

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D
G R O N I N G E N

RUIMTELIJKE OPBOUW VAN HET ZAAIBED
(literatuurstudie)

W.R. Krook

Rapport no. 4 1962

I N H O U D

	Blz.
1. Inleiding	2
2. Uitvoering van het literatuuronderzoek	2
3. Het zaaibed in het algemeen	3
4. Zaaibedden voor granen	5
5. Zaaibedden voor bieten	7
6. Zaaibedden voor andere gewassen	12
7. Samenvatting	14
8. Geraadpleegde literatuur	17

De ruimtelijke opbouw van het zaaibed

1. Inleiding

De probleemstelling voor deze literatuurstudie, geformuleerd door de opdrachtgever ir. C. van Ouwerkerk, luidde: welke eisen stellen de verschillende Nederlandse landbouwgewassen op middelbare tot zware gronden aan de ruimtelijke opbouw van het zaaibed. Uit een toelichting van de opdrachtgever bleek, dat hij de factor structuur en in het bijzonder het luchtgehalte, vochtgehalte en de grootte van de aggregaten in de beschouwing betrokken wilde zien, terwijl ook de warmtehuishouding van de grond een rol zou kunnen spelen. Buiten beschouwing zou moeten blijven de wijze van grondbewerking, die moet leiden tot de gewenste ruimtelijke opbouw. De publikatie van J.L. Hammerton (14) kon als een geschikt uitgangspunt voor de te verrichten literatuurstudie worden genomen.

In een literatuurstudie van G.J. Vervelde (43) haalt de auteur de onderzoekers B.A. Keen en E.W. Russell*) aan, die in 1937 naar voren brachten, dat naar hun mening de noodzakelijke grondbewerking er op gericht moet zijn een goed zaaibed samen te stellen en de akkers verder vrij van onkruid te houden. Verdere bewerkingen zouden geen zin hebben. Hoewel aan deze uitspraak natuurlijk geen absolute zeggenschap mag worden toegekend, blijkt hieruit toch het belang dat deze onderzoekers toekennen aan de bereiding van een goed zaaibed. Anderen zoals b.v. T. Roemer c.s. (31) zien het nut van grondbewerking meer in het op gang brengen of onderhouden van het leven der micro-organismen, maar toch kennen ook zij een zeer aparte plaats toe aan het tot stand brengen van het zaaibed.

Samenvattend kunnen wij zeggen, dat vooraanstaande onderzoekers hebben gewezen op de noodzaak de eigenschappen van goede zaaibedden te leren kennen, ten einde zo mogelijk deze schakel in de produktieketen te kunnen verbeteren.

2. Uitvoering van het literatuuronderzoek

Daar de publikatie van Hammerton (14) slechts een gering aantal geschikte literatuurverwijzingen bevatte, werden nog verschillende andere bronnen bewerkt.

Van de "Commonwealth bureau of soils" werden geraadpleegd de bibliografieën nrs. 16, 97, 227, 262, 324 en 344. Deze referaatlijsten handelden respectievelijk over "mechanism of surface soil crusting (1936-1954), methods of soil cultivation and equipment (1953-1957), effect of cultivation on aggregate stability (1950-1958), effect of tillage on soil physical properties (1951-1959), tillage and agriculture in areas mainly on the dry mediterranean and adjoining types (1939-1960), soil tillage in relation to small grain production (1952-1960)".

Verder werd gezocht in de "bibliography of agriculture" 22 (1958) t/m 25.6 (1961). Daar in deze bibliografie het trefwoord "seedbed" niet voorkomt, werd gezocht onder "seed",

*) Keen, B.A., and E.W. Russell. Are cultivationstandards wastefully high? J.Roy.Agric.Soc. Eng. 89 (1937) 53.

"germination" en "tillage". Een bezoek aan de bibliotheek van de landbouwhogeschool, waar het bronnenregister werd geraadpleegd (rubrieken 631.434 t/m 631.437, 631.51 en 631.53), had o.a. tot gevolg het doorwerken van de "Literatursammlung aus dem Gesamtgebiete der Agrikulturchemie; 1. Band, Bodenkunde" van H. Niklas, F. Czibulka en A. Hock (München, 1931). Eveneens in Wageningen werden het vijfjaren-kaartsysteem en de jaargangen 1937-1954 van "Agricultural Index" geraadpleegd. Op verzoek van de opdrachtgever werd nog een tweetal leerboekjes doorgenomen (26, 27), alsmede enkele handboeken zoals "Crops and cropping" van H.I. Moore (28).

Door tenslotte het "sneeuwbalstelsel" toe te passen, kon nog de hand op enkele publikaties worden gelegd. Hoewel ook aan enkele oudere publikaties aandacht is besteed moge voor een vollediger beeld van de oudere literatuur worden verwezen naar de publikatie van Vervelde (43), die een overzicht geeft van vele vroegere publikaties, die aan dit onderwerp gewijd zijn.

3. Het zaaibed in het algemeen

In de publikatie van M. Kohler (22) over het zaaiklaarmaken van gronden bestemd voor de verbouw van wintertarwe haalt deze onderzoeker A.D. Baver (2) en E. Klapp (20) aan. Dezen stellen zich voor dat de ondergrond van een zaaibed fijn moet zijn met een behoorlijke zetting. Naar boven toe zouden de aggregaatjes grover moeten worden en een ruimere onderlinge ligging moeten hebben.

De fijnheid van deze bovenste grovere kruimels zou overigens moeten afhangen van de grootte van de zaden. Dezelfde auteur vermeldt met een verwijzing naar T. Roemer c.s. (31) dat het zaaibed zodanig moet zijn ingericht dat alle zaden op dezelfde diepte komen te liggen. Voor een gelijkmatige opkomst is het noodzakelijk dat het laagje grond boven het zaad een regelmatige structuur vertoont. De diepte van de grondbewerking, aldus Roemer behoeft slechts 6 à 7 cm te bedragen, daar het zaad gewoonlijk niet dieper dan 3 tot 5 cm komt. Uit zijn eigen proeven trekt Kohler de conclusie, dat op zaaibedden die zich goed hebben kunnen zetten, het zaad inderdaad op regelmatige diepte komt te liggen. Een nadeel van de zettingsperiode is echter, dat gedurende deze tijd stikstofverlies door uitspoeling optreedt. Om een goede zetting van de grond te verkrijgen, beveelt Kohler een kunstmatige verdichting aan. Na hakvruchten, aldus Kohler, kan men beter volstaan met een "ploegloze" bewerking.

Een bijkomend voordeel van goed gezette zaaibedden is, nog steeds volgens dezelfde auteur, dat de planten hierop beter lagere temperaturen kunnen verdragen. Als oorzaak van dit verschijnsel ziet hij het grotere gehalte aan bodemwater, dat in een goed gezette grond beter vastgehouden wordt. Uit dit water komt bij bevriezen meer warmte vrij, terwijl er een betere warmtegeleiding, dus een grotere afgifte van warmte, is.

Bij strenge vorst zonder sneeuw trad op een grover zaaibed meer vorstschade op dan op een fijn, terwijl een

korstige oppervlakte een groter isolerend vermogen bleek te hebben dan een zaaibed, waarop geen korstvorming was opgetreden. Al met al, zo concludeert Kohler, moeten wij, juist met het oog op de vorst die in Zwitserland pleegt voor te komen, de voorkeur geven aan een zaaibed met een voldoende hoeveelheid kleine kruimels, d.w.z. met een matig fijne structuur.

In zijn boek "Soil physics" haalt Baver (2) de onderzoeker Slipher*) aan, die voorstelt de term zaaibed te vervangen door wortelbed. Dit zou meer overeenkomen met het doel van de grondbewerking. De voorwaarden, die Slipher aan een goed zaaibed stelt zijn de volgende:

1. regenwater moet snel worden opgenomen en goed worden vastgehouden.
2. er moet een voldoende luchtcapaciteit zijn en een snelle uitwisseling tussen bodemlucht en atmosferische lucht mogelijk zijn.
3. de grond mag slechts geringe weerstand bieden aan wortelpenetratie.
4. de weerstand tegen erosie moet voldoende zijn.
5. de grond moet "facilitate the placement of surface residues" (onvertaald, door mij niet begrepen - Kr.).
6. zware landbouwwerktuigen moeten kunnen worden gebruikt zonder dat hun gewicht het wortelbed ernstig beschadigt.

Baver zelf stelt zich een zaaibed voor met het hierna beschreven "ideale" profiel. Het zaaibed moet een ondergrond bezitten, die uit fijne kruimels bestaat, die goed gezet zijn. In het algemeen moet de grofheid van de kruimels toenemen naar de oppervlakte. De bovenste kruimels moeten grof zijn om de schok van neervallende regendruppels te kunnen weerstaan en zodoende een "open" structuur te behouden. Verder mogen de kruimels rondom het zaad niet zo grof zijn dat dit onvoldoende vocht ter beschikking heeft om te kiemen, maar aan de andere kant zou een te grote fijnheid van deze kruimels onvoldoende aeratie toelaten.

In hun "Lehrbuch des Ackerbaues" wijzen Roemer c.s. (31) op het verband dat huns inziens moet bestaan tussen het oppervlak van het zaaibed en de grootte van het zaad. Hoe fijner het zaad is (klaver, wortels, gras, groentegewassen), hoe fijner de kruimels aan de oppervlakte moeten zijn. Deze fijne zaden mogen namelijk niet diep in de grond gebracht worden en te grove kruimels zouden deze zaadjes de gelegenheid geven diep in de tussenruimten te verdwijnen. Ook geven de schrijvers aan, dat een fijne bovenlaag nodig is om het nodige grondwater tot het niveau waarop de zaden liggen te laten stijgen. Bovendien biedt deze fijnkruimelige laag weinig weerstand aan de zaaelingen. In de weken na de opkomst zou een losse bovenlaag ook de onproduktieve verdamping tegengaan, doordat een uitgedroogd los bovenlaagje isolerend zou werken op de onderliggende laag, die wel water bevat.

E. Klapp (20) sluit zich bij deze opvattingen aan met de opmerking dat het zaad moet liggen op of in een laag, die voldoende gezet is en die capillair actief is. Deze laag

*) Slipher, J.A. The mechanical manipulation of soil as it affects structure. Agric. Eng. 13 (1932) 7-10.

moet worden bedekt met een gemakkelijk te verwarmen, veel lucht bevattende laag. Hij wijst er echter op dat een te fijne verkrumming van de bovenlaag kan leiden tot korstvorming en eventueel tot winderosie.

Vervelde (43) vermeldt de resultaten van Russell en Metha*). Zij hebben proeven genomen met verschillende wijzen van grondbewerking om na te gaan na welke de beste kieming, opkomst en verdere groei kon worden verwacht. De snelste kieming werd bereikt op gefreesde grond, maar het aantal uiteindelijk aanwezige planten werd door deze bewerking niet vergroot.

H. Koetter (21) wijst op de noodzaak de dikte van het zaaibed aan te passen aan de opbouw van het bodemprofiel; om hierin inzicht te verkrijgen beveelt hij de "Spatendiagnose" van Görbing aan. Uit zijn "review of the literature" trekt Sewell (34) de twee volgende conclusies:

1. dieper ploegen dan 7 inches (18 cm) heeft niet altijd een opbrengstverhoging ten gevolge gehad.
2. ondiep ploegen kan even grote oogsten ten gevolge hebben als diep ploegen. De ploegdiepte, die economisch het meest verantwoord is, is nog niet bepaald.

E.W. Russell (32) stelt in een lezing de vraag, aan welke eisen een goed zaaibed moet voldoen. In zijn antwoord onderstreept hij het belang van een onkruidvrij zaaibed en van voldoende vocht. Het belang van de fijnheid der kruimels wordt vaak overschat. Voor aardappelen geldt, dat een diepe grondbewerking op zware gronden goede resultaten oplevert op de "better farmed lands", terwijl daarentegen op lichte gronden de "lower yielding fields" gunstiger op een diepe grondbewerking reageren. Een bijkomend voordeel van een diepe grondbewerking op zware grond is dat men in het voorjaar eerder op het land kan werken.

In het boek B.T. Shaw (36), dat voornamelijk gebaseerd is op literatuurgegevens, legt de schrijver de nadruk op het belang van voldoende zuurstof voor de kieming. Van louter theoretisch belang lijkt de mededeling dat de curve, die het verband tussen zuurstofgehalte en aantal gekiemde zaden aangeeft, dubbeltoppig is. De ene top ligt bij 6 tot 9% zuurstof en de tweede bij 90 tot 96% zuurstof.

Bij aanwezigheid van een korst aan de oppervlakte van het zaaibed kiemen de zaden het best bij een hoog vochtgehalte; in dat geval is ook de opkomst het grootst, aldus R.J. Hanks en F.C. Thorp (15).

4. Zaaibedden voor granen

De belangrijkste conclusie, die Edwards (12) in 1957 uit zijn proeven over het zaaibed van granen wist te trekken was, dat op de betreffende middelzware leemgrond onder de beschreven omstandigheden alle soorten zaaibedden, voldoende planten voortbrachten om een oogst te produceren.

Hij kwam tot deze gevolgtrekking, daar granen konden kiemen en opkomen op zaaibedden, die uiteenliepen van fijn (<1 mm) tot, wat Edwards noemde, kluitiger (tot 1,25 cm). Vergelijkenderwijs zijn granen dus ongevoelig voor grote verschillen in de mechanische opbouw van de teelaarde. Niettemin gaven de fijnste zaaibedden gewoonlijk een 10% hogere *) Russell, E.W., and N.P. Metha. The influence of the seed bed on crop growth. J. Agric. Sci. 28 (1938) 272-298.

opbrengst dan de grofste. Een enkele keer waren de verschillen veel groter, maar kon de invloed van andere factoren niet worden vastgesteld. Gemiddeld was ook de opkomst op de fijnere zaaibedden sneller dan op de grovere. De oriënterende proeven van 1951 deden een grotere invloed van de fijnheid c.q. grofheid van het zaaibed vermoeden dan uit de volgende proeven bleek. Achteraf, zo geeft Edwards toe, is dit vermoedelijk toe te schrijven geweest aan vreterij van een slakje (*Limax carinatus*) op de tuin waar de oriënterende proeven lagen. Deze slakjes beschadigden de kiemenkorrels en de zaailingen sterker op de grovere zaaibedden, waar zij konden schuilen onder de kluitjes, dan op de fijnere, die geen onderkomens boden. De schrijver oppert de mogelijkheid dat iets dergelijks ook onder veldomstandigheden kan gebeuren.

De invloed van samendrukken, zoals toegepast in deze proeven, bleek klein te zijn. Er zijn echter wel aanwijzingen dat winterhaver meer reageerde op samendrukken dan zomergerst.

In geen enkel geval werd bij zomergerst het kiemingspercentage of de "gemiddelde dag van opkomst" significant beïnvloed, terwijl na samendrukken bij wintertarwe zowel in 1954 als in 1955 een vroegere "gemiddelde dag van opkomst" kon worden waargenomen. Vermeldenswaard is dat in 1954 het totaal aantal opgekomen zaailingen van winterhaver door samendrukken significant werd gereduceerd.

De zaden bleken in het algemeen weinig last te ondergaan van de gevormde korsten. Meestal werd een klein hoekig stukje korst opgetild door de opkomende zaailing. Op de grofste zaaibedden kwamen de plantjes vaak onder een hoek op. Dit wijst er op, dat mechanische weerstand misschien verantwoordelijk kan worden gesteld voor de langzamere opkomst.

M. Kohler (22) haalt een publikatie van Becker-Dillingen*) aan, waarin dezen aanbevelen bij gronden, bestemd voor de uitzaai van wintertarwe, minstens een tussentijd van 3 weken te nemen tussen grondbewerking en uitzaai. In deze tijd kan de grond bezakken, zodat de grote tussenruimten verdwijnen. Verwaarlozen wij de zettingsperiode, aldus deze schrijvers, dan lopen de jonge plantjes het gevaar dat hun standplaats gaat bezakken, zodat de plantjes "omvallen".

Ook bij de moderne bewerking met zware eggen vinden T. Roemer c.s. (31) een zettingsperiode van 2 tot 3 weken noodzakelijk. Volgens deze auteurs kunnen in deze tijd, waarin de temperatuur nog niet uitgesproken laag is, de micro-organismen de structuur nog vérgaand stabiliseren, zodat het structuurbederf zich in de winter tot een minimum beperkt.

H. Densch (9) heeft geprobeerd de invloed van het bezakken op geploegde lemige zandgrond, waarop winterrogge werd verbouwd, te meten. De uitkomsten (tabel 1) wettigen het vermoeden, dat de korrelopbrengst sterker wordt beïnvloed van de stro-opbrengst.

*) Becker-Dillingen. Handbuch des Getreidebaues. Berlin, 1927.

Tabel 1. De invloed van de duur van de zettingsperiode op de opbrengst van rogge.

bezakkingsperiode	opbrengst in q/ha	
	korrels	stro
4 weken	23,2	48,4
2 weken	21,7	48,3
zonder bezakken	14,7	38,2

De proeven, die G.S. Taylor en W.H. Johnson (42) in 1954 namen met mais op een kleigrond, hadden o.a. de bedoeling vast te stellen of de eerste ontwikkeling der planten beïnvloed kon worden door het gehalte kleine kruimels (<2 mm). Inderdaad bleek op de fijnste zaaibedden de stand na twee weken veel beter dan op de minder fijne. Echter bleek de uiteindelijke stand veel minder af te hangen van het gehalte fijne kruimels (tabel 2).

Tabel 2. De invloed van het gehalte kleine kruimels en van het vochtgehalte op de ontwikkeling van mais.

voorvrucht	% droge kruimels <2 mm	% vocht van de grond	stand (1000-tallen/acre)	
			na 2 weken	tenslotte
luzerne	42,3	13,3	6,8	16,4
	15,3	17,3	0,8	14,8
	25,3	11,3	2,5	14,7
	66,3	13,0	10,1	16,7
	47,1	11,8	12,4	16,5
	7,4	n.s.	7,4	n.s.
0,05 ksv mais	48,3	16,5	5,2	17,4
	23,2	17,7	3,7	15,4
	35,2	14,5	3,7	15,6
	56,6	17,5	14,4	17,8
	38,8	10,5	5,4	16,3
	10,5	4,7	5,2	1,2
0,05 ksv				

N.B. 0,05 ksv geeft aan het kleinste significante verschil op een waarschijnlijkheidsniveau van 5%. N.s. wil zeggen niet significant, d.w.z. in de betreffende kolom zijn geen significante verschillen op een waarschijnlijkheidsniveau van 5%.

Uit de cijfers van tabel 2 berekenden de schrijvers correlatiecoëfficiënten tussen de percentages kleine kruimels en de stand na 2 weken (resp. 0,89 en 0,83) en tussen de vochtgehalten van de grond en de stand na 2 weken (resp. 0,31 en 0,07). De schrijvers achten het op grond van deze cijfers waarschijnlijk dat de beschikbaarheid van het vocht in sterke mate afhankelijk is van de grootte van de kruimels, terwijl juist de kiemsnelheid voor een groot deel afhankelijk is van de voor het zaad beschikbare hoeveelheid vocht.

B.A. Keen (19) nam proeven met verschillende manieren van grondbewerking met als proefgewas gerst. Het bleek inderdaad mogelijk zaaibedden met een verschillende opbouw te verkrijgen. Zijn maatstaf, om de verschillen in ruimtelijke samenstelling te meten is het "gezamenlijk oppervlak der kruimels". Volgens de auteur heeft dit getal het voordeel dat men er een grote spreiding in vindt. Uit zijn proefnemingen blijkt weer dat op de fijnere zaaibedden een betere kieming en opkomst te verwachten is, maar even waarschijnlijk is het dat de verschillen met grovere zaaibedden in de loop van het groeiseizoen vervagen, zodat de uiteindelijke opbrengsten weinig uiteenlopen. Keen verklaart dit uit de betere uitstoeling van de planten op de grovere zaaibedden, vanwege de meerdere ruimte, die ze bij de aanvankelijk hollere stand hebben.

W. Warnecke (44) geeft een opvatting uit de praktijk weer met betrekking tot het zaaibed van wintertarwe. Hij zorgt altijd voor een grofkruimelig zaaibed om vorstschade te beperken en zo mogelijk te voorkomen.

De Amerikaanse onderzoekers R.J. Hanks en F.C. Thorp (15) hebben geprobeerd vast te stellen welk luchtvolume voor de verschillende gronden de beste kieming en opkomst waarborgde. Zij bepaalden het verband tussen de zuurstofdiffusie tussen grond en atmosfeer enerzijds en de opkomst van tarweplanten anderzijds. Bij een opkomstpercentage van 80 moet de zuurstofdiffusie gemiddeld 75 à 100 maal 10^{-8} g/cm²/min. bedragen. Omgerekend, aldus deze onderzoekers, betekent dit voor "silty clay loam" ongeveer 15, voor "silt loam" ongeveer 17 en voor "fine sandy loam" omtrent 25 volumeprocenten lucht.

P.G. Meyers (27) beveelt voor haver een zaaibed aan met een losse kruimelige bovenlaag van \pm 5 cm. Deze bovenlaag moet niet te veel fijngemaakt worden. De losse laag, waarin het zaad ondiep moet worden ondergebracht, dient voldoende aan te sluiten op de daaronder aanwezige laag van de bouwvoor. Deze laag is in de vorige herfst of winter flink losgemaakt, maar door bezakken dichter dan de losgemaakte bovenlaag. Voor wintertarwe en wintergerst beveelt Meyers zaaibedden aan met een kluitiger oppervlakte. Vooral zavelgronden, die dikwijls neiging hebben om 's winters te verslempen, moeten liefst niet verkruimeld worden. Deze kluiten bieden verder nog beschutting aan het jonge gewas tegen vorst en wind.

Volgens H.I. Moore (28) moet het zaaibed voor haver matig fijn, maar behoorlijk diep omgewerkt zijn. Rogge vraagt om een zaaibed met 10, 12 cm stevige kruimels, die niet al te fijn mogen zijn. Dit laatste, zo zegt Moore, vooral omdat anders kans op korstvorming bestaat door de winterregens. Gerst wil een zaaibed "zo licht als een veertje", een dikte van een decimeter is voldoende. Over mais zegt Moore: het is veel beter te zaaien in een grof, maar vochtig zaaibed dan in een droog fijn zaaibed.

F.A. Coffman (7) baseert zijn mening over het zaaibed van haver louter op literatuurgegevens. Zomerhaver reageert volgens hem niet zo sterk op een goede zaaibedbereiding als de meeste kleinzadige gewassen. Een tamelijk stevig, maar lichtelijk ruw zaaibed wordt volgens hem

aangeraden door Shands en Army*) . Twee andere onderzoekers, n.l. Williams en Welton**) rapporteerden, dat vroeg zaaien zonder voorafgaande grondbewerking een oogst van 57,4 bushels/acre opleverde, schijfeggen voor het zaaien resulteerde in een opbrengst van 62,0 bushels/acre, terwijl ploegen voor het zaaien een opbrengst van 58,7 bushels/acre gaf. Samenvattend komt Coffman tot de conclusie, dat ploegen alleen noodzakelijk is op grond met veel onkruid en dat zaaien zonder voorafgaande voorjaarsbewerking voordelig kan zijn door de behaalde tijdwinst. Van onderen moet het zaaibed stevig zijn en aan de bovenkant enigszins ruw.

Refererend aan een samen met T.R. Stanton geschreven artikel stelt Coffman (40) dat een vochtig zaaibed, dat op een stevige ondergrond 5 tot 8 cm losse kruimels draagt, gunstig is voor een snelle kieming, voorspoedige groei en goede wortelontwikkeling van winterhaver. Nelson en Osborn**) wijzen op het belang van een stevig zaaibed om vorstschade te beperken.

Shands en Army (35) vinden dat het zaaibed stevig moet zijn en enigszins grof, dit zal de wateropneming vergroten en erosie tegengaan.

Volgens W.C. van der Meer en P.A. van der Ban (26) moet de laatste grondbewerking voor het zaaien van tarwe en gerst gericht zijn op het verkrijgen van een niet te fijnkruimelige, maar wel gesloten zaaivoor. Hiertoe is nodig dat de grond gelegenheid krijgt te bezakken.

Dezelfde schrijvers waarschuwen voor te diep ploegen op zeeleiggrond, waar rogge op verbouwd moet worden. Een te dikke laag losse grond komt hier de cultuur niet ten goede.

5. Zaaibedden voor bieten

J.L. Hammerton (14) heeft vastgesteld dat bietenzaden in fijnere zaaibedden sneller ontkiemden, en dat in deze zaaibedden de opkomst beter was, dan in grovere zaaibedden. Het kwam ook vast te staan dat een zaaidiepte van 2 cm gunstiger was dan een van 3 cm. Hij veronderstelt, dat fijnere zaaibedden een betere vochtvoorziening hebben dan grovere en dat verder mechanische invloeden, zoals het gewicht van de kluitjes, een rol spelen bij de opkomst van bieten. Aandrukken van de zaaibedden versnelde de opkomst een beetje, zonder dat kon worden vastgesteld wat hiervan de oorzaak was. Uit tabel 3, die is samengesteld uit verschillende tabellen van Hammerton, valt af te lezen dat zaaibedden bestaande uit kruimels < 1 mm gunstiger resultaten gaven dan die met kruimels van 3 tot 6 en van 6 tot 9 mm.

*) Shands, H.L., and D.C. Army. Oats.
Wisconsin Agric. Expt. Serv. Circ. 418 (1952).

**) Williams, C.G., and F.A. Welton. Oats.
Ohio Agric. Expt. Sta. Bull. 257 (1913).

**) Nelson, M., and L.W. Osborn. Report of oat experiments 1908-1919.
Arkansas Agric. Expt. Sta. Bull. 165 (1920).

Tabel 3. De invloed van de kruimelgrootte op ontkieming en opkomst van bieten.

	grootte van de kruimels				k.s.v.	
	<1 mm	3-6 mm	6-9 mm	mengsel	P=0,01	P=0,05
t.h.k. in dagen	7,64	7,94	8,16	7,90	0,251	0,186
g.d.o. in dagen	9,68	10,09	10,99	10,28	0,651	0,483

t.h.k. = tijd, waarin de helft van de zaden is ontkiemd.

g.d.o. = gemiddelde duur van de opkomst.

k.s.v. = kleinste significante verschil.

Tabel 4. De invloed van de kruimelgrootte op de gemiddelde duur van de opkomst bij verschillende zaaidiepten.

g.d.o.	grootte van de kruimels			
	<1 mm	3-6 mm	6-9 mm	mengsel
zaaidiepte 2 cm	9,05	9,04	9,57	9,04
zaaidiepte 3 cm	9,82	10,62	10,76	10,00

Misschien, aldus Hammerton, is het nuttig te bedenken dat de kiemende zaden bij dieper zaaien langere tijd aan pathogene invloeden worden blootgesteld.

Bietenzaden kunnen sterk in hun opkomst geremd worden door korstvorming, zo blijkt uit een publikatie van E. Loumaye (23). Hij vond dat eggen loodrecht op de zaairichting op dichtgeslibde grond een stand van 84% opleverde, tegenover 42% zonder extra eggen.

In de Mededelingen van het Instituut voor Rationele Suikerproduktie (18) formuleert J. Jorritsma de ideale opbouw van een zaaibed als volgt. De bovenste laag van 2 à 3 cm dikte moet bestaan uit losse, vrij droge kruimels. Deze laag moet liggen op een homogene gesloten onderlaag, die voldoende vochthoudend, doch ook voldoende doorlatend is. De onderlaag moet overgaan in een ondergrond zonder storende lagen. Het bietenzaad, dat voor de kieming veel lucht nodig heeft, moet licht in de onderlaag gedrukt worden, waardoor het enerzijds over voldoende lucht en anderzijds over genoeg vocht kan beschikken. De homogene onderlaag, waarvan de lucht : water-verhouding naar beneden toe in de regel continu afneemt, maakt een snelle en regelmatige dieptegroei van de penwortel mogelijk. Een geconstateerd verband tussen regenval en begin van de kieming of een nadelige uitwerking van een serie droge dagen op het verloop van de opkomst kan indicatie zijn, dat er iets aan het zaaibed mankeert. Jorritsma heeft opgemerkt, dat het begin of herbegin van de kieming in de regel werd voorafgegaan door een grote variatie in temperatuur van de ene dag op de andere, gemeten op 10 cm boven het maaiveld. Deze variatie, waarvan de grootte tussen 10° en 20° C lag, ging

niet in alle gevallen gepaard met direct daarop volgende regen. Het is derhalve niet onmogelijk, dat behalve de regen ook de temperatuur, zowel qua niveau als qua schommelingen, invloed uitoefent op de kieming. In hoeverre zaaibedden zich verschillend gedragen in reactie op de temperatuur is een punt van nader onderzoek.

Van overwegend belang voor de kieming van suikerbietenzaad is het vochtgehalte van het zaaibed, dit was de belangrijkste conclusie, waartoe B.A. Stout en zijn medewerkers (41) kwamen op grond van de door hen op zandige leem genomen proeven. Op deze grond was een vochtgehalte van 16 tot 22% het gunstigst, een voldoende opkomst werd bereikt in het traject van 12 tot 22%. Bevochtiging van het zaad vóór het zaaien op droge zaaibedden verhoogde de opkomst aanmerkelijk. In bepaalde gevallen werkte samendrukking van de grond gunstig; als de grond even belast was geweest met 140-350 g per cm² werden door Stout c.s. de beste resultaten geboekt. Een verminderde opkomst volgde op een zwaardere belasting dan 350 g per cm². De invloed van samendrukken varieerde met het vochtgehalte van de grond. In gronden met 12 tot 16% vocht verminderde een belasting van 350 g per cm² de opkomst, terwijl op een grond met 21% vocht de belasting over het gehele traject van 140-2100 g per cm² geen verschil in opkomst veroorzaakte. Deze onderzoekers bevelen een minimale grondbewerking aan als de geschiktste om bodemvocht te conserveren en zodoende het zaad met voldoende vocht te omringen, zodat een goede kieming mogelijk is.

F.W. Snijder (39) waarschuwt tegen een te overvloedige toepassing van kunstmest in het zaaibed. Hij constateerde, dat een gift van 100 lbs kunstmest (10-10-10) per acre op een zaaibed met 14,7% vocht resulteerde in een opkomst van minder dan 50% van de potentiële stand in 20 dagen.

Door R.D. Barmington (1) werden 4 grondbewerkingsmethoden toegepast, die alle vier een verschillende mate van "samendrukbaarheid" (soil firmness, gemeten met een door hem geconstrueerd apparaat, dat hij ook beschrijft) aan de grond gaven. Deze "samendrukbaarheid" bleek in verband te staan met het vochtgehalte van de grond en de opkomstpercentages van de bietenzaden (tabel 5).

Tabel 5. Invloed van de "samendrukbaarheid" op het vochtgehalte van de grond en op het opkomstpercentage van bietenzaden.

wijze van grondbew.	controle	I	II	III	IV
samendrukbaarheid	28,51	56,49	40,93	43,52	56,51
% vocht van de grond		9,26	8,94	9,14	9,92
opkomstpercentage		54,7	52,9	54,4	58,6

H. Lüdecke (25) sluit zich aan bij de beschrijving die Jorritsma (18) heeft gegeven van de ideale opbouw van een zaaibed voor bieten. Hij wijst er nog op, dat op gronden waarop gemakkelijk korstvorming optreedt een tijdige toedie-

ning van kalkstikstof (ongeveer 1 tot 2 q/ha omstreeks 8 tot 14 dagen voor de uitzaaï) de korstvorming kan voorkomen. Eveneens kan een gift van 4-6 q/ha gemalen ongebluste kalk tot dit doel worden aangewend.

P.G. Meyers (27) en W.C. van der Meer en P.A. van der Ban (26) achten alle drie een fijn zaaibed van belang. Hun opvattingen komen verder overeen met die van Jorritsma (18).

Door H.I. Moore (28) wordt er op gewezen dat een eventueel aanwezige ploegzool moet worden doorbroken door ondergronden.

6. Zaaibedden voor andere gewassen

De Ment c.s. (8) deden proeven om de invloed van structuurverbeteraars op de opkomst te bepalen. De cijfers, die zij geven doen vermoeden dat spinazie, sla en bieten op een toevoeging van structuurregelaars weinig of niet reageren. Een zeer positief punt was echter dat korstvorming kon worden tegengegaan. In het literatuuroverzicht van K. Singh en A.G. Pollard (38) wordt een proef van Rijnasiewicz (33) met uien vermeld. De opbrengst van dit gewas nam toe bij een toenemend gehalte aan kruimels, die een grotere gemiddelde doorsnede dan 0,5 mm hadden. Opvallend was dat deze invloed zowel in de laag van 0-10 cm als in die van 10-20 cm kon worden waargenomen.

In de leerboekjes van P.G. Meyers (27) en van W.C. van der Meer en P.A. van der Ban (26) wordt gezegd, dat uien een zeer mooi verkruimeld fijn zaaibed vragen, dat voor het zaaien stevig wordt aangedrukt en dat aansluit bij een vaste ondergrond. H.I. Moore (28) houdt het bij een diepe laag fijne, doch stevige teelaarde.

Een fijner zaaibed voor koolrapen veroorzaakte in de proeven van B.A. Keen (19) een slechtere oogst, ondanks een aanvankelijk betere groei. Dit verschijnsel kon in één jaar worden toegeschreven aan korstvorming, doch 2 jaar later trad er geen korstvorming op, terwijl zich toch een oogstdepressie voordeed.

R.E. Yoder (45) mat de verkruimeling aan de hand van zijn "pulverization modulus". Bij uitsluitend kruimels < 1/16 inch is de p.m. 0,00, een grond met alleen kruimels tussen 1/16 en 1/8 inch heeft een p.m. van 1,00. Via een reeks van 1/8-1/4, 1/4-1/2, 1/2-1, 1-2, 2-4 en >4 inch loopt de p.m. op tot 7,00. Bij gronden, waarin kruimels van verschillende afmetingen voorkomen wordt de p.m. samengesteld door het aandeel van de verschillende groepen kruimels bij elkaar op te tellen. Tabel 6 geeft een beeld van de stand van katoenzaailingen bij verschillende "pulverization moduli".

Voor een snelle kieming en een goede opbrengst, aldus Yoder, verdient voor katoenzaad op deze kleigrond een p.m. van ongeveer 2 de voorkeur.

De grondbewerking vóór het zaaien van koolzaad, zo schrijven van der Meer en van der Ban (26), moet er op gericht zijn een behoorlijk bezakt zaaibed met voldoende fijne grond (mul) te verkrijgen, waarbij enkele kluiten geen bezwaar vormen. Koolzaad kiemt gemakkelijk, omdat het daarvoor slechts weinig vocht nodig heeft. Op lichte gron-

Tabel 6. Invloed van de verkrumeling van "Cecil clay" op de opkomst, stand en opbrengst van katoen.

Veldje	P.M.	Stand, n dagen na zaaien					stand bij rijping	opbrengst
		n=10	n=12	n=14	n=17	n=20		
2	0,00	14	43	72	79	86	82	316
3	0,66	29	43	57	72	86	86	378
4	1,43	72	100	100	100	100	93	498
5	2,29	21	100	100	100	100	93	456
8	3,18	0	86	86	86	93	93	472
9	4,06	0	57	79	93	93	89	463
10	5,03	0	21	43	93	100	66	445
11	6,03	0	7	21	43	79	54	267
13	2,00	36	43	86	86	100	89	724
14	3,00	0	64	72	93	93	75	663
15	4,00	0	14	43	86	86	72	455
16	5,00	0	0	21	43	79	75	430
17	6,00	0	0	7	29	64	54	279
18	7,00	0	7	7	21	57	50	233

den krijgt men gauw een te fijn zaaibed, daar moet men de kluiten juist zoveel mogelijk intact laten om wat beschutting voor de planten te krijgen.

P.G. Meyers (27) wijst op het gevaar van verslempen, deze gronden moeten grof geëgd blijven liggen en er wordt wat meer zaaizaad gebruikt bij koolzaad.

Van blauwmaanzaad zeggen van der Meer en van der Ban (26), dat het fijn is en zeer traag kiemt. Daarom moet de grondbewerking in de herfst vlak worden uitgevoerd en bij de voorjaarsbewerking zeer voorzichtig te werk gegaan worden. Vele percelen blauwmaanzaad mislukken, doordat het zaaibed te diep of te slecht van structuur is (gruis).

Voor de verbouw van koolsoorten is het volgens H.I. Moore (28) noodzakelijk vroeg te ploegen en te streven naar een zacht en fijn zaaibed.

Op vele kalkarme en niet humusrijke zavelgronden is gevaar voor verslemping aanwezig, aldus P.G. Meyers (27). Deze gronden zijn minder geschikt voor de vlasteelt, want vlas vraagt een gelijkmatig dicht en fijn zaaibed met een goed losgemaakte onderlaag. H.I. Moore (28) sluit zich hierbij aan, terwijl van der Meer en van der Ban (26) de wijze van grondbewerking aangeven. Men dient, aldus deze auteurs, vroeg, droog, grof maar vlak op wintervoor te ploegen, opdat in het voorjaar het land in één of twee bewerkingen zaaiklaar gemaakt kan worden.

Kanariezaad vraagt een fijn zaaibed met een niet te losse ondergrond; dit is te lezen ~~z~~ van der Meer en van der Ban (26).

Mosterdzaad kiemt gemakkelijk en neemt genoeg met een tamelijk fijn zaaibed (volgens van der Meer en van der Ban, 26). H.I. Moore geeft voor dit gewas als recept: een fijne, stevige laag teelaarde.

P.G. Meyers (27) schrijft in zijn boekje dat zaden van

grassen fijn en dikwijls zeer fijn zijn. Er moet dus gestreefd worden naar een goed toebereid zaaibed, dat zo mogelijk flink aangedrukt wordt. Meestal wordt graszaad onder een dekvrucht gezaaid; in dat geval moet de voorbereiding van de grond worden aangepast bij de eisen van de dekvrucht. Van der Meer en van der Ban (26) bepleiten voor grassen een fijn zaaibed en een vaste ondergrond. Op de betere gronden zal men er goed aan doen, na het zaaibed te hebben klaargemaakt, waarbij men vooral niet te diep moet werken, te rollen met een Cambridge-rol. De onderzoekers E.B. Hudspeth en H.M. Taylor (17) vonden dat samendrukking van de grond met 70 g/cm² een grotere opkomst tot gevolg had. Zelfs een belasting met 1400 g/cm² was niet schadelijk zo lang de grond maar niet uitdroogde. H.I. Moore (28) geeft alleen aan dat graszaad een "fijne stevige teelaarde" nodig heeft.

Voor wortelen (als stoppelgewas) en stoppelknollen mag men niet diep ploegen. Van der Meer en van der Ban (26) geven als ploegdiepte 8 à 10 cm en raden aan zodanig te ploegen, dat het land vlak ligt en zonder vóór-eggen bezaaid kan worden. Zij wijzen verder op het belang van onkruidvrij land.

P.G. Meyers (27) raadt voor erwten aan een goed losgemaakte bouwvoor, de oppervlakkige laag hoeft niet fijn verkruimeld te zijn, daar erwten immers grote zaden hebben en ze tamelijk diep gezaaid worden. Voor veldbonen wijst hij op het belang van een flink diep los zaaibed, waarbij een zeer fijne verkruimeling zelfs minder gewenst zou zijn. Over landbouwstambonen schrijft hij, dat ze prijs stellen op een goed losgemaakte bouwvoor, die daarna echter goed moet bezakken. Vóór het zaaien moet het zaaibed oppervlakkig losgeëgd worden, waarbij men moet streven naar een "mooie" verkruimeling.

Van der Meer en van der Ban (26) sluiten zich in grote lijnen hierbij aan. Zij hebben opgemerkt dat sommige landbouwers de grond, waarin landbouwstambonen moeten worden gezaaid, nog met een Cambridge-rol aandrukken of vlak slepen. Erwteland, aldus deze schrijvers, moet vooral ook vlak zijn, in verband met machinaal verzorgen en oogsten. H.I. Moore (28) ziet het gevaar van een te fijn zaaibed voor erwten vooral in de grotere kans op korstvorming.

Luzerne zou in het bijzonder veel prijs stellen op schoon land, aldus Moore (28).

7. Samenvatting

In het algemeen geldt voor een zaaibed dat het fijnkruimelige ondergrond moet bezitten, die voldoende gezet is. De grofheid van de kruimels moet toenemen naar de oppervlakte. Rondom de zaden moet voldoende lucht en voldoende water aanwezig zijn. De fijnheid van de kruimels aan de oppervlakte moet worden aangepast bij de grootte van het zaad (2, 20, 31).

Op goed gezette zaaibedden komt het zaad op gelijke diepte te liggen, dit draagt bij tot een regelmatige opkomst (22). Op grove zaaibedden zou meer vorstschade voorkomen dan op fijne zaaibedden (22), de praktijk beweert precies

het tegenovergestelde (44). Een mogelijk synthese van beide opvattingen zou zijn een fijn, dus in het algemeen voldoende vochtig, zaaibed met als toplaag grovere kluiten. Dieper ploegen dan 18 cm leidt in het algemeen niet tot opbrengstverhoging (35).

Granen zijn relatief minder gevoelig voor verschillen in de ruimtelijke opbouw van het zaaibed (12). Wintertarwe vraagt een goed bezakt zaaibed (22, 31). Een kluitiger oppervlakte is niet bezwaarlijk (27), een grof kruimelig, gesloten oppervlak wordt aanbevolen (26). Op zavelgronden, waar gevaar voor verslempen aanwezig is, zorg men voor tarwe voor een kluitiger zaaibed (27).

Rogge vraagt eveneens een bezakt zaaibed (9), het zaaibed moet uit niet te fijne kruimels bestaan, vanwege het gevaar voor korstvorming (28). Op zeeklei moet men voor rogge beslist niet te diep ploegen (26).

Het zaaibed voor haver moet bestaan uit een losse, niet te fijnkruimelige bovenlaag van ongeveer 5 cm dikte, aansluitend bij een bezakte ondergrond (7, 27, 28).

Voor gerst lopen de meningen uiteen. Twee auteurs bevelen een fijn zaaibed aan (19, 28), doch van der Meer en van der Ban spreken over een niet te fijnkruimelig, doch wel gesloten zaaibed.

Hoewel de eerste ontwikkeling van mais op een zeer fijn zaaibed op kleigrond gunstiger verloopt (42) wordt door Moore (28) liever een grof en vochtig dan een fijn en droog zaaibed gezien.

Van de hakvruchten bestaat speciaal over bieten veel literatuur op dit gebied. Het ideale zaaibed zou bestaan uit een 2 à 3 cm dikke laag bestaande uit losse vrij droge kruimels. Deze toplaag sluit aan op een homogene gesloten onderlaag, die voldoende vochthoudend, maar ook voldoende doorlatend is. Deze onderlaag moet overgaan in een ondergrond zonder storende lagen. Het zaad zou bij dit zaaibed licht in de onderlaag gedrukt moeten worden (18, 25).

Bij gevaar voor korstvorming wordt eggen loodrecht op de zaairichting aanbevolen (23). Het vochtgehalte is bij de kieming, zoals te verwachten, zeer belangrijk gebleken. Het optimale gehalte aan water liep bij verschillende typen grond uiteen van 16 tot 22% (41), bij dezelfde proef bleken belastingen van 140-350 g/cm² gunstig te werken.

Eén auteur wijst op het gevaar van een te zware kunstmestgift, wat een verminderde opkomst tot gevolg had (39). Een ander beveelt toepassing van kalkstikstof of gemalen gebluste kalk aan om korstvorming op het zaaibed te voorkomen (25).

Bij een toenemend gehalte aan kruimels met een grotere doorsnede dan 0,5 mm werd een betere opkomst van uien bereikt (33, 38). Min of meer in strijd hiermee is het advies bij uien te zorgen voor een zeer mooi, fijn verkrui-meld zaaibed, dat stevig moet worden aangedrukt (26, 27).

Koolzaad en andere handelsgewassen worden besproken door P.G. Meyers, van der Meer en van der Ban en door H.I. Moore. Koolzaad vraagt een behoorlijk bezakt zaaibed met voldoende fijne grond; enkele kluiten zouden geen bezwaar zijn. Bepaald gunstig zijn ze zelfs op lichtere gronden, waar ze de kiemplantjes beschutting zouden bieden. Bij ge-

vaar voor verslempen wordt aangeraden wat meer zaaizaad te gebruiken. Blauwmaanzaad zou prijs stellen op een zeer fijn, vlak zaaibed, mosterd alleen op een tamelijk fijn zaaibed. Alle drie aangegeven boekjes schrijven voor vlas een gelijkmatig dicht en fijn zaaibed voor met een goed losgemaakte onderlaag.

Peulvruchten als erwten, stambonen en veldbonen zouden goed ontkiemen en opkomen op een niet te fijn zaaibed. Bij deze gewassen is vlak land gewenst met het oog op de machinale verzorging en oogst. Voor veldbonen zou bovendien de grond flink diep moeten worden losgemaakt.

Koolsoorten zouden volgens H.I. Moore (28) een zacht en fijn zaaibed verlangen.

Voor wortels geldt dat men niet te diep ploegt (8 à 10 cm) en vooral zorgt voor onkruidvrij land (26).

P.G. Meyers raadt voor graszaad een goed toebereid (!) zaaibed aan, dat flink moet worden aangedrukt. Een fijn zaaibed met een stevige ondergrond, op betere grond met een Cambridge-rol aangedrukt wordt door anderen geadviseerd (17, 26).

8. Geraadpleegde literatuur

1. BARMINGTON, R.D. Physical factors of the soil affecting beet seedling emergence. Proc. Am. Soc. Sugar Beet Techn. 6 (1950) 228-233.
2. BAVER, L.D. Soil physics; 3rd ed. New York, 1956. Blz. 407-414.
3. BERENDES, P. Die Saatbettherstellung für den Hackfrucht-bau. Mitt. Deutschen Landwirtschaftsgesellsch. 67 (1952) 147-148.
4. BOODT, M.F. DE, A.J. ENGLEHORN and D. KIRKHAM. Fall vs. spring plowing and soil physical conditions in a rotation experiment. Agron. J. 45 (1953) 257-261.
5. BRIEM, H. Versuch zur Feststellung der Beziehungen zwischen Bodenfeuchtigkeit und dem Keimen der Rüben-samen. Fühling's landw. Zeit. 31 (1882) 601.
6. BUCHELE, W.F. Ridge farming and plant root environment. Fayetteville (Ark.), 1951. Excerpt in: Iowa State Coll. J. of Sci. 30 (1955) 332-333.
7. COFFMAN, F.A. Oats and oat improvement. Madison, 1961.
8. DEMENT, J.D. Effect of field applications of synthetic soil-aggregate stabilizers on plant emergence. Soil Sci. 79 (1955) 25-31.
9. DENSCH, H. Tätigkeitsbericht der Preussischen landwirt-schaftl. Versuchsanstalt Landsberg. Landw. Jahrb. Ergänzungsband I 66 (1927) 165-190.
10. DONEEN, L.D., and J.H. MACGILLIVRAY. Germination (emer-gence) of vegetable seeds as affected by different soil moisture conditions. Plant Phys. 18 (1943) 524-529.
11. EDWARDS, R.S. A mechanical sieve designed for experimen-tal work on tilths. Emp. J. of Exp. Agric. 24 (1956) 317-322.
12. ----- Studies on the growth of cereals on seed-beds prepared by dry-sieving of the soil. Emp. J. of Exp. Agric. 25 (1957) 167-184.
13. GRAF, K. Ziele und Möglichkeiten der Bodenbearbeitung. Archiv der Deutschen Landwirtschaftsgesellsch. 2 (1948) 157-166.
14. HAMMERTON, J.L. Studies on the effects of soil aggregate size on the emergence and growth of beet (*Beta vulgaris* L.); 1. seedling emergence. J. Agric. Sci. 56 (1961) 213-228.

15. HANKS, R.J., and F.C. THORP. Seedling emergence of wheat as related to soil moisture, bulk density, oxygen diffusion rate, and crust strength. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 20 (1956) 307-309.
16. HANKS, R.J., and F.C. THORP. Seedling emergence of wheat, grain sorghum, and soybeans as influenced by soil crust strength and moisture content. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 21 (1957) 357-359.
17. HUDSPETH, E.B., and H.M. TAYLOR. Factors affecting seedling emergence of Blackwell Switchgrass. Agron. J. 53 (1961) 331-335.
18. JORRITSMA, J. De mechanisatie van de voorjaarswerkzaamheden in de bietenteelt. Meded. Inst. Rat. Suikerprod. 23 (1953) 12-45.
19. KEEN, B.A. Studies in soil cultivation. J. Agric. Sci. 20 (1930) 364-389.
20. KLAPP, E. Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Berlijn, 1958.
21. KOETTER, H. Sachgemässe Bodenbearbeitung zur Herbstsaat. Neue Mitt. für die Landwirtsch. 3 (1948) 244-245.
22. KOHLER, M. Untersuchungen über die Saatbettherstellung zu Winterweizen. Landw. Jahrb. der Schweiz 74 (1960) 113-193.
23. LOUMAYE, E. Structure du lit de germination et levée des semis de betterave; observations faites au printemps 1952. Publ. techn. de l'Inst. Belge pour l'Amélior. des Bett. 20 (1952) 69-78.
24. LUDWIG, J.W., and J.L. HARPER. The influence of the environment on seed and seedling-mortality; 7. depth of sowing of maize. Plant and soil 10 (1958) 37-48.
25. LÜDECKE, H. Zuckerrübenbau, ein Leitfaden für die Praxis. Berlijn, 1961.
26. MEER, W.C. VAN DER, en P.A. VAN DER BAN. Bijzondere plantenteelt. Zwolle, 1959.
27. MEYERS, P.G. Bijzondere plantenteelt. Groningen, 1958.
28. MOORE, H.I. Crops and cropping. London, 1944.
29. NITZSCH, W. Die Beziehungen zwischen Bearbeitung, Struktur und Ertrag des Ackerbodens. Wiss. Veröff. aus dem Siemens-Konzern 6 (1927/28) 291-325.

30. RICHARDS, L.A. Modulus of rupture as an index of crusting of soil.
Proc. Soil Sci. Soc. Am. 17 (1953) 321-323.
31. ROEMER, T., Fr. SCHEFFER und O. TORNAU. Lehrbuch des Ackerbaues. Berlijn, 1953.
32. RUSSEL, E.W. The effects of methods of cultivation on crop yield.
Landbouwk. T. 65 (1953) 169-184.
33. RIJNASIEWIECZ, J. Soil aggregation and onion yields.
Soil Sci. 60 (1945) 387-395.
34. SEWETT, M.C. Tillage: a review of the literature.
J. Am. Soc. Agron. 2 (1919) 269-290.
35. SHANDS, H.L., and D.C. ARNY. Oats culture and varieties.
Univ. of Wisconsin, circ. 418 (1955). 14 Blz.
36. SHAW, B.T. (ed.) Soil physical conditions and plant growth. New York, 1952.
37. SHEPHERD, R.W., and P.N. HARVEY. Vigour of germination of rubbed and graded sugar beet seed.
Exp. Husb., no. 4 (1959) 1-6.
38. SINGH, K., and A.G. POLLARD. The relationship between soil structure, soil cultivation, nitrogen uptake, and crop growth; 1. a review of literature.
J. Sci. of Food and Agric. 7 (1956) 517-520.
39. SNIJDER, F.W. Effect of moisture and fertilization on emergence of sugar beet seedlings.
J. Am. Soc. Sugar Beet Techn. 2 (1956) 450-456.
40. STANTON, T.R., and F.A. GOFFMAN. Winter oats for the south.
U.S.D.A., Farmer Bull., no. 2037 (1951). 19 Blz.
41. STOUT, B.A., F.W. SNIJDER and W.M. CARLETON. The effect of soil moisture and compaction on sugar beet emergence.
J. Am. Soc. Sugar Beet Techn. 2 (1956) 277-283.
42. TAYLOR, G.S., and W.H. JOHNSON. Tillage studies with corn on an Ohio Lakebed clay soil.
Proc. Soil Sci. Soc. Am. 20 (1956) 274-278.
43. VERVELDE, G.J. Het doel van grondbewerking; literatuuroverzicht.
Landbk. T. 59 (1947) 78-80.
44. WARNECKE, W. Saatbettherrichtung und Herbstarbeiten auf schweren Böden.
Mitt. der Detuschen Landwirtschaftsgesellsch. 67 (1952) 699-700.

45. YODER, R.E. The significance of soil structure in relation to the tilth problem.
Proc. Soil Sci. Soc. Am. 2 (1937) 21-32.