

NOTA 1040

mei 1978

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

RESULTATEN VAN GRONLVERBETERINGSPROEVEN OP ZANDGROND

R. Wiebing en ing. W.B. Verhaegh

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. PROEFOPZET	2
2.1. Bodemgesteldheid en hydrologie	2
2.2. Uitvoeringsalternatieven	3
2.3. Meetprogramma	5
3. GEWASREACTIE	6
3.1. Proefveld te Vredepeel	6
3.2. Proefveld te Rolde	11
3.3. Oorzaken van de trage beginontwikkeling op sterk verschraalde grond	15
3.4. Berekende gewasproductie	22
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	30
LITERATUUR	33

1. INLEIDING

De belangstelling voor een diepe grondbewerking van zandgronden (veldpodzolen) staat de laatste jaren nogal sterk in de belangstelling. De totale oppervlakte van deze gronden, die voor een groot deel zijn gelegen in het zuiden en oosten van ons land, bedraagt + 300,00 ha (jaarverslag CD, 1976).

Op deze gronden is de vochtleverantie de beperkende factor voor de grootte van de opbrengst van de gewassen. De oorzaak is een geringe bewortelingsdiepte bij een relatief diepe grondwaterstand. De ondergrond van deze zandgronden is veelal te dicht voor beworteling. Voor de vochtvoorziening is het gewas in niet geringe mate aangewezen op leverantie vanuit het grondwater. De afstand tussen de onderkant van de bewortelingszone en de grondwaterspiegel, bepaalt de omvang van deze leverantie.

Grondverbetering dient derhalve gericht te zijn op verkleining van deze afstand door vergroting van de bewortelingsdiepte. Een vochtwinst door grondverbetering zal dan ook in hoofdzaak gerealiseerd moeten worden door een groter hoeveelheid water, die via capillaire opstijging vanuit het grondwater naar de bewortelde grondlaag kan toestromen.

De hoeveelheid water die dan voor het gewas beschikbaar komt is sterk afhankelijk van de aard van de niet losgemaakte ondergrond en vooral van de afstand tussen de onderkant van de beworteling en het grondwater. Om na te gaan onder welke omstandigheden een gunstig resultaat van deze grondverbetering mag worden verwacht, werd in 1975 door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW); de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) en het Consulent-schap voor Bodemaangelegenheden een proefveld aangelegd op de proefboerderij 'De Vredepeel'. In de herfst van 1975 werd een proefveld aangelegd op de proefboerderij 'Kooyenburg' te Rolde.

2. PROEFOPZET

2.1. Bodemgesteldheid en hydrologie

Beide proefvelden zijn gelegen op de zogenaamde veldpodzolen. De grond te Vredepeel is tussen 1950 en 1953 in handkracht ontgonnen (HOUBEN en V.D. SLUYS, 1975). Bij deze ontginning zijn de A en B horizont doorgespit en deels vermengd. Ook heeft egalisatie plaats gehad. De vroegere topografie is herkenbaar aan de huidige bodemgesteldheid. De afgegraven hoogste delen hebben nu wat minder humeuze bouwvoor dan de oorspronkelijk wat lager gelegen gedeelten. Onder deze schralere bouwvoor treft men meestal direct het C materiaal aan. Op de oorspronkelijk wat lager gelegen gedeelten vindt men thans een meer of minder dik ophogingspakket van A, B en C materiaal in sterk wisselende mengverhoudingen. Daaronder wordt vaak nog de ongestoorde B horizont aangetroffen.

Het profiel van het proefveld te Rolde wijkt qua opbouw nogal af van dat te Vredepeel. Onder een Ap horizont van ± 30 cm dikte met een organische stofgehalte van 6,2% ligt meestal een B horizont van ± 20 cm, die via een BC overgaat in het C materiaal.

De grond is leemhoudend. Variërend van 90 tot 120 cm onder maai-veld komt veelal een zandige leemlaag voor. In tabel 1 worden de gemiddelde waarden voor de dichtheid en het organische stofgehalte van de onbehandelde grond weergegeven per 10 cm laagdikte.

Tabel 1. Gemiddelde dichtheid en percentage organische stof van de onbehandelde grond te Vredepeel en Rolde

Laag	Vredepeel		Rolde	
	volumege- gewicht	% organische stof	volumege- gewicht	% organische stof
0-10	1,35	5,3	1,25	6,2
10-20	1,41	5,3	1,23	6,2
20-30	1,32	1,6	1,24	6,2
30-40	1,54	1,3	1,38	3,5
40-50	1,63	0,7	1,45	3,0
50-60	1,60	0,3	1,54	1,6
60-70	1,60	0,3	1,60	0,8
>70	1,60	0,3	1,65	0,5

De diepte van het grondwater is vooral dan van belang, wanneer de gewassen veel water nodig hebben. Zo zal als regel tot $\pm$ 1 juni de vochtvoorraad in de bovengrond voldoende zijn voor een optimale groei.

Op het proefveld te 'De Vredepeel' bevindt het grondwater zich op die datum op $\pm$ 125 cm onder maaiveld. De diepste stand is $\pm$ 170 cm.

Op het proefveld te Rolde werden standen gemeten van $\pm$ 200 tot 230 cm beneden maaiveld. In het extreem droge jaar 1976 waren de standen respectievelijk 30 en 40 cm lager.

Op beide proefvelden werd naast de opbrengstbepaling ook aandacht besteedt aan onder meer de vochthuishouding van de grond en de bewortelingsdiepte van het gewas.

2.2. U i t v o e r i n g s a l t e r n a t i e v e n

Op beide proefvelden werden twee methoden van grondverbetering toegepast, namelijk sterk mengend en niet mengend. Een sterk mengende werking wordt bereikt met een spitfrees of mengrotor. Met een verstelbare mengwoeler kan zowel een mengende werking als een niet mengende werking worden verkregen. Een niet verstelbare woeler werkt niet of weinig mengend.

In het voorjaar van 1975 werd op de proefboerderij 'De Vredepeel' in Limburg een proefveld aangelegd. Het proefveld bestaat uit drie objecten. De objecten zijn: onbehandeld, spitfreen en woelen.

Het spitfreen werd uitgevoerd door het loonbedrijf Hay Aerts te Broekhuizen. De bewerkingsdiepte bedroeg ten opzichte van het nieuwe maaiveld $\pm$ 90 cm.

Het woelen werd uitgevoerd met een scherpe woeler door het loonbedrijf 'Grondverzet B.V. V/d Heuvel' te Bakel. Hiermee werd de grond tot 85 à 95 cm diepte losgemaakt. De foto's nr 1 en 2 van fig. 1 geven een beeld van deze machines te zien. Alle objecten werden hier in drievoud aangelegd. Verdeeld over het gehele perceel komen dus 9 stroken voor van $\pm$ 17 m breed en 55 m lang.

In de herfst van 1975 werd een soortgelijk proefveld aangelegd op de proefboerderij 'Kooyenburg' te Rolde. Hier werden naast een onbehandeld gebleven perceelsgedeelte twee stroken van elk 15 meter

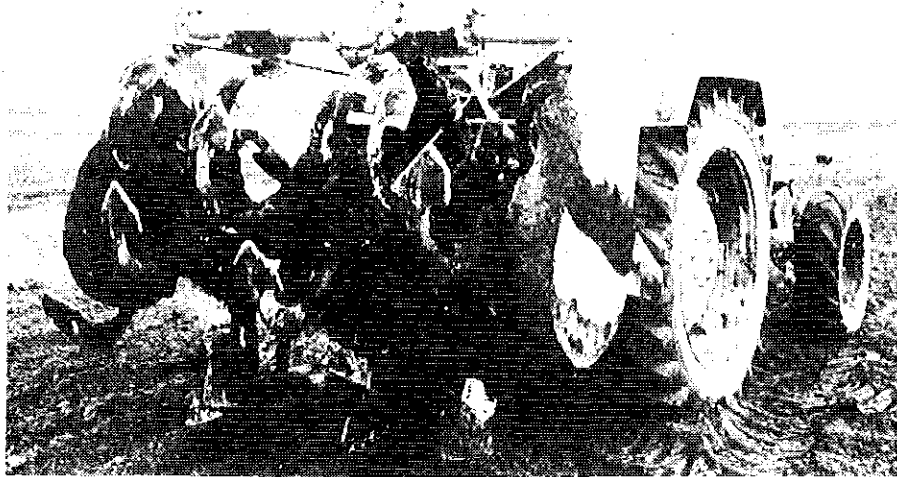


Foto 1

Foto 2



Foto 3

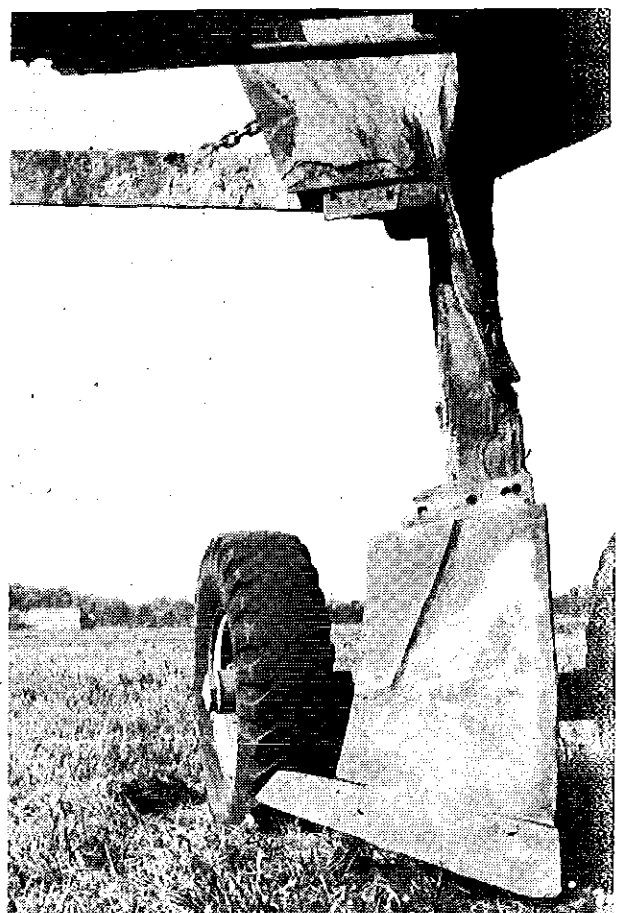


Fig. 1. Foto 1: Spitfrees (foto Stiboka); foto 2: Scherpe woeler (foto Stiboka); foto 3: Mengwoeler, waarvan de opvoerplaat gedeeltelijk is weggenomen

breed en 200 meter lang, bewerkt met een woeler van het loonbedrijf Kiewiet te Hijken onder toezicht van de Koninklijke Nederlandsche Heidemij. Op de ene strook werd deze woeler zodanig afgesteld dat een mengende werking werd verkregen. Voor de bewerking van de andere strook werd van het woellichaam het bovenste brede gedeelte verwijderd (zie foto 3, fig. 1). Hierdoor werd een minder mengende werking verkregen. De bouwvoor blijft dan grotendeels boven.

De vochthoudendheid van zandgronden hangt nauw samen met het gehalte aan organische stof. Hoe meer organische stof hoe groter de vochthoudendheid. Om het organische stofgehalte in de ondergrond te verhogen is er eigenlijk maar één mogelijkheid, en dat is, er voor te zorgen dat bij de bewerking een gedeelte van de humeuze bovengrond met de ondergrond wordt vermengd. Spitfrezen of mengwoelen lijkt dan ook de voorkeur te verdienen boven een bewerking waarbij alleen het humusloze zand wordt losgemaakt zoals dat bij het woelen met een scherpe woeler het geval is.

2.3. M e e t p r o g r a m m a

Het doel van het meetprogramma is, inzicht te krijgen in:

- a. de mate waarin het gelukt is de bewortelingsdiepte te vergroten,
- b. de vaststelling van de grootte van de gerealiseerde vochtwinst en
- c. de bepaling van de meerophbrengst

Bewortelingsdiepte en intensiteit is in een aantal gewasstadia bepaald door Houben.

Het waterverbruik door het gewas is bepaald door wekelijks per bodemlaag van 0,10 meter de vochtinhoud te meten met een gammameting. Voorts werd wekelijks de grondwaterstand gemeten en werden vochtspanningen op een aantal diepten beneden de bewortelingszone met behulp van tensiometers bepaald. Neerslag, gewaslengte en bedekkingsgraad (visueel geschat) werden tevens met dezelfde regelmaat gemeten.

Enkele keren tijdens het groeiseizoen en aan het einde van dit seizoen is de gewasopbrengst per veldje bepaald. De droge stofopbrengsten werden hierin gemeten.

3. GEWASREACTIE

3.1. Proefveld te Vredepeel

Op het proefveld te 'De Vredepeel' werd door Stiboka onderzoek verricht naar de beworteling. Voor een uitgebreid verslag zij verwezen naar (HOUBEN en V/D SLUYS, 1975 t/m 1977).

De diepte van de beworteling blijkt voor de gewassen verschillend te zijn. De bewortelingsdiepte van suikerbieten in 1975 te Vredepeel bleek op de verbeterde objecten gelijk te zijn aan de bewerkingsdiepte. Op het gewoelde object werd in 1975 een duidelijk verschil in de bewortelingsdiepte geconstateerd tussen die in de woelsleuf en die tussen de woelsleuf. Tussen de woelsleuven werd hier de grond minder diep losgemaakt. Hier kwamen de wortels dan ook niet dieper dan tot maximaal 50 cm. Op het onbehandelde object bleef de bewortelingsdiepte beperkt tot aan de humusloze zandondergrond.

In de diepte van de beworteling was er in de andere jaren bij de gewassen waspeen en aardappelen geen verschil tussen wel en niet behandelde grond (tabel 2).

De waspeen in 1976 ontwikkelde zich zeer slecht als gevolg van een vroegtijdig optredende droogte, de aardappelen in 1977 in hoofdzaak als gevolg van een aantasting door *Rhizoctonia* (fig. 3 en 4).

Tabel 2. Maximale diepte van de beworteling in m beneden maaiveld in de jaren 1975 tot en met 1977

Jaar	Gewas	Onbehandeld	Woelen	Spitfrezen
1975	suikerbieten	0,50	0,70	0,90
1976	waspeen	0,60	0,65	0,60
1977	aardappelen	0,40	0,40	0,40

Ter bevordering van de wortelgroei is het van belang dat zowel de bovengrond als ook de ondergrond voldoende vochthoudend is.

De beginontwikkeling van het gewas bleef op het gespitfreesde object in de drie proefjaren duidelijk achter bij die op de overige objecten.

Uit het door Houben (Stiboka) verricht onderzoek naar de beworteling, blijkt dat tot $\pm$ eind juni zowel de bewortelingsdiepte als de bewortelingsintensiteit op alle objecten nagenoeg gelijk is en in geen van de drie jaren dieper was dan $\pm$ 35 cm beneden maaiveld.

In 1975 leden de suikerbieten hier omstreeks eind juni duidelijk aan droogte, terwijl dat op de andere objecten nog niet zo was. Ook in de andere jaren zou de slechte beginontwikkeling een gevolg kunnen zijn van te weinig vocht. Eind juli was het omgekeerde het geval. Vanaf die tijd waren de bieten op de objecten onbehandeld en gewoeld voortdurend erg slap, terwijl die op het object spitfrozen zelfs welig groeiden tot aan de oogst (fig. 2). Bij de worteltelling van 18 augustus bleek dat de beworteling op de objecten onbehandeld en gewoelde niet dieper was gegaan dan respectievelijk 50 en 70 cm en op het gespitfreesde object tot 90 cm. De bewortelingsintensiteit bleek hier vrij groot. Vanaf 60 tot 90 cm werden zelfs meer wortels per cm^2 aangetroffen dan hoger in het profiel. De schade als gevolg van een slechte beginontwikkeling werd later ruimschoots ingehaald.

Bij spitfrozen en ook mengwoelen verdwijnt er een gedeelte van de bovengrond naar de ondergrond. Het percentage organische stof en de vochthoudendheid van de nieuwe bovengrond wordt dan uiteraard lager. Met het organische stofgehalte neemt ook de algehele vruchtbaarheid in de bovengrond af.

Zowel te Vredepeel als te Rolde blijkt met name het fosfaatgehalte in de bovengrond na de grondverbetering zeer sterk te zijn gedaald. Opvallend is dan dat het Pw-getal in procenten uitgedrukt veel sterker is gedaald dan het organische stofgehalte. Het kaligehalte daalt daarentegen minder sterk.

In tabel 3 worden analysecijfers vermeld waaruit de verschraling en de afgenomen vruchtbaarheid van de bovengrond blijkt.

Tabel 3. Resultaten van een grondmonster onderzoek van de boven-
grond

Vredepeel	% org. stof	In %	K-getal	In %	Pw	In %
Onbehandeld	4,3	100	14	100	42	100
Woelen	4,1	95	12	86	31	74
Spitfrezen	2,9	67	12	86	18	43

Bekend is dat het fosfaatgehalte van de grond van belang is voor beginontwikkeling van de gewassen. De sterke daling van het direct in water oplosbare fosfaat zou dus mede de oorzaak kunnen zijn van de trage beginontwikkeling.

De opbrengsten op elk object werd bepaald gedurende en aan het einde van het groeiseizoen.

De gemeten opbrengsten staan vermeld in tabel 4.

Tabel 4. Gewasopbrengsten te Vredepeel op wel en niet verbeterde
grond in de jaren 1975 tot en met 1977 in kg ds/ha en de
suikeropbrengst in 1975

Jaar	Gewas	Onbehandeld		Woelen		Spitfrezen	
		blad	knol of wortel	blad	knol of wortel	blad	knol of wortel
1975	suikerbieten	3710	10 780	4160	11 710	4640	12 680
1976	waspeen	1940	6 710	2120	8 890	1470	6 640
1977	aardappelen	1206	5 460	1320	6 160	1140	5 810
Suikeropbrengst in 1975 in kg ha		7900		8700		9480	

Zowel de grootte van de opbrengst als ook de grootte van een eventuele meeropbrengst door de grondverbetering is zeer afhankelijk van de weersgesteldheid. In een periode waarin het weinig regent zal in het groeiseizoen de vochtvoorraad in de grond snel verminderen. Bij een ondiepe beworteling treedt dan opbrengstderving op. Op een diep losgemaakt profiel waarin de wortels tot op grotere diepte in het profiel zijn doorgedrongen, kan in die gevallen, waarin de afstand tussen de bewortelingsdiepte en de grondwaterdiepte niet te groot is, geprofiteerd worden van een hoeveelheid water dat capillair opstijgt. Er ontstaat dan een verschil in de produktie ten gunste van het diepwortelend gewas.

Zowel in 1975, 1976 als ook in 1977 hebben zich min of meer langdurige droogteperiodes voorgedaan.

Zo leden de suikerbieten in 1975 te Vredepeel op de onbehandelde grond vanaf half juli regelmatig aan de droogte. Ook op het gewelde werd langdurig droogteschade geleden, waarschijnlijk als gevolg van een te extensieve beworteling in de ondergrond. Op het gespittfreesde was de bewortelingsintensiteit vlak boven de bewerkingssdiepte zelfs even groot als die in de bovengrond. Op dit object is in dat jaar toch duidelijk geprofiteerd van een capillaire opstijging van water uit de ondergrond. Ook op het gewelde object werd duidelijk meeropbrengst geoogst, hoewel er visueel nagenoeg geen verschillen met het gewas op het onbehandelde object werden waargenomen. Het grootste verschil komt tot uiting in de suikeropbrengsten. Na half september heeft er op de objecten onbehandeld en geweld een hergroei plaatsgehad hetgeen ongetwijfeld ten koste is gegaan van het suikerpercentage.

Het jaar 1976 was extreem droog. De waspeen leed reeds vroeg aan droogte. Op het gespittfreesde object was de beginontwikkeling weer duidelijk slechter dan die op de overige objecten. Op de geplande oogstdatum (+ eind juli) was de opbrengst nog zeer laag. De oogst werd daarom uitgesteld tot eind september. Daar er eerst in begin september enige regen viel is de opbrengst laag gebleven. Ook in 1977 bleef het aardappelgewas (Hanza) op het gespittfreesde object duidelijk achter bij die op de andere objecten, hoewel ook hier geen sprake was van een zich goed ontwikkelend gewas. Er kwam veel

rhizoctonia voor. Mede door de algehele slechte gewasontwikkeling groeide er zeer veel hanepoot, dat moeilijk te bestrijden is.

In beide jaren was de opbrengst op het gewoelde object het hoogst. De resultaten zijn vanwege het slechte gewas weinig betrouwbaar.

De fig. 2 tot en met 4 geven aan de hand van de gemeten gewaslengten en getaxeerde bodembedekkingsgraad een indruk van de gewasontwikkeling in de jaren 1975 tot en met 1977.

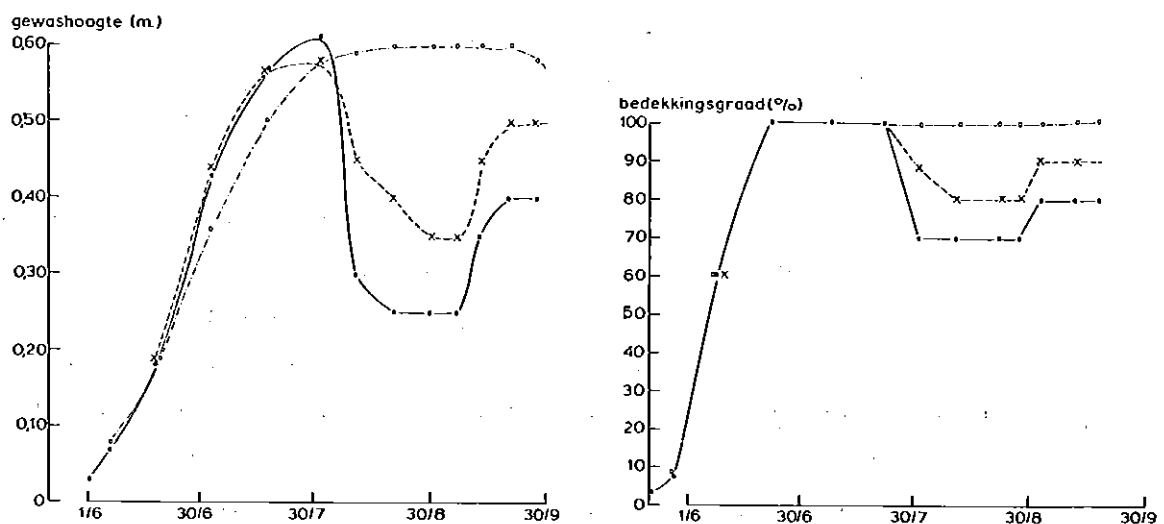


Fig. 2. Gewashoogte en bedekkingsgraad van suikerbieten in 1975 te Vredepeel

— onbehandeld
x---x woelen
o-.-.-o spitfrezen

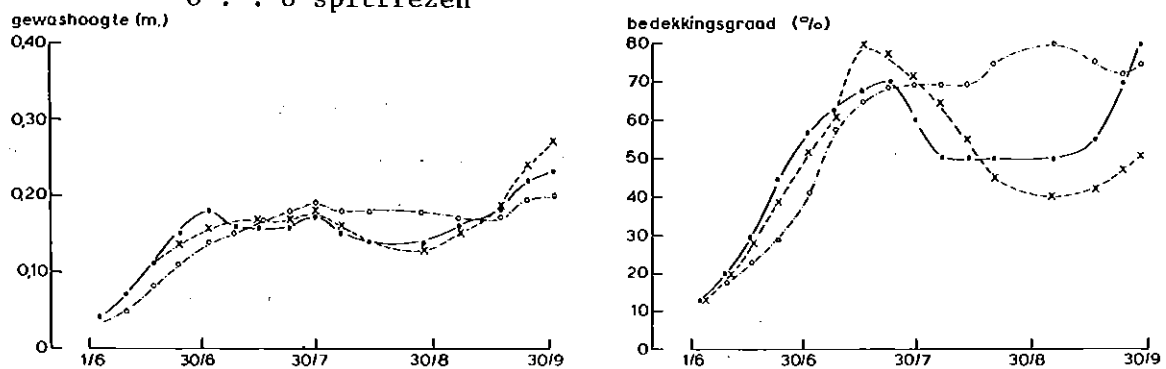


Fig. 3. Gewashoogte en bedekkingsgraad van waspeen in 1976 te Vredepeel

— onbehandeld
x---x woelen
o-.-.-o spitfrezen

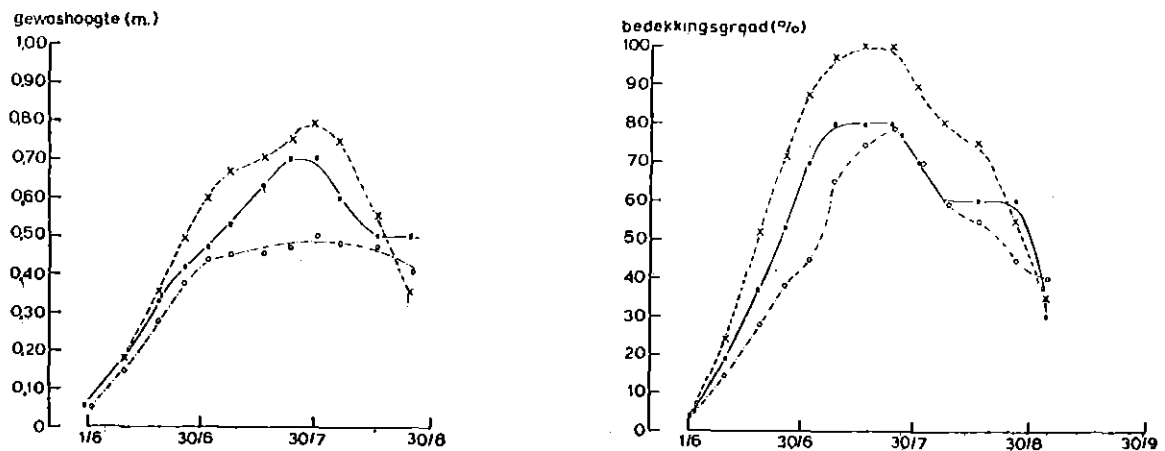


Fig. 4. Gewashoogte en bedekkingsgraad van aardappelen in 1977 te Vredepeel

—•— onbehandeld
 x---x woelen
 o-.-o spitfrezen

3.2. Proefveld te Rolde

Ook op het proefveld te Rolde heeft de grondverbetering een flinke verarming in de bovengrond tot gevolg gehad, ook hier is het direct opneembare fosfaat procentueel het sterkst gedaald. In tabel 5 staan de analysecijfers van het grondonderzoek direct na de grondverbetering vermeld.

Tabel 5. Resultaten van het grondonderzoek van de bovengrond

Rolde	% org. stof	In %	K-getal	In %	Pw	In %
Onbehandeld	5,3	100	12	100	82	100
Woelen	4,3	81	8	67	34	41
Mengwoelen	3,7	70	9	75	27	32

Op dit proefveld werden in 1976 suikerbieten en in 1977 fabrieks-
 aardappelen verbouwd. Vanwege afvriezen op 1 juni moesten de bieten
 worden overgezaaid. Geholpen door gunstige omstandigheden ontkiemde
 het zaad zeer snel, waarna zij zich op elk object goed ontwikkelden.
 In geen van beide jaren werd hier een vertraagde beginontwikkeling
 op de diepbewerkte objecten geconstateerd. Opgemerkt zij dat het
 organische stofgehalte en daarmee ook de vochthoudendheid hier ook
 hoger is dan dat van het gespitfreesde object te Vredepeel. Wel
 stierf het gewas op de verbeterde objecten iets eerder af. Het
 dalen van de gewashoogte in 1976 is een gevolg van het slap worden
 van het gewas tijdens droogteperioden. De fig. 5 en 6 geven een
 beeld van de ontwikkelingen weer. De bewortelingsdiepte op het on-
 behandelde object is hier wat groter, hoewel ook hier in 1977, even-
 als te Vredepeel, er geen verschil in bewortelingsdiepte tussen wel
 en niet behandelde grond is ontstaan. Dit in tegenstelling met het
 jaar 1976, toen de bietenwortels op de bewerkte objecten wel tot aan
 de niet losgemaakte ondergrond reikten (tabel 6).

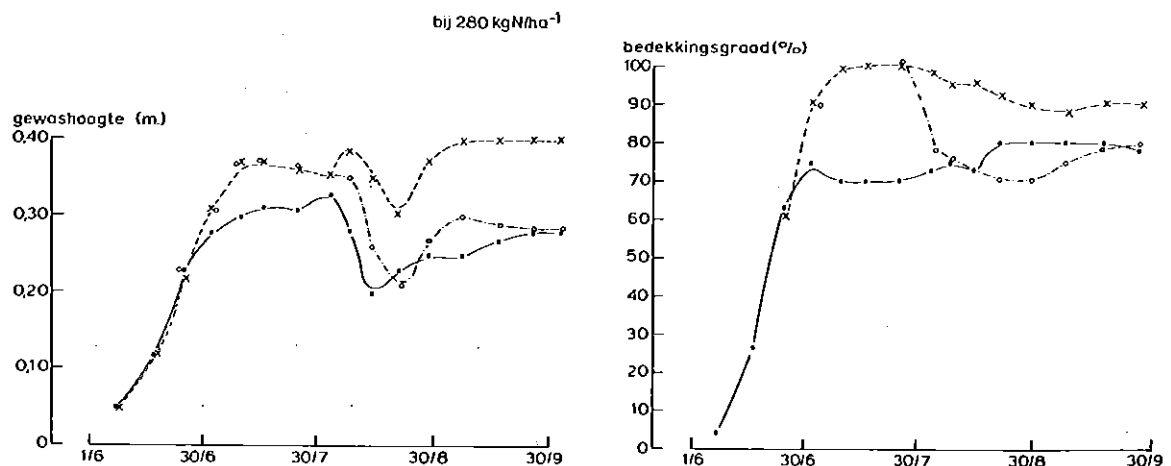


Fig. 5. Gewashoogte en bedekkingsgraad van suikerbieten in 1976 te

Rolde

—•—, onbehandeld

x---x woelen

o-.-o mengwoelen

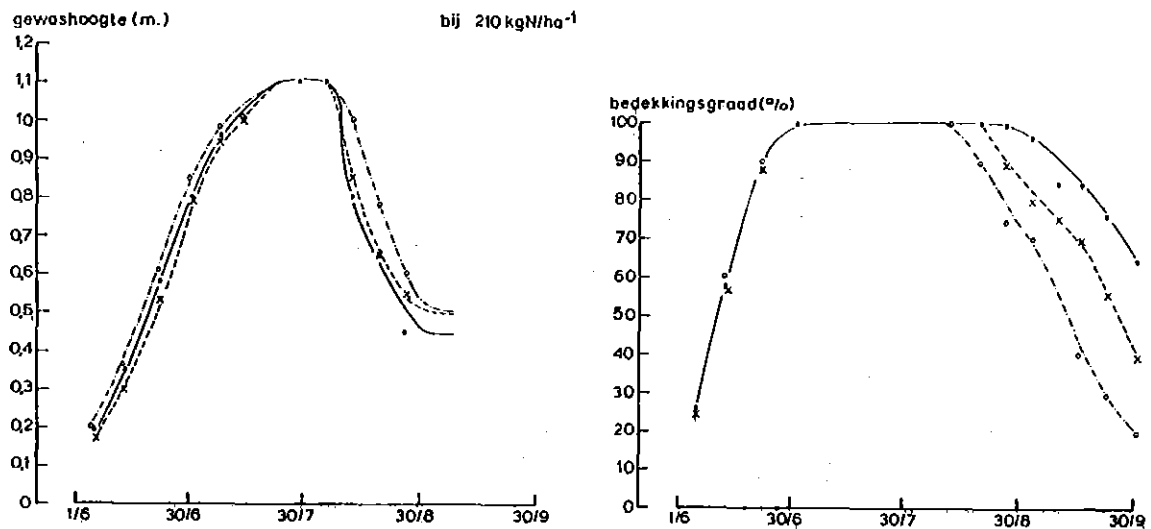


Fig. 6. Gewashoogte en bedekkingsgraad van aardappelen in 1977 te Rolde
 .—·. onbehandeld
 x---x woelen
 o-.-o mengwoelen

Tabel 6. Maximale diepte van de beworteling in m beneden maaiveld in 1976 en 1977 te Rolde

Jaar	Gewas	Onbehandeld	Woelen	Mengwoelen
1976	suikerbieten	0,60	1,00	1,00
1977	aardappelen	0,60	0,60	0,60

De opbrengst werd in beide jaren bepaald bij 5 stikstofniveaus die in drievoud op elk object waren aangelegd.

De tabellen 7 en 8 geven respectievelijk de eindopbrengsten van suikerbieten en aardappelen weer.

Tabel 7. Eindopbrengst van suikerbieten te Rolde op wel en niet verbeterde grond bij 5 stikstoftrappen in 1976 in ton/ha

Object:	Kg N/ha	0	70	140	210	280	Gem.
Onbehandeld	netto biet	34,2	38,7	40,6	40,5	40,9	39,0
	loof	16,7	21,5	25,6	35,4	40,0	27,8
	suiker	5,90	6,65	6,87	6,41	6,37	6,44
	droge stof	10,82	12,46	13,22	13,30	13,77	12,70
Woelen	netto biet	36,0	38,2	39,3	41,2	37,0	38,3
	loof	17,2	25,0	30,1	37,6	36,6	29,3
	suiker	6,26	6,52	6,50	6,43	5,62	6,27
	droge stof	10,86	12,66	13,08	13,60	12,41	12,50
Mengwoelen	netto biet	34,9	38,3	40,8	39,9	40,0	38,8
	loof	17,5	21,1	27,2	37,1	38,6	28,3
	suiker	6,19	6,75	6,94	6,33	6,27	6,50
	droge stof	10,82	12,49	13,19	13,20	13,64	12,70

Tabel 8. Opbrengst van fabrieksaardappelen te Rolde op wel en niet verbeterde grond bij 5 stikstoftrappen in 1977 in ton/ha

Object:	Kg N/ha	0	70	140	210	280	Gem.
Onbehandeld	vers knol	51,1	55,6	60,1	56,0	58,6	56,3
	o.w.g.	439	424	423	401	402	418
	uit bet. gew.	57,7	60,0	64,6	56,6	59,1	59,6
	dr. stof knol	12,2	12,9	13,9	12,4	13,0	12,9
Woelen	vers knol	50,8	57,3	56,2	54,5	53,5	54,5
	o.w.g.	413	391	397	399	404	401
	uit bet. gew.	52,8	54,4	54,2	54,4	54,1	54,0
	dr. stof knol	11,5	12,4	12,3	12,0	11,9	12,0
Mengwoelen	vers knol	50,8	57,3	60,0	57,9	53,9	55,7
	o.w.g.	413	391	431	413	408	421
	uit bet. gew.	52,8	54,4	66,3	60,3	55,5	59,5
	dr. stof knol	11,5	12,4	14,1	13,1	12,1	12,8

Op het woelproefveld te Rolde heeft het woelen gemiddeld tot nu toe nog geen positief resultaat opgeleverd. Ondanks de droogte in 1976 en de diepere beworteling van de suikerbieten op de gewoelde objecten in dat jaar, heeft het gewas veel droogteschade geleden. Evenals in de Vredepeel ging de beworteling van de aardappelen in

1977 op de gewoelde objecten niet dieper dan die op het onbehandelde.

Ook in 1977 werd op de gewoelde objecten gemiddeld geen hogere opbrengst geoogst dan op de onbehandelde grond.

Uit de gemeten opbrengsten moet voorlopig dan ook geconcludeerd worden, dat het woelen op deze grond, waar de grondwaterstand in het groeiseizoen steeds dieper is dan 200 cm beneden maaiveld, het losmaken van een ondoorwortelbare humusloze ondergrond weinig zin lijkt te hebben.

3.3. O o r z a k e n v a n d e t r a g e b e g i n o n t w i k - k e l i n g o p s t e r k v e r s c h r a a l d e g r o n d

Een positief effect van deze grondverbetering op de opbrengst van de gewassen kan bereikt worden wanneer na deze diepe grondwerking, het profiel diep en intensief doorworteld kan worden. Daartoe moet in de eerste plaats de meestal te dichte ondergrond worden losgemaakt. Voor een goede beworteling is het daarnaast ook nodig dat het vochthoudend vermogen van de grond voldoende blijft. Nu is het vochthoudend vermogen van humusloos zand, zoals dat in de ondergrond van vele zandgronden voorkomt zeer klein. Het losmaken van de grond zal de vochthoudendheid zeker niet vergroten. De enige en de praktische uitvoerbare manier om de vochthoudendheid in de ondergrond te vergroten is, dat tijdens de uitvoering het bovenste humeuze deel van het profiel gemengd wordt met het humusloze zand, hetgeen gebeurt bij gebruik van een spitsfrees of mengrotor.

Verrijking van de ondergrond betekent echter een verarming van de bovengrond, zowel wat betreft de vochthoudendheid, als de bodemvruchtbaarheid.

Zowel te Vredepeel als op grondverbeteringsproefvelden te Emmercompascuum, Borgercompagnie, De Krim en Renkum wordt nagenoeg elk jaar op de meest verschraalde objecten een vertraagde beginontwikkeling van de gewassen waargenomen.

De vraag is nu of deze trage gewasontwikkeling veroorzaakt wordt door een vochttekort in de bovengrond, of dat zij aan een te laag gehalte aan voedingsstoffen moet worden toegeschreven. In het laatste geval wordt dan vooral gedacht aan een tekort aan fosfaat.

Om hierin wat meer inzicht te krijgen werd in het voorjaar van 1976 een potproef opgesteld.

Bij deze proef van 36 potten met een inhoud van 10 liter en een oppervlakte van 400 cm^2 , werden er 18 gevuld met de oorspronkelijke bovengrond en eveneens 18 met de bovengrond van het gespitfreesde object. Het poriënvolume was bij alle potten gelijk en wel 50%. Hierbij is uitgegaan van de waarden die in het veld werden bepaald op het moment dat er gezaaid kan worden. De helft van beide series werden bemest met N.P.K. mengmest, zodat er per ha 84 kg N; 126 kg K_2O en 70 kg P_2O_5 werd gegeven. De andere helft bleef onbemest. Er werden 3 vochttrappen gerealiseerd zodanig dat de vochtspanning kon variëren tussen respectievelijk pF 1,6-2,0 (variant 1) pF 2,0-2,3 (variant 2) en pF 2,3 en 2,7 (variant 3). De gehele proef werd in drievoud opgezet.

In tabel 9 staan de analysecijfers van de gebruikte grond voor N.P.K. vermeld.

Tabel 9. Analysecijfers van de grond die werd gebruikt voor de potproef

Object:	Pw	P-getal	P-totaal	K-gehalte	K-totaal	N-water
Onbehandeld	63	56	0,09	16	0,010	0,8
Spitfrozen	21	14	0,04	11	0,011	0,5

Ook nu kwam de sterke daling van Pw en P-getal na het spitfrozen weer duidelijk tot uiting.

De potten werden ingezaaid met haver op 5 april. De kieming vond plaats in een kas gedurende 3 dagen, waarna de potten in de open lucht werden geplaatst. Vanaf 12 april tot 2 juni 1976 werden de potten om de drie dagen gewogen en de gewaslengte gemeten. Zodra het vochtgehalte beneden de toelaatbaar gestelde grens was gedaald, werd zoveel water gegeven dat de laagst toegestane vochtspanning weer werd bereikt. Er viel in deze periode slechts 32 mm regen. Aan de potten met vochttrap 1, 2 en 3 werd in totaal respectievelijk

260; 170 en 110 mm water gegeven. Tot aan begin mei was het koud weer met veel nachtvorst. De groei verliep daardoor bij alle potten traag. Tot 5 mei was er dan ook zeer weinig verschil in lengtegroei (zie fig. 7, 8 en 9). Uit deze figuren is op elk tijdstip de achterstand in lengtegroei als gevolg van vochtgebrek en die als gevolg van een tekort aan voedingsstoffen afzonderlijk in een aantal dagen af te lezen.

In tabel 10 wordt hiervan een voorbeeld gegeven, dat betrekking heeft op het verschil in lengtegroei tussen vochttrap 1 en 3; zowel met als zonder bemesting.

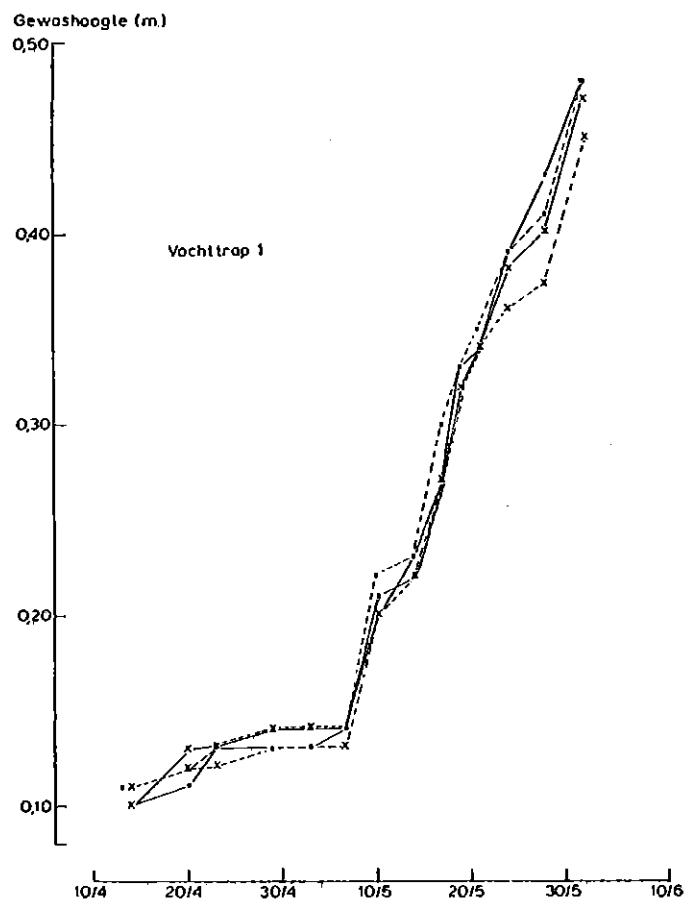


Fig. 7. Lengtegroei van haver bij een maximale uitdroging van de grond tot pF-2,0 (vochttrap 1)

- niet verschaald
- - - wel verschaald
- x niet bemest
- . wel bemest

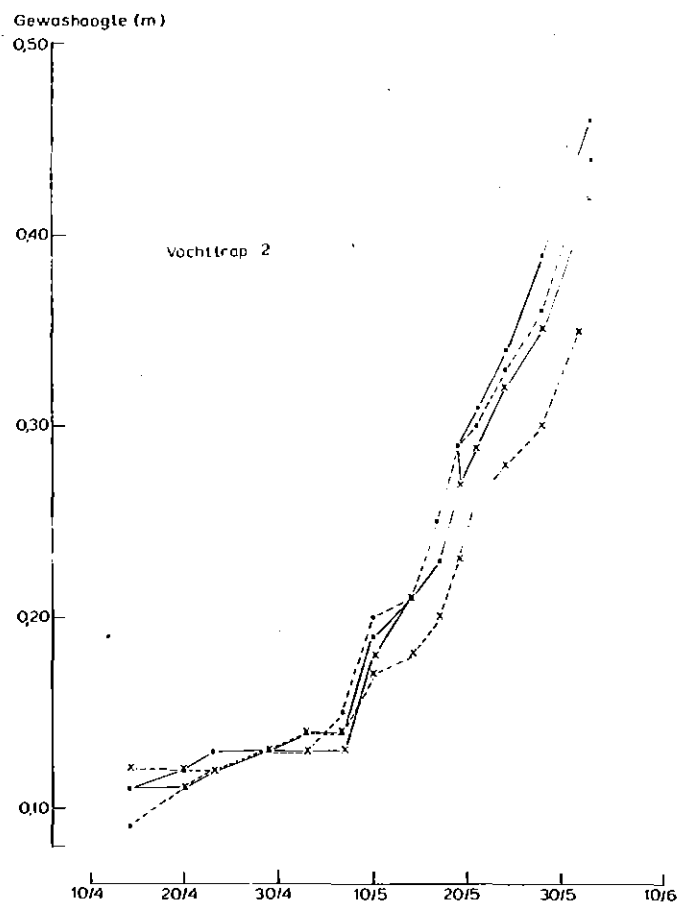


Fig. 8. Lengtegroei van haver bij een maximale uitdroging van de grond tot pF-2,3 (vochttrap 2)

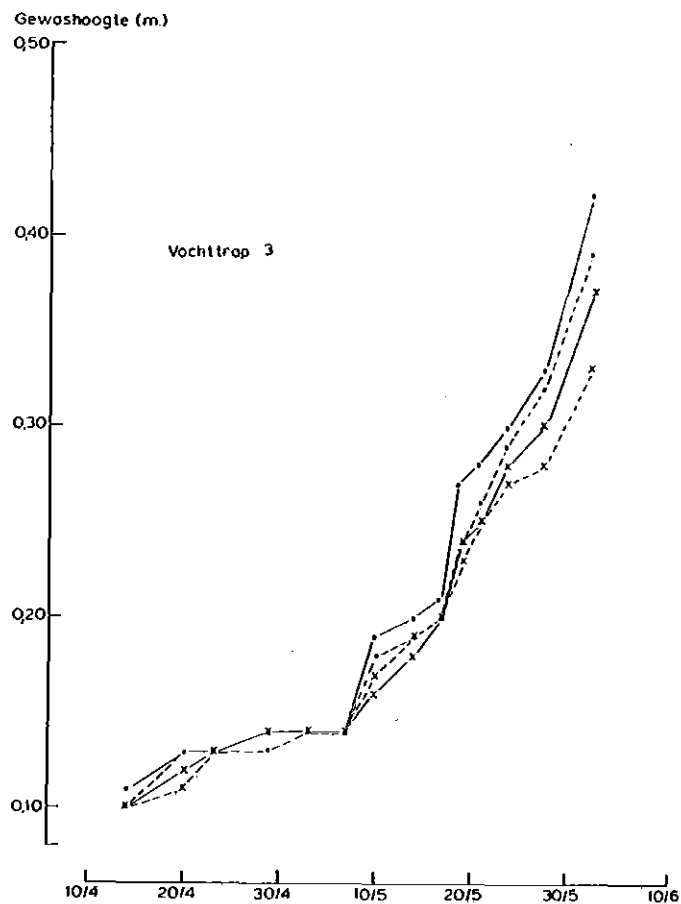


Fig. 9. Lengtegroei van haver bij een maximale uitdroging van de grond tot pF-2,7 (vochttrap 3)

Tabel 10. Achterstand in lengtegroei als gevolg van vocht, en als gevolg van tekort aan voedingsstoffen in de periode vanaf 10/5 tot 20/5 en 20/5 tot 30/5, uitgedrukt in het aantal dagen

Vochttekort	tot 20/5	tot 30/5	Voedingstekort	tot 20/5	tot 30/5
onbehandeld	5	11	vochttrap 1 onbeh.	0	1
onbehandeld + mest	5	11	vochttrap 3 onbeh.	0	1
gemengd	4	11	vochttrap 1 gemengd	2	4
gemengd + mest	6	12	vochttrap 3 gemengd	2	4

Duidelijk is wel dat de vochttoestand van de grond hierop van grotere invloed is, dan de bemestingstoestand. De invloed van een vochttekort op de lengtegroei is evenwel voor beide gronden gelijk. De invloed van de bemesting op de lengtegroei is voor het onbehandeld zowel bij nat als droog nagenoeg nihil. Voor de gemengde grond is er duidelijk een achterstand ontstaan.

In de totale droge stofopbrengst (tabel 11) komt een bemestingsinvloed duidelijk naar voren. Bij voldoende vocht en bemesting is er weinig verschil in de totale droge stofopbrengst gevonden op wel en niet verschraalde grond.

De vochttrappen 2 en 3 geven hier weliswaar een lagere opbrengst, doch het verschil tussen beide gronden blijft klein. Wordt er geen bemesting gegeven, dan ontstaat er bij elke vochttrap een zeer groot verschil in opbrengst tussen beide gronden. De vraag is dan welk voedingselement is nu verantwoordelijk voor deze verschillen. Daartoe werd na de oogst op 10 juni zowel in het gewas als ook in de grond de gehalten aan stikstof, fosfaat en kali bepaald. In onderstaande tabel wordt naast de droge stofopbrengst, de meststoffen opname in mg per pot per mm verdampt water vermeld. Voor omrekening naar kg ha^{-1} ; mm^{-1} moeten de cijfers in het tweede deel van tabel 11 met 0,25 vermenigvuldigd worden.

Uit tabel 11 blijkt dat de kali opname op gemengde en onbehandelde grond gelijk is geweest wanneer wordt bemest. De opname van stikstof en fosfaat is op 'gemengd' geringer dan op onbehandeld. Bij voldoende vocht heeft dit echter geen groot verschil in opbrengst tot gevolg gehad. Wel is een opbrengstreductie ontstaan van 12,8% op de gemengde en van 10,7% op de onbehandelde grond (zie tabel 12) (vochttrap 1 normale bemesting). Zodra er vochttekort optreedt blijkt de bemesting de opbrengst niet te beïnvloeden. Bij een normale bemesting is de opbrengstderving dan uitsluitend het gevolg van dat vochttekort. Bij geen bemesting blijkt bij een vochttekort de opbrengstreductie wel mede veroorzaakt te worden door gebrek aan voedingsstoffen.

De in de praktijk waargenomen achterstand in de beginontwikkeling kan op basis van de hierboven genoemde resultaten niet afdoende worden verklaard uit vochttekort of uit de bemestingstoestand.

Tabel 11. Opbrengst aan droge stof in gr/pot incl. wortels

	Onbehandeld	Gemengd
vochttrap 1 bemest	63,49	60,92
vochttrap 2 bemest	55,26	50,57
vochttrap 3 bemest	36,34	37,28
vochttrap 1 niet bemest	62,93	51,48
vochttrap 2 niet bemest	47,12	31,50
vochttrap 3 niet bemest	36,29	30,64

Meststofopname, mg per pot per mm verdampt water

Vochttrap	Bemest						Niet bemest					
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	gem.	onbeh.	gem.	onbeh.	gem.	onbeh.	gem.	onbeh.	gem.	onbeh.	gem.	onbeh.
1	3,3	3,9	1,7	2,2	10,0	10,0	2,6	3,1	1,4	2,1	8,7	10,7
2	2,8	3,8	1,5	2,4	11,5	12,0	1,6	2,6	1,0	1,9	8,2	10,3
3	3,3	4,7	1,5	2,3	11,0	10,7	2,4	3,2	1,4	2,1	9,9	10,9
gem.	3,1	4,1	1,6	2,3	10,8	10,9	2,2	3,0	1,3	2,0	8,9	10,6

Tabel 12. Opbrengstreducties door vocht- en bemestingstekort

Vochttrap	Bemest				Niet bemest			
	vocht		bemesting		vocht		bemesting	
	gem.	0	gem.	0	gem.	0	gem.	0
1	0	0	12,8	10,7	4,3	0	22,7	10,7
2	28,5	21	0	0	35,7	27,1	20	11,4
3	47	47	0	0	48,6	47	7,1	0

Fig. 10 geeft het verband weer tussen de verdamping en de opbrengst. Wanneer de potentiële opbrengst bij de maximale verdamping als maatgevend wordt beschouwd (= 100%), dan kan van elke vochttrap de opbrengstreductie worden berekend die het gevolg is van verdam-

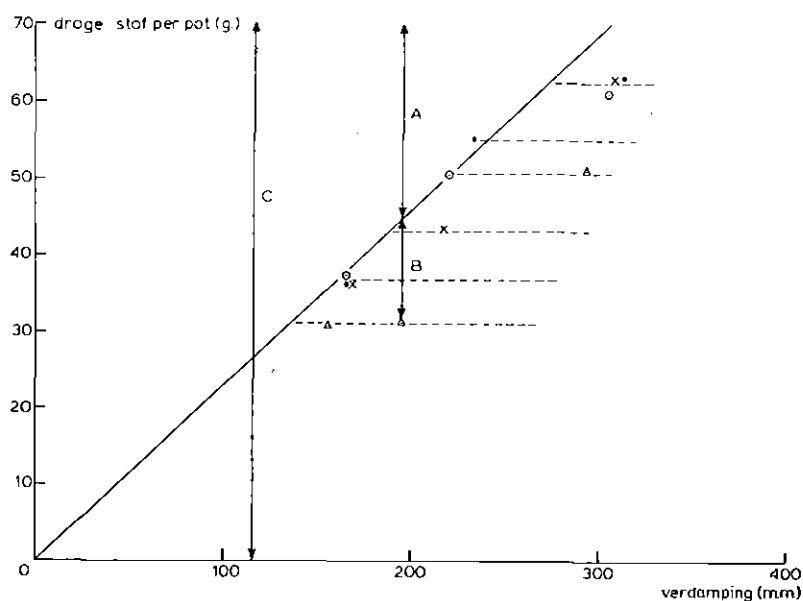


Fig. 10. Verband tussen verdamping en droge stofopbrengst van haver bij de vochttrappen 1, 2 en 3
 . onbehandeld bemest
 x onbehandeld niet bemest
 O spitfrezen bemest
 Δ spitfrezen niet bemest

pingstekort en van het bemestingstekort. In fig. 10 is C de potentiële, maatgevende opbrengst. Voor een bepaald geval is $\frac{B}{C} \times 100\%$ de opbrengstreductie door bemestingstekort en $\frac{A}{C} \times 100\%$ de opbrengstreductie door vochttekort.

3.4. B e r e k e n d e g e w a s p r o d u k t i e

Naast het rechtstreeks meten van de produktie door middel van opbrengstbepaling, is het ook mogelijk de produktie van het gewas te berekenen.

Bij deze door RIJTEMA (1965) ontwikkelde methode is de dagelijkse potentiële produktiesnelheid gebaseerd op de rechtstreekse omzetting van CO_2 en H_2O in CH_2O . Voor een uitgebreide beschrijving hiervan kan worden verwezen naar ICW nota nr 794, RIJTEMA (1974). Het reken-

model ziet er als volgt uit:

$$P_{\text{pot}} = F \cdot P_o + (1 + F) P_c \quad \text{kg.ch}_2\text{O ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$$

Hierin is: P_c =produktiesnelheid op onbewolkte dagen ($\text{kg.ch}_2\text{O ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$)

P_o =produktiesnelheid op bewolkte dagen ($\text{kg.ch}_2\text{O ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$)

F = fractie van de dag met bewolkte hemel

Voorts is $F = (H_c - H_a) / (0,8 H_c)$

H_c =straling op een heldere dag ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dag}^{-1}$)

H_a =is de gemeten straling en H_a is $0,5 H_{sh}$

H_{sh} =globale kortgolvlige straling ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dag}^{-1}$)

De gewasproductie is nu $P = \frac{0,5 + 4,4}{r_a + r_s + 4,4} Sc \cdot \alpha \cdot P_{\text{pot}}$

P = actuele productie van het gewas $\text{kg ch}_2\text{O ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$

r_a = uitwisseling weerstand tussen gewas en atmosfeer sec. cm^{-1}

r_s = oppervlakte weerstand voor CO_2 transport (mm Hg.dag.mm^{-1})

α = efficiency factor voor fotosynthese (0,4-0,7)

(vgl. energievergelijking $\alpha = 0,6$)

Sc = bedekkingsgraad van het gewas

Voor r_s geldt:

$$r_s = (DH_2O/DCO_2) \cdot r_s = 1,8 r_s$$

DH_2O = diffusiecoëfficiënt voor waterdamp

DCO_2 = diffusiecoëfficiënt voor CO_2

$$r_s = \frac{\Delta + \gamma}{\gamma} \cdot \left(\frac{E_{\text{wet}}}{E_{\text{act}}} - 1 \right) \cdot r_a$$

Δ = helling aan verzadigde dampspanningstemperatuur curve bij gemeten gemiddelde temperatuur op ca. 2 m boven maaiveld

γ = psychrometer constante $\approx 0,49$

E_{act} = gemeten gewasverdamping mm etm^{-1}

E_{wet} = verdamping van een optimaal met water voorzien gewas

$$r_a = \frac{1}{f(z_o, d) \cdot u^{0,75}}$$

$f(z_o, d)$ = gewas ruwheidsfunctie

u = windsnelheid, gemiddeld per periode $m^{sec^{-1}}$

$$E_{wet} = \frac{\Delta H_{nt}/L + \gamma \{f(z_o, d) \cdot u^{0,75}\} (\epsilon_a - e_a)}{\Delta + \gamma} \quad (mm \cdot dag^{-1})$$

$$H_{nt} = (1 - r) H_{sh} - n_{H_{10}}^{nt}$$

r = reflectie coëfficiënt van gewas

$n_{H_{10}}^{nt}$ = langgolvlge straling

$$n_{H_{10}}^{nt} = \sigma (273 + T_a)^4 (0,56 - 0,092 \sqrt{E_a}) (0,10 + 0,90 \frac{n}{N})$$

T_a = luchttemperatuur $^{\circ}C$

ϵ_a = verzadigde dampspanning behorende bij T_a (mm Hg)
 e_a = actuele dampspanning (mm Hg) } gemeten op 2 m hoogte

L = latente verdampingswarmte $cal \cdot 10 \cdot g^{-1}$

σ = constante van Boltzman ($118,10^{-9} cal \cdot cm^{-2} \cdot dag^{-1} \cdot ^{\circ}K^{-4}$)

n = aantal minuten v.d. dag heldere zonneschijn

N = maximaal mogelijk aantal minuten zonneschijn per dag

Tabel 13. Potentiële produktie op zonnige dagen, P_c en bewolkte dagen P_o in $kg \cdot CH_2O \cdot ha^{-1} \cdot dag^{-1}$ op $52^{\circ} NB$

Straling H_c $cal \cdot cm^{-2} \cdot dag^{-1}$	P_o $kg \cdot ha^{-1} \cdot dag^{-1}$	P_c $kg \cdot ha^{-1} \cdot dag^{-1}$
50	50	130
100	90	190
150	125	250
200	160	320
250	170	375
300	220	405
350	250	480
400	275	500
450	290	580

Tabel 14. Helling aan verzadigde dampspanning - temperatuur curve Δ

Ta °C	5	10	15	20	25
ea mm Hg	6,5	9,2	12,8	17,5	22,6
Δ mm Hg °C ⁻¹	0,46	0,62	0,82	1,09	1,42

Tabel 15. Verband tussen gewashoogte en de ruwheidsfactor ($f(z_0,d)$) en tussen windsnelheid U op 2 meter hoogte en $U^{0,75}$

Gewashoogte cm	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$f(z_0,d) = 0,87$ $\log(1-0,07)$ mm hg ⁻¹		0,60	0,87	1,13	1,28	1,39	1,48	1,55	1,60	1,66	1,70
Windsnelheid U (m sec ⁻¹)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0
$U^{0,75}$	0,59	1,0	1,35	1,68	1,99	2,28	2,56	2,80	3,34	3,84	4,31

Te Vredepeel werden gedurende het groeiseizoen periodieke proefoogsten verricht. In de fig. 11 tot en met 13 zijn de gemeten groeicurven in beeld gebracht. De waspeen in 1976 is na de regen in begin september nog tot een redelijke groei gekomen (fig. 12). De fig. 14 tot en met 17 geven de berekende groeicurven weer van de gewassen suikerbieten en aardappelen. De voor de berekening zeer belangrijke gegevens, te weten de vochtonttrekking uit het profiel en de bedekkingsgraad hebben alleen betrekking op de plek waar de periodieke vochtmetingen werden verricht. Deze meetplek heeft slechts een oppervlakte van ca. 0,5 m². De opbrengst werd gemeten in de directe omgeving van de meetplek. Zowel afwijkingen in de grond als onregelmatigheden in het gewas door ziekte-aantasting kunnen tot gevolg hebben dat er soms vrij grote verschillen tussen de berekende en de gemeten opbrengst zijn.

De berekende opbrengsten hebben betrekking op de totale droge stofproduktie. Hieronder is dus ook begrepen de hoeveelheid droge stof aanwezig in het wortelstelsel en de hoeveelheid in het blad dat vóór de oogst reeds is verdord en afgevallen, waardoor het bij

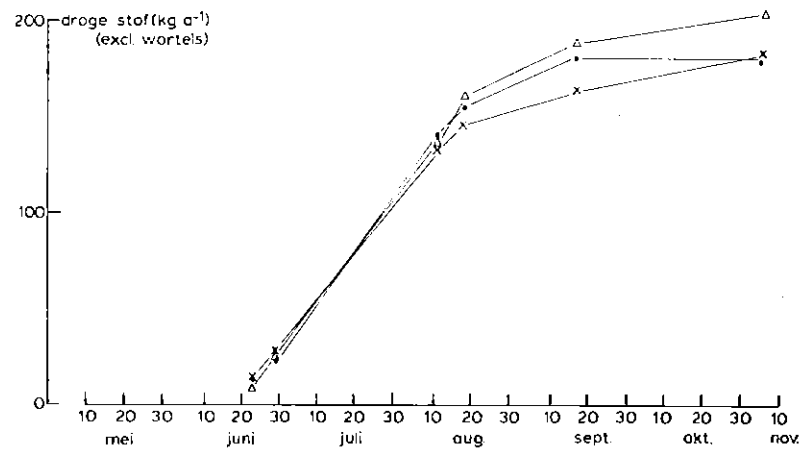


Fig. 11. Gemeten groeicurven van suikerbieten in 1975 te Vredepeel
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ spitfrozen

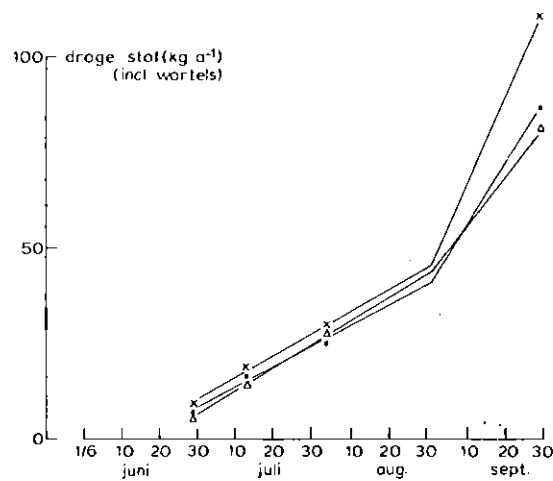


Fig. 12. Gemeten groeicurve van waspeen in 1976 te Vredepeel
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ spitfrozen

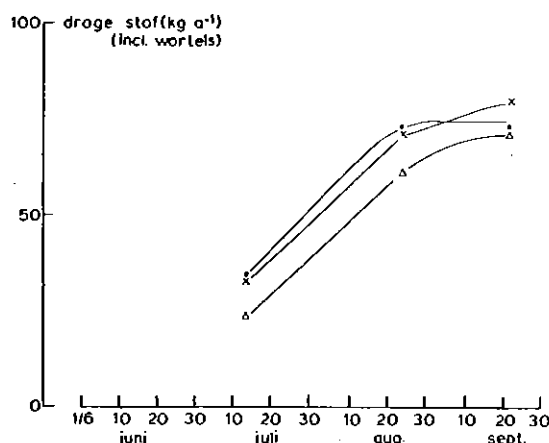


Fig. 13. Gemeten groeicurven van aardappelen in 1977 te Vredepeel
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ spitfreen

de eind oogst niet wordt gemeten. Daarom is de berekende gewasproductie altijd hoger dan die wordt gemeten.

In fig. 14 zijn de berekende opbrengstcurven te zien van de suikerbieten te Vredepeel in 1975. Ook uit deze curven komt de meeropbrengst door grondverbetering duidelijk tot uiting. Op het gespit-freesde object is het verschil tussen de berekende en gemeten opbrengst nogal groot. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een onregelmatige stand van de bieten als gevolg van een pleksgewijze aantasting van rhizoctonia. Bij de aardappelen is het verschil tussen de berekende en gemeten opbrengsten relatief klein (fig. 15). Van het zeer slechte gewas waspeen in 1976 is geen groeicurve berekend.

Te Rolde geven de bieten in 1976 volgens de berekening op het gewoelde object een hoge meeropbrengst ten opzichte van die op het onbehandelde object (fig. 16). Ook de gemeten opbrengsten in de directe omgeving van de waarnemingspunten waren op de gewoelde grond hoger dan op het onbehandelde object.

Bij onderzoek bleek dat op het gewoelde object in het profiel ter plaatse van de metingen de dikte van de humeuze laag ca. 10 cm groter was dan op het onbehandelde object. Plaatselijk werd een venige

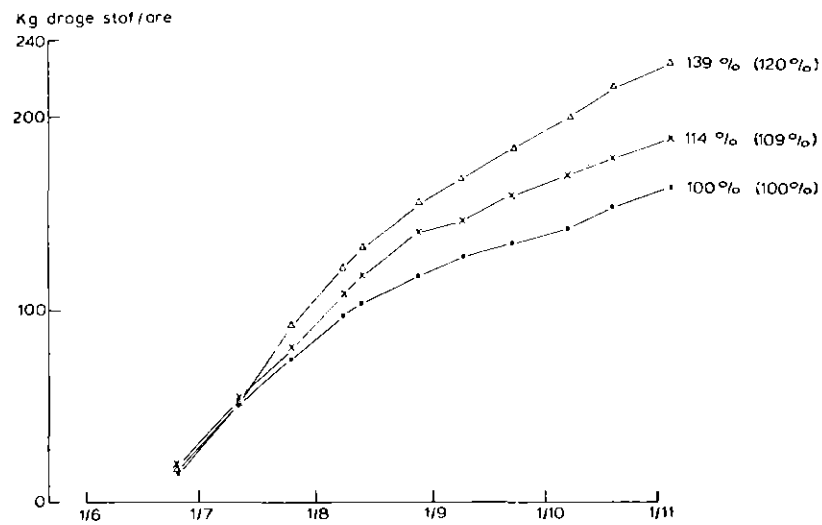


Fig. 14. Berekende groeicurven van suikerbieten in 1975 te Vredepeel
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ spitfrozen
 100% is berekende opbrengst in % (88%) is gemeten opbrengst
 in %

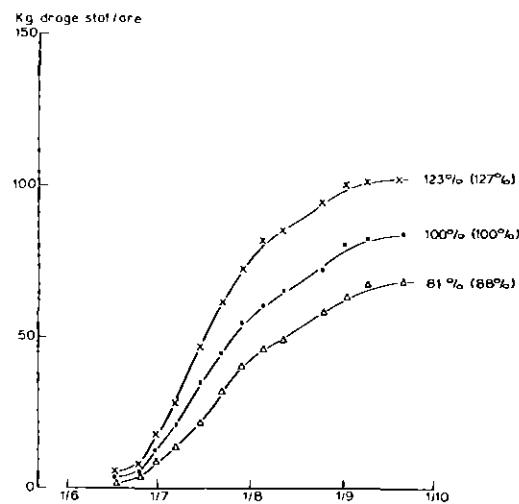


Fig. 15. Berekende groeicurven van aardappelen in 1977 te Vredepeel
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ spitfrozen
 100% is berekende opbrengst in % (88%) is gemeten opbrengst
 in %

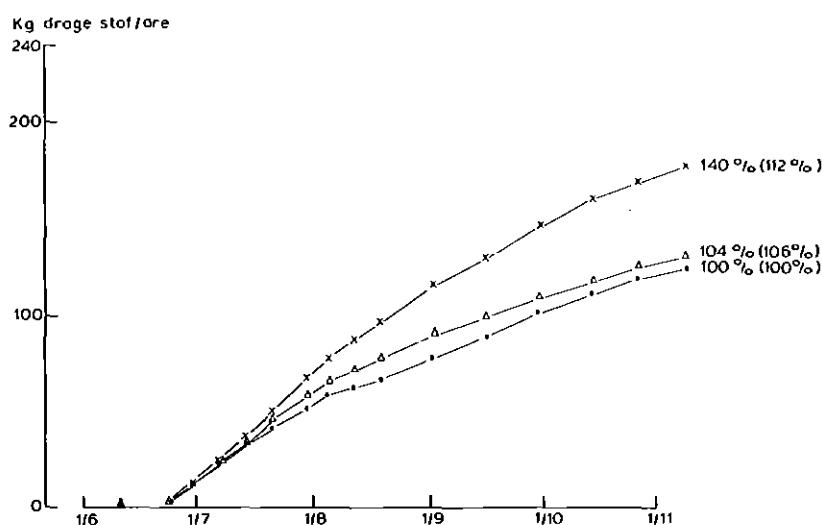


Fig. 16. Berekende groeicurven van suikerbieten in 1976 te Rolde
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ mengwoelen
 100% is berekende opbrengst in % (88%) is gemeten opbrengst in %

laag van ca. 7 cm dikte aangetroffen. Het vochthoudend vermogen van de grond is hierdoor groter dan ter plaatse van de metingen op het onbehandelde object. Mede gelet op de resultaten elders op het proefveld is het niet waarschijnlijk, dat de hogere opbrengsten ter plaatse van metingen, een gevolg is van de grondverbetering. Gemiddeld over het gehele proefveld waren de opbrengsten op alle objecten nagenoeg gelijk (zie tabel 7). Op de objecten 'onbehandeld' en 'gemengwoeld' komen de berekende en de gemeten opbrengsten relatief goed overeen.

Ook in 1977 (fig. 17) toen de metingen op een ander deel van het proefveld werden verricht, is het verschil tussen de berekende en gemeten opbrengsten relatief klein. Ter plaatse was de opbrengst op de gewoelde objecten kleiner. Uit de groeicurve blijkt dat deze verschillen eerst na omstreeks 10 september zijn ontstaan. Vanaf die datum stierven de aardappelen op de gewoelde objecten dan ook sneller af dan op het onbehandelde object. Ter plaatse van de metingen werd in 1977 visueel geen droogteschade aan het gewas waargenomen.

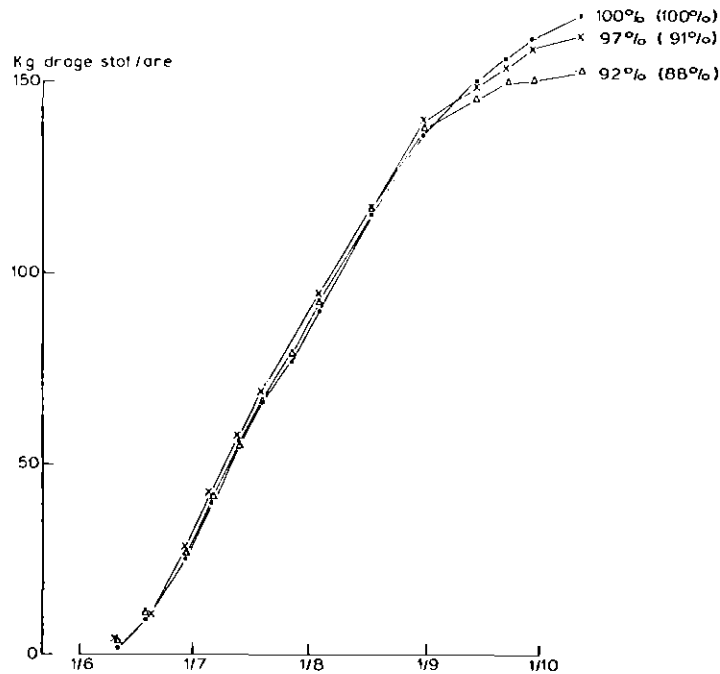


Fig. 17. Berekende groeicurven van aardappelen in 1977 te Rolde
 . onbehandeld
 x woelen
 Δ mengwoelen
 100% is berekende opbrengst in % (88%) is gemeten opbrengst
 in %

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het voor- en najaar van 1975 werden respectievelijk op de proefboerderijen te Vredepeel en te Rolde een grondverbeteringsproefveld aangelegd op een zogenaamde veldpodzolgrond.

Het doel van deze grondverbetering is om door vergroting van de bewortelingsdiepte de droogtegevoeligheid te verkleinen.

Op beide proefvelden werden twee methoden van grondverbetering toegepast, namelijk één waarbij de humeuze bovengrond wordt gemengd met het humusloze zand uit de ondergrond en één waarbij alleen de ondergrond wordt losgemaakt.

Op deze gronden is de vochtleverantie de beperkende factor voor

de grootte van de opbrengst van de gewassen. De beworteling gaat hier meestal niet dieper dan de dikte van de humeuze bovengrond. Deze laag bevat echter meestal te weinig water om tijdens droogte het gewas in voldoende mate van water te voorzien.

De humusloze ondergrond is in natuurlijke toestand te dicht voor wortelgroei. Voor een optimale groei zal daarom een deel van de waterbehoefte geleverd moeten worden via capillaire opstijging vanuit het grondwater.

De afstand tussen de onderkant van de bewortelingszone en de grondwaterspiegel bepaalt in sterke mate de omvang van deze leverantie. Hoe kleiner deze afstand hoe meer water en per tijdseenheid geleverd kan worden.

De grondverbetering heeft dan ook tot doel de bewortelingsdiepte te vergroten door de ondergrond los te maken.

Op gronden waar de grondwaterstand zich constant zeer diep onder het maaiveld bevindt zal het effect van de grondverbetering gering zijn, omdat de humusloze zandlaag van nature maar weinig water bevat en de afstand tot het grondwater ook na het losmaken nog te groot blijft.

Uit de resultaten die op deze proefvelden werden opgedaan blijkt dan ook dat te Vredepeel, waar de grondwaterdiepte tijdens het groeiseizoen varieert van 1,25 tot 1,70 meter onder het maaiveld, na het losmaken van de ondergrond tot $\pm 0,90$ meter een meeropbrengst mogelijk is.

Te Rolde, waar het grondwater zich bevindt op diepten variërend tussen 2,00 en 2,70 meter beneden maaiveld is tot nu toe geen positief resultaat van de grondverbetering gemeten.

Op deze droogtegevoelige gronden komen na droogteperioden, vrij kleine verschillen in de profielopbouw al snel tot uiting in de groei van het gewas.

Behoudens enkele gevallen bleken, de met behulp van meetgegevens aan grond en gewas en waarnemingscijfers met betrekking tot de weersgesteldheid, de berekende opbrengsten relatief goed overeen te komen met de gemeten opbrengsten.

Op het proefveld te Vredepeel werd veel last ondervonden van rhizoctonia in suikerbieten en aardappelen.

De waspeen die in het extreem droge jaar 1976 werd verbouwd heeft vanaf het begin van het groeiseizoen op alle objecten zeer sterk van de droogte te lijden gehad.

Zeer waarschijnlijk bleef hierdoor de bewortelingsdiepte op alle objecten gering, waardoor er in dat jaar geen water vanuit het grondwater aan het gewas ten goede kon komen. Ook in 1977 bleef de bewortelingsdiepte van de aardappelen op beide proefvelden beperkt. Om-trent de oorzaak hiervan zal nog nader onderzoek nodig zijn.

Een kwalijk aspect vormt tenslotte nog het feit dat na een verschraling van de bovengrond de begin ontwikkeling van de gewassen vaak achterblijft bij die op het onbehandelde of de minder verschraalde objecten. Uit de resultaten van een in 1976 minder uitgevoerde potproef bleek onder meer dat vooral de lengtegroei van het gewas sterk verband houdt met de vochtvoorziening. De opbrengst kan zowel door vochtgebrek als door een tekort aan voedingsstoffen worden gereduceerd.

Bij normale bemesting en voldoende vocht is op beide gronden een nagenoeg even grote opbrengstreductie opgetreden als gevolg van een tekort aan voedingsstoffen. Bij te weinig vocht was er alleen opbrengstderving als gevolg van het vochttekort. Zonder een bemesting treedt er ook bij een minder goede vochtvoorziening opbrengstreductie op door een tekort in de bemestingstoestand.

De opname van de hoeveelheid stikstof en fosfaat per mm verdampt water is op de gemengde grond ook na een normale bemesting steeds lager dan op de onbehandelde grond. De opgenomen hoeveelheid kali is voor beide gronden na bemesting gelijk. Opbrengstderving door bemestingstekort moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan fosfaat, stikstof, of beide.

LITERATUUR

- HOUBEN, J.M.M.Th. en P. V.D. SLUIJS. Verslagen over 1975 tot en met 1977 van het proefveld diepe grondbewerking op de proefboerderij 'Vredepeel'.
- RIJTEMA, P.E. (1974). Produktie en verdamping in de moderne bodemkunde. Nota ICW 794.
- VERHAEGH, W.B. en R. WIEBING (1978). Verbetering veldpodzolen. De vochthuishouding in 1975 tot en met 1977. Nota ICW 1041.