

Fluctuaties van aardappelopbrengsten in de veenkoloniën ten gevolge van veranderingen in de bodemvruchtbaarheid onder invloed van de regenverdeling

F. VAN DER PAAUW

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

English Summary see page 141

Inleiding

De verschillen in opbrengsten van akkerbouwgewassen zijn van jaar tot jaar zeer groot. De financiële uitkomsten van de landbouw zijn daardoor aan sterke schommelingen onderhevig. Dit lijkt een onvermijdelijk gevolg van een biologisch productieproces. De schommelingen worden gewoonlijk toegeschreven aan de wisselvalligheid van het weer. Door goede verzorging, onder andere door zwaardere bemesting, is enige matiging van het verschijnsel verkregen. Desondanks blijven de verschillen groot. Het lijkt weinig waarschijnlijk dat een aanpassing van de cultuur aan weersverwachtingen op lange termijn in de nabije toekomst uitkomst zal bieden.

Nieuwe feiten werpen een ander licht op dit probleem. De oorzaak van de schommelingen wordt nu meer gezocht in veranderingen die zich in de vruchtbaarheid van de grond voltrekken, dan in een rechtstreekse invloed van het weer op de gewassen. Op de toestand van de grond kan echter, in tegenstelling tot het weer, door menselijk ingrijpen invloed worden uitgeoefend. Er openen zich daardoor nieuwe mogelijkheden om gelijkmatigere opbrengsten te krijgen.

Een eerste aanleiding tot wijziging van de opvattingen gaf de waarneming, dat opbrengsten lang niet zo onregelmatig variëren als op grond van de wisselvalligheid van het weer zou worden verwacht. In het algemeen verlopen opbrengsten in golven; geleidelijke stijgingen worden gevolgd door dalingen. Vooral tussen 1920 en 1940 viel dit verschijnsel op. Eigenaardig is, dat het bij bijna alle akkerbouwgewassen voorkwam en er tussen verschillende grondsoorten weinig verschil werd gevonden. Dit is temeer opvallend, omdat wintergranen en late aardappelen toch slechts een gedeelte van de groeiperiode gemeen hebben en de gevoeligheid van gewassen voor bepaalde weersomstandigheden zeker niet gelijk is. Dit pleit tegen de opvatting, dat de directe invloed van de weersomstandigheden volledig voor de grote verschillen in jaaropbrengsten verantwoordelijk is.

Om deze vrij regelmatige golvingen te verklaren zou moeten worden aangenomen dat het weer van het ene op het andere jaar telkens geleidelijk zou verbeteren en daarna weer geleidelijk achteruitgaan. Een dergelijke regelmaat in het weer is onbekend.

Dat de grond bij deze verschijnselen betrokken is, werd aannemelijk toen bleek dat enkele belangrijke eigenschappen, zoals de pH en de gehalten aan voor de plant beschikbaar fosfaat en kali, overeenkomstige, vrij regelmatige schommelingen vertonen.

Het was de vraag of dit bijkomstige verschijnselen of werkelijke oorzaken van de opbrengstvariaties zijn. Aangetoond kon worden dat de behoefte van het gewas aan fosfaat parallel liep aan de variaties van het fosfaatgehalte van de grond. Hierdoor werd aannemelijk dat de schommelingen van deze factor oorzaak zijn geweest van de verschillen in opbrengst.

Het is waarschijnlijk dat niet alleen de enkele factoren die steeds op de proefvelden zijn bepaald, regelmatig schommelden, maar dat de fluctuaties uitingen zijn van veel omvangrijker wijzigingen in het vruchtbaarheidscomplex. Later is gevonden dat ook de jaarlijks in de grond door mineralisatie vrijkomende hoeveelheden stikstof soms golfvormig variëren.

De vraag rijst, waaraan de veranderingen in de vruchtbaarheid moeten worden toegeschreven. Het algemene karakter van het verschijnsel maakt het waarschijnlijk dat het weersverloop hier toch op de een of andere wijze in betrokken is. Uit een nadere studie van de neerslag bleek dat natere en drogere perioden elkaar hebben afgewisseld. Dit kan op eenvoudige wijze worden aangetoond door de gemiddelde maandelijkse neerslagen van een lang tijdvak te berekenen en vervolgens de gevonden afwijkingen van de gemiddelde neerslagen van de opeenvolgende maanden te sommeren. De verkregen sommatiekromme toont afwisselend gedeelten met tegengestelde richting. Een gedeelte van deze, voor een langere periode (van 1880 af) vervaardigde lijn is opge-

nomen in figuur 1. Een stijging van de lijn geeft perioden weer, die overwegend droger waren dan het gemiddelde van het gehele tijdvak. Er is in het bijzonder tussen 1920 en 1940 een vrij regelmatige afwisseling van natte en droge perioden geweest.

De genoemde bodemfactoren blijken parallel of tegengesteld aan deze sommatiekromme te verlopen. Het gehalte van de grond aan voor de planten beschikbare kali en fosfaat nam dus geleidelijk af in natte jaren en steeg geleidelijk in droge. De in een suspensie van grond met water bepaalde pH gedroeg zich tegengesteld. Hieruit is geconcludeerd dat de toestand van de grond bij een wijziging in de regenverdeling geleidelijk verandert en dat deze verandering ten grondslag ligt aan de langzame achteruitgang van de opbrengsten in opeenvolgende natte en het geleidelijke herstel in droge jaren. Het zal duidelijk zijn, dat er volgens deze opvatting naast directe inwerkingen belangrijke, indirecte werkingen van het weer op de plantegroei bestaan.

Sommige factoren zullen vrij snel, andere veel langzamer veranderen. Het gehalte aan in bodem-

vocht opgeloste stikstof is een voorbeeld van het eerste. Eén natte winter is voldoende om de stikstof die zich in het najaar in deze vorm in de bovengrond heeft opgehoopt, te verwijderen. Na droge winters draagt de in de bovengrond achtergebleven stikstof belangrijk bij tot een goede vruchtbaarheid. De fosfaattoestand verandert veel langzamer onder invloed van het weer.

Fluctuaties van de opbrengsten van fabrieksaardappelen

In de inleiding is kort weergegeven wat in verschillende publikaties uitvoeriger is uiteengezet (zie literatuur). Het is nu de bedoeling de schommelingen van de opbrengsten van fabrieksaardappelen in de veenkoloniën te bespreken. Beoogd wordt met een concreet geval aan te tonen, hoe belangrijk deze verschijnselen zijn voor de uitkomst van het boerenbedrijf. Niet ten onrechte noemde Kok de aardappel de kurk waarop de welvaart van dit gebied drijft. Dit is nog steeds in belangrijke mate het geval.

Fig. 1 Verloop van opbrengsten van fabrieksaardappelen in de periode 1918—1964 op proefvelden van de proefboerderij te Bergercompagnie (van 1947 af Pr 934) en te Emmercompascuum (van 1947 af Pr 935) en in De Krim, alsmede de sommatiekromme van de afwijkingen van de gemiddelde maandelijkse regenval in Groningen

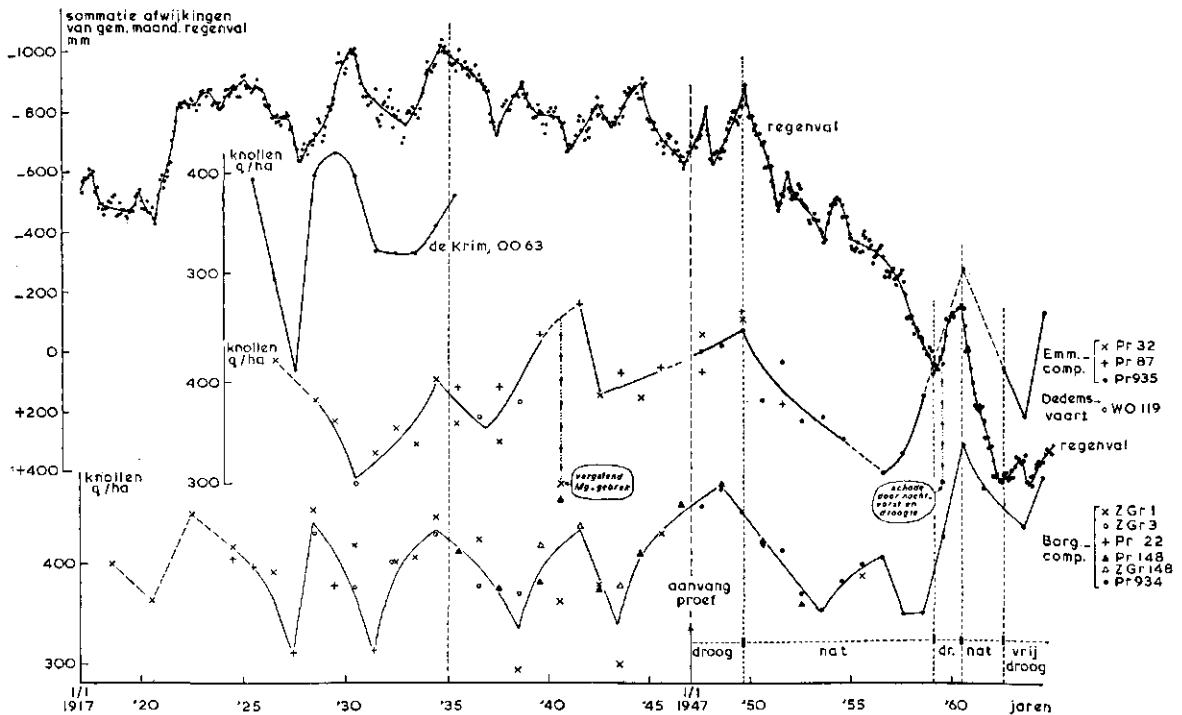


Fig. 1 Course of yields of industrial potatoes (1918—1964) at two experimental farms and at another place (00 63). From 1947 experiments especially laid out to study the relation between crop yields and climatological conditions have started. The rainfall pattern is represented by a part of a summation curve of deviations of average monthly rainfall (rising parts indicate dry periods)

Een langdurige achteruitgang van de opbrengsten van aardappelen sinds 1949, die in het gehele veenkoloniale gebied is waargenomen, heeft daar veel ongerustheid verwekt. Een pijnlijk gemis was dat inzicht in de oorzaak van het verschijnsel ontbrak. Uit het volgende zal blijken dat het verschijnsel bij onze opvatting past.

Onderzoek

Wat hierboven over de schommelingen van opbrengsten en bodemfactoren is gezegd, was reeds in 1946 bekend, maar het inzicht, hoe beide verschijnselen samenhangen en wat de oorzaak ervan zou kunnen zijn, ontbrak toen. Er ontstond daardoor behoefte aan proefvelden waarop deze verschijnselen van jaar tot jaar onder zoveel mogelijk gelijke omstandigheden bij steeds dezelfde gewassen konden worden vervolgd.

Het doel is verwezenlijkt door op de beide veenkoloniale proefboerderijen te Borgercompagnie (Gr.) en Emmercompascuum (Dr.) resp. op oude en nieuwe dalgrond een overeenkomstig proefveld aan te leggen. Op twee helften hiervan zijn afwisselend aardappelen (Voran) en rogge (Petkuser) verbouwd. In 1954 werd het nodig een derde strook toe te voegen; de vruchtvolgving werd toen aardappelen-rogge-haver. De uitvoering was in alle jaren zoveel mogelijk gelijk.

De proeven zijn opgezet als stikstofproefvelden. Het was de vraag of opbrengstschommelingen door middel van bemesting zouden kunnen worden beïnvloed. Van stikstof kon in dit opzicht het meest worden verwacht. Een voortdurend gebruik van een verschillende hoeveelheid stikstof op steeds dezelfde plekken kan echter op den duur ongelijkmatigheden van de grond veroorzaken. Om dit te vermijden is het proefplan, voor zover het de ligging van de stikstofobjecten betreft, elk jaar gewijzigd, zodat de proef als het ware telkens op verse grond wordt genomen. Een eventuele nawerking van de verschillen in bemesting in het voorgaande jaar — die inderdaad bestaat (9) — kan bij deze opzet vastgesteld en uitgeschakeld worden.

De hieronder vermelde opbrengsten zijn verkregen bij een stikstofbemesting die volgens de bij proeven opgedane ervaring meestal voldoende is. Deze bedraagt 120 kg/ha stikstof te Borgercompagnie en 170 kg/ha te Emmercompascuum. De aanleg van twee proefvelden maakt het mogelijk de resultaten te vergelijken. De velden liggen 36 km van elkaar verwijderd. Op beide proefvelden rust een humusrijke bouwvoor op een ondergrond van veen. Het humusgehalte is door opploegen van veen uit de ondergrond gedurende de proeven geleidelijk gestegen, resp. van 21 tot 26 en van 13 tot 17 procent.

Aan deze proefvelden kan een grote bewijskracht

worden toegekend. Het zal blijken dat zij inderdaad op de wisselingen in neerslag hebben gereageerd en dat bovendien de reactie op beide proefvelden in grote trekken overeenkomt.

Uit dit oogpunt is het interessant ook de voorgaande jaren in beschouwing te nemen. Op beide proefboerderijen hebben verschillende proefvelden gelegen, waarop vaak aardappelen zijn verbouwd. Het spreekt vanzelf dat de van verschillende proefvelden afkomstige uitkomsten onderling wat minder goed vergelijkbaar zijn. Toch zal blijken dat ook vroeger een duidelijke overeenstemming in het verloop van de opbrengsten op beide bedrijven is gevonden. Ter completering van het beeld zijn de uitkomsten van enkele andere proefvelden in het veenkoloniale gebied toegevoegd. Een slechts enkele malen onderbroken reeks cijfers van 1918 tot 1964 is op deze wijze verkregen. Het verloop van de opbrengsten wordt met dat van de neerslag vergeleken.

Steeds is van de opbrengsten aan knollen gebruik gemaakt, hoewel meestal de opbrengsten aan droge stof resp. zetmeel en het zgn. fabrieksgewicht bekend zijn. Deze opbrengsten zijn evenwel niet alle op vergelijkbare wijze berekend. Van een omrekening is ter besparing van tijd afgezien; de uitkomsten zouden daardoor slechts in detail veranderen.

Voor Borgercompagnie is gebruik gemaakt van de proefvelden Pr 148 en Pr 22, een fosfaat- en een stikstofsoortenproefveld van het instituut, die eerder op hetzelfde perceel als Pr 934 hebben gelegen. Hiervan gaf het eerste betrouwbare resultaten, het tweede iets minder. Het is namelijk onzeker of de bemesting steeds optimaal is geweest; het aantal voor het doel bruikbare veldjes was bovendien vrij gering. Verder zijn gebruikt het in de nabijheid op even humusrijke grond gelegen kaliproefveld ZGr 148 en verder het zgn. algemene bemestingsproefveld ZGr 1 en het fosfaatproefveld ZGr 3, beide proefvelden van het Rijkslandbouwconsulentschap te Veendam en het eigen bekalingsproefveld (zgn. 'curve-proefveld') Pr 42 op minder humusrijke grond. De nauwkeurigheid van ZGr 1 is wat minder, omdat alleen de opbrengsten van vier volledig bemeste veldjes zijn gebruikt. De stikstofbemesting bedroeg bij deze proefvelden ook 120 kg/ha stikstof, bij Pr 22 in 1924 en 1925 slechts 70 resp. 90 kg. Dit kan iets lagere opbrengsten hebben veroorzaakt.

Van Pr 42 zijn de opbrengsten van het zwaarst bekalakte object genomen. De bemesting met stikstof werd in 1927 naar 90, in 1940 naar 150, in 1942 en 1944 naar 140 kg/ha stikstof, in de overige jaren naar 120 kg gegeven. Aangenomen mag worden dat deze verschillen geen overwegende invloed hebben gehad. Dank zij deze proefvelden is een ononderbroken reeks opbrengsten van het bedrijf te Borgercompagnie van 1924—1964 aanwezig met nog enkele gegevens van vroegere jaren. Tot 1938 resp. 1939 werd het ras Thorbecke, daarna Voran verbouwd (in 1943 Ultimus op ZGr 1).

Op oude dalgrond is bovendien op 8 km van Borgercompagnie het algemene bemestingsproefveld te Sappemeer beschikbaar, dat van 1881—1934 eveneens op sterk humushoudende grond heeft gelegen. De beide, afwisselend met graan en aardappelen bebouwde helften zijn geregistreerd als Pr 8 en Pr 9. Door omstandigheden ont-

breken aardappelopbrengsten in de oneven jaren tussen 1908 en 1916. Begonnen wordt met 1912, het eerste jaar waarin Thorbecke werd verbouwd. Van 1916—1934 is een doorlopende reeks aanwezig. De bemesting met stikstof bedroeg van 1912—1922 75, in 1923 en 1924 80 resp. 86 en van 1925 af 90 kg/ha stikstof. Deze kleine verschillen kunnen geen belangrijke invloed op de opbrengsten hebben gehad.

Van het proefveld Pr 935 te Emmercompascuum ontbreken de jaren 1948, 1955 en 1961. In 1948 kon een betrouwbaar opbrengstcijfer op een aan het proefveld grenzende strook worden bepaald. Gegevens van andere jaren zijn afkomstig van het aangrenzende proefveld Pr 32, waarop de werking van verschillende factoren is onderzocht, en het iets verderaf liggende fosfaatproefveld Pr 87. Wat het eerstgenoemde betreft, kan enige twijfel bestaan, of de bemesting steeds optimaal is geweest; de cijfers hebben bovendien slechts op enkele veldjes betrekking. Van 1926—1964 wordt over een slechts enkele malen onderbroken reeks opbrengsten van dit bedrijf beschikt.

De kaliproefvelden OO 63 en WO 119 in de Krim en Dedemsvaart van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst in Oost- en West-Overijssel, resp. 33 en 46 km zuidwestelijk van Emmercompascuum, eveneens op nieuwe dalgrond, hebben ook een bijdrage geleverd. Het eerste proefveld was zeer betrouwbaar. Op twee stroken zijn afwisselend aardappelen en rogge verbouwd; van 1925—1935 is een aaneengesloten reeks opbrengsten aanwezig.

De bemesting met stikstof is te Emmercompascuum steeds gegeven naar 170 kg/ha stikstof, behalve op Pr 32 in 1926 en 1928, toen met 150 kg werd bemest. OO ontving steeds 130, WO 119 90 kg/ha stikstof. Het lijkt niet uitgesloten dat dit laatste bedrag niet geheel optimaal was. De opbrengsten zijn echter niet lager dan die der overige proefvelden.

Voorname zijn weer de rassen Thorbecke en Voran verbouwd. Op OO 63 zijn Triumpf en Eigenheimer en op WO 119 Triumpf en Thorbecke in de meeste jaren tegelijk verbouwd. In deze gevallen is de gemiddelde opbrengst genomen.

Resultaten

De zowel voor als na 1947 op oude en nieuwe dalgrond verkregen opbrengsten zijn tezamen afgebeeld (fig. 1). De golvingen zijn door lijnen aangegeven. De resultaten van het proefveld te Sappemeer zijn afzonderlijk vermeld (fig. 2). Het verloop van de neerslag is als sommatiekromme weergegeven (fig. 1).

De resultaten van beide in 1947 aangelegde proefvelden stemmen goed overeen (zie fig. 1, rechts). In de eerste drie jaren waren de opbrengsten hoog. Na 1949 zijn zij in de loop van 4 à 8 jaren geleidelijk gedaald. Te Borgercompagnie waren de opbrengsten in 1952/58 gemiddeld 19 procent lager dan in de voorgaande jaren, te Emmercompascuum in 1954/57 27 procent. Op kleine onderlinge verschillen hoeft niet nader te worden ingegaan.

Een krachtig herstel trad op in het zeer droge tijdvak 1959—1960. Op Pr 935 bleef dit in 1959 achterwege. Dit is waarschijnlijk een gevolg van vrij ernstig afvriezen van het loof op 19 juni; het aan droogte lijdende gewas kon zich moeilijk van de schade herstellen. Hier is dus een duidelijk geval, waarin een directe inwerking van ongun-

Fig. 2 Verloop van de opbrengsten van fabrieksaardappelen op het bemestingsproefveld te Sappemeer (1912—1934).

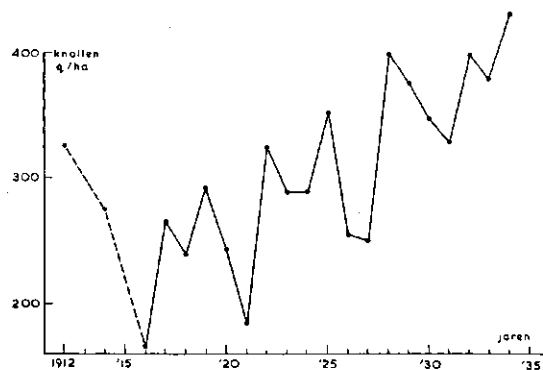


Fig. 2 Course of yields at another experimental field in the potato growing region (1912—1934).

stige weersomstandigheden tot een minder goede opbrengst heeft geleid.

Van midden 1960 af was het opnieuw zeer nat. De opbrengsten tonen een overeenkomstige achteruitgang als na 1949. Een nieuwe omkeer is gevolgd in 1963.

Het is voor de proef een gelukkige omstandigheid, dat de vrij regelmatige afwisseling van vrij korte, nattere en drogere perioden in 1949 werd gevolgd door een langdurige natte periode. In deze periode ontbreken de golfvormige opbrengstschommelingen van het voorgaande tijdvak. Prompt volgde een stijging in de volgende droge periode. Dit bevestigt de conclusie dat het golvend verloop van de opbrengsten, dat in het vroegere tijdvak waargenomen is, door de afwisseling van natte en droge perioden is veroorzaakt.

Een vergelijking tussen de voor en na 1947 op beide bedrijven en elders verkregen uitkomsten laat zien dat er in wezen geen verschil is. Ook tussen 1925 en 1947 stemmen de resultaten op oude en nieuwe dalgrond bevredigend overeen.

Tot 1938 is er een duidelijk verband tussen de afwisseling van nattere en drogere perioden en het verloop van de opbrengsten. Het schijnbaar zo merkwaardige 'ritme' van de opbrengsten kan dus worden toegeschreven aan de wisselingen in neerslag en de geleidelijk verbeterende of slechter wordende invloed hiervan op de grond.

Iets moeilijker ligt het in de volgende jaren. Hoewel in 1941 van beide boerderijen slechts één waarneming is verkregen, mag worden aangenomen dat de opbrengsten in dit jaar hoog waren. Dit was namelijk ook in de praktijk het geval. Nu was de voorgaande periode niet opvallend droog of nat; het jaar zelf onderscheidde zich echter door een droog voorjaar en een droge zomer. Dit is voldoende om de matig hoge top

aanvaardbaar te maken. Enigszins onverwacht is verder de (vooral te Borgercompagnie) in de aan 1947 voorafgaande jaren opgetreden stijging. De toeneming tot 1944 is volgens verwachting, maar minder begrijpelijk is de voortgaande stijging in 1945 en 1946, hoewel de neerslag, na een natte winter in het eerste jaar, middelmatig was.

De periode 1947—1949 kan waarschijnlijk als een zeer droge worden beschouwd, hoewel deze in de winter 1947/48 door enkele natte maanden onderbroken is. Er zijn enkele andere aanwijzingen gevonden, dat natte winters een minder nadelige invloed op de grond hebben dan een overvloedige neerslag in andere jaargetijden; dit was mogelijk ook hier het geval.

Vergelijking tussen opbrengsten in de praktijk en op proefvelden

De in de landbouwstatistiek streeksgewijs vermelde opbrengsten zijn gemiddelden van gewogen plaatselijke schattingen. Er zou enige twijfel kunnen bestaan aan de geschiktheid van deze cijfers voor dit doel, maar vroegere ervaringen toonden reeds hun bruikbaarheid (1, 2, 4, 5, 8, 10).

Het verloop van de opbrengsten van aardappelen in de Groningse en Drentse veenkoloniën verschilt weinig. Alleen het eerste (fig. 3) zal met dat van de proefvelden te Borgercompagnie worden vergeleken.

Er is een duidelijke overeenstemming tussen proefvelden en praktijk. De bijna rechtlijnige daling van de opbrengsten in 1948—1953 op Pr 934 kwam ook in de praktijk voor. De opbrengst was in het slechtste jaar 1953 25 % lager dan in 1948 en steeg daarna in 1954 en 1955 iets sterker in de praktijk dan op de proefvelden. In 1956 is in de praktijk weer een wat lagere opbrengst verkregen, het verschil met het proefveld is gering. Alleen in 1957 werd een belangrijk verschil ge-

vonden. De opbrengst was in de praktijk vrij goed, maar op het proefveld Pr 934 slecht. Daarna was er tot 1961 goede overeenstemming. In 1962 was de opbrengst op het proefveld nog redelijk goed, maar de praktijk toch duidelijk beter, ondanks de voorafgaande ongunstige periode. In beide laatste jaren is de overeenstemming weer bevredigend. Ook vóór de oorlog was het verband duidelijk. Een belangrijke afwijking kwam alleen in 1938 voor. Een goede overeenstemming wordt ook gevonden tussen de uitkomsten van het Overijsselse proefveld OO 63 en de praktijk in Groningen (fig. 1 en 3).

Het is verrassend dat het verloop van de opbrengsten op een enkel proefveld (gemeten op een oppervlakte van 2 à 4 are) een vrij juist beeld geeft van het opbrengstverloop in een geheel landbouwgebied. De uit de proefvelden getrokken conclusies zijn blijkbaar vrij goed van toepassing op de gehele streek.

Veranderingen in de grond onder invloed van de regenval

De uitkomsten in de veenkoloniën en elders op proefvelden en in de praktijk pleiten ervoor, dat de schommelingen van opbrengsten in de eerste plaats een gevolg zijn van veranderingen in de vruchtbaarheid van de grond.

De achteruitgang van de opbrengsten van fabrieks-aardappelen na 1949, die velen zoveel zorgen baarde, heeft dus een natuurlijke oorzaak gehad. Het herstel in 1960 en 1964 moet eveneens in hoofdzaak aan een door het weer verbeterde bodemtoestand worden toegeschreven.

Welke zijn de belangrijke wijzigingen in de bodemtoestand? Wij noemden al enkele belangrijke factoren, waarvoor een verandering kon worden vastgesteld. Het gehalte aan kali en aan in water oplosbaar fosfaat verminderen in natte perioden.

Fig. 3 Verloop van de opbrengsten van fabrieks-aardappelen in de praktijk in de Groningse veenkoloniën in 1922—1964 (vgl. fig. 1 en 2)

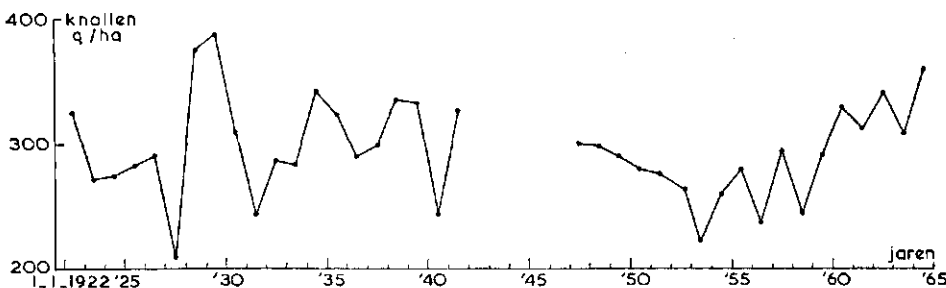


Fig. 3 Course of potato yields in practical farming in the industrial potato growing region in 1922—1964 (cf. Figs. 1 and 2)

Het gehalte aan in het bodemvocht opgeloste stikstof kan zelfs in vrij korte tijd veranderen. Verder stijgt de pH (in water bepaald) in natte perioden. De in KCl-oplossing bepaalde pH is hiervoor weinig of niet gevoelig. In de lange natte periode na 1949 bleek het verschil tussen beide waarden op beide proefvelden 0,4 pH-eenheid groter te worden dan in de voorafgaande droge periode. Het is niet duidelijk welke gevolgen deze veranderingen in de pH van de grond op de groei van de gewassen zullen hebben. Mogelijk zijn het slechts bijverschijnselen van andere wijzigingen die zich in de grond voltrekken.

De door de grond gemineraliseerde hoeveelheid stikstof verandert soms golfvormig. Stikstof is uiteraard een belangrijke vruchtbaarheidsfactor. Ook de fysische structuur van de grond wordt door natte weersomstandigheden ongunstig beïnvloed. Aan deze factor moet een grote betekenis worden toegeschreven. De wijzigingen hiervan verlopen echter vrij snel en kunnen dus vermoedelijk niet de zich over enkele jaren uitstrekkende achteruitgang of verbetering van de grond geheel verklaren. Wij zijn daarom van mening dat aan een verandering van een complex van factoren moet worden gedacht. De schommelingen in de stikstofmineralisatie wijzen op een verschillende intensiteit van de omzettingen van de organische stof in de grond. Er zijn redenen om aan te nemen dat hierin een van de voornaamste oorzaken van de veranderingen in de vruchtbaarheid van de grond ligt.

Een min of meer regelmatig, soms golfvormig verloop van de opbrengsten, moet dus als een natuurlijk verschijnsel worden gezien. Men mag verwachten dat dit op normale gronden in een gematigd klimaat met een regenval die gemiddeld eigenlijk iets te overvloedig is, moet voorkomen. Het verschijnsel zal juist worden aangetroffen bij gewassen die hier, uiteraard bij juiste cultuurmaatregelen, goed zijn aangepast.

Het is duidelijk dat nader onderzoek nodig is om het mechanisme van deze veranderingen beter te begrijpen. Pas dan mag men hopen doelbewust de juiste maatregelen te kunnen nemen om de vruchtbaarheid van de grond ook bij een ongunstige weersconstellatie in stand te houden.

Het ligt misschien voor de hand hierbij aan maatregelen op het gebied van waterbeheersing, plantenteelt, gewassen- en rassenkeuze, bodemverbetering en bemesting te denken. Het doel zal zijn een grotere onafhankelijkheid tegenover de wisselvalligheid van het weer te bereiken.

Onregelmatig fluctueren van opbrengsten zal men onder meer marginale omstandigheden mogen verwachten, t.w. marginaal wat betreft klimaat, vruchtbaarheid van de grond, verzorging van het gewas en het aangepast zijn van de plant. Een

slecht aangepast gewas was b.v. korrelmais, waarvan de opbrengsten veel sterker onder invloed staan van de directe invloeden van het weer.

Samenvatting

Aan de hand van de opbrengsten van Voran-aardappelen op twee proefvelden op oude en nieuwe veenkoloniale grond werd bevestigd dat het niveau van de opbrengsten in de loop der jaren bepaald wordt door de variaties in de verdeling van de regenval in het voorafgegangene tijdvak en de cumulatieve invloed daarvan op de vruchtbaarheid van de grond. Na de in een droog tijdvak vallende topjaren 1947—1949 liepen de opbrengsten zowel op de proefvelden als in de praktijk geleidelijk achteruit. De verontrustende achteruitgang van de cultuur had een natuurlijke oorzaak, nl. de verminderde vruchtbaarheid van de grond onder invloed van de sterkere regenval. In de droge jaren 1959—1960 herstelden de opbrengsten zich snel tot het vroegere hoge peil; in de volgende zeer natte jaren trad opnieuw een geleidelijke daling op. De gunstige werking van droogte werkt blijkbaar enkele jaren na.

Een min of meer ritmisch verloop van opbrengsten, dat voor 1947 op proefvelden en in de praktijk is vastgesteld, werd niet gevonden, omdat de voorwaarde hiertoe, nl. een regelmatige afwisseling van ongeveer even lange natte en droge perioden, ontbrak.

De directe invloeden van variaties in het weer tijdens de groei van het gewas, hoe belangrijk deze ook mogen zijn, zijn vergeleken met de invloeden van de veranderingen van de vruchtbaarheid, die onder de langdurige en cumulatieve invloed van het weer ontstaan, van meer ondergeschikt belang.

Min of meer regelmatig golven van opbrengsten zijn kenmerkend voor normale vruchtbare gronden in het gematigde klimaat van Nederland en voor gewassen die (bij goede cultuurmaatregelen) aan de omstandigheden zijn aangepast.

Het nieuwe gezichtspunt leidt tot een andere instelling ten opzichte van de bestrijding van nadelige invloeden van het weer. Voorop staat de aandacht voor de grond.

Summary

Fluctuations of crop yields of industrial potatoes in connection to soil fertility as affected by weather

The crop-yield level in the course of years is determined by the pattern of rainfall in preceding periods and by cumulative effects exerted on soil fertility. This thesis was especially confirmed by the course of yields of Voran potatoes on two experimental fields laid out since 1947.

After top yields in the dry period 1947—1949 the output gradually decreased during the long wet period 1950—1958 (Fig. 1). The same was observed in practical farming (Fig. 3).

In the next dry years a complete recovery of yields up to the former level was found. A similar fall as observed before was noted in the following years. Apparently the favourable effect of an intensive dry period makes itself felt for a considerable time.

Before 1947 fluctuations in yields were observed on experimental fields and in practical farming (Figs. 1, 2, 3). They have been attributed to the undulating pattern of rainfall in those years, which has given rise to similar fluctuations in soil fertility. These waves were absent since 1949, because a rather regular alternation of dry and wet periods like before was lacking.

A more or less fluctuating course of crop yields is characteristic of normal fertile soils in a moderate marine climate and of crops ecologically adapted to these conditions*. The direct effect of weather conditions during growth, though important in itself, is subordinated to the larger effects of the fluctuations in soil fertility.

This conception may lead to a new attitude towards the elimination of detrimental effects of unfavourable weather conditions on crop yields. Attention is drawn to the predominant significance of soil fertility.

* It may be mentioned that this also occurred at the well-known experimental field with continuous wheat growing at the Rothamsted Experimental Station (8).

Literatuur

- 1 Paauw, F. van der: Periodiciteit in opbrengsten, vruchtbaarheid van grond en klimaat. *Landbouwk. Tijdschr.* 60 (1948) 83—92.
- 2 Paauw, F. van der: Periodical Fluctuations of Soil Fertility and Crop Yields. Trans. 4th Intern. Congr. Soil Sci. Amsterdam II (1950) 151—155.
- 3 Paauw, F. van der: Stikstofbehoefte in afhankelijkheid van het weer in de voorafgaande winter. *Landbouwk. Tijdschr.* 71 (1959) 679—689.
- 4 Paauw, F. van der: Cyclical Variations of Crop Yields induced by Weather through the Intermediary of the Soil. Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci. Madison, Wisc. III (1960) 481—487.
- 5 Paauw, F. van der: Ritmische opbrengstschommelingen en hun oorzaken. *Landbouwk. Tijdschr.* 73 (1961) 22—30.
- 6 Paauw, F. van der: Ritmische variaties van bemestingseffecten in de loop van de jaren onder invloed van het weersverloop. *Landbouwk. Tijdschr.* 73 (1961) 622—631.
- 7 Paauw, F. van der: Effect of Winter Rainfall on the Amount of Nitrogen available to Crops. *Plant and Soil* 16 (1962) 361—380.
- 8 Paauw, F. van der: Periodic Fluctuations of Soil Fertility, Crop Yields and of Responses to Fertilisation effected by alternating Periods of low or high Rainfall. *Plant and Soil* 17 (1962) 155—182.
- 9 Paauw, F. van der: Residual Effect of Nitrogen Fertilizer on succeeding Crops in a moderate marine Climate. *Plant and Soil* 19 (1963) 324—331.
- 10 Paauw, F. van der: Wetterabhängigkeit der Bodenfruchtbarkeit. *Z. Pflern. D. u. B.* 108 (1965) 129—137.