

MEDEDELING 31

(With a summary)

(Mit einer Zusammenfassung)

EEN ONDERZOEK
OVER DE STAND VAN AARDBEIEN
IN KENNEMERLAND

An investigation
on differences in vigour of strawberries
in Kennemerland

Eine Untersuchung
über Wachstumsfaktoren bei Erdbeeren
in Kennemerland

door Ir. P. DELVER
(Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen)

Verschijnt tevens als no. 661 in de serie Verslagen van
Landbouwkundige Onderzoekingen

**INSTITUUT VOOR
BODENVRUCHTBAARHEID
Van Hallweg 8 - GRONINGEN**

PROEFSTATION VOOR DE GROENTETEELT IN DE VOLLEGROND IN NEDERLAND
TE ALKMAAR - HOEVERWEG 6 - TELEFOON 02200 - 16541

inleiding

De teelt van aardbeien is tot voor enkele jaren een van de peilers van de tuinbouw in Kennemerland geweest. In het gebied tussen Beverwijk en Heemskerk werd doorgaans een vierde van het totale tuinbouwareaal, ongeveer 150 ha, met aardbeien beteeld. In de loop van de jaren vielen bij deze teelt vele verbeteringen te bespeuren. Het gebruik van gezond, virusvrij plantmateriaal, ziektebestrijding, grondontsmetting en het gebruik van steeds produktievere of tegen ziekten resistentere rassen hebben het productiepeil sterk verbeterd. Ook de

eigen watervoorziening door middel van pompinstallaties heeft sedert 1949 veel tot verbetering van de tuinbouw in dit gebied bijgedragen. Kennemerland kon zich dan ook steeds met de beste aardbeigebieden van ons land meten. In 1955 bedroeg de produktie hier ongeveer 110 kg per are, een peil dat in die tijd gunstig afstak tegenover sommige andere gebieden. Sedertdien is deze produktie nog verder gestegen.

Ondanks de geschetste vooruitgang werden in 1955 nog grote verschillen in ontwikkeling van het gewas waargenomen, verschillen die met variaties in opbrengst van 60 tot 150 kg per are samengingen en die erop wezen, dat de produktie op verscheidene akkers nog sterk werd beïnvloed door ongunstige factoren. Om deze factoren te leren kennen werden in dat jaar op 200 akkers met het toen veel geteelde ras Oberschlesiën (plaatselijk Moulin Rouge genoemd) gegevens voor een proefplekkenonderzoek verzameld. De aanwijzingen die dat onderzoek heeft opgeleverd, worden in deze publikatie beknopt weergegeven. Elders zal hierover uitvoeriger worden gerapporteerd. Door onvoorziene omstandigheden moest de bewerking van het zeer omvangrijke cijfermateriaal een aantal jaren worden uitgesteld, zodat publikatie thans plaats vindt, geruime tijd nadat de basisgegevens werden verzameld.

Gezien de veranderingen die zich sedert 1955 in het gebied tussen Beverwijk en Heemskerk hebben voltrokken, lijken de bij dit onderzoek verkregen inzichten, vooral die betreffende de betekenis van het grondwater, voor Kennemerland weinig actueel meer. Deze publikatie vindt echter mede rechtvaardiging in de algemene strekking van sommige aanwijzingen. Deze kunnen een bijdrage leveren tot de kennis over het aardbeigewas en over de betekenis van het grondwater voor de vochtvoorziening op zandgronden.

Bij de verzameling van gegevens in het veld in de zomer van 1955, werd de zeer gewaardeerde medewerking ondervonden van personeel van de Rijkstuinbouwconsulent te Amsterdam, Ir. G. W. van der Helm. Het betrof de heren J. C. Muyen, W. H. Houtwipper, J. J. Beentjes en A. Th. Jansen. Mej. J. Staal, analyste van het Proefstation voor de Groenteteelt te Alkmaar, voerde een deel van de chemische analyses uit. Met erkentelijkheid wordt hier ook de statistische toetsing van een deel van het materiaal door Ir. J. van der Boon (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid) en door Ir. D. C. Post (destijds Centrum voor Landbouwwiskunde) gememoreerd.

beschrijving van het gebied

De tuinbouw in het gebied tussen Beverwijk en Heemskerk was vanouds ingesteld op intensieve vollegronds groenteteelt. In de laatste 10 jaren zijn hierin echter grote veranderingen gekomen. Het oorspronkelijke areaal van ca 600 ha is door stadsuitbreiding sterk ingekrompen. Door verschillende oorzaken, o.a. de moeilijke arbeidsvoorziening, is de met aardbeien beteelde oppervlakte teruggelopen tot enkele tientallen ha. Kassen, merendeels verrolbaar, hebben het gebied een ander aanzien gegeven. Het accent werd meer verschoven naar o.a. de teelt van bloembollen en bloemen. De eigen watervoorziening breidde zich verder uit, waarbij naast de aanvankelijk toegepaste greppelbevloeiing vooral ook de regeninstallatie naar voren kwam. Ook de aardbeiteelt zelf heeft veranderingen te zien gegeven, waarvan chemische onkruidbestrijding, rasverschuivingen en vooral zomerplanting de belangrijkste zijn. De overgang van voorjaars- naar zomerplanting werd mogelijk gemaakt door de ontwikkeling van regeninstallaties en door rassen die vroeg plantmateriaal leveren, zoals Talisman en Senga Sengana.

De grond bestaat uit meestal ontkalkt zand, dat tot het oude duinlandschap moet worden gerekend. In het westen, langs de voet van de duinen, zijn sommige percelen met koolzure kalkhoudend jong duinzand overstoven. Hierdoor en ook als gevolg van bekalkingen wordt in dit gebied een grote spreiding in de zuurgraad aangetroffen. De pH-KCl van de onderzochte percelen vertoonde bijvoorbeeld een spreiding van 3.9 tot 7.9; het gehalte aan kool-

zure kalk varieerde van 0,0 tot 3,0 %. DELVER en STRUYS [8] toonden aan dat bekalken, gezien de vaak voorkomende lage pH, op vele percelen een belangrijke oogstvermeerderende maatregel voor groenten en bloembollen is.

Het humusgehalte is doorgaans laag en varieert op de meeste percelen van 1 tot 2,5 %. Soms worden, als gevolg van vochtiger ligging, iets hogere gehalten tot 3 à 4 % aangetroffen. Naast de snelle vertering van organische stof heeft ook het diepspitten, wat in verband met de bloembollenteelt nogal eens plaats vond, het ontstaan van hogere humusgehalten verhinderd.

Uit het oogpunt van voedingstoestand zijn de geestgronden, door het zeer lage gehalte aan afslibbare delen (2—4 %) en organische stof, arm te noemen. Oplosbare meststoffen spoelen gemakkelijk uit. Het geregelde gebruik van verteerde stalmest naar gemiddeld 80 ton per ha per jaar is dan ook noodzakelijk voor het bereiken van goede teeltresultaten. Ook de fosfaattoestand is aan de lage kant. VISSER [26] toonde in 1942 aan dat de productie van aardbeien hierdoor in verscheidene gevallen ongunstig werd beïnvloed.

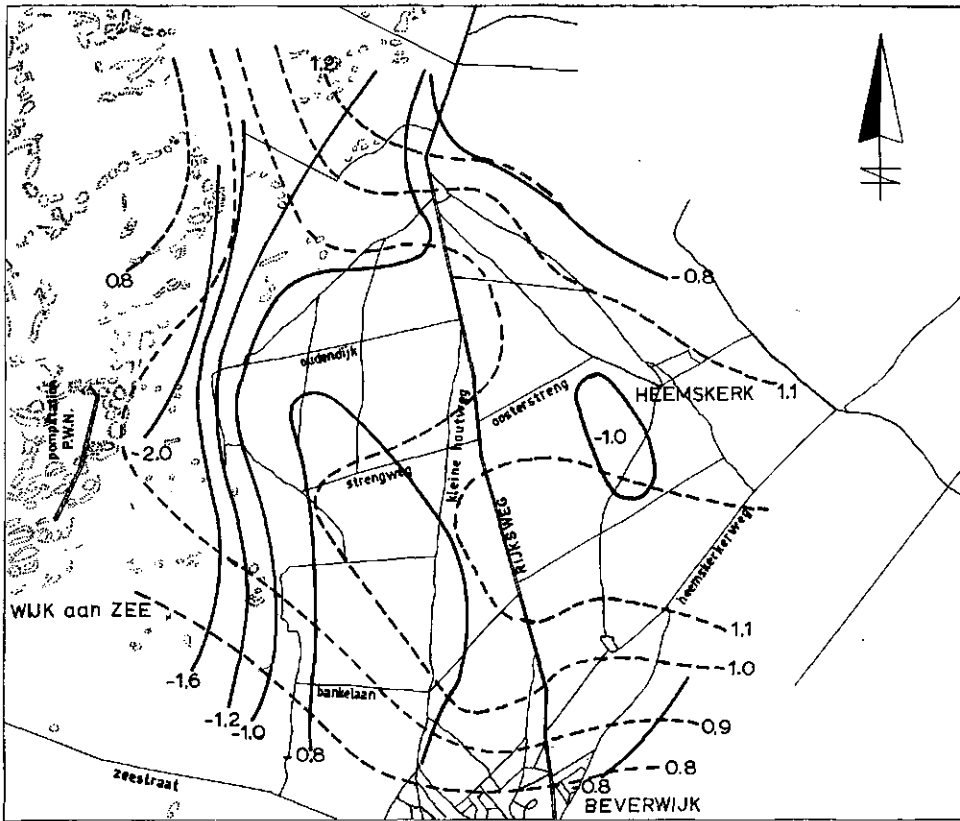
Hoewel de geestgronden qua textuur zeer uniform van opbouw zijn, komen grote verschillen voor in diepte en hoeveelheid roest in het profiel. Zo worden in een strook van enkele honderden meters breedte langs de voet van de duinen sterk roestige, min of meer roodbruin gekleurde gronden aangetroffen. Het uitvlokken van ijzerverbindingen staat hier in verband met het aan de oppervlakte treden van drangwater uit de duinen. Dat de roodbruine kleur hier tot in de bouwvoor zichtbaar is, hangt mede samen met de relatief lage ligging ten opzichte van het grondwater. Door DE ROO [20] werd een bodemkartering van de Kennerlandse gronden uitgevoerd. Hij paste daarbij een indeling toe naar waterhuishoudkundige kenmerken.

Tegenover de uniforme opbouw van het profiel staan zeer grote verschillen in de natuurlijke vochtvoorziening. Het landschap helt vanaf de duinen tot aan het poldergebied in het oosten van ca 5 tot 0,5 meter + N.A.P. Het gedrag van het grondwater vertoont sterke verschillen als gevolg van de topografie van het gebied, drangwater, neerslag, verdamping en ontwatering door middel van sloten. De doorlatendheid van de grond is groot en de capillaire opstijging van het grondwater gering. Zo ligt het midden van de open capillaire zone doorgaans slechts 30 tot 40 cm boven het grondwater [VISSER 26]. Omdat ook het

waterbergend vermogen van deze gronden gering is, zijn de gewassen in een droge tijd zonder kunstmatige vochttoevoer sterk op het grondwater aangewezen. Vanouds is dit water in Kennemerland de sleutel tot succes in de tuinbouw geweest. Toenemende klachten over verdroging, toegeschreven aan verlaging van de grondwaterstand door kunstmatige oorzaken (industriële winning van diepwater in de duinen en verlaging van het polderpeil in het oosten) zijn dan ook reeds in 1942 voor VISSER aanleiding geweest een diepgaand onderzoek naar de waterhuishouding van het gebied en naar de oorzaken van de verdroging in te stellen. Daarbij diende de vanouds zo belangrijke aardbei als proefgewas, mede omdat de klachten speciaal dit gewas betroffen.

Uit dit onderzoek bleek dat het grondwater van winter tot zomer een schommeling door-
maakt die van jaar tot jaar en afhankelijk van de ligging in het gebied, verschillend is. De groei van de aardbei bleek vooral slechter en de droogteschade groter te zijn, naarmate deze jaarschommeling toenam. Een ongunstige toestand heerst dus bij hoge winter- en lage zomerwaterstanden. Veel percelen vertoonden in droge zomers grondwaterstanden van 130 cm en vaak nog aanzienlijk dieper onder maaiveld. Bij een effectieve beworteling tot doorgaans niet meer dan 70 à 80 cm kan dan van een goede vochtvoorziening vanuit het grondwater natuurlijk geen sprake zijn. Ook GOEDEWAAGEN [11] heeft in belangrijke mate tot het inzicht in de vochtvoorziening van de aardbei bijgedragen. Hij vond bij bewortelingsonderzoek dat de aardbei in tegenstelling tot andere gewassen, in het voorjaar vrijwel niet tot dieptegroei in staat is en daarom in die periode extra afhankelijk is van het gedrag van het grondwater.

VISSER heeft de talloze metingen van grondwaterstanden overzichtelijk vastgelegd in een waterhuishoudkundige kartering van dit gebied (afbeelding 1). Daarbij werd de jaarschommeling van ieder waarnemingspunt weergegeven door de rgs-maat (relatieve grondwaterstandschommeling). Deze maat geeft de verhouding weer van de jaarschommeling van een bepaalde plek tot de gemiddelde schommeling van het gehele gebied. In de streek Beverwijk-Heemskerk varieerden de lijnen van gelijke rgs-maat van 0,8 tot 1,2. De waterhuishoudkundige kartering gaf daarnaast de hoogteligging boven het gemiddelde grondwaterpeil weer. Het gevolg van de geleden droogteschade en van het inzicht in de oorzaken hiervan was, dat men op grote schaal bevloeiing ging toepassen. Dit gebeurde aanvankelijk vooral daar waar het grondwater het diepst wegzakte. Het water werd van enkele tientallen meters diepte



Afb. 1. De hydrologische toestand in het tuinbouwgebied Beverwijk-Heemskerk, vastgelegd in lijnen van gelijke relatieve schommeling van de grondwaterstand (rgs) en in lijnen van gelijke gemiddelde diepte van het grondwater in meters beneden maaiveld. Naar VISSER [27].
 - - - rgs. lijn ——— lijn van gelijke gemiddelde diepte van het grondwater.

The hydrological situation in the horticultural area Beverwijk-Heemskerk, represented by lines of equal relative fluctuations between winter and summer groundwater levels (- - -) and by lines of equal average groundwater depth (———). After Visser (27).

opgepompt en via greppels verdeeld. Hiermee werd een tijdelijke verhoging van het grondwater bereikt. Tijdens ons onderzoek in 1955 beschikte reeds een derde van het aantal bedrijven over een bevoeiingsinstallatie. Sedertdien is de eigen watervoorziening nog sterk uitgebreid, waarbij men vooral ook overging tot het gebruik van regeninstallaties. Van schade door vochttekort is nauwelijks meer sprake. Een proefplekkenonderzoek over de natuurlijke invloed van het grondwater zou thans dan ook niet meer mogelijk zijn.

Opgemerkt zij, dat bij het hier te bespreken onderzoek, waarbij ook de invloed van het grondwater naar voren zal komen, in belangrijke mate gesteund kon worden op het door VISSER en GOEDEWAAGEN verrichte onderzoek.

**methode van onderzoek door
middel van proefplekken**

Bij een proefplekkenonderzoek wordt de opbrengst of, zoals in ons geval, de stand van het gewas op een groot aantal plaatsen verspreid over een teeltgebied vastgelegd. Op deze plaatsen („plekken”) wordt tevens de toestand van die groeifactoren waargenomen, waarvan een invloed op de ontwikkeling van het gewas wordt verondersteld. De bewerking van het aldus verkregen cijfermateriaal bestaat uit het nagaan van de samenhang die er tussen het gewas en variaties van de waargenomen factoren kan bestaan. Hieruit kunnen eventueel gevolgtrekkingen worden gemaakt over de invloed van de betreffende factor. Een veel onderzonden moeilijkheid bij de bewerking van dergelijke gegevens is, dat groeifactoren ook onderling een samenhang kunnen vertonen. Zo gaat een verandering in het gehalte aan afslibbare delen van de grond samen met verandering van een reeks van bodemvruchtbaarheidsfactoren, zoals het gehalte aan voedingsstoffen, de water- en luchthuishouding, de beworteling enz. Bij zulke factoren kan dan twijfel rijzen over de oorzakelijkheid van de gevonden samenhang met het gewas. Voor een goed opgezet proefplekkenonderzoek is het daarom noodzakelijk, dat de plekken zo worden uitgezocht dat van de belangrijk geachte factoren extreme toestanden in ruime mate zijn vertegenwoordigd en wel zo dat bij verschillende waarden van een factor andere factoren voldoende zijn gevarieerd. Het wordt dan mogelijk de correlaties tussen de factoren te doorbreken, door de samenhang tussen het gewas en een factor na te gaan bij binnen bepaalde grenzen constante toestanden van andere factoren. In zo'n geval wordt de aard van de samenhang dan niet of veel minder door koppeling tussen de factoren beïnvloed.

Het kan voorkomen, dat de samenhang tussen gewas en factor afhankelijk is van de toestand van een andere factor. Er is dan sprake van een interactie of wederzijdse beïnvloeding tussen deze factoren. Ook voor het opsporen van interacties is het uitzoeken van proefplekken zoals aangegeven, noodzakelijk. Een bekend voorbeeld is de interactie tussen kali en magnesium. Magnesiumgebrek is behalve van de magnesiumopneming mede afhankelijk van de kaliopneming uit de grond.

Niet altijd slaagt men in een goede keuze van proefplekken. Groeifactoren zijn vaak zo sterk gekoppeld, dat van een doorbreken van de correlatie nauwelijks sprake kan zijn. Er blijft dan twijfel bestaan of de desbetreffende factor of een hiermee gekoppelde andere, eventueel niet in het onderzoek betrokken, factor wezenlijke invloed op het gewas uitoefent. In zo'n geval wordt nader onderzoek noodzakelijk waarbij bewust in proeven wordt ingegrepen,

dus door kunstmatig een factor te veranderen. Een moeilijkheid bij het uitzoeken van proefplekken kan ook zijn, dat extreme toestanden van een groeifactor, b.v. een zeer lage vruchtbaarheidstoestand van de grond, wateroverlast e.d. niet in voldoende mate kunnen worden opgespoord. Deze moeilijkheid zal zich vooral voordoen, waar men met een technisch hoog ontwikkelde vorm van land- of tuinbouw te maken heeft. De praktijk heeft dan nl. reeds zelf dergelijke toestanden uit de weg geruimd. Het wordt dan moeilijk de eventueel bestaande werking van een factor overtuigend aan te tonen.

Tegenover de genoemde bezwaren, die tegen onderzoek met proefplekken zijn aan te voeren staan ontegenzeggelijk ook voordelen. Men neemt factoren waar die onder praktijkomstandigheden op natuurlijke wijze zijn gevarieerd en krijgt daarbij een indruk over de toestand in een streek. Sommige van deze factoren, bijvoorbeeld het gedrag van het grondwater, zijn op proefvelden niet of slechts tegen zeer hoge kosten te variëren. Met deze zeer beknopte beschrijving willen we hier volstaan. De denkwijze bij deze vorm van onderzoek is in ons land door VISSER ontwikkeld, door FERRARI [9] in een diepgaand onderzoek toegepast en later door hem in een vergelijking tussen proeven met en zonder ingreep aan een kritische beschouwing onderworpen [10]. Voor een nauwkeurige weergave van de ingewikkelde statistische bewerkingstechniek verwijzen wij naar de publikaties van de laatstgenoemde auteur.

Bij de opzet van het hier te bespreken onderzoek werd met de genoemde eisen betreffende het uitzoeken van de proefplekken geen rekening gehouden. De tweehonderd percelen werden volgens toeval uitgezocht. Verwacht werd dat dit aantal voldoende waarborg bood voor het onderkennen van de belangrijkste groeifactoren. Van het uitzoeken van extreme groeiomstandigheden was dus geen sprake. Wel werd een beeld van de gemiddelde toestand van de groeifactoren in 1955 verkregen. Door de vanuit proeftechnisch oogpunt bekeken onvoldoende brede opzet kon een nauwkeurige statistische analyse van het materiaal niet worden uitgevoerd. Het is overigens de vraag of dit goed mogelijk zou zijn geweest. Wat de waterhuishouding betreft kan b.v. worden opgemerkt dat wateroverlast op de dicht boven het grondwater gelegen percelen al jarenlang werd tegengegaan door een stelsel van ondiepe afwateringsbeken. Anderzijds werd droogte op de hoger boven het water gelegen bedrijven reeds op vrij grote schaal bestreden met greppelbevloeiing. Beide maatregelen hadden het voorkomen van extreme waterhuishoudkundige situaties in 1955 reeds sterk ver-

minderd. Ook een juiste wijze van waarnemen van dit grondwater en van de hiermee verband houdende diepte van beworteling zou onder de toen geldende omstandigheden moeilijk uitvoerbaar zijn geweest. Wat de voedingstoestand van de grond betreft kan worden opgemerkt dat zeer lage toestanden in een dergelijk oud tuinbouwgebied met regelmatig gebruik van stalmest nauwelijks mochten worden verwacht. Opsporing hiervan zou een omvangrijk vooronderzoek nodig hebben gemaakt.

De toevalspreiding in de waarden van de verschillende factoren en daarnaast de onvolledige wijze van waarnemen hebben tot gevolg gehad dat van sommige relaties slechts een vage en niet betrouwbaar aan te tonen indruk kon worden verkregen. Ook de vermoedelijke koppeling van factoren (Verticillium-symptomen en stand b.v.) heeft bij de bewerking moeilijkheden opgeleverd. Daardoor en door het afsluiten van de waarnemingen zonder nader onderzoek in proeven met ingreep, moest de bestudering van het materiaal soms uitlopen op beschouwingen over vermoedelijke samenhangen, zonder dat deze kon worden bewezen.

waarnemingen

Tussen 14 juli en 3 augustus werden tweehonderd percelen met het ras Oberschlesiën in het eerste of latere plukjaar bezocht. Deze behoorden aan ruim 170 tuinders en lagen over het gehele, toen nog ca 600 ha grote tuinbouwgebied tussen Beverwijk en Heemskerk verspreid. De beoordeling vond plaats op een oppervlakte van ca 1 are. Voor de stand werd een waarderingscijfer tussen 4 en 8 gegeven. In dit standcijfer kwam uitsluitend de vegetatieve ontwikkeling, dus de hoeveelheid blad tot uitdrukking. Ziektesymptomen van *Verticillium* en een enkele maal van viren, die het uiterlijk van het gewas soms sterk kunnen beïnvloeden, werden bij de standbeoordeling buiten beschouwing gelaten. Was het gewas als gevolg van zwart wortelrot (aaltjes) sterk plekkerig, dan werd de mate van plekkerigheid in het cijfer opgenomen zodat dit lager uitviel dan wanneer alleen de niet aangetaste delen van het perceel werden beoordeeld. Verder werden gegevens verkregen over:

1. de leeftijd van het gewas in jaren na het jaar van voorjaarsplanting; hierbij bleek dat Oberschlesiën slechts bij uitzondering langer dan 2 jaren werd aangehouden.
2. de ligging in het gebied en de naam van de eigenaar.
3. zichtbare symptomen van de verwelkingsziekte (*Verticillium albo-atrum*, REINKE en BERTHOLD).
4. de plekkerigheid van het gewas, veroorzaakt door wortelaaltjes („kanker”, zwart wortelrot, *Pratylenchis penetrans*, COBB).
5. virusziekten; deze kwamen praktisch niet voor en zullen daarom buiten beschouwing worden gelaten.

6. eventuele grondontsmetting, die in 1955 nog uitsluitend met formaline werd uitgevoerd.
7. de grondwaterstand in juli 1955.
8. de aanwezigheid van een bevoeiingsinstallatie.
9. de gehalten aan enkele voedingsstoffen in de laag 0-20 cm.
10. een korte beschrijving van het bodemprofiel met een schatting van het humusgehalte en een aanduiding van roestverschijnselen.

Bij de opzet van het onderzoek werd aanvankelijk weinig aandacht besteed aan het grondwater, mede omdat gemeend werd dat de invloed hiervan na de uitvoerige studie van VISSER [25, 26, 27] voldoende bekend was. Bij de bewerking van de gegevens bleek, dat deze invloed zeer groot en gecompliceerd moest zijn en dat over het gedrag van het grondwater veel te weinig gegevens waren verzameld. Uit de genoemde studie en uit gesprekken met tuinders werd geconcludeerd, dat de jaarschommeling van het grondwater (verschil tussen zomer- en winterniveau), de diepte hiervan onder het maaiveld en wellicht ook de periode waarin het water in zomer of herfst onder invloed van neerslag en drangwater begint te stijgen, belangrijke aspecten van de vochtvoorziening moesten zijn. Om nog enigszins over het gedrag van het grondwater te worden geïnformeerd, werden door de hoofdwaarnemer, de heer J. C. Muyen, twee jaar na het verzamelen van de basisgegevens, voor de tweehonderd percelen schattingen uitgevoerd van relatieve verschillen in hoogteligging boven het grondwater en van de jaarschommeling van het grondwater. Aan deze schattingen kon betekenis worden gehecht, omdat zij gebaseerd waren op jarenlange ervaring met detailsituaties over het gedrag van het grondwater in dit gebied.

Daarnaast werd op de tussen 14 juli en 3 augustus 1955 waargenomen grondwaterstanden een correctie toegepast met het oogmerk, voor de proefplekken een benadering te verkrijgen van de diepste grondwaterstand in de zomer van 1955. Uit door de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland welwillend ter beschikking gestelde, regelmatig verzamelde gegevens van grondwaterstanden in verscheidene peilbuizen in dit gebied bleek namelijk, dat de grondwaterdaling in de waarnemingsperiode tussen 14 juli en 3 augustus zich afhankelijk van de hoogteligging boven het grondwater nog iets had voortgezet. De correctie, die slechts klein was, was uiteraard het sterkst bij de eerst waargenomen proefplekken en bij de diepste grondwaterstanden. Van het verloop van het grondwater in enkele peilbuizen van het PWN geeft afbeelding 5 een vereenvoudigd beeld.

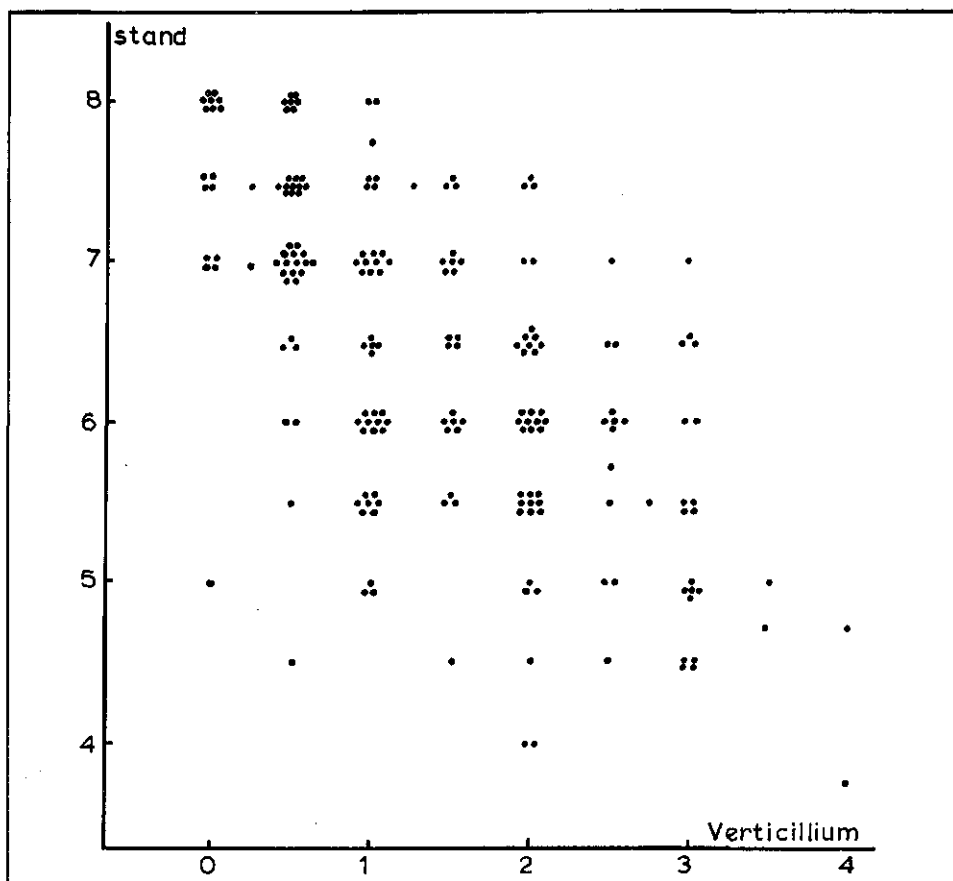
invloed van ziekten

Ziekten en plagen zijn vanouds belagers van de aardbeicultuur geweest. Het kweken van nieuwe rassen was dan ook steeds mede gericht op het verkrijgen van een grotere ziekteresistentie. Daarnaast was ziektebestrijding, in latere jaren onder meer door grondontsmetting, steeds een belangrijke teeltmaatregel. Bij de beoordeling van de gewassen, in de tweede helft van juli, werd uiteraard scherp op de gezondheidstoestand gelet. Daarbij werden symptomen waargenomen van *Verticillium* (verwelkingsziekte), zwart wortelrot (aaltjes) en viren. De betekenis van deze aantastingen voor het ras Oberschlesiën moge blijken uit het aantal akkers waar symptomen werden aangetroffen. Van 200 percelen vertoonden er 181 *Verticillium*-, 61 zwart wortelrot- en slechts 17 in enkele planten virussympptomen. Op de betekenis van viren zal hier dan ook niet worden ingegaan.

VERTICILLIUM

De interpretatie van de veelvuldig aangetroffen *Verticillium*-symptomen heeft bij de bewerking van het materiaal grote moeilijkheden opgeleverd. Deze bodemschimmel herkent men bij gevoelige rassen zoals Oberschlesiën aan rode verkleuringen van de bladtanden. Op de bladstelen, bloemstengels en uitlopers ontstaan bruine, ingezonken vlekken. Bij doorsnijden van de wortels blijken de houtvaten donkerbruin verkleurd te zijn. De stelen van de binnenste bladeren blijven kort. Deze bladeren worden dof en geelachtig. In ernstige gevallen verwelkt het gewas bij drogend weer, kennelijk als gevolg van een gestoorde vochtvoorziening. De symptomen worden meestal zichtbaar vanaf begin juli. In droge warme perioden breiden ze zich snel uit. Gedurende de waarnemingsperiode, tussen 14 juli en 3 augustus, werd geen verdere uitbreiding van symptomen waargenomen. Bij de beoordeling werden cijfers van 0 tot 4 gegeven voor de hoeveelheid zichtbare symptomen. Daarbij werd de stand van het gewas, die eventueel mede een gevolg van de aantasting zou kunnen zijn, niet in de beoordeling betrokken.

Het viel op dat er een duidelijk verband bestond tussen de stand van het gewas en de hoeveelheid *Verticillium*-symptomen. Dit verband, weergegeven in afbeelding 2, suggereert een zeer sterke invloed van de schimmelaantasting op het gewas. Waar veel ziekteverschijnselen werden gevonden, was het gewas meestal slecht ontwikkeld. Uit een bij dit onderzoek met behulp van gegevens van MUYEN [17] vastgesteld verband tussen de standcijfers en het opbrengstniveau, waarop in deze publikatie niet nader zal worden ingegaan, zou bijvoor-



Afb. 2. De samenhang tussen de stand en het voorkomen van symptomen van Verticillium. 0 = geen zichtbare symptomen, 4 = zeer veel symptomen.

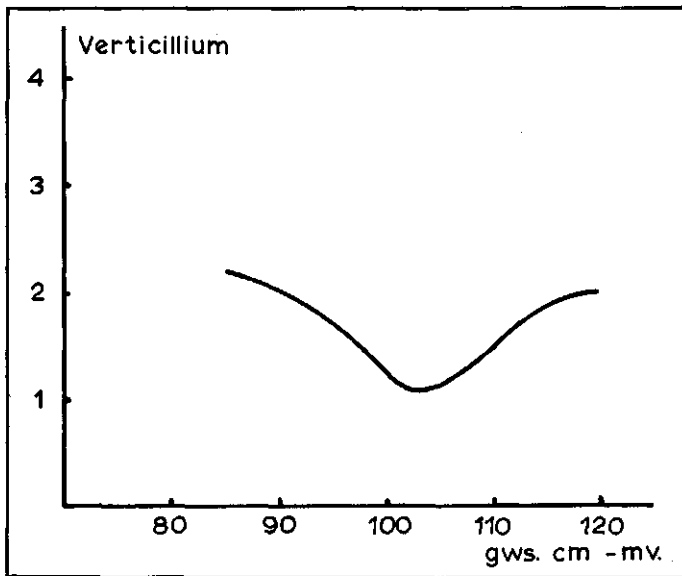
The relation between the vigour marks of the crop and the occurrence of Verticillium wilt symptoms. 0 = no visible symptoms, 4 = very many symptoms.

beeld kunnen worden berekend, dat het voorkomen van veel symptomen (Vertic. = 3) samengaat met een gemiddelde opbrengstderving van ca 60 kg aardbeien per are ten opzichte van gewassen zonder ziekteverschijnselen. Nader onderzoek leerde echter, dat deze samenhang geen zuiver beeld kon geven van de werkelijke schade die door de aanwezigheid van de schimmel in de grond wordt veroorzaakt. De Verticillium-symptomen bleken nl. duidelijk samen te gaan met ongunstige toestanden van andere groeifactoren. Er bestond dus een koppeling tussen ziektesymptomen en andere groeifactoren. Zo bleek (afbeelding 3), dat er op niet bevoeide bedrijven waar geen grondontsmetting met formaline was toegepast, een samenhang bestond tussen de hoeveelheid symptomen en de herleide grondwaterstanden van eind juli. Dit betekende dat er meer Verticillium werd aangetroffen naarmate de ontwikkeling van het gewas als gevolg van waterhuishoudkundige factoren meer te wensen overliet.

De Verticilliumsymptomen bleken ook met andere factoren samen te hangen. Het gemiddelde Verticilliumcijfer voor alle percelen was 1,41. Voor bevoeide en niet bevoeide percelen werden 1,15 en 1,57 als gemiddelde cijfers gevonden. Bij het gunstige pH-KCl-traject 5-6 bedroeg het Verticilliumcijfer gemiddeld 1,25; bij zeer ongunstig hoge pH's boven 7,5 was dit 1,70. De variatie in ziekteverschijnselen in afbeelding 2 geeft dus blijkbaar niet zozeer de graad van de besmetting, dus van de aanwezigheid van de schimmel weer, als wel de heftigheid waarmee de plant onder invloed van andere ongunstige groeiomstandigheden op de aanwezigheid van Verticillium reageert.

Een juiste indruk van de zuivere invloed van Verticillium kan uit ons materiaal ook niet worden berekend omdat daarvoor een vergelijking gemaakt zou moeten worden tussen wel en niet, of tussen meer of minder sterk besmette percelen. Uit het voorkomen van Verticillium op bijna alle akkers en uit de gevolgde methode van Verticilliumbeoordeling blijkt wel, dat een dergelijke vergelijking niet kan worden gemaakt. Dat vrijwel alle niet ontsmette akkers ziekteverschijnselen vertoonden is intussen wel verklaarbaar. De schimmel kent vele waardplanten, de besmettingskansen zijn in dit aaneengesloten tuinbouwgebied met soms stuivende grond groot en de aardbeiteelt werd reeds lang en intensief bedreven. Op de omstandigheid dat ook op de met formaline ontsmette percelen nog veel Verticillium werd aangetroffen, zal later nog worden ingegaan.

De vraag doet zich nu voor, hoe men zich de invloed van Verticillium dan wel moet voorstellen. Dat we hier met een schadelijke bodemschimmel te maken hebben is wel gebleken



Afb. 3. Het verband tussen de hoeveelheid symptomen van *Verticillium* en de grondwaterstand in juli 1955 voor middelhoge en hoge niet bevroede en niet met formaline ontsmette percelen.

The relation between Verticillium symptoms and the watertable in July 1955 in non-irrigated, non-sterilized fields with an estimated medium or high situation above the average groundwater table.

uit de resultaten van grondontsmettingsproeven die tussen 1946 en 1957 op de proeftuin „De Duinstreek van Holland” te Heemskerk werden uitgevoerd [1]. Ook uit de inoculatieproeven van TALBOYS e.a. [23] is deze schade duidelijk gebleken. Deze auteur vond in potproeven o.a. dat aardbeien bij een goede vochtvoorziening een zekere mate van tolerantie voor *Verticillium* kunnen vertonen. Ook zou de ziekte in droge warme voorzomers meer optreden dan in koele natte jaren, een ervaring die ook in Kennemerland bestaat. HARRIS [12] vond bij *Verticillium* in hop, in hetzelfde gewas van jaar tot jaar sterk wisselende ziektesymptomen, die o.a. samenhangen met de ontwateringstoestand in de winter en met de vochtvoorziening in de zomer.

Uit deze waarnemingen en uit de aard van de ziektesymptomen, die in wezen droogtesymptomen zijn, kan men de conclusie trekken dat de invloed van *Verticillium* plaats vindt door belemmering van het vochttransport in de plant. Is de vochtvoorziening om andere redenen reeds onvoldoende, bijvoorbeeld door een slecht ontwikkeld wortelstelsel, een diepe grondwaterstand of sterke verdamping, dan is de reactie van de plant op de aantasting ster-

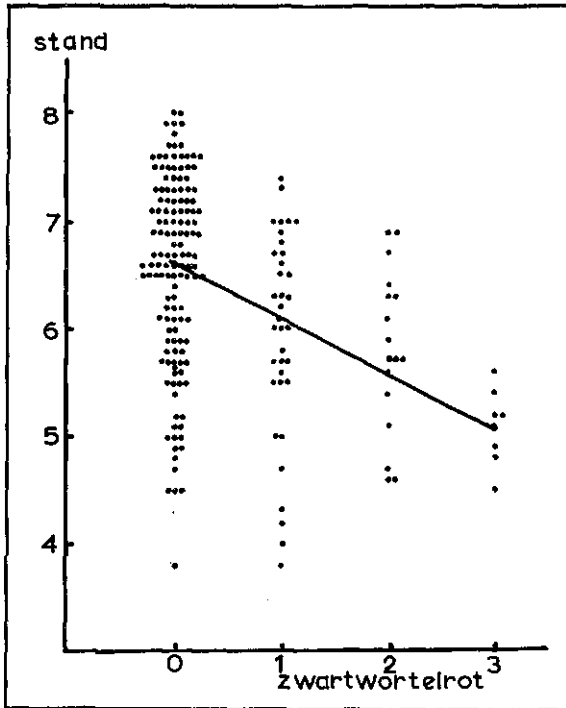
ker dan bij een goede vochtvoorziening. Wij moeten dus een interactie tussen de invloed van *Verticillium* en die van andere factoren veronderstellen. Dat deze interactie uit onze gegevens niet ontrafeld kon worden, ligt aan de omstandigheid, dat niet of weinig besmette percelen vermoedelijk nauwelijks voorkwamen, dat zoals we later nog zullen zien, ook de grondontsmetting met formaline geen volkomen uitschakeling van de ziekte heeft gegeven en dat de *Verticillium*beoordeling geen weergave van de graad van besmetting was.

Uit de bovenstaande beschouwing en om technische redenen volgt dat ook een correctie van de stand op de invloed van *Verticillium* niet kon worden uitgevoerd. Men moet dus aannemen dat ook de invloed van de overige nog te bespreken factoren niet los mag worden gezien van de aanwezigheid van *Verticillium*. Het is bijvoorbeeld goed mogelijk dat de reactie van het gewas op verschillen in het gedrag van het grondwater wat minder scherp zou zijn geweest, wanneer we met niet besmette gronden of met een minder gevoelig aardbeiras te maken zouden hebben gehad. Ook bij de praktijk van de tuinbouw bestaat de opvatting dat gezonde gewassen beter bestand zijn tegen een ongunstige vochtvoorziening dan zieke.

Het verband tussen *Verticillium* en de stand bleek verder nog afhankelijk te zijn van de leeftijd van het gewas. Bij niet ontsmette eenjarige gewassen werden meer symptomen waargenomen dan bij tweejarige (gemiddelde *Verticillium*cijfers 1,98 resp. 1,35). Ook bij eenzelfde standcijfer vertoonden eenjarige gewassen meer symptomen. Een verklaring van dit verschil ligt niet direct voor de hand. Mogelijk vallen de symptomen bij een eenjarig gewas meer op door een verschil in uiterlijk van het gewas.

ZWART WORTELROT

Wat vroeger met „kanker”, thans met „zwart wortelrot” wordt aangeduid, is een aantasting van het wortelstelsel door vrij levende wortelaaltjes, voornamelijk *Pratylenchus penetrans* (COBB). Symptomen van deze ziekte werden bij het als matig gevoelig bekend staande ras Oberschlesiën in mindere mate aangetroffen, slechts bij 8 percelen kon van een ernstige aantasting worden gesproken. De ziekte is gemakkelijk te herkennen aan min of meer ronde plekken in het gewas waar de planten sterk achterblijven of in het midden zijn afgestorven. Aan de rand van deze kale plekken zijn de planten klein en gedrongen. Op



Afb. 4. Het verband tussen de stand en symptomen van zwart wortelrot.

0 = geen aantasting
3 = ernstige aantasting

The relation between vigour marks and black root rot infestation (Pratylenchus penetrans, COBB.).
0 = no symptoms
3 = many and severe symptoms of nematode infestation.

de wortels ziet men bruinzwarte rotte plekken. Wortelaaltjes komen vooral op lichtere grondsoorten voor, wat mogelijk samenhangt met grotere horizontale verplaatsingsmogelijkheden. De aantasting, waarvan de plekkerigheid in cijfers van 0 tot 3 (geen tot zware aantasting) werd vastgelegd, neemt in tegenstelling tot *Verticillium* duidelijk toe met de leeftijd van het gewas. Eén-, twee- en meerjarige gewassen hadden een gemiddelde aantasting van resp. 0,23, 0,50 en 1,04.

Er werd een duidelijk verband gevonden tussen de plekkerigheid en de stand van het gewas (afbeelding 4). Uit deze samenhang en uit het verband dat tussen de stand- en de opbrengstcijfers kon worden vastgesteld (zie bij *Verticillium*), werd geschat dat een lichte, een matige

en een zware aantasting ten opzichte van onbesmette gewassen samengaat met een achteruitgang in produktiviteit van respectievelijk 8, 17 en 29 kg aardbeien per are. Opgemerkt moet echter worden, dat de plekkerigheid door aaltjes bij de beoordeling van het gewas reeds in het standcijfer werd verwerkt. Achteraf beschouwd hadden ook voor het gewas buiten de aangetaste plekken standcijfers gegeven moeten worden. Vermoedelijk was dan gebleken dat ook bij zwart wortelrot wel enige samenhang bestond tussen de mate van plekkerigheid en de toestand van het gewas, zoals die door andere factoren werd beïnvloed. Hoewel zwart wortelrotsymptomen ook in normaal ontwikkelde gewassen voorkomen, werden wel enkele aanwijzingen verkregen dat een minder goed ontwikkeld gewas ook op de aanwezigheid van aaltjes wat sterker reageert dan een goed ontwikkeld gewas. Zo werd op niet ontsmette en niet bevoeide, als laag boven het gemiddelde grondwaterpeil geklassificeerde percelen een gemiddelde aantasting van 0,38 gevonden als het grondwater in juli 1955 niet dieper dan 85 cm stond. Zakte bij deze groep van percelen het grondwater dieper weg, dan bedroeg de aantasting gemiddeld 1,55. Bij deze gevallen (zie ook afbeelding 8) was van een gunstige, respectievelijk onvoldoende vochtvoorziening sprake.

Op de niet ontsmette, hoger boven het grondwater gelegen percelen hadden niet bevoeide en bevoeide percelen gemiddelde aantastingen van 0,57 respectievelijk 0,40. Hoewel deze aanwijzingen door het geringe aantal aangetaste percelen minder overtuigend zijn dan bij *Verticillium*, is een eventueel bestaande correlatie tussen de reactie op zwart wortelrot en de vochtvoorziening ook bij deze ziekte wel begrijpelijk. Ook hier wordt het wortelstelsel aangetast en het interne vochtransport ernstig belemmerd.

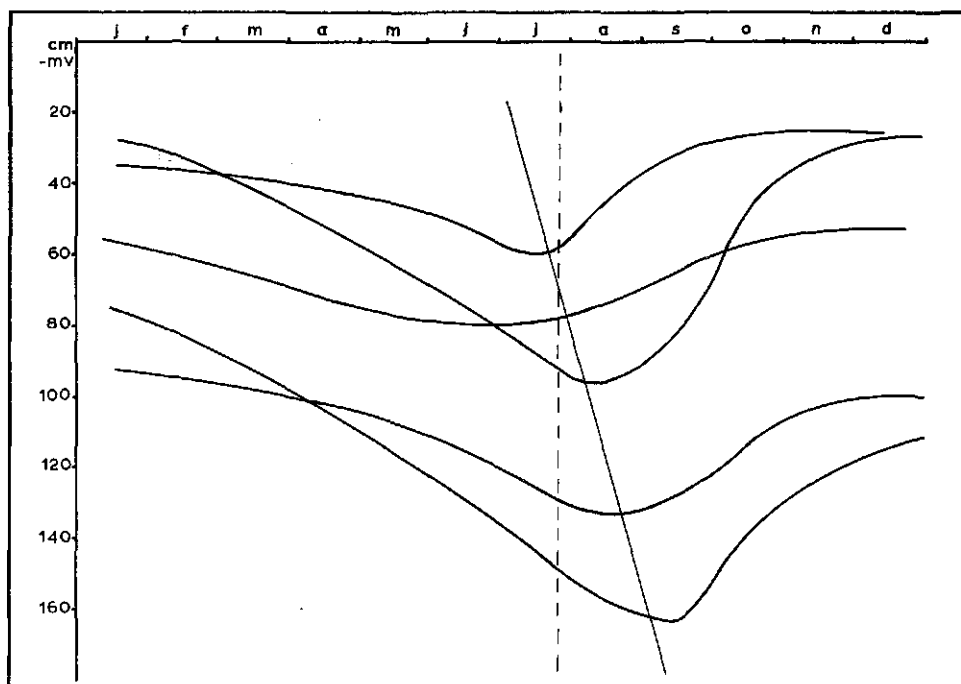
Uit deze beschouwingen volgt dat ook bij zwart wortelrot kan worden betwijfeld of het verband met de stand (afbeelding 4) de invloed van de aantasting wel geheel zuiver weergeeft. Met toename van de plekkerigheid vindt nl. enerzijds een selectie naar oudere gewassen (ouderdomsdegeneratie), anderzijds vermoedelijk naar door andere oorzaken reeds minder goed ontwikkelde gewassen plaats. Overigens moet worden opgemerkt, dat bij zwart wortelrot gezien het pleksgewijs voorkomen, de graad van de besmetting een veel grotere invloed op de schade zal uitoefenen, dan de ontwikkelingsstoestand (weerstand) van het gewas. Tegen wortelaaltjes kan weinig anders ondernomen worden dan grondontsmetting. Tegenwoordig heeft men in natrium-N-methyldithiocarbamaat, chloorpicrine en DD effectieve middelen. Op het effect van de grondontsmetting met formaline zal later nog worden ingegaan.

**invloed van
de waterhuishouding**

Duinzandgronden met een humusgehalte van 1—2 % bezitten een bijzonder gering waterbergend vermogen. Bij een doorworteld bodemprofiel tot 70 cm diepte staat in zulke grond in veldvochtige toestand een voorraad vocht ter beschikking, die overeenkomt met nauwelijks 50 mm neerslag. Een dergelijke hoeveelheid kan bij drogend weer gemakkelijk in twee tot drie weken verbruikt zijn. Het ligt dan ook voor de hand dat de natuurlijke vochtvoorziening in een gebied als Kennemerland zeer sterk van het gedrag van het grondwater en van het vermogen van het wortelstelsel om zich hierbij aan te passen, zal afhangen.

Bij ons onderzoek zijn alleen grondwaterstanden in de tweede helft van juli 1955 verzameld. Een gunstige omstandigheid hierbij was, dat vlak voor en tijdens de waarnemingen geen neerslag van betekenis viel, zodat de metingen niet door kortdurende, voor het onderzoek storende fluctuaties van het grondwater werden beïnvloed. Na correctie van de waarnemingsgegevens (blz. 13) kon daarom worden aangenomen dat de grondwaterstanden voor de meeste niet bevroede percelen, ongeveer het laagste niveau van 1955 weergaven. Tijdens de bewerking van het materiaal bleek, dat deze gegevens slechts een onvolledige indruk van het gedrag van het grondwater konden geven. Voor een goede analyse van de betekenis van dit water zou ook een indruk moeten zijn verkregen van het gemiddelde niveau in de winter en van verschillen in de periodiciteit van de jaarschommeling. Met dit laatste wordt bedoeld dat, zoals ook uit latere beschouwingen zal blijken, betekenis moet worden gehecht aan verschillen in de tijd waarin het water na het diepste punt bereikt te hebben, door zomer- of herfstneerslag en drangwater weer begint te stijgen. Uit de gegevens van de peilbuizen van de Provinciale Waterstaat kon worden afgeleid, dat deze verschillen afhankelijk van de hoogteligging en de plaatselijke situatie, zeker 4 tot 6 weken konden bedragen (afbeelding 5). Een dergelijke uitbreiding van waarnemingen over het grondwater, waarbij tevens aan de noodzaak van het vaststellen van bewortelingsdiepten wordt gedacht, zou onder de toen geldende omstandigheden echter nauwelijks realiseerbaar zijn geweest.

Ook de waterhuishoudkundige kartering van VISSER (afbeelding 1), leende er zich niet toe om voor detailsituaties via interpolatie tot een bruikbare maat van de gemiddelde hoogteligging boven en de jaarfluctuatie van het grondwater te komen. Belangrijke verschillen op korte afstand, b.v. veroorzaakt door de invloed van de ontwateringsbeken, werden terwille van de overzichtelijkheid van deze kartering veelal gladgestreken. Daardoor vermoede



Afb. 5. Vereenvoudigde weergave van de grondwaterstand, gemeten in enkele peilbuizen en welputten in 1955 (gegevens PWN). — verband tussen de diepste grondwaterstand en het moment waarop deze optrad. - - - gemiddelde opname datum van de proefplekken.

Simplified presentation of the groundwater level, measured at different spots in 1955 (data PWN). — relationship between the lowest groundwater table at a certain spot and the moment at which it occurred. - - - average date of observation of the 200 strawberry fields.

delijk, weken plaatselijke situaties volgens de praktijk van de tuinbouw meermalen af van die welke door de overzichtskaart werden gesuggereerd. Er werd daarom besloten gebruik te maken van op plaatselijke ervaring gebaseerde schattingen van de hoofdwaarnemer. Bij deze schattingen werden de percelen ingedeeld in I, II en III, respectievelijk laag, middel-

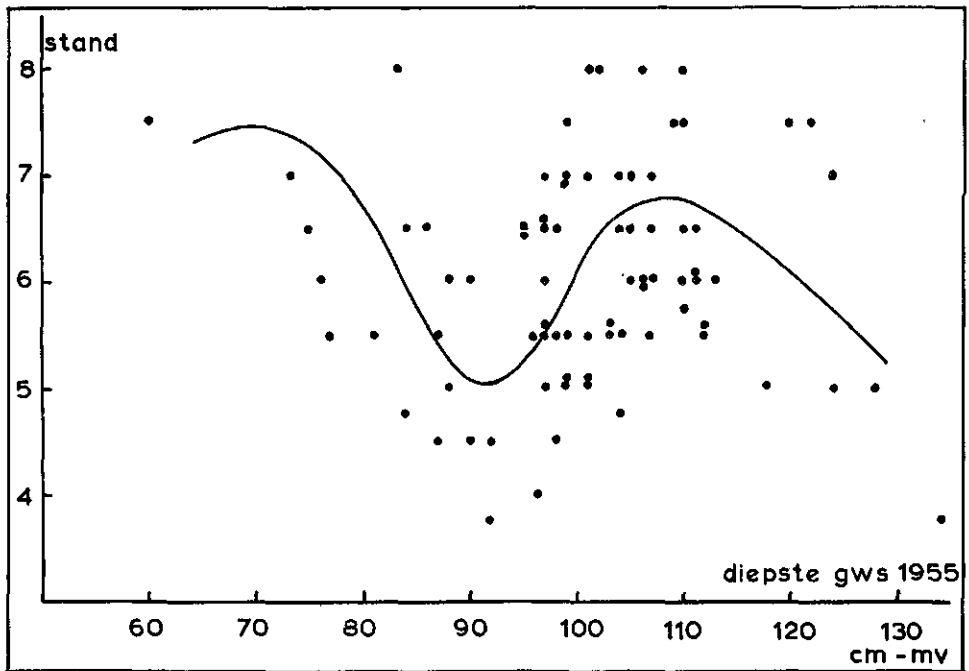
hoog en hoog boven het gemiddelde grondwaterpeil gelegen percelen. Daarnaast vond een indeling plaats naar a, b en c voor toenemende mate van jaarschommeling van het grondwater. Hoewel een deel van deze schattingen ongetwijfeld onjuist zal zijn geweest mocht mede op grond van een vergelijking met de waargenomen zomerwaterstanden worden verwacht, dat hiermee althans kwalitatief een aanvaardbare splitsing van het materiaal naar de genoemde maatstaven werd bereikt. Ook in de diepte en de hoeveelheid van roestverschijnselen in de bovenste 60 cm van het bodemprofiel werd tenslotte nog een zekere controle op de gevonden samenhangen verkregen.

Achteraf valt te betreuren, dat over het grondwater geen uitgebreidere en exactere gegevens werden verzameld, temeer omdat aanwijzingen werden verkregen dat de door VISSER gegeven voorstelling van zaken over de samenhang tussen het aardbeigewas en het grondwater vermoedelijk aanvulling behoeft. Van de tweehonderd bij het onderzoek betrokken percelen beschikten 75 in 1955 over een bevoeiingsinstallatie. De groepen niet bevoeide en bevoeide percelen zullen afzonderlijk worden behandeld.

NIET BEVLOEIDE PERCELEN

In afbeelding 6 is het verband weergegeven tussen de stand van niet bevoeide percelen en de „diepste” grondwaterstanden in de zomer van 1955. Hierbij zijn die gevallen weggelaten waar grondontsmetting vóór het planten was uitgevoerd omdat, zoals later zal worden uiteengezet, het effect van deze grondontsmetting met formaline samenhang met de mate van jaarschommeling van het grondwater.

In afbeelding 6 zijn twee niveau's van het grondwater te onderkennen, waarbij de ontwikkeling van het gewas blijkbaar gunstig was: er is een optimum bij 110 cm - mv en nog een zwakke aanwijzing tot het bestaan van een optimum bij ca 70 cm - mv. Daarentegen werden slecht ontwikkelde gewassen gevonden bij ca 90 cm en bij dieper dan 120 cm - mv. Dat percelen met grondwaterstanden dieper dan 120 cm vrijwel niet werden aangetroffen, ligt ongetwijfeld aan de omstandigheid dat de meeste bedrijven met van nature zeer lage grondwaterstanden, die vroeger veel schade door verdroging leden, in 1955 reeds over bevoeiingsinstallaties beschikten. Een ingewikkeld verband met de grondwaterstand zoals afbeelding 6 suggereert, laat zich niet direct verklaren. Men zou kunnen veronderstellen dat het materiaal gedeeltelijk betrekking heeft op twee groepen van akkers die verschillend reageren op de



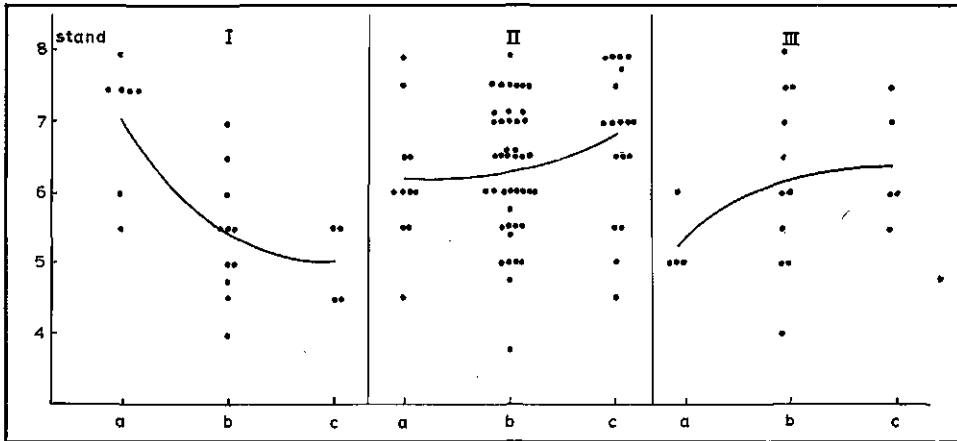
Afb. 6. Het verband tussen de stand en de diepste grondwaterstand in 1955 voor niet ont-smette, niet bevoeide percelen.

The relation between the vigour marks of the crop and the deepest groundwater level in 1955. Non-irrigated, non-sterilized fields only.

grondwaterstand. Het ligt dan voor de hand te veronderstellen, dat deze groepen verschillen in bewortelingsdiepte. Vooruitlopend op verdere beschouwingen zou men dan tevens kunnen vermoeden, dat dit verschil in bewortelingsdiepte ongeveer moet overeenkomen met het verschil in grondwaterstand bij de twee optima in afbeelding 6, nl. ca. 35 cm.

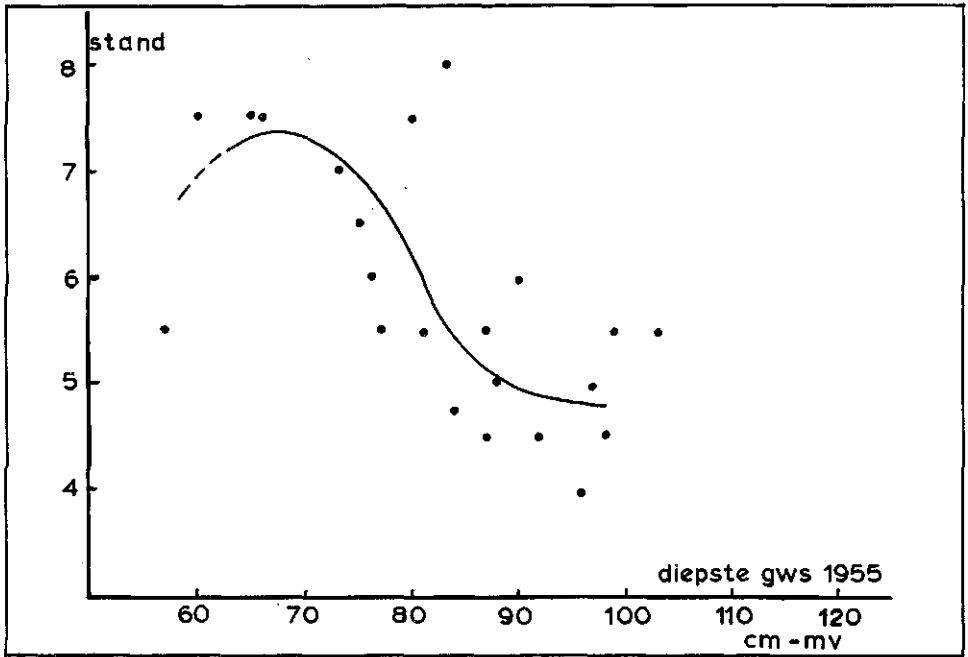
Wij zullen thans nagaan, welke informaties uit de schattingen over hoogteligging en jaar-

fluctuatie kunnen worden verkregen. In afbeelding 7 zijn de niet bevoeide percelen gesplitst naar geschatte verschillen in hoogteligging boven het gemiddelde grondwaterpeil (I, II en III) en naar toenemende jaarschommeling (a, b en c). De als laag (I) geklassificeerde percelen liggen alle ten westen van de Rijksweg op betrekkelijk korte afstand langs de voet van de duinen. De gronden zijn hier veelal gekenmerkt door een roestbruine kleur. Zonder een goed functionerend stelsel van sloten zouden deze bedrijven als gevolg van aan de oppervlakte tredend drangwater uit de duinen, 's winters dras staan. Ten oosten van de Rijksweg liggen uitsluitend de hogere bedrijven van de typen II en III. Met a, b en c zijn binnen elke groep van hoogteligging toenemende verschillen tussen winter- en zomerwaterstand weergegeven, maar deze behoeven in absolute zin voor de hoogtegroepen onderling niet geheel met elkaar overeen te komen. De aanduiding a behoeft bijvoorbeeld bij groep III



Afb. 7. Het verband tussen de stand van niet bevoeide percelen en de geschatte hoogteligging boven en de jaarschommeling van het grondwater. I, II en III respectievelijk laag, middel-, hoog en hoog boven het gemiddelde grondwaterpeil; a tot c toenemende jaarfluctuatie.

The effect of estimated hydrological situations on the crop as indicated by vigour marks. Estimations I, II and III low, medium and high position above the average groundwater level; a, b and c increasing fluctuations of the groundwater between summer and winter.



Afb. 8. De invloed van de grondwaterstand in de zomer op het gewas op laag gelegen percelen (I).

On fields with an estimated low position above the average groundwater level, the development of the shallow rooting crop is strongly related to the groundwater depth during the summer.

niet precies dezelfde mate van fluctuatie weer te geven als bij groep I. De verschillen in jaarschommeling komen tot stand door verschillende invloed van drangwater, drainerend effect van sloten en ondergrondse waterafvoer in oostelijke richting. Bij zeer laag gelegen percelen kan de schommeling bijvoorbeeld sterk verminderen door het effect van een goed drainerende sloot.

Afbeelding 7 laat zien dat een toenemende schommeling bij groep I samengaat met een

zeer sterke achteruitgang van de stand. Deze kon statistisch zeer betrouwbaar worden aangetoond. De schattingen van de jaarfluctuatie zijn bij deze groep van akkers vermoedelijk overwegend gebaseerd geweest op kennis over de diepte van wegzakken van het water in de zomer. Wanneer de percelen van groep I nl. uit afbeelding 7 worden gelicht en apart worden weergegeven, ontstaat afbeelding 8. Hierin zijn ook enkele wel met formaline ontsmette percelen opgenomen. Het bleek verder, dat de schatting van toenemende jaarschommeling bij deze groep goed overeenkwam met diepere grondwaterstanden in de zomer van 1955. De samenhang in afbeelding 7 (I) is in principe dus dezelfde als die in afbeelding 8 en berust op een verminderde vochtvoorziening van het gewas bij dieper wegzakken van het grondwater. De reactie van het gewas hierop was buitengewoon sterk. Uit het reeds eerder gebruikte verband tussen stand en opbrengst kon ruw worden geschat dat gewassen binnen deze groep bij een tot 95 cm dalende grondwaterstand 48 kg per are minder opbrengen dan bij een grondwaterstand van 70 cm-mv. De verschillen in jaarfluctuatie zal men bij laag gelegen percelen vermoedelijk meer in de grondwaterstanden in de zomer moeten zoeken dan in verschillen in het winterniveau. Door het effect van sloten zal de variatie in winterwaterstanden bij deze akkers sterk genivelleerd en betrekkelijk klein zijn, kleiner dan bij de hoger boven het water gelegen akkers, waar de drainerende invloed van sloten grotendeels ontbreekt.

De vrij nauwe samenhang in afbeelding 8 - men bedenke dat het hier geschatte standcijfers betreft van gewassen waarvan de ontwikkeling ook door andere dan waterhuishoudkundige factoren kan zijn beïnvloed - kan wijzen op vrij uniforme bewortelingsdiepten binnen deze groep. Hoewel deze niet werden bepaald, wordt aangenomen dat we bij groep I te maken hebben met gewassen met ondiepe wortelstelsels, waarvan de uitbreiding in het voorjaar sterk samenhangt met de vermoedelijk niet sterk uiteenlopende ontwateringsdiepten van deze percelen. Bij ondiepe wortelstelsels is de hoeveelheid beschikbaar vocht in de wortelzone bij deze zandgronden zeer gering en de afhankelijkheid van het gewas van de vochtvoorziening vanuit het grondwater bijgevolg zeer sterk. Op enkele karakteristieke eigenschappen van de aardbeiwortel, die van grote invloed zijn op de gevonden samenhangen, zal later nog worden ingegaan.

De zeer duidelijke schadelijke invloed van de toenemende jaarschommeling (lagere zomer-

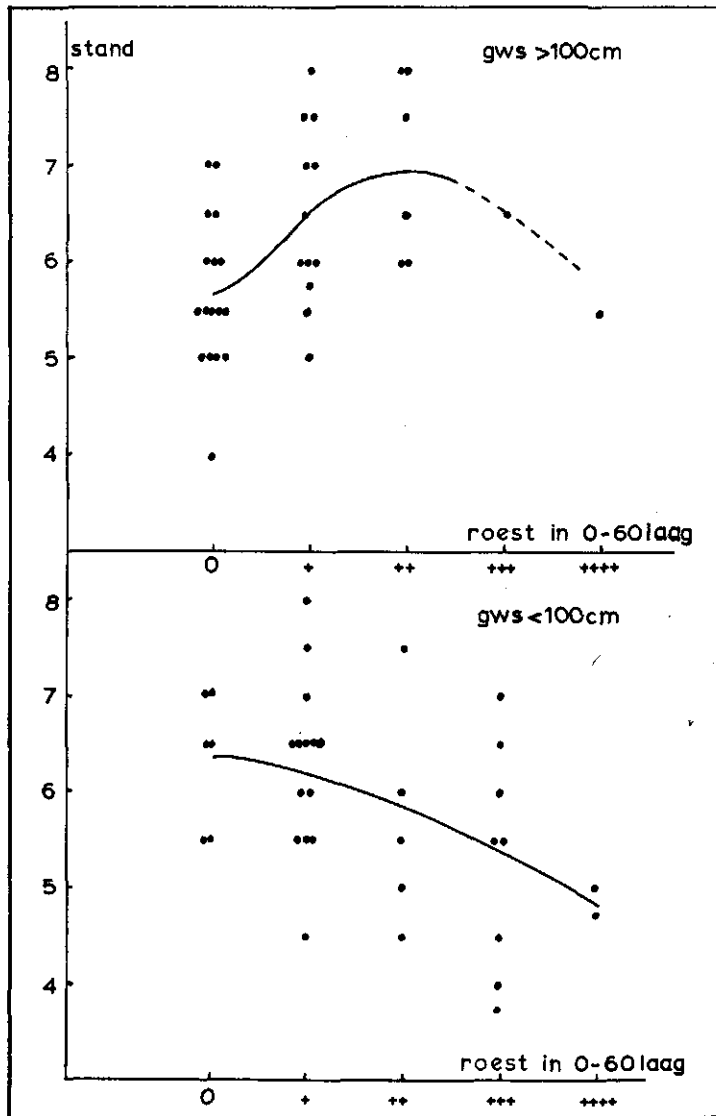
waterstanden) op betrekkelijk laag gelegen akkers is voor VISSER [25, 26, 27] uitgangspunt geweest voor zijn beschouwing over de invloed van het grondwater op de aardbei in Kennemerland. Hij was van mening, dat de invloed van de jaarfluctuatie op het gewas die van de gemiddelde hoogteligging verre overtrof en hij kende daarom aan de hoogteligging boven het grondwater weinig betekenis toe. Bij zijn onderzoek vond VISSER op een achttal proefveldjes met Oberschlesiën een zeer sterke samenhang van het gewas met de tussen 0,48 en 1,00 variërende rgs- (relatieve grondwaterschommelings-) maat. Tussen deze waarden variëerde de opbrengst tussen 150 en 70 kg per are. Op grond van deze samenhang zou men, afgaande op de in afbeelding 1 gesuggereerde situatie kunnen veronderstellen, dat de opbrengsten in Beverwijk-Heemskerk over het geheel genomen duidelijk aan de lage kant moeten zijn. Bovendien zouden de met de jaarschommeling samenhangende opbrengstverschillen in dit gebied niet bijzonder groot moeten zijn, omdat de rgs-maat hier slechts weinig, nl. van 0,8 tot 1,1 varieert. Afbeelding 7 (I) doet echter vermoeden dat de werkelijk plaatselijk voorkomende relatieve verschillen in jaarschommeling wel groter zullen zijn dan uit afbeelding 1 kan worden afgeleid. Opgemerkt moet worden dat tussen de stand van het gewas en de door interpolatie uit afbeelding 1 voor de proefplekken afgeleide rgs-waarden vrijwel geen samenhang bestond.

Het verband tussen de stand en de geschatte toename van de jaarschommeling bij de hoger gelegen percelen II en III in afbeelding 7 blijkt geheel anders te zijn dan bij groep I. Er is zelfs sprake van een geringe verbetering van de stand. Deze kon echter niet betrouwbaar worden aangetoond. Opgemerkt zij, dat bij de schattingen slechts een ruwe splitsing naar de bedoelde maatstaven kan zijn verkregen. Dit blijkt wel uit het grote aantal in groep IIB geplaatste gevallen en uit de zeer sterke spreiding van de standcijfers binnen elke klasse. Een vergelijking met de grondwaterstand leerde, dat de schattingen a, b en c bij deze hoogtegroepen niet of nauwelijks in de zomerwaterstanden konden worden herkend. Zouden de schattingen op realiteit berusten, dan zouden de verschillen in jaarschommelingen bij deze groepen dus gezocht moeten worden in de winterwaterstanden en zou de geringe verbetering in stand in afbeelding 7 II en III moeten samenhangen met hogere winter- (en voorjaars-) waterstanden en dus met een betere vochtvoorziening in het voorjaar.

Een bevestiging van deze zienswijze kon worden verkregen uit het voorkomen van roest in

Afb. 9. De samenhang tussen de stand en het voorkomen van roestverschijnselen in de laag 0-60 cm-mv. bij niet bevoeide, niet ontsmette percelen, waarvan de diepste grondwaterstand in 1955 meer respectievelijk minder dan 100 cm bedroeg.

The relationship between the vigour marks of the crop and the occurrence of gley-rust spots in the upper 60 cm of the soil for fields with deepest groundwater tables below and above 100 cm respectively. Non-irrigated, non-sterilized fields only.



de bovenste 60 cm van het profiel. Roest ontstaat in lagen die zich afwisselend langdurig onder en boven het grondwater bevinden. Een toename van de hoeveelheid roest binnen 60 cm diepte betekent dus dat het grondwater tussen herfst en voorjaar langduriger en hoger boven 60 cm-mv komt. De hoeveelheid roest en het hoger voorkomen daarvan werd in een maat vastgelegd. De samenhang van de stand met deze maat is in afbeelding 9 weergegeven. Daarbij werden de percelen gesplitst in die met waterstanden lager en hoger dan 100 cm-mv. Hiermee werden ze dus ruwweg in „hoog” en „laag” ingedeeld. Bij lage waterstanden in de zomer is een matige hoeveelheid roest ondiep in het profiel duidelijk gunstiger dan het totaal ontbreken hiervan. Bij laag gelegen percelen neemt de stand met de hoeveelheid roest echter af en is het ontbreken van roest binnen 60 cm juist gunstig. We krijgen dus de indruk, dat bij lage grondwaterstanden in de zomer een toename van de jaarschommeling inderdaad gunstig is voor het gewas en dat de invloed van deze jaarschommeling dus afhankelijk is van het niveau waarop deze zich voltrekt.

Een dergelijke invloed werd ook door BLOEMEN [2] gevonden bij winterrogge.

Het hierboven geschetste beeld over de samenhang tussen het gewas en het grondwater kan niet goed worden begrepen zonder een duidelijk inzicht in de beworteling en de wortelgroei van de aardbei. Onderzoek hierover kon door ons helaas niet worden verricht. De volgende beschrijving ontlent wij aan wortelstudies van BOSSE [4], GOEDEWAAGEN [11], VAN DER KLOES [15] en ROM en DANA [19].

De aardbei kent twee duidelijk te onderscheiden fasen in de wortelgroei. In het voorjaar, vanaf april, ontstaan vertakkingen op het bestaande wortelstelsel, waarbij groeisnelheden van 2—4 mm per dag worden bereikt. Van dieptegroei is hierbij echter nauwelijks of geen sprake. De plant moet de neerslag en de bestaande vochtreserve in de grond benutten en is niet in staat om, zoals andere gewassen, achter het dalende grondwater aan te groeien. Eind juni houdt deze vertakkingsgroei op. In de eerste helft van juli vangt de tweede fase in de wortelgroei aan. Uit de wortelkroon ontstaan bij- of adventiefwortels die snel in de diepte groeien en daarbij snelheden van 10 mm per dag kunnen bereiken. Op deze wortels ontstaan sterke vertakkingen. Deze dieptegroei vindt ook na zomerplanting plaats en men kan zich voorstellen dat zo vroeg mogelijke zomerplanting ook een eerder aanvangende en daarom dieper gaande zomerwortelgroei tot gevolg zal hebben. In augustus en september

sterven de fijnere zijwortels, die in de hogere grondlagen in de loop van het voorjaar zijn gevormd, weer af. De hoofdmassa van het actieve wortelstelsel komt daarbij dus in diepere grondlagen te liggen. De dieptegroei van de bijwortels komt tegen het eind van september vrijwel tot stilstand. Onder zeer gunstige vochtomstandigheden en zonder mechanische belemmering kan daarbij een diepte van ca 100 cm worden bereikt. Er zijn echter aanwijzingen dat de hoofdmassa van de wortels op zandgronden met een minder gunstige vochtvoorziening doorgaans niet dieper dan ca 70—80 cm komt.

Het onvermogen van de aardbei, om in de door droogte gekenmerkte periode van april tot juli achter het dalende grondwater aan te groeien maakt, dat de vochtvoorziening van dit gewas op humusarme zandgronden, in deze voor de produktie zo belangrijke tijd zeer sterk afhangt van de uitbreiding van het wortelstelsel zoals dat in het vroege voorjaar aanwezig is en van de mate waarin dit van het grondwater kan profiteren. Bij gronden met een gering vochtbergend vermogen moet deze situatie daarom het uitgangspunt vormen voor elke verklaring van de samenhang tussen het gewas en de grondwaterstand.

Wij zullen nu schematisch weergeven hoe de vochtvoorziening en de beworteling bij de twee onderscheiden gevallen - lage ligging, hoge ligging - naar onze mening moet worden gezien. Bij gebrek aan meer gegevens van de proefplekken, ontkomen we bij deze beschouwing niet aan enkele speculaties over het gedrag van het grondwater en de beworteling. De voorstelling van zaken is echter opgebouwd uit eigen indrukken en uit de vermelde publikaties, vooral die van VISSER en GOEDWAAGEN.

lage ligging

Bij de percelen van groep I (afbeelding 7 I en afbeelding 8) is de lage ligging t.o.v. het gemiddelde grondwaterpeil grotendeels het gevolg van drangwater vanuit de duinen, dat ondergronds onder groter verhang toe- dan afstroomt. Sterke plaatselijke verschillen in de jaarschommeling worden bij deze percelen onder meer veroorzaakt door het drainerende effect van de in oostelijke richting afwaterende ondiepe sloten, die de schommelingen naar boven afdempfen. De diepste zomerwaterstanden zullen - afgaande op eigen gegevens - variëren tussen ca 60 en 100 cm - mv. De dieptegroei van de wortels vindt vroegtijdig b.v. reeds in augustus een einde door het stijgende grondwater, enerzijds omdat dit zich reeds betrekkelijk dicht onder de planten bevindt, anderzijds omdat zomerregens en drangwater het grondwater

waarschijnlijk eerder en sneller doen stijgen dan bij hoger boven het gemiddelde peil en meer oostelijk gelegen akkers het geval is. Bij de tuinders op deze lage percelen bestaat een gerechtvaardigde angst voor natte zomers, waarbij het grondwater reeds vanaf augustus op winterniveau kan komen te staan. Het gewas is in deze periode nog volledig actief en wat de vochtvoorziening betreft aangewezen op het diepere deel van de wortels.

Het lijkt mogelijk, dat de eventueel reeds gevormde diepere bijwortels met hun vertakkingen, wanneer deze al vanaf de zomer onder het grondwater komen te staan, afsterven. Een gewas dat nog sterk verdampt zal gevoeliger zijn voor inundatie van de wortels dan een gewas dat zich reeds in een zekere rusttoestand bevindt. In ieder geval wordt de diepte van het wortelstelsel zoals dat in het volgende voorjaar aanwezig is, grotendeels bepaald door de ontwateringsdiepte van het perceel. Gezien de grote doorlatendheid van deze zandgronden en de geringe diepte van de afwateringsloten, zal de variatie in ontwateringsdiepten bij deze lage akkers niet bijzonder groot zijn en zullen ook de bewortelingsdiepten weinig variëren. Aangenomen wordt, dat we hier merendeels met gewassen te maken hebben waarvan de hoofdmassa van de wortels in het voorjaar tot ca 30 cm reikt. GOEDEWAAGEN nam bij enkele proefveldjes van VISSER, ten westen van de Rijksweg maximale doorwortelingsdiepten van 40—50 cm waar. In droge perioden is de vochtvoorraad in het bewortelde profiel bij zulke gewassen snel verbruikt, zodat de ontwikkeling van het gewas al spoedig geheel afhankelijk wordt van de vochtvoorziening vanuit het grondwater. Stelt men het midden van de open capillaire zône bij deze nog iets humushoudende gronden op 40 cm boven het grondwater, dan zullen gewassen met tot 30 cm reikende wortelstelsels steeds voldoende vocht uit de capillaire zône kunnen opnemen, wanneer het grondwater in de zomer niet dieper dan tot ca 70—75 cm zakt. Een diepere grondwaterdaling zal het contact tussen de wortels en de capillaire zône eerder verbreken en spoedig aanleiding geven tot verminderde vochtopname en groei. Dit beeld is geheel in overeenstemming met afbeelding 8, waarin een sterke achteruitgang in de stand viel te bespeuren bij zomerwaterstanden lager dan 70 cm - mv.

hoge ligging

Bij de hoog gelegen akkers is er geen sprake van een belemmering van de dieptegroei door grondwater. Dit grondwater komt niet zo hoog, dat de diepste wortels onder water

komen te staan, of de stijging vindt zó laat in het seizoen, bijvoorbeeld vanaf oktober plaats, dat het wortelstelsel er geen schade van ondervindt. Ook bij deze akkers hebben we echter te maken met een beperking van de wortelgroei. We veronderstellen hierbij dat het merendeel van de wortels aan het eind van het seizoen tot 70 à 75 cm reikt. KRONENBERG [16] nam waar dat aardbeiwortels in duinzandgrond bij een diepe grondwaterstand niet veel dieper gaan dan 70 cm, waarbij de hoofdmassa van de wortels dan in de diepere lagen ligt.

Het is mogelijk dat de snelheid van dieptegroei op deze grond wordt beperkt door de matige vochtvoorziening, zodat de maximaal mogelijke diepte van ca 100 cm, die in de literatuur wordt vermeld door GOEDEWAAGEN [11] en BOSSE [4], doorgaans niet wordt bereikt. Het is ook mogelijk en zelfs waarschijnlijk, dat de beworteling wordt beperkt door de diepere ondergrond, die beneden de bewerkingdiepte uit geel, humusarm en dichtgepakt zand bestaat. BUTIJN [7] nam waar, dat dergelijk materiaal een mechanische belemmering voor de wortelgroei vormt. Aangezien de akkers in dit gebied gemiddeld eens per 6 jaar tot 70 à 80 cm werden gediëpspit, is het waarschijnlijk dat we hierin de belangrijkste oorzaak moeten zien van een beperking van de wortelgroei tot 70 à 75 cm bij de hoog gelegen akkers. Wij namen bij deze percelen een zwakke correlatie waar tussen de stand en de bij de waarnemingen niet als belangrijk onderkende en daarom slechts ruw aangegeven bewerkingdiepte. Had deze tot 90 à 100 cm plaats gevonden, dan werd een betere stand waargenomen dan waar slechts tot 70 à 80 cm werd gediëpspit.

Bij gewassen met wortelstelsels tot 70 à 75 cm diepte in het voorjaar steunt de vochtvoorziening bijna het gehele seizoen op het grondwater wanneer dit niet dieper dan tot ca 110 cm zakt. Het midden van de open capillaire zône, een niveau waaruit de wortels nog gemakkelijk vocht onttrekken, mag bij deze 1—2 % humus bevattende gronden nl. op ca 35 cm boven het grondwater worden gesteld. Het optimum bij 105—110 cm-mv in afbeelding 6 komt met deze gevallen overeen. Bij een dieper wegzakken van het grondwater wordt dit contact in de loop van het seizoen eerder verbroken naarmate het water dieper wegzakt. Dit zal in de groei merkbaar zijn en in droge jaren tot ernstige droogteschade leiden.

Afgezien van de diepste stand in de zomer doet zich bij deze gevallen nog een tweede invloed van het grondwater gevoelen. Een sterke jaarschommeling, vermoedelijk nog enigszins

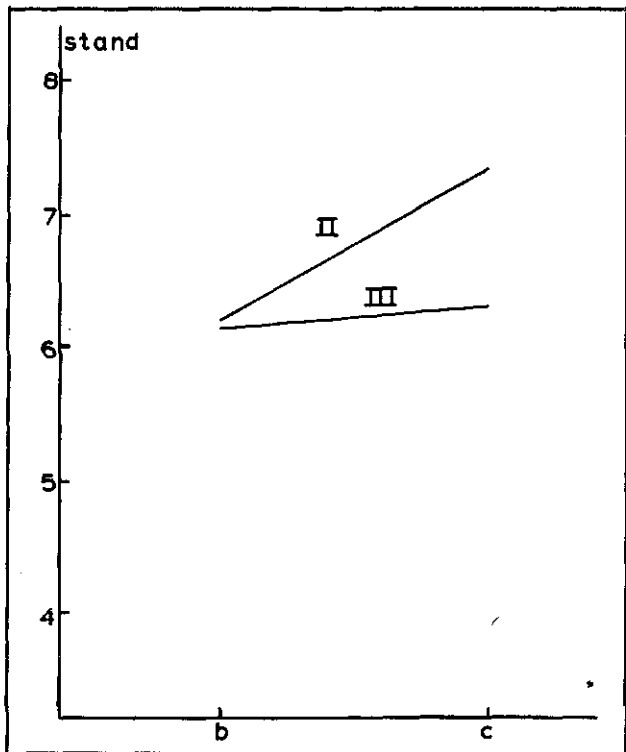
als gevolg van de invloed van drangwater, betekent hogere winterwaterstanden (roest binnen 60 cm in het profiel) en een langer durende vochtvoorziening in het voorjaar. Daarom zullen hoog gelegen percelen met een te lage zomerwaterstand gunstig reageren op een sterke jaarfluctuatie van het water, zolang deze geen beperking van de bewortelingsdiepte inhoudt. Het zijn die gevallen, waarbij in afbeelding 7 (II en III) bij toenemende jaarschommeling een zwakke verbetering in de stand kon worden onderkend en waarbij, binnen 60 cm nog wat roest werd aangetroffen.

Het gecompliceerde verband in afbeelding 6 kan nu als volgt worden uitgelegd. Er zijn twee groepen van akkers met tamelijk weinig variërende bewortelingsdiepten van ongeveer 30 respectievelijk 70 cm. De eerste groep is onderhevig aan een sterke achteruitgang in de stand bij zomerwaterstanden dalend van 65 naar 95 cm. De tweede groep vertoont deze achteruitgang vanaf 110 cm diepe grondwaterstanden. Door de bevoeiingsmaatregelen omvatte deze laatste groep in 1955 nog slechts een beperkt aantal akkers. Tussen beide groepen ligt een groot aantal overgangsgevallen bij zomerwaterstanden rond 100 cm die, afhankelijk van meer of minder wateroverlast, tussen 30 en 70 cm diepte variërende wortelstelsels zullen vertonen. De stand van deze gewassen kan sterk variëren. Zonder nadere kennis over het gedrag van het grondwater is niet te voorspellen in welke mate dit een belemmering van de bewortelingsdiepte zal vormen en hoe de reactie van het gewas op het waterpeil in de zomer zal zijn.

BEVLOEIDE PERCELEN

In 1955 werd reeds op ruime schaal bevoeiing toegepast. Van de bezochte percelen konden er 75 bevoeid worden, wat ook merkbaar was aan de grondwaterstand. Het water zakte hier vroeger tot 120 à 150 cm weg. In de tweede helft van juli 1955 varieerden de meeste grondwaterstanden echter van 56 tot ongeveer 110 cm -mv. Slechts in enkele gevallen werden diepere waterstanden gemeten. Bij niveau's boven 100 cm bleek de pompinstallatie meestal een of twee nachten tevoren nog gewerkt te hebben. Het had dus geen zin om de samenhang tussen het gewas en het gemeten peil na te gaan. Wel bleek dat er nog enig verband bestond tussen de hoogteclassificatie en de grondwaterstand. Voor de geschatte klassen II en III werden gemiddelde waterstanden van 95 en 103 cm berekend. Dit zou een

Afb. 10. De invloed van de geschatte hoogteligging en jaarschommeling van het grondwater op de stand van bevroene, niet ontsmette akkers.



On irrigated, non-sterilized strawberry fields, the position above the average, natural water table (II, III) and the winter-summer fluctuations (b, c) still affect the development of the crop. (cf. figure 7).

aanwijzing kunnen zijn, dat de bereikte hoogte van opzetten van het grondwater samenhangt met de natuurlijke hoogteligging van het perceel boven het grondwater.

De eigen watervoorziening in Kennemerland bestond indertijd nog uitsluitend uit het via greppels verdelen van water dat van enkele tientallen meters diepte werd opgepompt. Daarbij werd getracht het peil tot ca 60 à 70 cm onder maaiveld op te zetten. Gezien de grote doorlatendheid van deze zandgronden, kan men zich voorstellen dat het sterk verhogen van het grondwater over vrij kleine oppervlakten met grote randverliezen gepaard gaat. Het bereiken en handhaven van het gewenste niveau wordt dan moeilijker naarmate het perceel

hoger boven het natuurlijke grondwaterpeil is gelegen. Het lag dus voor de hand na te gaan of de ontwikkeling van het gewas ondanks de bevoeiing nog enige samenhang vertoonde met het natuurlijke gedrag van het grondwater. Dit bleek inderdaad het geval te zijn. In afbeelding 10 is voor de niet met formaline ontsmette bevoeide percelen het verband tussen de stand en de geschatte hoogte- en fluctuatie-klassificatie weergegeven. Een kleine grondwaterschommeling (a) kwam onder de bevoeide percelen zo weinig voor, dat deze gevallen buiten beschouwing zijn gelaten. Uiteraard behoorden de meeste akkers tot de hoogst gelegen groep III. De gemiddelde stand werd voor de groepen II b en c en III b en c respectievelijk uit 8, 7, 14 en 20 gevallen berekend. Voor de middelhoge percelen kon een gunstige invloed van een toename van de jaarschommeling betrouwbaar worden aangetoond. Dit effect werd op 16 kg per are geschat. Bij groep III was deze invloed niet of nauwelijks aanwezig. Het gaat hier blijkbaar om een gemiddeld zo hoge ligging dat toename in de jaarschommeling binnen de in de praktijk voorkomende variatie, geen duidelijk betere vochtvoorziening in het voorjaar en waarneembare verbetering van de stand tot gevolg heeft. Aardbeien op dergelijke percelen zullen zonder bevoeiing vrijwel geheel op de neerslag en vochtreserve van de grond zijn aangewezen.

Afbeelding 10 demonstreert duidelijk, dat de ontwikkeling van het gewas op bevoeide akkers geenszins onafhankelijk was van het natuurlijke gedrag van het grondwater. De bevoeiing zal minder tot een goed gewas hebben geleid naarmate het perceel hoger boven het grondwater was gelegen en de van oudsher meest droogtegevoelige percelen zullen ook onder de categorie van bevoeide akkers de matigste gewassen hebben gegeven.

Een bevestiging van de gunstige invloed van een sterkere jaarschommeling werd tenslotte nog gevonden in een betere stand van het gewas bij toenemende hoeveelheid roest binnen 60 cm van het bodemprofiel (vergelijk afbeelding 9 bij diepe grondwaterstanden). Dit verband kon slechts voor 37 proefplekken worden opgesteld, omdat uit de profielbeschrijving van 12 andere bevoeide percelen geen gevolgtrekkingen over het voorkomen van roest konden worden gemaakt.

Over het gemiddelde effect van de bevoeiing kon geen indruk worden verkregen omdat daartoe de ontwikkeling van aardbeien zou moeten worden nagegaan op niet bevoeide percelen met een ligging ten opzichte van de natuurlijke grondwaterstand, geheel overeenkomende met die van de bevoeide percelen. Uit afbeelding 6 blijkt dat dergelijke per-

celen met zeer diepe grondwaterstanden in 1955 al nauwelijks meer te vinden zullen zijn geweest. In de praktijk is echter wel gebleken dat de meeste pompinstallaties binnen enkele jaren volledig waren terugverdiend.

**grondontsmetting met
formaline**

Grondontsmetting tegen *Verticillium* en aaltjes begon in Kennemerland omstreeks 1952 in zwang te komen. In 1955 was van de percelen met twee- en eenjarige gewassen, die dus in het voorjaar van 1953 en 1954 waren beplant, reeds bijna 40 % ontsmet. In latere jaren vond de maatregel op nog veel grotere schaal toepassing. Aanvankelijk werd alleen met formaline gewerkt. Later werden ook andere middelen toegepast, zoals DD, chloorpicrine en natrium-N-methyldithiocarbamaat. Deze waren vooral tegen aaltjes effectiever, maar tevens veel duurder dan formaline. De grondontsmetting wordt in de wintermaanden uitgevoerd, in elk geval minstens zes weken voor het planten. Daarbij wordt per are 20 - 30 liter handelsformaline verdund met water uitgegoten en één, soms twee keer nagegoten met ca 150 liter water. Na enkele weken wordt de grond oppervlakkig losgemaakt om de formalineresten de gelegenheid te geven te vervluchtigen. Formaline kan nl. ernstige schade aan het jonge aardbeigewas toebrengen. Men moet vermijden de grond na de ontsmetting nog weer diep te bewerken, bijvoorbeeld door het spitten van paden of door het inwerken van organische mest. Proeven met formaline die tussen 1946 en 1957 op de proeftuin „De Duinstreek van Holland” te Heemskerk werden uitgevoerd [1], hebben o.a. aangetoond dat in zulke gevallen herbesmetting vanuit diepere bodemlagen kan plaats vinden, wat tot teleurstellende resultaten van de ontsmetting leidt. Blijkbaar wordt de grond dan slechts tot geringe diepte ontsmet. Ook werd de ervaring opgedaan, dat veel neerslag na het uitgieten van het middel een vermindering van het effect geeft. In de praktijk bleek de grondontsmetting ook lang niet altijd volledig effectief te zijn.

Uit onze gegevens kan worden afgeleid, dat de formalinebehandeling gemiddeld slechts een gedeeltelijke achteruitgang zowel van *Verticillium*- als van zwart wortelrot-symptomen heeft gegeven. In tabel 1 zijn voor één- en tweejarige gewassen de gemiddelde standcijfers en de aantastingscijfers voor *Verticillium*- en zwart wortelrot van niet en wel ontsmette percelen weergegeven.

Uit deze cijfers valt in de eerste plaats op, dat in de ontsmette percelen nog vrij veel ziektesymptomen werden aangetroffen. Zo kwamen duidelijke tot ernstige *Verticillium*-symptomen op niet en wel ontsmette akkers in 48 % resp. 18 % en duidelijke tot ernstige

		leeftijd gewas	
		eenjarig	tweejarig
Stand	niet ontsmet	6,26	6,42
	ontsmet	6,64	6,62
Verticillium	niet ontsmet	1,98	1,35
	ontsmet	1,13	0,90
zwart wortelrot	niet ontsmet	0,31	0,61
	ontsmet	0,13	0,34

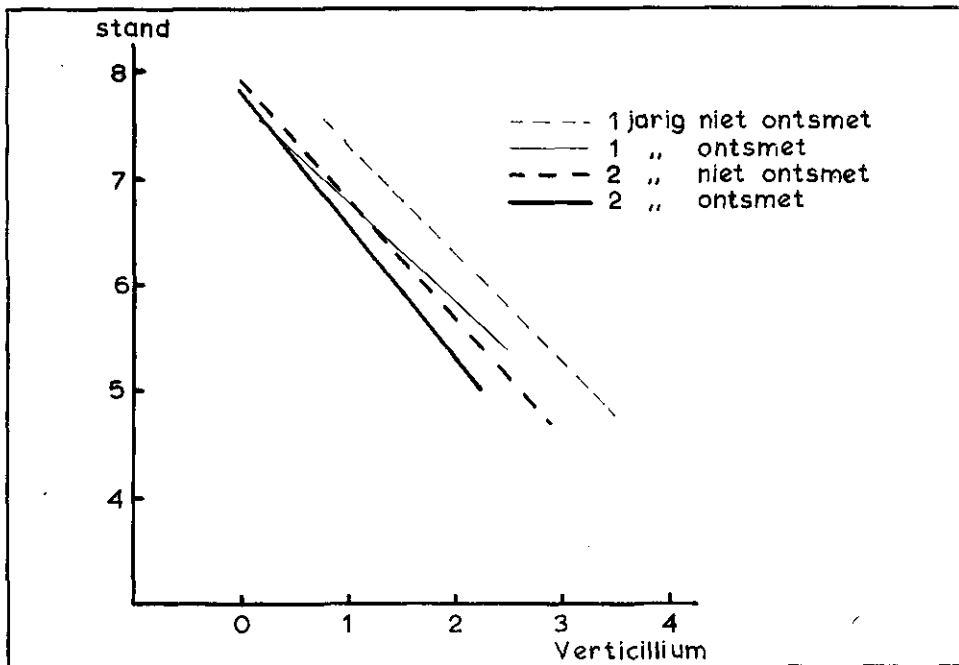
Tabel 1. Standcijfers en aantastingscijfers voor Verticillium en zwart wortelrot op niet en wel met formaline ontsmette percelen.

Table 1. Average vigour marks, Verticillium and black rootrot symptoms of non-sterilized and sterilized fields. Strawberry crops one and two years old respectively.

aaltjessymptomen in 16 % resp. 7 % van de gevallen voor. In afbeelding 11 is de samenhang tussen Verticillium en de stand grafisch weergegeven voor de verschillende categorieën. We zien dat bij eenzelfde standcijfer op ontsmette percelen minder symptomen voorkwamen dan op niet ontsmette percelen. Alleen de beide lijnen voor eenjarige gewassen wijken in niveau betrouwbaar van elkaar af. Dit kan er op wijzen dat het effect van de formalinebehandeling in het eerste plukjaar iets groter is geweest dan in het tweede plukjaar, een gevolgtrekking die ook uit de stand- en Verticilliumcijfers van tabel 1 gemaakt zou kunnen worden. Het effect van de grondontsmetting is blijkbaar slechts tijdelijk.

Dat tweejarige gewassen bij dezelfde stand minder Verticillium laten zien dan eenjarige, lijkt met het bovenstaande min of meer in tegenspraak. Men zou met de leeftijd van het gewas eerder een uitbreiding van de symptomen verwachten. Dit verschijnsel, waarop reeds op blz. 19 de aandacht werd gevestigd, hangt echter mogelijk samen met een verschil in uiterlijk tussen een- en tweejarige gewassen. Daardoor zouden de ziektesymptomen bij een eenjarig gewas meer kunnen opvallen en hoger kunnen worden beoordeeld.

Uit de standcijfers in tabel 1 mogen geen conclusies worden getrokken over de gemiddelde



Afb. 11. Het verband tussen de Verticilliumsymptomen en de stand voor wel en niet met formaline ontsmette, één- en tweejarige gewassen.

Relationship between vigour marks and Verticillium symptoms for crops on sterilized (—) and non-sterilized (- - -) fields, one and two years after planting.

grootte van het effect van de grondontsmetting. De groeiomstandigheden behoeven voor de groepen wel en niet ontsmette akkers immers niet dezelfde te zijn geweest. Men mag aannemen dat de grondontsmetting daar heeft plaats gevonden waar de aanleiding daartoe ook het grootst is geweest, dus bij slechte groei en veel ziekteverschijnselen in een vorig gewas. Het gemiddelde effect zal dan ook groter zijn geweest dan uit de standcijfers van tabel 1 kan worden afgeleid. Ook de proefresultaten van de proeftuin te Heemskerk wezen op een

duidelijker opbrengstverbetering. Hier werden met grondontsmetting meer-opbrengsten van ca 20 tot 40 kg per are verkregen.

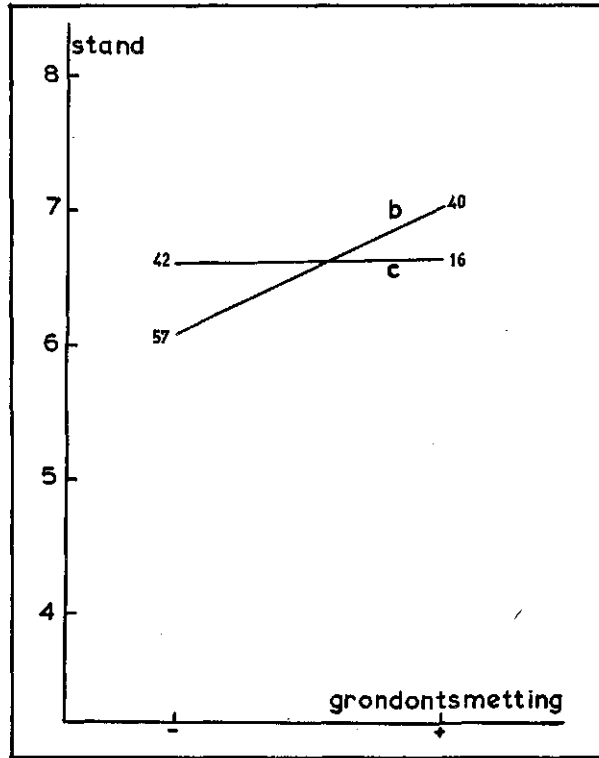
Intussen rijst de vraag waarom de formalinebehandeling gemiddeld geen sterkere teruggang van de ziektesymptomen heeft gegeven. Afgezien van de mogelijkheid van herbesmetting door het stuiven van besmette grond lijkt daarbij de diepte van de grondlaag die ontsmet wordt, een belangrijk punt te zijn. De reeds vermelde proef, waaruit bleek dat het inspitten van organische mest ná een formalinebehandeling ongunstiger was dan wanneer dit vóór de behandeling plaats vond, wees reeds op de mogelijke aanwezigheid van nog besmette grond op geringe diepte. Neerslag die spoedig na het uitgieten van formaline valt, lijkt een zeer ongunstige invloed op het effect van de behandeling te kunnen uitoefenen. Bij deze gronden met een zeer gering vochtbergend vermogen zal de formaline dan al spoedig geheel tot in het grondwater kunnen inspoelen en onwerkzaam worden. Omgekeerd zal sterk drogend weer na het uitgieten een te ondiepe indringing en sterke vervluchtiging van het middel in de hand werken.

Bij de analyse van de gegevens werd een samenhang gevonden tusschen het verschil in stand van niet en wel ontsmette percelen en de geschatte jaarschommeling van het grondwater. Deze samenhang, die op een invloed van het grondwater op het effect van de ontsmetting wijst, is de reden waarom dit hoofdstuk wordt behandeld na de bespreking van de analyse van de waterhuishoudkundige factoren. De bedoelde samenhang is in afbeelding 12 voor de hoogtegroepe II en III gezamenlijk weergegeven. Er bleek een betrouwbare interactie tussen wel en niet ontsmetting en de fluctuatieschatting te bestaan. Bij percelen met een sterke fluctuatie (c) was er geen verschil in stand. Bij een matige fluctuatie (b) waren de ontsmette percelen veel beter. Hoewel afbeelding 12 geen directe weergave van het resultaat van de grondontsmetting is (daartoe zouden alle overige groeiomstandigheden bij de groepen niet en wel ontsmet gelijk moeten zijn geweest), wordt wel de indruk gewekt dat dit effect afhankelijk is van bepaalde hydrologische omstandigheden. Bij de invloed van de waterhuishouding wezen wij er reeds op, dat de schatting b en c vooral betrekking moet hebben gehad op verschillen in winterwaterstanden en dat bij c het water gemiddeld hoger zal hebben gestaan.

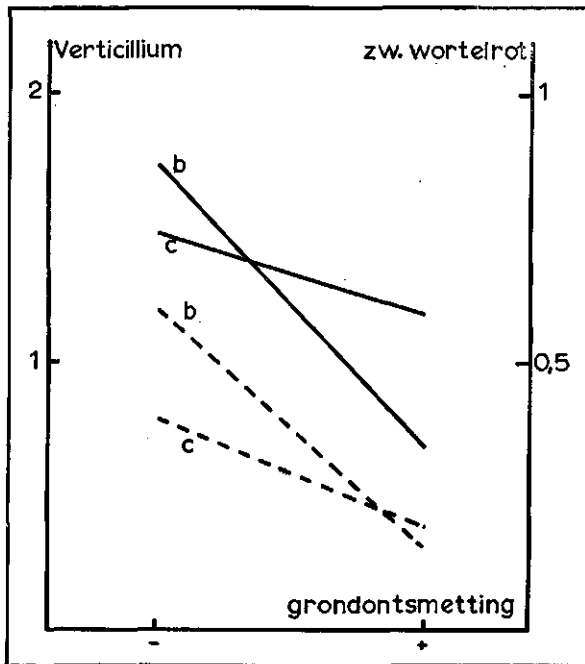
Er zijn nu twee verklaringen voor het onverwachte verband in afbeelding 12 mogelijk. De

Afb. 12. De gemiddelde stand bij niet en wel ontsmette, middelhoog tot hoog boven het grondwater geklassificeerde percelen in afhankelijkheid van de geschatte jaarschommeling van het grondwater; b = matige, c = sterke jaarschommeling. De getallen geven voor elke groep de aantallen percelen weer.

Vigour marks of crops on non-sterilized (-) and sterilized (+) fields of estimated medium or high position above average groundwater level, in relation to estimated annual groundwater fluctuation: b = moderate, c = strong fluctuation. Numbers of fields are indicated.



eerste is, dat bij hoge winterwaterstanden slechts een betrekkelijk dunne grondlaag kan worden ontsmet. Iedere neerslag van betekenis zal het middel, dat bij het uitgieten slechts enkele cm indringt, sterk verdunnen en vrijwel geheel in het grondwater terecht doen komen. Daalt het grondwater in het voorjaar en in de zomer, dan komen de op deze percelen vrij diep gaande wortels in niet ontsmette ondergrond terecht. Men moet hierbij aannemen dat de besmetting met *Verticillium* en aaltjes hetzij via wortelstelsels, hetzij door passieve verplaatsing ook tot in de bewortelbare ondergrond is doorgedrongen. Aangezien juist deze diepere lagen in de loop van de volgende plukjaren van betekenis zijn



Afb. 13. Verticillium (—) en zwart wortelrot (- - -) symptomen bij niet en wel ontsmette percelen met matige (b) en sterke (c) jaarschommeling van het grondwater.

Interrelationship between Verticillium (—) and black rootrot (- - -) symptoms on non-sterilized and sterilized fields, and the estimated groundwater fluctuation, b = moderate, c = strong fluctuation.

voor de vochtopname in droge tijden, kan men zich voorstellen dat het effect van de ontsmetting direct afhankelijk is van de diepte tot waar de grond is ontsmet, dus van de hoogte van het grondwater in de weken volgend op het uitgieten. Bij groep b, waar het water in de periode van de formalinebehandeling minder hoog staat, is er sprake van dieper ontsmette grondlagen en dus van geringere kans op herinfectie. Is deze zienswijze juist, dan zou de grondontsmetting met formaline moeten worden uitgevoerd in een tijd waarin het grondwater relatief laag staat. Met dit beeld in overeenstemming is de samenhang tussen de verschillende groepen percelen van afbeelding 12 en de daarbij behorende ziektesymptomen (afbeelding 13). We zien dat bij een matige schommeling van het grondwater (b), dus bij lagere winterwaterstanden, een sterkere afname van ziektesymptomen werd berekend dan bij een sterke schommeling (c). Op niet ontsmette percelen vertonen de wat minder gunstig

ontwikkelde gewassen van groep b meer ziekteverschijnselen. Op ontsmette percelen worden hier door een beter geslaagde ontsmetting juist minder symptomen gevonden.

De tweede verklaring van de interactie in afbeelding 12 gaat uit van de vochtvoorziening van het gewas en de in het voorgaande ontwikkelde zienswijze over de invloed van *Verticillium*. Bij percelen met een sterke jaarschommeling van het grondwater (c) is de vochtvoorziening in het voorjaar relatief gunstig. Het gewas ondervindt dan minder schade van besmetting van de grond met *Verticillium* (evt. ook aaltjes) en reageert dan ook minder positief op vermindering van de besmettingsgraad door de ontsmetting. Is de jaarschommeling kleiner (b) dan is de vochtvoorziening in het voorjaar minder gunstig en de schadelijke invloed door *Verticillium* (evt. aaltjes) groter. Ontsmetting zal in dit geval een krachtiger wortelstelsel en zo een belangrijke ondersteuning van de toch reeds matige vochtvoorziening geven. Opvallend is in dit verband reeds het geringere aantal binnen groep c ontsmette percelen, nl. 16.

Bij deze groep met redelijke gewassen werd de noodzaak tot ontsmetten van de grond kennelijk minder sterk gevoeld dan bij groep b, waar een relatief veel groter aantal akkers werd ontsmet. Deze tweede verklaring geeft echter nog geen afdoende antwoord op de vraag waarom de gewassen van groep b, met een minder gunstige vochtvoorziening in het voorjaar, op de ontsmette percelen toch een betere ontwikkeling vertoonden dan die van groep c. Het is zeer wel mogelijk dat beide omstandigheden, invloed van de grondwaterstand op het effect van de ontsmetting en een verschil in schadelijke invloed van *Verticillium* (en aaltjes) bij verschillende vochtvoorziening, gezamenlijk de interactie in afbeelding 12 hebben bepaald.

bodemvruchtbaarheidsfactoren

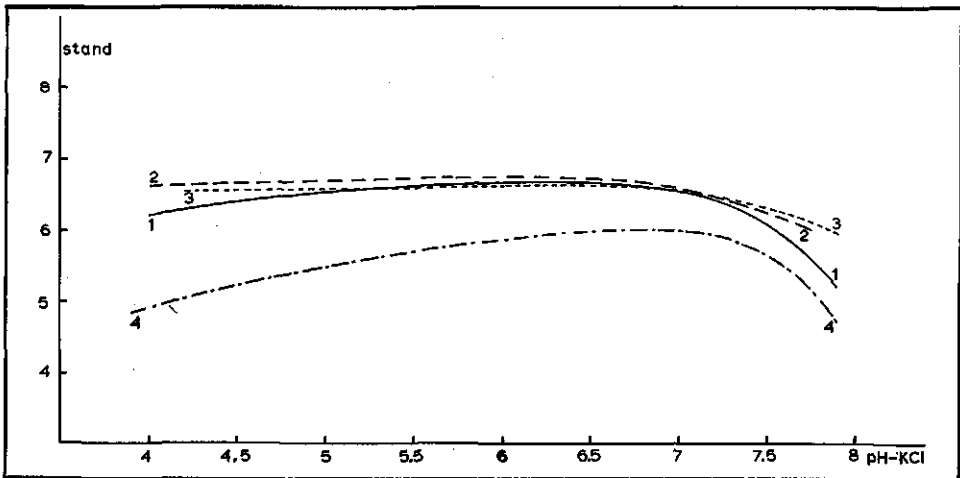
Van elk van de tweehonderd proefplekken werd een representatief monster uit de bovengrond verzameld. Hierop werden bepalingen verricht die aanwijzingen over de vruchtbaarheid van de grond konden verschaffen. De betekenis van de factoren waarmee het gewas een samenhang vertoonde, zullen worden besproken. Opgemerkt moet worden dat de vruchtbaarheids-toestand van een perceel zoals die uit analysecijfers blijkt, met de jaren sterk kan veranderen. Dit geldt, zij het in veel mindere mate ook voor een geheel gebied.

ZUURGRAAD

De zuurgraad van de grond werd vastgelegd door bepaling van de pH in een suspensie van water en in één van 1N KCl. Deze waarden, pH-water en pH-KCl, vertoonden onderling een sterk rechtlijnig verband, maar het verschil tussen beide nam af met toenemende pH. Bij pH-KCl = 4.5 bedroeg de pH-H₂O gemiddeld 5,6; bij pH = 8 waren beide waarden gelijk. Om praktische redenen zal hier verder slechts over de pH-KCl worden gesproken. De tuinbouwgronden van Beverwijk en Heemskerk liggen vrijwel uitsluitend op ontkalkte, oude duinzandgronden, die van nature lage pH-waarden bezitten. Door het overstuiven van kalkhoudend jong duinzand in het westen van het gebied, door bekalkingen en door het diep omspitten van de grond is echter een zeer grote spreiding in pH's ontstaan. De pH-KCl vertoonde een regelmatige spreiding tussen ca 4 en 7.8. Boven een koolzure kalkgehalte van 0,3 % werden uitsluitend pH's boven 7 gevonden.

Voor alle percelen gezamenlijk werd de samenhang tussen de stand en de pH-KCl nagegaan (afbeelding 14, lijn 1). Hieruit werd een aanwijzing verkregen dat er een zwak optimaal traject bestaat tussen pH-KCl 5,3 en 7,0. Bij lagere pH's reageert het gewas slechts iets ongunstig, boven pH-KCl = 7,0 gaat de stand echter duidelijk achteruit.

Dat de aardbei zich op zure grond goed thuis voelt is algemeen bekend [STRONG 22, HUNTER 13]. GERRITSEN [zie KRONENBERG 16] is van mening dat de pH-H₂O voor aardbeien op zand (waarschijnlijk worden diluviale zandgronden bedoeld) niet hoger mag zijn dan 6,5. Dit zou overeen komen met een pH-KCl van 5,8. Voor humushoudende diluviale zandgronden zal de toelaatbare pH zeker vrij laag zijn; voor de hier onderzochte weinig humushoudende duinzandgronden suggereert het genoemde verband echter dat de pH hoger mag zijn dan doorgaans wordt aangenomen. Dit betekent echter nog niet, dat een aardbeigewas op deze gronden gunstig zal reageren op bekalkingen. DELVER en STRUYS [8]



Afb. 14. Het verband tussen de zuurgraad en de stand voor naar hydrologische maatstaven onderscheiden groepen van percelen. 1. gemiddeld voor alle percelen, 2. bevloeiende percelen, 3. niet bevloeiende percelen met gunstige vochtvoorziening (schattingen Ia, IIb en c en IIIb en c), 4. niet bevloeiende percelen met ongunstige vochtvoorziening (schattingen Ib en c, IIa en IIIa).

The relation between pH and vigour marks for groups of fields selected according to hydrological criteria. 1. average relation, 2. irrigated fields, 3. non-irrigated fields with favourable water supply (classification Ia, IIb and c and IIIb and c), 4. non-irrigated fields with unfavourable water supply (classification Ib and c, IIa and IIIa).

vonden bij een bekalkingsproef in dit gebied, dat een kalkgift waarbij de pH-KCl van 4,3 tot 5,6 werd verhoogd, reeds een iets ongunstige uitwerking op de opbrengst van aardbeien had. Onder dezelfde omstandigheden reageerden groenten en bloembollen op bekalkingen echter met opbrengstverhogingen tussen 10 en 100 %.

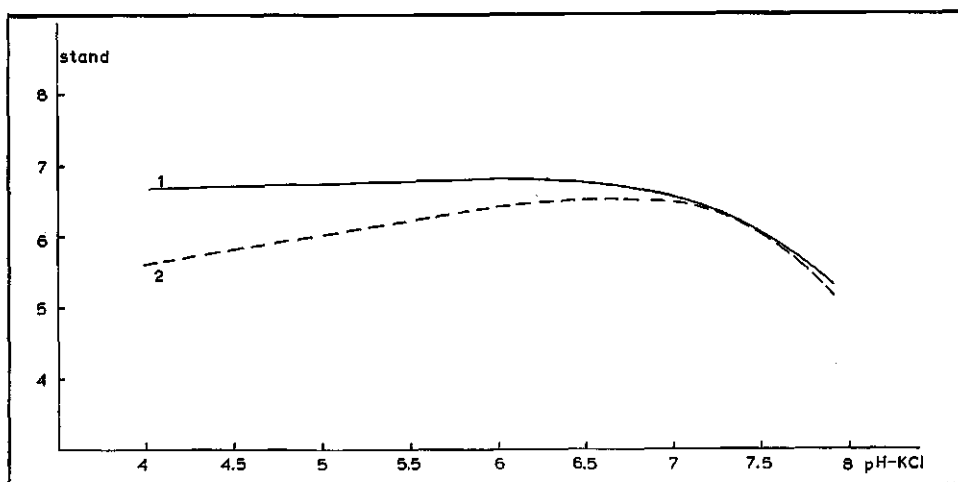
De gunstige ontwikkeling van de aardbei bij lage pH en de vanouds grote met dit gewas beteelde oppervlakte zijn ongetwijfeld belangrijke redenen, dat in 1955 nog veel vrij zure percelen voorkwamen. Nu de teelt nog slechts van ondergeschikte betekenis is en er met de eisen van de aardbei dus minder rekening behoeft te worden gehouden, zal het meer

dan vroeger gewenst zijn de pH van de grond door regelmatige bekalkingen op peil te houden. Uit het genoemde bekalkingsonderzoek bleek, dat de pH-KCl voor groenten en bloembollen minstens 5,8 moet bedragen.

Bij de bewerking van de gegevens werd nog onderzocht, of het verband tussen het gewas en de zuurgraad een interactie met andere factoren vertoonde en of dit verband niet een schijnrelatie was doordat de pH sterk met andere factoren was gekoppeld. Bij de bestudering van het materiaal bleek nl. dat de gronden met zeer hoge pH veel voorkomen nabij de voet van de duinen. Juist hier kwamen veel gewassen voor, waarvan de ontwikkeling door een ongunstige waterhuishouding te wensen overliet. De proefplekken werden nu gesplitst in drie groepen waartussen een verschil in de vochtvoorziening kon worden aangenomen, nl. de bevoeide percelen, de niet bevoeide percelen met volgens de analyse een redelijke vochtvoorziening (de groepen Ia, IIb en c en IIIb en c) en tenslotte de niet bevoeide percelen met een minder goede vochtvoorziening (Ib en c, IIa en IIIa). Dat de zuurgraad enigszins aan hydrologische verschillen gekoppeld is, blijkt reeds uit het feit dat bij de genoemde groepen respectievelijk 12, 35 en 63 % van de percelen een pH-KCl boven 7 bezat. Hoge pH's gaan dus enigszins samen met een ongunstige waterhuishouding, speciaal waar het de kalkhoudende gronden in de nabijheid van de duinen betreft.

Gebleken is dat het gewas bij een relatief gunstige vochtvoorziening (lijnen 2 en 3 in afbeelding 14) zeer weinig op pH-verschillen reageert. Op droogtegevoelige grond (lijn 4) is de reactie veel duidelijker. Hier blijkt de aardbei zowel op een te lage als op een te hoge pH ongunstig te reageren. De achteruitgang bij hoge pH van de gemiddelde lijn in afbeelding 14 blijkt tevens voor een deel samen te hangen met het in dit traject voorkomen van relatief veel percelen met een ongunstige vochtvoorziening.

Ook de fosfaattoestand van de grond bleek nog van invloed te zijn geweest op het verband tussen het gewas en de pH. In afbeelding 15 is dit verband weergegeven voor gronden met lage en relatief hoge fosfaatcijfers. Hiermee werd een ruwe splitsing naar de fosfaattoestand van de grond beoogd. Waar de grond betrekkelijk fosfaatarm was (lijn 2), was een achteruitgang van het gewas bij lage pH te bespeuren. Waar de fosfaattoestand gunstiger was, reageerde het gewas nauwelijks op een lage pH. Waarschijnlijk hebben we hier te maken met een invloed van de zuurgraad op de vastlegging van fosfaat door ijzer. Op sterk



Afb. 15. Het verband tussen de stand en de zuurgraad bij percelen met een lage (2) en met een relatief hoge (1) fosfaattoestand van de grond. 1 = bovengrond P-citr. hoger dan 50 en P-getal hoger dan 4, 2 = bovengrond P-citr. lager dan 50 of P-getal lager dan 4.

The relation between vigour marks of the crop and the pH of the top soil for fields low (2) and relatively high (1) in available phosphate.

roestige gronden (onder andere sterk vertegenwoordigd bij de gronden van groep Ib en c), wordt fosfaat door ijzer onopneembaar vastgelegd bij lage pH. De achteruitgang van de stand kan nu veroorzaakt zijn door vastlegging van fosfaat, waardoor juist op gronden met een toch reeds lage fosfaattoestand relatief fosfaattekort kan zijn ontstaan.

FOSFAATTOESTAND

Voor het weergeven van de fosfaattoestand werd gebruik gemaakt van de hoeveelheid fosfaat oplosbaar in water van 50 ° C (het P-getal), in 1 % citroenzuur (het P-citroenzuurcijfer) en in Morgan's reagens (een gebufferde oplossing van natrium-acetaat in azijnzuur, met een pH van 4,8). Op de laatste bepaling zal hier niet worden ingegaan omdat de

analysecijfers sterk samenhangen met de pH. De landbouwkundige betekenis van deze cijfers is daarom zeer beperkt. De bepalingen van het P-getal en P-citroencijfer werden door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek uitgevoerd. Deze cijfers geven respectievelijk de hoeveelheid direct opneembare en de voor de plant toegankelijke voorraad fosforzuur weer. Met uitzondering van het P-getal voor tuinbouwgronden zijn beide bepalingen voor praktijkmonsters inmiddels vervangen door die van het P-Al cijfer, dat de hoeveelheid fosforzuur oplosbaar in ammonium-lactaat-azijnzuur weergeeft.

Voor de betekenis van het P-Al cijfer kan ons onderzoek wel aanknopingspunten opleveren. Er bestaat namelijk bij gronden met binnen nauwe grenzen constante humus- en kalkgehalten een goede correlatie tussen P-citr. en P-Al. Voor de kalkarme en kalkhoudende zandgronden in Kennemerland mag het P-Al cijfer respectievelijk op 81 % en 85 % van het P-citroencijfer worden gesteld.

Ook met de fosfaatcijfers vertoonde de stand enige samenhang. Bij lage P-getallen en P-citroencijfers ging de stand achteruit. In ongeveer 30 % van de gevallen mocht voordeel van het opvoeren van de fosfaattoestand worden verwacht. Deze lijkt voldoende hoog als het P-getal minstens 7 en het P-citroencijfer minstens 55 bedraagt. Het P-Al cijfer zou dan 45 moeten zijn. De ongunstige reactie van aardbeien op een lage fosfaattoestand is in overeenstemming met de door VISSER [26] reeds in 1942 in dit gebied geconstateerde invloed van de fosfaattoestand op de opbrengst van aardbeien.

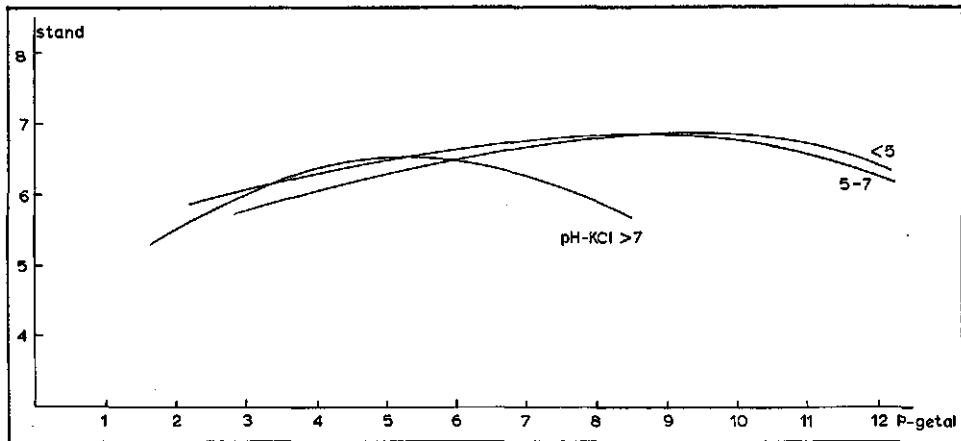
De geconstateerde zeer geringe achteruitgang van het gewas bij de hoogste fosfaatcijfers behoeft niet te betekenen, dat hier van ongunstig hoge fosfaattoestanden sprake is. Het is goed mogelijk dat een door plaatselijke omstandigheden veroorzaakte slechte groei hier en daar een neiging tot zwaarder mesten met stalmest of fosfaat heeft veroorzaakt, zodat daar op den duur hogere fosfaatgehalten dan elders konden ontstaan.

Een vergelijking met ander onderzoek over de betekenis van de fosfaattoestand leert, dat het door ons gevonden optimum voor het P-citr.-cijfer vrij laag is. ROORDA VAN EYSINGA [21] vermeldt voor kassla op zandgronden in Limburg een grensgetal P-citr. = 187, waarboven bemesting niet meer rendabel zou zijn. VAN DER BOON [3] vindt voor vollegronds groenten op zand een grensgetal van P-citroen = 139. Een reden voor het lage optimum zou de hierboven veronderstelde samenhang tussen slechte groeiomstandigheden en zwaarder

mesten kunnen zijn. Daarnaast zal men zeker ook betekenis moeten hechten aan de flinke fosforzuurvoorraden die door het herhaaldelijk diepspitten naar de ondergrond zijn gebracht. Het analysemateriaal van VISSER, dat onder meer betrekking had op bodemlagen tot 100 cm diepte, leert dat in dit gebied tussen 0 en 70 à 100 cm doorgaans geen grote verschillen in P-citr. werden aangetroffen. Het gewas beschikt dus tot op flinke diepte over fosfaat. Men kan zich voorstellen dat aan de fosfaatvoorraad van de bovengrond dan ook minder hoge eisen behoeven te worden gesteld. Ook het ontbreken van zeer hoge P-citr.-cijfers in ons materiaal wijst op een invloed van het diepspitten. Men zou anders in een dergelijk oud tuinbouwgebied, waar regelmatig stalmest werd gebruikt, zeker hogere P-citr.-cijfers in de bovengrond mogen verwachten. ROORDA VAN EYSINGA [21] vond bv. in een serie bemestingsproeven op zandgrond een variatie in oorspronkelijk aangetroffen fosfaatcijfers van P-citr. ca 60 - 250!

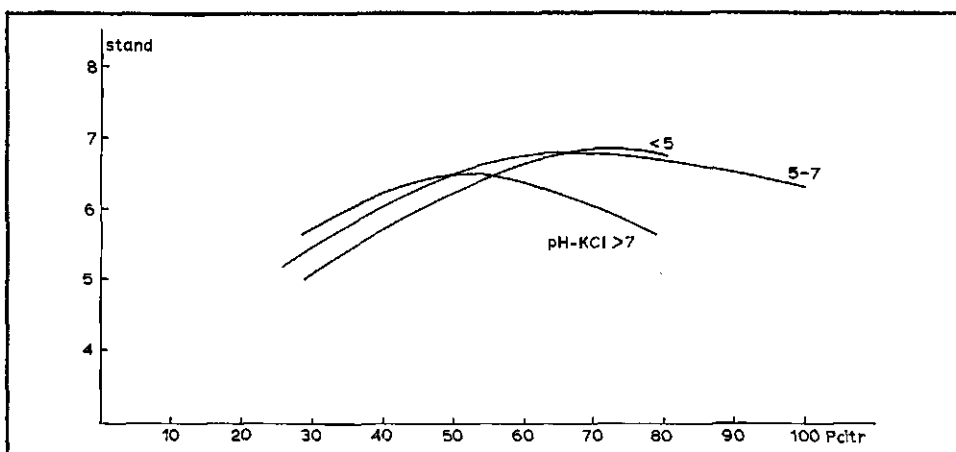
Het is bekend [VAN DER PAAUW 18, DE VRIES en DECHERING 28] dat het P-getal en in veel mindere mate het P-citr.-cijfer een samenhang met de pH van de grond vertonen. Men moet bij het verband tussen het gewas en de fosfaatcijfers dus bedacht zijn op een mogelijke interactie en koppeling met de zuurgraad. De genoemde auteurs vonden op twee diluviale zandgronden bij van $\pm 3,5$ tot $5,5$ stijgende pH-KCl een achteruitgang in P-getallen van ca 13 tot 6, respectievelijk 15 tot 9. In hetzelfde pH-traject namen de P-getallen in Kennemerland echter niet af. Er viel zelfs een lichte stijging van het gemiddelde P-getal van 7 naar 8 te bespeuren, terwijl pas boven pH-KCl $\pm 6,5$ een duidelijke afname van het P-getal plaats vond. Tussen pH-KCl 4 en 7 nam ook het P-citr.-cijfer gemiddeld iets toe, nl. van ca 55 tot 65. Het is waarschijnlijk dat bij het verband tussen de fosfaatcijfers en de pH in Kennemerland betekenis moet worden gehecht aan fosfaatfixatie door ijzer.

Volgens TRUOG [24] is de beschikbaarheid van fosfaat het grootst tussen de op pH-KCl omgerekende waarden 5,8 en 7,2. Beneden 5,2 wordt onopneembaar ijzerfosfaat gevormd, boven 7,2 wordt in aanwezigheid van vrije koolzure kalk het minder oplosbare tricalciumfosfaat gevormd. Bekalken van zure gronden tot \pm pH-KCl 5,8 kan alleen al door de verbeterde opneembaarheid van fosfaat tot betere resultaten leiden. Deze voorstelling van zaken lijkt ook voor Kennemerland van toepassing te zijn. De aanwezigheid van roest in vele gronden wijst zeker op de mogelijkheid van fixatie door ijzer. Dat het P-getal tussen



Afb. 16. De samenhang tussen de stand en het P-getal bij drie niveau's van de zuurgraad.
Interrelationship between phosphate soluble in hot water and vigour marks at three different ranges of pH.

pH-KCl 4 en 6 met hogere pH niet achteruitgaat, kan dan op een afname van de fosfaatfixatie berusten. Ook het vrij hoge traject van optimale pH-KCl, vooral op de relatief fosfaatarme percelen kan het gevolg zijn van een verbeterde opneembaarheid van fosfaat. Uit het verband tussen de fosfaatcijfers en de zuurgraad werd vastgesteld, dat de fosfaatcijfers pas boven pH-KCl = 7 duidelijk met stijgende pH achteruit gaan. Zo bedroegen de gemiddelde P-getallen en P-citr.-cijfers bij pH-KCl 7-7,5 en 7,8 respectievelijk 6-4 en 2, en 65-50 en 20. Lage fosfaatcijfers gingen dus voor een deel samen met zeer hoge pH. De achteruitgang van de stand bij zeer lage fosfaatcijfers zou dus voor een deel op het effect van een te hoge pH kunnen berusten. Daarom werd het verband tussen het gewas en de fosfaattoestand ook onderzocht bij verschillende pH-niveaus. Dit verband is in de afbeeldingen 16 en 17 weergegeven. In het pH-KCl traject 5-7 en vooral op de sterk zure percelen met pH-KCl lager dan 5 blijkt de stand bij lagere fosfaatcijfers duidelijk achteruit te gaan. Voor de sterk zure percelen kon bv. worden geschat dat een P-citr. = 30 ten opzichte van P-citr. = 70 met een ca 30 kg lagere opbrengst per are overeenkomt. Bij pH's lager dan



Afb. 17. De samenhang tussen de stand en P-citr. bij drie niveau's van de zuurgraad.
Interrelationship between phosphate soluble in 1% citric acid and vigour marks at three different ranges of pH.

7 zijn het P-getal en P-citr. optimaal bij de waarden 9 à 10, respectievelijk 60 à 70. Bij zeer hoge pH's liggen deze optima lager, nl. bij 5 en 50.

Of de achteruitgang van het gewas bij hogere fosfaatcijfers binnen de groep van gronden met hoge pH's op een werkelijk ongunstige invloed van een te hoge fosfaattoestand berust, moet betwijfeld worden. Juist onder deze percelen komen nogal wat gevallen met een ongunstige waterhuishouding voor. In het voorgaande werd verondersteld, dat de slechte ontwikkeling van het gewas aanleiding zou kunnen zijn geweest tot zwaarder mesten. Over de optimale fosfaatcijfers bij zeer hoge pH lijkt een duidelijke uitspraak dus niet goed mogelijk. Voor de gronden met pH-KCl lager dan 7, waartoe de meeste percelen in het onderzochte gebied kunnen worden gerekend, kunnen P-getal ca 10 en P-citr. ca 65 als optima worden gesteld. Het P-Al getal zou dan ca 53 moeten zijn.

Door de omstandigheid dat VISSER [26] bij zijn uitgebreid agrohydrologisch onderzoek in het gebied van Beverwijk-Heemskerk uit 600 vóór 1943 onderzochte grondmonsters een overzicht samenstelde over de fosfaattoestand, kon een indruk worden verkregen over de verandering in de fosfaattoestand over een periode van naar schatting 17 jaren. Uit de gegevens van VISSER en die van ons eigen onderzoek werd tabel 2 samengesteld.

Nemen we aan dat de gegevens uit de periode vóór 1943 gemiddeld uit 1938 stammen, dan is het P-getal sedertdien gemiddeld met 0,08 en P-citr. met 0,4 per jaar gestegen. Zonder de oorlogsjaren zou deze stijging wellicht iets sterker zijn geweest. Het diepspitten zal enigszins remmend op de stijging van de fosfaatcijfers hebben gewerkt. De verbetering van de fosfaattoestand is overigens wel duidelijk.

Uit de gegevens van VISSER kon ook een geringe stijging van de pH worden berekend. In de periode vóór 1943 bedroeg de pH-H₂O gemiddeld 6,15, in 1955 6,68 (pH-KCl ± 6,0). De eerstgenoemde pH werd indertijd echter nog volgens de chinhydronmethode met een

P-getal	aantal percelen in %		P-citr.	aantal percelen in %	
	vóór 1943	1955		vóór 1943	1955
0	1,2	0	0 - 20	3,0	0,5
1 - 2	19,0	9,5	21 - 40	25,8	15,5
3 - 4	24,3	16,0	41 - 50	23,0	13,0
5 - 6	25,5	27,0	51 - 60	17,5	26,0
7 - 8	16,1	22,0	61 - 80	23,6	36,5
9 - 10	10,6	16,5	81 en hoger	7,1	8,5
11 en hoger	3,3	9,0			
gemidd. P-getal	5,1	6,4	gemidd. P-citr.	51,5	58,7

Tabel 2. Overzicht van de fosfaattoestand in het gebied Beverwijk-Heemskerk in de periode vóór 1943 (600 monsters naar gegevens van VISSER) en in 1955 (200 monsters).

The phosphate status in the area Beverwijk-Heemskerk in the period preceding 1943 (600 samples according to an investigation by VISSER) and in 1955 (200 samples).

platina-electrode gemeten. Hierbij worden ca 0,3 lagere waarden gevonden dan bij gebruik van de calomel-electrode (1955). De pH-stijging is dus minder sterk geweest dan het verschil tussen de genoemde waarden.

OVERIGE FACTOREN

Hoewel bestudering van de overige analysegegevens geen bijzondere gezichtspunten heeft opgeleverd, zal op enkele facetten daarvan nog kort worden ingegaan.

stikstofbehoefte

De stikstofbehoefte van de aardbei wordt doorgaans als matig beoordeeld. Veel stikstof leidt al spoedig tot een weelderig gewas met wellicht een achteruitgang in de vruchtbaarheid

en met zeker een grotere kans op vruchtrot (*Botrytis*). In verband met het regelmatige gebruik van stalmest in giften van 50 tot 100 ton per ha mocht stikstoftekort in dit gebied nauwelijks worden verwacht. De bladkleur gaf ook geen enkele aanwijzing in deze richting. Bij het grondonderzoek werd het gehalte aan nitraat-stikstof bepaald. Dit varieerde tussen 1 en 17 dpm N op droge grond, maar voor de meeste percelen lagen de cijfers tussen 1 en 5 dpm N. Dit lage niveau wijst niet op veelvuldig zware en recente kunstmestgiften. Een gehalte van 17 dpm N komt over de laag 0-20 cm bv. met slechts 54 kg zuivere N per ha overeen. Bij de grote doorlatendheid van deze zandgronden zou kunstmest in het voorjaar gegeven, in juli trouwens ook vrijwel niet meer in de bovengrond kunnen worden aangetoond.

Er werd wel een duidelijke negatieve correlatie tussen de stand en de hoeveelheid nitraat gevonden. Bij hoge nitraatcijfers kwamen overwegend slechte gewassen voor. Dit verband is zeer vermoedelijk ontstaan door de gewoonte in de praktijk om slechte gewassen vlak na de pluk een lichte overbemesting te geven. In een aantal gevallen kon inderdaad worden geconstateerd dat kort voor de monsternamen nog kunstmest was gestrooid. De gevonden correlatie had dus niets te maken met een invloed van stikstof op het gewas.

kalibehoeft

Van groter belang wordt de voorziening van het gewas met kali geacht. Zowel produktie als kwaliteit kan door een tekort aan kali gemakkelijk achteruit gaan [BOULD en CATLOW 6, BOULD 5, KIESER e.a. 14]. In ons materiaal varieerde de hoeveelheid in Morgan's reagens oplosbare kali van 10 tot 75 dpm K in het extract bij een extractieverhouding van 1 grond : 2½ reagens. Er bestond een zwakke aanwijzing dat het gewas bij kaligehalten beneden 20 dpm K, iets achterbleef. Dit was bij ca 10 % van de percelen het geval. Het is mogelijk dat lage kaligehalten gecorreleerd zijn met laag stalmestgebruik of met een slechtere verzorging in het algemeen. In dat geval zegt de correlatie tussen gewas en kaligehalte niet veel. Ook bij de hoogste kaligehalten kwamen naar verhouding minder goede gewassen voor. Dit zou, evenals bij stikstof, kunnen wijzen op zwaardere bemesting of overbemesting bij gewassen waarvan de ontwikkeling te wensen overliet. Van kali-overmaat kan hier nauwelijks sprake zijn geweest. Magnesiumgebreksverschijnselen, die men bij kali-overmaat zou verwachten, werden slechts in een enkel geval waargenomen.

Het kaligehalte hing vrij duidelijk samen met het humusgehalte van de grond. Bij een ge-

halte van 1 en 3 % humus was het kaligehalte gemiddeld resp. 31 en 41 dpm. Bij de samenhang tussen gewas en kaligehalte kan dus ook een koppeling van kali met waterhuishoudkundige factoren een rol hebben gespeeld.

Tenslotte bleek het kaligehalte van de zandige bovengrond duidelijk hoger te zijn, waar zich op 50 - 80 cm diepte een storende meer of minder dikke kleiveenlaag bevond. Het betreft hier enkele percelen op de zgn. strandwalovergangsgonden in het uiterste noorden van het gebied.

magnesiumgehalte

Met het magnesiumgehalte, dat evenals kali in Morgan's extract werd bepaald, vertoonde het gewas geen samenhang. De cijfers, die van 5 tot 40 dpm Mg in het extract varieerden, vertoonden wel een correlatie met het kaligehalte. Factoren, die de variatie in het kaligehalte beïnvloeden, doen dit voor een deel blijkbaar ook voor het magnesiumgehalte. Zulke factoren zijn bv. het humusgehalte, het stalmestgebruik en het gebruik van patentkali.

humusgehalte

Tussen het humusgehalte en de ontwikkeling van het gewas kon bij ons onderzoek geen eenvoudige samenhang worden aangetoond. Dat dit gehalte via het vochtbergend vermogen van de grond, de capillaire stijghoogte van het grondwater en de voedingsstoffenhuishouding invloed op het gewas zal uitoefenen, is wel aan te nemen. VISSER vond bv. dat het midden van de zgn. open capillaire zône bij 1 % humus 20 cm en bij 3 % humus 40 cm boven het grondwater lag. De variatie in humusgehalten was betrekkelijk gering en hing voornamelijk samen met een al of niet vochtige ligging. Zo kon met de grondwaterstand in juli wel enig verband worden aangetoond. Was deze stand hoger dan 70 cm-mv dan bedroeg het geschatte humusgehalte gemiddeld 3 %. Stond het grondwater lager dan 100 cm -mv, dan werd het humusgehalte gemiddeld op 1½ % geschat. Aangezien het gewas geen eenvoudige samenhang vertoonde met de al of niet vochtige ligging (afbeelding 6) was dit ook met het humusgehalte niet het geval.

samenvatting

In het tuinbouwcentrum Beverwijk-Heemskerk werd in juli 1955 een proefplekkenonderzoek met het aardbeiras Oberschlesiën uitgevoerd. Doel van het onderzoek was, na te gaan welke factoren invloed uitoefenden op de ontwikkeling van het gewas.

Het gebied omvatte destijds 600 ha tuinbouw, waarvan 150 ha met aardbeien werd beëeld. De grond bestaat merendeels uit sterk doorlatend, ontkalkt duinzand met een zeer uniforme opbouw van het profiel. Van nature komen echter grote verschillen in grondwaterstand voor, die samenhangen met de topografie, uit de duinen toestromend drangwater en de ontwateringstoestand. Veel van deze gronden zijn droogtegevoelig. Er werd vroeger dan ook veel schade door droogte ondervonden. Thans beschikken de meeste bedrijven over opgepompt water ten behoeve van bevloeiing of beregening. Het humusgehalte van de grond is zeer laag (1 - 2,5 %). De capillaire stijghoogte van het grondwater bedraagt slechts enkele dm; de gewassen zijn wat de vochtvoorziening betreft sterk op het grondwater aangewezen.

Bij het onderzoek werd de stand van het gewas op tweehonderd percelen door schattingen vastgelegd. Voorts werden gegevens verzameld over leeftijd, grondontsmetting, ziektesymptomen, grondwaterstand, bevloeiing en bodemprofiel. Schattingen werden verricht over de gemiddelde hoogte boven het grondwater en over de winter-zomer fluctuatie van dit water. Van de bovengrond werd een monster in het laboratorium onderzocht. De analyse van de gegevens bestond uit het nagaan van de samenhang tussen de stand en de waargenomen of geschatte groeifactoren. De landbouwkundige betekenis van deze samenhangen wordt besproken.

Er bestaat een duidelijk verband tussen de ontwikkeling van het gewas en symptomen van de verwelkingsziekte *Verticillium albo-atrum* (afb. 2). Deze op bijna elk perceel aangetroffen symptomen hangen echter ook samen met andere ongunstige groeifactoren, onder andere met de vochtvoorziening (afb. 3). Er wordt beredeneerd, dat zwakke gewassen gevoeliger zijn voor de aantasting dan gezonde en dat zij daarom meer symptomen vertonen. Het verband in afb. 2 kan dan slechts gedeeltelijk oorzakelijk zijn. In zekere mate kan ook de reactie van het gewas op wortelaaltjes (zwart wortelrot, *Pratylenchus penetrans*, afbeelding 4) zijn beïnvloed door andere factoren.

Bestudering van de invloed van het grondwater op niet bevloeiende bedrijven (afb. 6 en 8)

samenvatting

en van de samenhang tussen het gewas en de geschatte ligging boven en de jaarschommeling van het grondwater (afb. 7) maakt het waarschijnlijk, dat een toenemende zomer-winter fluctuatie bij laag gelegen percelen zeer schadelijk, bij hoge ligging echter juist gunstig is. Zo kon bij hoog gelegen percelen een gunstige invloed van het voorkomen van roest binnen 60 cm diepte worden waargenomen (afb. 9).

De samenhang tussen gewas en zomerwaterstand (afb. 6) wordt waarschijnlijk bepaald door een variatie in diepte van beworteling. Bij wateroverlast ontstaan korte wortelstelsels waarvan de diepte, ca 35 cm, wordt bepaald door de ontwateringstoestand. De ontwatering vindt plaats door middel van ondiepe afwateringsbeken. Bij hoge ligging vindt geen wateroverlast plaats. Hier zal de worteldiepte merendeels ca 75 cm bedragen. Waarschijnlijk wordt deze diepte mede beïnvloed door het niveau tot waar deze gronden werden gediëpspit. Ook op de hoog gelegen bedrijven waar het grondwater door middel van greppelbevloeiing werd opgezet, wordt nog een gunstige invloed van een grotere grondwaterstandsschommeling waargenomen (afb. 10). De bevloeiing heeft het gewas dus niet onafhankelijk van het gedrag van het grondwater gemaakt.

De grondontsmetting tegen *Verticillium* en aaltjes, die in 1955 nog uitsluitend in de wintermaanden werd uitgevoerd met formaline, geeft slechts een gedeeltelijke vermindering van ziektesymptomen (afb. 11 en tabel 1). Het verschil in stand en in hoeveelheid ziektesymptomen tussen niet en wel ontsmet blijkt op de hoog gelegen percelen samen te hangen met de geschatte jaarfluctuatie van het grondwater (afb. 12 en 13). Hieruit wordt geconcludeerd, dat de ontsmetting bij hoge winterwaterstanden minder volledig is, of dat gewassen met een relatief gunstige vochtvoorziening minder positief op vermindering van de besmettingsgraad reageren.

De zuurgraad van de grond varieert van pH-KCl 3,8 - 7,9. (pH-H₂O = 4,8 - 8,0). Bij pH-KCl 5,3 - 7,0 wordt een optimale ontwikkeling van het gewas gevonden. Dit voor aardbeien vrij hoge niveau kan samenhangen met een vermindering van de fosfaatfixatie door ijzer bij hoge pH. De samenhang tussen het gewas en de zuurgraad wordt mede beïnvloed door omstandigheden van vochtvoorziening en door de fosfaattoestand van de grond (afb. 14 en 15). Pas boven pH-KCl = 7 gaat de stand van het gewas duidelijk achteruit. Met de hoeveelheid in water en in 1 % citroenzuur oplosbaar fosfaat vertoont het gewas een vrij duidelijke

samenhang. Bij ongeveer 30 % van de percelen kan voordeel van verbetering van de fosfaattoestand worden verwacht. Voor percelen met een pH lager dan 7 zijn P-getal en P-citr. optimaal bij 10 resp. 65 mgr P_2O_5 per 100 gram grond. Het P-Al getal moet dan 52 bedragen. Een verbetering in de fosfaattoestand over een periode van ca 17 jaren kon worden berekend (tabel 2).

Een negatief verband tussen het nitraat-stikstofgehalte van de grond en de stand wordt verklaard uit de gewoonte in de praktijk om bij minder goede gewassen een overbemesting in de zomer toe te passen.

summary

AN INVESTIGATION ON DIFFERENCES VIGOUR OF STRAWBERRIES IN KENNEMERLAND

An investigation was made to establish which growth factors influenced the development of the strawberry crop in the horticultural area of Beverwijk-Heemskerk, which lies behind the dunes West of Amsterdam. For this purpose two hundred strawberry fields (var. Oberschlesiën) were scored by means of vigour marks in July 1955. At that time the area comprised 1300 acres of horticultural land of which 350 were regularly planted with strawberries. The soils mainly consist of a very permeable sand, having a rather uniform profile (beach-bank soils, old dune landscape) and decalcified in the course of centuries. However, there are distinct local differences in the depth and the behaviour of the groundwater table that are linked up with the topography, the seepage of water from the Western dunes and the draining influence of the shallow ditches. On many of these soils crops suffered from drought in the past. At present however, the majority of holdings has well-water for irrigation or sprinkling at their disposal.

The humus content of the soils is low (1 - 2,5 %). The effective capillary rise of the soil water is only a few decimeter, therefore the water supply of the crop depends on the groundwater to a great extent. In addition to the vigour marks the data collected consisted of: age of the crop, soil sterilisation with formaldehyde, symptoms of *Verticillium* wilt and black rootrot, groundwater-table depth in July, irrigation and soil profile. Moreover estimations were made concerning the relative differences in height above the average annual groundwater level and on seasonal fluctuations of this level. Soil samples were analysed in the laboratory. The relation between vigour marks of the crop and variations of growth factors was studied.

A rather close relationship existed between crop growth and the amount of visible symptoms of *Verticillium* wilt (fig. 2). The occurrence of these nearly always existing symptoms was also related to differences in moisture supply (fig. 3). In discussing the facts it was concluded that badly developed crops under unfavourable water supply are less tolerant to the disease and show more symptoms. The relationship in figure 2 therefore cannot be purely

causal. To a certain extent, the relation between crop growth and visible symptoms of black rootrot *Pratylenchus penetrans* may also be affected by other factors (fig. 4).

From the relationship between crop growth and both the groundwater level (figs. 6 and 8) and the estimated general hydrological situation (fig. 7) it was made evident, that increasing groundwater fluctuations have a strong unfavourable effect on crops growing on low lying fields. On fields relatively high above the groundwater the fluctuations however seem to be favourable.

For the latter crops a favourable influence of gley-rust spots within 60 cm depth in the soil profile was observed (fig. 9). The relationship between the crop and the summer watertable (fig. 6) is likely determined by differences in rooting depth. Too high watertables especially during late summer result in short root systems of which the depth, 35 cm as an approximate minimum in this area, is determined by drainage conditions. The drainage is effected by means of shallow ditches. On high fields the roots are not hampered by too high groundwater. Here the roots will penetrate to approx. 75 cm, a depth that is presumably influenced by the maximum depth of soil tillage. On a number of fields with a relatively high situation above the natural groundwater, watertable regulation by furrow irrigation was practised. Here too, a favourable effect of stronger seasonal groundwater fluctuations was observed (fig. 10). Irrigation therefore does not make the crop independent of the natural behaviour of the groundwater.

In 1955 soil sterilisation against *Verticillium* wilt and nematodes was exclusively done in wintertime with formaldehyde. The treatments on an average resulted in only a partial decrease of symptoms (figure 11, table 1). The difference in vigour and in quantity of symptoms between crops on sterilized and non-sterilized, high lying fields was related to the estimated differences in groundwater fluctuation (figures 12 and 13). From this relation it was concluded, that soil treatment with formaldehyde either will result in a less deep and therefore less effective sterilisation with higher water tables during the treatment, or the crop growth will show less response to the sterilisation if the watersupply is favoured by high watertables during springtime.

The pH of the soil determined in a 1N KCl suspension varied between 3,8 and 7,9 (pH-H₂O)

summary

= 4,8 - 8,0). Optimum growth was observed between pH-KCl approx. 5,3 - 7. This range, apparently high for strawberries, was possibly influenced by phosphate fixation by iron in acid soils. The relationship between crop vigour and soil acidity was interrelated to differences in moisture supply and phosphate status of the soil (figures 14 and 15). Differences in crop vigour to some extent could also be explained by the phosphate content of the soil. A slight increase in the phosphate content in a period of approx. 17 years could be calculated (table 2).

A relationship showing less good crops with higher nitrate-contents in the top soil was explained by the habit of some strawberry growers to give top dressings in the summer to badly developed crops.

Zusammenfassung

EINE UNTERSUCHUNG ÜBER WACHSTUMSFAKTOREN BEI ERDBEEREN IN KENNEMERLAND

In dem Gartenbaugebiet Beverwijk-Heemskerk, hinter den Dünen an der holländischen Küste, wurde im Juli 1955 die Entwicklung von Erdbeeren var. Oberschlesien auf zweihundert Feldern beobachtet und mittels Standziffer festgelegt. Ziel der Untersuchung war nachzugehen, welche Wachstumsfaktoren in diesem Gebiet den Stand der Gewächse beeinflussen. Das Gebiet umfasste damals 600 Hektar Gartenbau. Die Erdbeerenanbaufläche betrug etwa 150 Hektar. Der Boden besteht meistens aus sehr durchlässigem entkalktem Dünen sand mit einförmigem Profilaufbau. Von Natur aus kommen örtlich jedoch beträchtliche Unterschiede im Grundwasserstand vor, die in Zusammenhang stehen mit Topografie, aus den höhern Dünen zuströmendem Sickerwasser und Dränagezustand. Viele Böden sind trockenempfindlich. Früher wurde dann auch viel Schäden durch Trockenheit erlitten. Heutzutage verfügen die meisten Betriebe über aufgepumptes Wasser für Bewässerung oder Beregnung. Der Humusgehalt des Bodens ist niedrig (1 - 2,5 %). Die kapilläre Steighöhe des Grundwassers beträgt nur einige dm; die Gewächse sind stark auf das Grundwasser angewiesen.

Bei der Untersuchung wurden von den zweihundert Erdbeerenfeldern auch Angaben erhalten über Alter, Bodenentseuchung mit Formalin, Anzeichen von Krankheiten, Grundwasserstand, Bewässerung und Bodenprofil. Schätzungen wurden ausgeführt von Höheunterschiede über dem mittlerem Grundwasserstand und Saisonschwankungen dieses Wassers. Bodenproben wurden im Laboratorium untersucht. Die Analyse der Angaben bestand aus dem Nachgehen von Zusammenhängen zwischen dem Wuchs der Erdbeeren und den beobachteten oder geschätzten Wachstumsfaktoren. Die landwirtschaftliche Bedeutung dieser Zusammenhänge wurde besprochen.

Es ergab sich eine deutliche Korrelation zwischen Wuchs und Anzeichen des Wurzelpilzes (*Verticillium albo-atrum* Fig. 2). Diese fast überall gefundenen Symptome standen jedoch auch im Zusammenhang mit andern ungünstigen Wachstumsfaktoren, u.a. mit der Wasserversorgung (Fig. 3). Es wurde daher auseinandergesetzt dass schwache Gewächse anfälliger sind für den Befall als starke und darum mehr Symptome zeigen. Der Zusammenhang in

Zusammenfassung

Figur 2 kann dann nur teilweise ursächlich sein. Gewissermassen kann auch die Reaktion der Erdbeere auf Wurzelnekrosen (schwarze Wurzelfäule, *Pratylenchus penetrans*, Fig. 4) von andern Faktoren beeinflusst worden sein.

Beim Studium des Grundwassereinflusses auf nicht bewässerten Betrieben (Fig. 6 und 8) und auf Grund des Zusammenhanges zwischen Gewächs und geschätzten Jahresschwankungen bei verschiedener Lage über dem Grundwasser (Fig. 7) wurde motiviert, dass zunehmende Schwankungen bei niedriger Lage über dem Grundwasser sehr nachteilig, bei höherer Lage jedoch einigermaßen günstig sind. So konnte bei relativ hoch liegende Feldern beobachtet werden dass Eisenrost innerhalb 60 cm Tiefe des Bodenprofils zusammengeht mit etwas besser entwickelten Gewächsen (Fig. 9). Der Zusammenhang zwischen Gewächs und Sommerwasserstand (Fig. 6) wird wahrscheinlich von einer Variation in der Bewurzelungstiefe mitbestimmt. Bei Wasserbeschwerde im Spätsommer entstehen kurze Wurzelsysteme derer Tiefe, minimal etwa 35 cm, von dem Drainagezustand beschränkt wird (Fig. 8). Die Entwässerung findet statt mittels untiefen Abflussgräben. Bei höherer Lage wird die Bewurzelungstiefe, durchschnittlich etwa 75 cm, nicht vom Grundwasser beschränkt. Diese Tiefe wird wahrscheinlich wohl mitbeeinflusst von der maximalen Tiefe der Bodenbearbeitung. Auch auf den höherliegenden Betrieben, wo das Grundwasser mittels Furchenbewässerung erhöht wurde, konnte noch einen günstigen Einfluss von stärkeren Grundwasserschwankungen beobachtet werden (Fig. 10). Offenbar hat die Bewässerung das Gewächs also nicht unabhängig vom Verhalten des Grundwassers gemacht.

Die Bodenentseuchung gegen *Verticillium* und Algen, die in 1955 noch ausschliesslich während der Wintermonate mit Formalin durchgeführt wurde, hat nur zum Teil eine Abnahme von Krankheitszeichen gegeben (Fig. 11, Tabelle 1). Es ergab sich, dass der Unterschied in Wuchs und in Menge von Krankheitssymptomen zwischen wohl und nicht entseuchten Feldern, bei höherer Lage zusammenhing mit Schwankungen zwischen Sommer- und Wintergrundwasserständen (Fig. 12 und 13). Daraus wurde gefolgert, dass entweder die Entseuchung bei hohen Wasserständen im Winter weniger vollständig war, oder dass Gewächse bei relativ günstiger Wasserversorgung weniger positiv auf Verringerung des Infektionsgrades reagierten.

Das pH-KCl des Bodens (gemessen mittels einer 1N-KCl-Lösung) variierte von 3,8 - 7,9 (pH-H₂O = 4,8 - 8,0). Bei pH-KCl 5,3 - 7,0 wurde eine optimale Entwicklung des Gewächses gefunden. Diese für Erdbeeren ziemlich hohen Werte wurden erklärt durch abgenommene Phosphatfestlegung durch Eisen bei höheren pH-Werten. Der Zusammenhang zwischen Gewächs und pH zeigte sich noch abhängig von der Wasserversorgung und vom Phosphatgehalt des Bodens (Fig. 14 und 15). Erst oberhalb pH-KCl 7 ging der Wuchs deutlich zurück. Die Entwicklung der Erdbeere zeigte einen ziemlich deutlichen Zusammenhang mit dem Gehalt an wasserlöslichem und 1 % zitronensäurelöslichem Phosphat. Bei etwa 30 % der Felder konnte Vorteil von Verbesserung des Phosphatzustandes erwartet werden. Für Felder mit pH-KCl unter 7 wären „P-getal“ und „P-citr.“ 10 bzw. 65 (mgr. P₂O₅ pro 100 gr. Boden) als optimal zu betrachten. „P-Al“ (ammoniumlaktatlösliches Phosphat) soll dann 52 betragen. Ueber eine 17-jährige Periode konnte eine Verbesserung des Phosphatzustandes in diesem Gebiet berechnet werden (Tabelle 2).

Ein negativer Zusammenhang zwischen Wuchs und Gehalt an Nitratstickstoff wurde erklärt aus der Gewohnheit im Sommer Kopfdüngung durchzuführen bei Gewächsen derer Entwicklung zu wünschen übrig lässt.

literatuur

1. ANONYMUS, 1946-1957 Proeftuin „De Duinstreek van Holland” te Heemskerk. Jaarverslagen 1946-1957.
2. BLOEMEN, G. W., 1951 Twee aspecten van de grondwaterdiepte. Maandbl. Landb. Voorl. Dienst 8: 387 - 390.
3. BOON, J. VAN DER, 1960 Bemesting met kunstmest en grondonderzoek in de opengronds fruit en groenteteelt II. Meded. Dir. Tuinb. 23: 384 - 388.
4. BOSSE, G., 1959 Der Einfluss des Pflanztermins auf die Wurzelentwicklung der Erdbeere. Der Erwerbsobstbau 1, 2: 34 - 36.
5. BOULD, C., 1960 Manurial experiments with fruit: II A factorial NPK experiment with strawberry, var. Royal Sovereign. An. Rep. Long Ashton agric. hort. Res. Stat. for 1958, 1959: 82 - 87.
6. BOULD, C. and E. CATLOW, 1954 Manurial experiments with fruit: I The effect of long-term manurial treatments on soil fertility and on the growth, yield and leaf nutrient status of strawberry, var. Climax. J. hort. Sci., 29: 203 - 219.
7. BUTIJN, J., 1958 De betekenis van bewortelingsopname in de fruitteelt. Meded. Dir. Tuinb. 21: 622 - 631.
8. DELVER, P. en L. C. STRUYS, 1953 Het bekalkingsvraagstuk in Kennemerland. Meded. Dir. Tuinb. 16: 779 - 796.
9. FERRARI, TH. J., 1952 Een onderzoek over de stroomruggronden van de Bommelerwaard. Diss. Wageningen Versl. Landbk. Onderz. 85.1.132 pp.
10. FERRARI, TH. J., 1961 Vergelijking tussen proeven met en zonder ingreep. Landbk. T. 72: 792 - 801.
11. GOEDEWAAGEN, M. A. J., 1952 Grondwaterstand en beworteling van gewassen. Versl. Techn. Bijeenk. Comm. Hydrol. Onderz. T.N.O.: 65 - 82.
12. HARRIS, R. V., 1935 The Verticillium wilt of hops. East Malling Res. St. Ann. Rep.: 158 - 162.
13. HUNTER, J. C., 1949 Raspberry and strawberry nutrition. Growers Dig. 1: 51 - 65.
14. KIESER, M. E., A. POLLARD and C. F. TIMBERLAKE. 1953 Factors affecting the quality and chemical constituents of strawberries: effects of manurial treatments. An. Rep. Long Ashton agric. hort. Res. Stat. for 1952, 1953: 163 - 177.
15. KLOES, L. J. J. VAN DER e.a., 1961 Beworteling van aardbeien op zandgrond. Meded. Dir. Tuinb. 24: 108 - 117.
16. KRONENBERG, H. G. e.a., 1949 De aardbei. Tjeenk Willink - Zwolle.
17. MUYEN, J. C., 1956 Enkele opbrengstgegevens van aardbeien in Kennemerland. Groenten en Fruit, 11, 31: 808.
18. PAAUW, F. VAN DER, 1950 Invloed van de kalktoestand op de beschikbaarheid van fosfaat op zandgrond. Versl. Landbk. Onderz. 56. 8.

19. ROM, R. C. and M. N. DANA, 1960 Strawberry root growth studies in fine sandy soil. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 75: 367-372.
20. ROO, H. C. DE, 1953 De bodemgesteldheid van Noord-Kennemerland. Diss. Wageningen. De bodemkartering van Nederland, deel XIV. Versl. Landbk. Onderz. 59. 3.
21. ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L., 1961 Beoordeling van de fosfaattoestand van diluviale zandgrond voor de teelt van kropsla in het voorjaar onder glas. Versl. Landbk. Onderz. 67. 6.
22. STRONG, W. J., 1948 The strawberry in Ontario. Ontario Dept. Agric. Bull. 458.
23. TALBOYS, P. W., M. BENNETT and J. F. WILSON, 1960 Tolerance to Verticillium wilt diseases in the strawberry. East Malling Res. Stat. An. Rep.: 94.
24. TRUOG, EMIL, 1948 Lime in relation to availability of plant nutrients. Soil Sci. 65, 1: 1-7.
25. VISSER, W. C., 1948 De eisen van aardbeien ten aanzien van de diepte van het grondwater. Meded. Dir. Tuinb. 11: 351-355.
26. VISSER, W. C., 1950 Agrohydrologische studies betreffende geestgrond. Versl. Landbk. Onderz. 56. 9.
27. VISSER, W. C., 1952 Waterhuishoudkundige kartering ten dienste van de Landbouw. Versl. Techn. Bijeenkomst. Comm. Hydrol. Onderz. T.N.O. 110-126.
28. VRIES, O. DE en J. F. A. DECHERING, 1948 Grondonderzoek. Beschrijving en toelichting bij het grondonderzoek zoals dat in het bedrijfslaboratorium verricht wordt. Groningen, 3e druk, 164 pp.

publikaties van het proefstation

Door medewerkers van het Proefstation zijn onderstaande publikaties samengesteld. Deze publikaties worden franco toegezonden na ontvangst van het vermelde bedrag op postrekening nr. 619524 van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond in Nederland, Hoeverweg 6 te Alkmaar onder vermelding van hetgeen wordt verlangd. De met * gemerkte publikaties zijn uitverkocht.

Mededelingen en overdrukken

1. BUISHAND, Tj.: Enige ervaringen met het veredelen van bonen I 1955*
2. WIEBOSCH, W. A. en BUISHAND, Tj.: Landelijke beproeving van enige stamslabonerassen 1955*
3. VAN HOOFF, H. en TOLSMA, S.: Virusziekte bij rabarber (overdruk) 1956*
4. BUISHAND, Tj.: Rond de teelt van stamslabonen (2e druk) 1957*
5. BRUINSMA, F.: Warme bewaring van plantsjalotten 1957*
6. KOOMEN, J. P.: Ervaringen met windschermen bij de teelt van enkele groentegewassen 1957*
7. BUISHAND, Tj. en anderen: Rond de teelt van snijbonen in de vollegrond 1957*
8. VAN HOOFF, H.: Verschil in reactie van wilde sla ten opzichte van besmetting met het slamozafekvirus (overdruk) 1957*
9. VIJZELMAN, H. E.: Bestrijding van de wortelvlieg door middel van zaadbehandeling 1958*
10. BUISHAND, Tj.: Teelt en veredeling van spruitkool 1958*
11. BUISHAND, Tj.: Rassenonderzoek bij bonen 1959*
12. BETZEMA, Joh.: Rond de teelt van zomerbloemkool op kleigrond 1959*
13. BUISHAND, Tj.: Standruimte van stamslabonen voor machinale pluk 1959*
14. KOOMEN, J. P. en anderen: Rond de teelt van augurken (3e, herziene druk) - f 2,25 1962
15. BUISHAND, Tj.: Rond de teelt van vroege krotten 1960*
16. VERLAAT, J. G.: Vruchtwisselingsproblemen in de vollegronds tuinbouw 1960*
17. BUISHAND, T.; BETZEMA, J.; DE JONG, N. en KIESTRA, S.: Indrukken van de tuinbouw in Zuidwest-Duitsland 1960*
18. VERLAAT, J. G.: Chemische onkruidbestrijding in de vollegronds groenteteelt 1961*

19. JONGE POERINK, H.: Rand in witte kool - f 2,25 1961
20. VAN 'T SANT, L. E.: Levenswijze en bestrijding van de wortelvlieg 1961*
21. VAN 'T SANT, L. E.; VIJZELMAN, H. E. en BETHE, J. G.:
Levenswijze en bestrijding van de galboorsnuitkever (overdruk) 1961*
22. VAN 'T SANT, L. E.; VIJZELMAN, H. E. en BETHE, J. G.:
Enkele gegevens over de witlofmineervlieg (*Napomyza lateralis* Fall.)
en haar bestrijdingsmogelijkheden 1961*
23. BUISHAND, Tj.: De boneplukmachine in opmars 1962*
24. VAN DER BOON, J.; DELVER, P.; KNOPPIEN, P. en VISSER, A.:
Kalibemesting bij vroege aardappelen in Noord-Holland - f 0,75 1963
25. FRANKEN, A. A.: Enkele aspecten van het veredelingswerk bij asperge 1963*
26. VAN KAMPEN, J.: Mogelijkheden voor extensieve groenteteelt 1963*
27. VAN KAMPEN, J. en anderen: 10 jaar P.G.V. - f 2,— 1963
28. VAN DER VALK, G. G. M. en SCHONEVELD, J. A.:
Invloed van grondwaterstand op de produktie van enkele gewassen
op klei- en zavelgronden (overdruk) 1963*
29. BETZEMA, J. en BUISHAND, Tj.: Rond de teelt van spruitkool - f 2,50 1964
30. WIEBOSCH, W. A.: Jarowisatie bij enige groente- en aanverwante
gewassen - f 5,— 1965
31. DELVER, P.: Een onderzoek over de stand van aardbeien in
Kennemerland - f 3,50 1965

Rapporten

1. BUISHAND, Tj.: Samenvattend verslag van een andijvie zaaitijdenproef in 1962 1963*
2. KOOMEN, J. P.: Samenvattend verslag van het rassenonderzoek bij
knolselderij in 1962 1963*
3. BUISHAND, Tj. en BREEBAART, mej. G.: Verslag over het centraal
rassenproefveld met stamslabonen in 1962 1963*
4. JONGE POERINK, H. en DUVEKOT, W. S.: Een studiereis naar Noord-
Frankrijk en België ten behoeve van de mechanisatie in de witlofteelt en
het wassen en veilingklaar maken van de kroppen van
7 t/m 10 november 1962 1963*

publicaties van het proefstation

5. VERLAAT, J. G.: Ervaringen bij het onkruidbestrijdingsonderzoek in de vollegronds groenteteelt in 1962 1963*
6. VAN BAKEL, J. M. M. en DE KRAKER, J.: Het optreden en de bestrijding van vallers in sluitkool 1963*
7. BUISHAND, Tj. en anderen: Onderzoek ten behoeve van de groenteteelt voor de verwerkende industrie - f 1,75 1963
8. VERLAAT, J. G.: Ervaringen bij het onkruidbestrijdingsonderzoek in de vollegronds groenteteelt in 1963 - f 1,75 1964
9. BUISHAND, Tj.; DE KRAKER, J. en BREEBAART, mej. G.: Teelt- en rassenonderzoek bij andijvie in 1963 - f 0,90 1964
10. BUISHAND, Tj.; DE KRAKER, J. en BREEBAART, mej. G.: Teelt- en rassenonderzoek bij tuinbonen in 1963 - f 0,70 1964
11. KOOMEN, J. P. en VLUG, J.: Ervaringen bij het teelt- en rassenonderzoek met bleekselderij in 1963 - f 0,70 1964
12. BUISHAND, Tj.; DE KRAKER, J. en BREEBAART, mej. G.: Gebruikswaardeonderzoek 1964 van spinazierassen voor industrieteelt - f 1,60 1964
13. BUISHAND, Tj. en DE KRAKER, J.: Onderzoek ten behoeve van de groenteteelt voor de verwerkende industrie, II - f 2,00 1964
14. BETZEMA, J.; SNOEK, N. J. en METTIVIER MEIJER, J. C.: Rassenonderzoek met winterwortelen 1962-1963, speciaal ten behoeve van de geschiktheid voor het drogen - f 1,20 1964
15. BUISHAND, Tj.; DE KRAKER, J. en BREEBAART, mej. G.: Teelt- en rassenonderzoek 1964 bij tuinbonen - f 1,20 1965
16. BETZEMA, J.; JONGE POERINK, H. en VAN DER VALK, G. G. M.: Een studiereis naar Midden Engeland van 11-18 augustus 1963 - f 1,75 1965
17. BUISHAND, Tj. en BREEBAART, Mej. G.: Rassenonderzoek 1964 bij stamslabonen, stoksnijsbonen en spekbonen in Beneluxverband - f 1,75 1965

Jaarverslagen

Vanaf 1954 is jaarlijks een jaarverslag verschenen. De jaarverslagen tot en met 1963 zijn inmiddels uitverkocht, dat over 1964 is verkrijgbaar à f 4,— per stuk.

INHOUD

INLEIDING	2
BESCHRIJVING VAN HET GEBIED	4
METHODE VAN ONDERZOEK DOOR MIDDEL VAN PROEFPLEKKEN	8
WAARNEMINGEN	12
INVLOED VAN ZIEKTEN	14
Verticillium	15
Zwart wortelrot	19
INVLOED VAN DE WATERHUISHOUDING	22
Niet bevoeide percelen	25
Bevoeide percelen	36
GRONDONTSMETTING MET FORMALINE	40
BODEMVRUCHTBAARHEIDSFAKTOREN	48
Zuurgraad	49
Fosfaattoestand	52
Overige factoren	57
SAMENVATTING	60
SUMMARY	64
ZUSAMMENFASSUNG	67
LITERATUUR	70
PUBLIKATIES VAN HET PROEFSTATION	72
