering

Aan de sanering van de kleine bedrijven zal in het hiernavolgende meer uitvoerig de aandacht gewijd worden.

Doelbewust wordt geen sanering van de kleine boer nagestreefd, maar van de kleine bedrijven. Getracht wordt, de minimum bedrijfsgrootte op het eiland voor landbouwbedrijven op te voeren tot 10 ha. Dat sanering noodzakelijk was, moge blijken uit de opgenomen tabel betreffende het grondgebruik voor de inundatie.

Bij de uitvoering riep de Herverkavelingscommissie gegadigden op om van de Staat (in de N.O.P. werd hiertoe 3000 ha gereserveerd) buiten het blok grond te pachten, onder voorwaarde, dat de vertrekkenden bereid waren hun eigendommen te verpach-

Bedrijfsgrootte in klassen	Aantal bedrijven	Aantal gebruikers met landbouw als hoofdberoep	Percentage van de tot. opp. cultuurgrond
0– 1 ha	1488	172	3
1– 5 ha	983	192	14
5–10 ha	296	282	14
10–20 ha	341	341	34
20–50 ha	176	176	33
meer dan 50 ha	4	4	2
Totaal	3288	1167	100

ten of afstand te doen van hun recht op pachtgrond. Van de bevoegdheid om dwang daartoe uit te oefenen is nimmer gebruik gemaakt. Met op deze wijze vrij gekomen gronden worden de te kleine bedrijven vergroot. Een en ander wordt in de ter visie te leggen lijst opgenomen. Bezwaren behandelt de Raad van Beroep en vervolgens zonodig de Rechtbank. Voor de aankoop van gronden van naar elders vertrekkenden is de Stichting tot het Beheeren van Landbouwgronden ingeschakeld.

De motieven, welke de boeren hebben geleid om van Walcheren te vertrekken bestonden voornamelijk uit persoonlijke omstandigheden (familieredenen, gevaar voor pachtbeëindiging, etc.), een verwoeste boerderij of financiële moeilijkheden. Van de beschikbaar gestelde gronden is 2000 ha aanvaard. Op Walcheren is hierdoor 1534 ha beschikbaar gekomen. Met deze gronden zijn 212 landbouwbedrijven gesaneerd van een gemiddelde grootte van 6,2 ha tot een van 10,3 ha en 29 tuinbouwbedrijven van 1,3 ha tot 2,2 ha.

Door de sanering hebben enige kleine boeren moeite met hun vergrote bedrijf en de soms te klein geworden bedrijfsgebouwen, doch d.m.v. de nazorg zal dit spoedig tot het verleden behoren. Terwille van de nazorg zal tevens op geheel Walcheren een regionaal grondonderzoek uitgevoerd worden.

De op vertrokken eigenaren-gebruikers liggende plicht om hun grond te verpachten geeft de pachter geen afdoende zekerheid voor de toekomst, omdat de mogelijkheid bestaat, dat na 12 jaar een zoon van de vertrokken boer uit de N.O.P. naar het ouderlijk bedrijf terugkeert en de eigendommen van zijn vader zelf wil gaan exploiteren. Bij de uitvoering zijn enkele problemen naar voren gekomen, toen bleek, dat de beschikbaar gestelde grond niet steeds daar lag, waar de grootste saneringsbehoefte bestond. De sanering heeft daarom b.v. in Westkapelle niet een optimaal resultaat kunnen boeken, terwijl elders grond overbleef. Op deze gronden is de Stichting tot het Beheeren van Landbouwgronden overgegaan tot boerderijbouw.

Ook voor sanering bij normale ruilverkavelingen dient grond ter beschikking te komen. Zouden op deze wijze nieuwe gebieden gekoloniseerd worden, dan vermindert de agrarische bevolkingsdruk. Dit laatste geschiedt niet, indien in nieuwe gebieden slechts aan overtollige boerenzoons gronden uitgegeven worden. Het resultaat van de Commissie Hofstee moet worden afgewacht.

2. Herverkavelingswet noodgebieden

In Augustus 1953 heeft de Staten-Generaal de Herverkavelingswet Noodgebieden aanvaard. Bij deze wet wordt de Herverkavelingswet Walcheren van toepassing verklaard op Schouwen-Duiveland, Tholen, Zuid-Beveland ten Zuiden van de lijn Borsele–'s Gravenpolder, en de polder Waarde. De totale oppervlakte bedraagt zodoende ± 35000 ha. In Kruiningen, alwaar juist na twee inundaties de ruilverkaveling was gereed gekomen, is herstel mogelijk door schadevergoeding op basis van de Wet op de Watersnoodschade. In verband met het beschikbare apparaat kunnen zonder overwegende bezwaren niet meer blokken in behandeling genomen worden.

Door de ramp van 1 Februari 1953 werd in de betreffende gebieden aan de grond een zodanige schade toegebracht, dat gezien de vóór de ramp bestaande landbouwkundige toestanden herstel in de oude toestand niet verantwoord is.

Toepassing van de normale ruilverkavelingsprocedure zou het bezwaar hebben, dat eerst gestemd zou moeten worden en wanneer ruilverkaveling bij wet opgelegd moest worden, zou dit nog geen voorziening geven voor de regeling van het herstel van de schade aan de grond in natura. Schatting op basis van de Ruilverkavelingswet is evenmin mogelijk, men denke hierbij aan de inbreng van kreken, die vroeger cultuurgrond waren. Bovendien zou sanering moeilijk uit te voeren zijn. Tenslotte zouden de organisatorische problemen geen bevredigende oplossing kunnen vinden, omdat de schade met Rijksgeld hersteld wordt en dus niet te volstaan is met een uit belanghebbenden bestaande Plaatselijke Commissie.

De totale kosten worden op ongeveer 130 millioen gulden geschat.

Voor het gehele gebied is één Herverkavelingscommissie benoemd. De instructie, in overleg met de Centrale Commissie vastgesteld, bevat mede de taak van de Centrale Commissie (met betrekking tot onderdelen uit verkavelings- en cultuurtechnisch oogpunt) en de taak en plaats van de in elk blok uit 8–12 personen bestaande ingestelde Agrarische Commissie. Deze Agrarische Commissies zullen met het oog op de agrarische belangen in bepaalde zaken geraadpleegd moeten worden door de Herverkavelingscommissie, die een overwegend ambtelijk karakter draagt i.v.m. de kostenbetaling door het Rijk. Na de tweede schatting wordt een deel van de kosten door de belanghebbenden terugbetaald, op basis van het verschil met de eerste schatting.

Ten aanzien van de sanering valt op te merken, dat 2400 ha grond gereserveerd zal worden in de Noordoostpolder, Braakman en Quarlespolder. De vertrekkenden moeten hun grond in eigendom aan de S.B.L. overdragen.

De genoemde 2400 ha maken ongeveer 10 % van de totale oppervlakte cultuurgrond uit. Op Walcheren bedroeg dit percentage 20. De oorzaak is zowel gelegen in het voorkomen van grotere bedrijven als in de zeer intensief gevoerde kleine bedrijven, die ingesteld zijn op grove tuinbouw en arbeidsintensieve akkerbouwgewassen (op een bedrijf van ongeveer 4 ha is reeds een volledige arbeidskracht noodzakelijk).

Tevens worden faciliteiten verleend aan hen, die willen emigreren en waardoor grond beschikbaar kan komen.

E. BESLUIT

Het vorengaande moge, uitgaande van de veronderstelde elementaire kennis omtrent ruilverkaveling en herverkaveling, enig inzicht gegeven hebben in deze begrippen en de wettelijke maatregelen in Nederland.

Uit de behandelde problemen blijkt duidelijk, dat ruilverkaveling van een zuiver agrarische aangelegenheid in de loop der jaren tot een alomvattend agrarisch ontwikkelingsplan is uitgegroeid, waarbij ook de Overheid steeds meer wordt betrokken. Trouwens de situatie in de landbouw doet de vraag naar en de noodzaak tot ruilverkaveling steeds meer toenemen, omdat slechts door rationalisatie en intensivering de landbouw gezond kan blijven. Ook de levensvreugde van de boer zal na ruilverkaveling toenemen door de betere wijze, waarop hij zijn bedrijf zal kunnen voeren.

Een juiste voorzorg, gevolgd door een doeltreffende uitvoering en een verantwoorde nazorg, in samenwerking met de maatschappelijke organisaties voor het niet-technische deel, zal hiervoor onontbeerlijk zijn.

LITERATUUR

Besluit van den secretaris-generaal van het Departement van landbouw en visscherij tot wijziging van de ruilverkavelingswet 1938. *Ned. stct* no 139, 21 Juli 1941.

Besluit van den secretaris-generaal van het Departement van landbouw en visscherij betreffende de ruilverkavelingswet 1938. *Ned. stct* no 183, 19 en 20 Sept. 1941.

Besluit van 5 September 1945, houdende opheffing van de schorsing van diverse besluiten en beschikkingen, genomen gedurende den bezettingstijd en in betrekking staande tot het Ministerie van voedselvoorziening, landbouw en visscherij (S. no F 162).

Bodemproductiebeschikking 1949: Bosbouw en houtteelt. *Ned. stct* no 184, 21 September 1949.

Bodemproductiewet 1939; wet van 24 Juni 1939 (S. 632), laatstelijk gewijzigd bij de wet van 22 Juni 1950 (S.K 258), houdende regelen met betrekking tot de bodemproductie in geval van oorlog, oorlogsgevaar of andere buitengewone omstandigheden. Editie Schuurman & Jordens, no 78, 1952.

BOTTER, G. Ruilverkaveling en pacht. *De Pacht* 7 2 (1947) 31–32.

BOUWMAN, L. H. Ruilverkaveling. Leiden, 1951.

DIJK, Dr Ir L. J. VAN. Ruilverkavelingsrente en pachtverhoging. *De Pacht* **13** 8 (1953) 226–239.

GOEDE, A. P. M. DE. Ruilverkaveling; enkele aantekeningen bij het ruilverkavelingscongres voor de landen van de Benelux. *Org. Ver. techn. ambtenaren van het kadaster* **10** 5 (1952), 175–179.

HENKEL, F. De schatting bij de ruilverkaveling. *Landbouwk. T.* **61** 5/6 (1949) 293–297.

HELLINGA, Prof. Ir F. Efficiency bij ruilverkavelingen. *T. voor kadaster en landmeetk.* **66** 6 (1950) 264–272.

——— en Ir R. MARIS. Perceelsvorm en -grootte, mede in verband met de weglengte: Een verkavelingsstudie. *T. voor kadaster en landmeetk.* **69** 1 (1953) 3–15.

HOUWING, Prof. Mr PH. A. N. Pacht en ruilverkaveling. *De Pacht* **12** 3 (1952) 66–73.

Inleidingen voor het ruilverkavelingscongres van de landen van de Benelux (te houden op 12, 13 en 14 Juni 1952 in Hotel Mastbos te Breda). Nederl. Heidemij, 1952.

JONKERS, Ir R. De ruilverkavelingsovereenkomst I. *T. Nederl. Heidemij* **63** 2 (1952) 54–59.

KORTE, Mr H. C. P. Die Flurbereinigung in West-Europa. *Agrarpolitische Revue* **9** 75/76 (1952) 37-64.

——— Het ontwerp ruilverkavelingswet. *T. voor kadaster en landmeetk.* **69** 4 (1953) 239–251.

KÜPPER, F. P. Massnahmen vor und nach der Flurbereinigung. *Mitt. Deutschen landwirtschafts-Gesellschaft* **68** 11–12 (1953) 261–264.

De landbouwexploitaties voor het probleem van de ruilverkaveling. Nationale maatschappij voor de kleine landeigendom, Brussel, 1952.

MESU, Ir F. P. Cultuurtechnische werken nu en in de toekomst. *Landbouwk. T.* **62** 11 (1950) 912–923.
——— Die Güterzusammenlegung in Dienste des Wiederaufbaues und der Wirtschaftsplanung in den Niederlanden. *Schweiz. Z. für Landes-, Regional- und Ortsplanung* **8** 3 (1951) 108–116.
Natuurbeschermingsbeschikking van 2 April 1940. *Ned. stct* no 67, 5 en 6 April 1940.
Oriënterend onderzoek naar de wenselijkheid van herverkaveling in het rampgebied van Z.W. Nederland. Nota no 103 van het Landbouw-economisch instituut, 1953.
Prae-adviezen van de werkgroep „Landbouwwegen". Koninklijk instituut van ingenieurs (Sectie voor cultuurtechniek) en Nederl. genootschap voor landbouwwetenschap (Studiekring voor cultuurtechniek), 1953.
Report of the Working Party of Specialists on the Consolidation of fragmented Agricultural Holdings. F.A.O. Agr. Division, Land and Water Use Branch. Rome, 14–18 Dec. 1953.
RIENKS, Ir A. Reallocation of farm land in the Netherlands. *Intern. J. of agrarian affairs* **I** 4 (1952) 33–43.
——— Ruilverkaveling en pacht. *De Pacht* **7** 8 (1947) 178–183.
Ruilverkaveling. *Waterschapsbelangen* **36** 8 (1951) 87.
Ruilverkaveling; nota van de Stichting voor den landbouw in overleg met de Nederlandsche Heidemaatschappij en de Cultuurtechnische Dienst. *Meded. Stichting voor de landbouw* **4** (1949) 15–20.
Ruilverkaveling ten behoeve van stads- en dorpsuitbreiding. Uitgave van de Technische dienst der Noord-Brabantsche streekplannen, 's Hertogenbosch, 1936.
Ruilverkavelingswet 1938; wet van den 20sten Mei 1938 (S. 618), houdende nieuwe bepalingen omtrent ruilverkaveling, gewijzigd bij besluit van den secr.-gen. van het Departement van landbouw en visscherij van 19 Juli 1941. *Ned. stct* 1941, no 139. Editie Schuurman & Jordens no 101, 1943.
Ruilverkavelingswet; ontwerp van wet. Tweede Kamer der Staten Generaal, stuk 2063, no 1–25, Handelingen blz. 3950–4023; Eerste Kamer der Staten Generaal Zitting 1953–1954, no 196, Eindverslag van de Commissie van Rapporteurs en Handelingen.
SCHEPEL, Mr A. F. De ruilverkavelingswet 1938. Alphen aan den Rijn, 1938.
——— Supplement op de ruilverkavelingswet 1938. Alphen aan den Rijn, 1942.
STAF, Ir C. Herverkaveling. *T. voor kadaster en landmeetk.* **64** 2 (1948) 85–88.
Verslagen van de Centrale Cultuurtechnische commissie en de Cultuurtechnische Dienst, 1936–1953.
VISSER, Ir W. C. Gedachten en getallen over de geldelijke gevolgen van ruilverkavelen. *Landbouwk. T.* **62** 12 (1950) 993–1010.
WERFF, Ir W. A. VAN DER. Ruilverkaveling. *T. voor kadaster en landmeetk.* **66** 5 (1950) 199–214.
——— De sanering van kleine bedrijven op Walcheren. *Meded. Stichting voor de landbouw* **8** 16 (1953) 287.
Wet van 27 November 1947, houdende vaststelling van de herverkavelingswet Walcheren (S. no H 400).
Wet van 26 September 1950, houdende enige voorzieningen met betrekking tot een aantal uitvoeringsvoorschriften van de bodemproductiewet 1939: Overgangswet bodemproductie 1950 (S.K 413).
Wet van 7 Augustus 1953, houdende regelen met betrekking tot de agrarische wederopbouw en de herverkaveling van gebieden in de provincie Zeeland in verband met de watersnood in Februari 1953: Herverkavelingswet Noodgebieden (S. no 444).
Wet van 7 Augustus 1953, tot regeling aangaande enkele rechtshandelingen met betrekking tot landbouwgronden: Wet op de vervreemding van landbouwgronden (S. no 446).

RUILVERKAVELING: RESULTATEN EN NAZORG

Ir G. J. TER BRUGGE

1. Inleiding

De ruilverkaveling vormt een allround cultuurtechnisch werk bij uitnemendheid. Het is geen wonder, dat ingrijpende werkzaamheden van een ruilverkaveling, waarmede vaak zeer hoge bedragen zijn gemoeid, niet alleen duurzame veranderingen tot gevolg hebben, doch dikwijls het aanzien van een gehele streek wijzigen. Een typisch voorbeeld is het gebied tussen Zwolle en Meppel. Enerzijds werd een drassig gebied (o.a. langs het Lichtmiskanaal), dat vrijwel elke winter blank stond, ontwaterd en bewoonbaar gemaakt, anderzijds werd de bedrijfsindeling van de boerderijen in Staphorst grondig gewijzigd. Zo zijn er nog vele gevallen aan te wijzen in vrijwel alle provincies. De ruilverkaveling heeft vele aspecten, waarvan hier enkele in het oog vallende worden behandeld. Het is niet mogelijk dit uitputtend te doen. Met enkele voorbeelden uit de provincie Gelderland zal getracht worden de invloed van de ruilverkaveling na te gaan op de planologie, het landschap en de bedrijfseconomische structuur.

2. Planologie

Hoewel bij de toepassing van de ruilverkavelingswet het bevorderen van de landbouwbelangen voorop staat, wordt tegelijkertijd ruimtekunde bedreven. Men kan erover twisten hoe ver men hierin kan of moet gaan, een feit is, dat in het buitenland reeds bewust in deze richting wordt gedacht. Beziet men de ontwikkeling in Nederland, dan is eveneens duidelijk, dat in de laatste jaren niet alleen de blokken groter genomen zijn, doch dat tevens ruimtekundig meer rekening is gehouden met de omgeving. Bij de voorbereiding van een ruilverkaveling kan hier niet genoeg aandacht aan geschonken worden. In het verleden werden de ruilverkavelingsblokken dikwijls teveel beperkt tot het landbouwkundig noodzakelijke. De cultuurconsulent neemt bij de voorbereiding van een ruilverkaveling door het bepalen van de blokgrens reeds een belangrijke beslissing. Want deze blokgrens is straks beslissend of een Rijksweg, een kanaal of een uitbreidingsplan als dan niet op een eenvoudige wijze gerealiseerd kan worden. De landbouwbelangen worden hier – al is het dikwijls indirect – zeer zeker gediend. Kan men normaal spreken van het dienen der landbouwbelangen d.m.v. de verkaveling, vele planologische maatregelen zullen de landbouwbelangen schaden, indien uitgevoerd zonder ruilverkaveling. Getracht zal worden dit met enkele voorbeelden te verduidelijken.

De aanleg van een Rijksweg kan een gebied ontsluiten en ook de landbouwkundige ontwikkeling bevorderen. Veelal zijn echter de directe landbouwbelangen hier ver te zoeken. Wordt een dergelijke weg door een landbouwgebied aangelegd, zonder ruil-

verkaveling, dan volgt meestal onteigening met vaststelling van omrijschade, vormschade enz. Dit geschiedt zo volledig mogelijk, doch de boer is meestal niet gebaat bij een bedrag aan geld. De betreffende boeren blijven zitten met een vrijwel eeuwigdurende last. Door middel van de ruilverkaveling kan het verlies aan grond over een veel groter gebied worden uitgesmeerd, terwijl de omrij- en vormschade tot het uiterste wordt teruggebracht. Voorbeelden in Gelderland zijn o.a. voor de Rijksweg no. 12 (beter bekend als het Hazenpad) de ruilverkavelingen *Veenendaal* en *Duivense broek*. Wat hiervoor van de Rijkswegen gezegd is, gaat in beperktere mate ook op voor provinciale en tertiaire weg. Zijn hier de nadelen soms niet zo evident, hiertegenover staat, dat de directe landbouwkundige voordelen ook meer aanwijsbaar zijn. Typische voorbeelden van blokken met grote lengtes aan nieuwe provincialewegen zijn *Maurikse Wetering* en *Maas en Waal-West*.

Fig. 1. Nieuwe tertiaire weg in de ruilverkaveling Ochten-Dodewaard

Fig. 2. Ontsluiting van de komgronden in de ruilverkaveling Maurikse Wetering

Bij de landbouwwegen spelen ook ruimtekundige vraagstukken een rol. Bij het traceren van landbouwwegen en (of) het verharden hiervan, kan niet worden volstaan met de studie van de ontsluiting van de kavels als zodanig, doch moet stellig eveneens – en zeker niet op de laatste plaats – gelet worden op het verkeer tussen de boerderij en het dorp (zuivel fabriek, Coöperatie) en tussen de dorpen en buurtschappen onderling. Hierbij blijkt maar al te vaak, dat de gemeentebesturen te weinig aandacht schenken aan de periferie van hun gebied, behalve... waar het betreft de bestemming tot woonwagenkamp! De Cultuurconsulent behoort dan ook aan de ontsluiting van het „niemandsland" (de strook aan weerszijden van de gemeentegrens) grote aandacht te schenken. Planologische maatregelen in engere zin zijn b.v. het realiseren van een uitbreidingsplan en streekplan. Met name hebben vele gemeentebesturen grote moeilijkheden om aan geschikt bouw-, sport- of industrieterrein te komen. Uitbreiding van begraafplaatsen geeft veelal moeilijkheden. Deze moeilijkheden bestaan dan uit het aanwezig zijn van boerderijen of goede landbouwgronden. Door middel van de

ruilverkaveling is het weer mogelijk het verlies aan grond over een grote oppervlakte uit te smeren, terwijl door verplaatsing van een boerderij èn voor de boer èn voor de gemeente soms ongedachte mogelijkheden geopend worden. Ter voorkoming van misverstand zij hier uitdrukkelijk gesteld, dat het nimmer de bedoeling kan zijn om de gemeente voor een koopje in het bezit van de grond te stellen. Het is niet het financiële voordeel wat het in het oog springt. Tenslotte is vrijwel iedere oplossing met geld te verkrijgen. Waar het hier echter om mensen en hun bestaan gaat, geeft de ruilverkaveling een oplossing, welke een ieder kan bevredigen. Zo konden in vrijwel alle Gelderse verkavelingen door samenwerking met de gemeentebesturen of de ontwerpers van uitbreidingsplannen, de directe aanleg van bouw-, sport- en industrieterreinen bevorderd worden, terwijl in twee gevallen de uitbreiding van een begraafplaats gerealiseerd werd, waartoe de gemeenten alleen geen kans zagen.

Bij deze ruimtekundige ordening – waar dus duidelijke landbouwbelangen gediend worden – is steeds weer gebleken, dat de blokgrens nooit te ruim werd genomen, doch steeds weer te eng. Het wordt moeilijker als de planologische maatregelen nog niet vaststaan. Zelfs dan heeft men de plicht zo ver te gaan als maar enigszins te verantwoorden valt. Een typisch voorbeeld hierbij vormen de bebouwde kernen. In de laatste tijd wordt het steeds meer gebruikelijk om boerderijen uit de buurtschappen en dorpen te verplaatsen naar de bijbehorende gronden. Welke boerderijen dit zullen zijn, valt van te voren moeilijk te voorspellen. De overblijvende gronden in het dorp moeten meestal direct gebruikt worden voor bouwterrein. Wanneer deze terreinen niet in het blok gelegen zijn, is men op onderhandeling aangewezen. Ook hier is dus een ruime blokgrens noodzakelijk.

3. Het landschap

Het mag als bekend worden verondersteld, dat in de laatste jaren de afdeling landschapsverzorging van het Staatsbosbeheer voor alle ruilverkavelingen een landschapsplan opstelt. Hierbij wordt niet alleen de beplanting geregeld, doch ook invloed uitgeoefend op het tracé van de wegen en waterlopen.

Het is zeer wel mogelijk, dat in het verleden en wellicht ook thans nog in een enkel geval het wegenstramien van een ruilverkaveling te rechtlijnig werd gehouden, waardoor het landschap enig geweld werd aangedaan. In het algemeen zijn deze klachten – vaak het gevolg van incidentele gevallen – schromelijk overdreven. Van alle ruilverkavelingen in Gelderland kan slechts in enkele gevallen een geringe schade aan het landschap worden vastgesteld. In verreweg het merendeel der gevallen kan echter van een sterke vooruitgang van het landschap worden gesproken. Uit landschappelijk oogpunt kunnen verkavelingen in deze provincie ingedeeld worden in verkavelingen op de klei en op het zand.

Niet ontkend kan worden, dat in de zandverkavelingen als gevolg van de nieuwe kavelindeling wel eens een walletje of een bosje verdwijnt. Het ene toedelingsplan houdt meer rekening met de bestaande toestand dan het andere. Hier staat tegenover

Fig. 3. Landschappelijk juiste bestrating in Aalten

dat door het verharden van zandwegen een veel groter stuk van de natuur voor de massarecreatie ontsloten wordt. Hiertegen wordt dan weer aangevoerd, dat de zo hoog nodige rust wordt verstoord. Men dient echter scherp te onderscheiden, dat natuurbescherming en recreatie twee begrippen zijn, waarbij op dit puntde belangen niet samengaan.

Sterk geldt dit b.v. voor het blok *Veenendaal*. Enerzijds zijn hier een terrein als „de Hel" en nog een blauwgrasterrein door de Staat beschermd. Aan de andere kant is het terrein grondig veranderd. Vroeger kwamen hier slechts enkelen. Als gevolg van de verharding der wegen komen er thans velen, en genieten o.a. van de vergezichten op de Grebbeberg.

Bij kleiverkavelingen op de komgronden ligt de zaak weer geheel anders. Als gevolg van de altijd weer terugkerende overstromingen en de kaalkap van de laatste oorlog, is hier een boomloos landschap ontstaan, waar voor de tourist geen smaak of geur aan is. Als gevolg van een verzorgd landschapsplan zullen deze gebieden op den duur zeer aan schoonheid winnen. Over enige jaren kent men deze gebieden niet meer terug. Het is de vraag of de door het Staatsbosbeheer zo zeer nagestreefde openheid van het landschap zo zorgvuldig moet worden bewaakt. In sommige gevallen daalt de grondwaterstand bijna een meter. Het landschap moet zich hierbij plantensociologisch aanpassen. Wellicht ware het juist hierbij de vraag te stellen of het niet aanbeveling zou verdienen om meer dan één landschapsarchitect gelegenheid te geven deze eentonige vlakten „aan te kleden". Hoe het ook zij, hier staat tegenover vrijwel geen verlies, een zeer grote landschappelijke winst.

4. Bedrijfseconomische voordelen

Het merkwaardige feit doet zich voor, dat waar de landbouwkundige voordelen toch zo sterk spreken – niet voor niets worden de boeren hierdoor juist gewonnen – er zo weinig nauwkeurige gegevens bekend zijn.

Hiervoor zijn echter wel redenen aan te voeren. In de eerste plaats zijn de voordelen voor elk bedrijf verschillend. Men kan het niet voor een of meerdere bedrijven

uitrekenen en er dan een rekensom van maken en het voordeel voor het gehele blok bepalen. Sprekende voorbeelden worden door de tegenpartij als overdreven beschouwd, terwij minder goede voorbeelden weinig zeggen. In de tweede plaats zijn de voordelen soms van tijdsbesparende aard. Deze tijdsbesparing moet echter op een andere wijze weer ter nutte worden gemaakt. Dit is moeilijk na te gaan. Doordat de boer niet gewend is zijn eigen werkkracht in geld om te rekenen blijft een scherp inzicht achterwege. Men leze slechts de beschouwingen over de L.E.I.-berekeningen. In de derde plaats geeft de boer niet graag een inzicht in zijn financiële toestand, uit vrees voor de fiscale gevolgen.

Om een beter inzicht in deze materie te krijgen, lijkt het mij wenselijk, dat in meer dan één blok van enkele bedrijven een nauwkeurige tijdschrijfstudie wordt verricht en wel enige tijd vóór het plan van toedeling en daarna. Tevens kan nagegaan worden de vruchtwisseling, de veesterkte enz. Voorts zouden voor een geheel afgerond gebied de melkgegevens op dezelfde wijze moeten kunnen worden opgenomen, en voorts het kunstmestverbruik en zo mogelijk de bruto opbrengsten.

De Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst beschikt reeds over enige gegevens dienaangaande en men wil ook sterk in deze richting doorgaan. Zo heeft J. DE JAGER (1951) bij het onderzoek in een ruilverkaveling in de gemeente Delfzijl gevonden, dat wegverhardingen een sterke invloed hebben op de vruchtopvolging. Nadat hier de vruchtopvolging gedurende meer dan 20 jaar bestudeerd was, bleek het percentage graangewassen met het groter worden van de afstand toe te nemen, vooral van tarwe en haver. Daarentegen werden bieten dichter bij huis verbouwd of aan harde wegen. Hetzelfde komt naar voren uit een onderzoek van T. DOUMA (1953), die enkele ruilverkavelingen op de zandgebieden in Oost Nederland onder de loupe neemt. Hij komt daarbij tot de conclusie dat wegverharding eenzelfde effect heeft als afstandsverkorting. Voorts berekent hij, dat om een zo hoog mogelijk nuttig effect te bereiken het noodzakelijk is om in vele gevallen de boerderijen te verplaatsen. De voordelen hiervan – rekening houdend met de kosten – zijn zeker zo belangrijk als van de wegverhardingen.

Ir W. C. VISSER (1950) komt tot de volgende 3 tekortkomingen van onze ruilverkavelingen.

1. Er wordt nog te weinig voorlichting gegeven bij de wenszittingen.
2. Er wordt te weinig aandacht besteed aan het verplaatsen van boerderijen.
3. Er wordt te weinig aandacht aan de nazorg besteed.

Dit alles in het licht van de door hem vermelde onderzoekingen, waarbij o.a. bleek, dat in bepaalde gevallen de opbrengst per km afstand met 10 % afnam. Dit is zeer belangrijk. Afstandsverkorting brengt mede reistijdbesparing en intensivering. In de door hem genoemde gevallen bedroeg echter het aantal uren benodigd voor intensivering het dubbele van die welke beschikbaar kwamen door reistijdverkorting. Hier blijkt nog eens weer, dat een ruilverkaveling, mits goed uitgevoerd, geen werkloosheid brengt, doch werkgelegenheid schept.

Uit deze onderzoekingen blijkt overduidelijk, dat ruilverkaveling een ingrijpend iets is, zodat het noodzakelijk is om de uiteenlopende gevolgen zo goed mogelijk te voorzien. Dit eist teamwork. Zullen er echter tussen onze nieuwe polders en het „oude land" geen al te schrijnende tegenstellingen bestaan en wil er in deze gebieden geen groep bevoorrechte boeren gevormd worden, dan heeft de Staat de plicht om op zo kort mogelijke termijn hieraan tegemoet te komen door te saneren. Saneren wil dikwijls zeggen, dat het mes in bestaande toestanden gezet wordt met als gevolg verzet, leed en een soms moeilijke genezing. Als bij een operatie moet (na een voorafgaand, grondig onderzoek) de diagnose zo scherp mogelijk gesteld worden, waarna de radicale ingreep volgt. Hierbij is medewerking van de patiënt nodig, welke eerst verkregen kan worden na een juiste voorlichting. Hiermede in overeenstemming is het begrip „voorzorg", dat Ir HERWEIJER (1953) introduceerde, d.w.z. „rijpmaking" van het gehele gezin voor de saneringsgedachte. Hieraan kan niet genoeg aandacht geschonken worden.

Hierna zal op de resultaten van enkele Gelderse ruilverkavelingen iets dieper worden ingegaan.

Vooral door de ontsluiting en de betere ontwatering zijn de bruto-opbrengsten van de gebieden *Duivensebroek* en *Brakel* sterk gestegen. Niet alleen de opbrengst, doch ook de kwaliteit is sterk verbeterd. Men kan in grove trekken zeggen, dat de exploitatie van het land, welke voordien gericht was op hooigras en vetweiderij thans voor het grootste deel is omgeschakeld op het houden van melkvee.

Voorwaar een structurele verandering. Vooral voor de kleinere bedrijven betekent dit een aanmerkelijk bredere bestaansbasis. Een markant voorbeeld is een vroegere vetweider uit Brakel. Deze man heeft zich met alle macht tegen de ruilverkaveling verzet, ging met alle reclames tot de rechtbank enz. Nu heeft hij één grote kavel midden in de polder en houdt hierop de beste stamboekveestapel van de gehele Bommelerwaard! In het *Duivense broek* was zeer veel verzet. Dit verzet was het eerste gebroken bij de pachters. Thans is men zeer dankbaar. Men bezoekt veel de door het Rijk gestichte proefboerderij. Het percentage bouwland is toegenomen, evenals in Brakel en Poederoyen het percentage tuinland. De voordelen zouden nog groter zijn geweest, indien men enige boerderijen had kunnen verplaatsen. Dit was destijds door gebrek aan subsidieregeling nog niet mogelijk. Enkele flinke jonge boeren zouden dat nu nog wel willen, doch de huidige voorschriften beletten dit helaas, omdat deze als splitsingen worden aangemerkt. Toch zou hier het algemeen belang zeer gediend zijn.

Ook in de blokken *Maurikse Wetering* en *Kesteren-Opheusden* gingen sterk vermeerderde bruto-opbrengsten gepaard aan kwaliteitsverbetering. Ook hier was helaas geen boerderijenbouw mogelijk. Anderzijds kon geprofiteerd worden van het graslandverbeteringsplan. In dit plan werden Marshallgelden gebruikt voor een omschakelen op een betere graslandexploitatie.

Evenals bij het *Duivense broek* is nagegaan hoeveel grondwinst er zat in het dempen van kavelsloten en het opheffen van uitwegen. Het bleek dan, dat het grondverlies door de aftrek van wegen en waterlopen ongeveer opwoog tegen de grondwinst van

Fig. 4. Oude en nieuwe ontwatering in de ruilverkaveling „Maurikse Wetering"

het dempen van kavelsloten enz. Bij de *Maurikse Wetering* is tevens gebleken dat de z.g. „blauwe" (dat is de van de lucht afgesloten gereduceerde) kleilaag, die op ongeveer 30 à 40 cm voorkwam, of verdween of zeker een halve meter zakte na de betere ontwatering.

De komgrondenverkavelingen *Ochten-Dodewaard* en *Hedel-Ammerzoden* vertonen de voordelen van bovengenoemde gebieden zeker niet in mindere mate. Vooral bij de laatste is begonnen met het actief inschakelen van de landbouwvoorlichtingsdienst. Evenals bij de *Maurikse Wetering* werd d.m.v. grondmonsters vastgesteld in hoeverre de komgronden een tekort aan fosfor kali en kalk hadden, terwijl daarentegen bij het dorp Hedel op een duidelijk teveel aan fosfor kon worden gewezen.

Door een intensieve voorlichting mede met het graslandverbeteringsplan werden verbluffende resultaten verkregen. Het omweidings- en rantsoenbeweidingssysteem werd toegepast en als gevolg hiervan ziet men hand over hand een toenemen van de electrische afrastering. Voor vriend en vijand vormt dit een openbaring. Twee proefbedrijven in Hedel en in Zoelen laten zien, wat er op deze grond bereikt kàn worden. Het merkwaardige feit doet zich voor, dat boeren, die vroeger wars van de voorlichting waren er nu om gaan vragen. Een bekend verschijnsel in de graslanden vormde de grote hoeveelheid heermoes, de distels en de boterbloemen. Door middel van groeistofbespuitingen is dit onder de knie te krijgen. De „voorlichting" bespoot in een aantal willekeurige graslanden een aantal vierkantjes. Dit werkte zo prachtig, dat

Fig. 5. De ruilverkaveling Ochten-Dodewaard voor de Lingeverbetering

onkruidbestrijding zeer krachtig ter hand genomen werd. Voorts gingen na afloop van de ruilverkaveling velen tot drainage over, ook bij het grasland, omdat duidelijk zichtbaar was, dat slechte ontwatering de heermoesontwikkeling in de hand werkte.

Voorts werden in deze ruilverkaveling voor het eerst boerderijen opgebouwd buiten het dorp. Als gevolg van de oorlog werden vele huizen vernield. Langs alle kanten en helaas dikwijls onder veel tegenwerking is geprobeerd de boerderijen te verplaatsen. De voorlichtingsdienst slaagde er tenslotte in ongeveer 75 boerderijen in het veld op te bouwen. Aanvankelijk hadden vooral de boerinnen grote bezwaren met het oog op de gezelligheid en schoolgaande kinderen. Nu enkele jaren later zijn al deze bezwaren verstomd. Men ziet de geweldige voordelen om alle grond om de boerderij te kunnen hebben. Zelfs nu verrijzen er nog boerderijen, terwijl men maar over enkele aaneengelegen percelen beschikt. Het gevolg is geweest, dat men algemeen voor een passende regeling op dit gebied is gaan voelen. Vooral waar dit de sanering van de dorpskern tot gevolg had. In *Maas en Waal-West* kon voor het eerst, zij het dan te elfder ure, van de subsidieregeling op de boerderijen gebruik gemaakt worden. Na intensieve voorlichting – waarbij tientallen boeren in bussen naar de verkaveling *Hedel-Ammerzoden* gebracht werden – gelukte het vele boeren voor het idee te winnen. Door nu ongeveer 30 nieuwe bedrijven op de slechtste gronden te plaatsen, wist men nog ongeveer 50 à 60 bedrijven te verplaatsen.

Dit zal het gehele gebied een fundamenteel ander aanzien geven. Het valt te voorzien, dat de landbouwkundige verbeteringen zeker het dubbele zullen bedragen ten

opzichte van een verkaveling zonder boerderijenverplaatsing. Helaas lijkt het of de subsidieregeling iets te krap is opgezet, of dat de eisen, door de Overheid gesteld, te zwaar zijn. Het is zaak deze ontwikkeling nauwlettend te volgen, omdat deze boerderijenbouw een noodzakelijk sluitstuk vormt van dit type verkavelingen.

Het is bij deze verkavelingen reeds gebleken, dat een intensieve samenwerking met de landbouwvoorlichtingsdienst gewenst is. Alleen dit kan het zo moeilijke probleem voor de nazorg helpen oplossen. In het rivierenland werd dit gevonden door een van de landbouwvoorlichters te detacheren bij de Cultuurtechnische Dienst. Deze kan nu zijn gehele werkkracht voor dit probleem inschakelen. In andere gevallen werd het gevonden door een desbetreffende assistent toe te voegen aan de Plaatselijke Commissie. Een bezwaar van dit laatste is, dat deze de procedure voor de ruilverkaveling eerst onder de knie hebben als deze is afgelopen. Ditzelfde geldt helaas ook in vele gevallen voor de Plaatselijke Commissieleden. Heeft men de beschikking over iemand, die het vak kent, dan heeft dit veel voor.

Ook in de Achterhoek, waar men evenals in Drente en Overijsel, sterk aan de grond gehecht is, stellen de boeren zich meer en meer op ruilverkaveling in.

De resultaten beginnen b.v. in *Lievelde* duidelijk merkbaar te worden door een betere verzorging van de espercelen. Vooral als gevolg van de resultaten der grondmonsters was de voorlichting in staat aan de nieuwe eigenaren mede te delen hoe de vruchtbaarheidstoestand van hun percelen was. Hier kon, vooral op de es, sterk bespaard worden op de fosforbemesting, zelfs voor enkele jaren. Daarentegen was de zuurgraad veelal te laag, zodat vele percelen bekalkt moesten worden. Uit gesprekken met boeren bleek, dat men vooral de arbeidsbesparing op prijs stelde. Zowel bij het melken als bij de oogst, vallen nu de voordelen van wegverharding in het oog. Deze spreken hier zelfs zo sterk, dat het naburige dorp Zieuwent, dat wellicht na Staphorst de slechtste verkaveling van ons land had, thans om ruilverkaveling roept, nadat het zich tientallen jaren zeer sterk hiertegen verzet heeft.

Al zijn de resultaten helaas niet altijd meetbaar in concrete hoeveelheden, toch staat het vast, dat de baten groter zijn dan de lasten. Dit blijkt gelukkig uit het feit, dat de boeren zelf ruilverkaveling propageren en wel op een dusdanige wijze, dat een zware druk op de desbetreffende diensten wordt uitgeoefend.

5. Nazorg

Tenslotte nog enkele opmerkingen over de nazorg, die van groot belang geacht moet worden.

Onder nazorg wordt die activiteit en hulp van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst verstaan, welke maakt, dat de ruilverkaveling zijn volle rendement levert en houdt. In engere zin slaat dit dan op de landbouwkundige zorg voor de kavels. Wordt het element sanering ingevoerd, dan wordt het complex van maatregelen veel en veel groter en moet eveneens met het begrip voorzorg rekening gehouden worden.

Over de nazorg is het laatste woord nog niet gesproken. In een ruilverkaveling als *Maas en Waal-West* (8400 ha) blijkt, dat twee van de allerbeste mensen van de landbouwvoorlichting de problemen nog maar nauwelijks de baas kunnen. In dergelijke komgrondgebieden met grote saneringsmoeilijkheden, inclusief het verplaatsen van boerderijen is het detacheren van enkele assistenten niet voldoende. Waar ook de jeugd en de vrouwen bij het vraagstuk betrokken zijn, kan gesproken worden van een stuk maatschappelijk werk, hetgeen ook blijkt uit de activiteit en hulp van de standsorganisaties op dit gebied.

Het is zeker dat voor deze vorm van voorlichting en ruilverkavelingshulp een aparte oplossing gezocht moet worden.

LITERATUUR

DOUMA, T. Enkele economische aspecten van ruilverkaveling in een zandgebied in Oost Nederland (voordracht no 65). 1953. (intern, geen off. publ.).

HERWEIJER, Ir S. en Ir M. FROUWS. De ontwikkeling van de landbouw, in het bijzonder door de uitvoering van cultuurtechnische werken. *Het Gemenebest*, 1954 (nog niet gepubl.).

HERWEIJER, Ir S. Enkele agrarische aspecten van het herstel in het rampgebied (Inleiding op het 100e landhuishoudkundig congres 18 September 1953 te Den Bosch).

JAGER, J. DE. Wegverharding (voordracht no 50). 1951. (intern, geen off. publ.)

VISSER, Ir W. C. Gedachten en getallen over geldelijke gevolgen van ruilverkavelingen. *Landbouwk. T.* **62** 12 (1950).

HERONTGINNING

Ir W. M. OTTO

1. Inleiding

In het verleden werd bij de ontginning van vele Nederlandse cultuurgronden ter besparing van kosten, door gebrek aan werktuigen of uit onwetendheid vaak een grondbewerking toegepast, welke volgens de huidige landbouwkundige normen als onjuist of onvoldoende moet worden beschouwd.

Het gevolg hiervan is, dat bij een deel van onze cultuurgronden in het bodemprofiel lagen voorkomen welke in verband met hun physische of chemische gesteldheid een meer of minder schadelijke invloed uitoefenen op de plantenproductie. Bovendien vertonen vele cultuurgronden een ongelijke ligging van het maaiveld doordat men bij de ontginning de egalisatie geheel of grotendeels achterwege liet. Ook deze ongelijke ligging kan op verschillende manieren een belemmering vormen voor goede bedrijfsresultaten.

Een, volgens de tegenwoordige opvattingen, goede ontginning vereist echter in vele gevallen een aanmerkelijk groter grondverzet, waardoor ook de kosten aanzienlijk hoger komen te liggen. Hetzelfde geldt voor een z.g. herontginning, welke de hierboven vermelde bezwaren moeten elimineren.

Het is daarom begrijpelijk, dat goede ontginningen en herontginningen eerst op grotere schaal werden uitgevoerd sinds hierbij van overheidswege belangrijke subsidies werden verleend. Aanvankelijk, in de twintig- en dertiger jaren, werd deze subsidie in hoofdzaak verleend ter verruiming van de werkgelegenheid; later, in en na de tweede wereldoorlog, mede ter verhoging van de productie in de landbouw en ter verlaging van de productiekosten.

Herontginning kan worden omschreven als een grondverbetering op cultuurgronden, waarbij:

1. harde of storende lagen in het bodemprofiel worden gebroken, en/of
2. de opbouw van het bodemprofiel wordt gewijzigd, en/of
3. de ondergrond wordt geëgaliseerd.

De naam „herontginning" wordt vaak alléén gebruikt voor grondverbeteringen op dalgronden en hogere zandgronden. Bij de hierboven gegeven omschrijving moeten echter soortgelijke verbeteringen op andere cultuurgronden eveneens tot de herontginning worden gerekend.

Volledige statistische gegevens met betrekking tot de totale oppervlakte en kosten van uitgevoerde herontginningen ontbreken. Vermoedelijk worden echter de meeste herontginningen gesubsidieerd door de Dienst Uitvoering Werken of door de Cultuurtechnische Dienst.

Onderstaande cijfers betreffen uitsluitend door de Cultuurtechnische Dienst gesubsidieerde herontginningen en hoewel deze cijfers dus slechts betrekking hebben op een gedeelte van de in totaal uitgevoerde herontginningen, geven zij toch een indruk van de omvang hiervan.

Gemiddelde jaarlijkse omvang van herontginningen in de periode 1949 t/m 1952, uitgevoerd als kleinere objecten voor particulieren en als grotere objecten in ruilverkavelingen en voor gemeenten en waterschappen

Groningen	320 ha
Friesland	154 „
Drente	226 „
Overijsel	603 „
Gelderland	504 „
Utrecht	113 „
Noord Holland	266 „
Zuid Holland	56 „
Zeeland	168 „
Noord Brabant	1585 „
Limburg	156 „
Totaal	4151 ha

Er werd dus gedurende de periode 1949 t/m 1952 onder auspiciën van de Cultuurtechnische Dienst gemiddeld rond 4000 ha per jaar herontgonnen, hetgeen bij de tegenwoordige kosten overeenkomt met een investering van 10 à 15 millioen gulden per jaar. Bij een gemiddelde meeropbrengst van 25 % werd hiermede een oppervlakte „landwinst" van 1000 ha verkregen.

Bij uitvoering in handkracht met een gemiddelde arbeidsintensiteit van 1½ manjaar per ha werd dus in genoemde periode gemiddeld een hoeveelheid werkgelegenheid van 6000 manjaren geschapen.

2. Landbouwkundige grondslagen

Zoals vermeld, kan men bij herontginning in principe onderscheid maken tussen 3 maatregelen, welke al dan niet gecombineerd kunnen worden toegepast.

a. Breken van storende lagen

Indien in een bodemprofiel bepaalde lagen voorkomen, welke ten gevolge van hun structuur onvoldoende toegankelijk zijn voor plantenwortels en/of onvoldoende doorlatend zijn voor water, dan geeft dit aanleiding tot:

1. een belemmering van de wortelontwikkeling van het gewas en
2. een ongunstige waterhuishouding in de grond.

De schadelijke invloed van een storende laag is als regel groter naarmate deze dichter onder het maaiveld optreedt. De klimatologische omstandigheden kunnen de schadelijke invloed van een storende laag op de waterhuishouding zowel versterken, namelijk bij natte winters en droge zomers, alsook verzwakken, namelijk bij droge winters en natte zomers.

Door het breken van storende lagen bereikt men dus naast een meer of minder grote opbrengstverhoging tevens een grotere oogstzekerheid.

Voorbeelden van storende lagen zijn:

op de middelhoge heideontginningsgronden: de oerbanken en vaste koffielagen,

op de dalgronden: de onvergraven veenresten en smeerlagen,

op de schaltergronden: het cuspidatum veen.

b. Wijziging van de profielbouw

Indien in een bodemprofiel, met name in de bovengrond, bepaalde lagen voorkomen met ongunstige chemische, physische of mechanische eigenschappen, dan kan dit aanleiding geven tot tal van landbouwkundige bezwaren, welke hier verder onbesproken blijven.

Een grote verbetering kan dan soms verkregen worden door een wijziging van de profielbouw. Hierbij worden slechte lagen in de bovengrond verwisseld met lagen van betere kwaliteit uit de ondergrond, dan wel bedekt door grond, welke zowel uit de ondergrond ter plaatse als ook uit de nabije omgeving kan worden ontleend. Ook verwijdering van bepaalde lagen kan in sommige gevallen noodzakelijk zijn; de grond wordt dan afgevoerd.

Voorbeelden van wijziging van de profielbouw zijn:

op middelhoge heideontginningsgronden: verwisseling van de humusarme slecht vochthoudende loodzandlaag met de hieronder liggende „koffielaag",

op veengronden: bedekking met een laagje zand, dat uit de ondergrond wordt opgespit, uit sloten wordt ontleend of uit nabijgelegen zandkoppen wordt ontgraven. Deze bezanding heeft in verschillende opzichten een gunstige werking. In de eerste plaats wordt de draagkracht van de bovengrond verhoogd, waardoor beweiding en bewerking met zware werktuigen mogelijk wordt. Vervolgens wordt de waterhuishouding van de grond gunstig beïnvloed, doordat bezand veen aanmerkelijk minder water verdampt dan onbezand veen. Tenslotte wordt ook de gemiddelde temperatuur van de bovengrond door een bezanding verhoogd, terwijl de op onbezande veengronden veelvuldig optredende nachtvorsten grotendeels worden voorkomen.

op zeekleigronden: bedekking van een kalkarme of zure bovengrond met kalkrijke klei of zavel welke uit de ondergrond wordt opgespit of opgeploegd of welke uit nabijgelegen kreekruggen wordt ontgraven en opgebracht, het zg. „bekleien".

c. Egalisatie van de ondergrond

Hoewel Nederland het aanzien van een vlak land heeft, is de landbouwkundige betekenis van de betrekkelijk geringe hoogteverschillen op vele cultuurgronden zeer groot. De geologische en bodemkundige oorzaken van deze hoogteverschillen buiten beschouwing latende, kan geconstateerd worden, dat vrijwel alle zandgronden in Nederland een zwak golvend microreliëf vertonen met hoogteverschillen van één of enkele meters op korte afstand, waarbij vorm en afmetingen van hoge en lage delen doorgaans geheel onregelmatig zijn. Ook op de rivier- en zeekleigronden treft men vaak dergelijke hoogteverschillen aan, zij het, dat hier de vorm en afmetingen van de hoge en lage delen vaak een nauwe samenhang vertonen met de wijze, waarop de betreffende gronden werden afgezet.

Genoemde hoogteverschillen kunnen, indien zij bij ontginning niet of onvoldoende door egalisatie zijn weggenomen of verkleind, in meerdere of mindere mate aanleiding geven tot:

1. Waterbezwaar in de lage delen door te lage ligging t.o.v. het polderpeil of het grondwater en/of door bovengrondse toestroming van het regenwater.
2. Droogte op de hogere delen door te hoge ligging t.o.v. het polderpeil of het grondwater en/of bovengrondse afstroming van het regenwater.
3. Moeilijkheden bij aanleggen van drainage of infiltratie.
4. Moeilijkheden bij gebruik van machines en werktuigen.

Deze bezwaren kunnen dan onder meer tot gevolg hebben:

a. Plaatselijk uitwateren van wintergranen.
b. Ongelijke opdroging in het voorjaar waardoor vertraging en bemoeilijking van voorjaarswerkzaamheden.
c. Ongelijke ontwikkeling en afrijping van het gewas met plaatselijke oogstdepressies.
d. Beperking van de gewassenkeuze, soms gedwongen gebruik als grasland.
e. Landverlies door greppels en sloten.

Egalisatie van de ondergrond kan in vele gevallen bovenvermelde bezwaren wegnemen of verminderen, waarna – via de hierdoor ontstane mogelijkheid tot betere waterbeheersing en bedrijfsvoering – betere bedrijfsresultaten kunnen worden bereikt.

3. Techniek van uitvoering

a. Uitvoering in handkracht of gemechaniseerd

Een herontginning kan zowel in handkracht als ook ten dele of geheel gemechaniseerd worden uitgevoerd.

Doordat in vele gevallen de subsidiëring van herontginningen uitsluitend of mede ter verruiming van de werkgelegenheid geschiedt, is momenteel de uitvoering in handkracht de meest toegepaste werkwijze. Op grotere objecten, b.v. in ruilverkavelingen, worden herontginningen ook wel mechanisch uitgevoerd.

Welke werkwijze uit technisch en economisch oogpunt de voorkeur verdient, hangt af van de aard van het object. Betreft het slechts breken van storende lagen of verwisseling van lagen zonder dat egalisatie nodig is, dan kan men, indien het bodemprofiel géén al te grote variaties vertoont, met een ankerploeg, cultivatorwoeler of met een zware ploeg van bepaalde constructie op betrekkelijk goedkope wijze een gunstig resultaat bereiken.

Is echter egalisatie wel noodzakelijk, dan heeft men voor een mechanische uitvoering, afhankelijk van de aard van het object, bovendien draglines, bulldozers, traxcavators, dumpers, scrapers, ontgrondingsmachines etc. nodig. Het object moet dan echter van voldoende omvang zijn, de profielbouw mag geen al te hoge eisen stellen aan nauwkeurige sortering van lagen en de betreffende grond moet voor dit zware materiaal voldoende draagkrachtig zijn.

Bij kleinere objecten met een sterk wisselende bodemgesteldheid, waarbij een zeer

nauwkeurige sortering van lagen moet plaats vinden, verdient uitvoering in handkracht de voorkeur.

Een mechanische uitvoering op grotere objecten is echter als regel goedkoper en sneller dan uitvoering in handkracht. De techniek van de gemechaniseerde uitvoering werd onder meer beschreven door HANRAETS (1950) en HAASJES (1950), terwijl over het diepploegen onder meer artikelen verschenen van WIJNBERGEN (1949a), TANIS (1951) en DOUWES (1952). Kortheidshalve wordt naar deze publicaties verwezen. In deze beschouwing kan dan worden volstaan met enkele mededelingen over de uitvoering in handkracht.

b. Voorbereiding van de werkzaamheden

Bij de voorbereiding van een herontginning zijn steeds een waterpassing en een opname van de bodemgesteldheid noodzakelijk. De nauwkeurigheid waarmede dit dient te geschieden is afhankelijk van de grootte en de aard van het object.

Bij het opploegen of opspitten van kalkrijke klei, is bijvoorbeeld een zeer gedetailleerde opname van de bodemgesteldheid onmisbaar in verband met het vaststellen van de gewenste ploegdiepte of spitdiepte op de verschillende plaatsen. Bij het egaliseren van zeekleigronden met een weinig variërend profiel, kan naast een waterpassing de opname van de bodemgesteldheid zeer globaal worden gehouden.

Het geheel achterwege laten van een opname van de bodemgesteldheid is echter altijd gevaarlijk en daarom niet aan te bevelen.

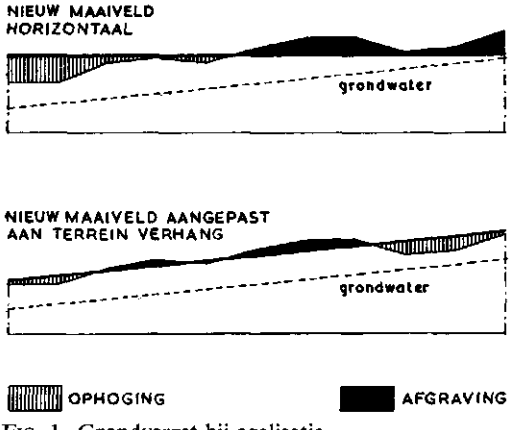


FIG. 1. Grondverzet bij egalisatie

Vrijwel steeds zal er bij herontginningen ook in meerdere of mindere mate moeten worden geëgaliseerd. Egalisatie betekent echter geenszins dat het toekomstige maaiveld horizontaal moet liggen. Men zal de ligging van het nieuwe maaiveld als regel zoveel mogelijk moeten aanpassen aan het algemene terreinverhang en het grondwater, terwijl in voorkomende gevallen gezorgd moet worden voor een goede aansluiting op aangrenzende percelen.

Behalve dat men hierdoor landbouwkundig een beter resultaat verkrijgt, kan men op deze wijze vaak met minder grondverzet volstaan. Een en ander is in figuur 1 schematisch weergegeven.

Met behulp van de hoogtecijfers wordt nu de ligging van het nieuwe maaiveld berekend en door middel van piketten in het terrein uitgezet.

Na vaststelling van de ligging van het toekomstige maaiveld worden uit de hoogtegegevens berekend: de hoeveelheid grond welke ten behoeve van de egalisatie moet worden verplaatst en de afstand waarover dit moet geschieden.

Indien hoeveelheid grondtransport en transportafstand bekend zijn, kan worden beslist, op welke wijze het grondtransport zal geschieden. Bij transportafstanden tot 60 à 80 meter wordt als regel gewerkt met kruiwagens. Bij transportafstanden van 80 tot 300 meter wordt als regel gewerkt met kipkarren op draagbaar spoor welke met de hand geduwd worden. Bij afstanden boven de 300 meter en bij aanzienlijke hoeveelheden te transporteren grond wordt gewerkt met kipkarren met locotractie. In bepaalde gevallen wordt ook nog gebruik gemaakt van paardentractie.

Met de verkregen gegevens betreffende de bodemgesteldheid kan worden vastgesteld welke spitdiepte noodzakelijk is en welke lagen van het betreffende profiel dienen te worden gebroken, c.q. welke wijziging in de profielbouw tot stand moet worden gebracht.

Na vaststelling van de toekomstige ligging van het maaiveld, de spitdiepte, de wijze van sorteren van lagen en de wijze van grondtransport kan worden begonnen met de eigenlijke uitvoering van de herontginning.

c. Uitvoering van de werkzaamheden

Bij de uitvoering in handkracht van een normale herontginning moet onderscheid gemaakt worden tussen:

1. het spitten
2. het grondtransport

Het spitten geschiedt in een z.g. „open put", waarbij de volgende put ontstaat door het dichtspitten van de voorgaande. Afhankelijk van de wijze van sortering van lagen wordt dan b.v. over één of twee open putten gespit. Figuur 2 geeft hiervan een schematisch voorbeeld.

De putten worden steeds gelegd in de richting van het terreinverhang, teneinde bij egalisatie van de ondergrond het grondtransport in de lengterichting langs de put te kunnen doen plaats vinden.

Het grondtransport ten behoeve van de egalisatie bestaat uit:

1. Het laden van de grond vanuit de put in kruiwagens of kipkarren.
2. Het transporteren van de grond met kruiwagens of kipkarren.
3. Het storten van de grond.

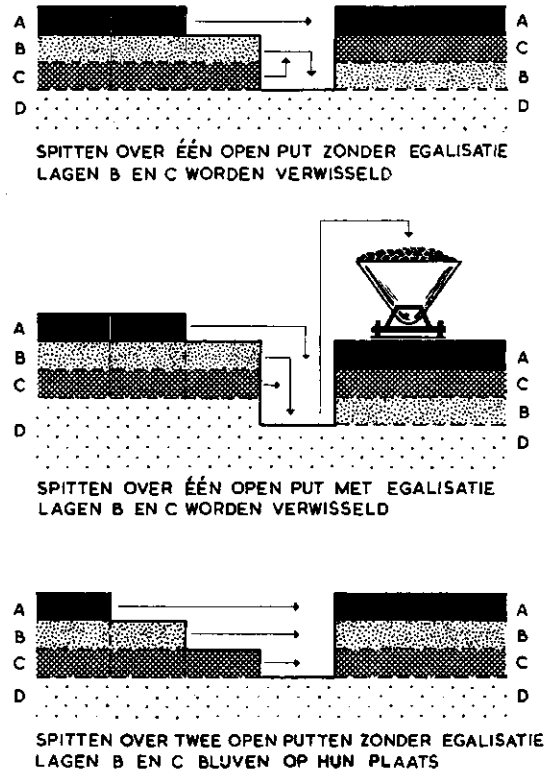


FIG. 2. Spitten met sorteren van lagen

4. Het egaliseren van de grond in de put.
5. Het z.g. „schiften" van de rails of kruiplanken in verband met het opschuiven van de put.

Het werk wordt nu veelal ploegsgewijs aanbesteed, waarbij voor de verschillende onderdelen van het werk als norm voor de geleverde prestatie steeds het aantal m^3 verplaatste grond wordt opgemeten.

Er bestaan dan voor de verschillende werkzaamheden bepaalde tarieven per m^3, welke gebaseerd zijn op omstandigheden bij „normale" vaste zandgrond en waarop voor allerlei afwijkende omstandigheden een toeslag of een aftrek wordt toegepast.

Alhoewel ogenschijnlijk deze uitvoering in handkracht een eenvoudige zaak lijkt, doen zich bij de practische uitvoering toch tal van organisatorische en technische moeilijkheden voor, welke slechts kunnen worden opgevangen door een goede voorbereiding van het werk en een voortdurend deskundig toezicht tijdens de uitvoering.

Enkele punten, waarop bijvoorbeeld steeds gelet moet worden, zijn:

1. De juiste verhouding tussen aantal arbeiders en te gebruiken materiaal – speciaal het aantal kipkarren – alsmede de juiste verdeling van de arbeiders over de verschillende onderdelen van het werk, opdat geen stagneringen optreden of materieel ongebruikt staat.
2. Het op de juiste wijze uitzetten en verplaatsen van de put, zodanig dat de transportafstand zo kort mogelijk blijft en het „schiften" zo regelmatig mogelijk kan geschieden.
3. Het op de juiste wijze rekening houden met de z.g. „uitlevering" van de grond, welke afhankelijk is van grondsoort en dikte van de laag.
4. Het vermijden van „overhouden" of „tekortkomen" van grond ten gevolge van een onjuiste uitvoering van het werk.
5. Het voorkomen van plaatselijke verschillen in spitdiepte of ongespitte randen tussen de putten, welke aanleiding kunnen geven tot ongelijke bezakking van het maaiveld.

Tenslotte zij vermeld, dat bij herontginning vaak één of enkele bestaande sloten worden opgeschoond of ter verbetering van de kavelvorm worden gedempt en vervangen door nieuwe.

d. De grootte van de objecten

Veel herontginningen worden uitgevoerd als een klein particulier object en betreffen dan vaak één bepaald perceel. In vele gevallen is hiertegen geen enkel bezwaar. Er doen zich echter ook omstandigheden voor, waarin gecombineerde uitvoering van 2 aangrenzende percelen een beter en goedkoper resultaat oplevert dan afzonderlijke uitvoering op één of beide percelen, of waarin gecombineerde uitvoering zelfs vereist is. Indien hierbij verschillende eigenaren betrokken zijn, kan dit organisatorische moeilijkheden geven. Doet dit probleem zich over een groter gebied voor, dan is herontginning in ruilverkavelingsverband vaak de enige oplossing.

FIG. 3[1]. „Uitlagen" van te hoog perceelsgedeelte

FIG. 4. Het grondtransport

FIG. 5. „Ophoging" van te laag perceelsgedeelte

[1] Deze en volgende foto's zijn door de Cultuurtechnische Dienst gemaakt

4. Enkele vormen van herontginning

Uit het voorgaande blijkt, dat de noodzaak voor herontginning ten nauwste samenhangt met het bodemprofiel. Door de rijke variatie aan bodemtypen in Nederland treft men dan ook vele vormen van herontginning aan. Enkele van deze vormen zullen thans nader worden besproken.

a. Herontginning op hogere zandgronden

Het betreft hier in hoofdzaak oudere middelhoge en hoge heideontginningsgronden, welke of te ondiep werden geploegd, of waarbij door diepploegen de gehele bovengrond werd begraven. Bovendien werden deze gronden niet of onvoldoende geëgaliseerd of op de verkeerde manier geëgaliseerd door van de hoge delen de bovengrond af te schuiven naar de lagere delen, waardoor plaatselijk de steriele ondergrond aan de oppervlakte ligt.

Bij herontginning wordt nu het oorspronkelijke podsolprofiel zodanig gewijzigd, dat de z.g. „koffielaag" of oerbank onder de bouwvoor wordt gebracht, terwijl de loodzandlaag naar onder wordt gespit. Waar nodig, vindt een hersortering van grond plaats, terwijl tegelijk de ondergrond wordt geëgaliseerd (figuren 3, 4 en 5).

Voor een meer uitvoerige beschrijving van deze vorm van herontginning moge worden verwezen naar een publicatie van Westerhof (1952).

b. Herontginning op lagere zandgronden

Het betreft hier de lage heide- en broekgronden welke als regel tot grasland zijn ontgonnen door ontwatering en een ondiepe grondbewerking.

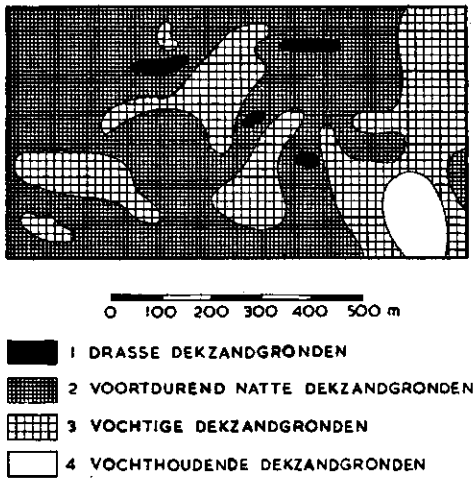
Aangezien ook op deze gronden vaak niet of onvoldoende werd geëgaliseerd, treft men ten gevolge van het onrustige microreliëf soms perceelsgedeelten aan, welke te laag ten opzichte van het grondwater liggen. Deze gedeelten produceren dan weinig of bestaan soms geheel uit onland. Een diepere ontwatering is dan vaak niet verantwoord, énerzijds wegens de betrekkelijk geringe oppervlakte van deze laagten, anderzijds wegens de nadelige invloed van een verlaging van de grondwaterstand op de omliggende gronden. Bovendien is de veelal vaste ondergrond ten gevolge van de oppervlakkige grondbewerking vaak onvoldoende diep losgewerkt, terwijl op de hogere gedeelten plaatselijk weer oerbanken kunnen voorkomen.

Bij herontginning, zoals deze bijvoorbeeld op grote schaal in de Gelderse Vallei geschiedt, worden nu de drassige laagten door middel van egalisatie van de ondergrond opgehoogd, terwijl de vaste ondergrond tot doorgaans 40 cm wordt doorgespit, waarbij dan tevens de plaatselijk optredende oerbanken worden gebroken.

Van de grillige microtopografie van de lage dekzandgronden, onder meer beschreven door Buringh (1951), geeft figuur 6 een voorbeeld.

De landbouwkundige consequenties van deze topografie, eveneens volgens Buringh, zijn in onderstaande tabel samengevat.

FIG. 6. Lage dekzandgronden nabij Wageningen (fragment van de „Bodemkaart van de omgeving van Wageningen" volgens BURINGH)



Bodemgesteldheid	Gemiddelde zomer-grondwaterstand in cm	Landbouwkundige waarde
1. Drasse dekzandgronden	<50	Moeras of slecht grasland
2. Voortdurend natte dekzandgronden	50– 80	Goed grasland
3. Vochtige dekzandgronden	80–150	Goed bouwland, ev. wisselbouw
4. Vochthoudende dekzandgronden .	>150	Bouwland, periodiek verdrogend

Het is duidelijk, dat op percelen waarin de typen 1 of 4 tezamen met de typen 2 en/of 3 optreden, een goede bedrijfsvoering niet mogelijk is. Op vele zandgronden, b.v. in de Gelderse Vallei, heeft men zich door een grillige verkaveling reeds zoveel mogelijk trachten aan te passen aan deze situatie.

Er zijn echter vele plaatsen, waar een betere waterbeheersing en bedrijfsvoering slechts door herontginning is te bereiken. De egalisatie elimineert hierbij zoveel mogelijk de typen 1 en 4, welke worden omgezet in 2 of 3.

Herontginning op dalgronden

Het betreft hier de veenkoloniale gronden waarvan de ontginning onder meer beschreven werd door ESHUIS (1942), waarnaar kortheidshalve moge worden verwezen.

De noodzaak voor herontginning op dalgronden bestaat:

1. Indien bij de ontginning onvergraven vaste veenlagen en/of smeerlagen en/of oerbanken zijn blijven zitten en/of de ondergrond niet of onvoldoende werd geëgaliseerd.
2. Indien bij de oudere dalgronden de laag bonkveen door aanploegen en oxydatie zó dun geworden is, dat de vaste zandondergrond te dicht onder de bouwvoor is komen te zitten.

Bij herontginning worden nu vaste veenlagen, smeerlagen en oerbanken gebroken en de vaste zandgrond tot minstens 50 cm gespit. Voorts wordt de bouwvoor, indien nodig, verzwaard met bruin zand uit de ondergrond, het loodzand naar onder weggespit en de ondergrond geëgaliseerd.

d. Herontginning op moerasveengronden

Het betreft hier met veen opgevulde beekdalen op de zandgronden, onder meer bekend als groengronden of madelanden. Deze gronden zijn vanouds als grasland in gebruik, maar de kwaliteit van dit grasland is vaak zeer slecht ten gevolge van een slappe zode, een ongelijke ligging van het maaiveld en een gebrekkige ontwatering.

Door herontginning kan hierin plaatselijk veel verbetering worden gebracht. Het veen wordt dan gespit, geëgaliseerd en bedekt met een laagje zand, dat bij een veendikte van 50 à 60 cm wordt opgespit uit de ondergrond en bij een grotere veendikte wordt ontgraven uit nabij gelegen opduikingen van de zandondergrond.

e. Herontginning op uiterwaardgronden

De uiterwaardgronden langs onze grote rivieren welke doorgaans als grasland in gebruik zijn, worden in hoofdzaak gekenmerkt door een meer of minder dikke bruine zavel- of kleilaag, welke als regel rust op een grofzandige ondergrond. De uiterwaardklei is kalkrijk, behalve langs een gedeelte van de Maas.

Zowel van nature als door afgraving ten behoeve van steenbakkerijen en dijken kunnen de uiterwaardgronden drie gebreken vertonen:

1. Een te dunne kleilaag, waardoor bij hoge ligging ernstige verdroging optreedt.
2. Een te lage of te hoge ligging, waardoor wateroverlast of verdroging optreedt.
3. Een te ongelijke ligging, waardoor de bedrijfsvoering ernstig belemmerd wordt.

De ongelijke ligging hangt ten dele samen met het mechanisme van de rivier, waardoor men in de uiterwaarden vaak oude laaggelegen stroomgeulen, z.g. „strangen" aantreft, begrensd door hogere grofzandige gronden. Voor een ander deel is de ongelijke ligging veroorzaakt door afticheling en kleiwinning ten behoeve van de dijken.

Bij herontginning worden door afgraving, ophoging, egalisatie en herverdeling van de beschikbare klei vrijwel waardeloze graslanden tot een goede productie gebracht.

f. Herontginning op oude zeekleigronden

De oude zeekleigronden, welke in hoofdzaak in de droogmakerijen liggen, zijn van nature zeer verschillend in kwaliteit. Voor de vrij ingewikkelde ontstaanswijze en regionale verspreiding van de verschillende profieltypen moge worden verwezen naar EDELMAN (1950).

Voor de herontginning is van belang, dat deze oude zeekleigronden in hoofdzaak in 6 profieltypen voorkomen, en wel als:

1. kalkrijke klei of zavel
2. kalkarme klei met kalkrijke klei in de ondergrond
3. zure katteklei met kalkrijke klei in de ondergrond
4. zure katteklei met kalkarme modderklei in de ondergrond

5. veenresten of veenbonk met zure katteklei in de ondergrond
6. zuur kleihoudend rietveen.

Type 1 komt voor verbetering als regel niet in aanmerking. Hierop vindt men uitstekend bouwland.

Typen 2 en 3 komen wel voor verbetering in aanmerking. De kalkrijke ondergrond kan opgespit worden. Indien geen egalisatie noodzakelijk is en de kalkrijke klei op een regelmatige diepte voorkomt, welke niet groter is dan 1 à 1½ meter, kan door middel van diepploegen een goed resultaat worden bereikt.

Typen 4, 5 en 6 komen evenzeer voor verbetering in aanmerking. Hiertoe dient kalkrijke klei opgebracht te worden. De mogelijkheid hiertoe is vaak aanwezig, omdat de kalkhoudende profieltypen behalve als aaneengesloten oppervlakten óók als hogere smalle ruggen tussen de kalkarme profieltypen voorkomen, en aldus plaatselijk „depots" van kalkrijk materiaal vormen.

De practische uitvoerbaarheid van deze veelal kostbare vorm van herontginning kan slechts beoordeeld worden na een gedetailleerde bodemkartering, welke gecombineerd wordt met een waterpassing.

Een typisch voorbeeld van de ligging van een systeem van kalkhoudende kreekruggen in een gebied van katteklei bedekt door veenresten, wordt gegeven in figuur 7.

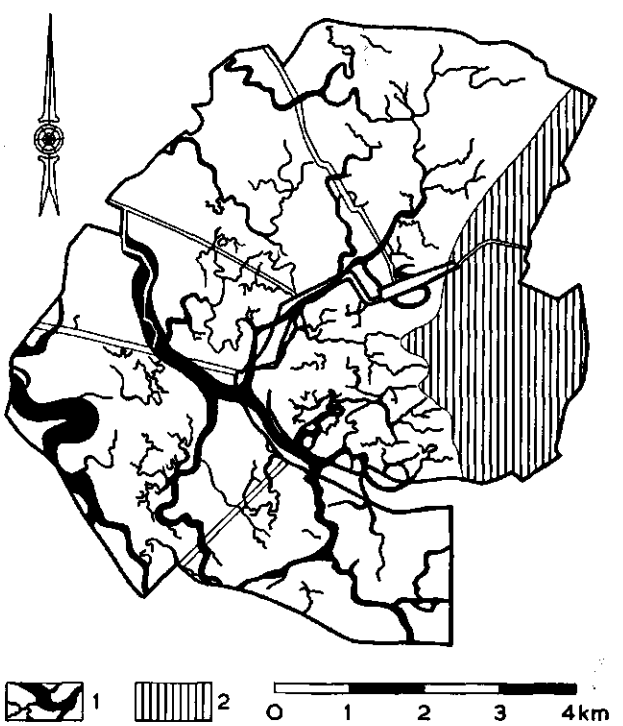


Fig. 7. Bodemgesteldheid in de Ronde Venen volgens BENNEMA
1. Veenresten op katteklei, doorsneden door kalkhoudende kreekruggen
2. Veengronden

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de bodemkundige aspecten van deze vorm van grondverbetering moge worden verwezen naar een publicatie van BENNEMA (1953).

g. Herontginning op jonge zeekleigronden

Op de jonge zeekleigronden treft men vele vormen van herontginning aan. Hieronder volgen enkele voorbeelden:

1. Opspitten, opploegen of opbrengen van kalkrijke klei

Evenals op de oude zeeklei treft men ook op de jonge zeeklei kalkarme kleigronden aan met in de ondergrond kalkrijke klei of zavel. Deze vindt men bijvoorbeeld in de oudere Dollardpolders, in sommige delen van de knipkleigebieden, en op de kleiplaatgronden in Zeeland.

2. Ophogen van oude kreekbeddingen

In vele jonge zeekleipolders kan men restanten van oude eb- en vloedkreken aantreffen, welke thans ten gevolge van hun lage ligging hoogstens als slecht grasland kunnen worden geëxploiteerd, maar vaak ook slechts moerassen vormen. Uit aangrenzende hogere terreinen ontgraaft men zand, waarmede de kreekbedding wordt opgevuld. De bovengrond, zowel op de aangrenzende terreinen als in de kreekbedding wordt boven gehouden. Na deze egalisatie kunnen voormalige kreekbeddingen als redelijk bouwland worden geëxploiteerd.

3. Egalisatie van poelgronden

Op de poelgronden in Zeeland treft men lage slechte graslanden aan op kalkarme zware klei met plaatselijk veen in de ondergrond. Ten gevolge van de „moernering" in vorige eeuwen vertonen deze gebieden een zeer ongelijke ligging, waardoor een goede detailontwatering onmogelijk is.

Egalisatie gecombineerd met het dempen van sloten en het aanleggen van buizendrainage geeft de mogelijkheid van een betere exploitatie van deze gronden, eventueel als bouwland. Soms kan bij deze egalisatie nog een kalkrijke kreekrug worden betrokken, waardoor tevens de chemische samenstelling van de bovengrond verbeterd kan worden.

Figuur 8 geeft een beeld van deze situatie.

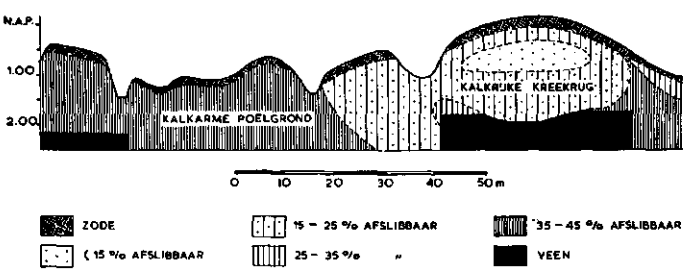


Fig. 8. Dwarsprofiel door een kalkarme poelgrond met kalkrijke kreekrug nabij Koudekerke volgens VAN DEN BERG en WESTERHOF. De onregelmatige brokken veen zijn restanten van de moernering.

4. Herontginning van „vaarpolders"

In Noord-Holland treft men uitgestrekte tuinbouwgebieden aan waar het vervoer

uitsluitend te water plaats vindt en waar de vele door eeuwenoude uitbaggering verbrede sloten soms een oppervlakte van 20 à 30 % van het land innemen. Het Geestmerambacht is een typisch voorbeeld van zulk een gebied.

Enkele van deze „vaarpolders", met een totale oppervlakte van 2000 ha, werden in ruilverkavelingsverband omgezet in zogenaamde „rijpolders". Hierbij werden de sloten gedempt met ondergrond van het bestaande land, terwijl tevens het land werd geëgaliseerd. Met verlaging van het polderpeil, aanleg van buizendrainage, ontsluiting door een net van wegen en samenvoeging van verspreid bezit, werd hier een algehele landbouwkundige sanering tot stand gebracht, welke eigenlijk veel meer omvat dan het begrip „herontginning", zoals dit hierboven werd geformuleerd.

h. Andere vormen van herontginning

Behalve bovenstaande vormen van herontginning zijn er nog vele andere vormen, welke hier echter onbesproken moeten blijven. B.v.:

Het vermengen van een kleibovengrond met de zandondergrond.

Het afgraven of vermengen van een grofzandige bovengrond met een slibhoudende ondergrond.

Het „bekleien" of naar boven spitten van klei op duinzandgronden op de Zuidhollandse eilanden.

Het „uitmijnen" van duinzandgronden op Goeree.

Het spitten en egaliseren van schaltergronden in Friesland.

Het spitten en egaliseren van griendgronden in de rivierkleigebieden, zogenaamde „ontgriendingen".

Het bezanden van lemige beekgronden.

Het uitgraven van ijzeroerbanken op beekgronden.

5. Kosten, resultaten en mogelijkheden

a. Kosten van herontginning

De kosten per ha herontginning worden in hoofdzaak bepaald door:

1. De diepte van de grondbewerking en de wijze van sortering van lagen.
2. De hoeveelheid te transporteren grond en de afstand waarover dit moet geschieden.
3. De aard van de te bewerken grond.
4. De wijze van uitvoering, in handkracht of gemechaniseerd.

Bij een bepaalde wijze van uitvoering en bij een bepaalde bodemgesteldheid zijn de onder 1 en 2 genoemde factoren, tezamen het totale grondverzet vormend, bepalend voor de kosten.

De invloed van de spitdiepte en van de hoeveelheid te transporteren grond op de totale kosten is weergegeven in fig. 9, die gebaseerd is op een globale berekening voor herontginning van bouwland op normale zandgrond bij uitvoering in handkracht tegen de huidige tarieven.

Bij de bestaande subsidiëringsmogelijkheden van de Cultuurtechnische Dienst zijn herontginningen van meer dan f 5000,—/ha voor de landeigenaar als regel niet meer

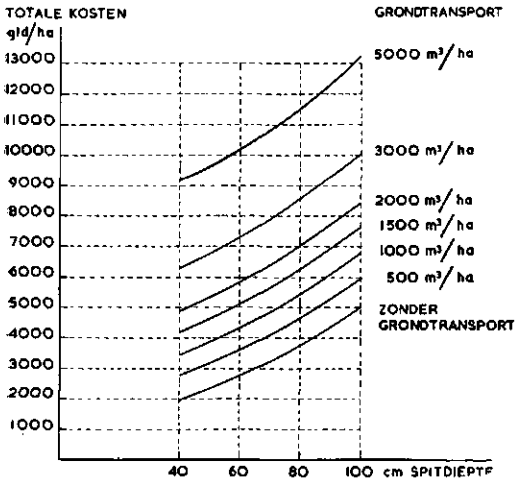


FIG. 9. Kosten van herontginning. Bouwland op normale zandgrond, spitten over één open put, transportafstand bij egalisatie 100 meter

rendabel. Uit fig. 9 blijkt nu, dat de rentabiliteit een zekere beperking oplegt aan de spitdiepte en de hoeveelheid grondtransport.

Bij diepploegen worden de kosten op een bepaalde grondsoort in hoofdzaak door de diepte van het ploegen bepaald. TANIS (1951) vermeldt bijvoorbeeld, dat bij diepploegen door loonploegers op zeekleigronden de kosten in 1951 van f 150,— per ha bij 75 cm diepte opliepen tot f 800,— per ha bij 150 cm diepte.

b. Resultaten van herontginning

Het resultaat van herontginning kàn in hoofdzaak worden omschreven als een verhoging van de productie, een verlaging van de kosten en/of een vermindering van het bedrijfsrisico.

Dit resultaat kan onder meer worden bereikt door:

1. Verhoging van de opbrengst van gewassen die vóór de herontginning werden geteeld.
2. Verbetering van de kwaliteit van het product.
3. Mogelijkheden om na herontginning ook andere gewassen te telen, of grasland om te zetten in bouwland.
4. Verhoging van de oogstzekerheid door vermindering van afhankelijkheid van regenval, droogte en vorst.
5. Vermindering van de onkruidbestrijding.
6. Vervroeging van de voorjaarswerkzaamheden.
7. Verbetering van de bewerkbaarheid.
8. Vermindering van de bemestingsbehoefte.
9. Mogelijkheid voor mechanisatie.
10. Vergroting van de effectieve gebruiksoppervlakte.

Uiteraard is de invloed van herontginning op de bedrijfsvoering en de bedrijfsresultaten voor de verschillende vormen van herontginning ten dele verschillend. Bovendien hangt dit resultaat ten dele samen met klimatologische en conjuncturele omstandigheden.

Ook kan herontginning soms nog bepaalde nevenwerkingen vertonen. Zo vormt de herontginning op lage zandgronden in de Gelderse Vallei, waarbij moerassige of drasse perceelsgedeelten worden opgehoogd, tevens een indirecte bestrijding van de

leverbotziekte, omdat de slakjes, die als tussengastheer voor de leverbotlarve fungeren, juist in deze vochtige plaatsen voorkomen.

En tenslotte is het resultaat ook bij gelijksoortige herontginningen groter, naarmate de verschillende omstandigheden op het object vóór herontginning slechter waren.

Het is daarom niet mogelijk de verhoging van de gebruikswaarde van de grond door herontginning aan te geven met één bedrag in guldens. Over het algemeen zijn de landbouwers echter bereid voor deze herontginningen bedragen te investeren, welke al naar gelang van de omstandigheden kunnen variëren van f 500,— tot f 2000,— per ha. Vaak wordt ook gerekend met een zogenaamde „meeropbrengst" van 25 %. Hiermede wordt dan bedoeld, dat herontginning van 4 ha cultuurland een „landwinst" oplevert van 1 ha. Het is echter wel zeker, dat in bepaalde gevallen het effect van herontginning aanmerkelijk groter kan zijn. Betrouwbare resultaten van onderzoek zijn echter nog zeer schaars.

c. Mogelijkheden voor herontginning

Een gedetailleerd landelijk overzicht van cultuurtechnische verbeteringsmogelijkheden is nog niet tot stand gekomen. Het is daarom niet mogelijk, met enige nauwkeurigheid aan te geven in welke omvang de herontginning van cultuurgronden kan bijdragen tot de verhoging van de productiviteit van onze landbouw.

Wel zijn incidenteel en locaal soms ramingen gemaakt. Zo werd b.v. voor Walcheren in 1951 geraamd, dat plm. 2500 ha in aanmerking kwam voor egalisatie. WIJNBERGEN (1949 6) schatte de oppervlakte schaltergronden in Friesland op 2 à 3000 ha. In Noord-Holland komen ongeveer 20000 ha „vaarpolders" in aanmerking voor om-

FIG. 10. Verwaarlozing van de detailontwatering. Bij herontginning wordt deze eveneens verbeterd.

FIG. 11. Ongelijke ligging van het maaiveld op lage zandgrond in de Gelderse Vallei. Op de voorgrond zijn „wilde" grassen.

zetting in „rijpolders". Op de dalgronden zullen vermoedelijk nog enige tienduizenden ha, voor herontginning in aanmerking komen. DE SMET (1952) schatte de oppervlakte in de oudere Dollardpolders, die in aanmerking komt voor diepploegen, op 3500 ha. WESTHOFF (1938) raamde de totale oppervlakte cultuurgrond welke voor herontginning in aanmerking kwam op 136000 ha.

Het begrip „in aanmerking komend voor herontginning" is echter zeer ruim, enerzijds omdat de door herontginning te bereiken verhoging van de gebruikswaarde op gelijksoortige objecten nog zeer verschillend kan zijn, anderzijds omdat ook de kosten op gelijksoortige objecten, afhankelijk van de vereiste spitdiepte en de hoeveelheid grondtransport, sterk uiteen kunnen lopen.

Een indruk van de verschillen in productieverhoging bij herontginning op lage dekzandgronden werd verkregen bij een oriënterend onderzoek in het centrum van de Gelderse Vallei.

In een aanééngesloten gebied van 8500 ha werd hier perceelsgewijze de verbeterings-

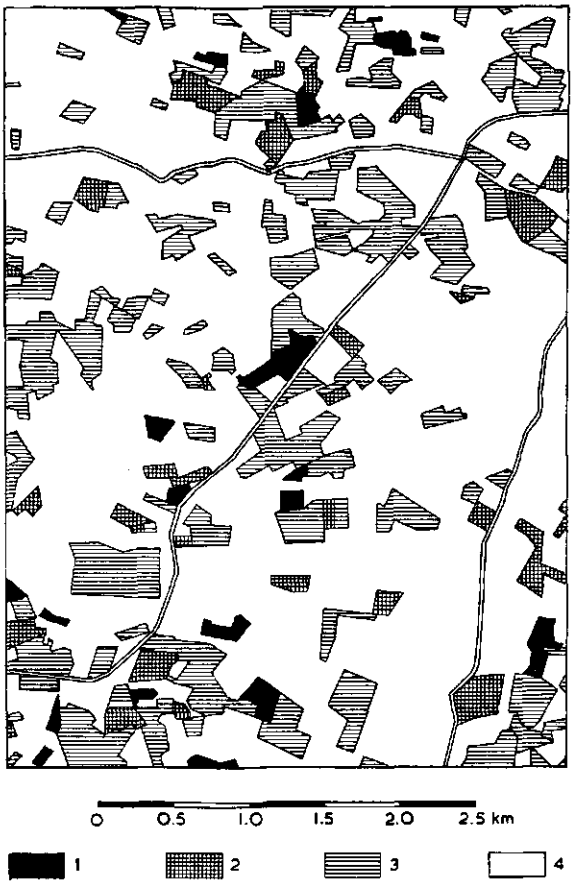


Fig. 12. Fragment classificatiekaart herontginningsobjecten Gelderse Vallei (lage dekzanden bij Renswoude)

1. Noodzaak herontginning: zeer urgent
2. Noodzaak herontginning: urgent
3. Noodzaak herontginning: twijfelachtig
4. Komt niet voor herontginning in aanmerking

mogelijkheid door herontginning beoordeeld, waarbij voor grasland een globale raming van de meeropbrengst werd gemaakt.

Het resultaat was als volgt:

Klasse	Noodzaak herontginning	Geraamde meeropbrengst	Oppervlakte
1	zeer urgent	>40%	plm. 200 ha
2	urgent	20–40%	plm. 550 ha
3	twijfelachtig	<20%	plm. 1100 ha

Figuur 12 toont een fragment van de op deze wijze vervaardigde classificatiekaart van herontginningsobjecten.

Opgemerkt moet worden, dat de kosten van herontginning bij deze inventarisatie

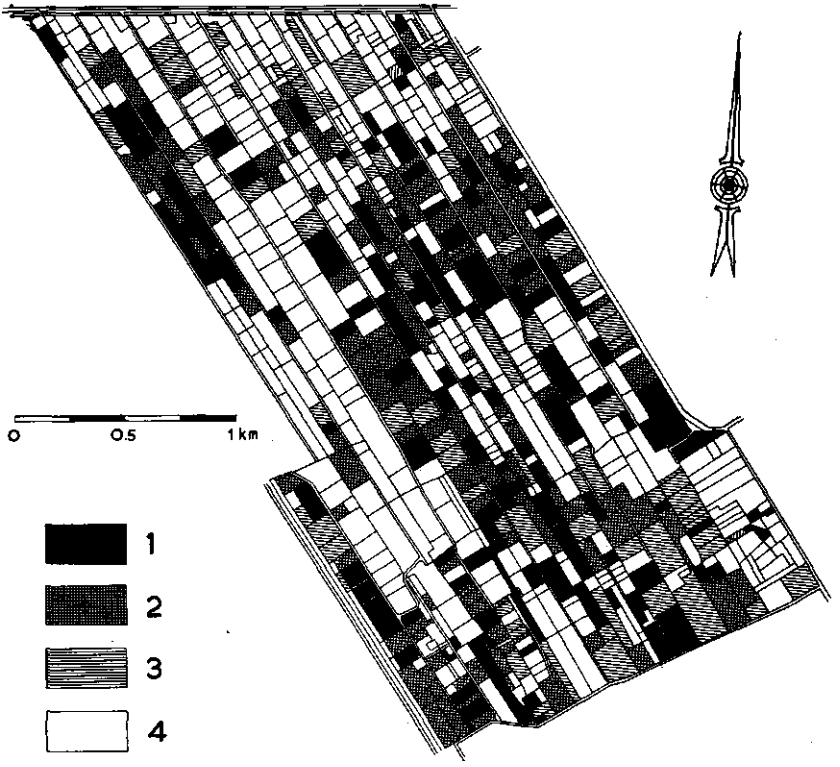


Fig. 13. Classificatie herontginningsobjecten op dalgrond (ruilverkaveling „Heemserveen")
1. Urgentieklasse 1.
2. Urgentieklasse 2.
3. Urgentieklasse 3.
4. Komt niet voor herontginning in aanmerking

buiten beschouwing zijn gebleven. Het grondverzet ten behoeve van de egalisatie kan hier echter variëren van 500–2000 m^3/ha, zodat de kosten voor sommige objecten wel zeer hoog worden.

Wil men bij een urgentie-beoordeling ook de kosten betrekken, dan wordt de norm voor de urgentie van een herontginning dus bepaald door de verhouding tussen kosten en meeropbrengst.

Een inventarisatie van herontginningsobjecten, geclassificeerd volgens urgentie in laatstgenoemde zin werd uitgevoerd op dalgronden in het ruilverkavelingsgebied „Heemserveen" (Ov.). In dit gebied ter grootte van 500 ha bleken in totaal 260 ha, verdeeld over 3 urgentieklassen, voor herontginning in aanmerking te komen. Figuur 13 geeft een beeld van de verspreiding van deze objecten.

In de practijk wordt de uitvoering van herontginning vaak mede beheerst door de noodzaak tijdelijk of plaatselijk werkeloosheid te bestrijden, terwijl tenslotte de eigenaar over eventuele uitvoering van herontginning de beslissing neemt.

Alhoewel dus niet nauwkeurig bekend is, welke oppervlakte cultuurgrond voor herontginning nog in aanmerking komt, mag aangenomen worden, dat deze enkele honderdduizenden ha zal bedragen. De hiermede te verkrijgen „landwinst" heeft dan de omvang van een grote Zuiderzeepolder.

Literatuur

Bennema, Ir J. Pyriet en Koolzure Kalk in de Droogmakerij Groot Mijdrecht. *Boor en Spade*, deel VI. Wageningen 1953.

Buringh, Dr Ir P. Over de bodemgesteldheid rondom Wageningen. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **57** 4, 1951.

Douwes, B. Diepploegen in de Groninger klei. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* **63** 9 (1952) 229-235

Edelman, Prof. Dr C. H. Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. Amsterdam 1950.

Eshuis, Ir J. A. Ontginning van veengronden. Voordr. 11e Wetensch. Bijeenk. Ned. Bodemk. Ver., gepubl. in „Het Veen en zijn Ontginning". Uitgave Ned. Heide Mij, Arnhem 1942.

Haasjes, Ir K. H. S. Het dempen met ondergrond van sloten en greppels. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **7** 8 (1950) 359–364.

Hanraets, Ir J. M. J. Mechanisatie in de ontginningstechniek. *Landbouwk. T.* **62** 11 (1950) 924–933.

Smet, Ir L. A. H. de. De bodemgesteldheid van de oudste Dollardpolders met betrekking tot eventuele grondverbetering. *Boor en Spade*, deel V. Utrecht 1952.

Tanis, K. Grondverbetering door diepploegen. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **8** 9 (1951) 352–361.

Westerhof, Ir J. J. Een en ander over de herontginning op zandgronden. *Mbl. Landbouwvoorlichtingsd.* **9** 8 (1952) 303–311.

Westhoff, Ir J. Th. De directe mogelijkheden der werkverschaffing bij de werkeloosheidbestrijding. Zwolle 1938.

Wijnbergen, E. Een nieuwe trekkerploeg. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* **60** 11 (1949a) 365–366.

——— Verbetering van schaltergronden. *Tijdschr. Ned. Heide Mij* **60** 11 (1949b) 374–376.

DE TOEPASSING VAN DE CULTUURTECHNIEK IN DE IJSELMEERPOLDERS

Ir W. H. VAN DER MOLEN

1. Inleiding

Bij de aanleg van een polder in het IJselmeer doen zich allereerst vragen voor over de grootte en de omgrenzing daarvan. Voorts moet worden vastgesteld op welke wijze deze polder zal worden ingericht, dus hoe de afwatering zal moeten worden verzorgd, hoe groot de percelen zullen moeten zijn en waar de bewoningskernen moeten worden gesticht.

Na het droogvallen van de polder moet deze in cultuur worden genomen; één van de voornaamste voorzieningen is daarbij de verzorging van de afwatering van de percelen en de verdere ontwatering van de grond. Tenslotte zullen hier en daar nog verbeteringen moeten worden uitgevoerd, omdat niet alle ingepolderde gronden onmiddellijk goede landbouwgronden zullen zijn.

In het volgende zullen de vier genoemde punten: de omgrenzing van een polder, de inrichting, de ontginning en de verbetering nader worden besproken.

2. Omgrenzing van een polder

Omdat het maken van dijken zeer kostbaar is – de aanlegkosten van een dijk zijn thans van de orde van 1 millioen gulden per km – is het gewenst zoveel mogelijk land te winnen met een zo kort mogelijke dijk. Het zal dus voordelig zijn de polders zo groot mogelijk te maken, zo veel mogelijk tegen de kust te doen aansluiten en hen verder ongeveer een cirkelvorm te geven. Er zijn echter allerlei andere redenen, die afwijkingen van deze grondslagen noodzakelijk maken.

a. Grootte

Zeer grote polders worden onhandelbaar, omdat daarbij òf de ontginning te lang duurt, òf te veel materiaal zou vergen. Het is met het bestaande apparaat mogelijk in een IJselmeerpolder per jaar omstreeks 8000 ha in cultuur te nemen; de ontginning van een polder van 50000 ha zal dus ongeveer 6 jaar duren.

Maakt men de polders veel groter, dan vergt zowel de dijksbouw als de ontginning veel meer tijd. De gereed zijnde dijksgedeelten of dijken zijn dan jarenlang geheel of gedeeltelijk improductief; dit geeft veel renteverlies. Het wordt thans rationeel geacht te werken met eenheden van omstreeks 50000 ha. Om deze redenen is dan ook de vroeger geprojecteerde Zuidoostpolder van 100000 ha in twee gedeelten gesplitst, waarvan thans één in uitvoering is.

b. Vorm

De eis een zo groot mogelijke oppervlakte door een zo kort mogelijke dijk te om-

sluiten leidt tot een onmiddellijke aansluiting aan de kust en voorts tot het benaderen van de cirkelvorm. Bestaande eilanden zullen natuurlijk bij voorkeur in de omgrenzing worden opgenomen, vooral omdat zij als uitgangspunt kunnen dienen voor de dijksbouw (Urk).

Maar bij het bepalen van de omgrenzing zijn ook nog tal van andere factoren van belang. Men moet namelijk rekening houden met allerlei eisen, waarvan de volgende de belangrijkste zijn:

I. De minimale grootte van het IJselmeer

Het IJselmeer is belangrijk als boezem en als zoetwaterreservoir; om deze dubbele taak behoorlijk te kunnen vervullen is het noodzakelijk, dat omstreeks 120000 ha ervan water blijft.

II. Bodemkundige eisen

Het ligt dus voor de hand, slechts de delen met de beste bodemgesteldheid in te polderen. Om deze reden worden zandgronden zoveel mogelijk buiten de inpolderingen gelaten. Deze eis heeft bijvoorbeeld het tracé van de westelijke dijk van de Noordoostpolder bepaald.

III. Planologische eisen

Het wegverkeer is dikwijls gebaat bij de inpolderingen, omdat daarbij nieuwe doorgaande verbindingswegen kunnen worden verkregen. De zuidelijke dijk van de Noordoostpolder is dan ook zo gelegd, dat bij Kampen een aansluiting werd verkregen, waardoor een doorgaande verbinding met Friesland mogelijk werd. Hierdoor is het oude plan, het eiland Schokland als steunpunt te gebruiken, verlaten en de dijk in zuidelijke richting verschoven.

De nieuwe IJselmeerpolder – Oostelijk Flevoland – zal om eenzelfde reden een brugverbinding verkrijgen met de Noordoostpolder; deze brug zal een schakel worden in een toekomstige verkeersweg Amsterdam-Groningen.

Het scheepvaartverkeer mag niet geschaad worden; bij de aanleg van de Noordoostpolder moest dan ook rekening gehouden worden met de scheepvaart naar Vollenhove en Blokzijl door het openlaten van een randkanaal.

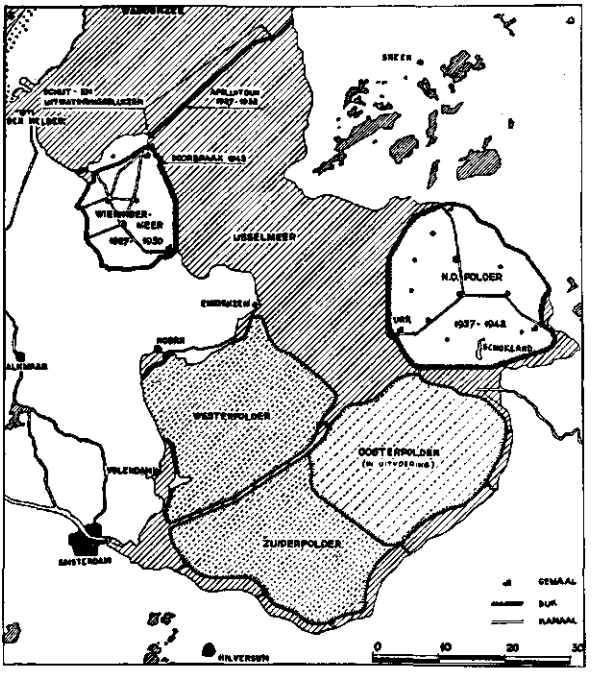


Fig. 1. Huidig plan voor de inpolderingen in het IJselmeer

IV. Hydrologische eisen

De afwatering van het achterliggende gebied mag niet worden belemmerd. Hierdoor is een directe aansluiting van de polder aan het „oude land" veelal niet mogelijk; ook hiervoor is dus veelal een randkanaal noodzakelijk. Bij de aanleg van de Noordoostpolder waren de afwateringsbelangen van het achterland zeer groot, omdat een groot deel van Noord-Nederland en zelfs een deel van Duitsland zijn water loost via het Zwartewater. Al dit water moet langs de Zuidrand van de Noordoostpolder naar het IJselmeer stromen, terwijl hiervoor slechts een zeer gering verval beschikbaar is. Ter plaatse van het aansluitingspunt bij Kampen is dan ook een brede stroomgeul opengelaten.

Tussen Oostelijk Flevoland en Noordoostpolder moet bovendien al het IJselwater passeren; de toekomstige brugverbinding tussen deze beide polders wordt daarom van de orde van de Moerdijkbrug.

Droogteschade in het achterliggende gebied moet zoveel mogelijk worden voorkomen.

Deze schade kan ontstaan als de diepe ondergrond zeer doorlatend is. De laag afgemalen polder onttrekt dan veel water aan de omgeving, waardoor in deze omgeving de grondwaterstanden zullen dalen. Indien nu de achterliggende gronden gevoelig zijn voor een verlaging van de grondwaterstand treedt droogteschade op.

Droogteschade kan worden hersteld door infiltratie van het betreffende gebied. Het is vaak beter deze schade te voorkomen door tussen de polder en het „oude land" een breed randmeer te laten bestaan, dat op een enigszins hoger peil wordt gebracht; hierdoor kunnen dalingen van de grondwaterstanden worden voorkomen. Het randmeer dient voor dit doel 1000–2500 m breed te zijn. Voor Oostelijk Flevoland zal een dergelijk randmeer worden opengelaten om droogtrekking van het randgebied van de Veluwe te voorkomen. Hierbij doet zich de gelukkige nevenomstandigheid voor, dat de gronden, die aldus buiten de inpoldering blijven, grotendeels van vrij slechte hoedanigheid zijn.

V. Overige eisen

Tenslotte zijn nog allerlei andere overwegingen van invloed. Zo worden de dijken van Oostelijk Flevoland om aesthetische redenen enigszins minder strak rechtlijnig gemaakt dan die van de vroegere inpolderingen.

3. Inrichting van een polder

Is de grootte en de omgrenzing van een polder bepaald, dan kan een plan gemaakt worden voor de inrichting van de polder. Ook hierbij moeten allerlei aspecten onder ogen worden gezien. Uit cultuurtechnisch oogpunt is daarbij de verzorging van de afwatering één van de belangrijkste.

Een ander vraagstuk op dit terrein is de gewenste kavelgrootte, een derde de eisen van het wegverkeer en een vierde – en zeker niet het minst belangrijke probleem – is de vaststelling van het aantal, de grootte en de onderlinge ligging van de bewoningskernen.

a. Afwatering

De afwatering van een polder wordt verzorgd door de sloten, tochten en kanalen, welke laatste door de gemalen op peil worden gehouden. Naast deze afwatering kan men nog een ontwatering onderscheiden, die er voor zorgen moet dat overtollig regenwater gemakkelijk naar de sloten wordt afgevoerd. Deze ontwatering van de grond wordt verzorgd door greppels en drains, waarover echter eerst later zal worden gesproken. Voor de afwatering zijn twee fundamentele vragen van betekenis, namelijk de hoogte van het polderpeil en de afwateringscapaciteit. Voorts zal worden besproken op welke wijze deze afwatering in de practijk tot stand wordt gebracht.

I. Polderpeil

Omdat de gronden in de IJselmeerpolders in het algemeen niet gevoelig zijn voor lage waterstanden kan het polderpeil laag zijn. Het is zo gekozen, dat de sloten, die een diepte van 1,40 m hebben, des zomers droog kunnen lopen; het polderpeil is dus tenminste 1,40 m beneden maaiveld. Bij de vaststelling ervan moet rekening worden gehouden met de inklinking, die soms zeer aanzienlijk kan zijn (zo wordt in Oostelijk Flevoland plaatselijk in de eerste 80 jaar een inklinking van 1 m verwacht).

Nu ligt de zeebodem – hoewel deze in het algemeen zeer vlak is – niet overal even hoog. Zou men voor de gehele polder dan ook één polderpeil aanhouden, dan zou dit dus 1,40 m beneden het diepste gedeelte moeten liggen. In de hogere gedeelten leidt dit tot zeer diepe insnijdingen van tochten en kanalen (dus tot veel grondverzet), terwijl bovendien de bemaling duur wordt doordat al het water zeer hoog moet worden opgevoerd. Anderzijds geeft het maken van veel polderafdelingen veel kosten aan gemalen en sluizen. In de Noordoostpolder zijn daarom twee polderafdelingen aanwezig met peilen van resp. 4,50 en 5,70 m – N.A.P., gescheiden door een schutsluis. Ook in Oostelijk Flevoland zullen twee polderafdelingen komen.

Deze polderpeilen behoeven plaatselijk nog correcties; zo is het peil van 5,70 m voor een klein gedeelte van de Noordoostpolder, dat zeer laag ligt, nog te hoog; hier zal vermoedelijk een onderbemaling worden gesticht. In enkele andere gedeelten daarentegen ligt het polderpeil te laag t.o.v. maaiveld, waardoor plaatselijk verdroging optreedt. In deze gebieden zal dus tot opstuwing moeten worden overgegaan.

II. Capaciteit van de afwatering

TABEL 1. Bemalingscapaciteit Noordoostpolder

Afdeling	Peil m – N.A.P.	Oppervlak ha	Capaciteit		Gemaal
			m^3/min.	mm/etm.	
I	4,50	13000	1200	13,3	De Voorst
II	5,70	35000	3195	13,1	Lemmer + Urk

Bij de bepaling van de afwateringscapaciteit moet de kwel in rekening worden gebracht. Deze moet dan ook reeds voor het droogvallen worden geschat. In de Noord-

oostpolder is een bemalingscapaciteit aangehouden van 11 mm/etm.+2 mm/etm. voor de kwel, dus in totaal 13 mm/etm.

Daar de kwel later slechts omstreeks 1 mm/etm. bleek te bedragen, is er dus voor verwijdering van de neerslag een capaciteit van 12 mm/etm. beschikbaar.

De waterberging in de polderwateren is slechts zeer gering, nl. ongeveer 1 %. In het begin is bovendien de grond nog geheel met water verzadigd, zodat de totale waterberging slechts zeer klein is. Er komen dan ook aanvankelijk bij zware regens wel eens vrij aanzienlijke peilsoverschrijdingen voor.

Na enige jaren ontstaat ook in de grond een aanzienlijke waterberging (afhankelijk van de grondsoort 1–10 %), waardoor de peilsoverschrijdingen veel zeldzamer en veel geringer worden. De capaciteit van ± 13 mm/etm. is dan ook voor de IJselmeerpolders zeker voldoende te achten. Deze capaciteit is eveneens voldoende om een polder binnen redelijke tijd (± 8 maanden) droog te maken.

III. Uitvoering van de afwatering

In de Noordoostpolder zijn drie gemalen, waarvan enkele bijzonderheden in tabel 2 zijn opgenomen.

TABEL 2. Gemalen van de Noordoostpolder

Gemaal	Urk	Lemmer	Vollenhove
Bemaalt afdeling	II	II	I
Polderpeil (m – N.A.P.)	5,70	5,70	4,50
Type pomp	centrifugaal vert. as	centrifugaal vert. as	schroefpomp schuine as
Aantal pompen	drie	drie	twee
Capaciteit per pomp m³/min.	520	545	600
Aantal omw./min. van de pomp	85	88	133
Motor	diesel	electr. (synchroon)	electr. (asynchroon)
Aantal omw./min. van de motor	170	88	1000
Overbrenging	conische tandwielen	direct gekoppeld	rechte tandwielen

De afmetingen van de kanalen worden voornamelijk bepaald door scheepvaarteisen (in de Noordoostpolder voor schepen van 250 à 300 ton, in Oostelijk Flevoland bovendien een enkel kanaal voor z.g. Kempenaars van 500 à 600 ton). In de Noordoostpolder leidt dit tot de volgende afmetingen (tabel 3).

TABEL 3. Kanalen in de Noordoostpolder

	Hoofdkanalen	Zijkanalen
Diepte	2,80 m	2,50 m
Bodembreedte	12,00 m	10,00 m
Helling taluds	1 : 3	1 : 3

Deze profielen zijn meestal ruim voldoende voor de afwatering. Alleen de kanaalgedeelten dicht bij de gemalen moeten een ruimer profiel hebben; hiertoe wordt de breedte groter gemaakt. De eis voor afwatering is, dat bij afvoer van 1,15 l/sec/ha (= 10 mm/etm.) het verval in het kanaal niet meer mag bedragen dan 1 cm per km. De stroomsnelheid in de kanalen wordt daarbij niet groter dan 25 cm/sec.

De kanalen worden reeds onder water gebaggerd om tijdens het droogleggen een gemakkelijke toevoer naar de gemalen te verkrijgen. Hoewel deze kanalen na het baggeren weer vrij sterk dichtslibben en dus na het droogvallen moeten worden opgeschoond, is deze werkwijze tevens voordeliger dan uitvoering in den droge.

In de Wieringermeer zijn de tochten nog ingericht voor scheepvaart met kleine vaartuigen; in de nieuwere polders dienen zij alleen voor afwatering. Hun afmetingen worden bepaald door de eis, dat bij een afvoer van 1,15 l/sec/ha de gemiddelde stroomsnelheid niet groter mag zijn dan 20 cm/sec. Het verhang varieert daarbij van maximaal 6 cm/km voor de kleinste tot maximaal 2 cm/km voor de grootste tochtprofielen. Deze eis bepaalt het oppervlak van de natte dwarsdoorsnede. Voorts moeten zij zekere minimum-afmetingen hebben om te voorkomen dat zij snel dichtgroeien. Op polderpeil bezitten zij een kleine plasberm.

TABEL 4. Tochten in de Noordoostpolder

Dwarsdoorsnede m^2	Diepte onder polderpeil m	Bodembreedte m	Helling taluds	Breedte van de bermen op polderpeil m
4	1,00	2,00	1 : 2	0,56
5	„	3,00	„	„
6	1,20	2,60	„	0,75
7	„	3,40	„	„
8	1,50	2,30	„	1,00
9	„	3,00	„	„
10	„	3,70	„	„
11	„	4,40	„	„
12	„	5,00	„	„
13	„	5,70	„	„
14	1,80	4,20	„	„
15	„	4,80	„	„
16	„	5,30	„	„
17	„	5,90	„	„
18	„	6,40	„	„
19	„	7,00	„	„
20	„	7,50	„	„
21	„	8,10	„	„

In het algemeen zijn de tochten na het droogvallen met draglines gegraven.

In gebieden, waar het polderpeil veel dieper dan 1,40 m beneden maaiveld ligt, worden de tochten in de regel opgestuwd omdat anders zeer diepe insnijdingen gemaakt zouden moeten worden.

De kavelsloten monden in de tochten uit; zij worden na het droogvallen gegraven, in de regel door draglines.

TABEL 5. Afmetingen van kavelsloten

Diepte	1,40 m
Bodembreedte	1,00 m
Helling taluds	1 : 1¼

De afmetingen van de sloten zijn zo ruim, dat ook bij grote afvoeren de uitmondingen van de drains – die op 1,20 m diepte liggen – nog boven water blijven.

b. Verkavelingsplan

De polderinrichting wordt vastgelegd in een verkavelingsplan. Een van de belangrijke punten bij het opmaken van dit plan is de vaststelling van de afmetingen van de kavels, omdat deze eigenlijk de bouwstenen van dit plan uitmaken. Deze kavels zijn zo gelegen, dat zij aan de voorzijde grenzen aan een verharde weg, aan de achterzijde

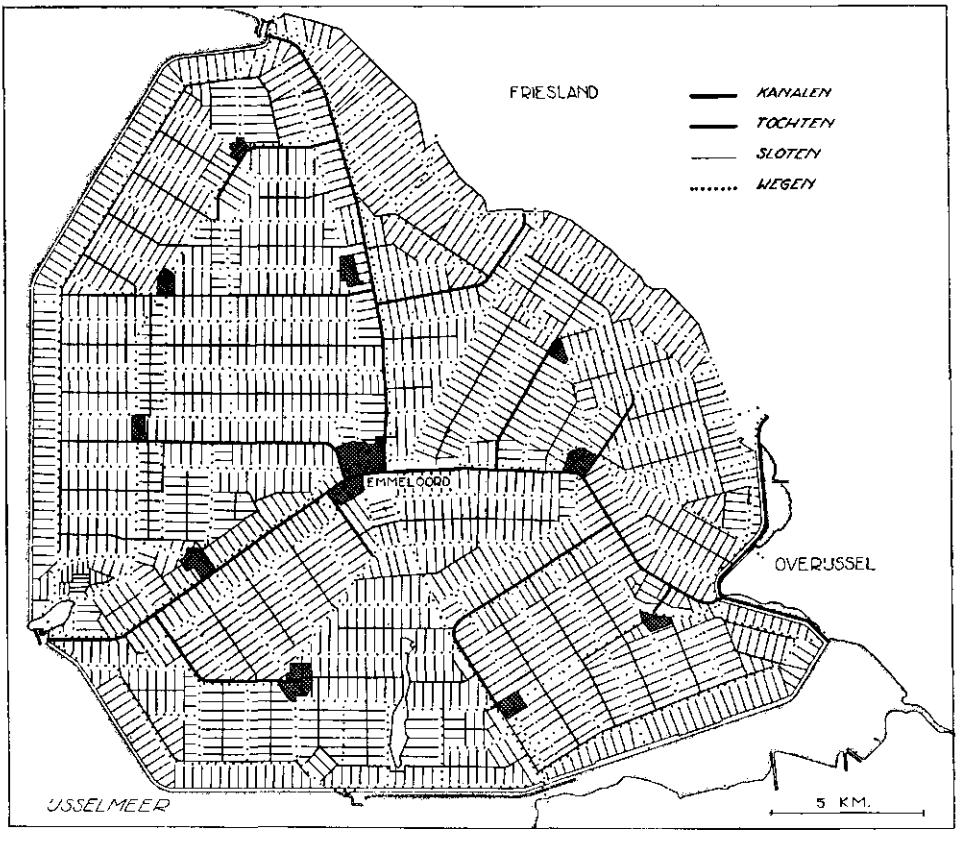


Fig. 2. Verkavelingsplan Noordoostpolder

aan een tocht of kanaal. Ter weerszijden worden zij begrensd door een kavelsloot. Al deze genoemde elementen moeten logisch worden samengevoegd. Bij deze samenvoeging zijn allerlei planologische aspecten van belang: onderlinge afstanden van de dorpen, wenselijkheid van grotere centra e.d. De onderlinge verbindingen – zowel te land als te water – van deze woonkernen en de verbindingen met het „oude land" bepalen daarna grotendeels het stramien van de voornaamste wegen en kanalen. Door de centrale ligging van de hoofdplaats in de Noordoostpolder ontstaat hierdoor een hoofdstramien van radiaal van dit centrum uitstralende verkeerswegen (primaire en secundaire wegen en vaarwegen). Het aantal dorpen wordt bepaald door de gewenst geachte onderlinge afstand. In de Noordoostpolder zijn er tien, die door tertiaire wegen zijn verbonden. Tenslotte zorgen landbouwwegen (z.g. polderwegen) er voor dat iedere kavel voor het verkeer bereikbaar is. Voor de afmetingen van deze wegen kan worden verwezen naar: „De Noordoostpolder in beeld".

De kavelafmetingen vormen één van de grondslagen voor het verkavelingsplan. In de Wieringermeer zijn de kavels in de regel 250 × 800 m, in de Noordoostpolder 300 × 800 m, in Oostelijk Flevoland zullen zij vermoedelijk 300 × 1000 m worden. Grotere kavels geven in het algemeen geringere aanlegkosten: vooral de kavellengte, die het aantal wegen en tochten bepaalt, is hierop van invloed. Deze kavellengte wordt verder bepaald door bedrijfstechnische eisen. In de Wieringermeer en de Noordoostpolder is zij 800 m; wegens de sterk voortgeschreden mechanisatie van het boerenbedrijf werd voor Oostelijk Flevoland een kavellengte van 1000 m – althans van de grotere bedrijven – wel verantwoord geacht. De kavelbreedte is thans 300 m; deze maat blijkt goed te voldoen. Een veel grotere breedte geeft moeilijkheden tijdens de eerste jaren, omdat greppels het water niet over grote afstanden kunnen transporteren.

4. Ontginning van een polder

Na het droogvallen van de grond moet deze in cultuur worden gebracht. Slechts de kanalen zijn dan aanwezig en deze zijn voor een aanzienlijk gedeelte weer dichtgeslibd. Allereerst moet nu de afwatering in orde worden gebracht: de kanalen worden door baggermolens opgeschoond en er wordt een begin gemaakt met het graven van tochten en kavelsloten. Op slappe terreinen worden hiervoor draglines gebruikt, die zich over houten schotten voortbewegen. Daarna moet de ontwatering van de gevormde percelen worden verzorgd, hetgeen aanvankelijk door greppels, later door drains geschiedt. Na de ontwatering levert de eigenlijke ontginning meestal weinig moeilijkheden meer op, omdat de IJselmeergronden in het algemeen zonder meer voor de landbouw gebruikt kunnen worden. In sommige gevallen is evenwel verbetering mogelijk. Deze verbeteringen geschieden bij voorkeur vóórdat het land in pacht wordt uitgegeven.

a. Ontwatering

I. Begreppeling

De greppels worden gegraven op betrekkelijk kleine onderlinge afstanden (meestal

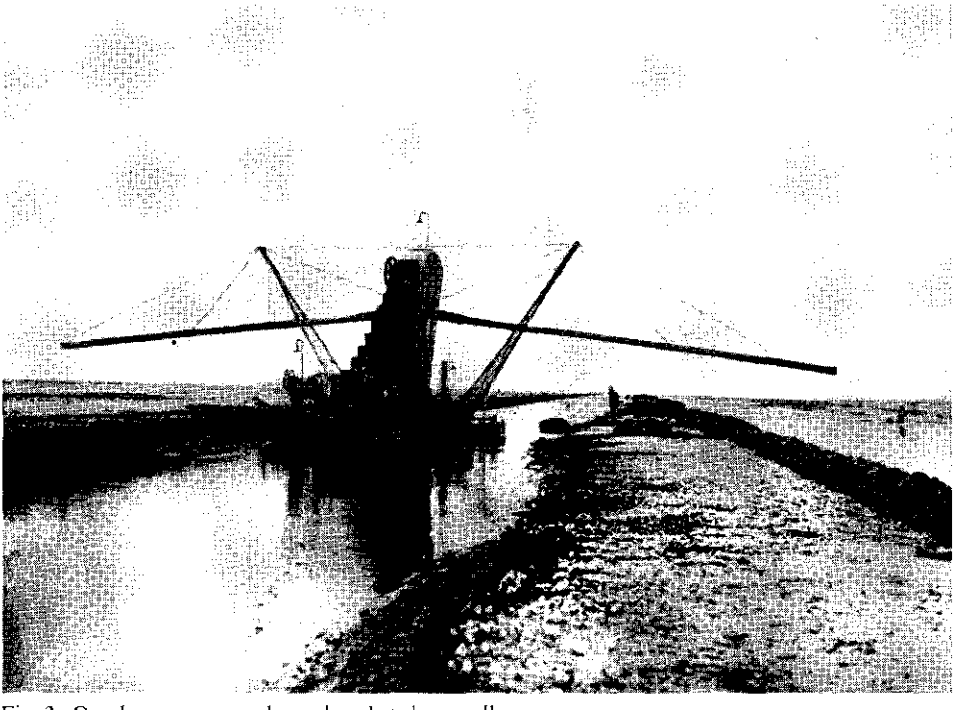


Fig. 3. Opschonen van een kanaal na het droogvallen

tussen 8 en 20 m) en monden uit in de kavelsloten. Langs de sloot wordt een strook van 10 m, de kopakker, van een drainreeks voorzien, zodat verkeer over de kavel mogelijk is.

TABEL 6. Afmetingen van greppels

Diepte	0,60 m
Bodembreedte	0,25 m
Bovenwijdte	1,15 m

De greppels werden aanvankelijk met de hand gegraven; later is deze arbeid door de invoering van de greppelploeg vrijwel geheel gemechaniseerd. Ook de uitkomende grond wordt mechanisch geslecht. Hierdoor werd een zeer aanzienlijke besparing van kosten verkregen; in 1948 b.v. waren de kosten per m greppel voor machinaal werk f 0,06 tegen f 0,36 per m voor handwerk.

Deze tijdelijke greppels hebben grote voordelen boven een directe drainage van de grond. In zware gronden is de ondergrond in de eerste jaren nog te slap om te kunnen draineren, terwijl – zoals wij later zullen zien – de doorlatendheid ervan zeer gering is. Bij een lichte ondergrond is directe drainage wel mogelijk; door schaarste aan drainbuizen tijdens en na de oorlog is deze werkwijze evenwel slechts zelden toegepast.

Anderzijds hebben de greppels ook grote nadelen. Zij vragen veel onderhoud, vormen haarden van onkruid, hinderen de exploitatie en veroorzaken veel landverlies. Het laatste bedraagt bijvoorbeeld bij een greppelafstand van 10 m reeds meer dan 10 %. Het is dus begrijpelijk, dat deze vorm van ontwatering slechts tijdelijk in aanmerking komt en na enige jaren door een drainage wordt vervangen.

II. Drainage

De drains liggen evenals de greppels op onderlinge afstanden, die afhangen van de doorlatendheid van de grond; in de regel liggen deze afstanden tussen 8 en 48 m. Ook deze drains monden rechtstreeks uit in de kavelsloten. Voor de drainage zijn in de regel buizen gebruikt, doch daarnaast is – voornamelijk als gevolg van een schaarste aan drainbuizen – gebruik gemaakt van riet en van takkenbossen en is moldrainage toegepast. Deze andere vormen van drainage zijn voornamelijk gebruikt in gebieden met een venige ondergrond. Hoewel er in vele gevallen goede resultaten mee zijn verkregen is toch gebleken, dat hun bedrijfszekerheid veel geringer is dan die van een goed belegde buizendrainage.

Als drainbuizen zijn zowel gebakken aarden- als betonnen buizen gebruikt: de laatste evenwel alleen in goed kalkhoudende grondsoorten, waarin geen zure reactie kan worden verwacht. In venige gronden mogen dergelijke buizen niet worden gelegd, omdat zij door zuren aangetast worden. De betonnen buizen passen met een sponning in elkaar.

Fig. 4. Graven van een kavelsloot

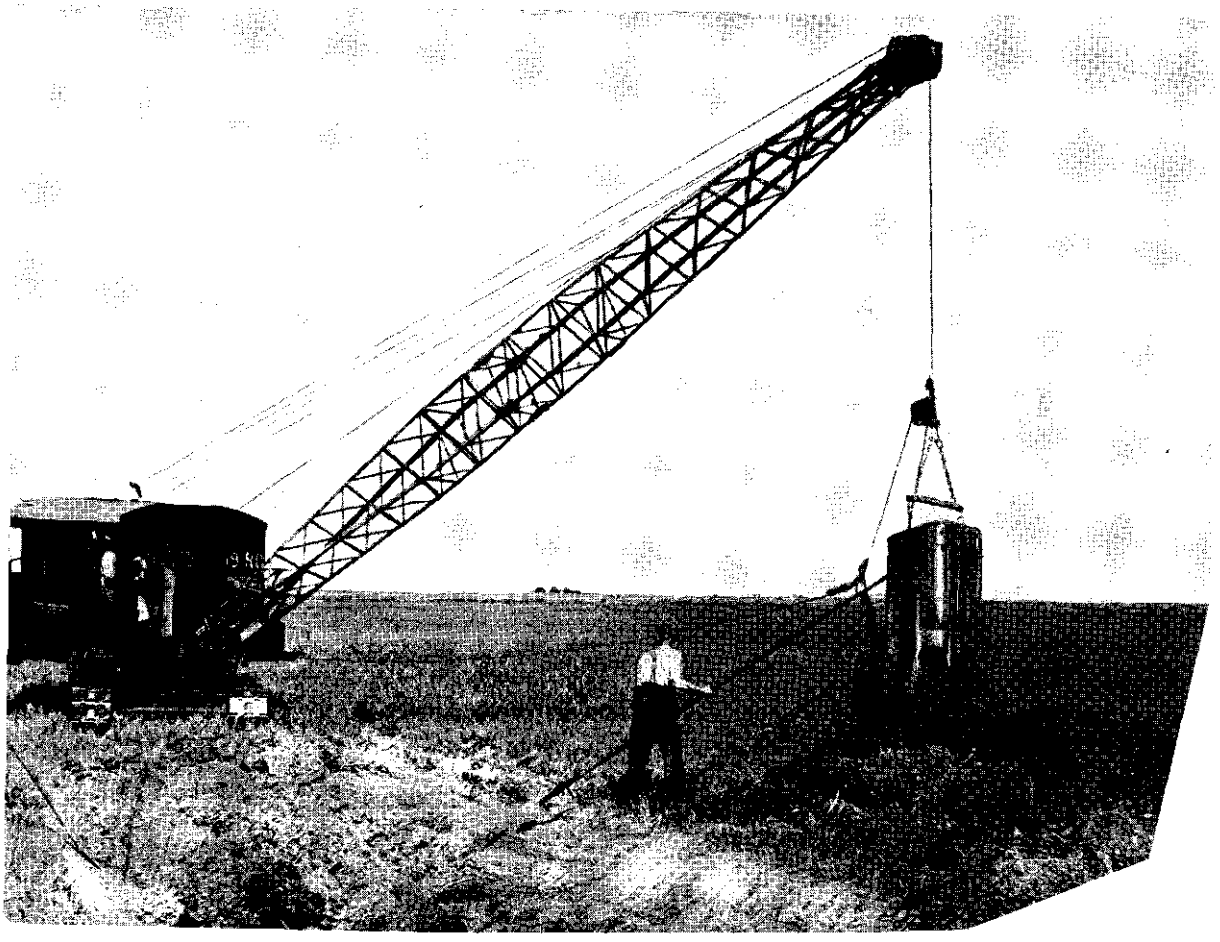


Fig. 5. Greppelploeg, getrokken door twee rupstrekkers van 65 pk

Van de gebakken buizen worden zowel kraagloze buizen als kraagbuizen gebruikt; de practijk geeft daarbij – ondanks de hogere kosten – veelal de voorkeur aan kraagbuizen, omdat deze gemakkelijker en ook bij minder gunstige weersomstandigheden gelegd kunnen worden. Over de verdere voor- en nadelen van de verschillende buistypen is weinig met zekerheid bekend. Voor nader onderzoek van deze vraagstukken is in de Noordoostpolder in 1952 een proefveld aangelegd.

TABEL 7. Ligging van drains

	Drains voor ontwatering	Drains voor infiltratie
Diepte midden op de kavel, m	0,90	0,70–1,00 [1]
Diepte bij de sloot, m	1,20	0,70–1,00 [1]
Verhang	2 ‰	horizontaal
Maximale getolereerde afwijking, m	± 0,02	± 0,02

[1] Afhankelijk van de grondsoort

De gebruikte buisdiameters zijn 5 en 8 cm binnenwerks. De capaciteits-eisen waaraan de drains moeten voldoen, zijn de volgende:

Bij horizontale drains (infiltratiedrains) mag bij een aanvoer van 0,7 l/sec/ha tussen begin en einde van de drain geen groter drukverlies optreden dan 0,10 m.

Bij hellende drains (ontwateringsdrains) mag bij een afvoer van 12 mm/etm. aan het begin van de drain (dus midden op de kavel) geen water boven de drainbuis staan.

Voor drains van 150 m lengte (kavelbreedte 300 m) kan men voor drainafstanden van 24 m of kleiner volstaan met buizen van 5 cm; voor grotere afstanden of grotere drainlengten moet een gedeelte van de drainreeks uit buizen van 8 cm diameter bestaan om aan deze eisen te kunnen voldoen.

Na het leggen van de buisdrains worden meestal de stootvoegen bedekt met turfmolm (1 pak turfstrooisel per 50 à 60 m drain). Vermoedelijk kan deze maatregel wel achterwege worden gelaten indien zavel- of kleigronden onder gunstige omstandigheden worden gedraineerd, maar als de drains in een zandgrond komen te liggen is bedekking van de stootvoegen noodzakelijk. Bovendien wordt in het laatste geval in de regel infiltratie toegepast; doordat daarbij de grond rondom de drainbuizen geheel met water wordt verzadigd, veelal onder vorming van loopzand, is de kans op verstoppingen daarbij nog groter dan bij ontwatering.

III. Afstanden van greppels en drains

De afstanden van greppels en drains zijn afhankelijk van de doorlatendheid van de grond. Als eis wordt gesteld dat bij zware regenval (10 mm/etm.) de grondwaterstand op begreppeld land midden tussen de greppels niet hoger mag stijgen dan tot 20 cm beneden maaiveld; voor gedraineerd land mag het grondwater onder deze omstandigheden midden tussen de drains niet hoger stijgen dan tot 30 cm beneden maaiveld.

Voor zandgronden geldt bovendien de eis, dat bij infiltratie het verschil in grondwaterstand bij de drains en midden tussen de drains niet groter mag zijn dan 10 cm bij een aanvoer van 0,7 l/sec/ha; deze eis is strenger dan de eisen aan de ontwatering, zodat infiltratiedrains dichter bij elkaar moeten liggen dan voor de ontwatering nodig is.

Bij de zandgronden zijn de greppel- en drainafstanden bepaald met de methode van HOOGHOUDT, dus door meting van de doorlatendheid en berekening van de afstand. Enige voorbeelden van doorlatendheden van zandgronden geeft tabel 8.

TABEL 8. Doorlatendheid van enkele zandgronden in de Noordoostpolder

Soort zand	Kavel	Laag cm – maaiveld	K m/etm.
Blokzijlzand	R 75	0 – 84	0,3
Ramspolzand	P 103	70 – 120	4,2
Urkzand	S 33	68 – 110	3,0

Bij zwaardere gronden is een dergelijke berekening niet mogelijk; deze gronden zijn

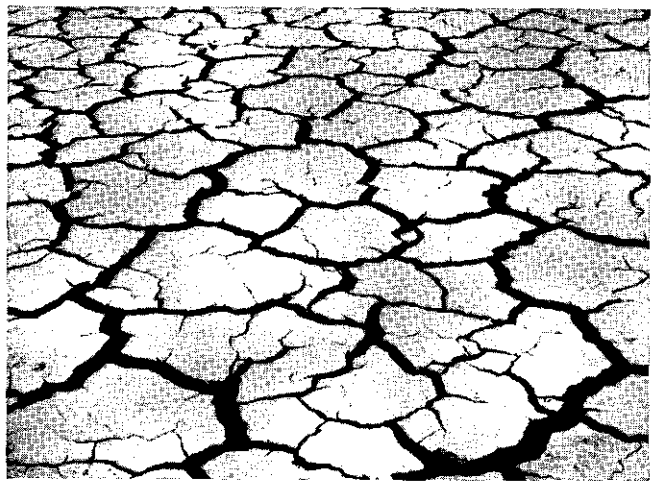


Fig. 6. Sterk gescheurde oppervlakte van een zware zavelgrond kort na het droogvallen

aanvankelijk geheel met water verzadigd en zijn in deze toestand zeer ondoorlatend (K ongeveer 10^{-3} of 10^{-4} m/etm.). Na het droogvallen gaan zij evenwel scheuren (DOMINGO) en door dit proces kan de doorlatendheid wel $10^{6} \times$ zo groot worden. In goed gescheurde gronden is de doorlatendheid nl. van de orde van 10 of zelfs 100 m/etm.; hier zijn dan ook zeer grote drainafstanden mogelijk. De bepaling van de drainafstanden in dergelijke gronden geschiedt langs empirische weg, namelijk door een beoordeling van de scheuren in het bodemprofiel. Hoe sterker het profiel gescheurd is, des te groter kan de drainafstand zijn. Door de aanleg van proefvelden met variërende drainafstanden kan een indruk verkregen worden hoe groot deze afstand moet zijn bij een gegeven mate van scheuring.

De scheuren worden gevormd door uitdroging van de grond; in jonge gronden is dit een onomkeerbaar proces, zodat een eenmaal gescheurde grond niet weer dichtzwelt. Wel wordt de scheuring sterk belemmerd door kwel, omdat deze de uitdroging,

TABEL 9. Drainafstanden in de Noordoostpolder

Profiel	Drainafstand	Opmerkingen
Urkzand	24 m	Vrij grof zand; afstand bepaald door infiltratieeisen.
Blokzijlzand	12 „	Zeer fijn zand; afstand bepaald door infiltratieeisen.
Lichte zavel tot 1½ m diepte	8 „	Geen infiltratie. De grondsoort is zeer ondoorlatend en scheurt ook nauwelijks.
Zware zavel tot 1½ m diepte (goed gescheurd)	48 „	Na enige jaren zeer doorlatend door de sterke scheurvorming.
Idem, met sterke kwel	12 „	De scheuring wordt door de kwel sterk belemmerd.

vooral in diepere lagen, sterk tegengaat. In kwelgebieden moeten de drainafstanden dan ook steeds veel kleiner zijn dan in gebieden zonder kwel. Tabel 9 geeft een indruk van de toegepaste drainafstanden. Voor verdere bijzonderheden over de bepaling van greppel- en drainafstanden kan verwezen worden naar de literatuur (v. D. MOLEN, PRUMMEL en SIEBEN).

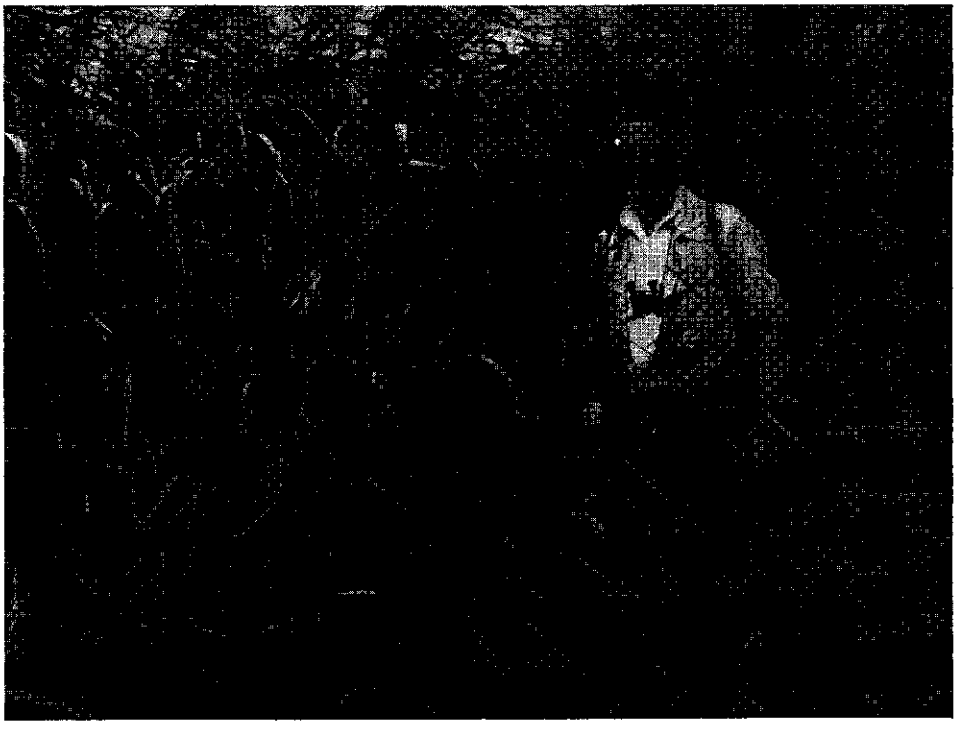
b. Verdere ontginning

Na de aanleg van de ontwatering (in eerste instantie dus de greppels) is de verdere ontginning zeer eenvoudig. De uit sloten en greppels gekomen grond wordt geslecht, hetgeen in de regel machinaal geschiedt en daarna kan het land direct in cultuur worden genomen.

Gedurende de eerste jaren wordt daarbij weinig hinder van vegetatie ondervonden; later kan er echter een zeer dicht rietbestand aanwezig zijn. In de regel wordt het riet eerst gemaaid of afgebrand en de grond daarna met schijveneg en cultivator intensief bewerkt om de rietzode te verbreken. Daarna wordt geploegd.

Het riet is daarbij evenwel niet gedood en kan in de komende gewassen veel hinder veroorzaken. Het bleek echter, dat een afdoende rietbestrijding mogelijk was door het opslag regelmatig af te maaien. Het ligt dus voor de hand als eerste gewas lucerne in

Fig. 7. Zwaar rietgewas in de Noordoostpolder



te zaaien, omdat dit geregeld gemaaid wordt. Tevens maakt de lucerne door zijn diepe beworteling de ondergrond los, bevordert door zijn sterke verdamping de uitdroging van de grond en daarmede de scheurvorming en brengt bovendien veel stikstof in de grond. Dit laatste is zeer gewenst, omdat de IJselmeergronden in het begin zeer arm zijn aan deze voedingsstof.

Doordat het riet eerst vrij laat in de zomer tot ontwikkeling komt, zijn ook vroeg rijpende gewassen als koolzaad en zomergerst wel geschikt als eerste vrucht; voor de rietbestrijding zijn zij evenwel minder effectief dan lucerne.

c. Verbeteringen

Na deze eerste ontginning volgen enige jaren, waarin het land door de Staat wordt geëxploiteerd. Tijdens deze periode worden de greppels door drains vervangen, waarbij veelal door de inmiddels voortgeschreden scheurvorming de drainafstand groter kan worden gekozen dan de greppelafstand.

Tevens worden in deze periode allerlei verbeteringen aangebracht. Zo blijft in de regel bij de eerste ontginning de grond, die uit de tocht aan de achterzijde van de kavels is gekomen, liggen. Deze tochtgrond wordt eerst later geslecht, hetgeen òf met een bulldozer òf als winterwerk in handkracht geschiedt.

Fig. 8. Eén van de woellichamen van de „drietand"

Deze egalisatie vergt een aanzienlijk grondverzet: gemiddeld komt er uit de tochten een hoeveelheid grond van 34 m^3/m en in totaal is er in de Noordoostpolder een hoeveelheid van 7 830 000 m^3 grond uit de tochten gekomen.

Het slechten met de hand kostte in 1948 f 1,20 per m^3, met de bulldozer f 0,30 per m^3 (arbeid resp. 600 en 9 manuren per 1000 m^3).

Voorts is er op allerlei plaatsen grondverbetering mogelijk. In grote gebieden komt in de ondergrond een dichte, niet scheurende lichte zavel voor, die in zoet water is afgezet (sloef). Deze sloefgrond is slecht doorlatend en is zelfs bij een drainafstand van 8 m nog niet voldoende ontwaterd. Bovendien dringen de plantenwortels - ook lucernewortels - er bijna niet in door. In dergelijke gevallen wordt deze laag losgemaakt, waardoor zowel een betere doorlatendheid als een betere beworteling

Fig. 9. Diepploegen tot een diepte van omstreeks 1,20 m

wordt verkregen. In de regel geschiedt deze bewerking tot een diepte van 50 à 70 cm: hiervoor worden verschillende werktuigen gebruikt, o.a. de Mc Cormickploeg met ondergronders, die 20 cm diep ploegt en daarbij de ondergrond tot ongeveer 50 cm diepte losmaakt. Indien dieper losmaken noodzakelijk is wordt de z.g. drietand gebruikt, die de grond tot 70 cm losbreekt.

Verder wordt in gevallen, dat de ondergrond betere hoedanigheden bezit dan de bovengrond, gediepploegd. Dit diepploegen kan thans tot omstreeks 1,50 m diepte met succes worden uitgevoerd. Voor deze bewerking komen gronden in aanmerking, waar de bovengrond uit zand bestaat, terwijl in de ondergrond zavel aanwezig is. In het algemeen wordt er daarbij naar gestreefd tenminste 40 cm goede grond boven te krijgen.

Op andere plaatsen is door menselijk ingrijpen grond gedeponeerd. Zo zijn ten behoeve van de wegenaanleg hier en daar zanddepots gemaakt, die reeds onder water zijn aangelegd met zand, dat bij het baggeren van de kanalen vrij kwam. De resten van dergelijke zanddepots worden eveneens door diepploegen – waarbij dus de oorspronkelijke grond van de zeebodem weer bovengebracht wordt – verbeterd. Op andere plekken is – eveneens onder water – grond uit de kanalen gestort of is er na het droogvallen baggerspecie opgespoten of opgevloeid.

In sommige gevallen zijn dergelijke stort- en vloeigronden van mindere hoedanig-

heid dan de onderliggende oorspronkelijke zeebodem, vooral omdat zij minder gelijkmatig zijn en daardoor bezwaar opleveren voor bepaalde teelten (vlas, pootaardappelen). Indien het verschil in kwaliteit aanzienlijk is, zullen ook dergelijke stort- en vloeigronden door diepploegen worden verbeterd. Tabel 10 geeft een overzicht van de grondverbeteringen in de Noordoostpolder.

Een andere verbetering vormt de infiltratie. In gronden, die gevoelig zijn voor droogte, wordt een hogere grondwaterstand verkregen door water via de drainbuizen in het perceel te brengen.

Aangezien dit onderwerp echter reeds in Hoofdstuk IV is behandeld zal hierop thans niet nader worden ingegaan.

TABEL 10. Grondverbeteringen in de Noordoostpolder

Bewerking	Diepte cm	Oppervlak t/m 1952 ha	Totaal ha
Ondergrond losmaken	35–50	3433	7985
„	60–70	4552	
Diepploegen	30–40	110	2575
„	40–55	436	
„	55–80	255	
„	80–120	736	
„	120–150	253	
„	35–50 (voor bos)	726	
	diversen	59	

LITERATUUR

Directie van de Wieringermeer, de Noordoostpolder in beeld, 1953.

DOMINGO, W. R. De physische rijping van de jongere Zuiderzee-afzettingen in de Noordoostpolder. Van Zee tot Land no 2. Zwolle, 1951.

MOLEN, W. H. VAN DER. Bepaling van drainafstanden door een morphologische beoordeling van het bodemprofiel. *Landbouwk. T.* **65** (1953) 105.

PRUMMEL, B. Cultuurtechnische ervaringen bij de ontginning van de Zuiderzeepolder. *Landbouwk. T.* **62** (1950) 977.

SIEBEN, W. H. De ontwatering van de zavelgronden in de Noordoostpolder. Van Zee tot Land no 3. Zwolle, 1951.

Polytechnisch Tijdschrift. Noordoostpoldernummers no 23/24 (17 Juni 1948), no 25/26 (30 Juni 1948).

ZUUR, A. J. Ontstaan en aard van de bodem van de Noordoostpolder. Van Zee tot Land no 1. Zwolle, 1951.

DE VEENONTGINNING IN HET LAND VAN VOLLENHOVE

Ir D. I. LUTEIJN

1. Topographie, bodemkundige en waterstaatkundige toestand van het te ontginnen gebied

a. Topographie

Het uitgeveende gebied in de z.g. kop van Overijsel wordt in het Zuiden begrensd door een smalle strook onverveende gronden langs het Meppelerdiep, in het Westen door de met een kleilaag afgedekte veengronden langs de voormalige Zuiderzeedijk, in het Noorden door de oeverlanden langs de Linde en in het Oosten door de hoger gelegen diluviale zandgronden. De oppervlakte bedraagt ruim 15000 ha.

Voor de aanvang van de inpolderingswerken waren in dit uitgeveend gebied slechts twee doorgaande wegen aanwezig, nl. de weg Wanneperveen-St. Jansklooster en Blauwe Hand-Steenwijk. Ontsluitingswegen, met uitzondering van enige zeer primitieve onverharde landwegen, ontbraken geheel. Het gebied was slechts toegankelijk via een beperkt aantal vaarten van beperkte capaciteit.

Deze toestand heeft geduurd tot 1930, toen de eerste inpolderingswerken zijn begonnen.

b. Bodemkundige gesteldheid

Oorspronkelijk had zich in het uitgeveende gebied en ten Zuiden, Westen en Noorden hiervan een uitgebreid mos- en zeggeveen ontwikkeld, afhankelijk van plaatselijke milieufactoren. Buiten het thans uitgeveende gebied is dit veen – onder invloed van Zuiderzee, Meppelerdiep en Linde – overdekt met meer of minder humeuze minerale afzettingen (klei en zand).

Bij de vervening – in hoofdzaak tussen 1600 en 1900 – is alleen de bovenlaag van dit veen, die ongeschikt was voor de turfbereiding, achtergebleven. Deze „zetgrond" vindt men thans in de „ribben" of „zetwallen" terug, voor zover ze niet in de „trekgaten" is verdwenen. Gedeeltelijk zijn de ribben bij overstromingen weggeslagen, waardoor de meren in dit gebied zijn gevormd.

Na de vervening heeft in de trekgaten weer een verlanding plaatsgehad. In vele gevallen is hierbij een invloed te bespeuren van de vele overstromingen, merkbaar door een zeker gehalte aan klei en slib.

Deze verlanding was in 1930 zover voortgeschreden, dat slechts een klein gedeelte van het uitgeveende gebied uit open water bestond. Met uitzondering van de ribben was het terrein echter onbegaanbaar. Het bestond in hoofdzaak uit „kragge", een vegetatie-dek, waarvan de wortels een stevig ineengevlochten mat vormden en op het water dreven.

De minerale ondergrond in dit gebied bestaat uit fijne laagterras-zanden, welke van

Oost naar West hellen (bij Steenwijk op N.A.P. liggend, bij de voormalige Zuiderzeedijk op 3 à 4 m –N.A.P.).

c. Waterstaatkundige toestand

Waterstaatkundig behoren de uitgeveende gronden in de kop van Overijsel tot de boezemlanden van het Waterschap Vollenhove. Sinds 1920 wordt deze boezem bemalen door het gemaal A. F. Stroink aan de voormalige Zuiderzeedijk tussen Vollenhove en Blokzijl. Na het tot stand komen van de noodzakelijke verbeteringen aan de scheepvaartwegen, is het officiële peil van deze boezem vastgesteld op 0,80 m + N.A.P. in de winter en 0,70 m + N.A.P. in de zomer.

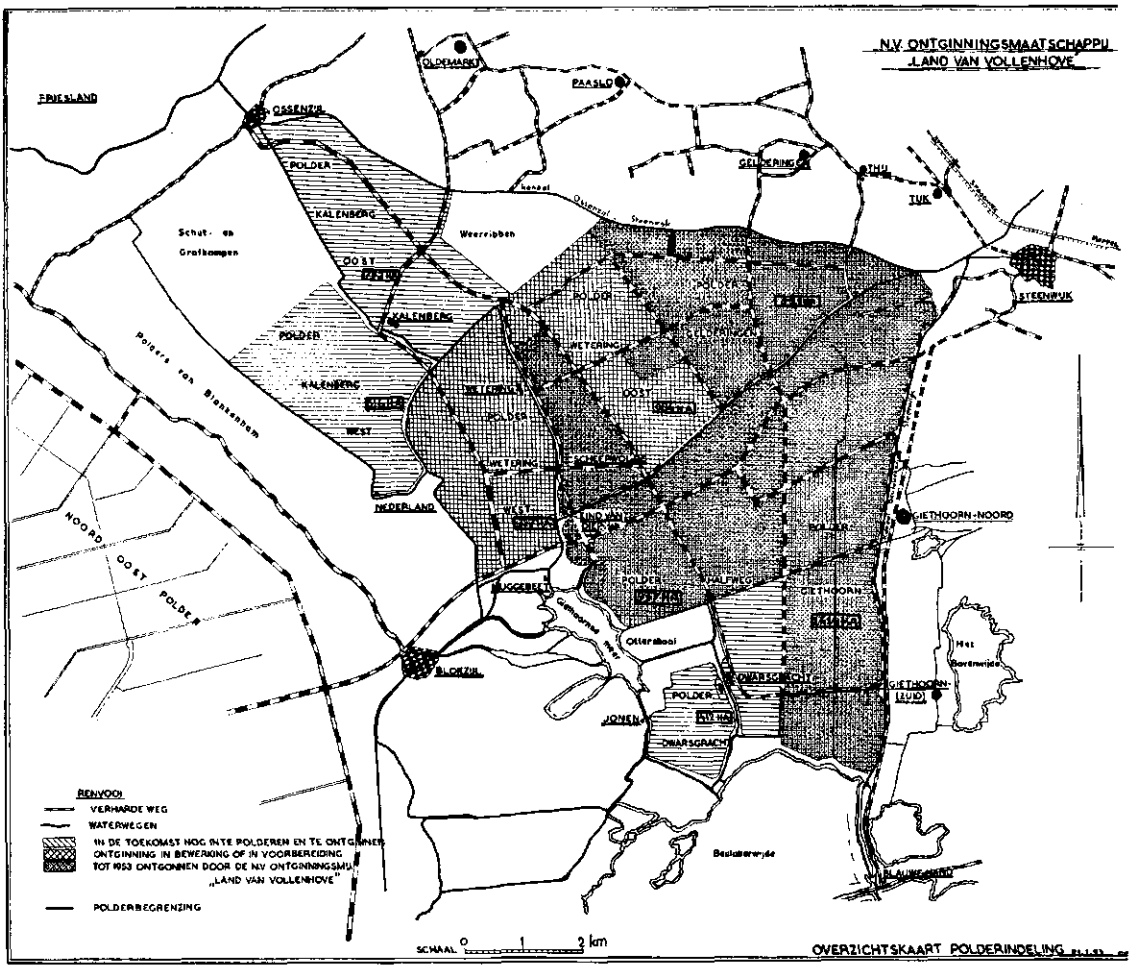


Fig. 1. Polderindeling in het Land van Vollenhove.

In de practijk wordt dit peil redelijk goed bereikt, doch afwijkingen in de zomer van 0,60 tot 0,90 m + N.A.P. en in de winter van 0,50 tot 0,85 + N.A.P. komen bij abnormale weersomstandigheden voor.

Belangrijke verlaging van dit boezempeil ten behoeve van de laaggelegen uitgeveende gronden is niet mogelijk, omdat

1. de scheepvaartbelangen daarbij te zeer in het gedrang zouden komen of wel, dat ten behoeve hiervan omvangrijke werken uitgevoerd zouden moeten worden,
2. gevaar zou ontstaan voor te sterke ontwatering van andere gronden in het boezemgebied.

Bovendien is het nodig in het waterschap over een grote waterberging te kunnen beschikken, omdat via de boezem ook nog ongeveer 17000 ha Drentse gronden via de Steenwijker Aa (en in noodgevallen via het Meppelerdiep) naar het IJselmeer afwateren, met een maximaal vermogen van 77 m^3 per seconde.

Het is duidelijk, dat voor het verwerken van deze enorme hoeveelheden water de beschikking over een ruime waterberging noodzakelijk is.

2. De voorbereiding van de ontginningen

a. Het onderzoek

Door het Bodemkundig Instituut is een onderzoek ingesteld naar de landbouwkundige waarde van de aanwezige grondlagen bij eventuele inpoldering. Het is daarbij gebleken, dat zowel de physische als chemische eigenschappen van het materiaal in het algemeen zodanig waren, dat inpoldering en ontginning verantwoord was.

De zetwallen zijn het meest geschikt voor ontginning, het nog aanwezige oude veen en de grove rietkragge zijn minder geschikt en moeten bij voorkeur niet in de toekomstige bouwvoor worden verwerkt.

In verband met de waterhuishouding en de hoogte-ligging van het maaiveld in de toekomstige polders werd een globaal onderzoek ingesteld naar de hoogteligging van de minerale ondergrond. Tevens werd de ondergrond tot grotere diepte onderzocht i.v.m. de doorlatendheid en de ten gevolge daarvan te verwachten kwelbezwaren bij inpoldering.

b. Plannen tot inpoldering en ontginning

Begrenzing van de polders. Het is gewenst, dat in een polder geen al te grote verschillen optreden t.a.v. de meest gewenste waterstand. De toekomstige maaiveldshoogte wordt in het Land van Vollenhove in hoofdzaak bepaald door de hoogteligging van de minerale ondergrond. Gezocht moet dus worden naar een begrenzing, waarbij de hoogteligging van de minerale ondergrond niet al te veel verschilt.

Verder moet de oppervlakte van het in te polderen gebied niet te klein zijn ter voorkoming van te hoge aanleg- en exploitatiekosten van de polder. Tevens zal rekening moeten worden gehouden met de invloed, die een inpoldering uitoefent op de omgeving.

Ontwatering en verkaveling. De afwatering zal aangepast moeten worden aan

de toekomstige hoogteligging van het maaiveld. Dit betekent, dat het te ontwerpen stelsel van waterleidingen zo veel mogelijk op de natuurlijke helling in de minerale ondergrond moet worden afgesteld.

Of voor de detail-ontwatering gebruik zal worden gemaakt van open of gesloten leidingen, op welke onderlinge afstanden deze leidingen moeten liggen en welke afmetingen ze moeten hebben, is van vele factoren afhankelijk. Hiervoor kan geen schema worden gegeven. In het algemeen is een open afwatering ontworpen, met sloten op onderlinge afstanden van 40 m. De percelen krijgen daarbij zoveel mogelijk een lengte van ongeveer 400 m, zodat de oppervlakte ongeveer 1,5 ha bedraagt.

De wegen. Bij de verkaveling is uitgegaan van een perceelslengte van ongeveer 400 m. Daarnaast is aangenomen, dat twee percelen achter elkaar naar dezelfde waterleiding kunnen afwateren, waarbij deze percelen door een z.g. middenweg (zandweg), waarin een duiker met ø 30 cm, zijn gescheiden. Aan de voorzijde van dit tweede perceel bevindt zich dan de verharde weg. Stelt men deze waterleiding centraal, dan volgt daaruit, dat verharde wegen op onderlinge afstanden van 1600 m nodig zijn. In de practijk zullen echter allerlei factoren het noodzakelijk maken van dit schema af te wijken.

Tussen deze hoofdontsluiting zijn verharde dwarswegen ontworpen op onderlinge afstanden van ongeveer 2 km. Tevens is bij het ontwerpen van het wegennet rekening gehouden met de locale en interlocale verkeersbehoefte, waarbij deze wegen zo mogelijk dienstbaar gemaakt zijn voor de ontsluiting van landbouwgronden, ten einde de weglengte zoveel mogelijk te beperken.

In het algemeen hebben de verharde wegen een kruinbreedte van ten minste 10 m. Hierdoor is het mogelijk de wegstroken dienstbaar te maken aan de landschapsverzorging, door beplanting met bomen en struiken. Het is gewenst, dat aan deze verzorging van het landschap bijzondere aandacht wordt besteed in een gebied, waar – uit landbouwkundige overwegingen – de beplanting met bomen en struiken beperkt dient te worden tot erven van boerderijen, wegbermen en een enkel „overhoekje".

Voor alle wegen wordt verbetering van de aarden baan aangebracht over een breedte van ten minste 5 m, waarbij het veen wordt vervangen door zand. De verhardingsbreedte van de wegen, waarop enig doorgaand verkeer verwacht kan worden, bedraagt ten minste 3 m. De overige wegen worden over een breedte van ten minste 2,50 m verhard.

De ontginning. De werkzaamheden bij de ontginning hebben in hoofdzaak tot doel het terrein te egaliseren, de waterhuishouding te verbeteren en de aanwezige grondsoorten zodanig te verwerken, dat hiervan in de toekomst een maximaal profijt verkregen kan worden. De grond wordt daartoe over een diepte van 0,80 m beneden het aan te leggen maaiveld doorgespit, waarbij de landbouwkundig meest waardevolle grondlagen in de oppervlakte worden verwerkt. Bij het bepalen van de aanleghoogte wordt tevens rekening gehouden met de te verwachten inklinking van de grond en met de wenselijkheid van enige helling van het midden van het perceel naar de kanten.

Ter beperking van het grondverzet, wordt niet onder alle omstandigheden getracht grote complexen nauwkeurig een zelfde aanleghoogte te geven. De aanleghoogte van de afzonderlijke percelen kan dus wel enigszins variëren. Door de inklinking wordt dit verschil later kleiner en is dan practisch van weinig betekenis, terwijl het bij de aanleg een aanzienlijke arbeidsbesparing geeft.

De overgangsexploitatie. De aldus ontgonnen gronden zijn nog niet geschikt voor normale exploitatie. Zowel de physische als chemische toestand is zeer heterogeen.

Als onderdeel van de ontginningswerkzaamheden is dan ook enige jaren exploitatie voorzien, waarbij dus het hoofddoel moet zijn: de verbetering van de grond. Door doelmatige bewerking en bemesting kan in de meeste gevallen na 6 à 8 jaren een zodanige verbetering worden bereikt, dat exploitatie zonder bijzondere risico's mogelijk is.

Heregalisatie en bezanding. Bij de eerste ontginning is het niet mogelijk en in een aantal gevallen ook niet doelmatig, om volledig rekening te houden met de inklinking. Na enige jaren doet zich dan ook de behoefte gevoelen tot een heregalisatie.

Daarnaast houdt de veengrond een aantal minder aangename eigenschappen, zoals gering draagvermogen, nachtvorst- en droogtegevoeligheid, welke zo mogelijk verbeterd moeten worden. Deze verbetering kan worden bereikt door in de bouwvoor een zekere hoeveelheid zand te brengen. In verband hiermede wordt na het verkrijgen van de gewenste verbetering door de „overgangsexploitatie", een heregalisatie en bezanding uitgevoerd. Door inklinking is het daarbij bovendien noodzakelijk de sloten te verdiepen, terwijl overwogen moet worden of wellicht kan worden overgegaan tot buisdrainage. De bezanding wordt uitgevoerd met aan de sloten of de ondergrond ontleend zand of het zand wordt van elders aangevoerd. De dikte van de opgebrachte zandlaag bedraagt meestal 5 cm. Bij de later volgende normale landbouwkundige bewerkingen wordt dit zand met de reeds aanwezige bouwvoor gemengd.

Hiermede is dan het einde van de ontginningswerkzaamheden bereikt.

3. De uitvoering van de ontginningswerken

a. De aankoop van de gronden

De aankoop van de gronden geschiedt per ontworpen polder. De waarde van de grond wordt getaxeerd door een commissie van drie deskundigen. Met bedrijfsschade wordt daarbij geen rekening gehouden, omdat hiervoor zoveel mogelijk compensatieregelingen worden getroffen. Blijkt dit later niet mogelijk te zijn, dan wordt alsnog de bedrijfsschade vastgesteld en geregeld. Is normale aankoop niet mogelijk, dan worden de betreffende gronden zo nodig onteigend.

b. Tijdelijke regeling van het gebruik van de aangekochte gronden en overgangsmaatregelen voor gedupeerde bedrijven

Aanvankelijk kan het gebruik van de aangekochte gronden ongewijzigd blijven.

Er worden dan dus zeer tijdelijke pachtovereenkomsten gesloten. Bij de aanvang van de ontginningswerken moeten de gronden tijdelijk aan het normale gebruik onttrokken worden. De gedupeerde bedrijven worden dan zoveel mogelijk geholpen met reeds ontgonnen gronden in andere polders. Ook voor het verlies van niet-agrarische werkgelegenheid wordt daarbij zoveel mogelijk compensatie gezocht. In enkele gevallen moet een schadeloosstelling in geld worden uitgekeerd.

c. Het vaststellen van het polderpeil

Het vaststellen of wijzigen van peilen behoort tot de bevoegdheid van het Waterschap Vollenhove, onder goedkeuring van Gedeputeerde Staten. Voordat dus tot bemaling van een nieuwe polder wordt overgegaan, moet het bestuur van het Waterschap hiertoe de nodige besluiten nemen en ter goedkeuring aan Gedeputeerde Staten voorleggen.

d. Het stichten van de bemalingsinstallatie

Het eerste werk bij het maken van een nieuwe polder is het stichten van een gemaal. Daarbij doen zich verschillende principiële vragen voor. Welk type pomp moet worden gebruikt? Moeten één of meerdere eenheden worden geplaatst? Welke energiebron moet worden gebruikt?

In het Land van Vollenhove zijn tot nu toe uitsluitend electrische gemalen toegepast, bij voorkeur met meer gelijkvormige eenheden. Als pomptype is in hoofdzaak gebruik gemaakt van de langzaamlopende centrifugaalpomp.

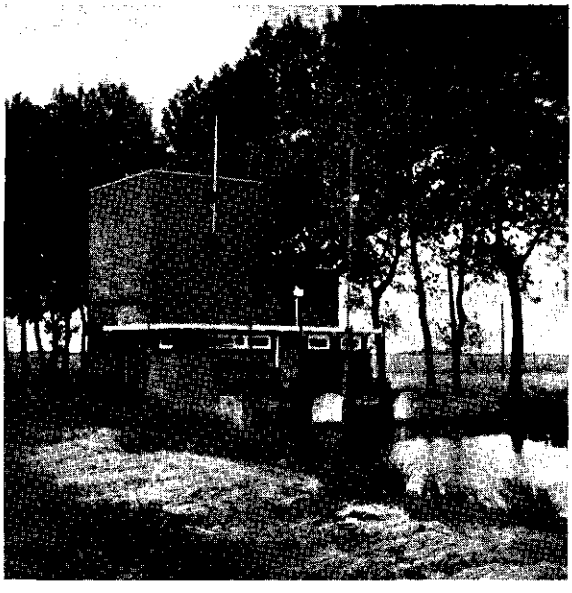


Fig. 2. Het gemaal van de polder Gelderingen

e. De aanleg van de kaden

De kaden bestaan uit een zandkern met veenbermen. Zolang het veen voldoende vochtig blijft, is de doorlatendheid uiterst gering. Voor de stevigheid wordt een zandkern aangebracht. Het veen voor de bermen wordt ter plaatse gevonden en verwerkt. Het benodigde zand wordt aan de ondergrond ontleend door baggeren of wordt van elders aangevoerd. Hiervoor bestaan weer verschillende mogelijkheden; de keuze hiervan wordt bepaald door plaatselijke omstandigheden.

f. Het maken van de hoofdafwatering

De hoofdafwatering wordt gemaakt voordat tot peilsverlaging in de polder wordt overgegaan. In verband hiermede moeten bijzondere maatregelen worden genomen om dichtslibben van deze kanalen bij de verlaging van de waterstand te voorkomen. Daartoe wordt het zand, dat in het kanaalprofiel wordt gebaggerd als een wal ter weerszijden van het kanaal gestort, nadat ter plaatse eerst het veen en andere licht specie is verwijderd. Bij het in werking stellen van het gemaal wordt nu eventueel instromen van bagger en andere verontreinigingen in de hoofdafwatering zoveel mogelijk voorkomen. Om dezelfde reden geschiedt de verlaging van de waterstand zeer geleidelijk.

De afmetingen van de kanalen zijn zodanig ontworpen, dat in geen geval een maximum stroomsnelheid van 0,30 m/sec. wordt overschreden. Wel is daarbij nodig, dat bij de laagst voorziene polderpeilen niet met de totale capaciteit van de bemalingsinstallatie wordt gewerkt.

Bij de eerste peilsverlaging is het bovendien gewenst, dat slechts een beperkte oppervlakte onder bemaling wordt genomen. Langdurige drooglegging van deze moerasgronden levert ernstig gevaar op voor uitgebreide en moeilijk te bestrijden veenbranden. Daarnaast wordt de ontginning dan bemoeilijkt door het optreden van een taaie zode, veel houtopslag e.d.

g. De detailontwatering

In het algemeen worden de sloten gegraven op onderlinge afstanden van 40 m. De diepte beneden maaiveld bedraagt 1,20 m, de taluds worden 1 : 1 gemaakt. De bodembreedte bedraagt 1 m of 0,80 m, al naar gelang het water van één of twee percelen moet worden afgevoerd.

Bij het graven van de sloten wordt de bovengrond, welke geschikt is voor verwerking in de toekomstige bouwvoor afzonderlijk verwerkt. Daarnaast wordt ook het zand uit de sloten – voor zover dit aanwezig is – apart gehouden.

h. De aanleg van wegen en boerderijen

Zodra een voldoende drooglegging is verkregen, wordt een begin gemaakt met de aanleg van de wegen. Door de verlaging van de waterstand zijn de aanwezige vaarten als toegangswegen onbruikbaar geworden, zodat vele terreinen practisch ontoegankelijk zijn geworden. Het is dus zaak – vooral ook met het oog op het transport van materiaal voor het ontginningswerk – om zo spoedig mogelijk over enige wegen in het gebied te kunnen beschikken. Op de plaats van de geprojecteerde wegen wordt het veen over een breedte van 5 m of meer geheel verwijderd en vervangen door zand. Dit zand wordt zo mogelijk ontleend aan natuurlijke hoogten in het terrein of moet van elders worden aangevoerd. In het laatste geval is meestal baggeren en opspuiten in speciale depôts noodzakelijk. Voordat de verharding wordt aangebracht, wordt het zand meestal met een trilmachine bewerkt. In enkele gevallen wordt het zand in het weglichaam ingewassen. Voor de verharding wordt, afhankelijk van de omstandigheden en de aard van de weg, gebruik gemaakt van klinkers, hoogovenslakken of beton.

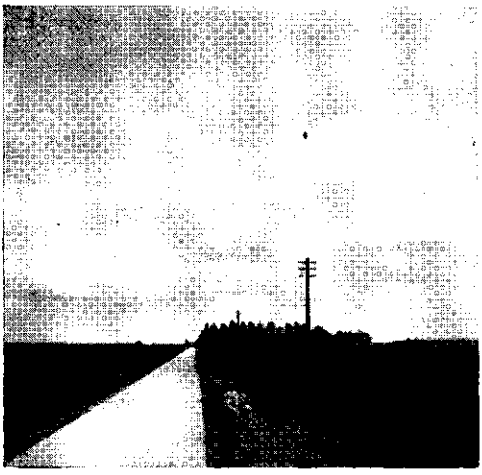


Fig. 3. Weg met betonverharding

Fig. 4. Gezinsbedrijf van 12 ha, zoals gebouwd in de polder Giethoorn

De verhardingen zijn betrekkelijk smal i.v.m. de geringe verkeersfrequentie. Voor uitwijken kan, dankzij de aangebrachte grondverbetering, zonder bezwaar van de bermen gebruik gemaakt worden.

Aan de wegen komen de nieuwe boerderijen te liggen, met bedrijfsgrootten variërend van 8–40 ha.

i. De ontginning

De ontginning en ook de egalisatie wordt vrijwel uitsluitend in handarbeid uitgevoerd. Mechanische uitvoering is – technisch gezien – bijna onmogelijk in verband met de ingewikkelde ligging en verwerking van de verschillende grondlagen. Alleen voor transport over grotere afstanden wordt gebruik gemaakt van motortractie. In verband met het geringe draagvermogen van de grond kan daarbij echter alleen gebruik gemaakt worden van het allerlichtste materiaal.

j. De overgangsexploitatie

Voor de bewerking van de jonge gronden wordt gebruik gemaakt van speciaal uitgeruste werktuigen. Sinds kort wordt met succes gebruik gemaakt van de grondfrees voor de eerste bewerking van de ontgonnen gronden.

De verbouwde gewassen beperken zich de eerste drie jaren in hoofdzaak tot rogge en haver. Daarna worden zo mogelijk ook aardappelen in de vruchtwisseling opgenomen, terwijl aan het eind van de overgangsexploitatie ook wel gewassen als tarwe, gerst, voederbieten, suikerbieten, bonen e.d. verbouwd kunnen worden.

Bij voorkeur wordt in deze overgangsperiode geen grasland aangelegd, omdat door het wegvallen van de regelmatige grondbewerking de ontwikkeling van de bouwvoor wordt vertraagd. In een aantal gevallen is deze graslandaanleg echter onvermijdelijk

i.v.m. de behoeften van bestaande landbouwbedrijven. In dat geval moet dus vertraging in de ontwikkeling van de grond worden aanvaard.

k. De heregalisatie en bezanding

Deze werkzaamheden moeten worden uitgevoerd tussen het ruimen van de oogst en het weer inzaaien van het nieuwe gewas, dit is dus in het algemeen de periode November–April. Voor doelmatig werk is het gewenst, dat de te bewerken complexen niet te klein zijn in verband met het verkrijgen van grond voor egalisatie en zand voor de bezanding. Het zand in de ondergrond mag daarbij niet dieper worden ontgraven dan de toekomstige waterstand in de sloten, omdat de ervaring heeft geleerd, dat anders storingen in de ontwatering zijn te vrezen. Buisdrainage kan wellicht in enkele gevallen, waarbij de buizen grotendeels in het zand kunnen worden gelegd, met succes plaats hebben.

Het is echter tot nu toe niet gelukt een practisch bruikbare methodiek uit te werken voor het bepalen van drainage-afstanden e.d. Dit gebeurt dus nog op grond van practische ervaring.

ALGEMENE LITERATUURLIJST VOOR CULTUURTECHNIEK

(Augustus 1953)

Algemeen

1. G. SCHROEDER, Landwirtschaftlicher Wasserbau. 2e Auflage, 1950, 510 blz.
   Handboek, waarin waterafvoer, drainage en watervoorziening uitvoerig worden behandeld. Korte hoofdstukken zijn aan ontginning en landaanwinning gewijd.
2. Verslagen van de Centrale Cultuurtechnische Commissie en de Cultuurtechnische Dienst.
   Documentatie voor Nederland met uitzondering van de landaanwinning. Verschenen tot en met 1951.

Landbouwwaterhuishouding

1. H. A. M. C. DIBBITS, Nederland–Waterland. 1950, 296 blz.
   Algemene beschrijving van de Nederlandse waterstaat en waterbouwkunde. Bevat ook voor de landbouwkundige belangwekkende hoofdstukken.
2. G. W. PICKELS, Drainage and flood control engineering. 2d edition, 5th impression, 1941, 466 blz.
   Te beschouwen als een handboek omtrent de grondslagen en uitvoering van afwatering en ontwatering.
3. Verslagen Techn. Bijeenkomsten 1–6 van de Comm. voor Hydr. Onderz. T.N.O. 1952, 330 blz.
   De resultaten van talrijke, voornamelijk Nederlandse onderzoekingen op het gebied van de waterhuishouding.
4. D. W. STOLP, De waterhuishouding in de tuinbouw. *Med. Dir. Tuinbouw* **15** (1952) 693–712.
   Beknopt overzicht van de belangrijkste grondslagen van de landbouwwaterhuishouding.
5. Drainage-vraagstukken. *Landbouwk. Tijdschr.* **65** 2–3 (1953).
   De aspecten van de ontwatering door middel van drainreeksen in een zestal voordrachten samengevat.
6. Draineren. Uitgave Ned. Heidemij, 1948, 35 blz.
   Beschrijving van de uitvoering van drainage's.
7. O. W. ISRAELSEN, Irrigation principles and practices. 2d edition, 1950, 405 blz.
   Handboek over de grondslagen en de uitvoering van beregening, bevloeiing enz.
8. *Maandblad voor de Landbouwvoorlichtingsdienst.* **8** 2 (1951) 45–84.
   Bevat een aantal artikelen over watervoorziening in Nederland.
9. F. P. MESU, De watervoorziening van de Nederlandse Landbouw. *Landbouwk. Tijdschr.* **63** (1951) 582–593.
   Artikel over de aspecten van watervoorziening in Nederland.

Grondverbetering

1. F. BRÜNE, Die Praxis der Moor- und Heidekultur. 1948, 258 blz.
   Overzicht van de grondslagen en de uitvoering van veen- en heideontginningen en van de na de ontginning toe te passen cultuurmaatregelen.
2. Het veen en zijn ontginning. Uitgave Nederl. Heidemij, 1941, 104 blz.
   Verzameling voordrachten gehouden voor de Sectie Nederland van de Internationale Bodemkundige Vereniging.

Ruilverkaveling

1. A. F. SCHEPEL, De ruilverkavelingswet 1938. 1938, 156 blz.
   De ruilverkaveling, zoals deze in Nederland toepassing vindt, voornamelijk uit de juridische gezichtshoek behandeld.

2. G. J. TER BRUGGE, Uitvoering van ruilverkavelingen.
W. C. VISSER, Gedachten en getallen over de geldelijke gelijke gevolgen van ruilverkavelingen. *Landbouwk. Tijdschr.* **62** 12 (1950) 971–977, resp. 993–1010.
Weergave van een tweetal voordrachten gehouden in de Nederlandse Landbouwweek 1950.

IJselmeerpolders

1. B. PRUMMEL, Cultuurtechnische ervaringen bij de ontginning van de Zuiderzeepolders. *Landbouwk. Tijdschr.* **62** (1950) 977–993.
Overzicht van ontwaterings-, ontginnings- en verkavelingsproblemen in de Noordoostpolder.
2. Van Zee tot Land.
Rapporten en mededelingen inzake de droogmaking, ontginning en sociaal-economische opbouw der IJselmeerpolders.
Verschenen zijn:
1. (Bodem N.O.P.), 2. (Bodemrijping), 3. (Ontwatering), 4. (Bestemming van de grond) en 5. (Microbiologie van de grond), alle in 1951; 7. (Bestrijding hoefblad) en 8. (Bestuursvorm) in 1952; 9. (Beplantingsplan) in 1953.
3. De Noordoostpolder in beeld. Uitgave Directie van de Wieringermeer, 1953.
Beknopte documentatie met literatuurlijst.

REGISTER

Aanvoerfactor, 110, 225.
aëratie, zie bodemlucht.
afvoerfactor, 104, 108 t/m 110, 143, 144, 217 t/m 219, 225.
afwatering, 5, 49, 115, 117 t/m 124, 127, 131 t/m 149, 153, 214, 216 t/m 220, 233, 234, 237.
begreppelen, 1, 10, 73 t/m 76, 115 t/m 117, 221 t/m 223, 225.
bekleien, 197, 199, 205 t/m 208.
bemalen, zie waterlozing.
beregening, 87 t/m 92, 94.
- installatie, 87 t/m 90.
periode van –, 91, 92.
tijdstip van –, 92.
bevloeiing, 1, 92 t/m 94.
bezanden, 197, 205, 208, 235, 239.
bodem
- dichtheid, zie poriënvolume.
- ionen, 26.
- lucht, 24 t/m 26.
- temperaturen, 25, 27.
- vocht, zie vocht.
boerenwerken, 8, 9.
boorgatenmethode, zie drainafstand.
Braakman, 6, 8, 16, 182.
centrifugaalpomp, zie opvoerwerktuigen.
cultuurtechniek, 3, 6, 7, 12 t/m 14.
Cultuurtechnische Dienst, 5, 6, 8, 13, 108, 149, 157, 159, 162, 174, 189, 193, 195, 196, 208.
classificatie, 145, 146, 161 t/m 163, 169, 170, 176, 235.
diepploegen, zie ondergrondse bewerking.
Directie v. d. Wieringermeer, 5, 13.
doorlatendheid, 43, 44, 52 t/m 56, 66, 73, 78, 225, 226, 236.
drain
- afstand, 51 t/m 55, 223, 225 t/m 228, 239.
- buizen, 49, 50, 55 t/m 58, 60, 61, 223 t/m 225.
- diepte, 51, 52, 55 t/m 57, 107, 220.
- helling, 58, 59, 225.
- omhulling, 50, 59, 60, 64, 225.
drainage, 1, 10, 15, 49 t/m 70, 73, 116, 117, 162, 198, 207, 223 t/m 228, 239.
- aanleg, 62 t/m 65.
- kosten, 66 t/m 68.
mol –, 70 t/m 72, 223.
- onderhoud, 67, 68.
- plan, 61, 62.
samengestelde –, 68 t/m 70.
egalisatie, 117, 195, 197 t/m 208, 210, 213, 228, 234, 235, 239.
evapotranspiratie, 41, 110.
potentiële –, 31, 32.
gemaal, 111 t/m 115, 218, 236.
grondwater, 39, 40.
- schommeling, 46.
- stand, 40 t/m 45, 49, 50, 96, 108.
Grontmij, 3.
herontginning, 8, 9, 15, 195 t/m 213.
herverkaveling, 15, 174, 179 t/m 183.
Herverkaveling Walcheren, 6, 11, 13 t/m 15, 179 t/m 182.
hoogwaterlijn, 134.
infiltratie, 43, 44, 78 t/m 87, 93, 94, 117, 198, 216, 225, 230.
- peil, 85, 86.
- systemen, 80 t/m 87.
inklinken, 78, 131, 145, 234, 235.
inlaten, zie wateraanvoer.
inmalen, zie wateraanvoer.
inpoldering, 1, 8, 9, 16, 18, 96 t/m 98, 214 t/m 216, 233, 234.
kavel
- afmeting, 115, 116, 165, 220, 221, 234.
Kadastrale Ruilverkavelingsdienst, 5, 6, 157, 174.
krachtwerktuigen
- in gemalen, 112, 113.
- in beregeningsinstallaties, 88.
kwel, 78, 108 t/m 110, 217, 218, 226, 227, 233.
laag
storende –, 23, 30, 56, 73, 132, 162, 191, 195 t/m 197, 203 t/m 205, 208, 210, 228.
laagwaterlijn, 134, 137.
landaanwinning, 6.
Land van Vollenhove, 9, 231 t/m 239.
landschapsplan 165, 166, 175, 187, 188, 234.
Markerwaard, 8.
mechanische uitvoering van
- begreppelen, 10, 74 t/m 76.
- drainage, 10, 62, 64, 65.
- (her)ontginning, 10, 198, 199, 238.
nazorg, 11, 183, 189, 193, 194.
Ned. Heidemij, 3, 5, 154, 157, 175.
neerslag
- deficit, 3.
- hoeveelheid, 31, 41, 109, 131, 132.
Noordoostpolder, 7, 10, 55, 67, 68, 73, 78 t/m 87,

181, 182, 215 t/m 230.
onderbemaling, 103, 104, 113, 217.
onderdruk, zie pF.
ondergrondse bewerking, 28 t/m 30, 195, 197 t/m 203, 205, 206, 209, 211, 228 t/m 230.
onkruidbestrijding, 191, 192.
ontginning, 1, 3, 4, 8, 9, 16, 126.
– maatschappijen, 5.
– van een polder, 221 t/m 230.
veen –, 231 t/m 239.
ontwatering, 49 t/m 76, 115, 116, 153, 191, 192, 214, 221 t/m 227, 233, 234, 237.
Oostelijk Flevoland, 7, 18, 215 t/m 218.
opbrengst-ontwateringsdieptecurven, 44 t/m 46, 100, 101, 103, 105 t/m 107, 144.
opkering, 104, 217.
opmaling, 103, 104, 149.
opstuwing, zie opkering.
opvoerhoogte
manometrische –, 113, 114.
statische –, 113, 114.
opvoerwerktuigen, 113, 114.
pF, 25, 33 t/m 38, 40.
phreatisch vlak, zie grondwaterstand.
polder
– afdeling, 96.
– inrichting, 102 t/m 105, 217.
– omgrenzing, 214 t/m 216.
– peil, 96, 100 t/m 108, 208, 217, 219, 236.
rietbestrijding, 227, 228.
ruilverkaveling, 5, 8, 9, 15, 151 t/m 179, 183, 185 t/m 194, 201.
– overeenkomst, 154, 174, 175, 179.
– wetgeving, 5, 154 t/m 179.
ruimtelijke ordening, 8, 11, 12, 117, 155, 158, 159, 164, 165, 175, 176, 185 t/m 187, 215, 234, 237, 238.
Rijksdienst Uitvoering Werken, zie werkverruiming.
schepradgemaal, zie opvoerwerktuigen.
schroefpomp, zie opvoerwerktuigen.
Sloepolder, 6, 8, 16, 182.
stroomsnelheid, 57, 121, 123, 143, 144, 149, 219, 237.
stuw, 104, 105, 131 t/m 133, 137, 140 t/m 143, 145.
– lat, 83.
– put, 81.
subsidiëring
– van boerderijenbouw, 190, 192, 193.
– van cultuurtechnische werken, 5, 8 t/m 11, 146, 147, 195, 196, 198, 208, 209.
– van ruilverkaveling, 169, 170, 175.
talud, 119, 120, 123, 124, 143, 144, 218 t/m 220, 237.
– voorziening, 134, 135, 137, 140, 143.
tensimeter, 34, 35, 37, 38.
transpiratie coëfficiënt, 31.
veldcapaciteit, 35, 36.
verwelkingspercentage, 36.
verdamping, zie evapotranspiratie.
vervening, 1, 231.
vocht
beschikbaar –, 27 t/m 30, 36.
– gehalte, 24, 35.
– potentieel, zie pF.
– spanning zie pF.
– transport, 24.
vijzel, zie opvoerwerktuigen.
water
– aanvoer, 97, 98, 104, 111.
– behoud, 96, 98.
– berging, 27, 32, 36, 109, 218, 233.
capillair –, 33.
funiculair –, 33.
hang –, 32.
hygroscopisch –, 32.
imbibitie –, 32.
– kering, 96, 98.
– lozing, 96 t/m 98, 104, 110 t/m 112, 217, 218.
– overlast, 5, 49, 126, 127, 131, 133, 147, 198, 203, 204, 207, 210.
pendulair –, 33.
– scheiding, 96, 98.
sejunctie –, 33.
– tekort, 127, 131 t/m 133, 198, 216.
– verbruik, zie transpiratie coëfficiënt.
– voorziening, 12, 14 t/m 16, 27, 93, 94, 127, 133, 147, 215.
waterleidingen, 117 t/m 124, 131 t/m 147, 218 t/m 220, 234, 237.
waterlopen, zie waterleidingen.
waterschap, 126 t/m 149, 158, 231, 232.
– bestuur, 128.
wegenbouw, zie ruimtelijke ordening.
werkverruiming, 5, 10, 146, 147, 151, 189, 195, 196, 198, 213.
Wieringermeer, 7, 55, 73, 78, 80, 81.
windbemaling, zie krachtwerktuigen.
IJselmeerpolder, 5, 12, 13, 214 t/m 230, zie verder Markerwaard, Noordoostpolder, Oostelijk en Zuidelijk Flevoland.
zoutgehalte
– in de grond, 30, 31.
– van het water, 12, 93, 111.
Zuidelijk Flevoland, 7.
Zuidoostpolder, 214, zie verder Oost en Zuid Flevoland.
zuigspanning, zie pF.