

Diep losmaken van zavelgronden in Zuidwest-Nederland

*Verslag van de Werkgroep 'Losmaken ondergrond
Zuidwesten'*

J. Alblas¹⁾
E. C. Vos²⁾
J. G. N. Wander³⁾

verslag nr. 89
juli 1989



0000 0968 5039

¹⁾ PAGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad

²⁾ Staring Centrum, Postbus 98, 6700 AA Wageningen

³⁾ ROC Rusthoeve, Noordlangweg 42, 4486 PR Colijnsplaat

VOORWOORD

In het najaar van 1978 is door beide Regionale Onderzoek Centra voor de Akkerbouw in het Zuidwestelijk Kleigebied, zijnde de Proefboerderij 'Rusthoeve' te Colijnsplaat en de Proefboerderij 'Zuid-Holland' te Westmaas, een onderzoek begonnen naar de effecten van losmaken van de ondergrond bij lichte zavel, respectievelijk zavelgrond met een normaal, goed aflopend, ongestoord profiel. Directe aanleiding tot dit onderzoek vormden vragen vanuit het gebied, zowel van telerszijde als afzetorganisaties, over de kwaliteit en in wat mindere mate ook de kwantiteit van de opbrengsten bij consumptie-aardappelen in het Zuidwestelijk Kleigebied vergeleken met de IJsselmeerpolders. Daarnaast is deze vraagstelling niet onbelangrijk voor andere gewassen, met name suikerbieten en granen. Voor de bestudering van ondermeer het onderhavige vraagstuk en begeleiding van daarmee samenhangend onderzoek is de werkgroep Losmaken Ondergrond Zuidwesten (LOZ) gevormd. De samenstelling naar vertegenwoordigde instellingen was als volgt:

De proefboerderijen Westmaas en Rusthoeve, Staring Centrum (v.h. Stiboka en ICW), IMAG, IRS en PAGV; CAT Barendrecht, CAT Tilburg, CAT Goes en het CAD-BWB-AT te Wageningen.

In dit voorliggende verslag zijn naast door de auteurs verzameld materiaal tevens gegevens verwerkt uit interne onderzoeksverslagen van I. Ovaa, A. Jager en O. Boersma van Stiboka, R. Wiebing (ICW), G.J. Bom en C.D. van Loon (PAGV), M.C. Sprong (IMAG), C. Vader (ROC Westmaas) en A.J. Marinissen (ROC Rusthoeve). Benadrukt moet worden dat de heer Ovaa bij de voorbereiding en de eerste vier jaren van het onderzoek een grote inbreng heeft gehad met zijn bodemkundige kennis van de gronden in Zuidwest-Nederland. Tot slot van deze verantwoording noemen wij graag de namen van mevr. M.R. van den Oever-Fürer (PAGV) en de heer G. van Dorland (Staring Centrum) die respectievelijk het typewerk en het tekenwerk hebben verzorgd.

VOORWOORD

SAMENVATTING

1. INLEIDING	7
2. MATERIAAL EN METHODEN	10
2.1 De bodemgesteldheid	10
2.1.1 Proefveld Colijnsplaat	10
2.1.2 Proefveld Westmaas	11
2.2 Opzet en aanleg van de proeven	14
2.3 Waarnemingen aan de gewassen	14
2.4 Waarnemingen in de bodem	15
DE GEWASOPBRENGSTEN	17
3.1 Aardappelen	17
3.2 Wintertarwe	21
3.3 Zomergerst	22
3.4 Suikerbiet	24
3.5 Spruitkool	25
4. BODEMKUNDIGE WAARNEMINGEN	27
4.1 Textuur	27
4.2 Dichtheid en poriënvolume	28
4.3 Poriëngrootte	30
4.4 Indringingsweerstand	33
4.5 Beworteling	36
4.6 Verslemping	39
5. ANDERE BODEMGEBONDEN WAARNEMINGEN	41
5.1 De grondwaterstand	41
5.2 De chemische bodemvruchtbaarheid	41
5.3 Luchthuishouding en O ₂ -gehalten in de bodemlucht	42
5.4 De stikstofvoorraad	43
5.5 Bietecystealtjes	45
6. DE INVLOED VAN BODEMASPECTEN OP DE GEWASOPBRENGSTEN	47
6.1 Invloed van het poriënvolume	47
6.2 Invloed van de indringingsweerstand	48

<u>Inhoud (vervolg)</u>	<u>blz.</u>
6.3 Invloed van de beworteling	49
6.4 Vergelijking van de invloeden	50
7. BESPREKING	52
8. CONCLUSIES EN ADVIES	54
8.1 Conclusies	54
8.2 Advies	55
LITERATUUR	56
SUMMARY	58
Bijlagen I: Ingezette werktuigen bij aanleg	60
II: Berekende poriënvolumen	62
III: Neerslag per maand	63

1. INLEIDING

Een groot deel van de klei- en zavelgronden in het zuidwesten van Nederland heeft een ondergrond die uit lichte zavel tot kleihoudend fijn zand bestaat. Onder de bouwvoor komt vaak een verdichte laag (ploegzool) voor. De beworteling in deze gronden is in het algemeen beperkt door de fijne, poreuze structuur van het gangenstelsel in de ondergrond. Vooral het gewas aardappelen dringt slecht in deze ondergrond door. Toch blijkt een verbetering van de wortelgroei in de ondergrond mogelijk nadat deze is losgemaakt. Bij aardappelen is de toename van de beworteling het grootst. Een gevolg van een diepere beworteling kan zijn dat de groei van de knollen gelijkmatiger in het seizoen is. Hierdoor neemt de kans op doorwasknollen en op knollen met onregelmatige vormen af. De door Ovaa en Van Soesbergen (1978) gevonden resultaten en de te verwachten gevolgen voor de kwaliteit van de aardappelen zijn aanleiding geweest tot onderzoek waarbij het losmaken van de ondergrond uitgevoerd is met praktijkwerktuigen en de gewassen op praktijkschaal zijn geteeld.

Met de bedoeling gegevens te verkrijgen omtrent de rendabiliteit van het losmaken van de ondergrond is nagegaan welke invloed 80 cm diep losmaken heeft op de groei en opbrengst van de gewassen en voorts wat het effect in de tijd is. Daartoe is dit onderzoek gedurende acht oogstjaren, na de aanleg in 1978, uitgevoerd.

Zowel op de Proefboerderij 'Rusthoeve' te Colijnsplaat als op de Proefboerderij 'Westmaas' te Westmaas is in september 1978 een proefveld aangelegd (zie figuur 1). In de proef te Colijnsplaat zijn de volgende behandelingen opgenomen:

- A. onbehandeld, dat wil zeggen geen bewerking onder de bouwvoor;
- B. 80 cm diep losmaken met de spitfrees (Imants);
- D. 80 cm diep losmaken met een vastetandswoeler (Cappon).

Deze behandelingen zijn in tweevoud uitgevoerd, waarvan één reeks later tot 40 cm diep is gewoeld (toevoegingen + achter object). In Westmaas zijn de hierboven genoemde objecten A en B uitgevoerd. Direct bij aanleg is één strook van behandeling A tot $\pm$ 40 cm diepte losgemaakt, object A+. De vermelde resultaten zijn dus in duplo verkregen.

Op beide proefvelden zijn jaarlijks aardappelen, wintertarwe, suikerbieten en zomergerst verbouwd.

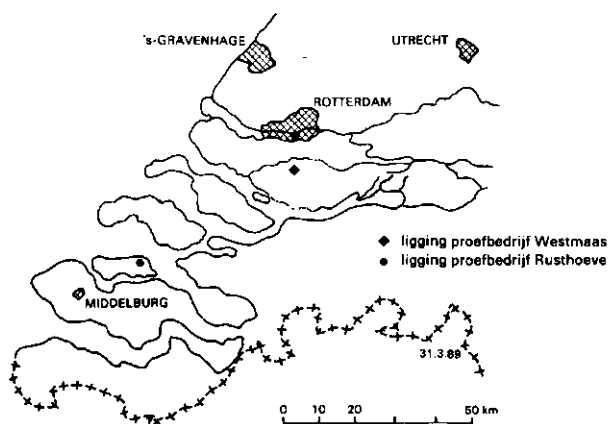
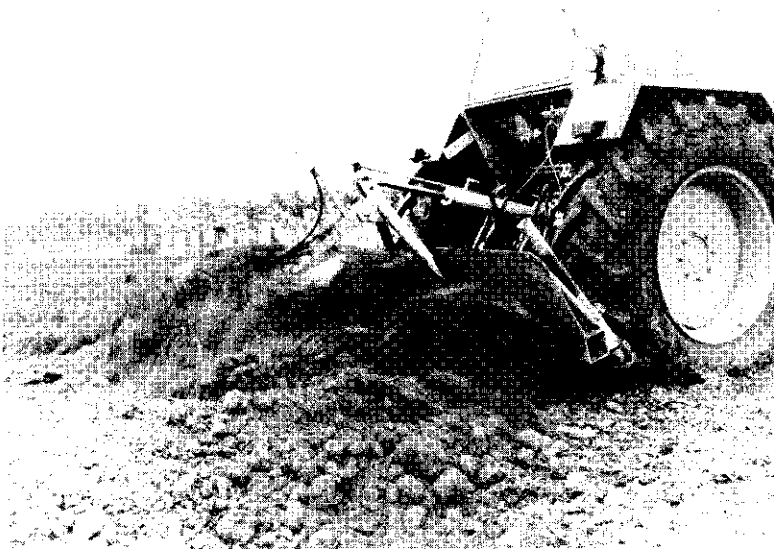


Fig. 1. De ligging van de proefvelden in Zuidwest-Nederland.



Afb. 1. De Imants-spitfrees waarmee in de proefvelden is gewerkt.



Afb. 2. De Imants-spitfrees in actie.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 De bodemgesteldheid van de proefvelden

2.1.1 Het proefveld te Colijnsplaat

2.1.1.1 De genese

Het proefperceel ligt in de Nieuw-Noordbevelandpolder die als aanwas tegen de Oud-Noordbevelandpolder in 1616 is bedijkt. Ten gevolge van de stormrampen van 1532 en 1534 is het gehele voormalige Noord-Beveland geïnundeerd. Het toen ter plaatse aanwezige sterk geaccidenteerd terrein van het Oud- en/of Middelland, met de karakteristieke kreekruggen en gemoerde 'hobbelige' laaggelegen poelgronden, is hierbij overslibd. De hoogteverschillen zijn hierdoor genivelleerd. De oudere afzettingen in de ondergrond bepalen mede de doorlatendheid van het bodemprofiel. Ter plaatse van het proefperceel vinden we veelal op een diepte van 120 en 200 cm het gevarieerde patroon van het Oud- en/of Middelland terug. Bij de opslibbing tussen de overstroming in 1532 en de bedijking in 1616, is hierop een vrij homogeen pakket van voornamelijk lichte zavel afgezet.

Na de in cultuurname is het proefperceel eertijds aan de wegzijde bewoond geweest. Ten gevolge hiervan komen er vergravingen en verontreinigingen met stenen en andere bewoningsresten voor. Ongeveer midden op het proefperceel zijn eveneens antropogene verstoringen aangetroffen. Beide delen zijn buiten de proef gehouden. Dit heeft tot gevolg dat het gedeelte met 40 cm woelen van het overige gedeelte moest worden afgescheiden (zie figuur 2). Overigens is het proefgedeelte homogeen in profielopbouw en voldoet aan de eisen die vooraf aan de proef zijn gesteld.

2.1.1.2 De profielopbouw

De profielopbouw van de ongestoorde grond (figuur 3) kan als volgt worden gekarakteriseerd.

De bouwvoor bestaat uit een matig humusarme, kalkrijke, matig lichte zavel (12-14% <2 m) op 30 à 35 cm scherp overgaande in een ondergrond van humusarme, kalkrijke, matig lichte tot zeer lichte zavel (10 tot 14% <2 m) met een sterke verdichting direct onder de bouwvoor. Op 40 à 60 cm bestaat het profiel uit humusarme, kalkrijke zeer lichte zavel (8-12% <2 m) met een fijn-poreuze gangenstructuur. Dieper dan 90 cm zijn de profielen wat gelaagd en komt soms kleiig fijnzand voor. Vanaf 130 cm tot waar de oudere afzetting begint, worden de profielen weer enkele procenten hoger in lutumgehalte en wordt de grond geleidelijk slapper (minder gerijpt). Op circa 170 cm is het profiel

geheel gereduceerd. Tussen 130 en 220 cm bevindt zich de vaste, oudere afzetting met een sterke variatie in zwaarte (17-30% <2 m).

Kort gekarakteriseerd heeft het ongestoorde profiel een beperkte doorlatendheid, een laag luchtgehalte, maar een grote hoeveelheid voor de plant gemakkelijk beschikbaar vocht.

2.1.2 Het proefveld te Westmaas

2.1.2.1 De genese

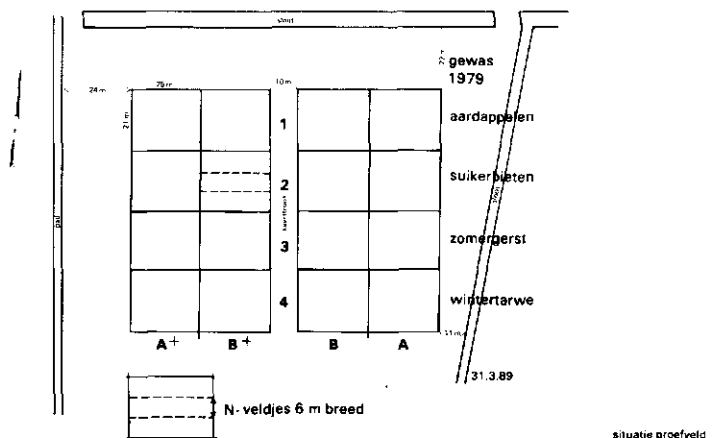
De polder - Het Westmaas Nieuwland - waarin het proefperceel is gelegen, is in de 16e eeuw als aanwas tegen de polder Het Oudeland van Strijen bedijkt. Het gebied van de Hoeksche-Waard was eertijds een met getijderivieren of aftakkingen hiervan doorsneden, weinig opgeslibd veengebied. Bij de overstromingen van de Elizabethsvloed op 19 november 1421 veranderde dit totaal. Het geheel werd doorsneden met getijdekreeken en opgedeeld in veeneilanden. Er trad een sterke sedimentatie op met zandig en lichtzavelig materiaal. Bij een bepaald opslibningsniveau werd de sedimentatie door begroeiing bevorderd en werd de afzetting kleirijker. De dikte van het jonge dek is ter plaatse van het proefperceel meer dan 2 m.

2.1.2.2 De profielopbouw

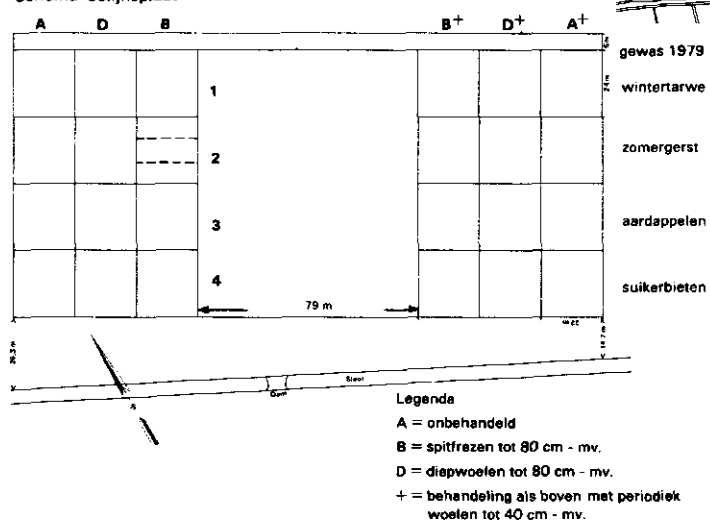
Het perceel is homogeen van opbouw (figuur 4). De onbehandelde profielen hebben een matig humusarme, kalkrijke bouwvoor van 30 à 35 cm dikte met een lutumgehalte van circa 20%. Deze zware zavel ligt op een ondergrond van humusarme, matig lichte zavel (12-18% <2 m) met in het algemeen een matig sterke verdichting. Op 50 à 60 cm worden de profielen zeer licht zavelig (8-12% <2 m) en op 80 à 90 cm loopt het lutumgehalte weer enkele procenten op en wordt de grond enigszins plastisch. Uit een paar diepere boringen bleek dat de ondergrond zavelig is tot minstens 2 meter. Dit materiaal is plastisch en wordt met toenemende diepte slapper (minder gerijpt). Op 150 à 170 cm-mv is de grond geheel gereduceerd, namelijk blauwgrijs.

Kort gekarakteriseerd kan worden gesteld dat de onbehandelde grond een vrij stabiele bovengrond heeft die rust op een wat verdichte lichtere ondergrond. Vanaf 50 à 60 cm is de ondergrond zeer lichtzavelig en op circa 80 cm weer iets zwaarder. De natuurlijke drainage is wat beperkt, het capillaire vochttransport is tot dicht onder de bouwvoor hoog.

Schema Westmaas



Schema Colijnsplaat



Legenda

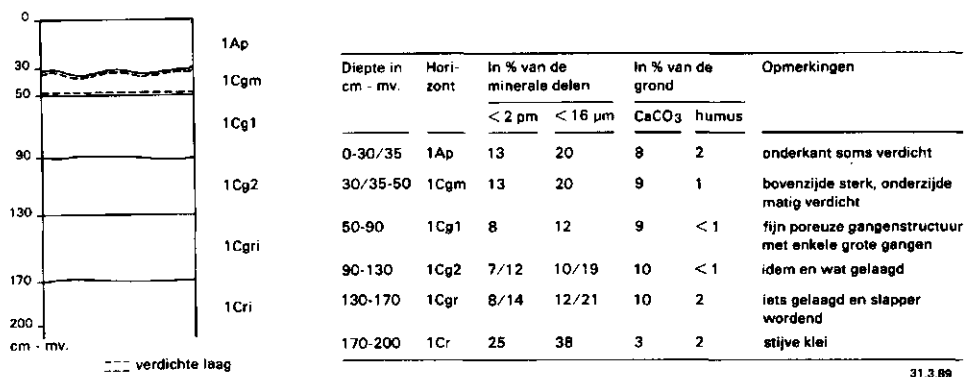
- A = onbehandeld
- B = spitfrozen tot 80 cm - mv.
- D = diepwoelen tot 80 cm - mv.
- + = behandeling als boven met periodiek woelen tot 40 cm - mv.

proef en gewasstrook	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Westmaas: 1 aardappelen	wt	sb	zg	aa	wt	sb	zg	
2 suikerbiet	zg	aa	wt	sb	zg	aa	wt	
3 zomergerst	aa	wt	sb	zg	aa	wt	sb	
4 winterarwe	sb	zg	aa	wt	sb	zg	aa	
Colijnsplaat: 1 winterarwe	sb	zg	aa	wt	sb	wt	aa	
2 zomergerst	aa	wt	sb	wt	aa	wt	sb	
3 aardappelen	wt	sb	zt	aa	wt	sb	wt	
4 suikerbiet	zg	aa	zt	sb	wt	aa	wt	

zt: zomerarwe

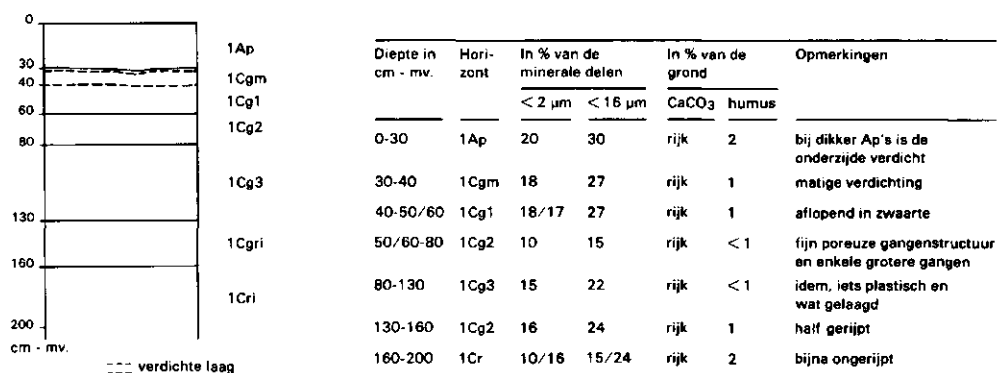
31.389

Fig. 2. De schema's van de proeven te Westmaas en Colijnsplaat met de gewasvolgorde.



31.3.89

Fig. 3. De opbouw van het bodemprofiel te Colijnsplaat.



31.3.89

Fig. 4. De opbouw van het bodemprofiel te Westmaas.

2.2 Opzet en aanleg van de proefvelden

Op beide proefvelden kwamen de behandelingen A-onbehandeld en B-spitfrezen tot 80 cm diep voor. Daarnaast lag in het proefveld te Colijnsplaat nog het object D-diepwoelen tot 80 cm beneden maaiveld. Voor het spitfrezen is een spitfrees van Imants ingezet en voor het woelen een scherpe woeler van Cappon. Getracht is het spitfrezen 'behoudend' uit te voeren, dat wil zeggen zo weinig mogelijk mengend. Voor de nadere beschrijving van de uitvoering bij de proefveldaanleg in september 1978 wordt verwezen naar Bijlage I.

In beide proeven zijn de behandelingen in tweevoud aangelegd (zie figuur 2). Dit bood de gelegenheid om in de helft van de proeven een bewerking uit te voeren om een verdichting onder de bouwvoor op te ruimen. In de figuur aangeduid met een +-teken. Deze bewerkingen zijn uitgevoerd in de graanstoppels van oogst 1979 en 1980 te Colijnsplaat en na graanoogst van 1981 en 1982 te Westmaas. Het ploegen van de +-velden te Colijnsplaat in het najaar 1981 vond plaats met een woeltand per rister (zie Bijlage I).

Dwars over de behandelingen lagen vier gewasstroken, waarop de gewassen consumptie-aardappelen, wintertarwe, suikerbieten en zomergerst jaarlijks en in deze volgorde geteeld werden. Zo mogelijk werd in de granen een grasgroenbemester gezaaid. Te Westmaas is in 1982 op de voor suikerbieten bestemde strook spruitkool verbouwd. In hetzelfde jaar werd te Colijnsplaat zomertarwe geteeld in de plaats van wintertarwe en zomergerst; hierna werd alleen wintertarwe verbouwd op de beide graanstroken.

In alle combinaties van gewassen en behandelingen lagen continu drie stroken met verschillende stikstofhoeveelheden: N1, N2 en N3. De giften N1 en N3 waren lager, resp. hoger dan de N2-gift. Deze gift was afgestemd op de resultaten van onderzoek naar de voorraad minerale stikstof aan het einde van de winter.

2.3 Waarnemingen aan de gewassen

Alle werkzaamheden zijn steeds met praktijkmachines uitgevoerd. Zo lagen ook de tijdstippen van uitvoering in de daarvoor geëigende perioden. Alleen in 1983 konden de aardappelen en de bieten pas in de tweede helft van mei worden gepoot en gezaaid als gevolg van het langdurig natte voorjaar.

Van de gedane waarnemingen aan en in de gewassen zijn in het vervolg alleen de gegevens vermeld die van belang geacht worden voor de uitkomsten. Dit houdt in dat vrijwel alleen de opbrengsten van de gewassen besproken worden. Voor de

granen zijn dit de korrelopbrengsten bij 16% vocht, voor de aardappelen de totaalopbrengst aan knollen, de afleverbare (marktbaar) knolopbrengst en het onderwatergewicht van de knollen. Bij de suikerbieten worden beschreven de wortelopbrengst, suikeropbrengst, suikergehalte en het aandeel winbare suiker. Dit laatste is berekend uit suikergehalte, K- en Na-gehalte en het gehalte alfa-amino N.

Van alle gewassen zijn de opbrengsten over de drie N-giften gemiddeld weergegeven. Van de granen te Westmaas zijn ook de korrelopbrengsten van de hoogst opbrengende N-giften vermeld.

2.4 Waarnemingen in de bodem

Op beide proefvelden is in zes van de acht jaren dat de proeven zijn gevolgd onderzoek gedaan naar bodemkundige aspecten. In tabel 1 is aangegeven wat waar is onderzocht.

Tabel 1. Overzicht van de op de proefvelden uitgevoerde werkzaamheden (C = Colijnsplaat, W = Westmaas).

onderzoek	1979	1980	1981	1982	1983	1986
verslemping	CW	CW	CW	CW	CW	CW
indringingsweerstand	CW	CW	CW	CW	CW	CW
grondwaterstanden	CW	C	C	CW	CW	
plasvorming		C				
poriënvolume	CW	CW	CW	CW	CW	CW
poriëngrootte verdeling			C			
beworteling:						
- wortelbaar	CW	CW	CW	CW		
- wortelbeelden					CW	CW

Het poriënvolume is berekend uit de dichtheid die is bepaald met behulp van 100 cm³-ringen. De ongestoorde monsters zijn gestoken uit de wanden van profielkuilen. Hierbij is vooral aandacht besteed aan de laag tussen 30 en 50 cm beneden het maaiveld. De berekende poriënvolumen zijn gemiddelden van zes tot vijftien ringen.

De indringingsweerstand (IW) van de grond is gemeten met een penetrograaf met een basisoppervlak van de konus van 1 cm² en een tophoek van 60 graden en een bereikbare diepte van 80 cm. De indringingsweerstand (IW) werden bij het in de grond drukken van de konus geregistreerd op een kaart en aangegeven in MPa (in

het verleden werd de IW aangeduid met kgf/cm^2 ; $1 \text{ kgf/cm}^2 = 0,1 \text{ MPa}$).

De metingen zijn uitgevoerd op het moment dat de grond wat de vochttoestand betreft op veldcapaciteit ($pF = 2,0$) was. Elke meting vond in vijfvoud plaats. In het algemeen geldt dat bij weerstanden, gemeten in vochtige grond ($pF 2,0$), van minder dan $1,5 \text{ MPa}$ de wortels gemakkelijk de grond indringen. Bij $1,5$ tot $3,0 \text{ MPa}$ wordt de beworteling in toenemende mate gestremd terwijl boven $3,0 \text{ MPa}$ beworteling nog alleen mogelijk is door scheurtjes en macroporiën die bij deze hoge weerstanden slechts sporadisch voorkomen.

In de loop van de onderzoeksperiode zijn twee verschillende methoden gebruikt om de beworteling vast te leggen, namelijk de wortelboor- (Schuurman en Goedewaagen, 1971) en de wortelbeeldmethode (Reijmerink, 1964).

In 1979, 1980, 1981 en 1982 zijn op beide proefvelden met behulp van de wortelboor de bewortelingsdiepte en -intensiteit vastgesteld. Hierbij werden kolommen grond gestoken met een diameter van 7 cm en een lengte van 15 cm . Een kolom werd tweemaal doorgebroken en op het breukvlak zijn de uitstekende wortels geteld.

Uit deze tellingen kan een intensiteit van de beworteling vastgesteld worden.

In 1983 en 1986 zijn wortelbeelden gemaakt. Een wortelbeeld is een weergave van het aantal en de verdeling van de wortels in het bodemprofiel op een bepaald moment. In het veld werd hiertoe een profielwand tot de bewortelde diepte uitgeprepareerd en op een doorzichtige folie zijn de zichtbare wortels getekend.

Andere aspecten betreffen de bodem, zoals o.a. chemische vruchtbaarheid, invloed van grondwater en voorraad minerale stikstof zijn beschreven in hoofdstuk 5.

Hierbij wordt per onderwerp ingegaan op het hoe en waarom.

3. DE GEWASOPBRENGSTEN

3.1 Aardappelen

Gemiddeld over de acht proefjaren van het proefveld te Westmaas werd van de gespitfreesde grond een totale knolopbrengst verkregen die vrijwel gelijk was aan die van de niet bewerkte grond, namelijk 55,3 ton per ha tegen 54,8 ton/ha. Het gewas reageerde in de eerste vier jaren positief op het losmaken van de ondergrond (zie tabel 2), maar in de volgende periode van 1983 t/m 1986 was de knolopbrengst gemiddeld negatief. Gedurende de duur van het onderzoek liep de totale en afleverbare opbrengst >35 mm op de gespitfreesde grond terug tot 98% in het achtste proefjaar zoals figuur 5 laat zien. Duidelijk is dat er sprake is geweest van een eerste-jaarseffect.

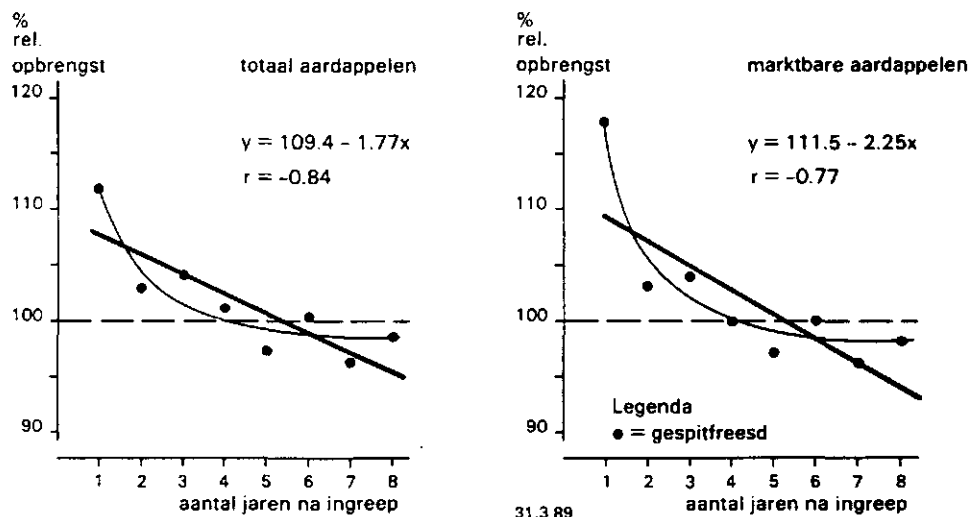


Fig. 5. De relatieve aardappelopbrengst van het gespitfreesde object (B) ten opzichte van onbehandeld (A = 100%) gedurende de proefperiode. Westmaas 1979 t/m 1986.

In de jaren 1979 en 1981 kwam de voor de knolopbrengst positieve reactie vooral tot uiting in de sortering van knollen >50 mm. Het onderwatergewicht was in alle jaren voor beide objecten vrijwel gelijk (tabel 2).

Tabel 2. De aardappelopbrengst en onderwatergewicht van onbehandeld (resp. ton/ha en OWG-grammen/5 kg) en spitfrezen (% van onb.) Westmaas.

object	jaar	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	gemiddeld over		
										'79/'82	'83/'86	'79/'86
<u>knollen totaal:</u>												
A onbehandeld t/ha		41,9	54,4	48,8	55,6	55,8	62,8	57,4	61,8	50,2	59,4	54,8
B spitfrezen rel.		112	103	104	101	97	100	96	98	104	98	101
<u>knollen afleverbaar:</u>												
A onbehandeld t/ha		35,4	50,5	46,9	52,6	51,7	61,5	54,2	56,7	46,3	56,0	51,2
B spitfrezen rel.		118	103	104	100	97	100	96	98	105	98	101
<u>knollen >50 mm:</u>												
A onbehandeld t/ha		5,1	30,6	20,1	41,5	22,3	45,8	31,8	48,7	24,3	37,2	30,7
B spitfrezen rel.		184	92	110	93	89	97	90	98	103	95	98
<u>OWG:</u>												
A onbehandeld		427	398	417	413	416	397	416	384	414	403	409
B spitfrezen rel.		101	101	100	100	101	101	99	99	101	100	100

Het effect van het losmaken van de verdichting onder de bouwvoor (ploegzool) op de totale knolopbrengst is in tabel 3 vermeld. Het betreft steeds de productie

Tabel 3. Het effect van het losmaken van de ploegzool op de totale aardappel-opbrengst te Westmaas.

oogstjaar	<u>A onbehandeld</u>		<u>B spitfrezen</u>	
	- woelen	+ woelen	- woelen	+ woelen
	ton/ha	rel.	ton/ha	rel.
1979	41,4	102	-	-
1982	57,0	95	57,4	96
1983	56,5	97	54,4	100

in het eerste jaar na het losmaken. Alleen in 1979 was er een hogere knolopbrengst na het woelen van de ploegzool. In beide andere jaren gaf de onbehandelde grond de hoogste opbrengst. Het losmaken van de verdichting die in de gespit-freesde grond was ontstaan gaf een wat lagere tot gelijke knolproductie.

Op de niet losgemaakte grond in Colijnsplaat werd gemiddeld over de zes oogstjaren een totale knolopbrengst behaald van 49,1 ton per ha (zie tabel 4). Van de

Tabel 4. De aardappelopbrengst van onbehandeld (ton/ha) en behandelde objecten (% van onbehandeld) te Colijnsplaat.

object	jaar	1979	1980	1981	1982	1983	1986	gemiddeld
<u>knollen totaal:</u>								
A onbehandeld t/ha		37,7	43,1	52,6	50,7	53,5	57,2	49,1
B spitfrezen rel.		89	88	95	92	95	103	94
D diepwoelen rel.		102	90	99	99	99	103	99
<u>Knollen afleverbaar:</u>								
A onbehandeld t/ha		31,7	37,0	46,4	47,2	45,9	50,8	43,2
B spitfrezen rel.		86	92	99	92	95	107	96
D diepwoelen rel.		102	94	102	99	101	106	101

gespitfreesde grond werd gemiddeld 6% minder geoogst, terwijl op de diep gewoelde velden een totaalopbrengst werd verkregen die vrijwel gelijk was aan die van het onbehandelde object. Het lage opbrengstniveau in 1979 en 1980 is vermoedelijk te wijten aan de aardappelteelt op dit perceel in 1978.

Voor de afleverbare knolopbrengst geldt eveneens een gemiddeld negatieve opbrengstreactie na spitfrezen en een vrijwel gelijke reactie op de diepgewoelde grond. Op de gespitfreesde velden werd in 1979 en 1980 een bruto-opbrengstderiving vastgesteld van resp. 11 en 12%, maar daarna nam de opbrengst toe tot even boven die van de onbehandelde grond in 1986 (figuur 6). De grote opbrengstderivingen van beide diep bewerkte objecten in 1980 zijn een gevolg van de extreem hoge grondwaterstanden in de maanden juni en juli. De bewortelingsdiepte was dit jaar beperkt tot iets dieper dan de bouwvoor. Na de regenperiode in juli, met plasvorming op de behandelde velden, werd geconstateerd dat de wortels onder de bouwvoor waren afgestorven. In de droge periode in augustus stierf het loof op de objecten B en D vroeg af.

De waarnemingen aan het loof in 1986 wijzen op doorwas, welke medio juli was geïnduceerd. De gewassen op de diep losgemaakte grond hebben hierop beter gereageerd in de knolgroei en knolvorm dan de aardappelen op object A, waar verhoudingsgewijs veel uitval was als gevolg van misvormde knollen, wat op groeistoornissen wijst.

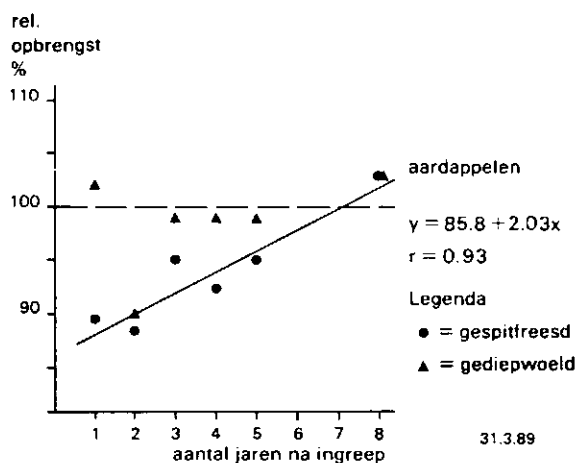


Fig. 6. De relatieve aardappelopbrengst van gespitfreesde (B •) en gediepwilde (1) ▲) grond ten opzichte van onbehandeld (A = 100%) gedurende de proefperiode Colijnsplaat 1979 t/m 1986.

Activiteit van het gewas

In 1979 en 1981 is te Westmaas de fotosynthese-activiteit van het aardappelloof vastgelegd door schatting van het geopend zijn van de huidmondjes van het blad. Bij deze methode is een reeks mengsels van kerosine en paraffine-olie gebruikt, lopend van 1 tot 11. Naarmate een vloeistof met een hogere viscositeit (is meer paraffine) via de huidmondjes in het blad komt, zijn de huidmondjes verder open. Dit duidt op meer fotosynthese-activiteit van het loof, dus meer produktie. Uit tabel 5 is te lezen dat het gewas op de gespitfreesde grond de verst

Tabel 5. Viscositeit van de infiltratievloeistof welke de huidmondjes binnendringt, Westmaas (1 = geen en 11 = hoge fotosynthese activiteit).

	4 juli 1979	6 augustus 1981
	16.15 uur	11.30 uur
A onbehandeld	8,2	9,5
B 80 cm spitfreen	8,6	10,2

geopende huidmondjes heeft. Het loof toonde op dit tijdstip iets frisser dan op de onbehandelde grond.

3.2 Wintertarwe

De tarwe toonde in de eerste jaren na het spitfrezen een wat lichtere kleur in het voorjaar. Te Westmaas verdween dit verschil in de periode van de lengtegroei. De ontwikkeling van het gewas werd niet beïnvloed. Ook de plant aantallen ondervonden geen nadeel van de losgemaakte grond. Wel werd aan het eind van de strenge winter 1978-1979 geconstateerd dat op de gespitfreesde velden meer planten waren verdwenen dan op de onbewerkte grond.

De kort voor de oogst vastgestelde aantallen aren in de N2-veldjes bleken geen verband te houden met de korrelopbrengst. De verschillen in duizendkorrelgewichten tussen wel en niet losgemaakt waren erg klein en niet eenduidig. Het spitfrezen van de grond heeft de korrelopbrengst niet beïnvloed (tabel 6).

Tabel 6. De korrelopbrengst van de wintertarwe bij gemiddelde N-gift en bij hoogst opbrengende N-gift op onbehandeld (ton/ha) en spitfrezen (% van onb.), Westmaas.

object											gemiddeld over		
jaar	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986			'79/'82	'83/'86	'79/'86
<u>wintertarwe gem. N:</u>													
A onbehandeld t/ha	7,89	9,29	8,70	9,87	8,64	9,22	7,48	9,80			8,94	8,78	8,86
B spitfrezen rel.	101	99	100	100	97	99	101	97			100	98	99
<u>wintertarwe hoogst N:</u>													
A onbehandeld t/ha	8,11	9,51	9,06	10,15	8,81	9,56	7,80	10,02			9,21	9,05	9,13
B spitfrezen rel.	100	101	98	102	98	102	99	97			100	99	100

Bij dit gewas leverde de hoogste stikstofgift in zes van de acht proefjaren de hoogste opbrengst. Alleen in het eerste jaar gaf de gespitfreesde grond een besparing op de stikstofbemesting van ongeveer 30 kg N/ha.

Te Colijnsplaat viel de opbrengst in 1981 op de diep losgemaakte velden tegen (tabel 7). Uit de gewaswaarnemingen in het voorjaar en in de zomer blijkt dat de standcijfers (= algemene indruk van het gewas) lager zijn geweest dan op het onbehandelde object: resp. 7½, 6 en 6½ voor de objecten A, B en D op 30 juni. Gemiddeld over de vijf jaren dat de tarwe voor opbrengstbepaling werd geoogst het (eerste jaar was de tarwe te onregelmatig ten gevolge van verslamping en in 1984 en 1985 lag het proefveld in rust), werd op de objecten B en D een korrelhoeveelheid behaald die iets onder die van onbehandeld lag. Blijft 1981 buiten de berekening, dan waren de gemiddelde opbrengsten van de drie behandelingen gelijk.

Tabel 7. De korrelopbrengst van wintertarwe op onbehandeld profiel (ton/ha) en behandelde objecten (% van onb.), Colijnsplaat.

object	jaar	1989	1981	1982 ¹⁾	1983	1986	gemiddeld
A onbehandeld t/ha		8,77	9,21	6,43	9,17	10,29	8,72
B spitfrezen rel.		102	92	100	97	100	98
D diepwoelen rel.		100	95	101	98	100	99

1) dit jaar werd zomertarwe geteeld.

3.3 Zomergerst

De zomergerst op de diep bewerkte velden van het proefveld Westmaas toonde gedurende de eerste jaren tot aan het schieten een iets lichtere kleur dan die op niet diep losgemaakte grond; groei en ontwikkeling leken niet beïnvloed. Daarna was er geen verschil meer zichtbaar in ontwikkeling. Soms werd legering geconstateerd bij de hoogste stikstofgift van de onbewerkte velden, in een ander jaar bij die op de gespitfreesde grond, of bij beide.

In twee van de acht proefjaren gaf de hoogste stikstofhoeveelheid zowel bij het A- als het B-object de grootste korrelopbrengst. Dit was in 1983 en 1984. Alleen in het eerste oogstjaar was er een duidelijk grotere behoefte aan stikstof na spitfrezen.

De korrelopbrengsten zijn in tabel 8 vermeld. Daaruit blijkt dat in zeven van de

Tabel 8. De korrelopbrengst van zomergerst bij gemiddelde N-gift en bij hoogst opbrengende N-gift op onbehandeld (ton/ha) en spitfrezen (% van onbehandeld), Westmaas.

object	jaar	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	gemiddeld over		
										'79/'82	'83/'86	'79/'86
<u>zomergerst gem. N:</u>												
A onbehandeld t/ha		5,77	6,36	6,15	7,60	7,51	7,50	7,47	8,36	6,47	7,71	7,09
B spitfrezen rel.		94	95	98	95	94	96	101	98	96	97	96
<u>zomergerst hoogst N:</u>												
A onbehandeld t/ha		5,93	6,79	6,35	7,82	8,12	7,95	7,74	8,73	6,71	8,14	7,43
B spitfrezen rel.		94	92	97	95	95	94	101	99	95	97	96

acht proefjaren na spitfreen een opbrengstderving werd verkregen. Gemiddeld over de proefjaren werd op de gespitfreesde grond 4% minder geoogst. Dit was het geval bij de gemiddelde opbrengst van de drie stikstofgiftten en bij de stikstofhoeveelheid die de hoogste korrelopbrengst gaf.

De in voorgaande zin genoemde opbrengsten zijn in figuur 7 uitgezet tegen het aantal jaren na het spitfreen van de grond. In de loop van de tijd beweegt de korrelopbrengst van de gespitfreesde grond zich naar het niveau van de niet los-gemaakte ondergrond.

Het losmaken van de grond lijkt het aantal jaren iets negatief te hebben beïnvloed.

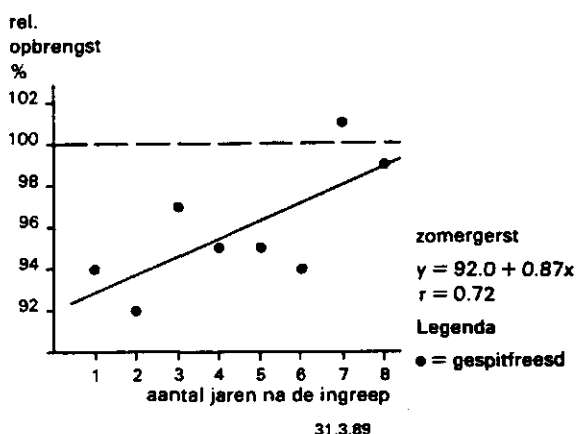


Fig. 7. De relatieve korrelopbrengst van zomergerst van het gespitfreesde object (B) ten opzichte van onbehandeld (A = 100%) gedurende de proefperiode. Westmaas 1979 t/m 1986.

De behandelingen B en D in het proefveld te Colijnsplaat gaven in de beide oogstjaren eveneens een opbrengstderving ten opzichte van onbehandeld (tabel 9).

Tabel 9. De korrelopbrengst van zomergerst op onbehandeld profiel in ton/ha en behandelde objecten in % van onbehandeld, Colijnsplaat.

object			
jaar	1980	1981	gemiddeld
A onbehandeld t/ha	5,56	5,27	5,41
B spitfreen rel.	96	87	91
D diepwoelen rel.	98	96	97

Het sterk achterblijven van het object B in 1981 is te wijten aan vogelvraat in de opkomstperiode.

3.4 Suikerbiet

In zeven jaren dat op het proefveld te Westmaas suikerbieten zijn verbouwd, was het gewas in drie jaren zo regelmatig qua plantenverdeling dat oogsten ten behoeve van een opbrengstbepaling plaatsvond. In de jaren dat niet voor proefdoeleinden is geoogst, zijn aan het gewas geen verschillen waargenomen die aan het losmaken van de ondergrond zijn toe te schrijven.

Aleen in 1980, het tweede jaar van het onderzoek, leverden de bieten op de gespitfreesde grond een hogere opbrengst dan die op de niet-behandelde velden. De suiker- en winbaarheidspercentages werden niet door de bewerking beïnvloed (tabel 10). De voor de suikeropbrengst gunstigste stikstofgift lag bij niet en wel bewerkt meestal bij de laagste stikstofhoeveelheid. Bij toename van de N-gift liepen het suikergehalte en de winbaarheid wat terug.

Het teruglopen van suikergehalte en winbaarheid bij toename van de N-bemesting

Tabel 10. De opbrengst van suikerbieten in ton/ha, het suikergehalte en het percentage winbare suiker van het ongehandelde profiel en van het gespitfreesde object in procenten van onbehandeld, Westmaas.

object				
jaar	1980	1985	1986	gemiddeld
<u>wortelopbrengst:</u>				
A onbehandeld t/ha	46,6	63,6	63,2	57,8
B spitfrozen rel.	105	98	100	101
<u>suikeropbrengst:</u>				
A onbehandeld t/ha	7,6	10,8	11,4	9,9
B spitfrozen rel.	106	100	100	102
<u>suikergehalte:</u>				
A onbehandeld %	16,3	16,9	17,9	17,1
B spitfrozen rel.	100	101	101	101
<u>winbaarheid:</u>				
A onbehandeld %	90	91	89	90
B spitfrozen rel.	100	100	100	100

werd ook te Colijnsplaat vastgesteld (tabel 11). Deze kwaliteitskenmerken van de suikerbiet werden gemiddeld genomen niet beïnvloed door de diep losgemaakte profielen. Het suikergehalte varieerde van beide kenmerken het meest. Gemiddeld

over de jaren werden de hoogste wortelopbrengsten op de drie objecten verkregen met de hoogste stikstofhoeveelheid. Voor de suikeropbrengst geldt dat het onbehandelde profiel (object A) meer stikstof nodig had om de hoogste opbrengst te behalen dan de diep losgemaakte objecten.

De wortel- en suikeropbrengsten op de gediepwolde velden waren gemiddeld over de oogstjaren vrijwel gelijk aan die van het onbehandelde object (zie tabel 11). Van de gespittfreesde grond werd in 1983 een opbrengst verkregen die het gemiddelde over de jaren sterk beïnvloedde. Waarnemingen in de bodem duiden op belemmeringen voor diepe beworteling. Nochtans werd na spittfreen een gemiddelde opbrengstderving van 5 à 6% vastgesteld.

3.5 Spruitkool

In 1981 werd op het proefveld te Westmaas in plaats van suikerbieten spruitkool

Tabel 11. De opbrengst van suikerbieten in ton/ha, het suikergehalte en het percentage winbare suiker van het onbehandelde profiel; en van de behandelde objecten in procenten van onbehandeld, Colijnsplaat.

object	jaar	1979	1980	1981	1982	1983	1986	gemiddeld			gemiddeld '79/'86
								N1	N2	N3	
<u>wortelopbrengst:</u>											
A onbehandeld t/ha		44,7	49,8	46,8	64,2	45,1	54,4	48,3	51,6	55,0	50,8
B spitfrezen rel.		101	100	96	95	82	96	98	96	91	95
D diepwoelen rel.		105	99	104	100	100	99	102	102	97	101
<u>suikeropbrengst:</u>											
A onbehandeld t/ha		7,22	8,22	7,19	10,45	6,57	8,90	7,85	8,29	8,67	8,09
B spitfrezen rel.		103	98	94	94	82	93	97	96	91	94
D diepwoelen rel.		108	96	105	101	99	97	103	101	95	101
<u>suikergehalte:</u>											
A onbehandeld %		16,15	16,5	15,3	16,25	14,55	16,35	16,15	15,85	15,6	15,85
B spitfrezen rel.		101	98	99	100	101	98	99	100	99	99
D diepwoelen rel.		103	97	101	101	100	98	100	100	100	100
<u>winbaarheid:</u>											
A onbehandeld %		89,4	89,7	89,4	89,7	87,8	89,1	89,6	89,4	88,6	89,2
B spitfrezen rel.		101	100	99	100	101	100	100	100	100	100
D diepwoelen rel.		100	100	100	100	100	100	100	99	100	100

geteeld. Dit gewas groeide zonder dat verschillen tussen de objecten herkenbaar zijn geweest. De opbrengsten lagen dan ook erg dicht bij elkaar (zie tabel 12).

Tabel 12. De spruitkoolopbrengst in ton/ha totaal, totaal afleverbaar en sorteringen A + B van onbehandeld en van het object spitfrezen in procenten van onbehandeld. Westmaas 1981.

object	totaal	afleverbaar	sortering A+B
A onbehandeld t/ha	18,9	17,4	16,6
B spitfrezen rel.	102	102	101

4. BODEMKUNDIGE WAARNEMINGEN

4.1 Textuur

Na afloop van de onderzoeksperiode zijn in beide proefvelden monsters genomen uit een drietal lagen: de bouwvoor 0-30 cm, de laag daaronder van 30-50 cm en uit 50-70 cm. De bemonstering is begin 1989 uitgevoerd in de objecten A en B. De resultaten zijn vermeld in tabel 13.

Tabel 13. Gehalten van organische stof en koolzure kalk in % van de droge grond en de korrelgrootteverdeling in % van de minerale delen 1989.

proefveld, object en diepte in cm		in % van droge grond		in % van minerale delen ²⁾						
		org.stof ¹⁾	CaCO ₃	<2	2-16	16-50	50-105	105-150	150-200	210-2000
<u>Colijnsplaat</u>										
A onbehandeld	0-30	1,2	8,5	14	5	26	49	4	1	1
	30-50	0,7	10,0	12	5	23	54	5	-	-
	50-70	0,2	10,9	11	4	19	57	8	-	-
B spitfreen	0-30	1,2	8,6	15	5	24	49	6	1	-
	30-50	0,9	9,2	14	5	21	53	6	-	-
	50-70	0,5	10,4	12	4	18	56	9	-	-
<u>Westmaas</u>										
A onbehandeld	0-30	1,6	8,5	21	10	34	31	2	1	1
	30-50	0,9	10,6	18	6	33	39	3	-	-
	50-70	0,6	11,3	12	3	28	53	4	-	-
B spitfreen	0-30	1,4	9,4	20	7	36	34	2	-	-
	30-50	1,1	10,4	18	5	35	39	3	-	-
	50-70	0,8	11,0	16	5	33	43	3	-	-

1) groeiervlies 2) - minder dan 0,6%

De verdeling van de minerale delen in de proef te Colijnsplaat is nauwelijks beïnvloed door het diep losmaken met de spitfrees.

In het proefveld Westmaas is dit wel duidelijk gebeurd. De verschillen in korrelgrootte tussen de bovenste (0-30 cm) en de diepste laag zijn in de gespittreesde grond kleiner dan het niet diep bewerkte profiel.

Het kleine verschil bij de lichte zavel te Colijnsplaat lijkt veroorzaakt door het geringe verschil in de textuurverdeling tussen de bovenste en onderste laag. Deze veronderstelling wordt versterkt door het feit dat na de bewerking met de spitfrees in beide proeven de gehalten van de organische stof in de diepere lagen zijn toegenomen. Daarnaast is het percentage koolzure kalk in de bouwvoor toegenomen ten koste van dat in de ondergrond.

Vastgesteld kan worden dat aan de opzet om de grond 'behoudend' te bewerken vrij goed is voldaan.

4.2 Dichtheid en poriënvolume

Van het proefveld te Colijnsplaat is in figuur 8 een overzicht gegeven van de verschillen in poriënvolumen van twee diepten onder de bouwvoor. Dit zijn de lagen van $\pm 27-35$ cm en $\pm 35-45$ cm van de grond van het gespitfreesde en het gewoelde object ten opzichte van het onbehandelde object (nul-niveau) in de jaren na de ingreep. In bijlage II zijn de gemiddelde berekende poriënvolumen vermeld.

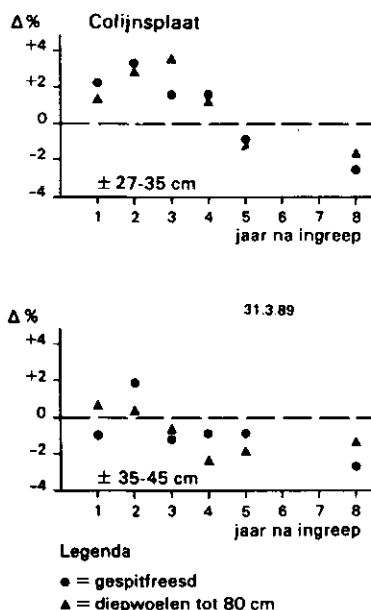


Fig. 8. Het verschil in poriënvolume (%) van twee lagen onder de bouwvoor van de objecten spitfreesen (●) en diepwoelen (▲) ten opzichte van het onbehandelde object (nulniveau) te Colijnsplaat. Periode 19/9/1986.

Opmerkelijk is de toename van het poriënvolume van de laag direct onder de bouwvoor van het gespitfreesde en het gewoelde object ten opzichte van het onbehandelde in de eerste jaren na de ingreep. Het poriënvolume van het gewoelde object neemt in de laag van $\pm 27-35$ cm-mv na het derde jaar af. Vijf jaar na de ingreep heeft het een geringer poriënvolume dan het onbehandelde object, evenals het gespitfreesde object. Uiteindelijk hebben de behandelingen met een diepe

grondbewerking 2 tot 2,6% minder poriënvolume dan het onbehandelde object in de laag direct onder de bouwvoor.

In de laag van $\pm 35-45$ cm-mv is er nauwelijks van een toename in poriënvolume sprake. Na twee jaar zijn de objecten met een diepe grondbewerking al dichtër dan het onbehandelde object. De soms hoge grondwaterstanden (zie paragraaf 5.1) kunnen hierbij een rol hebben gespeeld.

De berekende poriënvolumen van de proef te Westmaas zijn in figuur 9 weergegeven. Het betreft ook hier de poriënvolumen van de laag onder de bouwvoor ($\pm 27-35$ cm) en de laag direct daar onder ($\pm 35-45$ cm) van de grond van het gespitfreesde object ten opzichte van het onbehandelde object (nul-niveau) in de jaren na de ingreep.

De eerste jaren na de grondbewerking blijkt het gespitfreesde object een groter poriënvolume te hebben ($\pm 3\%$) dan het onbehandelde object. In beide lagen neemt het poriënvolume na 4 à 5 jaar af. Het effect op het poriënvolume is dus gering en is na zo'n acht jaar verdwenen.

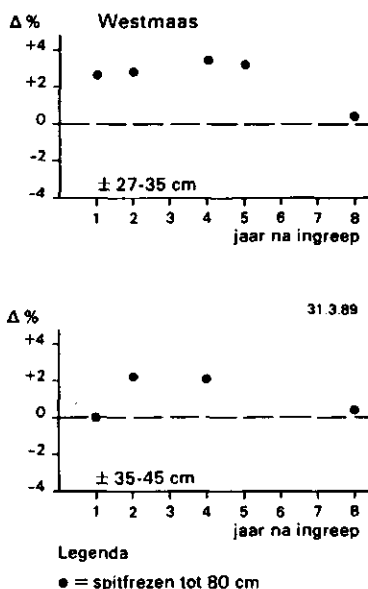


Fig. 9. Het verschil in poriënvolume (%) van twee lagen onder de bouwvoor van de objecten spitfrozen (●) en diepwoelen ten opzichte van het onbehandelde object (nulniveau) te Westmaas. Periode 1979/1986.

4.3 Poriëngrootte

In de zomer van 1981 zijn in het proefveld te Colijnsplaat monsters genomen om de grootte en de verdeling van de poriën na te gaan. Deze verdeling van de poriëngrootte is van belang voor verschillende eigenschappen van een grond, zoals doorlatendheid, luchtvoorziening en bewortelbaarheid. In de ongestoorde monsters zijn alle poriën groter dan 30 μ m (= 0,030 mm) gemeten en in klassen ingedeeld. De resultaten van de metingen zijn in tabel 14 vermeld. De vermelde

Tabel 14. De verdeling van de poriëngrootte in % van het oppervlak (verticale doorsnede) in drie behandelingen; Colijnsplaat, juli 1981.

diepte van de monsters	behande- ling	poriëngrootte in μ m							% poriën	
		30- 100	100- 300	300- 500	500- 1200	1200- 3000	>3000	totaal >30	spreiding totaal >30	<30 mm
25-37 cm	A	0,6	1,0	0,5	0,5	0,2	0,1	2,9	1,5- 4,2	36,9
	B	0,6	1,0	0,7	1,0	0,9	0,1	4,3	1,0- 6,5	37,0
	D	0,6	1,0	0,7	0,8	0,3	0,1	3,5	1,7- 6,6	39,7
37-50 cm	A	0,9	2,3	1,6	1,8	2,0	1,3	9,9	9,9- 9,9	34,5
	B	0,4	1,0	0,4	0,5	0,6	0,1	3,0	1,3- 4,8	40,6
	D	0,9	2,0	1,4	1,8	1,5	0,4	8,0	4,7-13,9	36,8
50-70 cm	A	1,0	2,1	1,5	1,8	0,7	0,2	7,9	4,9- 8,3	41,2
	B	1,0	1,9	0,9	0,9	0,3	0,0	5,0	3,3- 4,7	40,0
70-85 cm	A	1,0	1,4	0,7	0,6	0,1	0,0	3,8	3,5- 3,9	41,2
	B	0,9	1,9	1,2	1,4	0,7	0,0	6,1	3,7- 9,5	40,0

getallen zijn gemiddelden van meerdere tellingen. De bijvermelde spreidingen geven aan dat er nogal verschillen kunnen zijn.

In de direct onder de bouwvoor liggende laag van 25-37 cm komen zeer weinig poriën >1200 μ m voor (deze klasse is van belang voor de beworteling) en het totaal van de poriën boven 30 μ m ligt bij de drie behandelingen dicht bij elkaar. In de laag van 37-50 cm valt op dat de met de spitfrees bewerkte grond (behandeling B) veel minder poriën >30 μ m heeft dan beide andere objecten. De grote spreiding in totaal >30 μ m bij object D is te verduidelijken met verschillen in monsters genomen in en tussen de woelsleuven. Zo is de 8,0% bij totaal >30 μ m te verdelen in 6,3% in de sleuf en 9,7% tussen de sleuven.

Vooraf op een diepte van 42-47 cm in de gespittfreesde grond zijn weinig poriën groter dan 30 μ m aanwezig (zie figuur 10). Dat betekent dat hier veel erg fijne

poriën aanwezig zijn, namelijk 40,6% kleiner dan 30 μ m ten opzichte van de totale grondinhoud. Op deze diepte bevatten de onbehandelde en de gewoelde grond heel wat minder poriën met een diameter kleiner dan 30 μ m. Deze ongunstige poriënverdeling kan de bovengenoemde eigenschappen nadelig beïnvloeden. Op de foto (figuur 11) is te zien dat door het spitfreen het poriënstelsel ernstig verstoord is. De verdeling van de poriëngrootte in de laag 37-50 cm van onbehandeld en diepwoelen (zie tabel 14) komen redelijk overeen. De spreiding geeft aan dat de gewoelde grond een meer heterogene verdeling heeft dan de niet behandelde. Pas in de diepst genomen monsters, dat is op de overgang naar het ongestoorde profiel, bevat de gespittfreesde grond meer poriën boven 30 μ m. Opvallend is dat grote poriën met een diameter van meer dan 3 mm weinig voorkomen.

Opmerking: Verschillen tussen percentages in tabel 14 en figuur 10 zijn ontstaan doordat deze zijn berekend uit verschillende delen (submonsters) van de monsters.

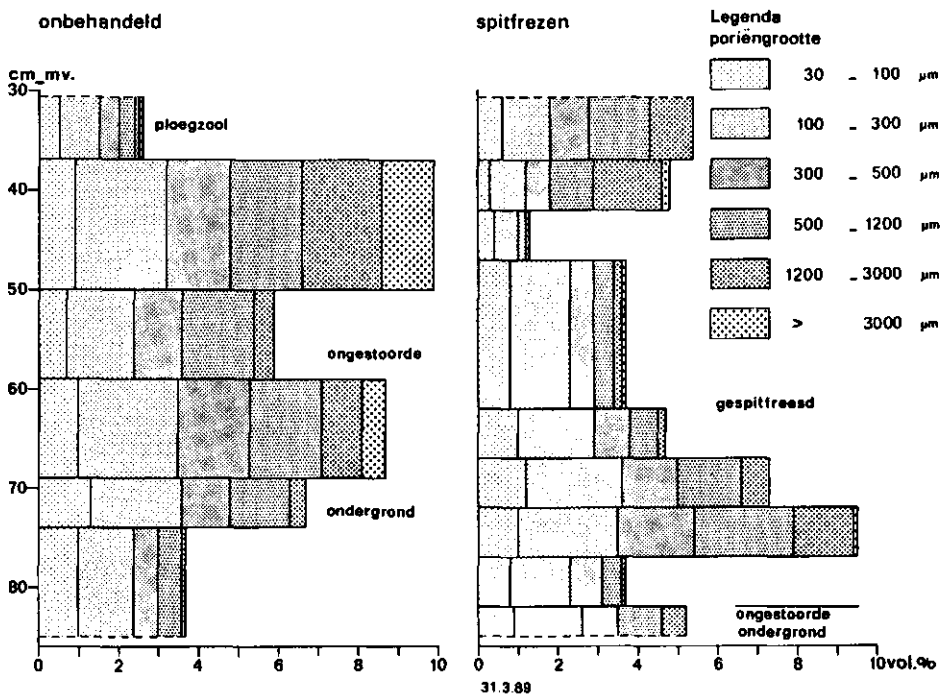
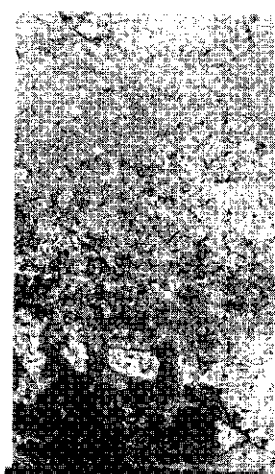


Fig. 10. De poriëngrootte-verdeling van poriën groter dan 30 μ m in het onbehandelde en gespittfreesde profiel te Colijnsplaat. Zomer 1981.



33⁵



37⁵

38⁵

41



42



46

48

51⁵

A. onbehandeld

B. spitfrozen

Fig. 11. Beelden van de structuur van de grond onder de bouwvoor. Links onbehandeld en rechts gespitfreesde grond. De bijvermelde getallen geven de diepte in cm beneden het maaiveld. Zwart zijn poriën. De verstoring van de gelaagde profielopbouw is in de onderste foto rechts duidelijk zichtbaar. De poriënverdeling is ook minder. Colijnsplaat 1982.

4.4 Indringingsweerstand (IW)

De verlopen van de indringingsweerstand in de diepte in het proefveld te Colijnsplaat (figuur 12) laten zien dat in het eerste jaar na aanleg een grote vermindering van de IW na de diepe grondbewerkingen is bereikt. Op 40 cm diepte was de IW door spitfrozen en diepwoelen teruggebracht van 2,7 MPa tot resp. 0,9 en 1,2 MPa. Hierbij is op te merken dat de spreiding in IW van de gewoelde grond groter is dan die in de behandelingen A en B.

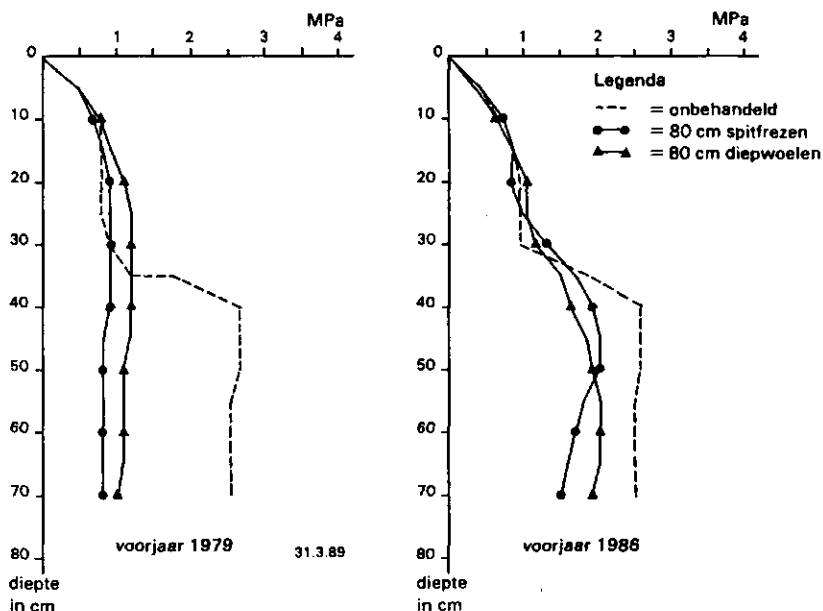


Fig. 12. Het verloop van de indringingsweerstand in de drie objecten te Colijnsplaat; fig. 12.A voorjaar 1979 en fig. 12.B voorjaar 1986.

In het laatste jaar van het onderzoek liggen de verlopen van de drie objecten dichter bijeen. Op 40 cm beneden maaiveld werd in het niet-bewerkte profiel een weerstand geregistreerd die nagenoeg gelijk is aan die in 1979. Op deze diepte is de indringingsweerstand in de gespittfreesde grond dichter bij die van het onbehandelde profiel gekomen dan de IW in de met de diepwoeler bewerkte grond (figuur 10.B).

In figuur 13 zijn de verschillen in IW-waarden van de laag 35-40 cm-mv van de behandelingen B en D ten opzichte van onbehandeld uitgezet in de tijd. Door de ingreep was de IW van de laag net onder de bouwvoor van de behandelingen met een diepe grondbewerking sterk verminderd. Al snel na de aanleg van de proef nam de IW van de objecten met een diepe grondbewerking toe. In het vijfde jaar

na aanleg van de proef was de IW weer op het niveau van Onbehandeld. Tussen beide typen diepe grondbewerking is zeer weinig verschil in de snelheid waarmee de IW weer toeneemt.

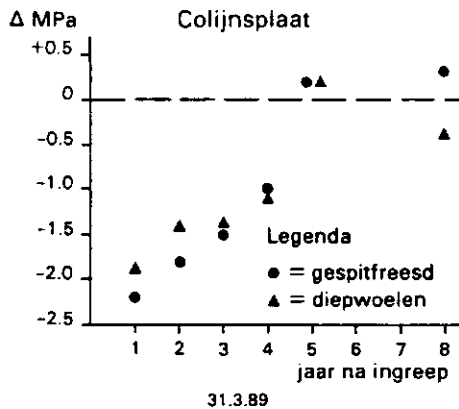


Fig. 13. Het verschil in indringingsweerstand in MPa op 35-40 cm-mv in gespitfreesde (●) en gediepwoelde grond (▲) ten opzichte van onbehandeld (nulniveau) gedurende de periode 1979 t/m 1986 te Colijnsplaat.

In het proefveld Westmaas werd vlak na het spitfreen een indringingsweerstand gemeten van 0,9 MPa (figuur 14). Deze was over de gehele bewerkingdiepte gelijk. Op 40 cm beneden maaiveld was de IW in het niet bewerkte profiel twee maal zo groot. Aan het einde van de onderzoeksperiode blijkt de IW-curve van de gespitfreesde grond op 40 cm diepte dicht bij die van onbehandeld te zijn gekomen. Op grotere diepte is nog een groot verschil aanwezig.

De weerstandscurven van object A van het eerste en laatste proefjaar stemmen goed overeen.

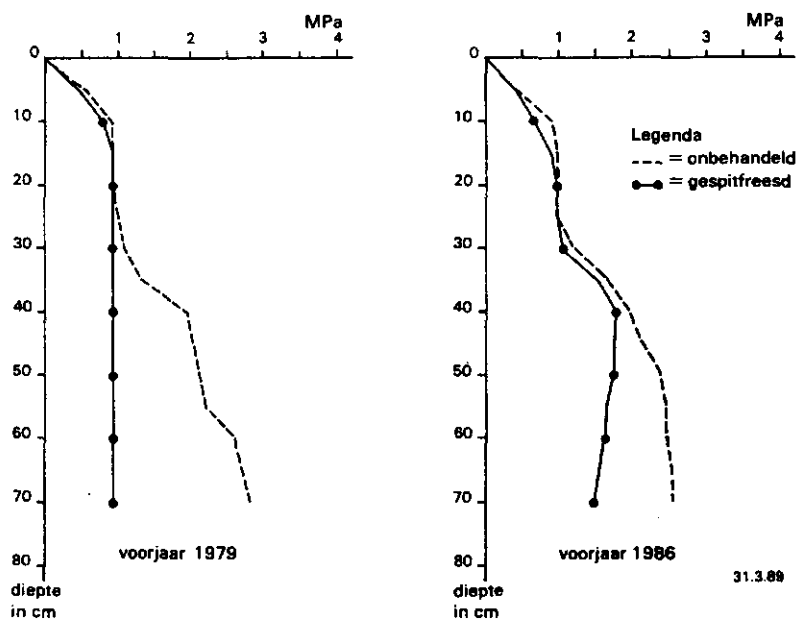


Fig. 14. Het verloop van de indringingsweerstand in de twee objecten te Westmaas; fig. 14 A voorjaar 1979 en fig. 14 B voorjaar 1986.

Uit het verloop van de IW-verschillen tussen beide objecten (figuur 15) blijkt dat deze verschillen in de eerste vier jaren bijna niet zijn afgenomen. Pas na het vierde jaar loopt de indringingsweerstand op 35 à 40 cm terug om in het achtste proefjaar dicht bij onbehandeld te komen.

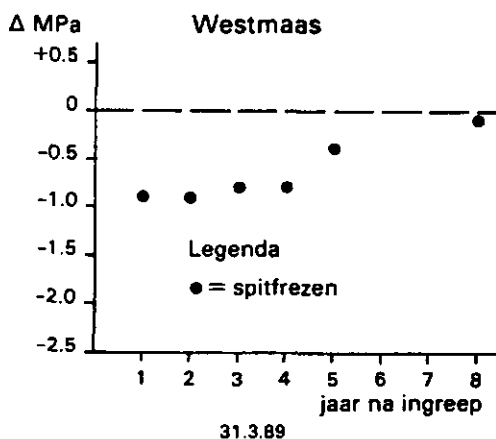
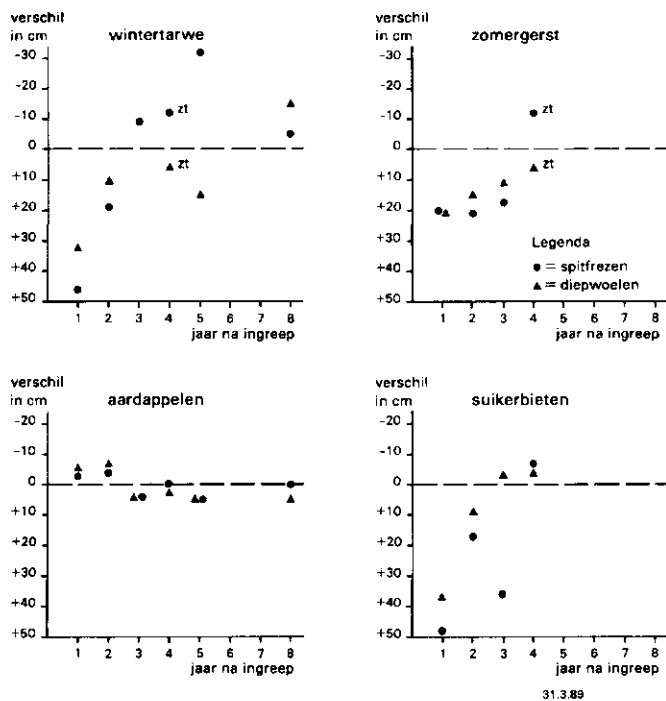


Fig. 15. Het verschil in indringingsweerstand in MPa op 35-40 cm-mv in gespitfreesde grond ten opzichte van onbehandeld (nulniveau) gedurende de periode 1979 t/m 1986 te Westmaas.

4.5 Beworteling

Uit de resultaten van de onderzoeken naar de beworteling van de gewassen blijkt dat de diepte en de intensiteit van de beworteling en de verdeling ervan over het profiel sterk afhankelijk is van veel factoren, waaronder het weer en uiteraard van het gewas. Doordat telkens op ieder object verschillende gewassen op hun beworteling zijn onderzocht is toch wel per jaar en per gewas enig onderscheid mogelijk.

In figuur 16 worden de resultaten weergegeven van het bewortelingsonderzoek dat is uitgevoerd op het proefveld te Colijnsplaat. Per gewas is van de objecten die gespitfreesd (object B) en die gediepwoeld zijn (behandeling D) het verschil in diepte van 90% van de beworteling ten opzichte van object A in de tijd gegeven.



31.3.89

Bewortelingsdiepte van onbehandeld in cm

gewas/jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	gewas/jaar	1	2	3	4	5	6	7	8
wt	28	63	73	73	70	-	-	55	zg	47	47	50	-	-	-	-	-
aa	32	31	31	28	45	-	-	30	sb	33	30	48	45	-	-	-	-

Fig. 16. Het verschil in cm van de 90% bewortelingsgrens in bewerkte grond ten opzichte van onbehandeld (nulniveau) gedurende de periode 1979 t/m 1986 te Colijnsplaat.

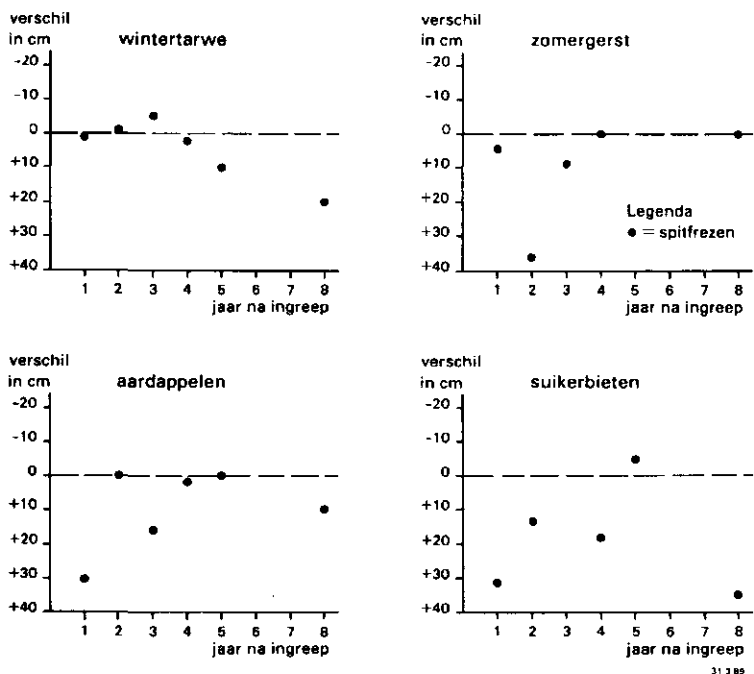
De wintertarwe reageerde in de eerste twee jaar na de diepe grondbewerking positief op zowel de gespitfreesde als de gewoelde objecten, evenals de zomergerst. Op de gespitfreesde grond was dit positieve effect na twee jaar omgeslagen in een duidelijk negatief effect dat blijvend was. Het gewoelde object bleef in de daarop volgende jaren een betere beworteling vertonen dan het onbehandelde object. Zodra in het gespitfreesde object (her)verdichtingen geconstateerd werden, gaf ook het wortelbeeld een negatief effect te zien. In 1982 is geen wintertarwe of zomergerst maar wel zomertarwe geteeld. In dat jaar gaf het (tot 80 cm-mv) gewoelde object een positiever en het gespitfreesde object een negatiever bewortelingsbeeld te zien dan het onbehandelde object.

De zomergerst is in de periode 1977 tot 1981 verbouwd en gaf telkens op het gespitfreesde object het meest positieve beeld. Ook het gediepwoelde object had een diepere beworteling dan het onbehandelde object.

De aardappelen reageerden op dit proefveld weinig op de diepe grondbewerking op de verschillende objecten. Er zit er ook maar erg weinig verschil tussen de wortelbeelden op de verschillende objecten. Dit is ook in figuur 16 te zien. De eerste twee jaar is er een licht negatief effect in vergelijking met het onbehandelde object waar te nemen. In de jaren erna blijven zowel het gespitfreesde als het gewoelde object een zeer licht positief effect vertonen.

Van de suikerbieten is alleen in de periode 1979 tot 1982 het wortelbeeld opgenomen. De suikerbieten reageren op het gespitfreesde object het meest positief ten opzichte van het onbehandelde object. Het gewoelde object heeft een minder diepere beworteling dan het gespitfreesde in de eerste twee jaar na de ingreep, maar daarna geeft het ook een minder diepe beworteling dan het onbehandelde object.

In figuur 17 worden de resultaten van het bewortelingsonderzoek te Westmaas weergegeven. Per gewas is het verschil in diepte van 90% van de beworteling in de gespitfreesde grond ten opzichte van het onbewerkte profiel gegeven.



Bewortelingsdiepte van onbehandeld in cm

gewas/jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	gewas/jaar	1	2	3	4	5	6	7	8
wt	73	73	85	76	80	-	-	45	zg	75	42	85	82	-	-	-	60
aa	36	30	35	35	40	-	-	30	sb	39	59*	-	60	60	-	-	30

* t.o.v. spitfreen + woelen

Fig. 17. Het verschil in cm van de 90% bewortelingsgrens in gespitfreesde grond ten opzichte van onbehandeld (nulniveau) gedurende de periode 1979 t/m 1986 te Westmaas.

Hoewel de gewassen zomergerst en wintertarwe gelijksoortige gewassen (gramineeen) zijn, reageerden ze toch wisselend op de diepe grondbewerking. De eerste jaren na de ingreep (opname in 1979 t/m 1982), reageerde de wintertarwe van het object spitfreen weinig anders dan het onbehandelde object. De structuur van de grond is dan weer dichter geworden, wat een positief effect op de beworteling van de wintertarwe lijkt te hebben.

De zomergerst geeft bij het spitfreen de eerste jaren na de ingreep een iets diepere beworteling dan het onbehandelde object, daarna is er geen verschil meer te constateren.

De aardappelen wortelden aanvankelijk diep in de met de spitfrees losgemaakte grond, maar naarmate de tijd vorderde nam het verschil in bewortelingsdiepte af

met ongeveer 5 cm per jaar tot hetzelfde niveau als onbehandeld.

Bij het gewas suikerbieten werd eenzelfde tendens waargenomen als bij de aard-appelen: afname van het verschil in bewortelingsdiepte in de onderzoeksperiode.

4.6 Verslemping

Ieder jaar is na de winter en vóór de voorjaarsbewerkingen de verslemping van het oppervlak beoordeeld. Hierbij zijn de waarderingen gegeven volgens een fotoschaal (Pelgrum, 1963). Zodoende zijn de jaren en de beide proefvelden te vergelijken. Bij deze waardering duidt een hoog cijfer op geringe en een laag cijfer op ernstige verslemping.

Op beide proefvelden is na de eerste winter de laagste waardering gegeven (tabel 15).

Tabel 15. Verslemping van het oppervlak aan het einde van de winter of vroeg in het voorjaar. Beoordeeld volgens fotoschaal. Gemiddeld over de gewassen (1 = totaal verslemt; 10 = niets verslemt).

object	jaar	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	gemiddeld
<u>Colijnsplaat:</u>										
A onbehandeld		4,8	5,5	6	6	-	-	-	6	5,7
B spitfrezen		4,5	5,2	6	5	-	-	-	6	5,3
D diepwoelen		2,5	5	6	6	-	-	-	5,9	5,1
<u>Westmaas:</u>										
A onbehandeld		5,5	7,5	6	8,5	6,5	6,5	6	6	6,6
B spitfrezen		5	7	5,5	7,5	5,5	6	5	5	5,8

Dit lage niveau is mede toe te schrijven aan het type winter (streng vorst en natte dooi). De gevoeligheid voor verslemping is op het proefveld Westmaas minder dan op het proefveld te Colijnsplaat. Als de ernstige verslemping van object D in 1979 op het proefveld te Colijnsplaat buiten beschouwing wordt gelaten, dan is op dit proefveld de gevoeligheid voor verslemping het sterkst toege-
nomen na het spitfrezen tot 80 cm diepte (object B). Dezelfde bewerking te Westmaas leidde tot een wat grotere verschil in de slempgevoeligheid: gemiddeld 0,7 punt over dezelfde jaren als te Colijnsplaat. De oorzaak van het grotere verschil te Westmaas is dat hier als gevolg van de bewerking verhoudingsgewijze lichtere grond uit de ondergrond door de bovengrond is gemengd dan te

Colijnsplaat is gebeurd.

De invloed van de voorvruchten op de verslempingsgevoeligheid is op beide proefvelden overeenkomstig (tabel 16). Na de aardappelen werd in de wintertarwe meer verslemping geconstateerd dan na de andere gewassen. Dit is mede te wijten aan de pijpen van de zaaimachine die de grond hebben verfijnd. Overigens kwam na het bietengewas de geringste toename in gevoeligheid voor verslemping voor.

Tabel 16. Verslemping van het oppervlak aan het einde van de winter of vroeg in het voorjaar. Beoordeeld volgens fotoschaal. Gemiddeld over de jaren.

proefplaats en object	na voorvrucht / voor gewas			
	aardappelen/ wintertarwe	wintertarwe/ bieten	bieten/ graan	zomergerst/ aardappelen
Colijnsplaat:				
A onbehandeld	4,5	5,6	5,3	5,6
B spitfrezen	4,2	5,1	5,3	5,2
D diepwoelen	<u>4,5</u>	<u>5,3</u>	<u>5,3</u>	<u>5,3</u>
gemiddeld	4,4	5,3	5,3	5,4
Westmaas:				
A onbehandeld	5,5	7,0	6,7	6,9
B spitfrezen	<u>4,8</u>	<u>6,2</u>	<u>6,2</u>	<u>6,1</u>
gemiddeld	5,1	6,6	6,4	6,5

5. ANDERE BODEMGEBONDEN WAARNEMINGEN

5.1 De grondwaterstand

In de onbewerkte profielen van beide proeven is het waterbergend vermogen matig tot gering. De daarop aangepaste drainage te Westmaas - afstand tussen de reeksen 7 m - voorkwam dat de grondwaterstand hoog kon oplopen. Alleen in zeer natte perioden in de winter kwam het grondwaterniveau binnen het hier gehanteerde droogleggingscriterium van 70 cm-maaiveld. Gedurende de zomerperioden is alleen in juli 1980 het grondwater hoog - tot aan de bouwvoor - geweest. Normaal zakt het freatisch vlak in april/mei onder de drainagediepte, om pas erg laat in het jaar hierboven te komen.

Binnen het proefveld te Colijnsplaat werden gedurende de winter twee niveaus van het grondwater gemeten, gekoppeld aan de afstand tussen de drainreeksen. Onder het gedeelte waar de objecten A+, B+ en D+ lagen is de drainafstand 18 m en onder de andere behandelingen 13 m.

Bij 18 m werden in de winter vaak grondwaterstanden aangetroffen tot dicht onder de bouwvoor, soms in de bouwvoor. Het grondwater bleef bij de nauwe afstand tussen de reeksen 20 tot 40 cm lager. Hier werd voldaan aan de droogleggingseis van 50 cm beneden maaiveld. Bij erg veel neerslag in de zomer liep het grondwater soms hoog op als gevolg van de geringe waterberging. In de eerste drie jaren van het onderzoek leidde dit soms tot plasvorming op de velden A+, B+ en D+. Hoogtemetingen wezen op een gering verschil in maaiveldligging, vooral bij veld B+. Na de oogst van 1982 is het maaiveld geëgaliseerd. Plasvorming heeft zich daarna niet meer in ernstige mate voorgedaan.

5.2 De chemische bodemvruchtbaarheid

Uit grondmonsteronderzoek na aanleg van de beide proeven komt naar voren dat ten aanzien van twee factoren van verschraling kan worden gesproken, te weten fosfaat en organische stof (zie tabel 17). Te Westmaas is in de laag 0-25 cm na het spitfrozen (object B) een verlaging van het Pw-getal met 4 punten en van het organische-stofgehalte met 0,5% ten opzichte van onbehandeld (resp. Pw 14 en organische stof 2,0%) vastgesteld. Het gehalte aan koolzure kalk is toegenomen van 8,1 tot 9,2% CaCO_3 .

In de bovengrond (0-25 cm) te Colijnsplaat liepen de fosfaattoestand en het organische-stofgehalte ten gevolge van het spitfrozen (object B) terug met 6 punten en 0,3% tot resp. Pw-getal 14 en 1,6% organische stof. Ook hier is een verhoging van het koolzure kalkgehalte vastgesteld. De andere bodemvrucht-

Tabel 17. Resultaten van chemisch grondonderzoek van de bouwvoor direct na aanleg en na beëindiging van de proefvelden.

proefplaats object	pH- KCl	% CaCO ₃	% org. stof ¹⁾	% lutum <2 µ	% slib <16 µ	Pw- getal	K- gehalte
<u>Colijnsplaat</u>							
1978 A onbehandeld	7,5	7,9	1,9	-	18	20	12
B spitfrezen	7,6	8,6	1,6	-	17	14	11
D diepwoelen	7,5	7,7	1,9	-	18	21	12
1989 A onbehandeld	7,6	8,5	1,2	12	17	27	18
B spitfrezen	7,6	8,6	1,2	13	18	26	18
<u>Westmaas</u>							
1978 A onbehandeld	7,4	8,1	2,0	17	-	14	13
B spitfrezen	7,5	9,2	1,5	16	-	10	11
1989 A onbehandeld	6,9	8,5	1,6	19	28	37	18
B spitfrezen	7,3	9,4	1,4	18	24	27	16

1) 1978 elementair methode; 1989 gloeiverliesmethode

baarheidsfactoren zijn door het spitfrezen nauwelijks beïnvloed. Diepwoelen veranderde de chemische vruchtbaarheid niet.

Na beëindiging van het onderzoek zijn in de winter van 1988/1989 nogmaals monsters genomen (tabel 17). Uit deze analyse blijkt dat de verrijking met koolzure kalk en de verschraling van de organische stof en fosfaat- en kaliegehalten nog steeds herkenbaar zijn.

5.3 Luchthuishouding en zuurstofgehalten in de bodemlucht

Op beide proefvelden werd in het groeiseizoen 1983 op de objecten onbehandeld (A) en spitfrezen (B) in het gewas aardappelen periodiek het zuurstofgehalte van de bodemlucht gemeten. Hierdoor werden per object op vier plaatsen zogenaamde luchtkamertjes in de grond gebracht op diepten van 30 en 50 cm beneden de top van de aardappelrug, wat neer komt op 20 en 40 cm beneden maaiveld.

Gelijktijdig werden in de directe omgeving van deze meetpunten op alle meetdata grondmonsters genomen ter bepaling van het vochtgehalte. Door middel van ringmonsters werd het volumegewicht bepaald waaruit het poriënvolume kon worden berekend. De resultaten van deze metingen zijn vermeld in de tabel 18.

Tabel 18. Lucht- en zuurstofgehalten tijdens het groeiseizoen van aardappelen op diepten van 40 cm beneden maaiveld, 1983.

proefplaats en object	vol. % lucht of % O ₂	datum van bemonsteren						poriën
		21/6	29/6	20/7	27/7	2/9	20/9	vol. %
<u>Colijnsplaat:</u>								
A onbehandeld	vol. % lucht	9,6	14,7	21,7	26,7	30,1	19,2	45,8
	% O ₂	17,7	17,7	18,4	19,7	20,2	18,5	
B spitfrozen	vol. % lucht	8,0	8,0	12,3	16,7	21,2	7,8	40,8
	% O ₂	16,3	15,4	19,1	19,1	20,0	18,3	
<u>Westmaas:</u>								
A onbehandeld	vol. % lucht	-	6,5	19,0	21,6	20,5	9,8	43,5
	% O ₂	-	19,4	19,9	20,0	20,0	18,0	
B spitfrozen	vol. % lucht	-	8,7	17,8	20,6	19,6	8,6	42,1
	% O ₂	-	19,2	19,9	19,9	19,9	18,5	

De verschillen in luchtgehalten tussen de objecten van de proef te Colijnsplaat waren groter dan binnen het proefveld te Westmaas (zie tabel 18). Zo was bijvoorbeeld op 20 juli te Colijnsplaat het luchtpercentage in onbehandelde en gespitfreesde grond resp. 21,7 en 12,3. Te Westmaas was dit 19,0 en 17,8%. Deze verschillen worden veroorzaakt door de verschillen in poriënvolume, poriëverdeling en -continuïteit. Hoewel de luchtgehalten soms erg laag waren, lagen de gehalten aan zuurstof nog op een acceptabel niveau.

Als gevolg van het late voorjaar (lang nat blijven waardoor laat gepoot is) waren de luchtgehalten in juni erg laag. In beide proeven lagen de luchtgehalten in de gespitfreesde grond lager dan in de onbehandelde. Te Colijnsplaat was het luchtgehalte in het gespitfreesde object op 20 juli nog erg laag, ofwel de grond was op deze diepte nog erg vochtig.

Veel neerslag in september deed de luchtgehalten flink teruglopen tot kritieke waarden.

5.4 De stikstofvoorraad

Gedurende de looptijd van de proef te Westmaas zijn elk jaar in de laatste week van januari monsters genomen om de voorraad gemineraliseerde stikstof vast te stellen. Dit is gedaan in de lagen 0-60 cm en 60-100 cm beneden maaiveld. In de jaren 1980 t/m 1986 zijn steeds alle N₂-veldjes bemonsterd. In 1979 en 1987 zijn slechts de bodembehandelingen (A en B) bemonsterd. In dit laatste jaar (1987)

zijn gedurende het groeiseizoen van de veldbonen monsters genomen tot 90 cm diep. De bedoeling van deze laatste reeks bemonsteringen na beëindiging van het proefveld was een indruk te verkrijgen omtrent de stikstofhuishouding in beide objecten.

De gemiddelde stikstofvoorraden van de vier voorvruchten en twee bodembehandelingen liepen uiteen van 21 kg tot 81 kg gemineraliseerde stikstof per ha (tabel 19). De verschillen tussen de voorraden in beide objecten waren klein. Ook de

Tabel 19. De voorraad gemineraliseerde stikstof in kg per ha, Westmaas.

datum bemonstering of voorvrucht	A onbehandeld			B spitfrezen			gem. A + B
	0-60	60-100	0-100	0-60	60-100	0-100	0-100
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
29 januari 1979 ¹⁾	31	56	87	25	51	76	81
28 januari 1980	35	40	75	46	37	83	79
28 januari 1981	25	20	45	23	17	40	43
27 januari 1982	31	20	51	35	22	57	54
27 januari 1983	40	34	74	38	43	81	77
25 januari 1984	29	36	65	28	39	67	66
28 januari 1985	26	13	39	26	15	41	40
27 januari 1986	10	11	21	10	10	20	21
29 januari 1987 ¹⁾²⁾	29	39	68	35	57	92	80

aardappelen 1980-1986	28	41	69	34	38	72	70
suikerbieten 1980-1986	29	24	53	30	28	58	56
zomergerst 1980-1986	29	19	48	30	14	49	48
wintertarwe 1980-1986	26	16	42	23	19	42	42

gemiddeld 1980-1986	28	25	53	29	26	55	54
gemiddeld 1979-1987	28	30	58	30	32	62	60

1) bemonsterd per object

2) bemonsterd tot 90 cm diepte

verticale verdelingen in beide profielen waren overeenkomstig. Het deel van de stikstof dat in de laag 60-100 cm aanwezig was liep uiteen van 35% (januari 1985) tot 65% in januari 1979.

Er is geen verband gevonden van de neerslag na 1 oktober tot aan de bemonsteringsdata met de voorraad stikstof of met de verdeling in het profiel. Wel is er sprake van een duidelijk voorvruchteffect (tabel 19). In slechts één jaar van de

zeven jaren dat alle N2-veldjes bemonsterd zijn, werd na suikerbieten de grootste stikstofvoorraad vastgesteld in plaats van na aardappelen, zoals in zes van de zeven jaren het geval was.

In figuur 18 zijn de hoeveelheden gemineraliseerde stikstof in beide bodembehandelingen gedurende het eerste jaar na afsluiting van het proefveld weergegeven. Behalve het verschil van 24 kg N in januari 1987 komen de vastgestelde stikstofvoorraden in beide bodembehandelingen goed overeen. Er is blijkbaar geen verschil in stikstofgedrag van de diep losgemaakte grond in vergelijking met het onbewerkte profiel.

Te Colijnsplaat werd de voorraad stikstof in de grond bepaald om de N-giften voor de gewassen vast te stellen. Hiertoe werden de hoofdobjecten (bodembehandelingen) gezamenlijk bemonsterd. Een vergelijking is hierdoor niet te maken.

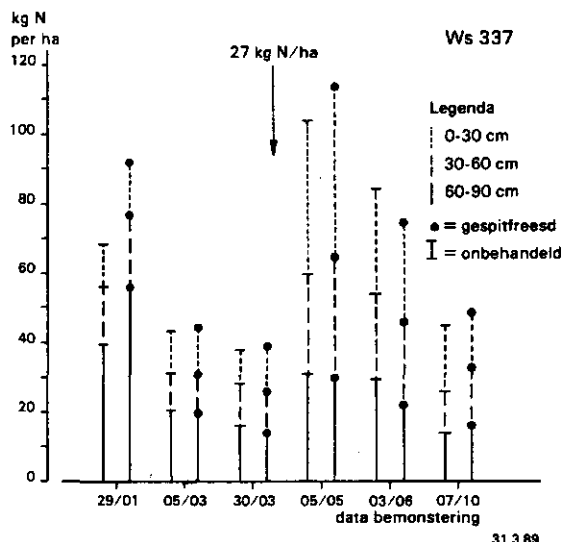


Fig. 18. De voorraad gemineraliseerde stikstof in kg/ha bij periodieke bemonsteringen in 1987 in onbehandelde (object A) en gespitfreesde (object B) grond Westmaas.

5.5 Bietecysteaaltjes

In september 1979 zijn uit de bouwvoor van de proeven te Westmaas en te Colijnsplaat monsters gestoken om het voorkomen van het bietecysteaaltje (*Heterodera Schachtii*) vast te stellen. In het centrum van elk veldje werd een plek van 2 m x 2 m tot 20 cm diepte bemonsterd.

Na afloop van het onderzoek werd in april 1987 opnieuw bemonsterd op het proefveld te Westmaas. Omdat het proefveld Colijnsplaat gedurende de proef een aantal

malen ontsmet is, werd deze bemonstering daar niet zinvol geacht.

Uit tabel 20 valt op dat van het proefveld te Colijnsplaat het object B - spit-

Tabel 20. De besmetting met het bietecysteaaltje in de bouwvoor (0-20 cm) bij aanvang en einde van het onderzoek.

plaats/behandeling	eieren + larven per 100 g/ml grond ¹⁾	eieren + larven per		% levende cyste ²⁾
		cyste	levende cyste ¹⁾	
<u>Colijnsplaat 1979</u>				
A onbehandeld	1595	43	-	-
B spitfrezen	930	23	-	-
D diepwoelen	1925	45	-	-
<u>Westmaas 1979</u>				
A onbehandeld	96	59	-	-
B spitfrezen	100	63	-	-
<u>Westmaas 1987</u>				
A onbehandeld	2380	69	180	38
B spitfrezen	2110	81	203	40

1) 1979 per 100 gram; 1987 per 100 ml

2) levenskrachtige cyste

frezen met doorspitten van de bouwvoor - de laagste bezetting cysteaaltjes heeft. In object D waar de bouwvoor behouden is, liggen de aantallen eieren + larven op eenzelfde hoog niveau van besmetting. Deze vrij zware besmetting gaf zichtbare reacties in de bietengewassen, die tot het uitvoeren van de grondontsmettingen leidden.

Te Westmaas was de besmetting aanvankelijk zeer licht en in beide objecten gelijk. In de loop van het onderzoek is de besmetting toegenomen tot vrij zwaar. In deze laatste bemonstering in april 1987 was het voorvruchteffect - suikerbieten in 1986 - goed herkenbaar.

6. DE INVLOED VAN DE BODEMASPECTEN OP DE GEWASOPBRENGST

Ter verklaring van de gevonden opbrengstreacties, zoals beschreven in hoofdstuk 3, zijn deze in verband gebracht met de in hoofdstuk 4 uitgewerkte bodemkundige verschillen.

6.1 Invloed van het poriënvolume

Uit het cijfermateriaal blijkt het slechts in één geval mogelijk een verband te vinden tussen de opbrengstreacties van een gewas en het poriënvolume in de laag onder de bouwvoor. Alleen voor het opbrengstverschil van de aardappelen van het proefveld te Colijnsplaat bleek een negatieve relatie te berekenen. Voor de invloed van het poriënvolume op een diepte van 27-35 cm op het verschil in knolopbrengst van de gespitfreesde grond werd een significante correlatie gevonden van -0,91. In figuur 19 is dit weergegeven. Dit verband is tegengesteld aan de verwachting dat een wat groter poriënvolume positief zou zijn voor een goede wortelontwikkeling en gewasgroei. Uit figuur 16 blijkt dat de beworteling in de gespitfreesde grond niet dieper ging dan in de niet losgemaakte grond van object A. Het gevonden negatieve verband lijkt derhalve "schijn" te zijn. Wordt bij het verloop van de relatie de tijd in beschouwing genomen (zie ook figuur 8), dan is er sprake van een achteruitgang in het poriënvolume die positief uitwerkte op het gewas. Mogelijk is door de verkleining van het poriënvolume de capillaire vochtaanvoer toegenomen, wat gunstig uitwerkte ten aanzien van de gewasgroei.

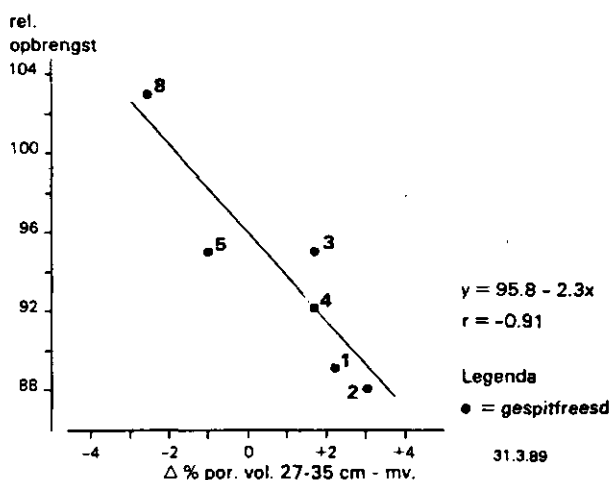


Fig. 19. De invloed van de verandering van het poriënvolume van gespitfreesd ten opzichte van onbehandeld profiel op de relatieve aardappelopbrengst van object spitfreesen te Colijnsplaat.

6.2 Invloed van de indringingsweerstand (IW)

Ten aanzien van de invloed van de IW op de gewasopbrengst werd alleen voor de aardappelen een relatie gevonden. Te Westmaas wordt de aardappelopbrengst van behandeling B gunstig beïnvloed door een lagere IW. In figuur 20 is dit zichtbaar gemaakt. Een vermindering van de IW met 0,5 MPa heeft gemiddeld over de proefperiode een opbrengstverhoging gegeven van 6%. Wanneer het sterke effect van het eerste jaar na de aanleg van het proefveld wordt weggelaten, dan wordt met een vermindering van 0,5 MPa een toename van de opbrengst behaald van 3,8%. Een vergelijkbare invloed (3,6%) is vastgesteld bij de afleverbare knolopbrengst. De berekende regressie is dan $Y = 96,1 - 7,2 X$ met een correlatiecoëfficiënt van -0,81.

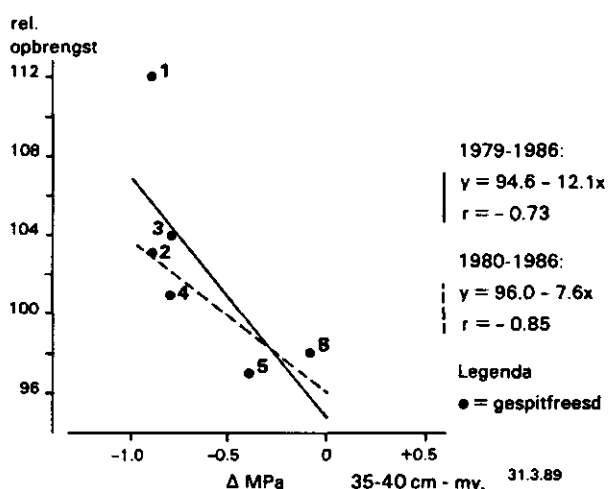


Fig. 20. De invloed van de verandering van de indringingsweerstand in gespitfreesd ten opzichte van onbehandeld profiel op de relatieve totaal aardappelopbrengst van object spitfreesen te Westmaas.

De aardappelen van de gespitfreesde grond te Colijnsplaat reageerde tegengesteld op de indringingsweerstand. Hier werd een afname van de relatieve opbrengst vastgesteld van 4,2% bij een vermindering van de IW met 1 MPa (zie figuur 21).

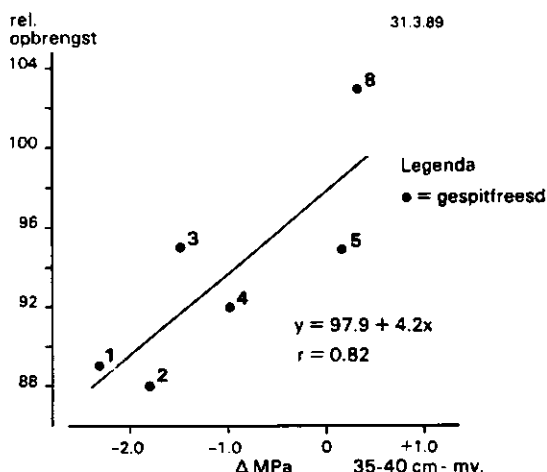


Fig. 21. De invloed van de verandering van de indringingsweerstand in gespittfreesd ten opzichte van onbehandeld profiel op de relatieve totaal aardappelopbrengst van object spitfrozen te Colijnsplaat.

6.3 Invloed van de beworteling

Voor de factor bewortelingsdiepte werd slechts voor het proefveld te Westmaas een invloed vastgesteld. Het betreft de toename van de bewortelingsdiepte in behandeling B ten opzichte van object A op de relatieve opbrengst van aardappelen. Voor de zes jaren (1979 t/m 1983 en 1986) dat gegevens beschikbaar zijn, geldt voor het verband tussen de relatieve knolopbrengst en 90% bewortelingsgrens een hoge correlatie van 0,97 (zie figuur 22). De toename van de bewortelingsdiepte heeft een flinke invloed op de knolopbrengst, namelijk ruim 6% per 10 cm dat de wortels dieper zijn gegaan dan in de niet losgemaakte grond van behandeling A. Dit verband is vooral aan het jaar 1979 toe te schrijven; weglaten van dit punt geeft een correlatiecoëfficiënt van 0,72. Voor het verschil in diepte van de 100% wortelgrens tussen de objecten en de relatieve aardappelopbrengst is in dit geval een significant verband ($r = 0,88$) gevonden (tabel 21), terwijl meerekenen van het eerste oogstjaar tot een niet betrouwbare ($r = 0,69$) uitkomst leidt.

Tabel 21. Verband tussen relatieve aardappelopbrengst en het verschil in bewortelingsdiepte, Westmaas.

	correlatiecoëfficiënt	regressie
90% bewortelingsgrens		
1979 t/m 1983 + 1986	0,97	$y = 96,2 + 0,63 x$
1980 t/m 1983 + 1986	0,72 n.s.	$y = 98,6 + 0,28 x$
100% bewortelingsgrens		
1979 t/m 1983 + 1986	0,69 n.s.	$y = 101,6 + 0,24 x$
1980 t/m 1983 + 1986	0,88	$y = 99,9 + 0,18 x$

De werkelijke bewortelingsdiepte in de gespitfreesde grond is in de reeks van proefjaren niet tot nauwelijks van invloed geweest op de relatieve opbrengst. Dit speelt zowel voor de 90% als voor de 100% bewortelingsgrens.

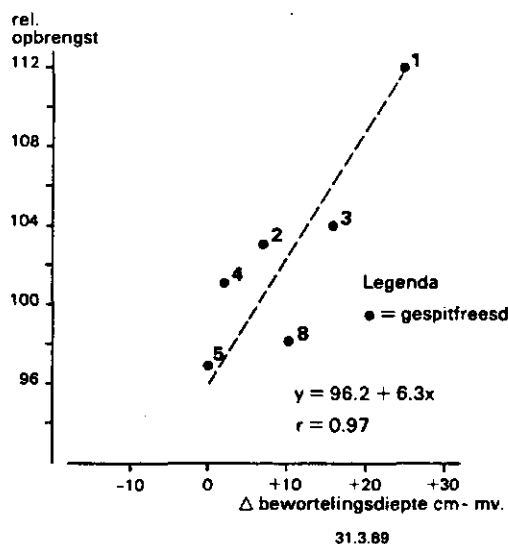


Fig. 22. De invloed van de verandering van de bewortelingsdiepte (90% grens) in gespitfreesd ten opzichte van onbehandeld profiel op de relatieve totaal aardappelopbrengst van object spitfrozen te Westmaas.

6.4 Vergelijking van de invloeden

In de figuren van dit hoofdstuk (figuur 19 t/m 22) zijn de jaren na aanleg van de proefvelden ingetekend. De ligging van deze punten rondom de berekende

verbanden gaven aan dat deze relaties sterk beïnvloed zijn door de tijd. Een vergelijking van de invloed van deze drie afzonderlijke bodemaspecten op de aardappelopbrengst wordt gegeven in tabel 22. Hierin zijn de verbanden vermeld die een significante uitkomst geven.

Tabel 22. Berekende verbanden tussen de relatieve aardappelopbrengst van gespit-freesde grond en de veranderingen van de bodemaspecten na spitzfreen ten opzichte van onbehandeld (n=6).

verband	correlatiecoëfficiënt	regressie
<u>Colijnsplaat:</u>		
poriënvolume - opbrengst	-0,91	$y = 95,8 - 2,3 x$
IW - opbrengst	0,82	$y = 97,9 + 4,2 x$
bewortelingsdiepte - opbrengst	n.s.	
<u>Westmaas:</u>		
poriënvolume - opbrengst	n.s.	
IW - opbrengst	-0,73	$y = 94,6 - 12,1 x$
bewortelingsdiepte - opbrengst	0,97	$y = 96,2 + 0,6 x$

Voor de proef te Colijnsplaat geeft de relatie poriënvolume-opbrengst een nauwere correlatie dan die van de IW en de aardappelopbrengst. De bewortelingsdiepte geeft een niet significante relatie. Echter, te Westmaas, reageert de aardappel-opbrengst met een nauwer verband op de toename in bewortelingsdiepte dan op de indringingsweerstand. De verandering in het poriënvolume heeft geen betrouwbaar verband gegeven met de aardappelopbrengst.

7. BESPREKING

Uit het hiervoor besprokene blijkt dat losmaken van de onderhavige profielen een niet zo gunstig resultaat heeft gehad. De verwachting aan het begin van het onderzoek dat vooral aardappelen zouden kunnen profiteren van de losgemaakte ondergrond, kwam maar ten dele uit. Zo is in de zavel te Westmaas aanvankelijk een positief effect vastgesteld, terwijl dit op het lichte zavelprofiel te Colijnsplaat negatief was. Opvallend is dat de aardappelopbrengsen op de gespitfreesde grond van beide proeven uiteindelijk weer redelijk overeenkomen met die van de onbehandelde profielen. Hiernaast is alleen bij de zomergerst te Westmaas een invloed van diep losmaken met de spitfrees gevonden. Ook hierbij loopt de (negatieve) opbrengstreactie terug naar het produktieniveau van de niet losgemaakte grond.

De toe- en afname in de opbrengsten van behandeling B ten opzichte van onbehandeld A is ten dele te verklaren uit de bodemkundige kenmerken poriënvolume, indringingsweerstand en bewortelingsdiepte. Deze tegenvallende uitkomst was enigszins te verwachten omdat de profielen van beide proeven bekend staan als niet-droogtegevoelig. Te Colijnsplaat met zijn sterk opdrachtige profiel (geschat, niet gemeten) heeft losmaken met de spitfrees de capillaire werking zodanig verstoord dat de aardappelen aanvankelijk in produktie achterbleven. Omdat de beworteling in de gespitfreesde grond niet dieper ging dan in het niet losgemaakte profiel was er een geringere vochtaanvoer. Het teruglopen van o.a. het poriënvolume c.q. toename van dichtheid, deed de capillaire vochtaanvoer weer toenemen, waarop de produktie van aardappelknollen reageerde (figuur 19).

Op het wat zwaardere zavelprofiel te Westmaas benutte de aardappels de diepe bewortelingsmogelijkheden wel, waardoor op de gespitfreesde grond een grotere opbrengst behaald werd dan op behandeling A.

In beide jaren (1979 en 1981) dat de fotosynthese-activiteit van de aardappel-loof te Westmaas gemeten is, was deze het hoogst op de gespitfreesde grond. In deze jaren was het verschil in bewortelingsdiepte ook groot, evenals de knolproduktie.

Deze verschillen en de in de tijd optredende verschillen tussen beide onderzochte profielen duiden aan dat het lichte zavelprofiel te Colijnsplaat gevoeliger voor herverdichting is dan het wat zwaardere te Westmaas. Hoewel de laatstgenoemde grond wat stabiel is (wat minder snelle terugval van poriënvolume en indringingsweerstand) is het losmaakeffect hier ook maar van korte duur in relatie tot de gebruikperiode van deze grond. Immers, voor beide betrokken profielen geldt dat de uitgangstoestand binnen 8 jaar is bereikt. Een investering in losmaken van een zavelgrond van de kwaliteit zoals te West-

maas is ondanks het aanvankelijk positief effect onverantwoord. Uitgaande van een opbrengsttoename van 10% bij de aardappelteelt in het eerste jaar na het losmaken, plus 1% bij de suikerbieten en 4% opbrengstderving bij zomergerst in het vierde jaar, wordt een financiële meeropbrengst verkregen (zie tabel 23) die niet opweegt tegen de bewerkingskosten. Dit nadelig effect zal door een aanpassing in de bemesting nog groter worden.

Tabel 23. Financiële vergelijking van kosten en opbrengsten per ha als gevolg van 80 cm diep spitfrezen (bron: Kwantitatieve Informatie 1988-1989).

jaar na bewerking	gewas	opbrengst-reactie	opbrengst-niveau	financiële reactie
1e	aardappelen Bintje	+10%	47 ton	f 751,-
2e	wintertarwe	0%	8,3 ton	f -,-
3e	suikerbieten	+ 1%	56 ton	f 55,-
4e	zomergerst brouw	- 4%	6,2 ton -/-	f 128,-
totaal meeropbrengst				f 678,-
kosten spitfrezen (stelpost)				f 1.500,-
negatief resultaat				-/- f 822,-

8. CONCLUSIES EN ADVIES

8.1 Conclusies

- De aardappelen reageerden per proef verschillend. Op de gespitfreesde zavel te Westmaas werd aanvankelijk een opbrengstverhoging vastgesteld. Later lagen de knolopbrengsten iets onder die van de niet diepbewerkte grond. De opbrengstderiving van 11% in het eerste jaar na het spitfrozen te Colijnsplaat liep gedurende de proefperiode terug tot het niveau van het onbehandelde profiel. De positieve opbrengstreacties werden vooral teruggevonden in de sortering >50 mm doorsnede. De onderwatergewichten van de aardappelen van de gespitfreesde grond waren gelijk aan die welke op het onbewerkte profiel gegroeid zijn. In beide jaren dat de fotosynthese-activiteit van het aardappelloof is gemeten, was deze het grootst op de gespitfreesde grond.
- Van de granen was de reactie van tarwe neutraal, behalve in bijzondere jaren (1981). Zomergerst gaf verlaagde opbrengsten na de diepe bewerkingen, maar gaf in de laatste proefjaren opbrengsten die vrijwel gelijk waren aan die van onbehandeld.
- De wortel- en suikeropbrengst van de bieten waren op gediepwoelde grond gelijk aan de niet losgemaakte grond. Op met de gespitfrees losgemaakte grond was de reactie te Westmaas gelijk en te Colijnsplaat wat lager dan op het onbehandelde object.
- Losmaken van de ondergrond heeft gemiddeld geen gunstiger aardappelopbrengst tot gevolg gehad.
- De verschillen in poriënvolumen, indringingsweerstand en bewortelingsdiepten tussen diep losgemaakte grond en onbehandelde profielen zijn in de onderzoeksperiode (1979-1986) zeer klein geworden. Vastgesteld is dat de teruggang naar de waarde van de onbehandelde profielen in de lichte zavel (Colijnsplaat) sneller is verlopen dan in de zwaardere zavelgrond te Westmaas. In de gespitfreesde lichte zavel werden minder poriën >30 µm geteld dan in het niet bewerkte profiel. De luchtgehalten in de gespitfreesde grond waren lager en sneller kritiek dan in de ongestoorde profielen.
- Door het spitfrozen is de bouwvoor verschraald. Vanwege het grotere verschil in textuur tussen de boven- en ondergrond is dit in de zavelgrond duidelijker dan in het meer homogene profiel van de lichte zavel.
- De diepe bewerking met de spitfrees heeft de gevoeligheid voor verslemping van het oppervlak vergroot. De toename is op de zavel te Westmaas wat groter geweest dan op de lichte zavelgrond te Colijnsplaat. Diepwoelen heeft de slempgevoeligheid nauwelijks beïnvloed.
- Invloed van de bewerking met de spitfrees op het stikstofgedrag van de grond is niet gevonden.

- Na het spitsfrozen van de lichte zavel is in de bouwvoor een lagere besmetting met bietecysteaaaltjes vastgesteld dan in de behandelingen waar de bouwvoor behouden is. In de zavelgrond te Westmaas is geen verschil in ontwikkeling van de besmetting geconstateerd.
- Diep losmaken en behoudend mengen van zavelgronden is niet rendabel gebleken.

8.2 Advies

Het diep losmaken en behoudend mengen van zavelgronden om via een betere beworteling de groei en produktie van gewassen positief te beïnvloeden heeft niet aan de verwachtingen voldaan.

Aangeraden worden om zavelgronden met homogene en aflopende profielen niet diep te bewerken. Een uitzondering kan worden gemaakt voor lichte zavelgronden met minder dan 20% afslibbare delen. In deze gronden kan een dermate storende ploegzool voorkomen, dat opruimen (breken) ervan zinvol kan zijn. Het effect van het opruimen van zo'n laag is alleen zinvol als de echte oorzaak (te hoge grondwaterstand, rijden door de ploegvoor, te zware belasting bij transport) wordt weggenomen.

Dichte lagen in zavelgronden met meer dan 20 à 25% afslibbare delen behoeven niet te worden gebroken, omdat deze bij droger worden van nature scheuren.

Het diep losmaken en mengen van zavel- en kleigronden blijft beperkt tot een bepaalde categorie probleemprofielen. Deze profielen zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gebleven. Te noemen zijn:

- zware plaatgronden: het verminderen van de droogtegevoeligheid;
- verschrallen van zware bouwvoren ter verruiming van de gewaskeuze en ter vermindering van grondtarra.

De uitvoering van een diepe bewerking dient plaats te vinden bij een diepe grondwaterstand. Het te bewerken perceel moet zeer goed ontwaterd zijn door middel van drainage om herverdichting zo lang mogelijk uit te stellen. Hierbij zal helpen als de hoofdgrondbewerkingen worden uitgevoerd met een 'niet-door-de-voor-rijdende' trekker.

SUMMARY

The growing season of 1976 was very dry. Potatoes grown without irrigation yielded badly on normally well yielding marine loam soils. Because of a limited rooting depth of potatoes in these soils it was suggested to improve rooting depth by loosening the subsoil.

This research was started in 1978 to answer two questions:

1. Which effects has deep cultivation on the growth and yields of the crops, especially on potatoes?
2. For how many years will soil effects be measurable?

Two trials were situated in the Calcaric Fluvisol area in the Southwest of the Netherlands. One site was a loam soil (Westmaas) with 20% clay in the top soil and 12% on a depth of 70 cm. The other site was a sandy loam soil (Colijnsplaat) with 13% clay in the top soil and 11% at 70 cm depth. The organic matter content of the top soil was 1.6 and 1.2% in the loam, respectively in the sandy loam soil.

In both fields the profile was loosened with a rota digger to a depth of 80 cm. The sandy loam soil was also cultivated with a subsoiler. On the cultivated and untreated parts of the fields yearly four crops were grown in a fixed rotation: potatoes, winter wheat, sugar beets and summer barley. Both plots were ploughed each autumn; time of seedbed preparation and other handlings were the same. During eight years (1979-1986), crop yields, rooting depth and pore volume and penetration resistance at 35 cm depth were monitored.

The yields of winter wheat and sugar beets were not affected by rota digging of the loam soil (Westmaas). Summer barley yields on the treated soil changed from 94% in 1979 to 99% in 1986 on the yield on the not treated soil. Potatoed responded positively to the treatment with the rota digger. The effect, however, decreased during the research period until 98% compared with the yield of the untreated profile.

On the sandy loam soil (Colijnsplaat) crop yields were not affected by subsoiling, but rota digging reduced the yields of winter wheat, summer barley and sugar beets. Potato yields were also considerably reduced (11% in 1979) by rota digging. However, after eight years the yield did not differ from that of the untreated soil.

On both field trials the soil characteristics pore volume and cone resistance were positively affected by rota digging. During the research periode then positive effects decreased until the level of the untreated soils. In the first year after rota digging the cone resistance of the sandy loam soil (Colijnsplaat) was 1.8 MPa less than in the not cultivated soil. Within five years this difference deminished to the same value of the treated soil. The same periode was found for

the decrease of the pore volume, but this characteristic became 2.5% less than in the untreated soil in the eight year after rota digging.

The loam soil of Westmaas reacted differently. One year after loosening by rota digging pore volume was 2.5% higher and cone resistance was 1 MPa less than in the not cultivated soil. In 1986 both characteristics were equal to the untreated soil.

Rooting depth responded differently after rota digging. On the loam soil (Westmaas) a better root system of potatoes was shown during the first years, but this was not registered in the sandy loam soil at Colijnsplaat. At first root depth of potatoes was somewhat negatively affected by rota digging. This effect restored during the research period. Just after rota digging of the loam soil potatoes rooted remarkably deeper, but this decreased in time. After five years root depth of potatoes in the treated and in the untreated soil were equal.

As the best relation between one of these soil characteristics and the potato yield root depth was found on the loam soil and pore volume on the sandy loam soil. This last mentioned relation, however, was negative, from which must be concluded that recompaction improved capillary flux during the research periode.

Rota digging caused a deminishing of the clay and organic matter content of the top soil. This led to more susceptibility to slaking. The behaviour of nitrogen in the soil was not really affected by rota digging.

The main conclusion of the research is that increasing of rooting depth by loosening of loam soils cannot be recommended.

Bijlage I. Ingezette werktuigen bij aanleg van de proeven

Op beide proeven is tot 15 cm diep gecultiveerd. Het grondwater stond dieper dan 150 cm.

behandeling B-spitfrees : Imants-spitfrees: - Westmaas : 14 september 1978
- Colijnsplaat: 19 september 1978

werkbreedte : $\pm$ 3 m, 8 kransen met elk 3 spaden van 22 cm breed
diameter krans : 170 cm;

Gemonteerd aan de hefinrichting; aftakas aangedreven; rijsnelheid 744 m/uur;
steeklengte 12 cm; rotatiesnelheid 34,5 omwentelingen/min.

trekker : Schlüter Super E9500 TV; vierwielaandrijving; 8830 kg;
147 kW.

Te Colijnsplaat

behandeling D-diepwoulen: Cappon MT0-2 super; datum; 18 september 1978
2 woellichamen op 160 cm afstand
woelplaten 44 cm breed en 58 cm lang, uitlopend in een
punt naar voren; in het werk hadden de platen een
oploophoek van 27° ten opzichte van horizontaal

rijsnelheid : 3,5 km/uur
Bij 2 gangen tussendoor kwamen de woelsleuven op 53 cm
afstand van elkaar.

Gemonteerd aan de hefinrichting van een John Deere
4630, vierwielaandrijving, dubbelluchtuitrusting,
gewicht $\pm$ 8000 kg, 120 kW, spoorbreedte 180 cm, met
dubbellucht $\pm$ 320 cm breed

behandeling A-onbehandeld: geploegd op 27 september 1978 tot 25 cm diep met
Rumptstad drieschaar wentelploeg achter Same Panter
met vierwielaandrijving

behandeling A + onbehandeld + ploegzoolbreken : op 14 september 1978 is met een Cappon-woeler met 2
woellichamen op 150 cm afstand gewerkt. Woelplaten 29
cm breed en 36 cm lang met punt naar voren. Er is

tweemaal tussendoor gereden waardoor de woelsleuven op 50 cm afstand kwamen. Stand van de woelplaten was 20° ten opzichte van het frame. De woeler hing aan een MF 575-trekker, met vierwielaandrijving; spoorbreedte 150 cm. Geploegd is op 27 september 1978; zie hierboven.

Te Westmaas

behandeling A-onbehandeld: geploegd is op 15 september 1978 met een drieschaar Rumpstad-wentelploeg achter McCormick 844-S trekker, vierwielaandrijving

behandeling A + (onbehandeld +) ploegzoolbreken : op 15 september 1978 is tot 40 cm diep gewoeld met 3 m brede Lemken-vastetandcultivator, onderlinge tandafstand 23 cm; achter John Deere-trekker met knikbesturing: ± 185 kW.

Nabewerking

Te Westmaas is de grond na voornoemde bewerkingen blijven liggen. De wintertarwe is op 20 september 1978 ingezaaid met een combinatie van McCormick 844S met dubbellucht en vierwielaandrijving, rotorkoep en zaaiafzet in werktuigendrager. De hele proef te Colijnsplaat is op 27 september 1978 bewerkt met een cultivator + egalisatiebalk. De Same Panter-trekker stond op dubbellucht plus vierwielaandrijving. De werkrichting was dwars op de richting van de behandelingen. Op 28 september is de tarwe gezaaid.

Ploegzoolbreken

Colijnsplaat: Na de graanoogsten van 1979 en 1980 zijn de gewasstroken op de behandelingen A+, B+ en D+ bestemd voor aardappelen en suikerbieten tot 40 cm diep gewoeld. Na de oogst van 1981 is het +-deel geploegd met één woeltand per rister.

Westmaas: Werd na de oogsten van 1981 en 1982 tot 40 cm diep gewoeld in de stoppels van de stroken waar het volgend jaar aardappelen en bieten geteeld zouden worden. Na het woelen was de groei van de grasgroenbemester geremd; het ploegen ging deze jaren moeilijk als gevolg van stropen.

Bijslage II. Uit de dichtheid berekende poriënvolumen op diverse diepten in de verschillende objecten op proefveld te Colijnsplaat.

object	1979		1980		1981		1982		1983		1986								
	diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv								
	25-35	35-45	45-55	27-32	33-38	45-50	32-37	37-42	42-47	60-65	30-35	40-45	>60	32-37	37-42	42-47	60-65		
A	43,6	46,0	45,5	40,6	39,4	45,7	39,8	43,1	45,7	45,0	40,1	47,6	42,5	46,5	43,0	44,6	43,8	45,0	45,0
B	45,9	45,1	46,8	43,7		47,6	41,3	42,8	44,5	46,1	41,6	46,8	41,5		42,0	42,1	41,9	42,3	45,6
D	44,8	46,4	46,0	43,4		45,9	43,2	44,4	44,9	44,7	42,2	45,2	41,0		41,0	42,9	43,7	43,7	45,5

Uit de dichtheid berekende poriënvolumen op diverse diepten in de verschillende objecten op proefveld te Westmaas.

object	1979		1980		1981		1982		1983		1986								
	diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv		diepte in cm-mv								
	30-35	35-40	60-65	28-33	33-38	40-45	80-85	30-35	35-40	40-50	55-60	30-35	35-40	60-65	30-35	35-40			
A	46,6	46,0		40,6	43,0	45,9	43,0	40,6	42,2	43,7	40,0	41,2	44,4	44,3	42,5	45,5	44,0	42,6	42,2
A+	48,1	47,2		42,3	47,7	48,1		46,0	45,9	44,0	42,9	45,0	44,1	45,4	47,0	45,5	43,5	42,7	44,4
B	49,1	46,0	43,3					43,2	44,4	43,7	46,3	45,5		44,5	44,5	42,9	42,5		
B+				43,2	46,3	46,5		41,6	42,0	43,4	44,9	41,5	44,5						

Bijlage III. Neerslag in mm per maand.

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	gem. '78/'86
<u>'Rusthoeve', Colijnsplaat</u>										
januari	35	56	52	85	51	69	130	43	83	67
februari	18	39	46	30	11	30	38	5	3	24
maart	52	106	66	117	50	67	75	76	75	76
april	49	58	28	43	21	114	15	72	56	51
mei	39	88	14	79	26	90	69	38	38	53
juni	63	77	82	62	70	44	44	110	72	69
juli	58	34	118	58	19	26	75	74	19	53
augustus	25	63	42	30	58	52	39	80	89	53
september	55	22	24	43	42	117	137	20	44	56
oktober	23	79	123	163	186	50	104	62	96	98
november	40	88	64	77	75	47	53	88	86	69
december	110	104	78	107	90	54	43	80	89	84
totaal	567	814	737	894	699	760	822	748	750	754
<u>'Westmaas', Westmaas</u>										
januari	48	40	48	89	60	86	132	49	140	77
februari	21	42	66	30	17	53	63	3	1	33
maart	72	126	65	138	83	91	65	57	71	85
april	38	60	42	21	22	116	18	106	53	53
mei	57	106	12	118	44	80	88	42	49	66
juni	76	96	80	64	97	32	57	111	66	75
juli	84	36	146	66	33	26	74	92	47	67
augustus	57	77	51	30	57	24	33	77	72	53
september	68	14	19	56	27	166	177	36	44	67
oktober	74	33	99	172	172	46	116	42	104	95
november	47	80	60	67	68	76	58	95	73	69
december	111	123	81	92	99	64	43	113	116	94
totaal	753	833	769	943	779	860	924	823	836	834

Nog leverbare PAGV-uitgaven¹⁾

Verslagen

5. De invloed van het rooitijdstip op de stikstofbehoefte van drie suikerbietenrassen; ing. Th. Huiskamp, september 1982	f 10,—
6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C. A. A. Maenhout et al, januari 1983	f 10,—
7. Epipré-evaluatieverslag 1982; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, december 1982	f 10,—
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C. B. Bus, ing. K. W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D. W. de Hoop (LEI), februari 1983	f 10,—
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983	f 10,—
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983	f 10,—
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G. J. Bom, september 1983	f 10,—
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, januari 1984	f 10,—
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984	f 10,—
18. Rendabiliteit van continue teelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984	f 10,—
19. Biologie en ecologie van kleeftkruid (Galium aparine). Ir. W. G. M. van den Brand, april 1984	f 10,—
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alphapootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984	f 10,—
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984	f 10,—
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984	f 10,—
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeelei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984	f 10,—
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984	f 10,—
25. Berekeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A. J. Hellings, oktober 1984	f 10,—
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984	f 10,—
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J. A. Schoneveld, november 1984	f 10,—
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985	f 10,—
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J. J. Schröder, maart 1985	f 10,—
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 - 1984. Ir. J. J. Schröder, maart 1985	f 10,—
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J. J. Schröder, maart 1985	f 10,—
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985	f 10,—
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (Solanum nigrum). Ir. W. G. M. van den Brand, maart 1985	f 10,—
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985	f 10,—

¹⁾ Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt u op aanvraag graag toegezonden.

37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts, april 1985	f 10,—
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985	f 10,—
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raai-gras, veldbeemdgras en roodzwenkgras. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985	f 20,—
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985	f 10,—
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt, juli 1985	f 10,—
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985	f 10,—
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985	f 20,—
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985	f 10,—
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985	f 10,—
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (<i>Chenopodium album</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, december 1985	f 10,—
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H. P. Versluis, december 1985	f 10,—
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J. G. H. Stassen, december 1985	f 10,—
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986	f 10,—
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N. J. Snoek, juli 1986	f 10,—
52. Biologie en ecologie van hanepoot (<i>Echinochloa crus-galli</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, juli 1986	f 10,—
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W. G. M. van den Brand, oktober 1986	f 10,—
54. De teelt van wintertarwe als dekvruucht voor veldbeemd- en roodzwenk-zaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986	f 10,—
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veld-beemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986	f 10,—
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J. A. Schoneveld, november 1986	f 10,—
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwin- kel, november 1986	f 10,—
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986	f 10,—
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproduk- tie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987	f 10,—
64. Themadag "Werkbaarheid en tijdigheid", 13 mei 1987	f 10,—
65. Invloed van plantaantal en potmaat op de opbrengst en de sortering van pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987	f 10,—
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987	f 10,—
68. Vervroeging van vollegrondsgroenten met afdekmaterialen. Ir. C. F. G. Kramer en J. T. K. Poll, september 1987	f 10,—
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (<i>Stellaria media</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, september 1987	f 10,—
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne hapla</i>). Ing. A. A. W. Zondervan, november 1987	f 10,—
71. Het EPIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EPIPRE, december 1987	f 10,—
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, ja- nuari 1988	f 10,—
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H. M. G. van der Werf, april 1988	f 10,—

74. Ontwikkeling van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts en ing. K. Hindriks, mei 1988	f 10,—
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptieaardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988 ...	f 10,—
77. Jaarverslag 1986 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, december 1988	f 10,—
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, december 1988	f 10,—
79. Teeltvervroeging bij maïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, maart 1989	f 10,—
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C. F. G. Kramer, februari 1989	f 10,—
81. Stikstofbemesting van ijsla. Dr. ir. J. H. G. Slangen (LU), ir. H. H. H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989	f 10,—
82. Classificatievoorstel plantesoorten, cultuurgewassen, rasgroepen en teeltvormen in de akkerbouw, vollegrondsgroente- en bloembollenteelt. Ir. P. W. J. Raven (PAGV) en ir. J. W. Stoop (LBO), april 1989	f 10,—
83. De invloed van hoge teeltfrequentie op opbrengst en kwaliteit van (fijne) peen. Ing. Th. Huiskamp, april 1989	f 10,—
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H. M. G. van der Werf (PAGV), J. J. Klooster (IMAG) en D. A. van der Schans (PAGV), mei 1989	f 10,—
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L. C. N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989 ..	f 10,—
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J. K. Ridder, juli 1989	f 10,—
87. Detaillering van het onderdeel Bemesting van het Informatiemodel "Open Teelten"-bedrijf. Ir. A. Landman en ir. A. E. Brands, juli 1989 ..	f 10,—
88. Bestrijding van moederkoren in graszaadgewassen. Ir. G. H. Horeman en G. Olthof, juli 1989	f 10,—
89. Diep losmaken van zavelgronden in Zuidwest-Nederland. J. Alblas, E. C. Vos en J. G. N. Wander, juli 1989	f 10,—
90. Jaarverslag 1987 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, augustus 1989	f 10,—