

*logos
binn*

bennekom bibliotheek (-98)

STICHTING VOOR
BODEMKARTERING
BENNEKOM
BIBLIOTHEEK

Stichting voor Bodemkartering
Wageningen

Rapport no. 546

GRONDAANVULLING EN AANMAAK VAN LANDBOUWGROND
IN GRINDERIJEN LANGS DE MAAS

door: H.G.M. Breteler en
Ir. J.M.M. v.d. Broek

Bennekom, december 1964

ISBN = 198615-02

N.B. Niets uit dit rapport of de bijlagen mag zonder toestemming van de Stichting voor Bodemkartering vermenigvuldigd of in andere publikaties worden overgenomen.



I N H O U D

	Blz.
Voorwoord	3
Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Kleigrond in natuurlijke ligging	6
3. Toegepaste wijzen van grondverzet	7
4. Verschijnselen in de grond bij verwerking	8
4.1 Invloed van afvoermethoden op structuur, dichtheid, lucht- en waterhuishouding en bodemleven	8
4.2 Humus in de grond	8
4.2.1 Humushoudende grond in depot	8
4.2.2 Humushoudende grond in aangemaakt land	9
5. Veldwaarnemingen	10
6. Herstel van de structuur	16
7. Afgraving en aanmaak van cultuurgrond	17
7.1 Directe afgraving en aanmaak	17
7.2 Afgraven en in depot zetten	18
7.3 Aanmaak van cultuurland met in depot gezette grond	19
8. Voorlichting aan nieuwe gebruikers	20
9. Literatuur	21

VOORWOORD

In opdracht van de Hoofdingenieur-Directeur van de Provinciale Waterstaat in Limburg werd een onderzoek ingesteld naar de methoden en resultaten van terugwinning van landbouwgrond in de grinderijen langs de Maas.

Naast een literatuuronderzoek werden veldwaarnemingen verricht op een aantal gronddepots en aangemaakte terreinen langs de Maas. Het literatuuronderzoek leverde nogal moeilijkheden op door het ontbreken van mededelingen over dit onderwerp.

Het werk werd uitgevoerd in 1960-1961 door H.G.M. Breteler en Ir. J.M.M. van den Broek van de Provinciale Afdeling Limburg van de Stichting voor Bodemkartering.

Het concept-verslag werd in 1962 aan de opdrachtgevers ter inzage gezonden en met hen besproken. Naar aanleiding hiervan zijn een aantal wijzigingen en aanvullingen aangebracht.

De leiding van het onderzoek berustte bij Ir. J.M.M. van den Broek.

DE ADJUNCT-DIRECTEUR,

(Ir. R.P.H.P. van der Schans).

HOOFT VAN DE PROVINCIALE
AFDELING LIMBURG,

(Ir. J.M.M. van den Broek).

SAMENVATTING

Grond, die in depot bewaard is, heeft veel van zijn gunstige eigenschappen verloren. Uit de literatuur blijkt, dat dit het gevolg is van verstoring resp. vernietiging van de structuur en de daarmee nauw samenhangende lucht- en waterhuishouding tijdens deze bewaring, waarbij in een anaeroob milieu het biologisch leven verdwijnt.

In land, nieuw aangemaakt van in depot gezette grond, en in mindere mate ook van grond direct verwerkt vanaf een nieuwe ontgraving, ontstaan mede daardoor ongunstige profielcondities. Deze zijn hoofdzakelijk een gevolg van de dichtheid, veroorzaakt door druk van het zware transportmateriaal. Veldonderzoek op diverse plaatsen langs de Maas bevestigde dit. Hieruit blijkt dat het van belang is, dat gebruik gemaakt wordt van die transportmiddelen, waarbij de grond het minst samengedrukt wordt.

Concluderende kan gesteld worden:

1. Opslag van humushoudende bovengrond in een afzonderlijk depot heeft slechts nut bij beperkte duur van de bewaring, terwijl dan bovendien gesteld moet worden dat de grond bij de aanleg van het depot niet dicht gereden wordt door zware transportmiddelen.
2. Beter is het de humushoudende bovengrond vanaf een nieuwe ontgraving direct te verwerken op nieuw aangemaakt land.
3. Het opbrengen van grond bij nieuw aan te maken terreinen dient bij droog weer te geschieden. Verwerking onder natte omstandigheden heeft steeds vrijwel niet te herstellen profielverdichting ten gevolge.
4. De beste resultaten voor aanmaak worden verkregen bij gebruik van smalspoor of dragline. Bij gebruik van bulldozers kunnen eveneens redelijke resultaten verkregen worden, indien hiermee de langs een verhoogde aanvoerbaan los gestorte grond over korte afstanden verschoven wordt. De vastgereden aanvoerbaan kan door een bulldozer los gespuit worden.
5. Vóór het aanbrengen van de bovengrond moeten de bodemverdichtingen verbroken worden door diepploegen of woelen en dient de bovenzijde van de ondergrond omgewerkt te worden.
6. Drainage is een essentieel onderdeel voor de afvoer van overtollig water en het herstel van de structuur. Buizendrainage is ongeschikt. Daarom zal open drainage moeten worden toegepast.
7. De eerste jaren zal de grond voorzichtig gebruikt moeten worden:
 - geen bewerkingen in natte tijden
 - bij gebruik als grasland zo weinig mogelijk beweiden
 - jaarlijks ploegen en bij daarvoor gunstige omstandigheden bovendien ondergronden
 - zware bemestingen van N en P in de eerste jaren.

1. INLEIDING

Het is niet altijd mogelijk om na de winning van grind of klei uit de grond, landbouwgronden van goede kwaliteit terug te krijgen. Soms is de nieuwe toestand beter dan de oude, soms echter ook slechter.

Wanneer bij ontgravingen de voorwaarde wordt gesteld, dat na de ontgraving weer landbouwgrond wordt opgeleverd in ongeveer dezelfde toestand als ervoor, noopt dit de ontgravers van deze terreinen tot het treffen van bijzondere maatregelen. Deze betreffen de wijze van afgraven van het later weer aan te brengen grondpakket, de bewaring van deze grond in depots en het opnieuw aanbrengen van de grond op de afgegraven terreinen.

De eisen die aan dergelijke maatregelen en voorzieningen gesteld worden, indien de aan te maken terreinen geschikt dienen te zijn voor landbouwgewassen, zijn hoger dan voor enig ander doel zoals bosbouw, recreatie, wegen, bebouwing e.d. Voor deze laatstgenoemde doeleinden worden zeer specifieke voorwaarden gesteld aan het grondprofiel, waarvoor vrijwel steeds de geëigende voorzieningen worden getroffen bij de aanleg. Deze zijn bijzonder kostbaar. Voor een zuiver agrarische bestemming van dergelijke gebieden zijn echter geen dure voorzieningen mogelijk. Zal uit een oogpunt van economie de aanmaak van landbouwgronden zo eenvoudig mogelijk dienen te zijn, toch zal, om aan minimale groei-voorwaarden voor de gewassen te voldoen, rekening moeten worden gehouden met enkele normen:

- Het werk moet technisch goed uitgevoerd worden, waarbij verdichtingen in de bovenste meter voorkomen dienen te worden.
- De drainage moet verzorgd worden.
- De grond dient daarna een juiste behandeling te krijgen voor het herstel van de voedingstoestand en de porositeit en ter voorkoming van verknedingen van de bovengrond, ten einde de gewenste productiecapaciteit te verkrijgen; hiermee gaan vaak jaren heen.
- De onvermijdelijke verstoringen van structuur, porositeit en biologische activiteit dienen tot een minimum beperkt te blijven.

In de literatuur zijn veel fysische, chemische en biologische factoren van de grond beschreven, die nadelig zijn voor de plantengroei. Omtrent één van de problemen die zich hier voordoen, nl. de mogelijke nadelige invloeden van bewaring in depot op de kwaliteit van de grond, met name van de humushoudende bovengrond, is weinig bekend. In de praktijk van de cultuurtechniek is een sterke achteruitgang in kwaliteit van in depot gezette bovengrond als ervaringsfeit bekend, vooral bij opslag over langere perioden dan ca. een half jaar. Tussen de grondsoorten bestaan hierin echter wel verschillen.

In het volgende is een overzicht gegeven van de invloed die afgraving, verwerking, opslag en terugstorting op nieuw aan te maken terreinen op de grond uitoefenen. Hieruit zijn conclusies getrokken omtrent de meest gunstige wijze van grondbehandeling bij aanmaak van landbouwgrond.

2. KLEIGROND IN NATUURLIJKE LIGGING

Bij de winning van grind in de uiterwaarden langs de Maas wordt de deklaag verwijderd. Deze deklaag heeft niet overal dezelfde dikte. Op sommige plaatsen is hij dun, ca. 1 meter of nog minder. Overwegend echter is de laag 1,5 meter tot ca. 4 meter dik. Deze deklaag bestaat gewoonlijk uit klei, die rechtstreeks op grind rust; bij de dikkere deklagen komt onder de klei eerst rivierzand voor en dan pas grind. De kleilaag bevat gemiddeld + 20% lutum (< 2 mu) en + 80% leem (< 50 mu). Op sommige plaatsen zijn het klei- en leemgehalte lager. Het in de klei aanwezige zand heeft een mediaan (M50) van ca. 170 - 200 mu. Het zand onder de kleilaag heeft ongeveer dezelfde mediaan.

De bovengrond is zwart als gevolg van het kolenslib, dat de Maas aanvoert en dat bij overstromingen op het land wordt afgezet. De wormenactiviteit en het biologische leven in de grond in natuurlijke ligging zijn vrij groot. De klei onder de zwarte bovengrond heeft een effen lichtbruine kleur. De gronden zijn rul en open, ze hebben blok-kige structurelementen. Gleyverschijnselen komen er niet in voor. De klei is kalkrijk en het onderliggende zand is kalkhoudend. Stagnatie van water komt niet voor. Het grondwater stijgt en daalt met de stand van het Maaswater.

3. TOEGEPASTE WIJZEN VAN GRONDVERZET

De afvoer van de klei resp. zand in de aan te leggen baggergaten geschiedt op verschillende wijzen:

A. Klei:

- a. Klei wordt per smalspoor afgevoerd en in depot gezet. Hierbij wordt plaatselijk nauwkeurig de humushoudende bovengrond van de ondergrond gescheiden gehouden; elders wordt de scheiding niet zo sterk doorgevoerd.
- b. De afvoer geschiedt door vrachtauto's. De humushoudende bovengrond wordt niet steeds nauwkeurig gescheiden gehouden van de ondergrond.
- c. Men maakt bij het transport gebruik van scrapers, waarbij de scheiding van de humushoudende bovengrond en de ondergrond is als onder b.
- d. De humushoudende bovengrond is door middel van een dragline op rillen gespuit om later afgevoerd te worden, hetzij direct voor aanmaak van het land, hetzij voor opslag in depot.

B. Zand:

Zand wordt:

- a. per vrachtauto afgevoerd
- b. door een zuigmachine in een uitgebaggerd gat gespoten.

Opmerking: Voor de opvulling van de uitgebaggerde gaten tot aan of tot boven de waterlijn wordt ook gebruik gemaakt van mijnslik, dat via een buisleiding aangevoerd wordt. Over dit mijnslik wordt dan een kleilaag gebracht.

4. VERSCHIJNSELEN IN DE GROND BIJ VERWERKING

4.1 Invloed van afvoermethoden op structuur, dichtheid, lucht- en waterhuishouding en bodemleven

De gevolgde methoden van verwerking hebben een sterke invloed op de structuur van de grond. Het minst wordt de structuur verstoord, wanneer met smalspoor gewerkt wordt. De structuur wordt volkomen verstoord bij het gebruik van vrachtauto's. Het gebruik van scrapers heeft minder ernstige gevolgen. Door het verspuiten van grond gaat de structuur vrijwel geheel verloren.

Bij gebruik van smalspoor wordt de grond los gestort en nadien slechts weinig samengedrukt.

Bij het gebruik van auto's wordt de vervoerde grond zeer vast in elkaar gedrukt. Dit is ook, ofschoon in mindere mate, het geval bij het gebruik van scrapers: a. omdat er veel meer grond tegelijk gestort wordt en b. omdat de wielsporen niet zo veelvuldig zijn.

Zand en klei, die verspoten en met water afgezet worden, hebben de grootst mogelijke dichtheid gekregen.

Afhankelijk van de transportmethoden en de druk die daarbij op de grond wordt uitgeoefend, blijkt de structuur van de grond verslechterd en soms geheel vernietigd te zijn. Omtrent de vervormingen van de structuurtoestand van de grond en de optredende verdichtingen door berijden van de grond is door Kroodsma (1960) een literatuuroverzicht samengesteld. Het blijkt dat verdichtingen van de grond vooral optreden als gevolg van druk en slip door de wielen van de machines. De daarbij ontstane vervormingen in de structuuropbouw van de grond zijn groter naarmate de grond vochtiger is.

In de literatuur, die meer direct betrekking heeft op aanmaak van landbouwgronden in oude afgravingen, wordt de nadelige beïnvloeding van de doorlatendheid voor water en lucht als gevolg van dergelijke verdichtingen geconstateerd (Dougall, 1950; Hunter and Currie, 1956; Pringle, 1959).

Dergelijke verdichtingen komen het meeste voor en zijn het sterkst op bij de aanmaak met vrachtwagens bereden land.

De waterhuishouding van de door auto's samengedrukte grond is geheel verstoord. De grond zit volkomen dicht en laat geen water door. Plasvorming treedt op, maar het profiel is droog of slechts matig vochtig.

Het organisch leven is sterk afgenomen. Zowel bij de grond in depot als in nieuw aangemaakt land worden in zo'n verdichte toestand geen wormen meer aangetroffen (Davies, 1961; Hunter and Currie, 1956).

Door de verstoring van de luchthuishouding is de biologische activiteit uiterst gering geworden.

4.2 Humus in de grond

4.2.1 Humushoudende grond in depot

Door bewaring van grond in depot treden in het algemeen de volgende nadelige processen op, die verband houden met de organische stof (Hunter and Currie, 1956; Pringle, 1959):

- De bacteriewerking verslechtert, waardoor afbraak en omzetting van organisch materiaal vermindert; structuuraggregaten vallen uiteen tot primaire delen.
- Het organische materiaal verandert van karakter, waardoor het de stabiliserende werking voor de structuur verliest en ongeschikt wordt als voedsel voor bacteriën.

- De bodemfauna sterft ten dele of geheel af. Behalve op de omzetting van de organische stof is dit van invloed op de mechanische werking van de bodemfauna. Zo is de aanwezigheid van wormgangen essentieel voor met name Graminaeen-wortels. Deze groeien slechts in bestaande poriën en gangen naar de diepte en hierin dan ook zeer snel (Köhnlein, 1960).

De mate waarin deze verslechtering optreedt, houdt verband met de samenstelling van de grond in depot:

- a. alleen humushoudende grond;
- b. humushoudende grond gemengd met humusloze grond;
- c. overwegend humusloze grond gemengd met humushoudende grond.

Hierbij is dan ook nog van invloed, met welk transportmateriaal het depot is aangebracht.

ad a: Alleen humushoudende grond, in depot gezet door een scraper, behoudt een zekere tijd (minstens twee jaar) de zwarte kleur en is als gevolg van de aanwezigheid van humus minder sterk vastgedrukt dan humusloze klei. De anaerobe omstandigheden gaan op den duur echter overheersen, wormen worden niet meer aangetroffen en een zekere verrotting van het organische materiaal vindt plaats door het ontbreken van een goede luchtwisseling (Davies, 1961; Hunter and Currie, 1956; Pringle, 1959).

Is de humushoudende grond afgesloten door een verdichte laag dan kan de kleur enige tijd behouden blijven, doch er vinden chemische omzettingen plaats, kenbaar o.a. aan een kwalijke reuk, echter niet die van zwavelwaterstof.

ad b: Is humushoudende grond met humusloze grond vermengd, dan verandert de kleur van de eerste in staalblauwgrijs. Naarmate de hoeveelheid humusloze grond groter is, verandert de kleur sterker. Bij de optredende chemische veranderingen kan soms methaangas gevormd worden.

ad c: Enig humushoudend materiaal (brokken of laagjes) in humusloze grond doet een onaangename valse kleur ontstaan en een kwalijke reuk als van veengassen (o.a. methaan).

De verschijnselen onder b en c genoemd zijn sterker, naarmate de grond meer dicht gedrukt is (Dougall, 1950; Hunter and Currie, 1956; Pringle, 1959).

4.2.2 Humushoudende grond in aangemaakt land

Hoe humushoudende grond zich gedraagt in aangemaakt land is geheel afhankelijk van de wijze van aanmaak. Is de grond open gebleven, dan behoudt de humus zijn goede eigenschappen. Is hij dicht gereden dan verkleurt de organische stof, vertoont een zekere verrotting door het optreden van nadelige fysische en chemische processen. Bepaalde omzettingen van organische stof, die hierbij ontstaan (vooral die met chinofide-structuur), kunnen fysiologisch de wortelgroei belemmeren (Flaig, 1954).

Het bovenstaande heeft betrekking op kleigronden. Op lichte gronden met een hoog gehalte aan grof zand (zeer zandige klei resp. kleilig zand) zijn de bezwaren van verdichting niet zo groot, de lucht- en waterhuishouding wordt minder sterk verstoord en de nadelige processen, die in de humushoudende grond optreden, zijn geringer (Pringle, 1959).

5. VELDWAARNEMINGEN

De grunderijen langs de Maas werden bezocht om de wijzen van afvoer, in depot zetten en wederom aanbrenge van het kleidek na te gaan. Aan de hand van eenvoudige profielstudies in nieuw aangemaakte terreinen werd getracht het effect van bepaalde werkwijzen vast te stellen. De hieronder vermelde eenvoudige beschrijvingen werden gemaakt tijdens dergelijke bezoeken op 10-11-13 januari 1961 te Laak, Ohé, Stevensweert en Roermond.

L a a k:

1. Depot 2 à 3 jaar oud.

Transport aanvankelijk met smalspoor, nadien door scrapers.

Noordelijk deel van het depot: alleen humusloze klei.

Het materiaal is kalkrijk. De textuur is wisselend. De zwaardere klei, met + 20% lutum en 80% leem (< 50 mu), bevat roest. De klei met een zwaarte van + 13% lutum en 65% leem bevat geen roest. De grond zit matig dicht, de klei is vochtig; er hebben zich geen plassen gevormd. Zuidelijk deel van het depot: alleen humushoudende bovengrond.

De humushoudende bovengrond in depot heeft de zwarte kleur behouden. De grond is kalkrijk; hij bevat + 12% lutum en + 65% leem. In vergelijking met humusloze klei is dit materiaal veel minder dicht. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de veerkracht en de porositeit van het sterk humeuze materiaal. In het wielspoor van de bulldozer, die het stort geëgaliseerd heeft, is de klei iets vaster gereden dan daar buiten. Beneden 80 cm is het zwarte humushoudende materiaal los en kruimelig. In dit losse kruimelige materiaal heeft een chemische omzetting plaats gehad, waarneembaar aan de vieze reuk. In het gehele humeuze profiel is echter geen biologisch leven te bespeuren.

2. Een ander depot (v. Roosmalen) nabij Laak is geheel aangebracht door scrapers. Deze klei zit vrij dicht. Het humushoudende materiaal is hier niet scherp gescheiden gehouden. Beneden 60 cm is de organische stof staalblauwgrijs gekleurd, maar riekt niet kwalijk. De klei is kalkrijk, ten dele zijn gleyverschijnselen aanwezig. Ze bevat + 20% lutum en + 80% leem.

3. Via een smal weggetje tussen twee uitgebaggerde gaten door is een ander kleiner depot te bereiken. Deze klei, van gelijke zwaarte als van het vorige depot, is volkomen dicht gedrukt.

O h é:

1. Vier kleine depots in 1957 aangelegd rondom één uitgebaggerd gat ("De Hoop"). Het kleidek hiervan was dunner dan bij Laak; in de depots komt plaatselijk zeer veel grind voor. Het kleidek was ongeveer 1-1,50 meter dik.

1e depot:

0-120 cm bruin humushoudend, kleilig zand (+ 5% lutum en + 30% leem). Er komen geen vaste lagen in voor.

2e depot:

Te grindrijk.

3e depot:

Humeus (ca. 5% organische stof) zwartbruin materiaal, vrij vast.

4e depot:

Humeus (2 à 6% organische stof) kleilig zand en zandige klei (resp. 5-12% en 12-25% lutum). Dicht. Vrij veel grind en grof zand. Vooral boven in depot donkerbruine roest. Het materiaal heeft een zwak blokkige tot massieve structuur in de bovengrond. De depots zijn met gras en onkruid begroeid.

Opmerking: In het ongeroerde grasland naast de depots is geen roest waarneembaar.

2. Groot depot zuidoostelijk van Laak, aangelegd in 1959 (Niba).

Eerst is er een dijk gelegd, waarbinnen materiaal is gespoten; de dijk is doorgebroken. Hierna is het transport verder met auto's verricht; het westelijke, noordwestelijke en middengedeelte van het depot zijn opgereden.

Het depot is in 1960 met gras en klaver ingezaaid. Het geheel ligt 3 à 4 meter hoog boven de omgeving. Er heeft geen scheiding van humushoudend en humusloos materiaal plaatsgehad. De klei is kalkrijk en bevat + 20% lutum en 80% leem. Zowel door opspuiting als door het rijden met auto's is de klei volkomen dicht. Er is veel plasvorming. Het gras is geel t.g.v. de natheid in de bovengrond.

Structuur:

- 0 - 6 cm onregelmatige blokkige structuurelementen (2-5 cm), dicht.
- 6 - 30 cm platerig, zeer dicht, vast en droog, enige blokkige structuurelementen.
- > 30 cm platerig tot massief, dicht.

Beworteling:

In de bovenste 6 cm is de beworteling vrij sterk, daaronder slechts gering. Het profiel bestaat tot 60 cm diepte uit kalkrijke klei met verspreid stenen. Beneden 60 cm ligt een grindlaagje, waar niet doorheen geboord kon worden. Plaatselijk treft men beneden 30 cm zeer zandige plekken en zelfs zeer grof los zand aan. Deze verschijnselen hebben geen invloed op de doorluchting van het profiel, want de bovenliggende 30 cm dikke kleilaag is geheel dicht.

3. Klei opgebracht op oud land (Bex).

Het materiaal is aangebracht in tweewielige kippers achter tractoren.

- 0 - 30 cm zwarte humushoudende bovengrond.
- 30 - 60 cm bruine Maasklei met 15 à 20% lutum (< 2 mu) en 70% leem (< 50 mu).
- 60 - 120 cm kleilig zand (6-12% klei).

Het oorspronkelijke maaiveld bevindt zich op ca. 150 cm diepte. Van het afgegraven terrein is de bovengrond apart gehouden. Daar de afgegraven oppervlakte groter was dan de opgehoogde, heeft deze laatste een ca. 30 cm dikke humushoudende bovengrond gekregen.

Het bodemgebruik op dit opgebrachte land is: grasland, boomgaard en bouwland.

a. Grasland: 2-jarig

Op + 25 cm diepte is de aangevoerde zode onveranderd aanwezig en stinkt iets. Goede wortelontwikkeling tot 12 cm, daaronder weinig wortels. Beneden 12 cm is de grond vrij dicht. Het weiland heeft van natheid te lijden gehad. Plassen blijven zeer lang op het land staan. Wor-

men of wormgangen zijn niet waargenomen. Vele kleine putjes zijn gevormd t.g.v. stuk trappen van de zode door het vee.

b. Bouwland: bieten, eerste gewas

Er is een goede opbrengst geweest, waarschijnlijk als gevolg van ingebrachte zode. Behoudens de bovenste 10 cm, die zeer nat zijn, is het gehele profiel droog, zelfs onder plassen, die op het terrein blijven staan.

Ook in dit bouwland zijn geen wormen aanwezig.

c. Het derde deel is direct na aanmaak ingeplant met spillen.

Opmerking: Hier liggen dus drie gebruikspcelen, die belangrijk kunnen zijn i.v.m. de bestudering van de wortelontwikkeling, herstel van doorluchting en structuur van de grond.

S t e v e n s w e e r t:

Aangemaakt land in uitgebaggerd grindgat, dicht gespoten met mijnslik en afgedekt met klei (v. Roosmalen).

Dit aangemaakte land is ten dele als bouwland in cultuur, ten dele is het onland. Het onland zowel als het bouwland is, wat de dikte en plaatselijk ook wat de textuur van de kleilaag betreft, zeer heterogeen. Het aanbrengen van de kleilaag heeft veel moeilijkheden veroorzaakt. De ondergrond (mijnslik) was niet voldoende stabiel en werd door de zwaarte van het kleidek en de bulldozer op zij en omhoog gestuwd. Vandaar dat bij egalisatie het kleidek een zeer verschillende dikte heeft gekregen. Van sommige van de waargenomen plaatsen volgen hier de aantekeningen. Over het gehele terrein komt een dun sliblaagje voor dat op de diepste punten tot ca. 4 cm dik is, afgezet door overstromingswater van de Maas.

a. Onland:

- 0 - 20 cm deklaag.
- | | |
|------------|---|
| 0 - 3 cm | structuur: kleine scherphoekige structuurelementjes; roestconcreties. |
| 3 - 8 cm | structuur: dichte, prismatische structuurelementen. |
| 8 - 16 cm | structuur: dichte zwak ontwikkelde prisma's, scherphoekige onregelmatige elementen van 2 x 5 cm en groter. De laag geeft duidelijk een verkneed beeld, waarin langs de weinige verticale scheuren enige vorming van kleine structuurelementjes gaat optreden. |
| 16 - 19 cm | zeer vaste verkitte (\pm 1 cm dikke) laagjes, resp. bestaande uit leem, blauwgrijs zand en zeer donkerbruin mijnslik. |
| > 20 cm | Deze laag vormt als het ware een waterdichte vloer. mijnslik. |

Wortelgroei:

Vooraf in de bovenste 4 cm, daarna sterk afnemend tot 12 cm, slechts enkele wortels doorgaand tot 16 cm.

Textuur:

- 0 - 16 cm \pm 15% lutum (< 2 mu) en \pm 75% leem (< 50 mu).

b. Onland:

Geen scheiding van boven- en ondergrond; mijnslik dieper voorkomend dan 120 cm. Aan de oppervlakte komen plassen voor.

0 - 120 cm klei; kalkrijk; textuur 15-20% lutum, \pm 70% leem. Plaatselijk 30% lutum (blauwgrijs, smerend); in de bovengrond komen verspreid stenen voor.

0 - 15 cm blokstructuur, vochtig.

> 15 cm structuurloos, dicht.

c. Bouwland:

0 - 120 cm klei, waarin de volgende lagen zijn te onderscheiden:

0 - 4 cm zwartbruine humeuze laag, textuur: 5% lutum, \pm 35% leem met zeer fijn zand, afgezet ten gevolge van overstromingen van de Maas.

4 - 12 cm kleilig zand, resp. zandige klei: 10-15% lutum en \pm 55% leem; het zand is zeer fijn.

12 - \pm 18 cm wisselend in dikte; kleilig zand: \pm 5% lutum en 30% leem; bruine kleur.

\pm 18 - 25 cm als 4-12 cm.

> 25 cm afwisselend bruine en bruingrijze zandige klei en kleilig zand: 5-15 à 20% lutum en 45-65% leem.

Structuur en dichtheid:

0 - 12 cm te nat.

12 - 28 cm blokkig, matig dicht.

> 28 cm structuurloos en dicht.

Beworteling:

0 - 10 cm de meeste wortels.

10 - 28 cm enkele wortels.

d. Bouwland:

0 - 10 cm klei, geen homogene textuur, niet homogeen humushoudend.

> 10 cm mijnslik.

Klei zowel als slik zeer kalkrijk.

Beworteling:

0 - 10 cm vrij goed.

10 - 20 cm enkele wortels.

Beneden 20 cm is het materiaal dicht en droog.

Geen verticale maar ook geen horizontale waterverplaatsing (proef met boorgaten). Er zijn geen regenwormen aanwezig.

R o e r m o n d aan de Maasbrug

Hier ligt een aangemaakt stuk land met gras ingezaaid (Bosker). De ondergrond bestaat uit grof grindhoudend zand, dat in een uitgebaggerd gat is gespoten. Hierop is een kleidek aangebracht van gemiddeld 80 cm dikte. Dit aanbrengen is op twee manieren gebeurd, namelijk met smalspoor (langs de Maas) en met vrachtwagens (dicht langs de weg).

a. met smalspoor:

Vrij open profiel, kalkrijke bruine klei. De boven- en ondergrond van de aergevoerde grond zijn gemengd. Er is geen afzonderlijke humushoudende bovenlaag aangebracht.

- 0 - 15 cm zode, humusarm (ca. 2% organische stof), niet viltig, geen scherp begrensde bewortelingsdiepte. In deze horizont veel kleine regenwormen. Regenwormen worden ook nog aangetroffen op 60 cm diepte. De grond is in geringe mate biologisch gehomogeniseerd.
Structuur: kruimelig; afmeting van de elementen $1/2 \times 1/2$ tot $1 \times 1/2$ cm.
- 15 - 80 cm humusarm (ca. 1% organische stof), geen duidelijke structuur; textuur: $\pm 20\%$ lutum en $\pm 80\%$ leem.
Goed grasbestand, geen plassen, profiel gelijkmatig vochtig.

b. met vrachtwagens:

Textuur $\pm 20\%$ lutum en 80% leem. Kalkrijk. Oorspronkelijke, van elders aangevoerde boven- en ondergrond gemengd. De organische stof is nog niet verkleurd. Bouwvoor gemaakt van humushoudend materiaal.

Structuur: massief. De grond zit volkomen dicht, er staan plassen op het land. Het gewas is zeer slecht uitgestoeld, heeft een gele kleur. De ontwikkeling van de zode is wisselend.

In de bovenste 7 cm heeft een accumulatie van wortels plaatsgehad; daaronder een vrij snelle afname tot 12 cm diepte. Elders is de bewortelde laag slechts 6 cm diep. De structuur van de grond in deze 6 cm en daaronder is sterk platerig en dicht; tussen deze platerige laagjes liggen de wortels opgehoopt. Op de vlakken heeft zich roest afgezet. Biologische activiteit is in deze grond niet waarneembaar.

R o e r m o n d aan de weg naar de Sluis (Bosker)

De aanmaak van de grond is hier op verschillende wijzen uitgevoerd.

a. Een deel, direct langs de weg, is zonder meer opgehoogd land. Klei is met auto's aangevoerd en vanaf de weg gestort. Het egalisatiewerk werd met een bulldozer verricht. Een bouwvoor is aangebracht van zwarte humushoudende klei. Dit terrein is in april 1960 ingezaaid als grasland. Het profiel is mooi open gebleven en het gras is stevig ontwikkeld. Ook de wortelontwikkeling is regelmatig en reeds vrij diep.

b. Een naastliggend gat is tot even boven de waterlijn dicht gespoten met zand of klei, die elders boven het grind weg gezogen werd. Hierna is met vrachtwagens een halve meter humusloze klei opgebracht en een halve meter mengsel van humusloze en zwarte humushoudende klei. Een deel van het terrein is grasland, een ander deel ligt klaar en een derde deel is in aanmaak.

Het deel met grasland, dat voordien regelmatige door auto's bereiden werd om de klei te storten, is in juni 1960 ingezaaid. Begin januari 1961 stond ± 15 cm water op het land hoewel het vlak langs de Maas is gelegen, waarvan het peil 60 cm lager ligt.

De textuur is vrij homogeen, $\pm 20\%$ lutum en $\pm 80\%$ leem.

De structuur is massief en het materiaal is volkomen dicht gereden. De klei is beneden 15 cm droog ondanks de 15 cm dikke laag water op het oppervlak.

Beworteling: De grote massa van wortels zit in de bovenste 5 cm. In de humusloze brokken, die ook in de bovenste 5 cm voorkomen, zijn enkele wortels doorgedrongen. De organische stof dieper in het profiel verandert van kleur en wordt staalblauwgrijs, ze ruikt nog niet. Vóór de inzaai heeft deze grond een oppervlakkige bewerking gekregen met schijfegge en frais.

Het nog niet ingezaaide aangemaakte land heeft dezelfde texturele en structurele samenstelling als het zo juist beschreven gedeelte.

De boer is van plan hier vóór inzaai een diepere grondbewerking toe te passen. Het in aanmaak zijnde deel wordt op ongeregelde tijden opgehoogd met klei, die door vrachtwagens wordt aangevoerd. Het resultaat is vrij pover. De dichtgereden klei laat geen water meer door.

Uit deze veldwaarnemingen blijkt het grote belang van de gevolgde wijze van grondaanmaak voor de structuur, de water- en luchthuishouding en de beworteling van het profiel, met alle facetten, die hiermee samen-
gaan.

6. HERSTEL VAN DE STRUCTUUR

Bij profielverstoringen zowel van onvergraven grond als van nieuw aangemaakte grond is niet bekend hoelang het duurt voordat de structuur zich weer hersteld heeft (Davies, 1961).

In de nieuw aangelegde gronden in het Rijnlandse bruinkoolgebied, waarbij zeer sterke vermenging van de oorspronkelijke lagen is opgetreden bij de afbouw van de lössdekkingen, blijkt de stabiliteit van het oorspronkelijke profiel slechts zeer langzaam terug te keren (Faust, 1959). Zelfs 15 jaar oude opgevulde en bewerkte gronden vertoonden hier nog maar het begin van een verbetering van de structuurstabiliteit in de bovenste lagen (humusinvloed). Voor een stabiele structuur, die ook onder ongunstige omstandigheden (grote vochtigheid in bepaalde seizoenen) berijden en bewerken kan verdragen, moet de grond voldoende stabiele humus, voldoende calcium en fosfaat bevatten en een sterke biologische activiteit bezitten (Mückenhausen, 1961).

Zonder stabiele structuur wordt het poriënvolume verkleind en raakt de grond verstopt en ondoorlatend; hierdoor neemt de zuurstofvoorziening af, waardoor een verdere verslechtering van de fysische condities ontstaat (Pringle, 1959). Door de verdichting is de natuurlijke drainage verstoord.

- Herstel hiervan door inzaai van diep wortelende gewassen (bijv. lupine, luzerne, cichorei tussen gras) geschiedt slechts langzaam (Pringle, 1959).
- Gebruik van draineerbuizen is plaatselijk moeilijk door ongelijke dikte van de opgebrachte grond. Bovendien is de verticale en horizontale doorlatendheid zeer gering wanneer de grond dicht gereden is (Dougall, 1950; Pringle, 1959).
- Stenen en keien in het aangebrachte materiaal verhinderen plaatselijk ondiepe moldrainage (Dougall, 1950).
- Daarom verdient open drainage op deze gronden de voorkeur.
- Verder verdient het aanbeveling de grond zolang mogelijk als bouwland te gebruiken (bijv. 4 jaar bouwland en 1 à 2 jaar kunstweide als hooiland), totdat de doorlatendheid belangrijk is verbeterd (Pringle, 1959).

Structuurverbetering zal verkregen kunnen worden door één of meer van de volgende maatregelen:

- woelen
- diepploegen
- diep spitten door middel van een dragline
- open drainage
- gebruik van stalmest
- diep wortelende landbouwgewassen
- hoge fosfaatgiften en zeer hoge N-giften (Dougall, 1950).

7. AFGRAVING EN AANMAAK VAN CULTUURGROND

7.1 Directe afgraving en aanmaak

Nadat een uitgebaggerde plaats ongeveer tot aan de waterlijn opgevuld is (de manier waarop doet er niet toe), moet men ervoor zorgen, dat het nu nog op te brengen kleidek een open structuur behoudt, of weer verkrijgt.

Een zeer goede manier om dit te bereiken is om bij het opbrengen van het kleidek gebruik te maken van smalspoor met kipwagens.

Een andere manier zou een bepaalde aanvoerweg voor auto's in het aan te maken gebied kunnen zijn en een dragline die het materiaal naar de gewenste plaats en tot de gewenste hoogte aanbrengt. Wanneer de vaste aanvoerweg geen dienst meer hoeft te doen, kan deze weer losgespit worden door de dragline.

Bij beide methoden is het zeer goed mogelijk een humeuze bouwvoor aan te brengen. De werkbreedte van de dragline is in verhouding tot de te vullen gaten echter vrij gering, zodat soms meerdere aanvoerwegen aangelegd zullen moeten worden. Waarschijnlijk is bij beide methoden geen bulldozer nodig voor egalisatie en kan deze door een gewone eg of een schijvenegge geschieden.

Welke methode ook gevolgd wordt, het te verwerken materiaal mag niet te nat zijn, daar dit steeds onaangename gevolgen heeft voor de structuur en de doorlatendheid. De tot nu vrij algemeen toegepaste methode van grondaanvoer is die met vrachtwagens. Dit blijkt van vervoerstandpunt bezien de meest geëigende methode te zijn onder alle weersomstandigheden. Het vervoer per smalspoor, dat ook bij alle weersomstandigheden goed uitvoerbaar is, blijkt door het gebrek aan het vereiste geschoolde en ongeschoolde personeel tegenwoordig moeilijk te zijn.

De structuur van de gestorte grond heeft door het berijden met de vrachtwagens zeer veel te lijden en er ontstaan dichte lagen. Dit is in het voorgaande meer uitvoerig beschreven. Om toch geschikt cultuurland op te leveren bij grondaanvoer met vrachtwagens zal men bepaalde maatregelen moeten treffen. Men kan hierbij uitgaan van verschillende aanvoermethoden:

- a. aanvoer door vrachtwagens over het gehele terrein
- b. aanvoer door vrachtwagens langs een verhoogde rijbaan in het terrein
- c. aanvoer door vrachtwagens op een klein aantal grote hopen in het terrein langs de verhoogde rijbaan.

Bij de drie genoemde aanvoermethoden is een bulldozer nodig voor egalisatie. Zoveel mogelijk zal dit, om extra structuurbederf te voorkomen, dienen te geschieden met droge grond.

Bij de onder a genoemde methode wordt de grond volkomen dicht gereden. Het storten van de grond zal vooraan op het terrein beginnen. De vrachtwagens rijden over de reeds gestorte grond steeds verder in het terrein om de volgende ladingen te lossen.

Bij de onder b genoemde methode wordt de langs de verhoogde rijbaan gestorte grond regelmatig door een bulldozer verschoven. Indien het traject, waarover deze grond verschoven wordt, klein is, zal de grond na de egalisatie door de bulldozer weinig zijn vastgereden. Dit betekent dat de ligging en de totale lengte van de verhoogde aanvoerbaan (-banen) ten opzichte van de grootte van het aan te vullen terrein zodanig gekozen moeten worden, dat de bulldozertrajecten zo kort mogelijk zijn.

Indien egalisatie door de bulldozer niet gelijktijdig met de aanvoer van grond geschiedt, kan de los gestorte grond langs de aanvoerweg gedurende langere tijd blijven liggen, mits er niet met vrachtwagens op wordt gereden.

Bij de methode c rijdt de bulldozer regelmatig over zijn eigen spoor van en naar de hopen langs de aanvoerbaan. Door het regelmatig omhoog rijden van de vrachtwagens op de hopen, wordt de plaats van deze storthopen evenals de omgeving ervan over vrij grote diepte vastgedrukt.

Vóór het aanbrengen van de bouwvoor of vóór het in gebruik nemen, zal de vastgereden grond verbroken moeten worden.

Is de aanmaak geschied volgens methode b met niet te lange bulldozertrajecten, dan kan de vastgereden aanvoerbaan door de bulldozer, in achterwaartse richting rijdend, losgespit worden. Door middel van diep ondergronden kan de grond van het perceel daarna voldoende losgemaakt worden.

Zijn de methoden a en/of c gevolgd, dan zal de vastgereden grond verbroken moeten worden over resp. het gehele perceel of vrijwel het gehele perceel. Dit kan geschieden door:

- spitten met een dragline, hetgeen grote financiële bezwaren met zich meebrengt
- ploegen
- woelen.

Bij ploegen is de diepte afhankelijk van de vraag of het land reeds op hoogte gebracht is of dat nadien de bouwvoor ter dikte van 20 cm aangebracht zal worden. In het eerste geval moet van de opgebrachte grond minimaal 70 cm diepgeploegd worden om de verdichte lagen open te maken, in het tweede geval kan met 50 cm diepte volstaan worden.

Het opbrengen van de bouwvoor dient dan met zorg te gebeuren en wel zodanig dat de hierbij ontstane verdichting een zo gering mogelijke diepte krijgt. Het best kan dit geschieden door het overschuiven met de bulldozer. De hierbij ontstane verdichte laag kan dan door de boer met gewoon ondergronden weer losgemaakt worden.

Een andere methode om de grond voldoende los te maken is woelen met een ganzevoet. Voor een goed resultaat is echter wel vereist, dat dit geschiedt in een droge periode. De grond breekt dan beter en slegt niet direct weer dicht. Naarmate de grond dieper dicht gereden is zal de afstand nauwer moeten zijn. Diepploegen wordt geprefereerd boven woelen, maar is niet steeds mogelijk. Bij alle drie genoemde methoden is de structuurvorm vanzelfsprekend nog niet optimaal. Om het dicht zakken van de grond zoveel mogelijk te voorkomen moet men ervoor zorgen dat het teveel aan oppervlaktewater vrij snel afgevoerd kan worden. Een ondiepe begreppeling is hiervoor reeds voldoende.

Verwerken van natte grond veroorzaakt steeds een verslempen en dicht drukken van de grond, vooral als erover gereden wordt. Met een herstel, dat desondanks niet volledig kan zijn, gaan bovendien altijd extra kosten en moeite gepaard.

7.2 Afgraven en in depot zetten

Bij het in depot zetten van de grond doet zich allereerst de vraag voor of boven- en ondergrond gescheiden moeten blijven. Het antwoord op deze vraag is afhankelijk van:

- a. de tijd die de grond in depot zal moeten blijven
- b. de wijze waarop de grond in depot gezet wordt.

Blijft de grond slechts korte tijd in depot (bijv. $\frac{1}{2}$ jaar), dan houden men boven- en ondergrond bij voorkeur gescheiden.

Duurt de opslag in depot langer, dan heeft het betrekkelijk weinig nut de scheiding door te voeren. De grond, op een hoop gebracht van 3 à 4 meter hoogte, krijgt ook bij de beste methode (zoals met smalspoor of dragline) een zekere verdichting en het organische leven in de grond zal daarbij verdwijnen. Wordt de grond in depot gezet door middel van vracht-

auto's, dan heeft het in het geheel geen nut de boven- en ondergrond gescheiden te houden. Beide soorten grond worden dan zo dicht geroden, dat er van doorluchting en goede waterhuishouding geen sprake meer is, waardoor het organische leven zeer spoedig afsterft. Deze methode rechtvaardigt de scheiding zelfs niet als de grond slechts voor een half jaar in depot gezet zou moeten worden.

Bedient men zich van een scraper, dan ligt het gunstige effect juist tussen beide genoemde methoden (smalspoor en vrachtauto) in. De duur van het in depot houden moet hier het antwoord geven op gescheiden of niet gescheiden bewaren. Inzaai van gras en onkruidbestrijding op de depots wordt soms aangeraden (Davies, 1961).

7.3 Aanmaak van cultuurland met in depot gezette grond

In depot geplaatste grond heeft belangrijk minder gunstige eigenschappen voor aanmaak dan vers getransporteerde grond. Immers, doordat de grond gedurende langere of kortere tijd opgeslagen werd, is de structuur verslechterd, daar doorluchting en interne drainage minder zijn geworden, het biologische leven belangrijk gereduceerd is en de grond in bepaalde gevallen anaerob geworden is. Het is daarom bijzonder belangrijk te trachten de nadelige gevolgen van de opslag bij de aanmaak zoveel mogelijk ongedaan te maken door gebruikmaking van de onder 7.1 aangegeven methode, namelijk met smalspoor of dragline, eventueel met bulldozer onder droge weersomstandigheden.

Als algemene regel zou men kunnen stellen: zo spoedig mogelijk nieuw land aanmaken op een zodanige manier, dat structuur en interne drainage het minst te lijden hebben.

8. VOORLICHTING AAN NIEUWE GEBRUIKERS

Voor een zo snel mogelijk herstel van de natuurlijke toestand van de grond zijn juiste bewerkingsmethoden, goede drainage, juiste gewassenkeuze en toepassing van organische stof en kunstmest vereist (Dougall, 1950).

Bewerkingen moeten tot een minimum beperkt blijven en gericht zijn op het verkrijgen van een goede teeltlaag voor de gewassen; ze dienen slechts uitgevoerd te worden op het tijdstip dat de grond hiervoor de optimale vochtigheid heeft. Ondergronden op gunstige momenten bevordert de vergroting van het poriënvolume, waardoor aëratie en drainage bevordert worden.

Daar zowel de humushoudende als ook de humusloze klei langs de Maas nagenoeg steeds kalkrijk is, is het voor aangemaakt land niet nodig een bekalking aan te brengen. Het is echter wel belangrijk de aandacht te vestigen op de fosfaat- en stikstofvoorziening van de grond. In het eerste jaar moeten de bemestingen zeer zwaar zijn, ongeveer tweemaal de normale hoeveelheid (Davies, 1961; Hunter and Currie, 1956). De fosfaatreserve van de oorspronkelijke bovengrond komt namelijk niet op dezelfde plaats terug en kan bovendien onwerkzaam geworden zijn door een omzetting in ijzerfosfaat, samenhangend met de verrotting van de organische stof (Dougall, 1950). Fosfaat is meer nodig, naarmate de oorspronkelijke fosfaattoestand slechter was (Kohnke, 1950).

N-toediening is belangrijk, omdat het biologische leven in de grond gering is. Stikstof schijnt door opslag te verdwijnen (Davies, 1961), zodat de eerste jaren grote hoeveelheden nodig zijn (Hunter and Currie, 1956). Kali daarentegen verdwijnt blijkbaar niet (Davies, 1961). Toch wordt op nieuw aangemaakt land graag met kali gemest ter vermindering van risico's. Op de van nature kalifixerende Maasgronden lijken flinke kalibemestingen bovendien zeer gewenst.

Men adviseer de gebruiker zo mogelijk enkele jaren akkerbouwgewassen te telen. Het jaarlijks ploegen is voordelig voor het homogeniseren van de bovengrond. Inlassen van grasland (kunstweide) in deze periode bevordert de kruimelstructuur.

Zaait men direct grasland in, dan dient men overbeweiding te vermijden en voorzichtig te zijn met vee op nat land. Deze veroorzaken namelijk een verdicht laagje op de nog jonge grond, waardoor de water- en luchthuishouding weer in het gedrang komen. Beter is het dan het grasland als hooiland te gebruiken totdat zich een goede zode heeft gevormd en een goede structuur in deze zode aanwezig is (Davies, 1961; Dougall, 1950; Kohnke, 1950).

9. LITERATUUR

- Davies, W.M. 1961 Land restoration following mineral extraction and deposition of waste materials. Royal Agric. Soc. Engl. 122, 26-38.
- Dougall, B.M. 1950 The effects of open-cast coal mining on agricultural land. J. Sci. Food Agric. 1, 225-229.
- Faust, W. 1959 Ein Verfahren zur Messung der Aggregatsstabilität von Böden. Giessen. Diss. Giessen.
- Flaig, W. e.a. 1954 Über die Einwirkung von chemischen Verwandten von Huminsäurevorstufen auf das Längenwachstum von Wurzeln. Landb. Tijdschr. 65, 365-374.
- Hunter, F. 1953 Open-cast coal sites reclaimed. Agriculture 60, 335-336.
- Hunter, F. and J.A. Currie 1956 Structural changes during bulk soil storage. J..So. Sci. 7, 75-80.
- Köhnlein, J. 1960 Die Bedeutung der Unterbodenporung. 14. Sonderheft Zeitschr. Landw. Forsch. 61, 71.
- Kohnke, H. 1950 The reclamation of coal mine spoils. Adv. Agron. 2, 317-349.
- Kroodsma, H. 1960 De invloed van het berijden op de structuur van de grond. Landbouwdocumentatie 16, 787-795.
- Mückenhausen, E. 1961 Der Aufbau des Bodens und dessen Veränderung durch landwirtschaftlichen Pflanzenbau. Vortragsreihe der 15. Hochschultagung Landw. Fak. Univ. Bonn. 3-4 Okt. 1961, 1-28.
- Pringle, J. 1959 Open-cast coal mining; the restoration problem. Proc. Int. Sympos. Soil structure. Ghent. 28-31 May, 1958. Meded. Landb.hogesch. en Opz. Sta. Gent. 24, 1, 64-72.