

Ervaringen met akkerbouw zonder grondbewerking

W. A. P. BAKERMANS, H. KUIPERS en C. T. DE WIT

Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen (IBS), Wageningen

Afdeling Landbouwtechniek, Laboratorium voor Grondbewerking van de Landbouwbogeschool, Wageningen

Ervaringen met akkerbouw zonder grondbewerking

W. A. P. BAKERMANS, H. KUIPERS en C. T. DE WIT

*Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen (IBS), Wageningen
Afdeling Landbouwhouwhouding, Laboratorium voor Grondbewerking van de Landbouwhogeschool,
Wageningen*

Inleiding

De klassieke opvatting over de grondbewerking, die vooral uit de Duitse literatuur blijkt (1, 2), is dat de grond van nature de neiging heeft in een dichte, weinig produktieve toestand te geraken en dat de grondbewerking er voor dient de grond los te maken. Het microleven wordt gestimuleerd, waardoor allerlei voor de plantengroei gunstige processen bevorderd worden en waardoor ook een zekere stabiliteit ontstaat, die de grond althans voor één seizoen voldoende los houdt (3, 4).

Onderzoek heeft echter uitgewezen dat de grond wel, bijv. bij het ploegen in de herfst, losgemaakt wordt, maar dat uiteindelijk hiervan toch niet veel overblijft (5, 6, 7, 8). Al direct na de bewerking bezakt de grond, eerst snel, daarna langzamer (5). In het voorjaar blijkt er nog een flink effect aanwezig te zijn. Maar dit effect gaat door het rijden over het land bij het kunstmeststrooien, het maken van een zaaibed en het zaaien doorgaans geheel of vrijwel geheel verloren. Dit betekent dat onze gewassen verbouwd worden bij een dichtheid die hoofdzakelijk bepaald wordt door het rijden over het land (9).

In de Verenigde Staten werd deze gang van zaken al in 1953 onderkend (10, 11). Hierop is gereageerd met het ontwikkelen van systemen waarbij de grond wel wordt losgemaakt, maar niet weer wordt vastgereden. Dit bereikt men vooral door het combineren van arbeidsgangen. Deze systemen zijn onder de wat misleidende naam 'minimum tillage' bekend geworden en hebben vooral in maïsgebieden veel toepassing gevonden (12).

Min of meer in tegenstelling tot de klassieke opvattingen kwam de Engelse school, hoofdzakelijk door het onderzoek van Russell c.s., tot de hypothese dat grondbewerking alleen een onkruidbestrijdingsmaatregel is (13, 14). Het ligt voor de hand dat de grondbewerking zijn ontstaan meer aan de onkruidbestrijding dan aan de verbetering van het bodemfysisch groeimilieu dankt. De door Russell gerapporteerde verschijnselen doen vermoeden dat deze niet alleen door het onkruid zijn veroorzaakt. Kwantitatieve gegevens over de onkruidbezetting ontbreken echter en ook is er geen bodemfysisch onderzoek verricht. Er is dus alle reden om van een hypothese te spreken.

Ook is het een feit, dat bij veel onderzoek over grondbewerking het effect van de onkruidbestrijding door grondbewerking op een hinderlijke wijze blijkt samen te hangen met het effect van de grondbewerking op de fysische eigenschappen van de grond. De komst van de chemische onkruidbestrijdingsmiddelen biedt nu echter de mogelijkheid de Engelse onkruidhypothese te toetsen. Hiervoor zijn in Nederland door het IBS op verschillende plaatsen proeven aangelegd, waarbij, om de zaak extreem te stellen, iedere grondbewerking volledig achterwege gelaten wordt. Het onkruid en eventuele ongewenste plantengroei worden bestreden met chemische middelen. Deze bestrijding wordt ondersteund met ecologische middelen, d.w.z. door het telen van grondbedekkende tussengewassen en het als mulch op de grond achterlaten van de resten daarvan. Een grond die door bespuiting onkruidvrij gemaakt is, zal op deze wijze ook beter onkruidvrij blijven. De bedoeling van de groenbemesting en de grondbedekking is tevens een natuurlijk herstel van de structuur en het behoud van de bodemvruchtbaarheid te bevorderen (15, 16).

Naast drie permanente proefvelden op zand, zware klei en venige klei bij Wageningen, waar reeds vier tot vijf jaar de objecten met en zonder grondbewerking met elkaar vergeleken worden, zijn er nog verschillende minder systematisch opgezette proeven, waarmee de nodige ervaringen zijn opgedaan.

Op één plaats, nl. op het grote grondbewerkingsproefveld op de proefboerderij 'Mariënhof' te

* Dr. ir. W. A. P. Bakermans, afgestudeerd in 1947 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, is wetenschappelijk hoofdamtenaar bij het IBS, en verricht onderzoek over groenbemestingsgewassen en teelt zonder grondbewerking.

Prof. ir. H. Kuipers werd per 1 september jl. benoemd tot hoogleraar in de grondbewerking en de gronddynamica, waarin begrepen de kennis van de grondbewerkingswerkten aan de Landbouwhogeschool.

Prof. dr. ir. C. T. de Wit is wetenschappelijk hoofdamtenaar A bij het IBS en werd per 1 januari jl. benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de theoretische teeltkunde aan de Landbouwhogeschool.

Westmaas, is naast de gebruikelijke grondbewerkingen tevens een systeem van rationele grondbewerking in de vergelijking opgenomen, waarbij net als bij het 'minimum tillage' systeem ernaar gestreefd wordt de grond na het losmaken niet weer te verdichten voor de oogst. Deze proef is nog te jong om over de resultaten iets te kunnen zeggen. Hetzelfde geldt voor een proef, die inmiddels in Randwijk is aangelegd. Alle proeven tezamen zijn evenwel ruimschoots voldoende om de betrokken problematiek concreter te stellen.

De problemen

De belangrijkste problemen die zich voordoen zijn:

Het doden van onkruid en gewas

De hypothese dat grondbewerking alleen nuttig is als maatregel ter bestrijding van onkruid, kan alleen getoetst worden als het gelukt, ter vergelijking, het onkruid afdoende chemisch te bestrijden. De ontdekking van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen met een breed werkingsspectrum zoals paraquat (17, 18) (Gramoxone), waarvan de werking verloren gaat zo gauw het middel met de grond in aanraking komt, heeft vooral voor de akkerbouw nieuwe perspectieven geopend, doordat direct na een bespuiting weer kan worden ingezaaid. In vele gevallen is zelfs bespuiting vóór opkomst van het gewas goed mogelijk. De bestrijding is vooral effectief voor planten met weinig ondergrondse reservestoffen.

Het chemisch doden van een gewas en vooral het bestrijden van wortelonkruiden blijft echter een moeilijk probleem. Een dicht gewas doodspuiten is moeilijker dan het doden van hier en daar verspreid staande onkruiden. Vooral doden van oud grasland met een gevarieerd grasbestand is moeilijk. Een enkele bespuiting is haast nooit afdoende. Meestal zijn combinaties van middelen, en een herhaalde bespuiting noodzakelijk.

Naast paraquat komen ook andere typen middelen voor toepassing in aanmerking (19, 20). Zo zijn selectief werkende bodemherbiciden bijzonder aantrekkelijk. Een geslaagd voorbeeld hiervan is het gebruik van atrazin bij de teelt van maïs.

Voor een goede onkruidbestrijding is verder een krachtig groeiend gewas en dus een flinke bemesting noodzakelijk. In een open gewas treedt altijd weer onkruidgroei op. Op percelen met veel lastige wortelonkruiden (kweek, hoefblad, paardbloem, zuring, brandnetel enz.) en ook op doodgespoten grasland dient de chemische onkruidbestrijding gecombineerd te worden met de teelt van een snel groeiend, sterk onkruidonderdrukkend gewas zoals mergkool, zomerkoolzaad en hennep, of met een groenbemestingsgewas zoals

bladramenas, stoppelknollen en Italiaans raaigras. Maïs is uit een oogpunt van concurrentie ook geschikt, omdat het selectief werkende atrazin gebruikt kan worden. Gewassen met een geringe concurrentiekracht zoals erwten en vooral stamslabonen zijn ongeschikt.

Bij voortgezette onkruidbestrijding verwachten wij op den duur een vermindering van de zaadonkruiden. Op onze proefvelden is dit nog niet tot uiting gekomen. Misschien komt dit doordat onze relatief kleine proefvelden in een onkruidrijke omgeving liggen. Wel zien wij soms het sterk overheersen van sommige moeilijk te bestrijden wortelonkruiden zoals kweek, paardbloem en brandnetel.

Hoewel het probleem van de chemische onkruidbestrijding bij akkerbouw zonder grondbewerking nog geenszins is opgelost volgen hieronder enkele methoden die in het algemeen goed geslaagd zijn.

Doden van oud grasland. Voor het doden van oud grasland kan men rond half oktober spuiten met 30 l Weedazol TL¹ per ha en een week later met 5 l Gramoxone per ha. Het beste is dan in het voorjaar snijmaïs te laten volgen. Twee weken vóór het zaaien van de maïs moet men dan nog spuiten met groeistof tegen breedbladige wortelonkruiden en bij het zaaien van de maïs met 5 l Gramoxone tegen uitlopervormende grassen (fiorin) en kweek. Als de maïs ongeveer 10 cm groot is, wordt nog gespoten met 4 kg atrazin per ha. Wanneer geen maïs in de dode graszode wordt geteeld, kan men ook wel mergkool, zomerkoolzaad of hennep verbouwen. Voor het zaaien moet men zonodig nog spuiten met Gramoxone. Zaaien van zomergraan kan beter achterwege blijven bij aanwezigheid van veel kweek of andere uitlopervormende grassen. Bij teelt van bieten, erwten en bonen is het risico van hergroei van grassen en onkruiden erg groot. Bij bieten kan eventueel in een later stadium tussen de rijen nog Gramoxone gespoten worden.

Het is mogelijk de chemische bestrijding van het gras te verbeteren met behulp van een tussen-teelt van bijv. stoppelknollen die goed met stikstof worden bemest. Half juli wordt het gras bespoten met 5 l Gramoxone; deze bespuiting wordt begin augustus herhaald, waarna stoppelknollen worden gezaaid, die in de winter geoogst worden. Men kan de knollen ook gemakkelijk laten afgrazen. Omdat ze in ongeploegde grond staan, wordt heel weinig grond opgenomen en wordt er weinig vertrapt. Zonodig wordt dan weer Gramoxone gespoten, waarna in het voorjaar zomer-

¹ Men kan inplaats van Weedazol TL ook gebruik maken van AAmirol vloeibaar TC (werkzaam bestanddeel aminotriazool + thiocyanaat).

graan gezaaid wordt dat indien noodzakelijk met groeistof wordt bespoten.

Teelt van voorjaarsgewassen op akkerland. Ook de teelt van voorjaarsgewassen is mogelijk. Rond 15 oktober spuit men de eventuele groenbemesters en onkruiden, met name kweek, dood met 30 l Weedazol TL per ha, een week later gevolgd door een bespuiting met 5 l Gramoxone per ha. Zonodig moet men in het voorjaar weer Gramoxone spuiten. In zomergraan wordt verder DNOC en groeistof gespoten.

Voor de teelt van bieten dient men vóór het zaaien zonodig Gramoxone te spuiten en verder 4 l Pyramin en 5 kg IPC. Later eventueel nog Gramoxone tussen de rijen spuiten tegen kweek. Erwt en of stamslabonen kan men alleen maar verbouwen op schoon land, dus bijv. na snijmaïs. Vóór het zaaien kan men hier ook zonodig spuiten met Gramoxone. Erwt moet men tijdens de groei een- of tweemaal bespuiten met 4 kg Ivosit per ha. Stamslabonen kunnen vóór opkomst met 6 kg Ivorin per ha worden bespoten.

Winterwortelen kunnen ook op vuil land worden verbouwd. Wanneer het gewas goed aan de groei is, kan bijv. gespoten worden met 600 l Shell W-olie, na enkele weken nog gevolgd door 4 kg Linuron per ha.

Teelt van wintergewassen op akkerland. Voordat men wintergranen inzaait, bijv. na aardappelen of bieten, moet men eerst spuiten met 5 l Gramoxone per ha. Indien nodig en mogelijk kan men tweemaal spuiten met Gramoxone, met een tussenpoos van twee tot drie weken. In het voorjaar wordt het graan dan nog met de gebruikelijke middelen bespoten.

Wanneer winterkoolzaad wordt verbouwd na bijv. erwten of graan dient minstens een week voor het zaaien met 20 kg TCA te worden gespoten en daarna met 5 l Gramoxone per ha. Wanneer het nodig is wordt de bespuiting met Gramoxone voor de opkomst van het koolzaad herhaald.

Teelt van zomergroenbemestingsgewassen op akkerland. Na de oogst van de voorvrucht even wachten om onkruiden te laten kiemen, daarna spuiten met 5 l Gramoxone per ha en zaaien. Wordt gras als groenbemesting gezaaid, dan zonodig begin september spuiten met groeistof tegen bijv. hoefblad. Bij teelt van stoppelknollen of bladramenas kan vóór het spuiten met Gramoxone nog 20 kg TCA worden verspoten tegen kweek. Daarna enkele dagen wachten met zaaien.

Het zaaien

Voor het zaaien in ongeploegd ruig land waarop de planteresten van het al dan niet geoogste voor-

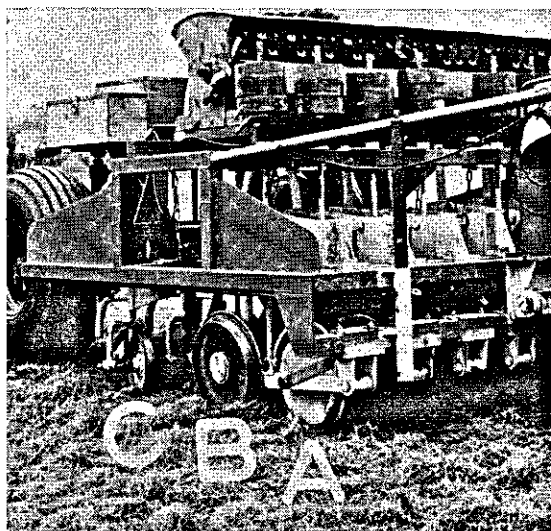


Fig. 1 'Ruiglandzaaimachine' waarmee door losliggende ruigte — stoppelresten, doodgespoten planteresten en dgl. — op onbewerkt land wordt gezaaid. Het zaad wordt door in V-vorm opgestelde zaaischijven (B) in door grote ploegschijven (A) getrokken sneden gebracht. Door middel van verstelbare schijveneg-schijven wordt de zaaisnede dichtgedrukt (C)

gaande gewas nog aanwezig zijn, zijn speciale voorzieningen nodig (21). Op de proefvelden is gebruik gemaakt van speciaal hiervoor geconstrueerde machines, waarvan de zgn. 'Ruiglandzaaimachine' de jongste versie is. Aangezien het ruige land voor het zaaien vaak met lange min of meer taaie planteresten is bedekt, treedt bij gebruik van een normale zaaimachine met vaste zaaihouders onmiddellijk stropen van dit materiaal op. Het is daarom noodzakelijk draaiende schijfkouters te gebruiken.

Fig. 1 laat zien, hoe de machine met schijfkouters (A) door de planteresten heen snijdt. In deze sneden wordt het zaad gedeponneerd door middel van een tweetal zaaischijven, die in V-vorm zijn opgesteld (B). Daarna volgen bolle schijveneg-schijven om de zaagleuf dicht te maken (C). Tenslotte volgen drukwielen die de grond kunnen aandrukken.

Alle onderdelen van de machine hebben hun eigen ophanging en diepteregeling, geheel onafhankelijk van elkaar. Ook op zeer ongelijk land blijven de elementen zowel in dwars- als in lengteligging bij de grond aansluiten, ze kruipen a.h.w. als een rups over het land.

De diepteregeling van alle afzonderlijke schijven geschiedt door middel van draagwielen die tegen de schijf worden geschroefd; fig. 2 geeft hiervan een detail. Keuze uit draagwielen met verschillende diameter biedt de mogelijkheid op verschillende diepte te zaaien. Voor het schoonhouden

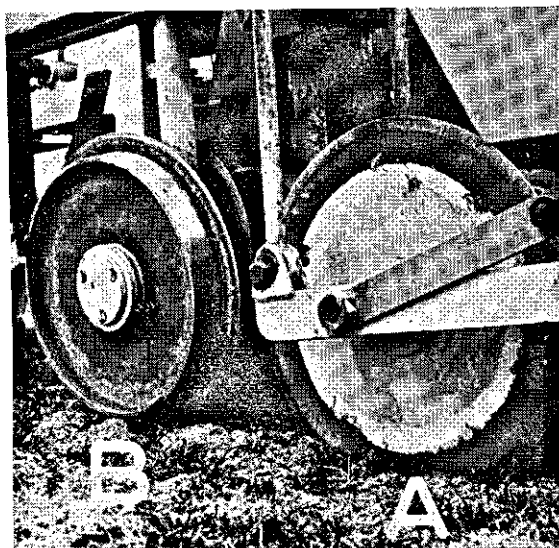


Fig. 2 Detail van de 'Ruiglandzaaimachine' met ploegschijven (A) en zaaischijven (B)

van schijven en draagwielen zijn afstrijkijzers gemonteerd. Door middel van gewichten kunnen alle onderdelen met de gewenste druk belast worden.

Met deze machine zijn met vele gewassen op velerlei grondsoorten uitstekende resultaten verkregen. De min of meer grootzadige gewassen als granen, maïs, erwten, lupinen en wikken zijn gemakkelijk te zaaien, maar ook vele kleinzadige gewassen als koolzaad, mergkool, stoppelknollen, Alexandrijnse en Perzische klaver leveren geen moeilijkheden op, wortelen en bieten soms echter wel. In zijn huidige vorm is de machine niet geschikt voor precisiezaai van bieten.

In het voorjaar gaat het zaaien het gemakkelijkst in een doodgevroren, dus ten dele vergaand stoppelgewas als wikken, Alexandrijnse klaver, serradelle, facelia en kanariezaad. Niet doodvriezende gewassen als Italiaans raaigras en winterrogge dienen vroegtijdig, nl. reeds in november-december doodgespoten te worden. Hierdoor wordt een volledige doding van het gewas verkregen en zijn tevens in het voorjaar de planteresten grotendeels vergaand.

Voor een goede opkomst is het noodzakelijk het zaad in de grond te brengen. Blijft het tussen de mulch op de grond liggen, dan droogt het gemakkelijk uit.

Op geploegd land kan men vaak niet zo vroeg zaaien als men wel zou willen, omdat de grond nog te nat is om zaaiklaar te maken of te berijden. De vaste ongeploegde grond blijft steeds mooi vlak en is vrijwel altijd ook voor zware machines berijdbaar. In de natte voorjaren van 1965 en 1966 konden de voorjaarsgewassen dan

ook veel vroeger op de ongeploegde grond gezaaid worden dan op de geploegde.

De vruchtwisseling

Voor het slagen van onze meerjarige proefvelden leek het gewenst uit te gaan van oud blijvend grasland. Dit biedt de mogelijkheid te profiteren van de stabiele structuur en het hoge humusgehalte van de oude zode (22). Het risico dat een zgn. 'sukkelperiode' zal gaan optreden, zoals die bekend is bij de aanleg van blijvend grasland, is veel kleiner en daarmee tevens de kans op ontmoedigende resultaten gedurende de eerste jaren van het onderzoek. Het zou zelfs wel eens kunnen zijn dat in het algemeen bij overgang van grasland naar bouwland niet-ploegen de beste methode is, omdat dan zo lang mogelijk van de 'oude kracht' geprofiteerd kan worden.

In verband met een goede onkruidbestrijding (kweek) was het noodzakelijk af en toe snijmaïs te telen, omdat hierin gemakkelijk chemische onkruidbestrijding kan worden toegepast. Verder is zoveel mogelijk een tussengewas als groenbester en grondbedekker in de vruchtwisseling opgenomen. Kunstweiden zijn hiervoor waarschijnlijk bijzonder waardevol.

Wanneer na een gewas dat laat het veld ruimt, geen tussengewas meer kan volgen, wordt stalmest als mulch toegediend, nadat eerst een 'winterbraakmiddel' met nawerking is gespoten (Weedazol TL, TCA, Dalapon, enz.).

Bij enkele meerjarige proeven zijn voorlopig geen aardappelen in de rotatie opgenomen, omdat de oogst van dit gewas op zichzelf al een vrij intensieve grondbewerking betekent. Op enkele andere proefvelden is overigens gebleken, dat de aardappelen uitstekend groeiden op de onbewerkte grond. De knollen bleven dicht bijeen maar kwamen ten dele boven de grond uit, waardoor er veel groene exemplaren voorkwamen. Op kleigrond is machinaal oogsten moeilijk, doordat er te veel kluiten meekomen. Met het rooien van suikerbieten zijn nog geen ervaringen opgedaan, omdat de bieten steeds met de hand zijn gerooid, om de grondbewerking te beperken.

De bemesting

Door de geringere aëratie van het organische materiaal in vaste grond vindt waarschijnlijk minder stikstofmineralisatie plaats dan in losse grond. Bij overgang van grasland op bouwland werd dan ook de indruk verkregen dat in het eerste jaar de niet bewerkte grond een grotere stikstofbehoefte had dan de geploegde. Een voordeel van de geringere afbraak is misschien dat dit extra humusvorming (= N-binding) tot gevolg kan hebben, waardoor op den duur een evenwicht kan ontstaan bij een hoger humusgehalte met een blij-

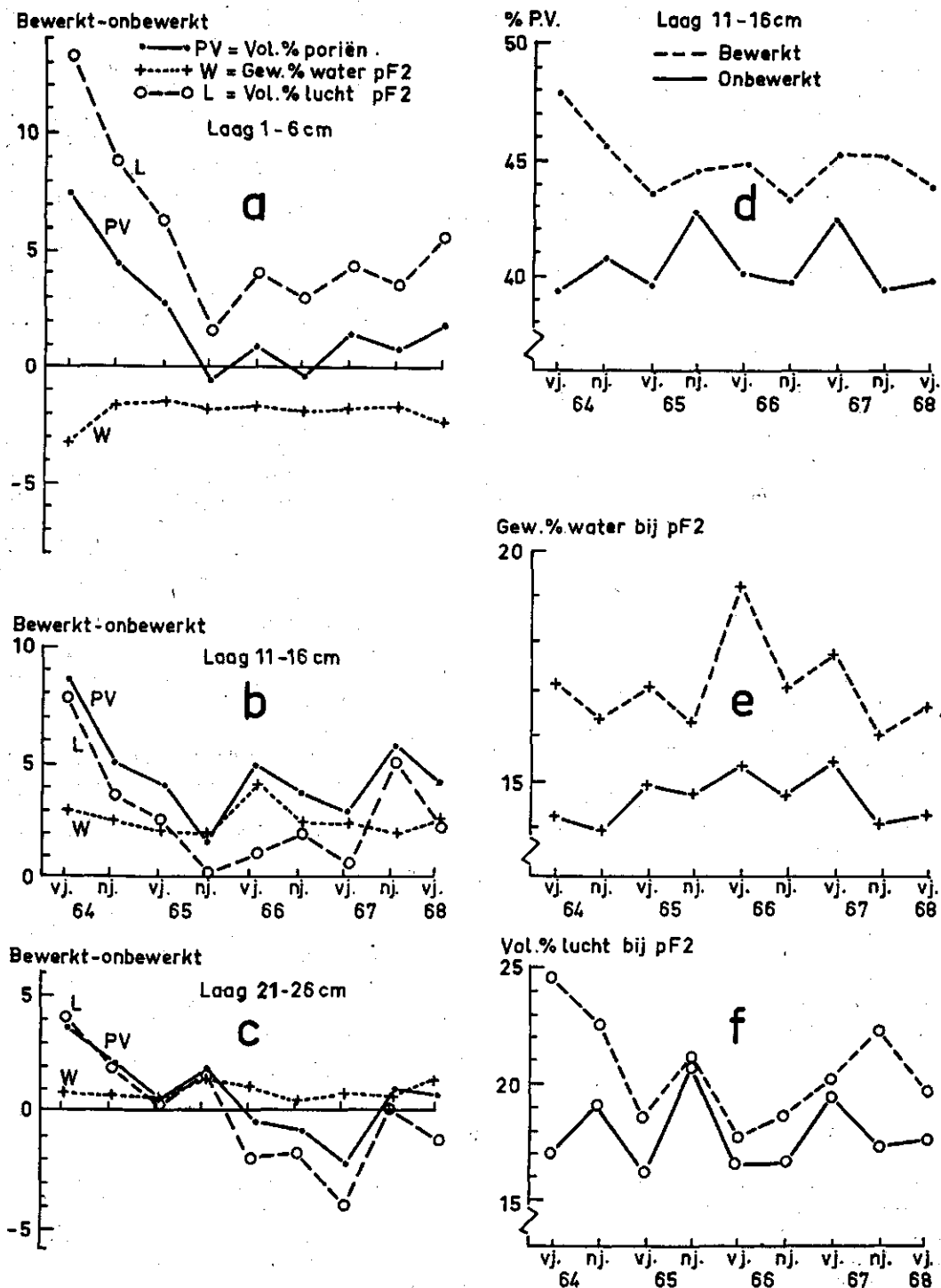


Fig. 3 Proefveld te Achterberg op zandgrond.

Links: Verschil in % poriënvolume, gewichtspercentage water bij pF₂ en volumepercentage lucht bij pF₂ tussen wel en niet bewerkte grond bij bemonstering in voor- en najaar (bewerkt minus onbewerkt) voor de lagen 1-6 cm (a), 11-16 cm (b) en 21-26 cm (c).

Rechts: % poriënvolume (d), gewichtspercentage water bij pF₂ (e) en volumepercentage lucht bij pF₂ (f) in de laag 11-16 cm op wel en niet bewerkte grond.

vend beter organisch leven en een stabielere structuur. In verband hiermee worden steeds stikstofvarianten in subblokken aangebracht.

De ICI Nederland N.V. geeft bij haar proeven de niet geploegde grond wat meer stikstof dan de geploegde. Op kleigrond wordt meer extra N gegeven naarmate de grond zwaarder is. Ook in het buitenland zijn overeenkomstige ervaringen opgedaan (23, 24).

Voor het overige wordt de bemesting aangepast aan de grond en aan het te telen gewas. In eerste instantie leek het niet nodig de P- en K-bemesting van de teelt zonder grondbewerking te doen afwijken van de normale teelt (25). Om moeilijkheden te voorkomen worden deze bemestingen steeds aan de ruime kant genomen. Met name bij de P-bemesting hoeft een wat hoge gift geen bezwaar op te leveren. Hetzelfde geldt in wat mindere mate voor de K-bemesting.

Alle bemesting is op de proefvelden breedwerpig op de grond gestrooid.

De resultaten

De toestand van de grond

In alle gevallen waarin van grasland is uitgegaan, is het eerste, voor de hand liggende resultaat van ploegen dat de bouwvoor gehomogeniseerd wordt. De humus, die vooral in de bovenste cm's van het grasland aanwezig was, is over een laag van ongeveer 20 cm verdeeld. Het gevolg is dat het vochthoudend vermogen boven in de bouwvoor daalt, maar onderin stijgt. Voor de zandgrond bij Wageningen zijn het verschil in poriënvolumen, het verschil in vochthoudend vermogen bij pF 2 en het verschil in het daarbij optredende luchtgehalte weergegeven in fig. 3.

De daling van het vochtgehalte in de bovenlaag en de stijging in de eronder liggende laag zijn zeer duidelijk. Voor deze grond brengt de menging met zich mee dat het poriënvolumen in de laag 1—6 cm op de bewerkte en onbewerkte grond praktisch even hoog is. Door het lagere humusgehalte en het dienovereenkomstig lagere vochtgehalte bij pF 2, is het luchtgehalte op het bewerkte object in deze laag duidelijk hoger.

In de laag 11—16 cm is door de bewerking zowel het vochthoudend vermogen als het poriënvolumen duidelijk toegenomen. De toename van het luchtgehalte bleef door deze tegengestelde invloeden klein.

In de laag 21—26 cm zijn de verschillen klein. De tot nu verkregen cijfers in deze laag suggereren enigszins, dat het poriënvolumen op het bewerkte object lager gaat liggen dan op het onbewerkte. Dit zou op een ploegzoolvorming kunnen wijzen, maar de gegevens zijn niet overtuigend.

Op de onderzochte zandgrond blijkt het luchtgehalte vrijwel steeds boven de 15 % te liggen. Hiervan hoeft dus geen groeistoornis verwacht te worden. De vraag is evenwel of er geen poriënvolumina voorkomen die zo laag zijn, dat de worteling door de mechanische weerstand van de grond geremd zou kunnen worden.

Van de 6 onderzochte lagen, nl. 3 op de bewerkte en 3 op de onbewerkte grond hebben er 3 een gemiddeld poriënvolumen tussen 43—48 %, nl. de bovenste laag van het onbewerkte en de 2 bovenste lagen van het bewerkte deel. De overige 3 lagen hebben een poriënvolumen tussen 38—43 %, dus in een duidelijk kritieker gebied. Penetrometerwaarnemingen in 1968 bevestigen dit beeld (fig. 4).

Het enige gegeven dat beschikbaar is over de veranderingen in de grond in de loop van enige jaren, als van bouwland wordt uitgegaan dat niet wordt geploegd, heeft betrekking op een proefstrookje op zware kleigrond te Randwijk dat sinds 1961 niet meer is bewerkt. Hier daalde het luchtgehalte bij pF 2 na de eerste bemonstering in 1964 van 10—12 % naar 4—6 %. Daarna bleef het constant op dit lage niveau.

Het is een open vraag welke invloed veelvuldig gebruik van herbiciden en geregeld mulchen heeft op het bodemleven. Bekend is dat een mulch de ontwikkeling van regenwormen sterk bevordert. Verwacht moet daarom worden dat in de niet geploegde grond het aantal regenwormen zal toenemen. Dit zou een zeer gunstig effect op de algehele structuurtoestand van de grond kunnen hebben (26).

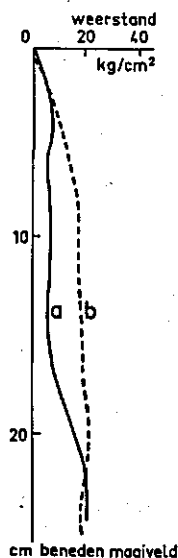
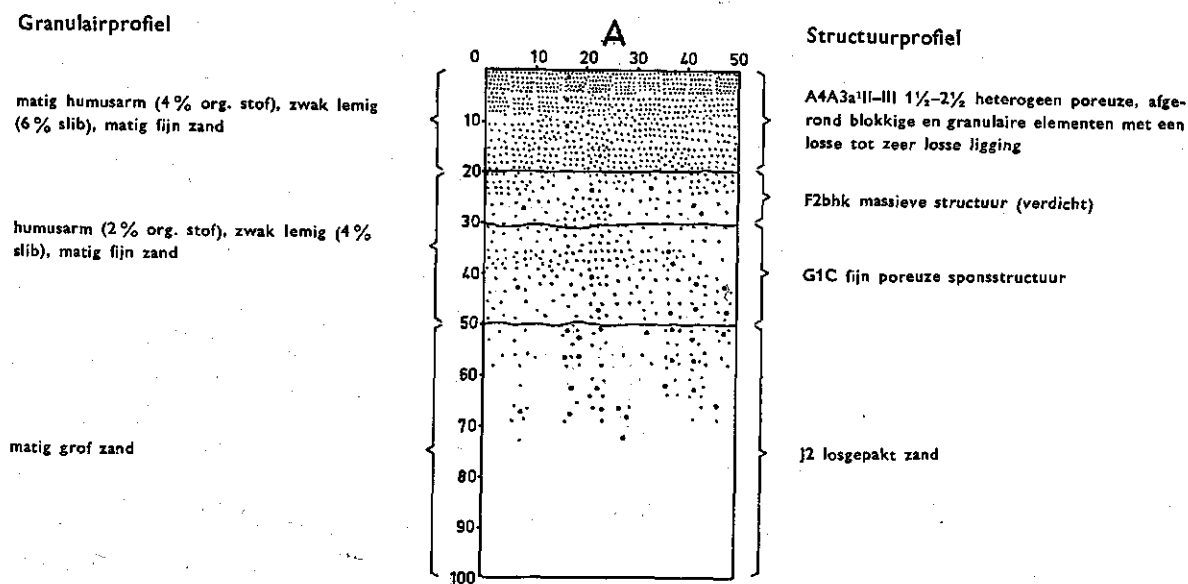


Fig. 4 Verloop van de conusweerstand met de diepte bij geploegde (a) en onbewerkte (b) grond

Fig. 5A Beworteling van rogge op geploegde zandgrond.



. = ϕ wortels $< \frac{1}{2}$ mm, o = ϕ wortel $\frac{1}{2}$ —1 mm, — = structuurlijn.

(Opname op 19 juni 1968 door A. F. C. M. Schellekens, Rijkstuinbouwconsulentschap voor Bodemaangelegenheden, Wageningen).

De groei en de opbrengst van de gewassen

In het algemeen is de opkomst en de bovengrondse ontwikkeling van de gewassen op de niet bewerkte grond vrijwel gelijk aan die op de bewerkte. Soms zien we op de onbewerkte, met ruigte bedekte grond meer vreterij door insecten, ritnaalden, emelten, aardrupsen, aardvlooiën, slakjes en vogels dan op de bewerkte. Op de proefvelden die tussen grasland liggen, kan schade door vogels, die zich vooral op de ruigte grond goed thuis voelen, hinderlijk zijn.

Fig. 5B geeft bij wijze van voorbeeld een indruk van de beworteling van rogge op de reeds ter sprake gebrachte zandgrond bij Wageningen, waarop na doodspuiten van het oorspronkelijke grasland reeds gedurende vijf jaar zonder grondbewerking akkergewassen zijn geteeld. In fig. 5A wordt de beworteling weergegeven op de gedurende deze vijf jaar normaal bewerkte grond. Op een verticale profielwand zijn de wortels geteld en op millimeterpapier ingeschetst. Tevens werd de structuur beschreven.

De losse ligging van de bouwvoor op de geploegde grond komt duidelijk tot uiting in de dichte beworteling. Daaronder bevindt zich een weinig bewortelde laag, die de reeds geopperde gedachte van het ontstaan van een ploegzool versterkt. Verder naar beneden is de grond weer dichter beworteld tot tenslotte bij een diepte van ca. 80 cm de beworteling ophoudt. De grond was daar verzadigd met grondwater.

Op de niet geploegde grond is alleen de bovenste laag van 8 cm dicht beworteld. Daaronder volgt direct de dichte laag, die hier echter iets minder massief leek dan op de geploegde grond. Onder de dichte laag is de beworteling op de niet geploegde grond vrijwel gelijk aan die op de geploegde. Doordat de dichte laag op de niet geploegde grond tot 8 cm onder het maaiveld reikt tegen 20 cm op de geploegde grond, is het totaal aantal wortels op de niet bewerkte grond lager dan op de bewerkte. Bij beide objecten vond de beworteling in de dichte laag hoofdzakelijk plaats in oude wortelgangen.

Ondanks het feit dat het totaal aantal wortels op de geploegde grond wat hoger was dan op de niet geploegde, was de opbrengst daar toch niet hoger, tenminste wanneer voldoende stikstof was gegeven (tabel 1).

In fig. 6 zijn tenslotte de opbrengsten van verschillende geslaagde gewassen op de wel en niet

Tabel 1 Zaadopbrengst van rogge in kg/are op zandgrond te Achterberg in 1968

N (kg/are)	Opbrengst (kg/are) op:	
	geploegd land	niet geploegd land
30	31,4	25,5
80	44,3	42,5
130	47,5	48,0
180	44,7	46,0

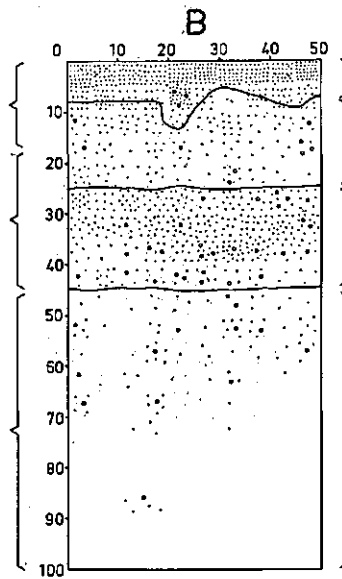
Fig. 5B Beworteling van rogge op onbewerkte zandgrond.

Granulairprofiel

matig humusarm (4% org. stof), zwak lemig
6% slib), matig fijn zand

humusarm (2% org. stof), zwak lemig (4%
slib), matig fijn zand

matig grof zand



Structuurprofiel

A4A3a¹II-III 1½ heterogeen poreuze, afgerond
blokkige en granulaire elementen met een goede
losse ligging

G1C-(F2bhk) matig fijn poreuze sponsstructuur
tot massieve structuur (verdicht)

J2 losgepakt zand

G1C fijn poreuze sponsstructuur

. = ϕ wortels < ½ mm, o = ϕ wortel ½—1 mm, — = structuurlijn

(Opname op 19 juni 1968 door A. F. C. M. Schellekens, Rijkstuinbouwconsulentschap voor Bodemaangelegenheden, Wageningen).

geploegde grond tegen elkaar uitgezet. Bedacht moet worden, dat hier gewassen met een hoge en een lage kg-opbrengst per ha bijeen zijn gebracht. De in de figuur onder een hoek van 45° getrokken lijn scheidt de gebieden in de grafiek waarin

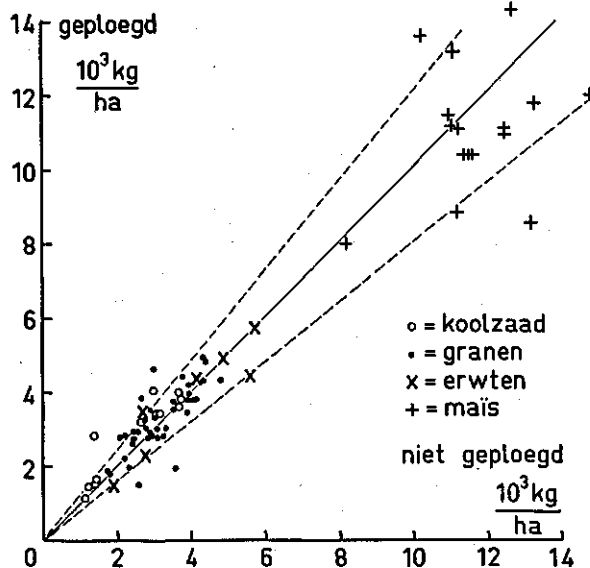


Fig. 6 Opbrengsten aan droge stof van verschillende gewassen op wel en niet bewerkte grond. De in de figuur onder een hoek van 45° getrokken lijn scheidt de gebieden in de grafiek waarin de meer- en minderopbrengsten vallen. De gebroken lijnen behoren bij 20% resp. meer- en minderopbrengsten

de meer- en minderopbrengsten vallen. De gebroken lijnen behoren bij 20% resp. meer- en minderopbrengst.

Het is duidelijk dat, althans bij de geslaagde gewassen, de opbrengsten op de niet bewerkte grond praktisch gelijk zijn aan die op de bewerkte. De oogstzekerheid van akkerbouw zonder ploegen komt in fig. 6 echter niet tot uiting. De nieuwe techniek moet met vallen en opstaan geleerd worden. De mislukkingen, waarvan de opbrengst niet bepaald werd, waren meestal duidelijk toe te schrijven aan bijv. onvoldoende onkruidbestrijding of de toen nog gebrekkige zaaitechniek; sommige gewassen, bijv. erwten en wortelen zijn bijzonder gevoelig voor ongunstige omstandigheden of raken door hun langzame ontwikkeling in het jeugd-stadium gemakkelijk onder het onkruid. Dergelijke mislukkingen dienen echter voor een op de toekomst gerichte beschouwing niet meegeteld te worden.

Nabeschouwing

Overzien we alle gegevens, dan lijkt de voorlopige conclusie gewettigd dat ploegen en grondbewerking niet zonder meer noodzakelijk zijn voor het verkrijgen van een goede opbrengst.

Kort samengevat kunnen mede op grond van de reeds aangehaalde literatuur als voordelen van grondbewerking genoemd worden:

- effectieve onkruidbestrijding
- opruimen van planteresten en stalmest
- bereiden van een geschikt zaaibed en gunstige toestand van de grond voor wortelontwikkeling
- gemakkelijker machinaal zaaien, planten en soms ook oogsten van de gewassen (bijv. bij teelt van aardappelen op ruggen).

Hiertegenover staan *nadelen* zoals:

- gevaar voor bodemerosie op verstuvende of erosiegevoelige grond
- gevaar voor verslumping van slempige grond
- gevaar van wortelbeschadiging door schoffelen en eggen
- slechte berijdbaarheid van geploegde grond
- soms hoge kosten van grondbewerking.

Vergeleken met grondbewerking lijkt een systeem zonder grondbewerking (door ons ook wel 'vaste-grondteelt' genoemd), een of enkele der volgende *voordelen* te kunnen bieden:

- besparing van grondbewerkingskosten (27)
- besparing van vochtverlies door het gebruik van grondbedekkende gewassen als mulch (28, 29)
- veel minder erosiegevaar (27)
- veelzijdiger gebruik van kwetsbare gronden (bijv. slempgevoelige gronden, hellende of verstuvende terreinen (27, 30)
- betere berijdbaarheid
- door het in stand houden van het natuurlijke poriënsysteem minder optreden van vorming van plassen
- minder snelle afbraak van de organische stofvoorraad in de grond
- mogelijkheid van vroeger zaaien.

Voor het achterwege laten van de grondbewerking is een eerste eis dat de onkruidbestrijding en de doding van het voorgaande gewas door chemische middelen goed beheerst wordt. Fouten hierbij leveren snel ernstige bezwaren op. Ook moet men over een bruikbare zaaitechniek beschikken.

Als *nadeel* kan het volgende worden aangevoerd: Door het achterwege laten van de grondbewerking zal de grond in een dichte ligging komen. Tegenover het voordeel van een goede berijdbaarheid staat hierbij waarschijnlijk, vooral op zwaardere kleigronden en de zeer lichte zandgronden, het risico van een minder diepe beworteling. De grootte van dit risico kan met de jaren toenemen, maar zal door een ruime bemesting verminderen, als het water geen beperkende factor is.

De risico's zijn dan ook bij het achterwege laten van de grondbewerking voorlopig nog groter dan bij een meer traditionele werkwijze. Of men deze risico's nu en in de toekomst zal nemen, zal afhangen van de waarde van het produkt, de kosten van de grondbewerkingen en de kosten van

de bespuitingen. Bij zeer dure produkten zal het teeltrisico de doorslag geven; bij goedkope zullen juist de kosten zwaar wegen. Hierbij valt te bedenken dat in de toekomst de kosten van de chemicaliën lager kunnen worden, maar dat ook op de grondbewerkingskosten door een rationele uitvoering vaak nog veel kan worden bespaard.

Waarschijnlijk kunnen bepaalde detailproblemen nu reeds beter door akkerbouw zonder grondbewerking worden opgelost. Zo kan bij akkerbouw op Limburgse hellingen door achterwege laten van ploegen erosie van de grond voorkomen worden. Op verstuvende zandgronden zou stuifschade wellicht voorkomen kunnen worden door bijv. bieten zonder grondbewerking te zaaien in een lichte, tijdig doodgespoten zode van Westerswolds raai gras of winterrogge (30).

Aangezien de chemische onkruidbestrijding en de doding van gewas nog in de kinderschoenen staan, lijkt echter voor het grootste deel van onze akkergronden ploegen vooralsnog de eenvoudigste en goedkoopste vorm van onkruidbestrijding en het maken van een zaaibed. Inmiddels kunnen onze ervaringen al wel de vermindering van het aantal grondbewerkingen bespoedigen. Gedacht wordt bijv. aan het chemisch bestrijden van onkruid in de stoppel, eventueel in combinatie met de teelt van grondbedekkende groenbemestingsgewassen.

Samenvatting

Gedurende 5 jaar is het bij verschillende proeven gelukt goede gewassen zonder grondbewerking te verbouwen. Er is meestal uitgegaan van oud grasland, waarop na doodspuiten verschillende gewassen werden verbouwd. De chemische onkruidbestrijding is daarna steeds zoveel mogelijk ondersteund door de teelt van grondbedekkende groenbemestingsgewassen, die zo nodig werden doodgespoten vóór de inzaai van het volgende gewas. Voor het zaaien is een speciale 'Ruiglandzaaimachine' ontwikkeld.

Summary

Trials with no-tillage crops

Over a period of five years different crops were grown successfully without tillage. Most trials were set out on old pastures; the sod was killed chemically and several crops were grown. Chemical weed control was then further supported by growing soil-protecting green-manure crops. A special sowing machine for the untilled land was developed.

Literatuur

- 1 Roemer, Th.: Ackerbaulehre. In: Von Aereboe, Hansen und Roemer, Handbuch der Landwirtschaft. Teil 2. Berlin, 1929, p. 209—273.

- 2 Nitzsch, W. von: Bessere Bodenbearbeitung. *Schr. Reichskurat. Tech. Landw.* 70 (1937) 55.
- 3 Görbing, J.: Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau. Hannover, 1947.
- 4 Sekera, F.: Gesunder und kranker Boden. Berlin, 1951, 3. Aufl.
- 5 Kuipers, H. & Ouwerkerk, C. van: Total pore space estimations in freshly ploughed soil. *Neth. J. Agric. Sci.* 11 (1963) 45—53.
- 6 Andersson, S. & Håkansson, I.: Structure dynamics in the top soil. *Grundförbättring* 3 (1966) 191—228.
- 7 Wilton, B.: Effect of cultivations on the level of the surface of a soil. *J. Agric. Eng. Res.* 9 (1964) 214—219.
- 8 Feuerlein, W.: Minimale und optimale Aufwendungen für den Boden. Broschüre 'Wintertagung 1962'. Verband landw. Gutsbetriebe in Österreich, Wien, p. 16.
- 9 Kuipers, H.: Some remarks on pore space and pressure on marine clay soils. *Meded. Landbouwhogeschool en Opz. Stat. v. d. Staat* 24 (1959) 392—397.
- 10 Cook, R. L., Turk, L. M. & McColly, H. F.: Tillage methods influence crop yields. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 17 (1953) 410—414.
- 11 Blake, G. R.: Objectives of soil tillage related to field operations and soil management. *Neth. J. Agric. Sci.* 11 (1963) 130—139.
- 12 Vandoren Jr., D. M. & Rijder, G. J.: Factors affecting use of minimum tillage for corn. *Agronomy J.* 54 (1962) 447—450.
- 13 Russell, E. W. & Keen, B. A.: The results of a six year cultivation experiment. *J. Agric. Sci.* 31 (1941) 326—347.
- 14 Russell, E. W.: The effects of methods of cultivation on crop yield. *Landbouwk. Tijdschr.* 65 (1953) 169—184.
- 15 Dutt, A. K.: Puddling and other treatments in relation to soil structure and crop growth. *J. Am. Soc. of Agron.* 40 (1947) 324—330.
- 16 McCalla, T. M. & Army, T. J.: Stubble mulch farming. *Advances in Agronomy* 13 (1961) 125—196.
- 17 Boon, W. R.: The quarternary salts of bipyridyl — a new agricultural tool. *Endeavour* 26 (1967) 27—33.
- 18 Calderbank, A. & Slade, P.: The fate of paraquat in plants. *Outlook on agriculture* 5 (1966) 55—60.
- 19 Triplett, G. B.: Herbicide systems for no-tillage corn (*Zea mais*) following sod. *Agronomy J.* 58 (1966) 157—159.
- 20 Putnam, A. R. & Ries, S. K.: The synergistic action of herbicide combinations containing paraquat on *Agropyron repens* (L.). *Beauv. Weed Res.* 7 (1967) 191—199.
- 21 Triplett Jr., G. B., Johnson, W. H. & Vandoren, D. M.: Performance of two experimental planters for no-tillage corn culture. *Agronomy J.* 54 (1962) 408.
- 22 Voisin, A.: 'Years of depression' in reseeded pastures. In: Better grassland sward. London, 1960, p. 95—129.
- 23 Kahut, G.: Säen ohne Pflügen? *Mitt. der DLG* 83 (1968) 463.
- 24 Millou, J. & Le Merre, J.: Essais de culture sans labour de blé d'hiver et d'orge de printemps 1965—'66. *Compt. Rend. des Séances de l'Acad. d'Agriculture de France* (1967) 2: 178—188.
- 25 Singh, T. A., e.a.: Phosphorus uptake by corn (*Zea mais*) under no-tillage and conventional practices. *Agronomy J.* 58 (1966) 147—148.
- 26 Graff, O.: Untersuchungen über die Bodenfauna im Ackerboden. Institut für Humuswirtschaft, Braunschweig-Völkenrode, 1964.
- 27 Moody, J. E., e.a.: Reduced and no-tillage practices for growing corn in Virginia. Virginia Agr. Exp. Stat. in cooperation with Soil and Water Conservation Res. Div. USDA Bulletin 553, March 1964.
- 28 Moschler, W. W., e.a.: Winter cover crops for sod-planted corn. Their selection and management. *Agronomy J.* 59 (1967) 547—551.
- 29 Moody, J. E., Shear, G. M. & Jones, J. N.: Growing corn without tillage. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25 (1961) 516—517.
- 30 Hagen, R. J.: Beet without ploughing. *Sugar Beet Review* 36 (1968) 180, 183, 186.