

b31.85 = b31.811.2

## **LIEBIG'S oorspronkelijke inzichten bevestigd.**

**De fosfaatbemesting de basis voor  
het vruchtbaarheidsonderhoud  
van de grond.**



## VOORWOORD

De toestand, waarin zich de toegepaste landbouwscheikunde nog steeds bevindt, is voor vele wetenschappelijke werkers min of meer onbevredigend en te vergelijken met die waarin de geneeskunde voor ongeveer 70 jaren verkeerde. Feitelijk is de grondbehandeling en met deze de minerale plantenvoeding tot op de huidige dag een „empirisch” vak gebleven, dat zich uit de „ervaring” heeft moeten ontwikkelen, zonder de fundamentele kennis: „hoe” de minerale voedingsstoffen bijdragen tot de groei van het „organische” plantenlichaam.

Daarin is nu door de stormachtige ontwikkeling van de wetenschap der chemische synthese van de levende stof, die men biochemie noemt, een duidelijke verandering gekomen. Deze nieuwe ontwikkeling toont aan, dat in hoofdzaak de onbekendheid met de betekenis van het fosfaat in het groeiproces, de oorzaak is geweest van het zo sterk achterblijven van de landbouwscheikunde als ervaringswetenschap, met de zovele onbegrepen en elkaar tegensprekende uitkomsten. Wij kunnen de vooruitgang van de biochemie inderdaad als de verlosser beschouwen uit de beperktheid van de zogenaamde empirische kennis.

In deze verhandeling is getracht om de nu noodzakelijke overgang van empirische handelingen, naar de toepassing van bewuste kennis, duidelijk te maken; niet alleen voor de wetenschappelijk geschoolde voorlichter, maar ook voor de ontwikkelde landbouwer, die zich reeds vele technische termen heeft eigen gemaakt, die ook bij de toepassing van nieuwe werkwijzen gebruikt kunnen worden. Om het doel te be-

reiken is het nodig om op de aanvankelijke ontwikkeling van de landbouwscheikunde met al haar dwalingen en moeilijkheden terug te zien, teneinde juist daardoor een beter begrip te kunnen brengen voor de nieuwste inzichten, die dan door het verslag van eigen proeven in de praktijk, kunnen worden ondersteund.

Dat door het eerst terugzien op het verleden en daarna door de nadruk te leggen op het vooruitzien, dit geschrift iets tweeslachtigs heeft verkregen, was onvermijdelijk.

In dit verband zij gewezen op de titel van *Liebig's* eerste boek van 1840: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie”. Die titel handhaaft hij bij de tweede uitgebreide uitgave van 1862, ondanks een tamelijk felle tegenstand en het verlies van de vriendschap van de grote *Berzelius*. Bovendien geeft hij in de voorrede menig wijze opmerking, die in Hoofdstuk I van ons geschrift zijn besproken. Voor *Liebig* blijft de autogene groei ondanks de vitalisten, een „chemisch” verschijnsel.

Het ontstaan van dit geschrift heeft men aan de Nederlandse superfosfaat-industrie te danken, die daartoe min of meer gestimuleerd werd door een vragende opmerking van een der grote kunstmestfabrieken, welke luidde: „Waarom beroept de superfosfaat-industrie zich nog steeds op het feit, dat dit fosfaat in water oplosbaar is, terwijl men vrij algemeen aanneemt, dat de fosfaatbemesting op „voorraadwerking” berust?”.

Indien deze opmerking juist zou zijn, zou de fosfaatbemesting weert terugzinken tot een tijd van nóg uitgebreider mislukkingen, dan toen men met beendermeel geholpen meende te zijn.

Dat was de tijd, toen Duitsland het beendermeel naar Engeland verkocht, waar *Lawes*, op aanwijzing van *Liebig* door behandeling met zwavelzuur, het eerst „superfosfaat” bereidde en . . . succes had.

Het advies aan de superfosfaat-industrie, om de uitspraak over het oplosbaarheidsprobleem van het fosfaat uit te maken, kon niet anders luiden, dan door op te merken, dat de voorraadsidee, noch een landbouwkundig, noch een economische grondslag kon hebben, omdat de fosfaat-bemestingsproeven in een doolhof van de empirie met vele elkaar tegensprekende resultaten verstrikt geraakt waren en daarin zijn blijven steken. Wil men de kwestie der oplosbaarheid in water tot een beslissing brengen, dan zal men de proefveldtechniek en met deze de werkwijze bij de grondbeoordeling en bij de waarnemingen te velde, een grondige herziening moeten laten ondergaan. Een dergelijk programma is niet eenvoudig uit te voeren en bovendien zeer kostbaar.

De beginselen van dit nieuwe onderzoek zullen moeten berusten op de volgende basis-eisen:

1. Inrichting van een centraal proefveld op een homogene *fosfaatloze* grond, waarop een trappenproef met gelijkmatig stijgende fosfaat-giften kunnen worden aangelegd en waar het in water oplosbare superfosfaat met het in water *onoplosbare* Thomasslakkenmeel kan worden vergeleken. Dit veld moet zodanig worden aangelegd, dat telkenjare diverse gewassen kunnen worden verbouwd. In de loop der jaren kan dan bij de passende giften van K, Na, Mg, en Ca een eventueel verschil in reactie waargenomen en tevens gedemonstreerd worden.

De eis moet gesteld worden, dat deze proef door eigen personeel wordt behandeld en dat de proefveld-leider, wanneer de groei inzet, in een hem aangewezen district naar verschijnselen gaat speuren, die hij op zijn veld heeft waargenomen en waarvan hij de oorzaken aan belanghebbenden en belangstellenden kan demonstreren.

2. Het grond- en gewasonderzoek dient door eigen personeel uitgevoerd te worden. Daarvoor dient men over een eigen laboratorium te beschikken met een inrichting voor het uitvoeren van controle met potproeven of vakculturen.

3. Het uitzoeken van bekwame medewerkers is wellicht de meest principiële eis.

Hoe dit veeleisende werk is uitgevoerd kunnen worden en hoe het met een tweede centrale proefveld is uitgebreid moeten worden in het Noorden des lands, wordt in de volgende hoofdstukken beschreven. De toegepaste werkwijze is de „klinische” genoemd, omdat het uitgangspunt steeds bij de verschijnselen in het vrije veld en bij de eigen proeven gelegen was. Weliswaar kwamen hier de patiënten niet naar de kliniek, zoals bij de medische wetenschap, doch ging de geneesheer naar de verspreid liggende patiënten en kon hij de verdachte patiënten in de vorm van de verdachte grond, naar zijn laboratorium meenemen of er culturen mee aanzetten. Schrijver dezes heeft deze werkwijze in zijn lang leven als onderzoeker steeds met succes gevolgd. Hier is het tot een systeem ontwikkeld; en dat geschiedde voor het nog nimmer duidelijk gestelde en dus nog steeds onopgeloste fosfaatvraagstuk, en de invloed daarvan op de andere voedings-elementen.

Zodra men de klinische werkwijze in deze omvang invoert, komt de betekenis van bovenstaand punt 3 duidelijk op de voorgrond. Het komt inderdaad op de medewerkers aan, die in één verband over een groot gebied met elkaar kunnen werken. Zij moeten de eigenschap hebben, goede opmerkers te zijn, betrouwbare uitvoerders en bereid zich zelf te controleren, opdat alleen *vaststaande* gegevens de praktijk ingaan. Wij mogen hier de veldmedewerkers, de heren H. Ippel, als algemeen leider, W. Stappers en H. Neutel, als proefveldbewerkers en speurders in hun districten, dank brengen voor hun zich steeds uitbreidend en inspannend werk. Van menig initiatief en geslaagde uitkomsten zullen de volgende hoofdstukken getuigen.

Hoe de dienst zich met succes uitbreidde en met een gunstig resultaat blijft doorwerken, zal hoofdzakelijk in Hoofdstuk III uiteengezet worden. Tevens zal blijken, dat wij aan de genoemde medewerkers menig nieuw inzicht te danken hebben; waardoor zij zich in de praktijk een onmisbaar vertrouwen verwierven.

In 1958 werd het beheer van de dienst door *Ir. J. van Schoonneveldt*, van schrijver dezes overgenomen. Deze heeft de beschreven opzet met succesvolle toepassingen in de praktijk belangrijk uitgebreid, waarvan hoofdzakelijk de aardappelcultuur heeft geprofiteerd. Van deze progressie hebben wij in dit geschrift verschillende gegevens mogen gebruiken; hetgeen wij met dank vermelden.

Wij hopen, dat de directies van de Albatros superfosfaatfabrieken N.V. en van de Eerste Nederlandse coöperatieve kunstmestfabriek, bij het lezen van dit geschrift, er met genoegen op zullen terug zien, dat het fosfaatprobleem, dat *Liebig* vóór 125 jaar zo zuiver stelde, nu tot een duidelijke oplossing is gekomen, dank zij de vooruitgang van de biochemische wetenschap. En dat de grote chemicus van toen gelijk had door aan te nemen, dat het fosfaat voor de groei een basisbetekenis heeft.

Dat er na het verwerven van de fundamentele opheldering van het fosfaatprobleem, nog veel werk te doen overblijft, wordt in het slot der verhandeling besproken, - werk dat nu op de basis van reële kennis kan opgebouwd worden.

## HOOFDSTUK I.

### JUSTUS VON LIEBIG

#### EN HET VRUCHTBAARHEIDSONDERHOUD IN DE NAASTE TOEKOMST.

In 1955 publiceerde de Voorlichtingsdienst voor Superfosfaat een boekje van mijn hand getiteld „Bemesting door de eeuwen heen”. Het beoogde de aandacht er op te vestigen, dat de pogingen om de vruchtbaarheid van de grond in stand te houden van den beginne af talloze malen in onontwijkbare moeilijkheden zijn geraakt. Of de grond moest verlaten worden, óf de productie-daling kon slechts door aanwending van hoge kosten tot stilstand worden gebracht, óf men moest nieuwe maatregelen nemen, die aanvankelijk succes hadden en later nieuwe teleurstellingen brachten.

De oorzaak lag in het ontbreken van de kennis van de grondslagen, waarop de vruchtbaarheid van de grond berust; en men kwam tot roofofbouw. Zo lang de bevolking dun was bleef er grond over; ging het in een bepaald gebied spannen, dan werd de oplossing voor de voedselvoorziening gezocht in de verschuiving der economische maatregelen door ruilhandel. In de oudheid werd dit veelal de basis voor een „beschaving”, die bij het toenemen der bevolking in nabuurlanden oorzaak voor oorlog werd met grote vernielingen van beschaving en van de grond! Wie thans het twee-stromenland van Euphraat en Tigris bereist, ééns door bevoeiing en afvalmest welvarend, ziet nu meer woestijn dan gecultiveerde grond.

De kolonisatie van het middellandsezee-gebied van Grieken en Romeinen berustte voor het grootste deel op het zoeken van maagdelijke vruchtbare grond elders.

De opbloei van de Nederlanden in de 15e eeuw berustte op een beginsel van andere aard. De vissersvloeden, die voedsel uit de zee brachten, zeilden verder en brachten graan uit het Oostzee-gebied, een product, dat in de Nederlanden met de roerige laken- en linnenweversindustrie soms bedenkelijk te kort schoot. Er ging zich een ruilhandel ontwikkelen, die zich met zuidelijke produkten uitbreidde. Daardoor ontwikkelde zich tevens de wolhandel met het dun bevolkte Engeland en Schotland, die de industrie in Nederland tot een bloeiend bedrijf maakte. Dit tijdperk werd de bloeitijd van de beroemde „Hanze”.

De herinnering aan die periode brengt ons naar het recente probleem der industrialisatie in de nu overbevolkte landen, waarmede Europa worstelt, nl.: Landbouwproducten-ruil met inachtneming van de prijzen. In de 15e eeuw gold het een klein gebied; thans een landencomplex, met betere productie-methoden dan weleer. Nu kan men de productiekraft van de grond, dankzij de stormachtig ontwikkelde kennis van de biochemische grondslagen der levensprocessen, veel beter beheersen en zelfs op hoog peil houden. Nu kan men streven naar een rationeel beleid, dat besparing van arbeid en materialen kan brengen.<sup>1</sup>

Het uitgangspunt, dat de plantenproductie de basis is van het bestaan van mens en dier, is door de eeuwen heen onveranderd gebleven en het zal voornog geldig blijven.

Daarom is het nodig, dat men kennis neemt van hetgeen voor dit doel gedaan is, maar vooral of datgeen wat gedaan is en waar men nu nog mee neemt, een voldoende waarborg is voor het behoud van ons productie-apparaat in *definitieve* zin.

Het nu volgend geschrift is een natuurlijk vervolg op het in de aanvang genoemde „Bemesting door de eeuwen heen” en tevens een kritiek daarop.

<sup>1</sup>). Een mogelijkheid, die bij de E.E.G.-besprekingen buiten beschouwing is gebleven.



## DE MINERALE BEMESTING.

De chemische onderzoekingen uit het begin van de 19e eeuw van de *Saussure*, *Davy* en *Sprengel* hadden, dankzij de toenmalige snelle ontwikkeling der chemische wetenschap, erop gewezen, dat de planten bij verbranding een as achterlaten, die uit minerale elementen is samengesteld. Zij vermoedden, dat die elementen een noodzakelijke of zelfs een onmisbare bijdrage leverden tot de groei.

Dat de koolstof als de grondstof voor alle plantenleven uit de lucht afkomstig was, had de *Saussure* aangetoond. *Ingenhousz* had reeds het licht als energiebron duidelijk gemaakt. *Davy*, de ontdekker van het Kalium en Natrium, had voor het toekomstig onderzoek naar de betekenis van de minerale elementen bij de plantengroei de naam: „Agricultural Chemistry” aangegeven. *Liebig* was de eerste, die aan die naam de inhoud gaf, welke zij nog met recht bezit. Zijn boek in 1840 verschenen: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie” is een werk geweest van grote visie, die men aanvankelijk fel heeft bestreden, en ten slotte door de empirie heeft moeten aanvaarden, en die als ervaringswetenschap tot op de huidige dag is blijven bestaan.

Het wordt thans duidelijk, dat men door de ontwikkeling van de biochemie, de reacties, die de „groei” tot stand brengen (en die in een colloidaal milieu moeten verlopen) met al hun ingewikkeldheid, als chemische reacties moet zien. De tijdgenoten hebben het idee, dat voor de opbouw van organische stoffen in de plant, aanvoer van minerale verbindingen uit de grond met het uit de lucht aangevoerde koolzuur, onontbeerlijk zou zijn, niet kunnen aanvaarden.

Zij meenden, dat slechts organische stoffen uit de grond daartoe in staat konden zijn en sloegen het oog op de humusachtige verbindingen, die met behulp van de „levensenergie” functioneerden en dus buiten het

„chemische denken” vielen. *Liebig* heeft van den beginne af aan vastgehouden aan het chemische denken, al kon hij het reactie-verloop niet verklaren.

In zijn toen, in onze ogen, uiterst primitief laboratorium, werden door talrijke studenten analyses van planten, plantenas, stalmest en composten uitgevoerd, waardoor hij onder de indruk kwam van de lage fosfaat-gehalten. De grote onderzoeker zag, dat de verteringsresten (compost en stalmest) een laag gehalte aan fosfaat hebben moesten, omdat mensen en dieren het skelet moesten opbouwen en hij liet daarom in zijn denken de gevaarlijke roofofbouw, bij de fosfaat-afvoer zonder aanvulling, beginnen.

Door niemand minder dan de grote Zweed *Berzelius*, mede-pionier in het chemisch onderzoek, werd *Liebig* gewaarschuwd en voorgehouden, dat een chemicus zich niet met de levensverschijnselen moet bemoeien. Toen *Liebig* in 1862 zijn uitgave van 1840 geheel herzien, opnieuw deed verschijnen en dat nog wel toen *Pasteur* zijn opzienbarend werk over de microbiologische gisting gepubliceerd had, achtte *Berzelius* zijn vriend voor de chemie verloren. De oude vriendschap werd nooit hersteld.<sup>1</sup>

Wij zullen in de volgende uiteenzettingen horen, dat *Berzelius* faalde en met hem de chemici van zijn tijd.

De voorrede van 1862 bevat passages, die zelfs voor dit ogenblik nog geldig zijn. In die dagen was de afstand van de praktijk tot de wetenschap zeer groot en prevaleerde de ervaring (empirie) geheel. Toen men de denkbeelden over de minerale bemesting niet volgen kon, verklaarde de schrijver, dat het toepassen van nieuwe denkbeelden in de landbouwpraktijk „geleerd” moet worden en dat het falen van een proef niet zelden op fouten, begaan bij het experiment, berusten. Diezelfde opmerking heeft nog de volle waarde nu wij weten, (of mogelijk beter uitgedrukt, wij *kunnen* weten), dat ons thans geldig bemestingsstelsel niet juist is. In het derde hoofdstuk komen wij hierop terug.

Voor 100 jaar meende men de grondslag voor de toepassing der minerale bemesting in een berekening te vinden van de hoeveelheid asbestanddelen, die met de oogst en met de weidende dieren weggevoerd werden, om daarna het weggevoerde met chemische verbindingen weer aan te vullen; deze simpele redenering lag toen voor de hand, omdat men nog niet zag, hoe uitspoeling, microbiologische omzettingen en chemische omzetting, die berekening volkomen in de war kunnen sturen. Nog minder beseftte men, dat men met de kunstmestzouten ook andere verbindingen in de grond brengt, die geen voedende waarde hebben, dus ballast zijn. Maar er kwam nog méér bij. Men kon praktisch niet van elke oogst en elk weggevoerd dier een as-analyse uitvoeren,

zodat men met gemiddelden moest werken. Wie ooit een tabel van analyses heeft gezien, weet, dat een gemiddelde samengesteld is uit zeer uitéénlopende cijfers. In werkelijkheid kreeg dus de ene akker te veel en de andere te weinig en dan niet eens in de goede verhouding van hetgeen nodig was. Heeft men daarvan dan niets begrepen? . . .

Wellicht sporadisch: *Liebig* zelf heeft toen hij vernam, dat beendermeel, als fosfaat-aanvulling, geen succes had, aangeraden dit met zwavelzuur om te zetten in een mengsel van Ca.-monofosfaat en gips, waardoor het fosfaat in water oplosbaar werd. Deze fundamentele raad werd in zijn omgeving als een uitvlucht opgevat. Daardoor werd het duitse beendermeel naar Engeland verkocht, waar de landheer en amateur-chemicus *Lawes* de raad opvolgde en proeven nam, die een groot succes hadden. De eerste fosfaat-fabriek ging „superfosfaat” bereiden. Er was dus wel degelijk een nieuw inzicht in de kunstmest-werking ontstaan, dat evenwel niet verder kon doorwerken.

Het verschijnsel van de nitrificatie van de stikstofhoudende stoppel- en mestresten was onbekend; over uitspoelingsverliezen werd niet gedacht. *Lawes* begon zijn drainageproeven pas in 1880. De groenbemesting met de leguminosen lag nog ver in het verschiet.

De studies van *Thomas Way* over de kationenadsorbtie en de spontane omwisselingsverschijnselen, reeds in 1850 en '52 gepubliceerd<sup>2</sup>, waarbij hij de monomoleculaire oppervlakte-reacties ontdekte, werden niet verstaan. Men was aan reacties in oplossingen gewend en kende de evenwichtsverschijnselen niet eens in wezen. Zelfs *Liebig* wist met *Way's* geniale ontdekkingen geen raad. Niemand kon voorzien, dat deze uiteindelijk de groei-reacties zouden verklaren.

*Pasteur*, van huis uit chemicus, bracht een nieuw gebied van microlevensverschijnselen aan het licht. Het scheen, dat deze de vitaliteits-theorie zouden ondersteunen. Daarbij kwam, dat men te sterk onder de indruk kwam van de mogelijkheid van een „watercultuur” met de voedingszouten in détail, zoals de botanici *Sachs*, *Knop*, *Salm Horstmar* en anderen, die als experimenteel onderzoekmiddel hadden geschapen. Het zag er naar uit, dat men de bemestingsleer als ervaringswetenschap moest aanvaarden en daardoor min of meer ook de „provisiekast-theorie”. Niettemin had *Liebig* in zijn voorrede van 1862 enige opmerkingen gemaakt, die ons in de huidige omstandigheden nog aangaan. Nl.: dat zolang de practicus op het land niet de kennis verkrijgt van de chemische processen, die de opbouw van plant en dier beheersen en door tussenkomst van de grond deze regelen, het de taak van de wetenschap blijft, dieper in het verkrijgen van die kennis door te dringen, opdat de plantenproductie, evenals de industrie op een wetenschappelijk fundament komt

te staan. Hij wijst de opvatting af, dat ongunstige resultaten, op bepaalde plaatsen verkregen, in staat zouden zijn, algemene geldigheid toe te kennen. „Elke akker heeft zijn eigen geschiedenis en dient apart beschouwd te worden”.

Aan deze waarschuwing zijn wij pas nu toe; in 1862 was ze even geldig, maar de middelen en inzichten waren er niet om ze terharte te nemen. Zo kon de provisiekast-theorie blijven heersen en werden duizenden gewas-analysen uitgevoerd en voor elk geval gemiddeld. *Stöcker* wijdde er een tijdschrift aan, dat lange jaren heeft bestaan.<sup>8</sup>

Vanaf 1865 breekt de periode aan, waarin de mineraaltheorie empirisch aanvaard werd, dus zonder de kennis, waarop die beruhte anders dan op een ruwe ervaring, die verbetering bracht. De periode van de N-P-K-voeding brak aan en verdreef de oude humustheorie volkomen.

De grote invloed, die de kunstmest op de maatschappij heeft gehad, is in „De bemesting door de eeuwen heen” beschreven.

*Liebig* heeft zich na dit grote succes niet meer met zijn geniaal werk bezig gehouden; het werd door de jongere generatie overgenomen en het bleef empirisch, met enkele verbeteringen, vrijwel tot op de huidige dag. Men heeft gemeend, dat de mogelijkheid van het behoud van de vruchtbaarheid van de grond voor goed in het bereik was. Maar *Liebig* had in zijn voorrede van 1862 nog een wijze raad meegegeven, die het nageslacht over het hoofd heeft gezien. De bedoelde opmerking getuigt van een ver-zienende blik in de toekomst, welke verdient woordelijk in zijn eigen taal aangehaald te worden:

„Unter Landwirthen hatte ziemlich allgemein das Vorurtheil Wurzel  
„gefasst, dasz zu ihrem Betriebe eine niedrigere Bildungsstufe ausreichend  
„sei, als die welche andere Industrielle bedürfen, ja dasz der Landwirth  
„seine praktische Befähigung durch Nachdenken, und dadurch gefährde,  
„wenn er sich aneigne was die Wissenschaft zu seinem Besten erworben  
„habe und ihm zur Verfügung stelle; was ihr Denkvermögen in An-  
„spruch nahm, wurde als Theorie angesehen, die als der grade Gegensatz  
„der Praxis gering geschätzt oder nicht beachtet wurde. Thatsache war,  
„dasz die wissenschaftliche Lehre oder Theorie dem praktischem Manne,  
„sobald er versuchte sie anzuwenden häufig nur Schaden brachte; was  
„er anfang kam oft genug verkehrt heraus; er wusste nicht, dasz ihre  
„Anwendung den Menschen nicht von selbst zufällt und dasz sie ähnlich  
„wie die geschickte Handhabung eines zusammengesetztes Werkzeugs,  
„erlernt werden müsse.”

Men bewondert in deze opmerkingen de inzichten en de woordkeuze;

zij behielden als beschouwingwijze hun waarde tot de huidige dag. Hoewel er in de verhouding van praktikus tot de wetenschaps-beoefenaar wel verbetering is gekomen, is het begrip, dat de aanwending van mest- en voedingsstoffen „geleerd” moet worden, nog onvoldoende tot de praktijk doorgedrongen. Hier staat de „provisiekast-theorie” nog in de weg! Met dit laatste zal menigeen, die aan de goede kunstmeststrooiers of aan de ruime keuze van de mengmeststoffen denkt, het niet eens zijn. Er is maar één antwoord op dit meningsverschil, dat de oorsprong heeft in *Liebig's* opvatting van 1862, nl: dat „zolang men niet weet hoe, in welke vorm en in welke verhouding de voedingsbestanddelen bij de planten, (soorten en rassen) functioneren, men van een rationele plantenvoeding niet spreken kan”.

Het kernpunt bleef onopgehelderd. Het probleem kan ook anders gesteld worden: op welke wijze hebben de minerale voedingsstoffen met de opbouw van de hoofdgroepen, eiwit, koolhydraten (zetmeel en suiker), cellulose, pectinen, conchinen etc. met de ontelbare andere plantenstoffen, (waarvan er een goede honderdduizend bekend zijn), bijgedragen? Was dit eigenlijk niet het probleem van *Liebig's* moedige ontdekking, die tot uitgangspunt had: het raadsel van de „skeletvorming” met het fosfaat?

In de aanvang hebben de organisch-chemici gemeend, dat de oplossing bij de ontwikkeling van hun wetenschap na enige tijd gevonden zou kunnen worden; doch dit is een illusie gebleken.

De organische chemie heeft in het laatst van de 19e eeuw en in het begin van de 20e eeuw allerm minst stil gezeten om achter de structuur van de suikers, andere koolhydraten en ook van de eiwitten te komen. Voor de suikers en koolhydraten is men vrij spoedig geslaagd. Voor de eiwitten kwam men niet verder, dan de kennis, dat men met aminozuren te doen had. En dan in nog ongedefinieerde schakeling, maar met een gemiddeld stikstofgehalte van 6.25%, waar men mede rekenen kan. Veel verder dan de onderscheiding „verteerbaar en onverteerbaar” kwam men niet; voor de praktijk houdt men er nog aan vast. Belangrijk was de vroege vondst, dat men bij de samenstelling der organische verbindingen overwegend met substitueerbare groepen van koolwaterstofgroepen te maken had, in tegenstelling tot de anorganische chemie, waar men overwegend met elementen werkt of hoogstens met een koppeling van 2 of 3 dezer. De organische rangschikking van de elementen C, H, O, N en eventueel met een weinig S biedt oneindige variaties, waarvan de natuur in de levensstoffen dan ook gebruik heeft gemaakt en ketens met zijketens opbouwt met hoge moleculairgewichten. Inderdaad is door deze omvangrijke bijdrage met de ervaring in de

synthese van groepen (door Berzelius „radicalen” genoemd), het begrip over de ingewikkelde samenstelling van de „levende stof”, dicht benaderd. Alleen het raadsel, waarom in het leven het  $H_2PO_4^-$ -ion daaraan medewerkt, bleef onopgelost. *Darwins* boek „Origin of Species” (1859) en de later actieve ontwikkeling van de evolutieleer via *Wallace*, *Häckel*, *Mendel*, *Hugo de Vries*, e.a. die het inzicht in de erfelijkheidsleer verdiepten en de genetica als wetenschap een vaste plaats gaf, kon aanleiding geweest zijn om te ontdekken, dat het fosfaat-ion een kritische plaats had in de levensontwikkeling. Doch dit is aan het nageslacht ontgaan; hoewel er twee redenen voor waren om dit niet over het hoofd te zien. Ten eerste 't feit, dat de levensontwikkeling in het water (oceanen, meren, plassen) vanaf de aanvang niet verder is gekomen, dan door een skeletbescherming opgebouwd met kiezelzuur en kalk (en met koolzure kalk), terwijl de soortverschillen in hoofdzaak morphologisch uit elkaar zijn gegaan met geringe physiologische verschillen.<sup>4</sup> Ten tweede het feit, dat de organismen met de ingewikkelde orgaan-differentiaties, die in de vertebraten culmineeren, op het land zijn geëvolueerd.

De elementen voor het kiezel-kalk skelet zijn in het water oplosbaar evenals Na en K, maar fosfaten zijn door de Ca-overmaat óf onoplosbaar óf met millimoleculen aanwezig, die men sporen kan noemen. Een uitzondering kan voorkomen, dat in een continue stroom van  $CO_2$ -gas met water, enig P in de oplossing komt, zoals men dit nog bij sommige vulkanen kan zien. Het is merkwaardig, dat een fosfaat-evolutie van de vertebraten zich heeft kunnen ontwikkelen op het land, in casu het gesteente, waar het fosfaat zo verdund over de grote oppervlakken is verspreid met hoogstens 0,1%! Geologische ophopingen van fosfaten in het oergesteente zijn schaars. In sommige magmatische uitvloeiingen vindt men hogere fosfaat-concentraties vermengd met ijzer. De hoofdbron, waaruit land- en tuinbouw thans aanvulling van fosfaat moet putten, is van „biogene” oorsprong.

Het grootste deel is ontstaan uit de zuurstoffloos geworden grote planktonvelden, waarin binnendringende vissen, die op prooi uit waren, te gronde zijn gegaan. Verder heeft een tijdlang vogelguano uit de droge tropen aan de fosfaatvoorziening bijgedragen en vleermuisguano uit tropische grotten. Met deze opmerkingen komt men op het gebied, waarvoor *Liebig* zorg had, wien als bron alleen het beendermeel bekend was en die begreep, dat voor de landbouw hier het knelpunt lag. Dat men die zorg min of meer vergeten is, werd veroorzaakt door de vondst der zogenaamde fosfaatlagen, die wellicht vóór driehonderd-miljoen jaren in ontwikkeling kwamen, maar die niet onuitputtelijk zijn! Het zijn

die fossiele lagen, die het toenemende mensdom met zijn huisdieren zal moeten blijven voeden.

Keren wij terug tot het alles beheersende punt nl. hoe het fosfaat de autogene groei mogelijk heeft gemaakt, dan moet eerst nagegaan worden of er een „chemisch” begin is geweest door de vorming van een organisch lichaam, dat in een sap-stroom van de nodige basis-elementen voorzien, tot de autogene reacties voert, die wij groei noemen. Indien dit zo was, zou er een begrip ontstaan zijn voor de oorsprong van het leven. De eerste die op die mogelijkheid gewezen heeft is de Rus *Oparin*, die in 1936 in zijn Russische verhandeling, de mogelijkheid aantoont van de vorming van aldehydachtige lichamen gevormd door reductie van  $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$ , onder invloed van het licht. De goed gedocumenteerde verhandeling is vrijwel onopgemerkt gebleven tot zijn, naar Amerika uitgeweken landgenoot *Morgulis*, eveneens biochemicus, een vertaling in het engels bezorgde in 1938 en in 1953 de tweede deed verschijnen. *Morgulis* voorzag die tweede van een uitnemend overzicht van het probleem in de loop der tijden.<sup>5</sup>

In 1955 bewijst *Miller*, dat in een atmosfeer van waterdamp, koolzuurgas, stikstof-gas en zuurstof-gas, bij elektrische ontladingen van hoogspanning inderdaad aminozuren kunnen ontstaan. Later bleek, dat ultraviolet-licht hetzelfde effect kan hebben.<sup>6,7</sup> Het onderzoek is hier op het punt gekomen, dat men inderdaad aan kan nemen, dat de levende stof door een chemische reactie onder invloed van elektrische ontladingen of door ultra-violette licht-golven is ontstaan. Het uitgangspunt om nu verder te speuren hoe de autogene reacties „in het leven” zijn gekomen en of het  $\text{H}_2\text{PO}_4$ -ion daarbij de beslissende rol heeft gehad, is dank zij *Oparins* hypothese en de door *Miller* bewezen mogelijkheid, dat onder bepaalde omstandigheden aminozuren gevormd worden, aannemelijk geworden.

In deze beschouwing moet men even terug naar *Pasteurs* grote ontdekkingen, waar *Liebig* rekening mede moest houden. Deze waren schijnbaar in tegenspraak met de chemische opvatting der levensverschijnselen. Daar in zijn eerste uitgave van 1840 en in de herdrukken, ook de gistings- en rottingsverschijnselen waren behandeld, moesten deze in de herziene uitgave van 1862 voorlopig onbehandeld blijven. In zijn reeds meermalen aangehaalde voorrede van 1862, zegt *Liebig*, dat hij bezig is die onderwerpen opnieuw te bezien, omdat *Pasteur*, *Berthelot* en *Schreuder* daarvoor nieuwe inzichten hebben gebracht. Nu weten wij, dat *Pasteurs* levenswerk, door zijn ontdekkingen van het micro-leven, dat directe invloed heeft op het macro-leven, *Liebig's* opvatting, dat alle leven op chemismen berust, geheel op de achtergrond hebben gedrongen.

Zo zelfs, dat de grote man meende, dat *Pasteur* een positief tegenstander was geworden, en vele wetenschappelijke toeschouwers met hem.<sup>8</sup> *Dubos*, *Pasteurs* leerling heeft in zijn boek „*Louis Pasteur, free lance of science*”, duidelijk gemaakt, dat zijn leermeester geen vitalist was, doch alle leven, zowel micro- als macro-leven als één geheel opvatte, zonder over de aard der levensreacties een uitspraak te doen. Maar de wetenschapsbeoefenaren hebben deze grootse gedachte niet aldus aangevoeld.<sup>9</sup> Een opmerking van *Pasteur*, dat bij de azijnzuurgisting mycoderma aceti het intensiefst werkt bij 15 tot 20 °C, en als voedsel stikstofhoudend materiaal, fosfaten, magnesium en kalium nodig heeft, is in die tijd niet beschouwd als een toenadering tot de agricultuurchemici, waarbij dan mycoderma ook als plant kan worden beschouwd. Deze zagen daarin een paradox nl. dat men zag, dat enerzijds de plant de mineralen nodig had om suiker te vormen en anderzijds dezelfde mineralen zag functioneren om de suiker weer af te breken tot alcohol en azijnzuur; een simplistische redenering, die opgeld deed.

Groot opzien baarde *Pasteurs* ontdekking, dat de gisten ook vijanden hadden in de bacterie-wereld en dat men een gisting zuiver kon houden, door de wort bij de bierbereiding en de wijn voor de azijnzuurbereiding een korte vóórverwarming te geven, die de naam kreeg van pasteuriseren. Daardoor kwam de brouwerij- en de azijnzuurindustrie tot grote bloei. Een ervaring van een chemicus van naam uit 1897 had het inzicht in de stof-opbouw met behulp van micro-organismen belangrijk kunnen verhelderen, hetgeen helaas pas later gebeurde. *Büchner* trachtte door het vergisten van suiker, stoffen te bereiden voor pharmaceutische doeleinden. Hij bracht scherp gemalen gist in een suikeroplossing om te controleren of de gistcellen vernietigd waren; er volgde een spontane gisting, die direct even spontaan ophield. Bij herhaling van de controle-proef trad hetzelfde verschijnsel op, maar de gisting duurde iets langer. *Büchner* zocht naar de mogelijkheid van een verontreiniging van de opgeslibde massa en vond sporen van een fosfaat. Voor zijn doel had het zoeken naar een stof van de dode gistmassa verder geen zin meer en zo ging een belangrijke waarneming verloren. Deze chemicus was op weg de „enzymwerking” te ontdekken. De bijzondere betekenis van deze eiwitachtige lichamen voor de „autogene” reacties, werd door latere onderzoekers aan het licht gebracht.

*Liebig* overleed in 1873, na zich in 1872 nog in een brief aan *Duclaux* duidelijk geuit te hebben over zijn inzichten, die zoals men ten onrechte meende, tegenover die van *Pasteur* stonden. Hij zegt dan, dat hij de grote betekenis van *Pasteur* volledig erkent en dat hijzelf heeft getracht een chemische oorzaak te zoeken voor een chemisch verschijnsel. *Pasteur*



had de strijd, die geen strijd was, in 1871 beter geschetst in een brief aan *Liebig*: „wanneer gij het met mij eens zijt, dat de gisting een correlatieverschijnsel is van het leven en als een voeding voor de gist is op te vatten, kunnen wij het eens zijn over de fundamentele gevolgen daarvan”.

De nazaten weten, dat er geen wezenlijk verschil bestond tusen de twee genieën van de 19e eeuw. De tragiek van het leven om verziende inzichten, niet onmiddellijk te aanvaarden, trof *Liebig* het zwaarst; tachtig jaar na zijn dood kon de chemische visie op de levensprocessen bevestigd worden. Trof *Thomas Way*, die de grond als middelaar had gezien in het productieproces niet hetzelfde lot? Een halve eeuw na de publicatie van de monomoleculaire reacties, viel *van Bemmelen*, de stichter van de kolloidchemie hem bij. En pas weer een halve eeuw later beseftte men, dat alle „autogene” reacties op diffusie en adsorbtie in de kolloïde levenssystemen, berusten. Dus op overwegend mono-moleculaire reactie-mogelijkheden zijn aangewezen; ook al hebben organische groepen, die daarbij betrokken zijn, zeer grote moleculen, die van plaats verwisselen.

Bij de schijnbare controverse tussen *Liebig* en *Pasteur* is alleen de synthese van de plantenstoffen uit de minerale voedingscomponenten in beschouwing geweest. *Thomas Way* meende het probleem, dat zijn tijdgenoten zo boeide anders te kunnen benaderen; hij zocht het in de kenmerken van de grond. En dat is voor de bemestingsleer van verstrekkende betekenis geweest. In de eerste plaats vanwege het uitgangspunt, met name de standplaats van de plant, waar zich diverse veranderingen kunnen voltrekken, welke op de plantenvoeding invloed kunnen uitoefenen en ten tweede om de aard dier veranderingen te leren kennen. Hetgeen noch *Way*, noch *Liebig* hebben kunnen voorzien is, dat ook microbiologische processen bij die veranderingen zijn betrokken. B.v. door wijzigingen te brengen in de omloop van de voedingselementen, hetzij de minerale of wel de organische combinaties ten gunste of ten ongunste. Om dit laatste te begrijpen heeft blijkbaar *Liebig* iets gevoeld, maar door zijn leeftijd niet meer kunnen beseffen. Hier was *Pasteur* de organisator voor een geheel nieuw gebied. Door *Pasteurs* grote ontdekkingen werden niet alleen mens en dier betrokken, maar ook de grond, waar de stoppelresten en de mestresten worden verteerd en daardoor gemineraliseerd. Organische stoffen, die stikstofbindingen bevatten, worden in de geaëreerde grond geoxydeerd, waarbij eerst nitrieten en daarna nitraten ontstaan. In compacte gronden, waar te weinig of zelfs geen zuurstof wordt toegelaten, tweedt rotting op. Beide processen worden microbiologisch gestuurd. Zodra de compacte grond

los gemaakt kan worden en weer zuurstof toetreedt, treedt de mineralisatie weer op.

De bodembacteriologie is een belangrijke tak van de bodemkunde geworden, waarmede degeen, die door rationele bemesting de vruchtbaarheid van de grond op peil wil houden rekening houden moet. Bij de snelle nitrificatie van stikstofhoudend organisch materiaal, ontstaan eerst nitrieten en daarna nitraten, die de basen uit de grond nemen, omdat de eerste omzetting van de stikstof in de vorm van salpetrig- en salpeterzuur verloopt. De nitraten lossen op en zo kan de grond uitspoelen en stikstof verliezen met de basen. De oude stalmestgronden, die nog een nitrificatie vermogen hadden in de aanvang, werden dus hoe langer hoe „zuurder” en reageerden toen op een bekalking gunstig. De oogsten stegen en deze sleepten weer de basen en de fosfaten weg, waardoor de oogsten daalden en waarover *Liebig* zich bezorgd maakte. *Winogradsky* heeft grote verdiensten gehad voor de kennis van de nitrificerende organismen; *Beyerinck* voor de microbe, die saprophytisch op de wortels van de vlinderbloemigen leeft en voor deze de stikstof uit de lucht opneemt en in organische vorm verwerkt ten gunste van de plant. Daarmede werd *Hellriegels* waarneming, dat de vlinderbloemigen geen kunstmeststikstof behoeven en zelfs voor het volgende gewas nog stikstofvoedsel nalaten, verklaard. Vele landbouwchemici hebben zich in het laatst van de 19e eeuw en in het begin van de 20e eeuw met de bepaling van de stikstofverliezen bezig gehouden en aangetoond, dat de best geaëreerde grond de grootste verliezen geeft.

Hetgeen hier wordt medegedeeld zijn alle bekende zaken, die nu in elk leerboek over grondbehandeling en bemesting worden behandeld, maar de consequenties worden door de praktijk veelal over het hoofd gezien, omdat men ze met de kunstmest verhelpen kan. De door *Beyerinck* ontdekte „azotobacter”, die de luchtstikstof kan binden zonder tussenkomst van een plant, kan even genoemd worden; „radicola” is voor de praktijk veel belangrijker voor de aanwinst van deze stikstof. De kennis van de invloed van de nitrificatie en het verloop ervan is voor de kennis van de verliezen door uitspoeling niet alleen van nitraten, maar ook van de opgenomen basen van het allergrootste belang. Sedert men de gevaren, dank zij de vele drainage-proeven, kent, kan men die gevaren aanzienlijk beperken. De voor de plant (vooral op slechtgeaëreerde gronden) gevaarlijke ziektekiemen, blijven in ons verband buiten bespreking, omdat ze elke poging voor een rationele bemesting van de grond tot een illusie maken.

In de gematigde luchtstreken dient men de grond daarom ook des winters onder een gewas te houden, dat stikstof opneemt. In het voorjaar wordt

het licht ondergewerkt, dat structuur bevorderend werkt en dat het voordeel heeft, dat ook het opgenomen fosfaat in organische omloop komt. In de vochtige tropen helpt de natuur zich zelf; maar kan men in de culturen tussen-gewassen inschakelen, waarvoor men dan snelgroeïende vlinderbloemigen kan nemen.

Maar de vraag rijst of door de microbiologische en de daarbij gepaard gaande physiologische processen de grond een versterkte verwerking ondergaat, die ook dat deel aantast, dat de basen-omwisselingsverschijnselen van *Way*, vertegenwoordigt. Het is de grote verdienste van de Russische onderzoeker *Gedroiz* geweest, die dat deel de naam van „adsorbtië-complex” heeft gegeven. Dit is dan dat deel dat de basen (kationen) vasthoudt, die met water niet loslaten, maar wel verdreven worden door verdunde oplossingen van andere kationen, dan die welke vastgehouden worden en in equivalente hoeveelheden worden omgewisseld en wel spontaan worden omgewisseld. De Amerikaanse onderzoeker *W. P. Kelley* geeft in zijn boek „Cation exchange in soils”<sup>10</sup> een duidelijke uiteenzetting wat dit betekent en geeft een vrij volledige bibliografie daarbij. Wij verwijzen hier naar.

In de „Bijdrage tot de kennis van de kationen- en anionenadsorbtië van tropische en nederlandse gronden”<sup>11</sup>, heeft *van der Marel* bewezen, dat in dit adsorbtië-complex bij alle gronden het in- en uitwisselingsverschijnsel stabiel is: d.w.z. dat in- en uitwisseling van de kationen in de lengte der tijden dezelfde equivalente omwisseling handhaaft.

*Roborgh* heeft in zijn „Study on the nature of clay”<sup>12</sup>, aangetoond, dat bij aantasting met sterke zuren, zoals destijds *van Bemmelen* voorstond het adsorbtië-vermogen maar weinig wordt aangetast en zich bij nieuwe hydrolyse praktisch herstelt. *Hudig* en *Roborgh* hebben gevonden, dat alle klei-houdende gronden, wáár ook ontstaan, het adsorbtië-vermogen berekend op 1 gram delen kleiner dan 2 mikron, de uniforme waarde hebben die schommelt tussen 0.48 en 0.52 milli-equivalenten. Het adsorbtië-vermogen, dat zich in de kleigronden bevindt, is dus „stabiel”.<sup>13</sup> Dit is voor de bemestingskundige, die de vruchtbaarheid op peil wil houden, een zeer belangrijk uitgangspunt.

Overigens is het minstens even belangrijk te weten, dat bij de mineralisatie van de organische stoffen in de geaëreerde grond Al en Si achterblijven in een colloïdaal aggregaat van  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ . n. aq. in een ongeordende samenstelling als geheel, waarvan een poging tot roostervorming in het electron-microscop te herkennen is. (En daardoor de controverse naam „klei-mineraal” ontvangt). Zo ontdekt men dan, dat bij de ontginning van vochtige heide, waar b.v. veel equiseten hebben gegroeïd en vooral bij de ontginning van de verlandingsgrenzen der veen-

moerassen, dat na drooglegging en het in cultuur brengen de organische resten een kleisubstantie nalaten, die wij biogene klei hebben genoemd.<sup>14</sup>

Jaren later na de ontginning kan men dan een klei-inmenging vinden tot b.v. 10 % delen, < 2 mikron, behept met de Way-eigenschappen. Voor verwerking van dit materiaal behoeft men geen vrees te koesteren, *Potonié*, de kolengeoloog, had dit materiaal reeds in 1910 in de devonische kolensteen aangetroffen.<sup>15</sup>

Voor de bemestingskundige kan daarom de stabiliteit van het klei-aggregaat of adsorbtie-complex het uitgangspunt worden voor het onderhoud der kationenbezetting in de goede verhouding. Daaraan moet toegevoegd worden, dat dan de anionen in *actieve* vorm moeten aangebracht worden; dat zijn in hoofdzaak de stikstof- en de fosfaatverbindingen. En deze in de juiste vorm en in de goede verhouding onderling en tot de kationen-voorraad, waaruit de plant moet putten. Wat voor de stabiliteit voor de Si-Al aggregaten (klei) geldt, geldt ook voor de humusstoffen; echter met een verschil in de ontstaanswijze van de stabiele humusverbindingen. Dit onderwerp is behandeld in „Het probleem van de stabiliteit der humusstoffen. *J. Hudig* en *N. H. Siewertsz van Reesema*. Landbouwkundig Tijdschrift 1940 No. 52. Terwijl klei een uniform omwisselingsvermogen laat zien, zijn er bij de humusstoffen, soorten, afhankelijk van de ontstaanswijzen, die stabiel zijn. In equivalenten uitgedrukt zijn deze 2 à 3 maal zo groot als bij de minerale klei. Men moet dus voor de humuszandgronden voor elk geval de omwisselingscapaciteit vaststellen.

De fundamentele punten voor het vruchtbaarheidsonderhoud door bemesting kunnen aldus samengevat worden:

- a. aëren van de grond voor de functie van de micro-buffer.
- b. onderhoud voor de kationenbezetting in de goede verhouding, onderling.
- c. zorg voor de actieve aanwezigheid van de anionengroep: N, P, S tot de kationen en in hun onderling juiste verhouding.

Dit zo eenvoudig gestelde schema zal als beginsel weinig bestrijding ondervinden, maar des te meer de bedenking ontmoeten, dat het beginsel in de praktijk moeilijk uitvoerbaar is. Hier stuit men inderdaad op grote moeilijkheden, maar zijn deze onoplosbaar? Men zal wijzen op de reeds lange jaren verrichte pogingen om de grond te leren ken-

nen door allerhande extratie-methoden met sterke en zwakke zuren, door potculturen zoals *Mitscherlich* voorstond of met een kiemplanten-reactie volgens *Neubauer* of op de internationale congressen om zogenaamde „standaardmethoden” vast te stellen en verder op de „methodeboeken voor grond- en gewasonderzoek”, waarvan de waarde algemeen erkend wordt. Ook dezerzijds wordt dit ingezien; maar, vragen wij ons af, is het niet de taak der wetenschap, de nog onopgeloste problemen, die, na lang zoeken, op een empirische basis moeten worden behandeld, bij nieuwe en nu fundamentele kennis te herzien?

En dan op een rationele basis te brengen?

In het bovenstaande is de gedachtengang weergegeven van de onderzoeker, die jaren lang zocht naar een rationeel begrip over de plantenproductie en die zich steeds met empirie heeft moeten behelpen. En die daarbij talrijke afwijkingen in de plantengroei heeft waargenomen en niet zelden gestoten is op fatale feiten, b.v. waar bepaalde gewassen mislukten en andere floreerden. Daarbij heeft deze onderzoeker het niet verder gebracht, dan de erkenning, dat een wanverhouding tussen voedingsbestanddelen en de kunstmest-toediening een grond „ziek” kunnen maken. Waarbij ontdekt werd, dat het Ca, geabsorbeerd in het adsorbtiecomplex, hierbij een regelende functie heeft. Hiervan kan in de praktijk met vrucht gebruik gemaakt worden: maar een verklaring hoe de minerale voedings-kationen en anionen de organische stoffen opbouwen met het CO<sub>2</sub> uit de lucht als koolstofbron, werd niet verkregen. De onderzoekingen, die door vele vakgenoten zijn beschreven hebben in de loop der jaren een omvangrijke en belangrijke literatuur voortgebracht en tegelijk gedemonstreerd, dat het probleem, dat men zocht op te lossen, in feite grenst aan meerdere gebieden der algemene wetenschappen, waarvan men, toen *Liebig* zijn volslagen nieuwe inzichten publiceerde, nog geen voorstelling kon vormen.

In dit hoofdstuk is getracht daarvan een beeld te geven, om duidelijk te maken hoe om verder te komen men, zowel retrospectief als perspectief te werk moet gaan. En daarbij op de hoogte blijven van een breed gebied der algemene wetenschappen. Dank zij de snelle vorderingen der biochemie, kan veel van de vroegere inzichten verklaard worden en tegelijk de weg aangewezen worden, welke van de vroegere inzichten, door empirie verkregen, men aan kan houden en welke men verlaten moet. Daarbij is dan gebleken, dat *Liebig's* chemisch aspect der levensverschijnselen, na veel twijfel en veel tegenspraak te hebben ondervonden, het juiste was.

Daarom hebben wij de geniale originator der „mineraal-theorie” en zijn ideeën daarover in onze gedachtengang moeten betrekken en telkens kunnen bewonderen.

- <sup>1</sup> *W. Oswald*. Grosse Männer; studiën zur Biologie des Genies. Acad. Verlagsgesellschaft. 1927.
- <sup>2</sup> *Thomas Way*. On the power of soils to absorb manure. Journal Royal Soc. of Agriculture II, 1850 en 13 1852.
- <sup>3</sup> *Stöcker*. Der chemische Ackersmann.
- <sup>4</sup> Men zie o.a. *Maurice Burton*. Living Fossils. The past in the present. Thames and Hudson. London & New York, 1954.
- <sup>5</sup> *A. I. Oparin*. Origin of Life, vertaald door Sergius Morgulis. Prof. Biologie, Nebraska. 2e druk 1953, met een uitvoerig voorwoord. Dover Publications, New York.
- <sup>6</sup> *S. L. Miller*. Formation of organic compounds on the primitive earth. Aspects of the origin of Life. Ed. by M. Florkin. Pergamon Press 1960. Millers eerste publicatie: Journ. Amer. Chem. Soc. 77, 2351.
- <sup>7</sup> *T. E. Davloskaja & A. G. Pasinskiï*. The original formation of Action of Ultravioletrays and electric discharges. Pergamon Press 1960.
- <sup>8</sup> *Liebig* was in zijn replieken niet zelden ontactisch en daardoor te hevig, waaronder zijn argumenten leden. Vele, zoals *Gay-Lussac*, *Berthelot* *Thénard*, beschouwden de ontdekking van de micro-biologische processen, eerder als voorlopige vertraging van de chemische inzichten in de levensprocessen.
- <sup>9</sup> *Louis Pasteur*, free lance of science. *René Dubos*. Uitg. Victor Gollancz. Ltd. London 1951 (blz. 150-158).
- <sup>10</sup> Cation exchange in Soils. *W. P. Kelly*. 1948. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- <sup>11</sup> Bijdrage tot de kennis van de kationen en anionen adsorptie van tropische en nederlandse gronden *Dr. Ir. H. W. v. d. Marel*. Diss. Wageningen 1935.
- <sup>12</sup> A study on the nature of clay. Diss. Wageningen 1935. *Dr. Ir. R. H. J. Rorborgh*.
- <sup>13</sup> Over het uniforme gedrag van het adsorptie-vermogen van kleigronden. *J. Hudig* en *Dr. Ir. R. H. J. Rorborgh*. Landb. Tijdschrift 1940.
- <sup>14</sup> Vorkommen u. Entstehung u. Eigenschaften biogener Tone in den Niederungsmooren der Niederlande. Identifizierung und Bildung von Tonmineralen im selben Gebiet, *Hudig, v. d. Marel* u. *Beutelspacher*. Zschr. f. Pfl. Ern. und Düngung. S. 212-239. 1964.
- <sup>15</sup> Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. *H. Potonié*. Ausg. Gebr. Bornträger. Berlin 1910.

## DE NIEUWE BIOCHEMISCHE INZICHTEN

Het verworven inzicht in de levensprocessen is in wezen een triomf voor de organische chemie. Dat men in het laboratorium ingewikkelde lichamen als eiwitten kan maken of gecompliceerde lichamen als insuline, de stof die in het menselijk leven de suikers helpt afbreken en door injectie de patiënt in het leven houdt, bewijst, dat men de samenstelling in details kent en dat men die uit de onderdelen kan opbouwen. Deze feiten zijn verbazingwekkend, wanneer men bedenkt, dat eiwitten uit gekoppelde groepen van  $\pm 20$  verschillende aminozuren bestaan, in welker koppeling dezelfde aminozuren op enkele plaatsen herhaald kunnen voorkomen; en dat in de rangschikking dier zuren verschillen voorkomen, die dan „stoffen” leveren met verschillende eigenschappen, dan begrijpt men, dat de plantenstoffen in een oneindige variatie mogelijk zijn.

In deze verhandeling is het niet mogelijk de biochemische opbouw van de plant te beschrijven; omdat men voor het begrijpen daarvan over een behoorlijke kennis van de organische chemie dient te beschikken. Maar ook van de physica, omdat men dan met de quanten-mechanica te maken krijgt, die de energie-overgangen beheerst, welke bij de „autogene” reacties de leiding hebben. Voorwaar geen geringe eis. Daarom is het nodig in dit hoofdstuk duidelijk te maken in welk opzicht de bemestingskundige van de nieuwe biochemische kennis kan profiteren. Daartoe zij een poging gewaagd.

Het is nodig een beeld te geven van de ingewikkeldheid van de structuur van de hoofdstoffen, die de plant voor onze economie produceert. Met name: suikers, zetmeel, cellulose, houtstoffen en eiwitten, die de eigenlijke „levensstoffen” zijn. Een voortreffelijk overzicht geeft *Dr. H. Prins* in zijn artikel „De onderzoekingen van *Chargaff* en hun betekenis voor

de biochemie".<sup>1</sup> Zetmeel, een primair plantenproduct, is een „polymeer” met een groot molecuul, d.w.z. een aanéenschakeling van dezelfde bouwstenen, in dat geval de glucose. Een aanéenschakeling, die op een bepaalde manier geschikt is met de grondvorm van een hexose, die in de formule  $C_6H_{12}O_6$  kan worden weergegeven; van welke formule men niet de structuur kan aflezen. De voorstelling, die men zou moeten geven, zou een ruimtefiguur moeten zijn. Voor de cellulose geldt een soortgelijke polymeer, doch met een andere oriëntatie, beide door O-bruggen (dus door zuurstofbruggen) aanéengebonden. De verschillen in ruimtelijke oriëntatie der atomen, hebben tot resultaten een duidelijk verschil in de eigenschappen van de stof.

Voor het begrijpen van de polymere-stoffen was de chemie voldoende voorbereid, dank zij de snelle ontwikkeling van kunstrubber, plastics etc.; doch hoe de eiwitstoffen gevormd werden, bleef een raadsel. *Emil Fischer*, de pionier van de amonizuren en de amonizuurcombinaties, die aan de eiwitsynthese deelnemen, heeft de oplossing van dit grote probleem niet beleefd. Het is *Chargaff* geweest, die hier een bijdrage heeft geleverd, die gebleken is, de sleutel van het probleem te zijn. Hoe de eiwitsynthese met de (minstens) 20 amonizuren, als chemisme is te zien wordt voortreffelijk beschreven in *Jevons* boek „The biochemical approach to Life”.<sup>2</sup>

Het is een hoog-moleculair „nucleïne-zuur”, dat de bemiddeling verleent om een erfelijk bepaalde schakeling van de vele vooraf gefabriceerde amino-zuren het aanzien te geven van een levend eiwit, dat de groeiende cel opbouwt en doet vermeerderen. In dit kern-aminozuur ontmoet men het fosforzuur in een grens-positie, gebonden aan een pentose-suiker, (ribose), die weer aan twee purinebasen gebonden zijn; en aan twee pyrimidine-derivaten (cytosine en thymine). Dit fosforzuur houdende lichaam blijkt de middelaar te zijn voor de vorming van alle eiwitten en wordt in de literatuur kortweg „DNA” genoemd. Hier zijn wij bij een kritiek punt voor onze wetenschap der grondbesteding aangeland. Ten eerste, dat men de ingewikkelde organische synthese niet in een reactie van „ketens” moet denken, maar met lichamen, die ruimtelijk gezien, gebogen vormen moeten hebben. Dit laatste blijkt uit de constitutie van de amino-zuren, die zowel de zuurgroep (COOH) als de  $NH_2$ -groep bevatten, de laatste vertegenwoordigt een alkalische rest. Wanneer men dus aminozuur in een combinatie denkt, kan het niet anders of men moet consequent aannemen, dat die onderling niet anders gebonden kunnen zijn, dan met hun eigen zuren en basen. Zijn er dan in die grote moleculen nog zijketens, dan wordt een eiwit bepaald een onontwarbare kluwen van spiraal-achtige struc-



tuur. De veelheid der mogelijkheden is met die 20 aminozuren, die in een afwisselende volgorde denkbaar zijn, dan ook niet van te voren te berekenen. En dit is wat wij in de natuur zien. Een veelheid van soorten en rassen en de mogelijkheid van mutaties bovendien. De hechtheid uit de minerale wereld ontbreekt hier volkomen. Het colloïdale systeem, dat in het leven overheerst, heeft dan ook een bescherming nodig. Warmteschommelingen, tekort aan water, giftstoffen (dat zijn de minerale of organische stoffen, die een erfelijk bepaalde opbouw storen) en een verkeerde houding bij de helpers voor die synthese kunnen de groei bedreigen of ophouden in de normale gang. En deze invloeden zijn juist degenen, die wij in de praktijk maar al te goed kennen. Dat het DNA als fosforhoudend lichaam hier de synthese beschermt, heeft het blijkbaar aan het fosforzuur te danken. En dan rijst bij ons landbouwdeskundigen de vraag of dan niet het in de grond actieve fosfaat de leider is voor de geordende groei.

Wie de opmerking maakt, dat de aminozuurgroepen met hun dubbele actieve plekken in het molecuul toch het begin van het „Leven” uitmaken, zij geantwoord, dat wanneer er geen fosfaat genoeg of niet genoeg in het systeem gebracht kan worden, de autogene reacties, die de systematische groei veroorzaken, óf onmogelijk óf slechts gebrekkig mogelijk maken. En dit punt beheerst de plantengroei!

De vraag is nu, welke richting moet de bemestingskundige aan zijn onderzoek geven om een bevestiging te kunnen krijgen van *Pirie's* opvatting, dat de fosfaat-esters het criterium van het „leven” uitmaken. Om een plan op te maken hebben wij een stap terug naar de botanie moeten doen om aanwijzingen te kunnen vinden. Wij hebben die gevonden in een serie artikelen van de colloïd-chemicus *Bungenberg de Jong*, uit het leerboek der plantkunde 2e deel, uitgegeven onder redactie van *Prof V. J. Koningsberger*.<sup>3</sup> In dit uitzonderlijk boek behandelt *Bungenberg de Jong* in de hoofdstukken III t/m X de colloïdale systemen van de plant, dat culmineert in het laatste hoofdstuk, dat de permeabiliteit der celmembranen behandelt. Omdat de levende groei zich kenmerkt als in een colloïdaal milieu met autogene reacties, welke de opbouw en ombouw van grote organische moleculen verzorgen, is het van belang te weten hoe de deskundige schrijver zich de permeabiliteit voorstelt. Op een meesterlijke wijze beziet de schrijver de bestaande theorieën en toetst ze aan eigen experimenten en bemerkt dan, dat geen der interessante voorstellingen aan alle verschijnselen kan voldoen, maar wel aan bepaalde groepen van verschijnselen.

De methodische kritiek, die *Bundenberg de Jong* hierbij volgt is verhelderend.<sup>4</sup> Hij stelt zich een dubbelfilm voor van fosfatiden, waarin

plaats is voor sterine moleculen (als verdichtende stof). In deze film vormen de beide, in ieder fosfatidemolecule aanwezige geïoniseerde plekken (fosfaat- en choline resp. colaminegroepen) uit een electrostatisch oogpunt gunstige configuratie, terwijl beide buitenkanten der dubbelfilm lipofiel zijn. Daarvoor gebruikt hij het volgende schema: (zie Schema 1).

In de toelichting van deze colloidchemicus is een idee ontwikkeld, dat de divergente verschijnselen van de vroegere voorstellingen nu in één gezichtspunt verenigt. En dat voor ons de stimulans was om door een veldproef de al of niet juistheid van *Pirie's* opvatting te toetsen. De aanleg van onze proeven begon in 1952; sedert dien heeft de stormachtige ontwikkeling der biochemie de ratio van deze behoorlijk versterkt. *J. A. V. Butler* geeft in zijn boek "The life of the Cell, its nature, origin and development" het model weer van desoxyribonucleïne zuur (DNA), dat door *Crick and Watson* reeds in 1953 was ontworpen, toen onze proef in haar begin was.<sup>6</sup> Men ziet dat DNA in een ruimte-beeld van een spiraal van fosfaat-windingen om de animo-, purine- en pyrimidinegroepen en andere groepen gewikkeld: min of meer in die wikkeling verpakt. (Zie schema 6).

De biochemie heeft volop geprofiteerd van de elektronmicroscopie, welke door een 20.000-malige vergroting laat zien hoe de organische componenten, die na de kieming het groene chlorophylhoudende blaadje in het leven brengen, goed verpakt gereed liggen en dan tevens voor de primitieve wortelgroei zorgen om de minerale voedingsstoffen naar boven te brengen, naar de plaats waar de autogene groei het duidelijkst in het oog valt. Kan men die membraan-verpakking anders denken dan als een fosforzuur verpakking? En is het dan niet duidelijk, dat de bemestingskundige alle zorg ervoor moet over hebben, dat de anionenvoeding niet hokt? Hoewel de worteluitbreiding door de groei een groter gronddeeltjes-oppervlak gaat bestrijken, zal men niettemin de eis moeten stellen, dat dan het  $H_2PO_4$ -ion niet door Fe, Al en andere vijanden onbruikbaar wordt gemaakt, waardoor het in water oplosbare  $NO_3$  gaat overwegen.

Hiermede betreden wij het terrein, dat *Liebig* de landbouwkunde en de physiologie in zijn „mineraaltheorie" als nieuw arbeidsterrein aanbod. En dat ondanks lang wachten via grote biologische nieuwe vondsten, over evolutie, erfelijkheid, enzymatische, virologische, hormonale invloeden, het begrip van het „leven" toch naar de chemie terug bracht. Er werd een nieuwe tak van de organische chemie geschapen, die men biochemie mag noemen, omdat zij niet met atomen en kleine moleculen werkt, maar met grote moleculen, van groepen, waar het

moleculair gewicht het getal van 10.000 gemakkelijk overschrijdt, en daarbij in de "levensverschijnselen" terecht komt.<sup>6</sup>

Dat de biochemie ook de chemicus in het laboratorium leerde (synthetisch) met grote groepen organische verbindingen op te bouwen, die ook in het leven een rol spelen, hetzij als helpers, hetzij als schadelijke stoffen voor andere levende wezens, is een winst voor de farmacologie, waarover uit landbouwkundig oogpunt, nog niets te voorspellen valt.

De literatuur over de nieuwe biochemische vondsten is in de laatste 10 jaar overweldigend uitgebreid. Deze hier met de nieuwste ontdekkingen te behandelen zou voor ons doel te ver voeren. Desalniettemin enige opmerkingen:

Het "Lehrbuch der Biochemie" van *P. Karlson*, 4e uitg. 1964 (Thieme-Verlag) behandelt het onderwerp hoofdzakelijk van de organisch-chemische zijde, benadert dus het dichtst de chemismen. Voor ons landbouwscheikundigen zijn *Butlers* beide boeken: "Inside the living Cell" - 1958 en "The Life of the Cell, its nature, origin and development" - 1964 (beide boeken uitgegeven door George Allen & Unwin) wellicht het meest sprekend. *Jevons* "the biochemical Approach to Life" - 1964 (bij dezelfde uitgever verschenen, geeft een uitnemend breed overzicht van hetgeen de titel uitdrukt. Juist deze auteurs maken het de landbouwscheikundigen duidelijk, dat de natuurlijke synthese van de grote eiwitmoleculen tot een onstabiele rangschikking is wisselende opeenvolging van een 20-tal amonizuren voert. Een rangschikking in ketens of windingen, die toegankelijk zijn voor reactieve invloeden van bepaalde organische groepen met eiwitkarakter, die de ketens of windingen kunnen openbreken en aanleiding geven tot inpassen van nieuwe groepen of tot ontleding in eenvoudiger lichamen. Reacties, waarop de "enzymwerking" berust, waarbij bepaalde lichamen auto-geen afgebroken worden en het „enzym" zelf ongeschonden blijft. In genoemde boeken wordt de synthese van de levende stof door vitamines en groeistoffen in een oneindige variatie van de levende lichamen als een chemisch verloop in een „onstabil" milieu duidelijk gemaakt.

Het zijn de „vermoede" chemismen, waarop *Liebig* in zijn laatste brief aan *Duclaux* doelde en waarvan het uitzicht door *Pasteur* in zijn laatste brief aan *Liebig*, door op het parallellisme met de voeding der gisten te wijzen, mogelijk werd geacht. Hoever was men toen van hetgeen wij nu weten af? En toch hoe sterk spreekt dit parallellisme, waarop *Pasteur* wees!

Voor de cytologen is het duidelijk geworden, dat het zaad reeds de

reagentia voor het nieuwe leven in membraanverpakking gescheiden bevat (chromosomen, genen, mitochondria enzymen en andere materiaal!), die bij het opnemen van vocht uit hun gescheiden zijn, los komen en de autogene reacties kunnen beginnen. Dan wordt het kiemplantje met het chlorophyl gevormd om het koolzuur uit de lucht te kunnen reduceren. Tegelijk dringen de eerste worteltjes de grond binnen om het minerale voedsel te bemachtigen, waarvan de elementen dan ook, ten behoeve van de eerste onderbouw in een harmonische verhouding aanwezig moeten zijn. Deze eis kan het best door de landbouwscheikundigen worden aangevoeld als de noodzakelijke realisatie voor het instellen van de „gezonde natuurlijke basis” van de produktieve groei. Eens het uitgangspunt van *Liebig's* mineraal-theorie!

*Butler's* boeken en *Kuijpers* „The organisation of cellular activity”, spreken hierover op boeiende wijze.

Voor degenen van de vakgenoten, die zich in de details van de biosynthese willen verdiepen kunnen nog de volgende werken genoemd worden:

- H. Gobind Khorana* Some recent developments in the chemistry of phosphate-esters of biological interest. 1961. John Wiley, Inc. New York, Londen.
- Erwin Chargaff* Essays on nuclear acids, 1963. Elsevier Publishing Cy. Amsterdam. New York.
- Ch. M. A. Kuijper.* The organisation of cellular activity. 1962. Elsevier Publ. Cy. Amsterdam. New York.
- H. Chantrenne.* The biosynthesis of Proteins. 1961. Pergamon Press, Londen, New York.
- Frank W. Allen.* Ribonuclear-proteins & ribonuclear-acids. 1962. Elsevier Publ. Cy. Amsterdam, New York.

Zie verder de in de noten aangehaalde publicaties. Dat de elektronische wetenschap ook invloed verwerft over de biochemische problemen, bewijst de door *Bernard Pullman* in 1964 uitgegeven verhandelingen van diverse (33) auteurs over: "Electronic aspects of biochemistry". Academic Press. New York.

Omdat wij omstreeks het jaar 1950 de overtuiging hadden verkregen, dat het fosfaat bij de levensprocessen, de beslissende rol heeft gehad, ondanks de verspreiding in grote verdunning van het element P op de aarde, achtten wij het noodzakelijk een veldproef te beginnen, waar het fosfaat in trappen werd toegediend en dit op een basis van een goede verhouding van de overige voedingsstoffen onderling.

Om niet mis te tasten, was het nodig na te gaan of in de literatuur

over fosfaatproeven, b.v. van de laatste 40 jaar aanwijzingen te vinden zouden zijn voor de juiste opzet voor ons doel.

Het resultaat van dit langdurig onderzoek was negatief; bij geen der beschouwde proeven werd rekening gehouden met een bepaalde verhouding tot de onderlinge verhouding met de andere voedsel-elementen, noch met de vorm waarin ze gegeven werden. Ook gaven de proeven, waarbij het uitgangspunt een fosfaat bepaling van de grond was, geen opheldering voor ons streven. Men volgde meestal een systeem, dat min of meer op de door ons veroordeelde provisie-kast theorie berustte.<sup>7</sup>

Het is niet verwonderlijk dat onze speurocht negatief verliep. Onze proef begon in 1952, toen de biochemische overtuiging, dat het fosfaat de kritische plaats inneemt bij de levensprocessen, nog onvoldoende gevestigd was. Overigens heerste toen in de grote praktijk nog de opvatting, dat het de stikstof was, die de eerste plaats toekwam; een overblijfsel uit de tijd rondom 1870, toen in zake de „minerale” bemestingsgrondslag een verwarring ontstond. N.l. door de ruime aanvoer van de fosfaathoudende Perugano en van het fysiologisch alkalische chilisalpeter. Dus van een zeer sterk fosfaathoudende organische mest, zonder overmaat aan zouten van de sterke zuren HCL en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, maar ook organische stikstof, die goed omgezet kon worden en bovendien met het Na-nitraat, dat precies paste bij de likwidatie van de stal-mest periode, die een P-arme en H-rijke grond achterliet. Ware die periode begonnen met de kali-zouten van de sterke zuren en met de biologisch zure ammoniak-zouten, dan zou het „rumoer” om de mineraal-theorie niet alleen groter geweest zijn, maar ook hier en daar een fatale afloop te zien gegeven hebben. De feitelijke moeilijkheden met de minerale bemesting zijn pas later aan de dag gekomen en in ons land duidelijk begonnen toen de aanvoer van de ruwe Perugano sterk verminderde. En men met deze vermindering ook aanvoer van sporen-elementen zag dalen.

Wellicht zijn wij er pas nu aan toe om *Liebig's* waarschuwing ten volle te begrijpen, n.l. dat de aanwending van kunstmest geleerd moet worden. Hij schrijft in de meermalen aangehaalde inleiding van 1862: „Es ist ein altes vererbtes Uebel unter den Landwirthen, daß ein jeder den Feldbau im Ganzem von seinem eignem engen Standpunkte aus beurteilt und wenn einer das Unrecht vermeidet, dann ist er geneigt darin den Beweis zu sehen, daß Alle dass Rechte thun”.

Is er sindsdien veel veranderd? Volgt men tegenwoordig niet de inzichten, die door een algemeen geijkte gewoontevoorstelling, aanvaardbaar gemaakt is?

Ook een andere opmerking uit *Liebig's* voorrede van 1862 verdient de aandacht: Hij erkent dat op vele plaatsen de guano de plantenproduktie op peil houdt; maar vraagt hij: is dit een bewijs tegen mijn opvatting over de mogelijkheid van de rooibouw? En dan wijst hij erop, dat in Bohemen en in Frankrijk bij de cultuur van de suikerbieten de gehalten, die op een hoogte liggen van 10 en 11 %, nu afzakken tot zelfs 3 à 4 %. Merkwaardig voorbeeld van een klinische kijk op het werk. De cijfers van toen zijn anders dan nu; maar hetgeen wij thans ervaren in Nederland heeft dezelfde strekking. Wij zullen in Hoofdstuk III zien, dat men in het schema van de juiste fosfaatvoorziening het gehalte van 18 % en hoger kan houden, terwijl het landgemiddelde iets boven de 16 % komt; een enkel goed jaar uitgezonderd. In minder goede jaren blijft het beneden de 16 %.

- <sup>1</sup> Dr. H. Prins. De onderzoekingen van *Chargaff* en hun betekenis voor de Biologie. Chem. Weekbl. 1964 no. 48. 653-667.
- <sup>2</sup> F. R. Jevons. *The biochemical approach to Life*. 1963. Uitg. George Allen & Unwin. London. 1963.
- <sup>3</sup> Dit unieke leerboek is geschreven door 9 hoogleraren, die door deze uitgave hun bekende en vooraanstaande leermeesters hebben geëerd. Het is niet zozeer een leerboek geworden, dan wel een werk, voorzien van een uitgebreide literatuur en zeer persoonlijk door de schrijvers uit eigen en uit het werk van internationale onderzoekers in een nieuw geheel samengesteld.
- <sup>4</sup> Beschouwd werden de Porien-theorie van M. Traube 1867; de micellairtheorie van Nägeli-Pfeffer. 1977; de Lipoid-theorie van Overton 1895 en de adsorbtie-theorie van J. Traube 1904. De wijze waarop *Bungenberg de Jong*, de divergentie beschouwt en daaruit de dubbelfilmopvatting construeert doet denken aan de wijze waarop Thomas Way de spontane monomoleculaire reacties ontdekte. Inderdaad moet men zich de selectieve permeabiliteit ook in monomoleculaire reacties denken, vooral bij de transporten van de basen. Daarover geeft *Bungenberg de Jong* belangrijke beschouwingen.
- <sup>5</sup> *J. V. A. Butler*. *The life of the cell*. George Allen & Unwin. Londen 1964. Zie ook van dezelfde schrijver: *Inside the cell*, zelfde uitgever.
- <sup>6</sup> De „grote” moleculen zelf zijn microscopisch als lichaam, alleen bij de zeer grote vergroting van het electron microscopisch te zien en bereiken dan hoogstens de afmeting van 20.000 mikron!
- <sup>7</sup> Onder deze proeven behoorde een in 1943 groots opgezette poging om door een omvangrijk aantal veldproeven, verspreid over het gehele land, met het nu door de V.v.S. en vele andere gewraakte P-oplosbaarheidscijfer in citroen-zuur (P-citroen) als basis, een inzicht te verkrijgen in de algemene P-behoefte der diverse gronden. Deze proeven zouden dan enige jaren voortgezet moeten worden. Zij stonden onder toezicht van de provinciale consultant of andere ambtenaren, die alle werkzaamheden aan de boeren overlieten en die de resultaten dan doorzonden aan de betreffende ambtenaren. Dit „overlaten” werd als „praktisch en onbevooroordeeld” beschouwd. Wie de honderden grafieken in 1958 opgesteld en in stencil gepubliceerd bestudeert, ziet, dat de uitkomsten grillig zijn uitgevallen en dat deze grilligheid, met het oog getrokken zogenaamde gemiddelde curve, geen conclusie kan toelaten, die in de praktijk geval voor geval kan terug geïnterpreteerd worden. Van nevenbestedingen of van oogst omstandigheden of van gewassen-voorkeur wordt in dit verzamelrapport met geen woord gerept. Controle op de verkregen cijfers ontbreekt. Dat op deze wijze nooit een bevredigend antwoord te verkrijgen is, vindt men in onze verhandeling bij de rassen-wedstrijdproeven in de veenkolonien uiteengezet.

### IS HET $H_2PO_4$ -ION WERKELIJK HET CRITERIUM VOOR DE „LEVENDE” GROEI?

#### De proefvelden.

Het doel van deze proeven was, na te gaan of het verstrekken van actief fosfaat, dat de plant direct ter beschikking staat, de voorrang heeft boven het zogenaamde „voorraadfosfaat” van vroegere bemestingen.

Wij gaan bij deze doelstelling terug naar *Liebig's* advies, nadat gebleken was, dat fijn gemalen beendermeel geen vlotte fosfaatwerking te zien gaf, om dit dan met zwavelzuur chemisch om te zetten in het in water oplosbare  $Ca(H_2PO_4)_2$  en het daarbij gevormde gips als ballaststof op de koop toe te nemen. Het voor ons doel vergelijken met andere oplosbare fosfaten (als meststof) heeft geen zin, behalve dan met het thomasfosfaat, dat op een merkwaardige wijze na veel strijd een concurrent werd van het superfosfaat en dit gebleven is. Hoewel, zoals in Hoofdstuk II reeds vermeld is, bij vergelijking nooit gebleken is hoe uitgemaakt kan worden, op welke wijze en in welke verhouding tot andere meststoffen, het fosfaat de leider is voor het bereiken van de hoogst bereikbare opbrengst.

De voor ons doel ondernomen veld-proeven kunnen niet beruften op de gewraakte „provisiekast”-theorie, doch moeten gebaseerd zijn op de kennis van het actief en het niet-actief fosfaat in de grond.

Daarom kon de proef niet begonnen worden op een willekeurig veld, waarvan men de voorgeschiedenis niet kent. Ook niet op een kunstmatige grond in pot- of vakculturen, doch op een veldgrond, die voor ons doel gemaakt is, dus op een ontginning.

Dit idee heeft het grote voordeel, dat men door voorbereiding een groot homogeen oppervlak kan verkrijgen, dus een fosfaat-trappenproef in één lijn kan aanleggen, zonder parallellen en twijfelachtige correcties daarna.<sup>1</sup> Een nadeel van deze opzet is het feit, dat men de

zekerheid moet hebben, dat alle werkzaamheden met eigen geoefend personeel, gedurende verscheidene jaren moet worden verzorgd. Dit om bij de verschillende weers- of seizoensomstandigheden, dezelfde gewassen in hun reactie te observeren; in de hoop dezelfde kwalitatieve reacties te zien. Dit nadeel kon gelukkig spoedig verholpen worden, door de aanleg van een tweede proef met kleiner percelen. Daar ziet men in één jaar 8 gewassen in een vruchtwisseling met slechts 4 fosfaat trappen, alleen te weeg gebracht met superfosfaat. Terwijl hier bovendien een dubbelerie is aangelegd, waarvan er één in elk graangewas een stoppelgewas ingezaaid krijgt, dat als groenbemesting wordt ingewerkt en de duploserie niet. Deze krijgt alleen een gewone stoppel-inwerking, waaronder die van een tweejarig grasbestand en dan de erwtenstoppel, die beide ook als een soort groenbemesting kunnen worden opgevat. Het is duidelijk, dat deze proeven met eigen personeel kostbaar zijn; ze werden opgezet door de steun van de superfosfaat-industrie, die terecht behoefte had om de kernvraag van de fosfaatbehoefte uitgemaakt te zien.

Het tweede veld werd een jaar later aangelegd, waarbij wij een betere homogeniteit van de grond hebben bereikt, dank zij de ervaring opgedaan op andere plaatsen. Over het homogeniseren nog een enkel woord.

In een groot ontginningscomplex kozen wij een vlak stuk vochtige heide, waar equiseten, enig carex en erica met de bekende onkruiden groeiden. Dit stuk kwam des zomers droog en had des winters wateroverlast. Na de ontwatering van het gehele complex, werd op het proefveld de zode omgelegd en met de frais stuk geslagen en zo goed mogelijk over het bestemde oppervlak verdeeld, en daarna met de ploeg omgewerkt, zodat een bouwlaag van ongeveer 20 cm ontstond. Dit veld werd niet extra gedraineerd en ontving als kenmerk de letter *D* of *D-perceel*. Het tweede veld, genoemd *B-perceel* werd een jaar later gehomogeniseerd door de zode om te leggen en te verdelen, en tegelijk in augustus na een bemesting, waarover straks, om stoppelknollen in te zaaien. Deze brachten een hoge oogst op, omdat van te voren om de 10 meter een drainbuis op 80 cm was ingegraven, die uitliep op een sloot, die aansluiting vond op de hoofdafwatering van het ontginnings-complex. Van de knol-oogst werd het blad afgesneden en met de knollen over het veld verdeeld, daarna alles gefraisd en met de ploeg ingewerkt.

De bouwvoor van  $\pm 20$  cm bleek zeer gelijk te zijn en gaf een gemiddeld groeiverlies van 8 % aan. Bij perceel *D* vonden wij na de eerste aardappelooft een schommeling van 7 tot ongeveer 9 %.



### De bemesting.

Alvorens de plattegronden met de steeds volgehouden bemestingen te bespreken, dient het beginsel, waarop de uitgevoerde bemestingen berusten, besproken te worden. Het spreekt vanzelf, dat de grond volstrekt fosfaatarm was, hetgeen ook uit de O-P-veldjes bleek, die niets opleverden. De proef op *D* begon op een P-basis van nihil; de proef op *B* op de rest van de knollenbemesting, die praktisch van geen waarde bleek te zijn. Nu kwam de vraag naar voren, welke moet de kationen-bemesting op de stijgende fosfaat trappen worden? Daarvoor bestond geen enkel gegeven. Wel was bekend, dat de van nature vruchtbare kleigronden een adsorbtie-complex bezitten, dat in equivalenten van de adsorbtiecapaciteit uitgedrukt, de volgende bezetting laat zien: Na 5 %; K 5 %; Mg 4 % en Ca 80 %, waarbij dan 6 % voor het H-ion overblijft. Onze proeven met mengsels van zand en een organische kationenwisselaar, waarbij deze verhouding werd nagebootst in potproeven, bevestigden de juistheid met de haver, gerst en rogge als proefgewassen volkomen. D.w.z. dat de vruchtbaarheid afhangt van de hoeveelheid van het adsorbtie-complex kwantitatief gezien. En dat dus gronden met een klein complex gevoeliger zijn dan met een groot complex en dan ook een zorgvuldig onderhoud vereisen. Onze nieuwe humuszandgrond was zo'n gevoelige grond en behoefde dus wat de kationen-bemesting betref de nodige verzorging! Wanneer de giften in trappen der fosfaten in één rij aaneengesloten worden aangelegd (op het *D*-veld in de volgorde: 0, 1, 2, 3, 4, 5, eenheden) rees direct de moeilijke vraag: hoe moeten de stikstof- en kationen-giften daarbij aangepast worden? Dit kan niet anders dan door een compromis met de door ons gewraakte provisiekasttheorie; hetgeen een gewaagde onderneming gelijkt met een risico, die een veroordeling van de opzet inhoudt. Doch er is niettemin een lichtpunt aan te voeren, n.l.: de biochemische voorstudie heeft het positieve inzicht opgeleverd, dat wanneer de P : N-verhouding de groei beheerst de uitkomst wellicht gedeeltelijk beïnvloed kan worden door een verkeerde kationen-verhouding, maar niet verdoezeld. Integendeel; door bij alle trappen de stikstofgift op een hoog peil te houden, zal dit demonstreren, dat deze bij een laag peil aan P. geen restoratie in dat effect kan geven. En juist dit wilden wij onderzoeken. Immers de praktijk meent, dat men met hogere N-giften veel achterlijkheid kan restoreren en dat kan juist niet, wanneer men een actief fosfaat-peil verwaarloost. Althans niet wanneer het P de mogelijkheid van de levende groei beheerst. De proeven zullen bewijzen, dat die opvatting de juiste is. Een variatie in de verhouding tussen de kationen K, Na, Mg, Ca en H

binnen bepaalde grenzen, kunnen het P-effect wijzigend beïnvloeden, doch het beheersen wordt veroorzaakt door de Ca-H verhouding, welke op haar beurt beïnvloed wordt door de vorm, waarin de stikstof is toegediend. Dit laatste blijkt duidelijk uit de grafiek 1, afkomstig uit de reeks van culturen in zandmengsels met diverse eenzijdige mengsels van eenzijdig samengestelde ionenwisselaars, proeven die een humuszandgrond met 10 % organische stof nabootsen. Bij de te beschrijven veldproeven zal men in overtuigende vorm zien, dat dit niet alleen voor de culturen met een synthetische grond in potculturen geldt, maar ook op het veld met de praktische exploitatie. Bij de veldproeven hebben wij ons, wat de kationen-bemesting betreft, toch gehouden aan de giften van K-, Mg- en Na-zouten, zoals die in de praktijk worden toegepast. Wat de stikstof-meststoffen aangaat, hebben wij naar eigen ervaring óf natronsalpeter (chili), óf kalkammon salpeter óf kalksalpeter gebruikt. Men zal zich afvragen, waarom wij niet afgegaan zijn op het instellen van een kationenbedekking, zoals die in het vorige hoofdstuk is beschreven? Daarvoor zijn twee redenen aan te geven:

1. Omdat bij een zuivere bepaling van een kationen-verhouding in het complex, dat nog in ontwikkeling is, (door de humificatie), geen vaststaande uitkomsten kunnen worden verkregen.
2. Omdat wij bovendien zo'n bepaling vermijden wilden, om de onjuiste, maar nog steeds gehandhaafde mening te ontgaan, als zou zo'n bepaling te theoretisch zijn.<sup>2</sup>  
Ons doel was toch om aan de praktijk te laten zien, dat de primaire betekenis van het fosfaat, ook aangetoond kan worden, wanneer men een als normaal geldende bemesting toepast.

Ook hebben wij een sporen-elementbemesting toegediend van een paar kg/ha, waarin Borium, Mangaan, Zink, Molybdeen, Koper en Cobalt waren opgenomen.

Ten slotte de vraag, waarom de proef begonnen is op een humuszandgrond en niet op een minerale grond? Minerale gronden zijn toch in de meeste landen de overheersende! Het antwoord is eenvoudig: in de jaren 1922 tot en met 1940 heeft *Ir. O. J. Cleveringa* met des schrijvers medewerking vele kalktoestandsproefvelden op beide grondsoorten onderhouden en aangetoond, dat bij afwezigheid van overmaat aan kationengiften, voor beide grondsoorten geldt, dat de Ca : H-verhouding de groei beheerst. Het beeld van deze proeven met „Kalk-

trappen" op de klei is hetzelfde als op de humuszandgronden. In de afbeeldingen 1 en 2 is dit weergegeven.<sup>3</sup>

De indeling van het blok D. als proefveld te Sevenum is in schema 3 weergegeven. Daaruit ziet men, dat de fosfaattrappen in 6 hoeveelheden van 0 met opklimming van telkens 40 kg/ha  $P_2O_5$  tot 200 kg/ha oplopen. Eén rij met superfosfaat en één met Thomasslakkenmeel en tussenin met mengsels van beide meststoffen, waarvan één dezer van 0 tot 200 oploopt, terwijl de ander van 200 tot 0 daalt.

De platte grond geeft aan, dat er drie zulke stroken naast elkaar liggen, elk met een eigen kalktoestand. Eén die wij *hoog* noemen, één die als *laag* gemerkt is en één, die *gemiddeld* heet. Het was nodig het onderzoek in te stellen met een vóóraf geregelde kalktoestand, die bij het neutrale punt komt te liggen. Onder „kalktoestand” verstaan wij de verhouding van Ca : H in het adsorbtie-complex. Om dit te bereiken moet men bij een nieuwe grond als de onze, kalk aanwenden en wel zo, dat een tijdelijke overmaat voorkomen wordt. D.w.z. dat men van de aanvang af, telkens met kleine hoeveelheden mergel moet werken en deze herhalen tot de onsamenvangende grond van zode-resten en zand, gehumificeerd is in een zwarte samenhangende aarde. Dit proces duurt enkele cultuurjaren en wel des te vlugger naarmate men zich aan dit voorschrift houdt.<sup>4</sup> Als controle op dit proces is de suspensie-pH toegepast in de zoutloze grond. De bemonstering heeft plaats des winters, als de grond uitgeregend is. In droge winters dient het monster met aq. dest. uitgespoeld te worden. Dit om het suspensie-effect van *Van Wiegner* te ontwijken. Hierbij dient vermeld, dat men de in de praktijk gevolgde pH-KCl-methode *niet* mag toepassen.<sup>5</sup>

De drie kalktoestanden, die wij nodig hadden, werden aangegeven door pH = 6.5 als Hoog; pH = 5.5 als Laag en pH = 6 als midden. Dit is een klein, maar gevoelig traject, b.v. uitgedrukt in H-ionen concentratie 0,0000050 als laagste kalktoestand en als 0.0000005 als normaal of neutraal. Omdat men met deze gevoeligheid praktisch te maken heeft, zoals de proeven demonstrenen, dient men die instelling geregeld te controleren bij de buffer-arme gronden en bij de gronden bij een hoog buffer-niveau bv. om de 5 jaar.

Bij onze proeven waren de nagestreefde kalktoestanden na 4 jaar bijna ingesteld en in het 5e jaar bereikt. Toen was de menggrond veranderd in een samenhangende zwarte aarde. Dit is een belangrijk punt bij het vruchtbaarheids-onderhoud, speciaal voor de humuszandgronden. De kleigronden, waar men moeilijker mengen kan, kunnen gelukkig overmaten aan koolzure kalk verdragen, zonder schade voor het groeiproces.

Het thema van de bekalking van de humus-zandgronden en van de kleigronden, die óf door langjarige eenzijdige behandeling en door uitspoeling te veel kalk verloren hebben, óf nooit genoeg kalk hebben bezeten, zoals bij heidecultuur en bij biogene kleiën kan in deze verhandeling niet uitvoerig behandeld worden. Wij moeten de zolang onduidelijk gebleven fosfaatwerking in een geheel ander licht zien, waarmee men bij de vroeger verrichte kalktoestandsregelingen geen rekening heeft kunnen houden. De in deze verhandeling te beschrijven fosfaatproeven zullen dit duidelijk maken.

In 1957 was de grond van Blok D in het gewenste goede kalktoestands-evenwicht gekomen. Toen werd met het aardappelras „Doré” een praktisch volmaakt regelmatig beeld van de reactie op de fosfaattrappen verkregen. Deze zijn in tabel 1 en in de grafiek 2 duidelijk af te lezen.

In de tabel en de grafiek zijn de opbrengsten, in kg/ha berekend uit de nauwkeurige wegingen der 50 m<sup>2</sup> grote veldjes, weergegeven. Deze omrekening is geschied om ook de practicus de indruk te geven, dat in de hoge produkties de praktijk-waarden benaderd worden of zelfs deze overtreffen. Indien men deze cijfers te hoog acht, omdat ze betrekking hebben op behouden land, kan men ze verminderen met 10%, waardoor ze bewijzend blijven voor het in de praktijk bereikbare.

Wie gemakkelijk de getallen van de tabel leest, ziet nog niet met één oogopslag de voor ons doel bewijzende feiten. Hetgeen de tabellen duidelijker dan de grafieken laten zien, is de invloed van de hoge fosfaatgiften op de zetmeelgehalten van deze consumptie-aardappel. Een feit, dat later bij de fabrieksaardappel nog duidelijker wordt.<sup>5</sup> Drie punten treffen bij het raadplegen van tabel en grafiek, nl:

1. het feit, dat van de nawerking der 4 vorige fosfaatgiften weinig of niets te bemerken valt;
2. dat superfosfaat boven slakkenmeel de voorrang heeft;
3. dat de zorgvuldig ingestelde „kalktoestanden” een belangrijke invloed hebben op de fosfaatwerking van de gift, die in 1957 werd toegediend.

Verder werd per Ha berekend 100 kg ha. van een sporenelement-mengsel toegediend, bevattende: 20 % Mg; 0,7 % Borium; 0,3 % Zn; 0,6 % Cu; 0,05 % Co en 0,025 Mo. Wat de stikstof betreft werd per ha gegeven 160 kg en wat kali aangaat 220 kg K<sub>2</sub>O (in de vorm

van resp. kalkammon salpeter en patent kali). Dit zijn dus ruime bemestingen, die zoals reeds uitéén is gezet op de zogenaamde praktijkervaring berust. Dat deze nog geen storende invloed heeft gehad op de typische fosfaatwerking, kan men gezien de rechte lijnige grafieken aannemen. Wij zien, dat voor de consumptie-aardappel van het ras „Doré” bij de hoge kalktoestand (pH-water 6.5 dicht bij het neutrale punt), ondanks de zure N-bemesting en ondanks de zoutshok naar de zure richting, door de hoge kalibemesting, de opbrengst zowel bij de superals bij de slakbemesting, lager blijft dan bij de laagste en de midden-toestand; die met resp. pH 5.5 en pH 6, beide in watersuspensie bepaald zijn. Houdt men de opbrengsten van het superfosfaat in het oog, dan blijken die bij de hoogste kalktoestand rechtlijnig te verlopen tot de 80  $P_2O_5$ -gift, bij de laagste tot 160 kg en bij de middelste eveneens tot de 160 gift. Houdt men de slakkemeelcurven in het oog, dan blijven die bij „hoog” zelfs bij de hoogste gift van 200 kg  $P_2O_5$  achter evenals bij de andere kalktoestanden. Bij laag zou men in verband met de hogere H-ionenconcentratie een veel betere gang van de slakkenmeelwerking verwacht hebben, doch men ziet er de werking bij de gift van 80 kg  $P_2O_5$  reeds hokken. Bij de midden kalktoestand van pH 6 (water), wordt de slakkenmeelcurve rechtlijnig, maar blijft steeds beneden die van superfosfaat!

De cijfers en de lijnen tonen aan, dat de oude opvatting, dat men rekening kan houden met een fosfaatreserve, als beginsel, geen juist standpunt is. Tenzij zoals later blijken zal, het bijzondere geval zich voordoet, dat men jaren lang een overmaat heeft gehandhaafd, welke bepaalbaar wordt door een in water oplosbaarheid.<sup>6 en 7</sup>

Om hierover ingelicht te worden is de super-slak mengserie ingeschakeld, die later op nawerking komt te liggen.

Dat er gronden waren, die b.v. 40 jaar geleden zo overmatig van het goedkope slakkenmeel voorzien werden, is ons uit de ervaring bekend; maar uit de latere jaren is eerder bekend, dat men met de fosfaatbemesting zuiniger is geworden. De landbouwkundige van heden stuit slechts een enkele maal op gronden, die noch op superfosfaat noch op slakkenmeel reageren en dan vindt hij in zo'n enkele geval abnormaal hoge P-citroenzuur- of P-al-cijfers en tevens de oplosbaarheid in water tot een gering bedrag en ook veel P. in organische omloop. Dit zijn alle punten, die opnieuw en dan systematisch onder ogen gezien moeten worden, waarmede de voorlichtingsdienst voor superfosfaat dan ook bezig is.<sup>8</sup>

Wanneer bij deze proeven ook de P-onttrekking door de oogsten waren bepaald, zou men een becijfering kunnen wagen van het vastge-

legde en onwerkzaam geworden fosfaat. Doch om een indruk daarover te verkrijgen werden andere middelen gebruikt, met name de oplosbaarheid in citroenzuur onder bepaalde conventionele omstandigheden. Deze bepalingen vóór de cultuur, eind november 1956 en na de cultuur, eind december 1957, uitgevoerd zijn in tabel 2 ondergebracht. Daaruit ziet men, dat heel wat van het fosfaat vast is gelegd en voor de plant dus onbereikbaar geworden is; en meer naar mate meer fosfaat is toegediend. Het hoogst zijn de slakkenmeel-cijfers. De supergiften hebben door de betere opbrengsten het minst achtergelaten. Het allerbelangrijkste is te ervaren, dat op deze nieuwe grond men niet op de zogenaamde oplosbaarheidscijfers kan vertrouwen!

Keren wij naar de grafiek no. 1 terug, dan vragen de curven van de super-slakmengsel alle aandacht en dan bij alle kalktoestanden, waar de opbrengstcurven dalen naar mate er meer slakkenmeel in het mengsel voorkomt. De betrouwbaarheid van de resultaten wordt door deze curven sterk ondersteund, omdat de zuivere super-opbrengsten liggen bij die uit de superreeks en waar uitsluitend slakkenmeel in de mengserie voorkomt, ligt het punt bij die uit de slakkenreeks. Met één oogopslag ziet men hoe de trappen in de curven elkaar controleren en daarom een reëel systematisch verloop van de fosfaatwerking demonstreren. Al mag dan bij de drie kalktoestanden de loop in kwantitatief opzicht verschillen, in de kwalitatieve gang geven ze hetzelfde effect aan. De lijnen der knolopbrengsten worden in hun opvolging via hoog, naar laag en naar midden steeds rechter en laten dus een vermoeden van verminderende meer-opbrengsten niet toe. Men zou die wellicht kunnen vermoeden na de gift van 80 kg  $P_2O_5$  bij de hoogste kalktoestand, gemeten bij de suspensie in water met de pH 6.5, doch dit vermoeden wordt weerlegd door de dalende lijn van de super-slakmengsels. De oorzaak wordt door onze ruime ervaring met de kalktoestandsinvloeden gezocht in Ca: H regeling, die te weinig actief  $HPO_4$  laat bestaan bij de volle aanwezigheid van  $NO_3$ . Deze zou dan bij laag en vooral bij „midden” juist goed zijn.

Wanneer men de tabel 1 en de grafiek 3 van de zetmeel opbrengsten bekijkt, ziet men, dat de zetmeelvorming niet alleen stijgend met de knolvorming verloopt, maar tevens door het zetmeelgehalte wordt beïnvloed, waaruit blijkt, dat met een ruimere P-voorziening ook de kwaliteit omhoog gaat. Doch met het zetmeelgehalte is ook bij de hoge kalktoestand, waar de knolopbrengst achterblijft, met de zetmeel vorming een afwijking, die te denken geeft. Er is daar nl. geen stijgende regelmaat bij de stijgende  $P_2O_5$ -giften bij het slakkenmeel; alleen bij de hoogste gift van 200 kg/ha is er een merkbare overgang van 13.3 %

naar 14 %. Deze ligt dan lager, dan bij de laagste kalktoestand, die wel bij een langzame progressie 15 % haalt. Bij de middentoestand zien wij dan ook iets dergelijks.

In de superserie bij de hoge kalktoestand zien wij dezelfde gang als bij de slakserie; alleen springt daar het gehalte van 160 kg/ha naar 200 kg plotseling van 13.8 % naar 15.4 % en komt dus hoger dan bij de slak. Dit betekent, dat door nevenomstandigheden de beslissende P-functie niet tot haar recht komen kan; maar geenszins, zoals men zo vaak denkt, dat die bijzondere P-functie als zodanig is weerlegd. Deze achten wij dermate reëel, dat het zaak is bij de rationele bemesting die „nevenomstandigheden” bewust buiten het productie-proces te houden.

Op het D-blok werd in 1958 opnieuw een aardappelgewas verbouwd, dit maal van het ras „Eersteling”, een vroegrijpe consumptie-aardappel. De kalktoestand bleek nog gestabiliseerd te zijn. De bemesting was precies dezelfde als bij de „Doré”. De mengserie super-slak bleef op nawerking liggen. In tabel 3 zijn de knolopbrengsten weergegeven (kg/ha). De zetmeel-gehalten werden alleen bij de oogst van de middenkalktoestand bepaald. In grafiek 5 zijn de opbrengsten weergegeven. Daaruit ziet men, dat het ras Eersteling hetzelfde karakteristieke beeld geeft als de voorganger. Hier wordt de opbrengst-bepalenden factor, met name het actieve fosfaat in afhankelijkheid van de kalktoestand opnieuw aangetoond. Zij het ook, dat Doré en Eersteling een verschil in gevoeligheid daarvoor laten zien. Dat de nawerking van de super-slak mengsels zo grillig verlopen is, is voorshands nog niet te verklaren. Alleen tonen de drie kalktoestandscurven duidelijk aan, dat superfosfaat een betere nawerking geeft dan slakkenmaal. De Eersteling was vroeg geoogst in augustus. Daarna werd een proef gewaagd, die voor de heersende opvattingen een waagstuk was. Een aardappelkweker uit de streek der gemengde bedrijven, had voor de akkers, die vroeg vrij komen een stoppelgewas ontwikkeld, die vóór de winter nog een behoorlijke opbrengst kon geven als wintervoeder. Van deze kweek was ons weinig bekend, maar scheen ons geschikt om *zonder nieuwe* of *verse* fosfaatbemesting in zijn reactie op de nawerkingsverschijnselen te onderzoeken. Een zwakke kali- en stikstofbemesting (ongeveer een vierde van de gewone) werd toegepast. Er was veel tegen deze proef in te brengen; in de eerste plaats, omdat van dit aardappelkweekprodukt, niet zoals bij andere in omloop zijnde rassen de specifieke kenmerken bekend waren. Voorts, dat er van een afrijping geen sprake kon zijn. De proef werd niettegenstaande deze bezwaren ondernomen, omdat verwacht werd, dat als de aardappel als soort gevoelig zou zijn voor de

specifieke P-werking, die wij moesten onderzoeken, dit onbekende aardappelras, zelfs mogelijk nog niet homogeen, aan de dag moet komen. Wij werden in die verwachting niet teleur gesteld.

De uitkomst van de rooïing in oktober 1958 is in tabel 4 weergegeven en in grafiek 6 in grafiek gebracht. Beide bevestigen de fundamentele betekenis van het fosfaat als basis voor de plantenvoeding en dus de uitkomsten van de vorige aardappel-resultaten.

Over de zetmeelproduktie werd geen détail-inzicht verkregen, hetgeen van zelfsprekend is, bij een stoppelgewas, dat niet normaal uitgroeien kan.

In 1959 werden suikerbieten verbouwd, in 1960, zomergerst (Bal-dur), in 1961 volgden weer aardappelen, n.l. „Eersteling”, de vroege consumptieaardappel. De bemesting met fosfaat werd volgens schema herhaald, terwijl kali en stikstof in dezelfde hoeveelheden en vormen als in 1958 werden toegediend. De mengserie lag in 1961 voor het 4e jaar op nawerking.

In het jaar 1961 werd op de diverse veldjes voor de 9e maal het fosfaatschema toegepast; uitgezonderd de mengserie, die voor de 4e maal op nawerking lag. Wat de K- en N-bemesting aangaat, werd de uit 1958 en 1959 bekende combinatie aangewend. Het was derhalve een waagstuk om voor ons doel, n.l. het leren kennen van de specifieke fosfaatwerking, op een dergelijke grond, die reeds een geschiedenis achter zich had, met veel kans op veranderingen en zelfs storingen de proef te herhalen. Ondanks deze bezwaren en het feit, dat ons de middelen ontbraken om de veranderingen in de grond vast te stellen, zijn de uitkomsten van dit jaar toch van waarde gebleken. De tabel 5 der knol- en zetmeelopbrengsten en de bijbehorende grafieken 6 en 7 tonen duidelijk aan, dat de hoogste  $P_2O_5$ -giften, geen productief effect meer hebben en dat deze door hun grillig verloop zelfs storingen kunnen aanbrengen. Uitgesproken duidelijk is, dat deze afwijkingen het sterkst zijn bij de hoogste kalktoestand, waar zelfs het in water oplosbare superfosfaat bij het slakkenmeel achterblijft, terwijl het superfosfaat bij de laagste en de middentoestand nog overweegt. Dat de uitkomst bij de middentoestand voor ons doel hoge waarde toegekend kan worden, ontleent deze aan de grote overeenkomst met die van het ras Doré uit 1957, waar het slakkenmeel bij de middentoestand een rechtlijnig produktie-verloop laat zien. Door dit feit wordt het fenomeen, dat de kalktoestand (althans bij de aardappel) een bijzonder regelende invloed heeft op het primaire fosfaat-effect, min of meer onweerlegbaar. Verder dient gelet te worden op de uitgesproken invloed van de fosfaatbemesting op het zetmeel-gehalte, waarvan het supereffect bij



alle kalktoestanden sterker is, dan die van het slakkenmeel; zelfs bij de hoogste kalktoestand, waar het slakkenmeel het bij de knolvorming wint van het superfosfaat. Dit fenomeen verlangt door détailonderzoek nadere verheldering. In dit verband moet ook de zonderlinge en grillige nawerking van de oude mengserie beschouwd worden. Daar ligt de produktie bij de laagste kalktoestand op een grillige wijze op een hoger niveau, dan bij de hoogste kalktoestand; terwijl die bij de middentoestand juist gelijkmatig dalend verloopt, naarmate er vroeger meer slakkenmeel in het mengsel was opgenomen. Omdat in de praktijk waarde wordt gehecht aan een conventionele zogenaamde oplosbaarheidsbepaling van het fosfaat in de grond, met de bedoeling daarop een advies over de fosfaatbemesting te kunnen geven, werden van alle veldjes de grond onderzocht volgens drie methoden: n.l. P-citroenzuur, P-Al cijfers (melkzure en azijnzure ammoniak) en P-water.

De monsters waren genomen na de oogst in 1962 (okt.). De uitkomsten zijn in de tabel 6 weergegeven.<sup>9</sup> De enige positieve aanwijzing van al deze cijfers, bestaat in het feit, dat bij hogere P-giften ook hogere P-cijfers worden verkregen. Een korrelatie tussen deze conventioneel verkregen cijfers en de opbrengsten in 1962 is niet aangetoond. Dit betekent, dat bij onze proeven die conventionele bepalingen voor een rationeel fosfaat-gebruik geen aanwijzende waarde hebben. Het is niet aan te nemen, dat, wanneer men bij de bemesting, alleen de „empire” laat gelden, ze het in de praktijk wel zullen hebben.

Daarom wordt het noodzakelijk om de fosfaat-bemesting vooral te leren zien in verband met de nevenomstandigheden van de grond, welke niet het minst ook door de bemestingsmaatregelen worden beïnvloed. Die nevenomstandigheden kunnen het actief worden van het fosfaat-óf bevorderen óf tegenwerken. Dat dit probleem bij het fosfaat-onderzoek prevaleert, wordt min of meer aangeduid, door de zonderlinge ongelijke gang bij de nawerking van het „mengsel” in 1961 bij de „Eersteling”. De cijfers bij Hoog en Laag zijn grillig, terwijl die bij het Midden vloeiend dalend zijn. Deze middentoestand heeft bij de vorige aardappelogsten en bij de empirische bemesting met N en K met de sporenelementen altijd een bepaald karakter gehad en dit vooral tegenover de slakkenmeelbemesting getoond. Het is jammer, dat bij dit grondonderzoek de bepaling van het organisch gebonden P in de grond niet is uitgevoerd, omdat deze een indruk geeft van de microbiologische toestand van de grond en tevens iets over de beschikbaarheid van het fosfaat een inzicht kan verstrekken.<sup>10</sup>

Op een eveneens gehomogeniseerde ontginningsgrond, ditmaal in het noorden van het land, te Mantinge (Prov. Drente) werden proeven

aangezet met een andere opzet als te Sevenum om sneller de praktijk te kunnen dienen met een verbeterde fosfaatbemesting. In dit gebied met uitgestrekte humuszandgronden is de aardappel het hoofdgewas, en de aardappelmeel-industrie tot bloei gekomen. Daar zijn vele kwekers op zoek naar nieuwe en betere rassen werkzaam geweest, die echter hun produkten meestal een tijdelijk succes hebben zien verwerven. De verdwijnende rassen werden weer door nieuwe vervangen, die hetzelfde lot ondergingen.

De rassen-proeven, die door de aardappelmeel-industrie op het vrije veld werden gepropageerd door het uitreiken van goed pootgoed aan verenigingsafdelingen en aan particulieren, leverden bij de wedstrijd van de hoogste opbrengsten zonderlinge en nimmer beslissende uitkomsten.

Nu eens was op bedrijf A een ras winnaar, dat in het volgende jaar op dat bedrijf geheel achteraan kon komen. Dan won ras B het op een ander bedrijf, dat daar dan in het volgende jaar weer verliezer werd. Een ras, dat in de gehele streek een top kon veroveren werd nimmer gevonden. Omdat de helpende industrie bij die proeven de bemesting en de grondbehandeling aan de deelnemers overliet, die een algemeen aangenomen empirie volgden, (eventueel met eigen afwijkingen), was het ons na de ervaring te Sevenum, duidelijk geworden, waarom die wedstrijden nimmer een positief resultaat konden opleveren. Temeer omdat niet alleen de wedstrijd-deelnemers zo handelden, maar ook de kwekers!

#### **Rassenproeven met aardappelen.**

Er stond de medewerkers van de V. v. S. niets anders te doen, dan na de duidelijke aanwijzingen van Sevenum, een nieuwe proefopzet te bedenken, die niet bewerkelijk was en snel in de grote praktijk getoetst kon worden. Op het veld te Mantinge (goed gehomogeniseerd met  $\pm 9\%$  organische stof) werden kleine blokken aangelegd met fosfaattrappen, eerst met 3 later met 4 trappen. Er werd met een klein aantal planten gewerkt, doch met betrouwbare homogene poters, die óf van de kwekers betrokken werden óf van de erkende vermeerderingsbedrijven. Dit materiaal was dus ziektekiem-vrij gehouden en in de beste bewaarplaatsen onder toezicht, de winter door gekomen. Om de excursionisten de oogstmislukking op de O-rijen te besparen werden deze met een gemalen ruw fosfaat bemest, waardoor de grond op een P-gehalte van minstens 20 (P-al-methode) werd gebracht. Dit maakte een *bescheiden* groei mogelijk.<sup>11</sup>

De kalibemesting werd bemeten naar de geldende gewoonte van 800 kg

patentkali per ha. en de stikstofbemesting naar 800 kalkammonsalpeter. Er werden geen verschillende kalktoestanden aangebracht, maar zo goed mogelijk gestreefd naar de middentoestand, die in Sevenum zo goed voldeed. Het aantal poters van elk ras bedroeg 10; in 50-cm-verband in rijen naast elkaar uitgepoot. Het superfosfaat werd over de pootgaten uitgestrooid en de K- en N-zouten na het poten gelijk over de grond verdeeld. Hetzelfde geschiedde met de sporen-elementen. In de groei werd, zoals in de praktijk koperbesproeiing toegepast. De resultaten zijn in de tabellen 7, 8, 9 en 10 weergegeven. Men moet bij het raadplegen in aanmerking nemen, dat in de jaren der proefneming de grond meer en meer reserve-fosfaat gaat bevatten, dat bij de trappenopbrengsten een toenemende bijdrage gaat leveren. In de tabellen zijn de opbrengsten in kg/ha, behouden land omgerekend, hetgeen voor de praktische beoordeling meer aanspreekt, bij behoud van de onderling vergelijkingswaarde. Dat de proef met zo weinig poters begonnen is, geschiedde met de volgende overwegingen:

1. vanwege de noodzakelijke betrouwbaarheid van het uitgangsmateriaal.
2. vanwege arbeidsbesparing en de mogelijkheid van het rooien op één en hetzelfde tijdstip.
3. vanwege de mogelijkheid om de proef enkele jaren achteréén te herhalen, zonder uitbreiding van enige arbeid.
4. vanwege de goede verstandhouding met vermeerderingsbedrijven, die de proef in het groot konden toetsen.

Het meest opvallende resultaat in het eerste proefjaar 1960 met 3 trappen was, dat bij de gebruikte rassen de gevoeligheid van de fosfaatgiften duidelijk verschilt. Daarom is het aantal trappen in de volgende jaren met een sprong van 200 kg/ha vermeerderd en werden de trappen in de volgorde iets gewijzigd. Hoewel men in 1960 kon waarnemen, dat de hoogste supergift van 800 kg/ha ook de hoogste zetmeelopbrengst heeft, kon men er niet uit lezen, dat hogere giften niet een nog hogere produktie mogelijk maakten. De zekerheid, dat dit wel het geval is, werd de volgende jaren verkregen en zelfs in 1963, toen reserve-fosfaat ging medewerken uitdrukkelijk bevestigd. Deze proeven brachten de in de praktijk volkomen onbekende feiten aan het licht, dat er bij de diverse gekweekte rassen verschillen in de P-functie bestaan, die erfelijk zijn. Dat de kwekers dit zelf niet hebben kunnen ontdekken, omdat hun eigen kweekterrein, dat ongetwijfeld

verschilt van andere kweekterreinen, (juist in de fosfaattoestand), die de basis is van de autogene groei en de kwekers dus op verschillende basis werken is begrijpelijk. Het is door deze proeven duidelijk geworden, waarom in het grote district der veenkoloniën en de omgevende humuszandgronden, geen ras gevonden kan worden, dat als het beste voor het gehele district kan gelden. De wedstrijdproeven der achteréén volgende jaren hebben dit bewezen. De industrie moet het dus met gemiddelden doen; gemiddelden, die lager liggen, dan indien met de kennis van de P-functie in verband met nevenomstandigheden rekening gehouden kan worden.

Wij verwijzen hier naar *Liebig's* voorrede van 1862, die wij in hoofdstuk 1 meermalen hebben aangehaald. Volgens de proeven kunnen de rassen het best beoordeeld worden aan de gang van de zetmeelproductie bij de trappen; deze zijn in de grafieken 8, 9, 10 zijn weergegeven.

Hieruit blijkt het verschil in fosfaatbehoefte duidelijk en het allerduidelijkst in het jaar 1962. Hier komt de rechtlijnigheid van de fosfaatfunctie op de zetmeelvorming het sterkst voor de dag. In 1963 is het gevoeligste ras, Prof. Broekema, uit de lijst verdwenen en een nieuw ras verschenen „Goliath” dat bijna even gevoelig schijnt als de verlaten voorganger, die wellicht bij nog hoger super-giften aan een economisch aanvaardbare zetmaalopbrengst zou kunnen toekomen; maar voor de huidige praktijk-opvatting niet aantrekkelijk werd beoordeeld. Hoe zal het „Goliath” vergaan? Hebben de kwekers van deze gronden gewerkt op gronden met een bijzondere actieve fosforzuur-toestand? Demonstratief is de zetmeel-opbrengst-grafiek van 1962 op blok A II te Mantinge. Daar ziet men dat het ruwe fosfaat ver achterblijft (aangegeven met o in de superkolom) (zie tabel 9) en dat de supertrappen tot aan de 1000 kg/ha een rechtlijnig verloop hebben, behalve bij Patrones en Atleet.

Deze laatste is de minst gevoelige en bereikt met 500 kg super per Ha. al 9000 kg zetmeel, terwijl bij die hoeveelheid Patrones het maar tot 7300 kg/ha haalt. Mentor bereikte de hoogste productie van 10.400 kg met 1000 kg super per ha.

Wij zullen niet verder op de vermelde feiten ingaan; hoofdzaak was aangetoond te hebben, dat de specifieke fosfaatwerking, die de biochemie als de basis voor de harmonische groei heeft aangetoond, ook bij goed aangelegde veldproeven bewezen kan worden. Voor de aardappel, een voor de maatschappij onmisbaar gewas, is dit evident; dat dit ook voor de suikerbiet geldt, zullen wij straks zien. Over andere gewassen zal later gehandeld moeten worden.

Wil men voor deze kennis in de praktijk profiteren, dan eisen twee punten voor de toekomstige bemestingsleer noodzakelijk opheldering, n.l.:

1. de kennis van de hoeveelheid actief fosfaat in de grond en de wijze, waarop die bij een tekort moet aangevuld worden.
2. de kennis van de verhouding van het actieve fosfaat tot de andere minerale voedsel-elementen, ten einde een ongestoorde basis werking van het beslissende fosfaat te kunnen handhaven.

Bij onze proeven hebben wij bij de ontbrekende kennis van sub. 2. het met de zogenaamde „empirie” moeten doen; zij het dat die ook bescheiden werd toegepast. Te Sevenum werd aangetoond, dat het Ca in de bezetting van het adsorbtie-complex een regelende rol speelt bij de activiteit van het fosfaat. Verder weten wij dat de K-activiteit door het antagonistisch werkende Mg wordt beïnvloed en dat de vorm, waarin de stikstofzouten worden toegediend verschuivingen in de harmonische activiteit van het gehele minerale systeem kunnen veroorzaken. Voor de landbouwscheikundige der toekomst blijft er onderzoek genoeg over. Daarbij zal de „kennis” een groter rol moeten vervullen, dan de steeds „proberende empirie.”

Alvorens wij de proeven met de aardappel afsluiten nog enkele opmerkingen over de tabellen 7, 8, 9 en 10. Daarin vindt men de droge stofbepalingen van de knol, die weinig verschillen laten zien; ook bij de rassen onderling. In een aparte tabel 10 zijn de drogestofopbrengsten van de diverse fosfaat-trappen op blok A II van 1962, genoteerd en in de laatste kolom de percentages berekend, van de droge stof, die in zetmeel werden omgezet. Daaruit komen geen merkwaardigheden voor de dag; tenzij men wil opmerken, dat in de rassen geen notore verschillen voorkomen en men misschien zeggen kan, dat de aardappel als soort na het afrijpen ruim 70% van de droge stof in zetmeel heeft omgezet. Detailonderzoek kan hier over alleen beslissen. De poging om uit deze eenvoudige demonstratie-proeven de specifieke fosfaat-invloed op de groeiende plant te leren kennen is geslaagd en voor de praktijk bruikbaar gebleken.

De voorlichters, die tegelijk de proefnemers zijn en die in de praktijk de klinische werkwijze volgen, bezoeken de praktici, die op de proefvelden komen om kennis op te doen, later veelal persoonlijk. Op de winterlezingen lichten zij de hoorders in en bevelen proefnemingen in het groot aan. Zij verlenen bovendien voor zulke proeven de nodige

hulp. Deze werkwijze geeft efficiënte uitbreiding van de besproken beginselen in het groot en die contacten houden stand en geven zelfs niet onbelangrijke uitbreiding van ervaringen. In deze verhandeling zal over dat zich uitbreidende praktische werk niet gesproken worden. Alvorens de aardappel-proeven af te sluiten dient nog een enkel punt over de fosfaat-aanwending besproken te worden, waarbij de aardappel als proefgewas heeft gediend. Waarom de fosfaten zo moeilijk in de grond beschikbaar blijven is reeds door een enkele opmerking duidelijk gemaakt, doch daarmee werd voor de nieuwe bemestingsinzichten, het praktisch en meest economisch gebruik niet aangegeven. In zijn dissertatie werd door Dr. Leijenaar<sup>12</sup> aangetoond, dat de werking van in water onoplosbaar fosfaat in zuivere zandculturen (waarbij men de vijanden Fe en Ca kan buitensluiten), alleen tot haar recht komt, wanneer men een ~~psychologisch~~ zure stikstofbinding toepast. Daarvoor werd  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gebruikt en tegelijk werd aangetoond, dat dan nog de mogelijkheid der verdeling dit effect kwantitatief beïnvloedt. D.w.z. dat het fijnst gemalen produkt het dichtst een volledig succes benadert.<sup>13</sup> Dat de fijnheid dus de homogene verdeelmogelijkheid, de werkelijke oorzaak is, bewijst de proef met vers geprecipiteerd  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , op filtreerpapier aan de lucht gedroogd, in kwarzand van  $\pm 200$  microon, ideaal gemengd, waardoor homogene verdeling zo dicht benadert, dat het fosfaat effect bij de genoemde physiologische zure stikstofbemesting, in de juiste hoeveelheid aangevend, de 100% bereikt.

Het verdelen van het fosfaat door de grond is „het” praktische probleem om de volle fosfaatwerking tot haar recht te laten komen. Daarbij dient dan rekening gehouden te worden met physiologische medewerking der nevenbemesting en met het bufferend vermogen van de grond. Dit is een gecompliceerde eis en dus is het ook niet te verwonderen, dat onze studie over de fosfaatbemesting, sedert 1910 als uitgangspunt, geen enkel positief resultaat in de door ons gezochte zin heeft opgeleverd. Er werd geen enkele proef gevonden, die met de gestelde eis rekening hield.

Bij de  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalten van de droge stof (van de knol) vindt men bij de hoogste P-giften ook de hoogste gehalten. Daarover is reeds bij de Sevenumse proeven een opmerking gemaakt. Het Ca-gehalte is nihil; dit element blijft in de stengel en het blad achter, waarschijnlijk als regulaar bij de permeabiliteit der membranen. Het K-gehalte is o.i. iets te hoog, hetgeen nader onderzoek vereist; wij denken hier aan het verschijnsel van *Kok*.

De consulent *J. Kok* ontdekte voor ongeveer 40 jaar, dat een ruime

kaligift het zetmeel-gehalte verlaagt, zonder de knol-opbrengst te schaden. Later werd gevonden, dat dit bij voorkeur geschiedde bij gronden die een zwakke bezetting van Mg in het adsorbti-complex hadden. Een bescheiden extra Mg-toediening kon dit euvel bestrijden. De praktijk ontdekte, dat in de zogenaamde patentkali-magnesia een betere werking werd verkregen; een empirische vondst, die wel een praktische oplossing bood, maar niet de meest economische. Over dit antagonisme zal later nog geschreven worden.

In deze verhandeling kan met toestemming van de V. v. S. nog een onbeschreven analyse van de groeiende stengel met blad en van de eveneens groeiende knol van het ras *Record* medegedeeld worden. Deze aardappel werd op een humuszandgrond geteeld met de gebruikelijke bemesting, die meermalen vermeld is. De cijfers zijn in tabel 12 weergegeven. Eind augustus gaan stengel en blad verwelken en geven dan enige bladafval, tegelijk begint de knolgroei toe te nemen, die dan het fosfaat uit het blad opneemt. Die groei verloopt, gezien de P-gehalten vrij homogeen. Het Ca wordt door stengel en blad tot het laatst toe vastgehouden, merkwaardig genoeg ook het K, dat niet „uitregent” zoals bij de biet het geval is. De gelijkblijvende N-gehalten bij de groeiende knol, wijzen evenals het  $P_2O_5$ -gehalte op een homogene verplaatsing van deze elementen, beide natuurlijk in een organische vorm, die dan de membranen gemakkelijk kan passeren. Het hoge P-gehalte van stengel en blad in juli wijst er op, dat het fosfaat-transport al vroeg bij de groei betrokken is geweest.

Meer is over de tabel niet te zeggen, daar de wegingen van de geoogste plantendelen niet verricht zijn.

Blijft het bij de besproken tabel bij aanwijzingen, positief zijn de gegevens van de poter-waarde bij de hoge fosfaatgiften, die in de praktijk zijn toegepast. In de eerste plaats zijn die poter-planten voorlijk! Daardoor kunnen ze vroeger door het verwijderen van verdachte planten gezuiverd worden, zodat de A-poters overblijven, waarover dan geen twijfel bestaat. In de tweede plaats geven die poters in de nateelt ook hogere opbrengsten, dan poters verkregen bij geringer fosfaat-aanwending. Van beide gevallen geven wij een typisch voorbeeld van een poters-kweekbedrijf in de tabellen 13 en 14. De grond op dit bedrijf had een P-al getal van 50, was dus volgens de toen nog aangenomen opvatting goed van fosfaat voorzien.<sup>1</sup> De uitkomsten bij de trappen, die telkens met 200 kg superfosfaat oplopen zijn zo duidelijk, dat het niet verwonderen kan, dat de eigenaar van dit bedrijf op het compas, dat deze proeven aanwijst, verder te werk is gegaan. De kweker heeft dan ook zijn bedrijf in die geest grondig herzien. Interessant is,

dat bij de P-trappen ook het sortiment der potermaten „groeit"! En de totale opbrengst aan pootgoed op deze grond met een P-al cijfer van 50 bij aanwending van 800 kg super met 33% omhoog gaat!

Nog merkwaardiger is, dat de nateelt van het pootgoed, dat zo'n hoog rendement gaf, ook nog met 13% uitsteekt boven de pootaardappelen, die met 200 kg super behandeld waren.

Door ons gehele onderzoek loopt de draad, die er op wijst, dat bij de harmonische groei het actieve fosfaat direct na het zaaien of poten in harmonie met de andere mineralen aanwezig moet zijn en dat de overbemesting te laat komt om verbeteringen aan te brengen.

Over de beste wijze van aanwenden wordt in de praktijk nog te gemakkelijk gedacht. Vroeger werd daar zelfs weinig of geen aandacht aan besteed. Eensdeels, omdat men de fabricage van een behoorlijk homogeen, niet klevend produkt, nog niet beheerste en de goede strooiers ontbraken, later, omdat men geen behoorlijk onderscheid maakte tussen najaars- en voorjaarsbemesting. Sedert superfosfaat gekorrelt wordt heeft de V. v. S. de beste strooiwijze voor de aardappels onderzocht. Dit wordt door onderstaande proef gedemonstreerd:

De proefgrond wees met de P-al methode op een *niet te verwaarlozen voorraad*. De opbrengst van de proefpercelen viel als volgt uit:

Zonder superfosfaat . . . . .	100	relatief
1. breedwerpig na 't poten, over de ruwe bouwvoor, daarna	108	relatief
2. ineggen en poten in de plantgaten . . . . .	113	relatief
3. id. of in de plantgeul (een soort rijenbemesting) . . . . .	114	relatief
4. breedwerpig over de plantgaten of plantgeul . . . . .	124	relatief

De proef bewijst, dat het superfosfaat reeds bij de eerste ontwikkeling van de plant uit de knol aanwezig moet zijn en dat bij de wortel-groei steeds fosfaat in een goede verhouding tot de andere minerale voedingselementen aanwezig behoort te zijn. De verticale indringing van een in water oplosbare stof, verloopt bij regenval met kegelvormige verbreding en wordt daardoor vrijwel homogeen in de bouwvoor verdeeld.

Dat deze methode bij onze proeven en door de medewerkende practici bij aardappelen steeds wordt gevolgd, spreekt van zelf.

Tot zover de proeven met de aardappelen.

<sup>1</sup> Destijds had *Mitscherlich* al gewezen op de voordelen van trappenproeven, die zichzelf controleren in de gang van de trappen-opbrengsten. Dit idee is niet ingeslagen, omdat men daarvoor een homogene grond moet hebben zonder vruchtbaarheidsverloop. Het is n.l. een grote moeilijkheid die in de gewone praktijk te vinden.

<sup>2</sup> Men zie *Liëbig's* opmerking over de gewaande tegenstelling tussen theorie en praktijk. (Voorrede 1862).



- 8 Ten overvloede herinneren wij er aan, dat een absoluut P-vrije klei, niet te vinden is; noch bij de bestaande akkers, noch bij de nieuwe aanslibbingen, met overmaat aan levende schelpdieren.
- 4 Kalkovermaat bevordert de oxydatie van de organische stof en tegelijk bij de humuszandgronden, een ziekte in de groei, die men in het begin van de 19e eeuw veel zag en dan schade bracht. Nog steeds worden bij de bekalking fouten gemaakt, men vergeet de kalkverliezen door uitspoeling en wacht tot weer afwijkingen (Hooghalensche ziekte) voorkomen en moet dan te grote hoeveelheid kalk toevoegen en overschrijdt dan de grens, zodat de veenkoloniale ziekte weer optreedt. (Versl. en onderz. van de Rijkslandb. Proefst. 1909, 1919 en 1925). Gebruik van gebluste kalk dient vermeden te worden. Het best werkt fijngemalen zachte mergel, die over de zeef van 200 mikron 90 % doorlaat, met een fijnheids-spectrum van 75 % < 125 mikron als hoofdbestand-deel. De fijnste delen kleven op de grovere; de stof stuift niet!
- 5 De toevoeging van KCl werd door K. Aso toegepast toen de apparatuur het gevoelige traject even onder het neutrale punt,  $\text{pH} = 7$  in een electrolytvrije oplossing nog niet nauwkeurig kon bepalen. Men meende, dat door de „zoutshok” een lager punt als empirie te gebruiken zou zijn. Dit wekte de foutieve indruk, dat het de waterstof-ionenconcentratie was, die de groei bepaalt. Dit is onjuist. Men kan bv. de Hooghalensche ziekte, die bij een lage pH optreedt, genezen, door de Mg. concentratie te verhogen, zonder dat de suspensie-pH verhoogd wordt. En door dan K-concentratie op te voeren, de ziekte weer te voorschijn roepen. Intussen kan men dit spel herhalen en bij lage pH zelfs gerst zien groeien (Aslaender). Het is dan ook nodig om de pH-bepaling in water als controle-middel te zien en voor het vruchtbaarheidsonderhoud uitsluitend op de geadsorbeerde kationen te letten en hierbij de Ca : H verhouding als de regelaar te onderscheiden.
- 6 Deze proeven zijn genomen in het Noorden van het land, in het centrum van de aard-appelmeel-industrie; zij komen hier onder ter sprake.
- 7 Over de zogenaamde oplosbaarheid van het grondfosfaat in water heeft destijds Prof. Marg. von Wrangell (Hohenheim) geschreven. Men zie o.a. *Aebeo, von Wrangell: Dügerwirtschaft ohne Auslandphosphate Deutsche Landwirth. Presse 1921.*
- 8 Kwantitatieve en kwalitatieve hoedanigheid van bodemfosfaat. J. C. Schooneveldt, H. Ippel, W. Stappers. Landb. Tijdschrift 1965 no. 356-365.
- 9 Over de irreële betekenis van de term „oplosbaarheid” zie men „Harde en zachte fosfaten en hun zogenaamde oplosbaarheid”. Uitgave Stichting Voorlichtingsdienst voor Superfosfaat. Prof. Ir. J. Hudig.
- 10 Deze bepaling is eenvoudig uit te voeren: men bepaalt eerst de oplosbaarheid in een sterk mineraal zuur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  of HCl). Daarna in de grond, die met  $\text{H}_2\text{O}_2$  is behandeld en de organische stof heeft vernietigd. Het verschil geeft het organisch gebonden fosfaat aan of beter het gebonden P aan.
- 11 Het gebruik van ruw fijngemalen fosfaat is een tijd lang in de veenkolonien algemeen geweest. Men moest grote hoeveelheden per jaar gebruiken om in de productie enigszins bij te blijven. Van deze gewoonte is men in de laatste jaren gelukkig afgestapt en is men meer het in water oplosbare superfosfaat gaan gebruiken. In de tabellen 7, 8, 9 en 10 zijn de veldjes met gemalen ruwfosfaat met „o-super” aangegeven.
- 12 Fijnheid en verdeling van een als meststof toegediend natuurlijk fosfaat. G. H. A. Leijenaar. Diss. Wageningen 1932.
- 13 Het stof-fijne product is in de praktijk onbruikbaar, omdat het in de wind wegwaait en bij windstilte „plakkerig” neervalt en met grond niet meer te mengen is (zie de aangehaalde dissertatie).

#### HOOFDSTUK IV.

### PROEVEN MET SUIKERBIETEN OP SEVENUM BLOK D, IN 1963 EN MET DE SUIKERBIETENRASSEN OP DE B BLOKKEN TE SEVENUM IN 1963 EN 1964

In 1963 werden in het 10e jaar van de aanleg op het D-blok, suikerbieten gezaaid van het ras „Hilleshög standaard polybeta”. Deze volgden op zomertarwe. De bemesting van de suikerbieten was, wat de stikstof betreft, bemeten naar 600 kg chilisalpeter per ha. na de zaai en naar 300 kg per ha. kalksalpeter na het opeenzetten. Kalizout 20% werd gegeven naar 1000 kg per ha. en de sporen-elementen in het reeds meermalen genoemde mengsel naar 100 kg per ha. In 1963 werd dus een ruime kunstbemesting over de diverse P-trappen verdeeld, die, zoals blijken zal, het sapgehalte van de biet te rijk heeft gemaakt.

Wij moeten er de nadruk op leggen bij de beoordeling van de nu volgende beschouwingen, dat de suikerbiet als proefgewas altijd moeilijkheden geeft. Bij de oogst wordt de biet niet zonder tarra opgetrokken, die eerst verwijderd moet worden. De ervaren oogster kopt vrij gelijkmatig, wat bij een ongelijke bieten-groei niet altijd gelukt. De koppen met blad worden op een hoop gelegd, evenals de biet, zonder de tarra. In de hoop verliest de wortel weinig vocht; blad en kop meer. Het is dus zaak de veldjes zo snel mogelijk met geoefend personeel af te werken en direct te wegen. Op een veld van de omvang van het D-veld te Sevenum gelukt dat niet in één dag.

In 1963 waren de oogstdagen vrijwel gelijk gunstig; dit treft zelden. Daarom is het nodig bij rassenvergelijking kleine veldjes op homogene grond aan te leggen, zodat men snel kan werken. Dat per oppervlakte eenheid niet precies hetzelfde aantal bieten staan, is niet hinderlijk, wanneer de verschillen maar klein zijn.

Bij het raadplegen van de tabellen, houde men in het oog, dat de gevonden waarden bij benadering juist zijn en dat men in het regelmatig verloop der trappen-uitkomsten de betrouwbaarheid kan afmeten. In de tabel 15 en grafiek 12, zijn de opbrengsten van de wortels, van het suikergehalte en van het suikergewicht genoteerd. Daaruit treffen drie punten:

1. dat de verse bemesting met superfosfaat bij de drie kalktoestanden vóór is op het slakkenmeel. Omdat de suikerbiet tot de gewassen behoort, die een hoge kalktoestand nodig hebben (hoge Ca: H-verhouding in het complex), spreekt het van zelf, dat men daar de hogere opbrengsten moet zoeken. Bij het slakkenmeel wordt dit bij de middentoestand benaderd. (zie punt 3).

2. dat de suikergehalten over het geheel hoger liggen dan het lands-gemiddelde, zelfs in de nawerking-serie komen gehalten van 18% en hoger voor! En dan nog wel bij lage of halve opbrengsten!
3. dat de middentoestand weer de eigenaardige curve bij het slakken-meel laat zien, die wij van de aardappelen kennen en die nog aan het rechtlijnig verloop van de P-werking herinnert.

Uit de opbrengst-curven van wortel en suiker, na 10 jaren fosfaat-voorziening met dezelfde fosfaatvormen en dezelfde hoeveelheden, krijgt men een voorstelling onder ogen, die aan de curven der verminderende meer-opbrengsten doen denken. Wij kunnen die indruk toeschrijven aan het dooréénlopen van twee verschillende P-werkingen, nl.: die van de verse bemesting, die in de aanvang rechtlijnig verloopt en met de zogenaamde voorraadwerking, die dan met een langzamer verloop en pas tot haar recht komt, wanneer de hoofdwortel zijwortels maakt en dan een groter grondoppervlak bereikt. In dat geval verloopt de groei proportioneel aan de vergroting van het toenemende bereikbare grondoppervlak. En dan kan het niet anders, dan dat daarmee een asymptotische groeicurve ontstaat. Hetgeen dit inzicht versterkt, is de gang in de verhouding van de gewogen wortel-opbrengst tot de blad + kop-opbrengsten, die in tabel 16 zijn genoteerd. Dit quotiënt geeft een aanwijzing in de werkzaamheid van de bladfunctie bij de wortelopbrengst.

Bij de toenemende slakkenmeel-giften neemt die functie toe en komt op hoge waarden; maar dan is de opbrengst in totaal ook lager! Bij de superfosfaat giften zijn die quotiënten gemiddeld lager en daarbij geven ze steeds hoger plantenstofproducties, zowel in wortel als in blad. Bij de middenkalktoestand gaat het slakkenmeel gunstiger werken (ook met lager quotiënten), doch blijft de opbrengst nog iets beneden de superwerking (behalve bij de hoogste P-giften).

Enige opheldering is wellicht mogelijk, wanneer men het quotiënt „suikeropbrengst: blad-kop opbrengst” uitrekent (zie tabel 17) dan ziet men, dat de quotiënten van de slakkenmeelserie lager liggen en dicht bij die van de superserie komen; dus niet zover van elkaar afliggen als bij de verhouding „wortelopbrengst : blad-kop-opbrengst”. Dit wijst er op, dat bij de slakkenmeel-serie de bladfunctie *relatief* meer wortelsubstantie maakt dan suiker. Is dit (bij het ras Hilleshög St. Poly) toe te schrijven aan een verschil aan P-werking van de meststoffen? Een verschil, dat men bij de veldwaarneming niet bemerken kan, om-

dat het veld dicht gegroeid is en het blad geen verschillen kan aantonen?

Wil men een overzichtelijk gegeven over de totale verse plantenproductie verschaffen, dan verwijzen wij naar tabel 18 en grafiek 13, waaruit blijkt, dat op deze 10-jarige grond, die reeds een niet aanzienlijke fosfaatreserve bevat de bemesting met superfosfaat de meeste stof opbouwt, hetgeen voor gemengde bedrijven, die blad en kop als veevoeder gebruiken, niet onbelangrijk is.

Wat dit nu in feite betekent en hoe men van die feiten in de praktijk gebruik zou kunnen maken, is moeilijk anders op te lossen, dan door detail-onderzoek. Hoe het ook zij, de proef met een polyploid ras, niet in ons klimaat gekweekt en bovendien niet eens homogeen, heeft toch duidelijk gemaakt, dat het fosfaat als primaire factor ook voor de suikerbiet geldt.

Een uitgesproken directe invloed van de stijgende P-giften op de suikergehalten, zoals wij bij de zetmeel-gehalten bij de aardappel vonden, vinden wij bij dit Zweedse ras niet.

Ondanks de goede groei en het karakteristieke beeld van de bietenstand op de midden-kalktoestand, krijgen wij toch de indruk, dat door de ruime N- en K-bemestingen afwijkingen zijn ontstaan, die opheldering nodig maken. De suikerfabriek „Wittouck” te Breda was bereid om van de vele veldjes de monsters op ruw sap te onderzoeken. Er werden Na en K-bepalingen gemaakt, uitgedrukt in m.aeq. per 100 gram ruw sap. Zoals bekend, spelen deze gehalten een rol bij het behalen van een goed suikerelement in de fabriek. Men streeft daar het ideaal na om bij de uitbetaling aan de praktijk, de samentelling van het ruw sap in te berekenen. In de tabel 19 zijn de Na- en K-gehalten van het ruw sap der diverse monsters genoteerd en veel te hoog bevonden. Men zal er naar moeten streven, dat deze met minstens 40% omlaag moeten gaan. Wanneer men dit veroordelend resultaat ziet, behoeft men er niet aan te twijfelen, dat bij de nog steeds geldende ruime bemestingen, die op de provisiekast-theorie berusten, de fabriek niet krijgt wat de rationele suikerbereiding eist, n.l. een homogeen produkt, met een laag mineraal gehalte in het ruw sap. Hier is dan een zo zorgvuldig mogelijke veldproef beschreven, met alle onvermijdelijke onnauwkeurigheden, die zo'n proef in de praktijk aankleven: n.l. dishomogeniteit van het ras, ongelijk koppen van de getrokken biet, moeilijk verwijderen van de tarra, het afwegen van materiaal, dat enige tijd aan de lucht heeft gelegen, onbekendheid met de rassen, waar men een verschil in opbouw kan vermoeden, waar het fosfaat een invloed op kan hebben, zoals bij de aardappel, on-

bekendheid met een juiste aan de grondtoestand aangepaste minerale bemesting.

Ondanks de beschreven onnauwkeurigheden, die de oogst van de suikerbiet onvermijdelijk met zich brengt, is in de beschreven proef toch duidelijk geworden, dat op de grond van blok D. die een behoorlijke reserve aan fosfaat bevat, het in water oplosbare superfosfaat als verse bemesting bij passende kalktoestand en nevenbemesting de beste opbrengsten aan wortel en suiker levert.

Uit de klinische waarnemingen is bekend, dat in diverse streken een voorkeur bestaat voor een bepaald suikerbietenras en met recht, een ras, dat op andere plaatsen, eveneens met recht *niet* gewaardeerd wordt. Gedragen de suikerbietenrassen zich eender als de aardappelrassen, zoals de voorlichtingsdienst voor dezen heeft aangetoond Omdat deze inlichtingsdienst voor de aardappel in de praktijk belangrijke diensten kon bewijzen door wijziging in het bemestingssysteem te brengen, lag het voor de hand, dat deze instelling ook voor de bietenrassen kleine veldjes met trappen-proeven heeft aangelegd. De uitkomst zal hieronder beschreven worden.

## DE SUIKERBIETENRASSEN

Op blok B te Sevenum waar op 8 veldjes superfosfaatrassen zijn aangelegd en 8 gewassen in een bepaalde vruchtopvolging telken jaren te zien zijn, werden in 1963 op B VIII, 3 rassen suikerbieten gezaaid. Het zaad werd verstrekt door het instituut voor de rationele suikerproductie, welk instituut jaarlijks rassen-vergelijkingen uitvoert. Gekozen werden de rassen K. W. Polybeta, Trirave en Hilleshög-standaard Polybeta.

Deze stonden in 5 rijen van 15 bieten naast elkaar, zodat men de reacties van ieder ras goed kon waarnemen. Bovendien was de serie van 3 rassen gedupleerd in één serie, die uitsluitend met kunstmest werd behandeld en een andere, waar in de graan-jaren een groenbemester was ingezaaid. Deze series werden de kunstmest-serie en de organische-stof-serie genoemd. De O-super veldjes, die een misgewas zouden geven, ontvingen ruw fosfaat naar 2000 kg/ha, waardoor de grond op een P-al-cijfers van 30 werd gebracht.<sup>1</sup> Zoals bij alle proeven met suikerbieten zijn de opbrengsten der gekopte wortels, het gehalte aan suiker en de suikeropbrengst bepaald nevens het gewicht van het blad met de kop. De gewichten werden omgerekend op kg/ha, omdat dit voor de practicus meer spreekt dan de gevonden cijfers voor de 5 rijen, die in werkelijkheid geoogst werden. In tabel 20 en in de grafiek 14 en 15 zijn de uitkomsten weergegeven. Men ziet, dat de 3 rassen bij deze proef op dezelfde bemestingsomstandigheden gegroeid, verschillend reageren op de fosfaatrassen, die aangebracht zijn met superfosfaat. Deze hebben niet de uitgebreide gelijkmatigheid als op het grote blok D. De sprong van 500 kg superfosfaat naar 1000 kg/ha is tweemaal zo groot als die van 250 naar 500 KG. In de grafieken is de grote sprong *niet* op schaal getekend. Niettemin demonstreren de lijnen, hetgeen men wilde weten, nl. of in de rassen, evenals bij de aardappelen, verschil in de P-functie gevonden wordt. En dit kwalitatieve kenmerk is bij de 3 onderzochte rassen evident. Hierdoor is nog niets gezegd of ze ook op de stikstofgiften of andere kunstmest-voedingselementen verschillend reageren.

Dat de K- en N-bemesting (600 kg ha chilisalpete na de zaai en 300 kg kg/ha kalksalpete na het opeenzetten te ruim zijn geweest, bewijzen de sapanalysen van de fabriek Wittouck te Breda, duidelijk. Wij verwijzen hier naar de tabel 22. De cijfers hadden volgens de fabriekseisen minstens 40% lager moeten liggen.

Overziet men tabellen en grafieken, dan kan men daarbij opmerken:

1. Dat het ruwe fosfaat (o super) geen effect van economische betekenis op de groei van de 3 rassen heeft gehad. De sprong van o super op 250 kg/ha toont reeds verschil, en dat de verhoging van 500 naar 1000 kg/ha bij het Zweedse ras ook nog een duidelijk effect heeft. Een oordeel wat 750 kg/ha had kunnen doen, kan niet gevormd worden, omdat die trap ontbreekt. Deze opmerking geldt voor de kunstmestserie.
2. De reactie bij de organische-stofserie is anders. Het achterblijven van het ruwe fosfaat is ook hier evident. Daar heeft men in de aardappelstreken, waar ook bieten verbouwd werden, wel eens anders over gedacht en ten onrechte! In deze serie gaat K.W. Poly, die in de kunstmestserie niet op de hoge gift reageerde, wel reageren en bereikt dan 5 ton aan wortels meer! Trirave reageert gelijk en Hilleshög st. Poly blijft achter.

De eenvoudige proef met de 3 bietenrassen demonstreert hetzelfde als bij de aardappelrassen, n.l. dat bij de huidige bemestingsopvattingen, waarbij de rassenvergelijkingen over verschillende bedrijven verdeeld worden, de eigen kenmerken, die de kweker in zijn product heeft gelegd, niet duidelijk voor de dag kunnen komen. D.w.z., dat aan het huidige stelsel, de gezonde basis voor een rechtvaardige concurrentie, ontbreekt.

In 1964 werd de proef op het B-veld, nu op B VI herhaald. De uitkomsten zijn in tabel 21 en grafiek 16 en 17 opgenomen. Dezelfde bemestingen als in 1963 werden toegepast. De klimatologische omstandigheden waren in de aanvang van de groei evenwel ongunstiger dan in het vorige jaar. Een koele droogte-periode bij de ontkieming en vlak daarna, vertraagde het zo belangrijke groei-proces hier en daar bedenkelijk en was zelfs bij de laat gezaaide percelen in de praktijk fataal. De reacties waren dan ook in 1964 anders, maar de ongelijkheid bij de fosfaat-trappen bij de rassen was even duidelijk als in 1963. Kenmerkend is, dat de organische stof-serie zo verschillend reageert van die van de kunstmestserie. Daar profiteert alleen K.W. Poly van de hoogste P-gift, en blijven zowel Trirave als Hilleshög St. Poly achter. Het Zweedse product het meest! Dat op zulke klimatische storingen, die ook de grondtoestand treffen, de verschillende rassen verschillend reageren is uit de klinische waarnemingen bekend: maar dan niet, welke grondfactor daar dan de grootste storing te weeg brengt.

De Na- en K-bepalingen in het ruwsap, die door de fabriek „Wittouck” werden uitgevoerd (zie tabel 23) leverden al even slechte resultaten als in 1963 bij de proef op het grote D-perceel. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat die hoge gehalten geen ras-eigenschappen zijn, zoals wel eens gedacht wordt. Het zijn bemestingsfouten, die de praktijk in ons land uit gewoonte steeds opnieuw maakt. Men geeft de biet te veel kali mee en negeert daarbij het feit, dat de eens zo druk bezochte kaliproefvelden van de toenmalige Kali Mij, uit de jaren 1929 t/m 1939 zo duidelijk jaar in jaar uit aantonden, dat juist de suikerbiet een langzame kali-opname vertoont. En daardoor het op de kali-looze veldjes het langst zonder schade uithouden.

Wij hebben hier te doen met een secundaire storing, die de opbrengst niet stoort, maar die kwaliteit van de suikerbiet voor de verwerking in de fabriek dwars zit en het rendement verlaagt.<sup>2</sup>

Hier ligt een belangrijk onderwerp voor de landbouwscheikundigen, die rekening willen houden met de biochemische ontdekkingen der laatste 10 jaren. Voegt men daarbij, dat de suikerbiet een gewas is, dat een hoge base-H verhouding in het adsorbtiocomplex wenst, dan wordt het duidelijk, dat de bemesting met Na-houdende kalizouten op kalkrijke gronden behoedzaam gebruikt moet worden; evenmin kan hier chilisalpeter, dat een echt Na-zout is gebruikt worden. Men moet daar het ammoniumsalpeter, of kalkammonsalpeter gebruiken. Men beware chilisalpeter voor de kalkarmere gronden, waar dit juist de basen - H. verhouding verhoogt.

Wij laten bij deze proef van het jaar 1964 de berekeningen over de verhouding van wortelopbrengst tot blad + kopopbrengst en die van suiker tot de kop + bladopbrengst, achterwege, omdat de gelijke en systematische P-trappen-indeling ontbreekt en ook geen vergelijkingen met de werking van andere fosfaten waren uitgevoerd. Dit werk zal de toekomstige landbouwscheikundigen ten deel vallen en vooral ook de kwekers.

Een enkele opmerking nog over het feit, dat de bietenrassenproeven met slechts 75 exemplaren zijn genomen. Menigeen zal dit aantal onvoldoende hebben geacht, gewend zijnde bietenopbrengst-bepalingen met minstens 110 exemplaren, die zo mogelijk nog in triplo, zonder voorkeur op het veld verzameld zijn.

Onze 75 exemplaren zijn bij het zaaien zorgvuldig geplant en door een zwakke uitdunning door bietenkenners, regelmatig tot groei gekomen. Deze leverden bij het rooien een vrij homogeen gewas, dat in zijn geheel, kwalitatief de reacties op de fosfaatstaffels laat zien. Voor later onderzoek met de nodige kwantitatieve uitkomsten, zal vooral de



kweker zich moeten inspannen om precies te weten in welke groep hij de selectie zal moeten aanhouden en dan voor welke fosfaateisch. Bij onze proeven zochten wij niet verder dan naar kwalitatieve kenmerken en die konden worden aangetoond op de staffelblokken.

Dat men in de praktijk de overduidelijke resultaten van de oude kali-proefvelden veronachtzaamt en daardoor een te mineraal-rijk ruw sap produceert, is reeds gezegd. In dit opzicht is bij de rassen geen verschil te verwachten, zoals wij aantoonde. Op basis van deze resultaten kunnen wij veilig betogen, dat willen de suikerfabrikanten, een K- en Na-armede ruw sap in handen krijgen, men niet alleen de superbemesting in het oog moet houden, maar de K- en Na-aanvoer in de bemesting, tevens!

*Görbing*, de klinicus, die jaren lang belangrijke Duitse landgoederen heeft geadviseerd, is de eerste geweest, die voor de suikerbiet ruime superfosfaat-bemestingen heeft gepropageerd en met succes. Ook toonde hij aan, dat deze maatregel voor granen latere legering uitsloot en daarbij de sterke structuur der onderste halmleden aantoonde.<sup>3</sup>

Jammer genoeg heeft deze onderzoeker, de invloed van zijn adviezen op de verwerking van de oogsten in de landbouw-industrie niet meer in zijn studie kunnen opnemen.

Nog op één punt willen wij wijzen: nl. op het voordeel van de snelle ontkieming en de daarna snelle ontwikkeling van de kiemplantjes, wanneer de superfosfaat-bemesting op de juiste wijze is toegediend; vooral ervaart men dit voordeel bij *dichte zaai*. Vallen in dit geval plotseling zware regens neer, dan kan de grond langer open blijven en kan dicht slaan worden voorkomen. Dit laatste met het optreden van wortelbrand. Deze blijft dan in het eerste geval bij reeds dichte beworteling uit en laat gezonde snelle groei zien.

Het op de geschetste wijze achterblijven bij een gestaffelde superfosfaat proef, hebben wij dusdanig schadelijk ondervonden, dat de normale groei op de hoge staffels op de laagste staffels drie weken vooruit was, met hevige wortelbrand op deze laatste van onvoldoende van actief fosfaat voorziene stroken. De proef werd waardeloos. Deze duidelijke catastrofe verklaarde als het ware spontaan, de ongelijke groei, die wij in de praktijk - zij het in zwakkere vorm - zo vaak waargenomen hebben.

#### SLOTOPMERKINGEN

In de vorige hoofdstukken is de geschiedenis van *Liebig's* idee over de „minerale bemesting” vanaf het ontstaan geschetst. Wellicht zal men

zich afvragen of het nodig was zo lang bij de lotgevallen van het geniale idee van de minerale plantenvoeding stil te staan.

Om dit wel te doen waren voor de schrijver vier redenen aanwezig. Ten eerste de visie, dat de moeilijkheden bij de plantenproductie het eerst en het langdurigst ondervonden zijn bij het fosfaat, „de skeletvormer”.

Ten tweede, omdat *Liebig's* chemische visie door zijn tijd afgewezen werd, niet alleen, omdat deze het bij de „humus” hield, maar ook door het samentreffen met de grote ontdekkingen van een collega-chemicus, *Pasteur*, die het micro-leven ontdekte, als een geheel nieuw gebied, dat zo sterk in het leven ingrijpt. Ten derde, omdat *Thomas Way*, de ontdekker van de in- en uitwisselingsverschijnselen van de grond, standplaats van het plantenleven, met de spontaan verlopende oppervlakte-reacties, niet begrepen kon worden, omdat de wetenschap in „oplossingen” dacht en bleef denken, waardoor *Way's* werk niet aanvaard werd, (ook door *Liebig* niet).

Als vierde punt zou men de gelijktijdige publikatie van *Darwin's* evolutieleer kunnen noemen, die de aandacht van de fundamentele levenskwestie afleidde naar een geheel nieuw en ander gebied. De opvatting van de schrijver is, dat de stormachtige ontwikkeling van de biochemie, via die van de organische chemie, ons, landbouwscheikundigen weer terug bracht naar *Liebig's* gronddenkenbeelden en *Way's* ontdekking der monomoleculaire reacties, die spontaan verlopen. Daarop zullen onze opvattingen over het behoud van de vruchtbaarheid van de grond, moeten berusten en aldus wordt er een nieuw gebied van landbouwscheikundig onderzoek aangewezen met het  $\text{HPO}_4$  als basis-punt.

Sedert men weet, dat niet het gewas wordt bemest, maar de grond, die het plantenvoedsel aan de plant in goede verhoudingen moet doorgeven, kan men deze basis-kennis voor de bemestingsmaatregelen, niet meer ontlopen. In het eerste hoofdstuk zijn drie punten genoemd, die voor het behoud van de vruchtbaarheid van de grond de grondslag uitmaken:

- a.) Aërerende van de grond voor de functie van de micro-buffer, die de afbraak van stoppelresten en van de groenbemesters, bezorgt, de nitrificatie van de organische stikstof snel tot stand brengt en de zuurstof conserveert voor de wortelademhaling.
- b.) onderhoud van de juiste kationenbezetting van het adsorbtie-complex.
- c.) zorg voor de actieve aanwezigheid van stikstof, fosforzuurver-

bindingen en zwavelverbindingen in onderling goede verhoudingen.

De vraag of deze punten ook in de praktijk verwerkelijkt kunnen worden is bevredigend te beantwoorden.

Wat de aëratie betreft, is het toepassen van groenbemesting en in ons klimaat het bedekt houden in de winter van de grond, de oplossing. Dat de voorjaars-werkzaamheden daardoor toenemen is onvermijdelijk en dat het inzaaien van de groenbemester extra werk vraagt, eveneens. Daar tegenover staat de gemakkelijker grondbewerking en niet het minst een beter en zekerder oogst, met besparing op de bemesting. Dit is een onderwerp voor nieuwe volgehouden studie, die niet incidenteel tot een conclusie kan leiden.

Wat de kationenbedekking van het adsorbtie-complex betreft, is de zaak moeilijker; het betekent het prijs geven van het idee der voorraadsbemesting. Het begin is de bepaling van de hoeveelheid van dat complex per eenheid in de bouwvoor. Hiertegen bestaan geen bezwaren, omdat het gaat om een eenvoudige slibanalyse (kwantitatief), bij kleigronden die het gehalte aan delen beneden de afmeting van 2 micron aangeeft.<sup>4</sup> Omdat dit complex stabiel is, heeft men slechts eenmaal in de 10 jaar nodig, tenzij men de bouwvoor verdiept zou hebben. Heeft men deze gegevens, dan volgt de bepaling van de bezetting met K, Na, Mg en Ca, opdat men hun onderlinge verhouding leert kennen. Zoals men reeds in het eerste hoofdstuk heeft kunnen opmerken, weet men, dat de productieve grond in procenten van de equivalenten uitgedrukt, 5% K, 5% Na, 4% Mg en 80% Ca dient te bevatten. De grote overmaat aan Ca is nodig en voor geadsorbeerde waterstof of H, mag maar weinig gereserveerd blijven. Alleen voor bijzondere gewassen, zoals Tabak, kan de grond, zoveel geadsorbeerde waterstof bevatten, dat die duidelijk zuur reageert. Enige afwijking van deze verhoudingscijfers is toegestaan, doch bij de lichte gronden, die maar weinig adsorbtie-complex bevatten, moet men voorzichtig zijn, omdat met de vormen, waarin men de stikstofbemesting toedient die verhoudingen variëren kunnen. Zo werkt de ammoniak-stikstof door de nitrificatie in de zure richting en de chilisalpeteer als natriumzout in de alkalische richting. De gevolgen daarvan zijn uit de praktijk voldoende bekend, men denke aan de afname van het gebruik van zwavelzure ammoniak, die een tijdlang onze oogsten in gevaar bracht en aan de het slempig worden van de kleigronden bij voortgezet gebruik van chilisalpeteer, wanneer de voorraad aan fijne actieve kalk ging afnemen. Bij de suikerbieten wordt het „ruwsap” te rijk aan K en Na.

Feitelijk wordt de werking van Kali en Magnesia, door de Ca : H-ver-

houding geregeld. Zoals men bij de aardappelproeven op het D-veld te Sevenum gezien heeft, zijn kleine verschuivingen van de „kalktoestand” (dus van de Ca : H-verhouding) al in staat de aardappelooft belangrijk te beïnvloeden. Overmaat K tegenover Mg doet het zetmeelgehalte bij aardappels dalen<sup>6</sup> en bij granen kan een te grote overmaat de zogenaamde „Ruurlo-ziekte” te voorschijn roepen.

Over de invloed van deze verhoudingen zijn potculturen ondernomen in kwartzand (99.8% SiO<sub>2</sub>) en mengsels van eenzijdig bezette kationenwisselaars, waarbij de humusgrond van 10% werd nagebootst. Deze zullen elders beschreven worden. Hier kan reeds gezegd worden, dat bij de hoge Ca : H-verhouding, schommelingen in de K-, Na- en Mg-verhoudingen met een niet al te beperkte foutengrens getolereerd worden en dat bij een hoger aandeel van het adsorbtie-complex, de foutengrenzen verder gaan uitéénliggen.

De besproken orienterende proeven in combinatie met de jaren lange ervaringen met complex-bezettingen, zowel van de minerale als van de humuszandgronden en de dito ervaringen met de invloed van de zogenaamde „kalk-toestand” op de produktie, wettigen de uitspraak, dat bij de kennis van deze gegevens van de akkers, een rationele bemesting kan gevonden worden, die *niet* op de „voorraadsgedachte” berust, welke dan de cultuur omhoog kan brengen en tevens besparingen kan geven. Daarbij bereikt men dan het gronddenkbeeld van *Liebig*, toen hij schreef, dat men bij de toepassing de juiste weg moet volgen, evenals de industrie, die de wetenschap als uitgangspunt huldigt en dat de toepassing daarvan in het landbouwbedrijf „geleerd” moet worden, zoals de toepassing van alle fundamentele kennis.

Dat het nog lang zal duren, voordat deze rationele industrie-gedachte wordt aanvaard, ondanks het feit dat de landbouw-produktie, in wezen een voedselproduktie is, behoeven wij ons niet te verhelten. De empirie heeft te lang geheerst en de landbouw is op deze ingesteld. Als derde punt noemden wij de zorg voor de actieve aanwezigheid van de anionengroep N, P en S. In de gebruikelijke kunstmeststoffen zijn de stikstof- en de zwavelverbindingen in water oplosbaar en heeft men geen moeilijkheden, mits de verhoudingen en de vormen goed gekozen worden. Maar met het fosfaat is het anders; hier ligt het knelpunt! Terwijl de organische stikstof- en zwavelverbindingen niet in water oplosbare vorm in de akker terecht komen, maar door de microbiologische invloed snel gemineraliseerd worden, verkeert men bij de mogelijke organische omloop in oplosbare vorm van P-verbindingen, nog in het onzekere. Fosfaat heeft voor zijn functie vijanden, bij kalk-overmaat kan het in water *on*oplosbaar worden en dan overgaan in het stabiele onoplosbare

hydroxyl-fosfaat. Wanneer het superfosfaat door de regen goed in de bouwvoor in uiterste verdeling is doorgedrongen kan het in die uiterst fijne verdeling nog lang actief bestaan; zoals wij met vers geprecipiteerd tertiair Ca-fosfaat in potculturen hebben aangetoond en bij nawerkingsproeven in het vrije veld ook hebben ondervonden. Maar... die fijne verdeling gelukt in de praktijk niet altijd!

Uit de Sevenumse proeven heeft men gezien, dat de verse bemesting met superfosfaat het steeds wint, ook al wordt het wellicht overblijvende fosfaat, ten slotte weer vastgelegd door de vijanden Al en Fe. Dat door overmatig gebruik van ruw fosfaat en andere in water onoplosbare fosfaten, alleen bij ophoping, een zwakke activiteit met laag rendement wordt waargenomen, rechtvaardigt het overmatige gebruik geenszins. De verse fosfaatbemesting, die direct actief in de gewassen wordt opgenomen geeft altijd het hoogste rendement. Dit moet het grondbeginsel van de rationele bemesting zijn!

Het speculeren op voorraad-fosfaat bij de groeiende wortel-uitbreiding, die daardoor meer plekken met fosfaat bereiken is een illusie. Men denke aan het legeren van granen met een zwakke onderbouw, door het aanvankelijke tekort aan actief fosfaat, waarop *Görbing* attent maakte. Deze foutieve speculatie deed de opvatting der verminderde meeropbrengsten ontstaan.

Deze verlangzaamde nawerking, kan door een theoretisch wiskundig onderzoek toegelicht worden. Bij granen kan dit gecontroleerd worden door de hoeveelheid van goed gevulde korrels te bepalen en die te vergelijken met de aangetroffen onafgebouwde korrels. Bij haver is deze controle bijzonder gemakkelijk uit te voeren.

De voorlichtingsdienst voor superfosfaat geeft in de gevallen, waar een trage vorming van actief fosfaat is vastgesteld, hoge tot zeer hoge fosfaatgiften in de vorm van superfosfaat, die vooral bij aardappelen verantwoord zijn. En dit geschiedt zelfs bij gronden met hoge P-citroen- of P-al-cijfers. Het merkwaardige is, dat er gevallen gevonden zijn, waar die conventionele bepalingen uitkomsten geven tot waarden van meer dan 100. In die gevallen heeft zelfs een verse superbemesting geen invloed meer. Hoe in die gronden de juiste fosfaatvoorziening verloopt, is nog een punt van onderzoek. Hier ligt nog een gebied open voor nieuwe studie om de fosfaat-toestand beter te leren kennen, te bepalen en te leren beheersen.

In het eerste hoofdstuk is er op gewezen, dat menigéén deze inzichten praktisch onuitvoerbaar zal achten. Er zijn aan het feit herinnerd, dat ruim 40 jaar geleden toen het bedrijfslaboratorium voor grondonderzoek werd opgericht vele landbouwkundige adviseurs het nut betwijfel-

den en het bemonsteren van de akkers een onmogelijkheid achtten. Zij kregen ongelijk, hier en elders. Men kan op voorbeelden wijzen, waar de voorlichtingsdienst voor superfosfaat het klinisch onderzoek doorvoert. De werkers van dit instituut steunen op slechts twee centrale proefvelden en op controle door laboratorium-onderzoek. Met eigen ervaring en kennis trekken ze de praktijk in; waar zij de bekende afwijkingen vinden, wijzen zij de landbouwers daarop en trachten die te verhelpen door eenvoudige demonstraties op de bedrijven. Deze veldwaarnemers zijn als de medici, die de patiënt met afwijkingen in de kliniek onderzoeken. Hier wordt dezelfde methodiek gevolgd met dit verschil, dat de heelmeeesters naar de patiënt toegaan en contact met de landbouwer opnemen; zijn grond onderzoeken en als de diagnose gesteld is, de grondslag voor verbetering aanbevelen. Zij maken hem tot bezoeker van de eigen proefvelden of nemen hem mede naar een collega oud-patiënt, die met het advies ervaring heeft opgedaan. Wij achten die methode efficiënter, dan die welke op empirische basis zonder eigen controle berust; zij brengt ervaring op een solide basis.

Deze klinische methode is niet goedkoop; zij steunt op de persoonlijke eigenschappen van geoefende waarnemers, die bij hun eigen proefvelden medewerken en het vak door en door kennen. En de belangstellende landbouw kunnen laten zien, waarop hun advies berust en hoe ze het gebruiken; zij moeten in staat zijn, daarvan in winterlezingen te vertellen en de resultaten in beelden te tonen.

Dat hier uitsluitend over de aardappel- en de suikerbieten-cultuur is geschreven heeft zijn oorzaak in het feit, dat met een beperkte personeelsbezetting de meest overtuigende onderzoeken zijn verricht met deze beide industrie-gewassen. Dat de andere gewassen ook op de juiste fosfaat, zij het ook minder scherp, reageren, spreekt vanzelf.

Wat de schrijver dezer regelen nog rest, is de opmerking te maken, die zo vaak wordt gehoord, dat de hier voorgestelde groei een zuiver materialistische is. En dat daarbij andere natuurkrachten geheel verwaarloosd worden. Deze voorstanders van de nog niet te definiëren natuurkrachten, vergeten hunnerzijds, dat wij wel degelijk met nog niet verklaarbare natuurkrachten rekening houden.

De monomoleculaire groei-reacties met de zo ingewikkelde organische groepen ondergaan autogeen veranderingen, die toch wel dicht bij de electronica staan. En daardoor in een gebied gedacht kunnen worden, waar wij met nog onbekende natuurkrachten te maken hebben.

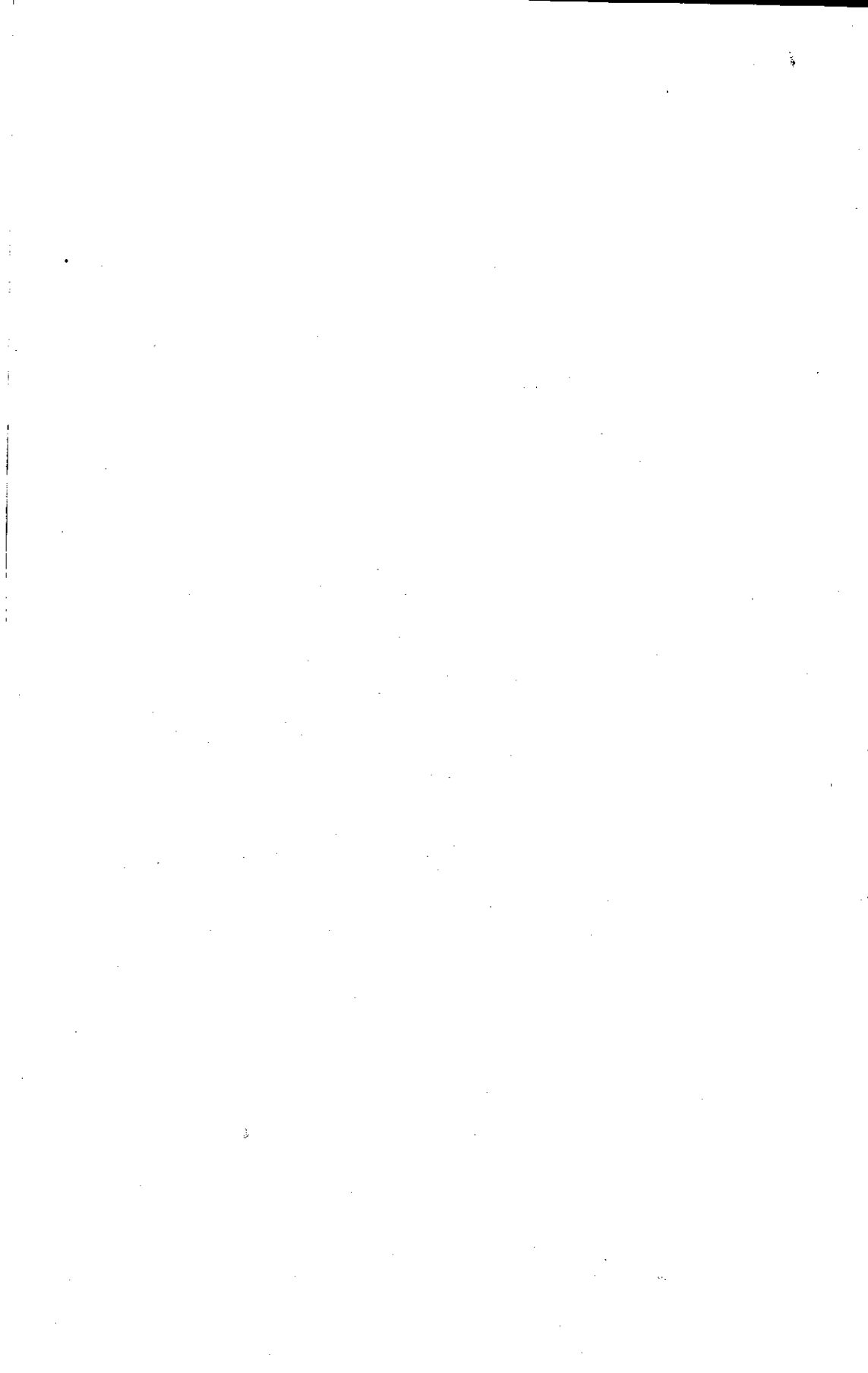
*Waddington*, de geneticus, spreekt in zijn "The nature of life"<sup>1</sup> van de „atomistische opvattingen, die bij de groei en bij de „genen" de over-

hand hebben en laat zien hoe radioactieve invloeden bij de rangschikking der groepen in de genen, mutaties maken. Is de lichtinvloed bij de synthese van de koolstofverbindingen, door middel van het chlorophyl niet een wonderbaarlijke natuurkracht? Dat kosmische stralingen invloed hebben op de levende stof, is bekend.

Kan de omzetting van de stikstof,  $N_{14}$  in de ionosfeer aan de rand van de dampkring in  $C_{12}$ , niet een natuurkracht genoemd worden, die de grondstof maakt voor alle leven op aarde?

Met *Waddington* kunnen wij de autogene groeiverschijnselen niet onder de materialistische opvattingen, maar beter onder de "atomistic Phenomena" rangschikken en hiermede betreden wij dan het gebied der physica en in het gebied, waar de aard van de stof nog in raadselen gehuld is.

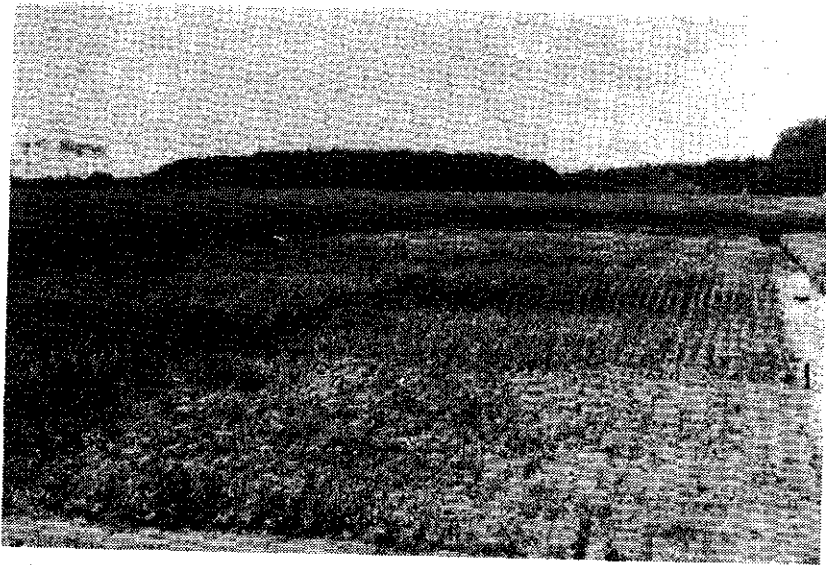
- <sup>1</sup> Dit om de mislukking bij fosfaatloosheid te ontgaan en tevens om de werking van het in water oplosbare superfosfaat te demonstreren. De met *o-super* gemerkte perceeltjes teerden dus op de bemesting met het in water onoplosbare ruwe fosfaat.
- <sup>2</sup> De beste publicatie hierover is die van Ir. P. G. Meijers in 1942 uitgegeven door de Handel Mij Uniphar, A'dam (voortzetting van de Kali Mij), Centraal Kaliproefveld te Wehe, Groningen in de jaren 1932 t/m 1939.
- <sup>3</sup> Er zij verwezen naar zijn boek: *Die Grundlage der Bodengarn im praktischen Landbau; I und II; Tekst und Abbildungen.* (Uitgave Landbuch Verlag, Hannover 1945).
- <sup>4</sup> Bij humus zandgronden, dient de adsorbtiecapaciteit bepaald te worden, wanneer de humus gestabiliseerd is, zoals vroeger reeds vermeld werd in Hoofdstuk I.
- <sup>5</sup> Het eerst bij de zogenaamde kalk-arme gronden.
- <sup>6</sup> C. H. Waddington. *The Nature of Life.* Unwinn Books. 1963.







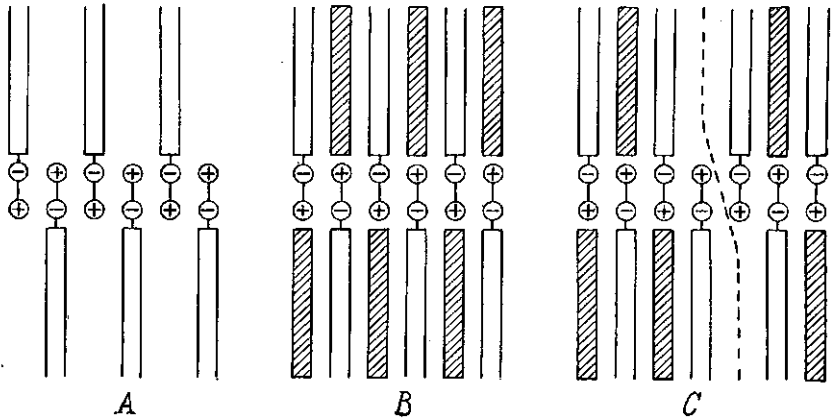
Afb. 1. Het kalktoestandsproefveld op lichte kalkarme rivierklei. Links, toenemende kalkgiften (mergel) met de ongekalkte grond vóóraan en op no. 4; daarachter weer gekalkt. Rechts afnemende mergelgiften met de oorspronkelijke grond op no. 3 en daarna weer toenemende mergelgiften (gewas hand).



Afb. 2. Het grote kalktoestandsproefveld op een humuszandgrond (groot griffel. Warnsveld Gld.). Links en rechts stijgende kalktoestanden naar achteren. Links met chilisalpeteer als stikstofbemesting; rechts met zwavelzure ammoniak.



Afb. 3. Het kalktoestandsproefveld op *zware* kalkarme klei. Links stijgende kalkgiften naar achteren; op voorgrond de oorspronkelijke kalkarme klei. Rechts op voorgrond hoogste kalkgift, daarna afnemend op no. 3, de oorspronkelijke kalkarme grond, daarna een matig gekalkt perceeltje.

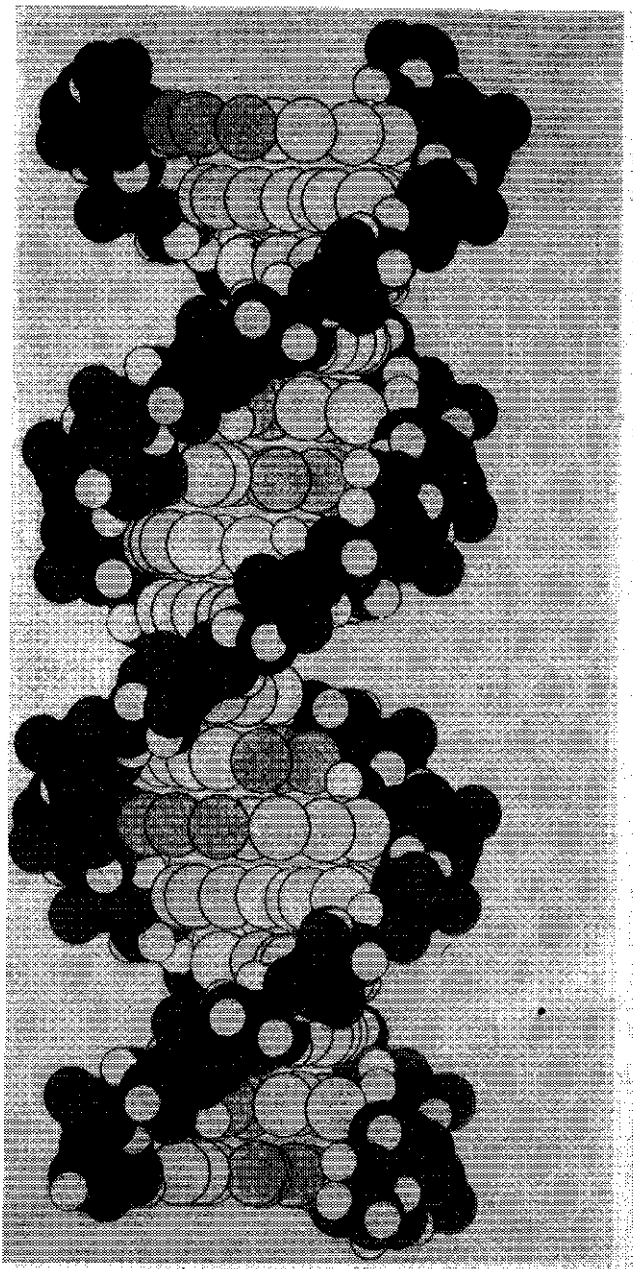


**Schema 1.**

Schema van  $H_2PO_4$  binding, in groepen met wisselende rangschikking der aminolichamen met fosfaat-esterachtige lichamen. Voorstelling der membraanvorming: volgens Bungenberg de Jong zie tekst.

**Schema 2.**

Schema van Crick en Watson van het dioxo-ribose nucleïne zuur „DNA”. Wikkeling van *basische* groepen in spiralen ribose-fosfaat-esters en het geheel in fosfaatverbindingen met het fosfaat in het grensvlak ( *donkere* spiralen); zie de tekst.



SEVENUM - BLOK D 5 x 5 M

SLAK			SLAK/SUPER			SUPER		
6	12	18	24	30	36	42	48	54
200	200/0	0	200	200/0	0	200	200/0	0
5	11	17	23	29	35	41	47	53
160	160/40	40	160	160/40	40	160	160/40	40
4	10	16	22	28	34	40	46	52
120	120/80	80	120	120/80	80	120	120/80	80
3	9	15	21	27	33	39	45	51
80	80/120	120	80	80/120	120	80	80/120	120
2	8	14	20	26	32	38	44	50
40	40/160	160	40	40/160	160	40	40/160	160
1	7	13	19	25	31	37	43	49
0	0/200	200	0	0/200	200	0	0/200	200

KALKTOESTAND

HOOG

LAAG

MIDDEN

**Schema 3.**

Schema van het fosfaat-staffel-proefveld te Sevenum; zie de tekst.

TABEL 1

**Blok D. Sevenum. Aardappelen Ras Doré 1957.**  
**Knol-opbr. zetmeel geh in % en zetmeel opbrengst.**

	Hoog			Laag			Midden		
	knollen kg/ha	zetmeel %	zetmeel kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel %	zetmeel kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel %	zetmeel kg/ha
0 slak	4000	12.2	496	4410	12.7	540	4200	12.4	521
40 „	6400	13.5	864	11760	13.7	1610	9200	12.7	1168
80 „	10600	13.5	1431	24160	14.1	3380	16600	13.6	2255
120 „	14800	13.1	1939	26080	14.2	3700	22800	14.3	4260
160 „	15200	13.3	2022	24160	14.9	3600	29000	15.1	4380
200 „	16800	14	2352	25760	15.1	3890	32000	14.8	4736
slak - super									
0 - 200	28200	15	4230	36800	15.5	5704	36800	15.1	5557
40 - 160	25200	14.5	3650	37920	15.5	5878	35800	15.3	5180
80 - 120	24400	14	3420	37280	15.3	5704	34800	15.3	5324
120 - 80	24600	14.9	3670	29760	14.6	4315	31400	15.8	4961
160 - 40	21680	13.4	2890	26880	15.1	4059	29800	15.5	4619
200 - 0	18400	13.6	2500	27600	14.5	4002	27200	15.1	4107
0 super									
0 super	6800	12.5	850	9760	13	1276	5400	12.7	686
40 „	13200	12.8	1690	24800	14	3470	14600	13	1910
80 „	25000	13.8	3450	29280	14.2	4160	22000	13.6	3000
120 „	25400	13.7	3480	34400	15	5160	30000	14.8	4470
160 „	25800	13.8	3586	38080	15.1	5750	36200	15.1	5467
200 „	28600	15.4	4400	38400	15.9	6100	37200	15.1	5654

TABEL 2

**Blok D. Sevenum. Aardappelen Ras Doré 1957.**  
**P-citroenz. bepalingen v. d. grond vóór en ná de cultuur.**

Perc. no.		Hoog			Laag			Midden	
		P-citr.		Perc. no.	P-citr.		Perc. no.	P-citr.	
		29/11 '56	28/12 '57		29/11 '56	28/12 '57		29/11 '56	28/12 '57
1	0 slak	5	6	19	6	5	37	3	4
2	40 „	8	10	20	9	8	38	6	8
3	80 „	13	17	21	13	16	39	12	14
4	120 „	24	21	22	22	25	40	17	22
5	160 „	33	31	23	29	30	41	21	30
6	200 „	30	42	24	38	46	42	29	40
slak - super									
7	0 - 200	26	30	25	23	30	43	24	33
8	40 - 160	24	35	26	30	26	44	29	33
9	80 - 120	30	38	27	33	36	45	29	37
10	120 - 80	24	34	28	36	40	46	37	37
11	160 - 40	46	56	29	33	36	47	36	39
12	200 - 0	31	45	30	33	37	48	36	40
0 super									
18	0 super	6	7	36	4	4	54	3	7
17	40 „	10	12	35	6	7	53	6	10
16	80 „	15	16	34	11	11	52	14	16
15	120 „	40	24	33	14	18	51	17	18
14	160 „	26	28	32	26	22	50	24	26
13	200 „	32	37	31	23	26	49	22	32

**TABEL 3**  
**Blok D. Sevenum. Aardappelen Ras Eersteling 1958.**

	Hoog	Laag	knollen kg/ha	Midden	
	knollen kg/ha	knollen kg/ha		%	zetmeel kg/ha
0 slak	5600	6560	6000	12.5	750
40 "	8000	17760	10800	12.3	1360
80 "	13800	23200	15200	13.4	2000
120 "	16000	25280	22000	14.2	2980
160 "	20400	26400	28000	14.1	3380
200 "	20400	27000	30000	14.8	4150
<b>slak - super.</b>					
0 - 200	30000	37600	27600	14.4	3970
40 - 160	26400	36000	27200	14.2	3860
80 - 120	23200	34400	28400	14.4	4090
120 - 80	21600	31200	25200	14	3520
160 - 40	21000	28000	25200	14.8	3730
200 - 0	18800	26560	24000	14.4	3480
<b>0 super</b>					
0 super	6000	6400	5200	12.5	700
40 "	11200	27600	12400	13.4	1670
80 "	20400	34360	24000	14.2	3380
120 "	28000	34720	27600	13.8	3850
160 "	30000	36400	31200	14	4355
200 "	32800	38700	36000	15.1	5400

**TABEL 4**  
**Blok D. Sevenum. Stoppelaardappelen. 1958.**

	Hoog			Laag			Midden		
	knollen kg/ha	zetmeel %	kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel %	kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel %	kg/ha
0 slak	2840	14	390	2840	—	—	2840	—	—
40 "	12920	12.7	1640	14360	12.5	1785	10360	11.7	1205
80 "	13200	11.9	1670	14260	12.3	1755	12960	11.7	1545
120 "	12840	11.7	1525	18400	11.3	2080	14560	11.1	1615
160 "	15360	12.5	1920	17240	10.8	1860	13880	12.9	1790
200 "	15800	12.2	1940	13480	11.5	1550	16280	12	1955
<b>slak - super</b>									
0 - 200	17500	12.6	2180	25440	12.9	3280	20200	11.4	2305
40 - 160	16840	11.7	2005	19520	12.5	2440	20320	12.5	2525
80 - 120	16200	11.7	1900	20520	11.9	2440	19560	11.9	2330
120 - 80	16360	12.6	2040	16664	12.3	2040	14400	12	1750
160 - 40	12560	12.4	1550	16480	12.3	2020	14800	12	1775
200 - 0	14280	11.2	1595	14800	11.8	1750	16720	12.4	2070
<b>0 super</b>									
0 super	2840	—	—	2840	—	—	2840	—	—
40 "	10400	12.4	1290	17680	12.3	2050	13320	12.5	1660
80 "	14280	12.3	1755	17760	12.3	2180	16160	12.5	2020
120 "	15680	11.2	1760	20720	11.2	2320	18600	13	2415
160 "	21040	12.8	2690	22240	12.8	2840	19700	12.4	2535
200 "	19720	13.4	2640	26440	13.4	3540	22480	12.7	2875

TABEL 5

Blok D. Sevenum. Aardappelen. Ras Eersteling. 1961.

	knollen kg/ha	Hoog		knollen kg/ha	Laag		knollen kg/ha	Midden	
		zetmeel %	kg/ha		zetmeel %	kg/ha		zetmeel %	kg/ha
0 slak	4290	12.9	553	5808	13.1	767	6402	13.1	839
40 "	10998	12.8	1408	17622	13.4	2361	13596	13.1	1781
80 "	13728	12.9	1771	24882	14.4	3583	20790	14.3	2973
120 "	20394	13.6	2774	23760	14.9	3540	22242	14.1	3136
160 "	24288	14.6	3546	23496	15.1	3548	26664	14.5	3866
200 "	24420	14.5	3541	25560	14.7	3316	26532	14.4	3821
slak - super									
0 - 200	11682	13.5	1600	16698	14.7	2455	14916	14.4	2148
40 - 160	12606	14.4	1815	15840	14.0	2218	15246	14.0	2134
80 - 120	10032	13.4	1344	18546	14.5	2689	13663	14.9	2036
120 - 80	11154	14	1562	18282	14.7	2706	13200	14.4	1901
160 - 40	15510	14.7	2280	16566	14.3	2369	12879	14.6	1880
200 - 0	12555	14.7	1857	17028	14.4	2452	12144	14	1700
0 super									
0 super	5148	13.1	674	5544	13.2	732	6006	12.5	751
40 "	16896	13.9	2394	23298	14	3262	18744	12.7	2380
80 "	21582	15	3237	16664	15.1	4025	27126	14.7	3879
120 "	25806	15.5	4000	25146	15.8	3898	24882	15.3	3807
160 "	19404	15.2	2940	23166	15.3	3544	27192	15.5	4215
200 "	20282	15.5	3205	26994	15.7	4238	27178	15.3	4321

TABEL 6

Blok D. Sevenum. Aardappelen. Ras Eersteling. 1961.  
Grondmonster P. bepalingen na de oogst okt. 1961.

	P-citr.	Hoog		P-citr.	Laag		P-citr.	Midden	
		P.a.l.	P.ag.		P.a.l.	P.ag.		P.a.l.	P.ag.
0 slak	10	5	0.3	8	4	0.3	7	5	1.-
40 "	9	10	0.4	13	10	0.7	13	13	1.4
80 "	18	17	0.9	24	19	1.3	24	20	1.5
120 "	32	25	1.3	37	31	2.-	39	32	2.3
160 "	48	39	2.-	49	41	3.-	51	39	2.8
200 "	57	56	2.4	56	49	3.2	69	51	4.6
slak - super									
0 - 200	31	26	1.1	32	24	1.7	29	24	2.3
40 - 160	30	22	1.1	34	19	1.4	38	24	2.-
80 - 120	33	24	1.3	30	24	1.9	32	27	3.4
120 - 80	33	25	1.3	32	26	(3.4)	36	30	2.5
160 - 40	36	26	1.2	31	26	1.6	30	31	2.4
200 - 0	34	25	1.6	36	31	1.7	34	29	1.9
0 super									
0 super	10	6	0.5	7	6	1.2	8	5	4.3
40 "	19	12	0.8	11	12	1.5	14	12	0.5
80 "	27	19	1.2	20	19	1.9	22	18	1.-
120 "	37	26	2.2	31	27	3.-	31	26	1.7
160 "	41	29	2.6	39	30	3.9	37	37	2.1
200 "	54	41	3.7	49	39	(6.-)	48	43	2.1

TABEL 7

Aardappelen rassenproef. Mantinge (Dr.) Blok B. V. 1960.

	super kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel		dr. st. %	gehalten in droge stof %				
			%	kg/ha		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O
Sientje	0	55130	14.0	7720	20.0	0.19	0.10	2.77	0.19	0.07
	400	79380	15.3	12150	21.4	0.28	0.08	2.46	0.16	0.10
	800	77130	15.4	11800	21.6	0.34	0.08	2.69	0.16	0.06
Prof. Broekema	0	31810	13.5	4290	19.5	0.15	0.09	2.15	0.18	0.06
	400	40690	15	6110	19.5	0.27	0.08	2.71	0.14	0.06
	800	54000	15.3	8370	18.9	0.37	0.10	2.76	0.14	0.09
Patrones	0	66950	14.3	9570	19.7	0.19	0.08	2.76	0.16	0.06
	400	78750	15.6	12290	20.6	0.33	0.08	2.86	0.18	0.04
	800	81750	17	13900	20.5	0.32	0.07	2.34	0.17	0.07
Mentor	0	53560	15.9	—	23	0.22	0.06	3.18	0.23	0.06
	400	73810	17.6	12990	23.1	0.24	0.07	2.75	0.19	0.05
	800	76370	18.7	14280	23	0.46	0.10	2.63	0.13	0.06
Vorán	0	56700	15.2	8620	21.2	0.28	0.08	3.04	0.14	0.06
	400	65400	14.4	9750	21	0.38	0.08	2.92	0.16	0.06
	800	75300	16.6	12500	20.9	0.54	0.08	3.01	0.18	0.08
Ambassadeur	0	51750	17	8800	22.4	0.25	0.08	2.49	0.19	0.06
	400	69130	18.7	12920	(25.4)	0.34	0.08	2.12	0.12	0.10
	800	69750	19.3	13470	21	0.40	0.10	2.05	0.19	0.06
Karna (54-420) Zaailing	0	56690	14.6	8220	19.5	0.21	0.10	2.63	0.25	0.05
	400	59750	15.7	9380	20.4	0.34	0.08	2.54	0.20	0.06
	800	60310	17.2	9770	22.1	0.35	0.08	2.31	0.10	0.06
Dekema	0	46400	15.7	7200	23.2	0.19	0.08	3.14	0.15	0.08
	400	57000	17.4	9920	23	0.62	0.08	2.87	0.15	0.06
	800	57000	19.4	11060	24.8	0.44	0.08	2.59	0.14	0.08

O super = werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.



TABEL 8

Aardappelen rassenproef. Mantinge (Dr.). A IV. 1961.

	super kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel %	zetmeel kg/ha	dr. st. %	gehalten in droge stof (%)			
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO
Atleet	0	35400	16.6	5900	22.3	0.26	0.04	2.42	0.16
	250	35900	17.6	6330	23.9	0.38	0.04	2.28	0.16
	500	39400	17.9	7100	23.7	0.45	0.04	2.19	0.16
	1000	38700	18.4	7130	24.5	0.52	0.04	2.01	0.14
Prof. Broekema	0	29800	13.8	3980	18.2	0.31	0.05	2.93	0.08
	250	42400	14.5	6150	19.2	0.42	0.05	2.84	0.18
	500	49200	15.8	7770	19.1	0.45	0.06	2.60	0.20
	1000	52600	16.7	8800	21.6	0.52	0.06	2.32	0.10
Patrones	0	39700	15.0	5950	19.2	0.24	0.04	2.69	0.16
	250	50100	16.1	8080	19.4	0.43	0.04	2.59	0.14
	500	52300	16.6	8680	19.7	0.47	0.03	2.54	0.14
	1000	53300	16.7	8900	22.1	0.49	0.03	2.51	0.14
Mentor	0	39700	16.2	6430	19.8	0.29	0.04	3.04	0.18
	250	43400	17.2	7430	20.9	0.42	0.04	2.93	0.18
	500	50000	17.9	8950	21.6	0.45	0.04	2.72	0.16
	1000	51400	18.3	9408	23.8	0.48	0.04	2.28	0.16
Vorán	0	33900	16.1	5455	21.8	0.29	0.05	2.63	0.14
	250	43900	17.2	7540	22	0.43	0.05	2.49	0.14
	500	45300	17.6	7980	22.5	0.56	0.04	2.48	0.14
	1000	46200	17.6	8150	23.2	0.59	0.05	2.28	0.14
Ambassadeur	0	34600	17.8	6150	21.5	0.27	0.06	2.48	0.16
	250	35800	18.8	6720	23.1	0.36	0.05	2.36	0.16
	500	37400	19.3	7220	22.4	0.46	0.05	2.25	—
	1000	40200	19.7	7950	25.1	0.46	0.06	2.11	0.16
Dekema	0	36200	16.8	6050	20.6	0.27	0.04	2.73	0.14
	250	40300	17.8	7170	22.2	0.42	0.04	2.60	0.14
	500	47100	18.9	8900	23.3	0.51	0.04	2.42	0.14
	1000	46100	19.3	8900	24.2	0.60	0.04	2.36	0.14

O super = werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.

TABEL 9

Aardappelen rassenproef Mantinge (Dr.). A. II. 1962.

	super	knollen	%	zetmeel	dr. st.	gehalten in droge stof (%)			
	kg/ha	kg/ha		kg/ha	%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	N.
Atleet	0	31640	16.7	5270	22.8	0.26	2.63	0.17	1.45
	250	41200	17.2	7090	23.5	0.27	2.52	0.16	1.34
	500	49900	18.2	9060	23.2	0.32	2.47	0.16	1.38
	1000	49240	18.5	9100	24.1	0.55	2.45	0.18	1.30
Prof. Broekema	0	23220	14.1	3280	19.7	0.32	3.01	0.18	1.66
	250	31160	14.2	4420	20	0.29	2.86	0.17	1.53
	500	39500	15.1	5960	20.8	0.33	2.81	0.17	1.55
	1000	47500	15.8	7540	21.2	0.52	2.54	0.17	1.49
Patrones	0	32280	15.—	4850	21.4	0.26	2.76	0.15	1.55
	250	42600	15.5	6610	21.1	0.27	2.63	0.16	1.45
	500	49440	15.8	7300	21.2	0.31	2.61	0.16	1.41
	1000	47640	16.2	7240	21.4	0.51	2.50	0.18	1.45
Mentor	0	26300	16.2	3990	22.5	0.31	3.17	0.19	1.64
	250	42300	16.5	5550	21.2	0.31	2.59	0.19	1.58
	500	49000	16.9	7800	22.3	0.34	3.01	0.19	1.61
	1000	56640	18.4	10400	24.1	0.49	2.64	0.21	1.39
Vorán	0	26620	16.1	4020	22	0.33	3.10	0.17	1.56
	250	41260	16.2	6260	22.6	0.33	2.87	0.17	1.52
	500	44060	16.8	7000	22.1	0.38	2.82	0.19	1.67
	1000	46580	17	7930	22.9	0.66	2.62	0.17	1.45
Ambassadeur	0	21680	17.3	3750	22.1	0.30	2.76	0.17	1.39
	250	25860	17.3	4130	19.6	0.32	2.71	0.17	1.45
	500	35920	17.7	6350	22.6	0.34	2.53	0.16	1.35
	1000	40300	18.1	7300	22.7	0.57	2.43	0.18	1.31
Goliath	0	23660	(17.4)	—	23	0.29	2.91	0.17	1.65
	250	35880	16.7	5990	23.1	0.26	2.59	0.16	1.51
	500	49740	17.1	8590	23	0.35	2.67	0.19	1.58
	1000	56340	17.2	9670	23.8	0.57	2.53	0.19	1.42
Sientje	0	27680	14.4	3960	20.1	0.31	2.86	0.17	1.55
	250	40200	14.7	5900	19.8	0.29	2.68	0.17	1.51
	500	47320	15.2	7170	21.4	0.35	2.47	0.16	1.43
	1000	57680	15.8	9100	21	0.55	2.44	0.17	1.45

O Super = werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.

TABEL 10

Aardappelenrassenproef Mantinge (Dr.), A. III en A V. 1963.

	super kg/ha	knollen kg/ha	zetmeel		dr. st. %	gehalten in droge stof %			
			%	kg/ha		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	N.
Atleet	0	48000	16.5	7920	22.1	0.46	2.72	0.19	1.45
	250	48000	16.4	7960	21.7	0.47	2.61	0.20	1.51
	500	47400	17.1	8120	23.1	0.49	2.47	0.18	1.48
	1000	53100	17.3	9180	22.3	0.64	2.56	0.18	1.54
Commandeur	0	41800	16.2	6770	21.4	0.41	2.69	0.21	1.55
	250	45000	17	7050	21	0.51	2.59	0.21	1.62
	500	44700	17.5	7830	22.3	0.49	2.57	0.20	1.50
	1000	51100	17.2	8780	21.2	0.69	2.43	0.19	1.57
Mentor	0	50100	16.5	8260	21	0.43	3.07	0.21	1.45
	250	51700	17.4	9000	22.5	0.46	2.70	0.21	1.53
	500	51700	17.9	9250	22.8	0.45	2.57	0.20	1.57
	1000	55100	18.5	10190	23.1	0.65	2.57	0.18	1.46
Voran	0	48900	16.9	8270	22.5	0.54	2.85	0.18	1.46
	250	47400	17.1	8120	23.1	0.57	2.64	0.19	1.48
	500	50800	17.4	8840	24.3	0.49	2.46	0.18	1.41
	1000	54200	18.3	9930	22.6	0.70	2.48	0.18	1.34
Ambassadeur	0	34600	17.8	6160	23.3	0.40	2.65	0.19	1.46
	250	35200	18.5	6520	24.1	0.48	2.40	0.18	1.45
	500	37200	18.5	6890	24	0.46	2.39	0.19	1.54
	1000	40400	18.8	7600	24.3	0.56	2.35	0.18	1.40
Goliath	0	40400	16.1	6510	21.9	0.50	2.78	0.22	1.70
	250	41700	17	7050	22.1	0.51	2.63	0.20	1.79
	500	44400	17.3	7640	22.8	0.54	2.69	0.20	1.61
	1000	53000	17.5	9280	22.3	0.72	2.66	0.21	1.64
Sientje	0	43600	14.3	6240	19.8	0.43	2.78	0.19	1.58
	250	46000	14.9	6850	20.3	0.48	2.58	0.19	1.68
	500	45700	15.2	6950	20.6	0.49	2.59	0.18	1.63
	1000	56800	15.8	8970	20.8	0.62	2.40	0.16	1.47

O super = nawerking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat; de cijfers zijn gemiddelden van 4 parallellen van ieder 12 planten.

TABEL 11  
Aardappelenrassenproof. Mantinge (Dr.), A II. 1962.

	super kg/ha	knollen kg/ha	droge stof %	kg/ha	zetmeel kg/ha	droge stof
Atleet	0	31640	22.8	7210	5270	72.9
	250	41200	23.5	9680	7090	73.3
	500	49900	23.2	11550	9060	78.5
	1000	49240	24.1	11600	9100	78.5
Prof. Broekema	0	23220	19.7	4570	3280	71.8
	250	31160	20	6220	4420	71
	500	39500	20.8	8210	5960	72.5
	1000	47500	21.2	10100	7540	74.5
Patrones	0	32280	21.4	6900	4850	70.3
	250	42600	21.1	9000	6610	73.5
	500	49440	21.2	10450	7300	72.9
	1000	47640	21.4	10200	7240	71
Mentor	0	20300	22.5	5920	3990	67.5
	250	43300	21.2	9170	5550	61
	500	49000	22.3	10930	7800	74.5
	1000	56640	24.1	13650	10400	74.7
Vorán	0	26620	22	5860	4020	68.4
	250	41260	22.6	9320	6260	67.3
	500	44060	22.1	9750	7000	71.3
	1000	46580	22.9	10680	7930	74.3
Amabssadeur	0	21680	22.1	4800	3750	72.2
	250	25860	19.6	5050	4130	82
	500	35920	22.6	8050	6350	78.5
	1000	40300	22.9	9230	7300	78.8
Goliath	0	23660	23	5450	—	—
	250	35880	23.1	8300	5990	72
	500	49740	23	11420	8590	75
	1000	56430	23.8	13800	9670	70.5
Sientje	0	27680	20.1	5670	3960	70
	250	40200	19.8	8000	5900	73.9
	500	47320	21.4	10200	7170	71
	1000	57680	21	12210	9100	74.5

O Super = werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.

TABEL 12

Gehalten en droge stof van stengel en blad van de aardappel in % in 1962.  
Ras Record.

Rooidata 1962	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% CaO	% K <sub>2</sub> O	% MgO	% N.
6 juli	2.32	0.71	5.08	0.44	6.80
17 juli	2.19	0.69	4.96	0.55	6.63
27 juli	1.71	0.62	4.03	0.63	6.16
6 augustus	1.42	0.69	4.29	0.86	5.98
16 augustus	1.04	0.89	4.74	0.82	5.55
27 augustus	0.88	1.03	4.80	0.61	5.02
5 september	0.70	1.26	4.88	0.55	4.25
17 september	0.66	1.62	5.04	0.48	4.09
18 oktober	0.22	2.13	1.93	0.15	0.92

Gehalten en droge stof van de knol van de aardappel in % in 1962.  
Ras Record.

Rooidata 1962	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% CaO	% K <sub>2</sub> O	% MgO	% N.
27 juli	0.82	0.10	3.04	0.14	1.74
6 augustus	0.74	0.10	2.88	0.15	1.45
16 augustus	0.74	0.06	2.69	0.15	1.37
27 augustus	0.68	0.05	2.80	0.17	1.39
5 september	0.67	0.06	2.52	0.18	1.37
17 september	0.65	0.06	2.64	0.17	1.37
27 september	0.66	0.06	2.52	0.18	1.39
8 oktober	0.66	0.05	2.53	0.16	1.35
18 oktober	0.63	0.05	2.54	0.16	1.39

TABEL 13

De invloed van getrapte superfosfaat-bemestingen op de poteropbrengsten bij aardappelen, van de maten 28/45 en 28/50.

super	knollen	maten		aantal knollen per plant
kg/ha	kg/ha	28/45 kg/ha	28/50 kg/ha	
0	20300	14070	17800	9.8
200	22935	14905	19995	9.8
400	24345	17850	22110	10.8
600	24845	18255	23325	10.9
800	27095	18500	24015	11.3

TABEL 14

De invloed van getrapte superfosfaatbemestingen op de aardappelopbrengsten bij de nateelt, bereikt met de poters, der uit tabel 12 genomen trappen.

super trap-opbr.	tabel 12		nateelt opbr. poters	zetmeel nateelt	
kg/ha	kg/ha	relatief	kg/ha	relatief	
0	20300	100	24060	100	15.9
200	22935	112	24195	100	15.9
400	24345	120	24540	102	16.4
600	24845	122	25740	107	16.4
800	27095	133	27250	113	17

O super = bij tabel 12 de werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat en bij tabel 13 de nawerking daarvan op de nateelt met de uit de eerste oogst gewonnen poters.

TABEL 15

Blok D. Sevenum. Suikerbieten Ras Hilleshög St. Poly. 1963.

	Hoog			Laag			Midden		
	Biet kg/ha	% Suiker	kg/ha	Biet kg/ha	% Suiker	kg/ha	Biet kg/ha	% Suiker	kg/ha
0 slak	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 „	28750	17.9	5140	20750	16.9	3500	20750	16.6	3420
80 „	39000	18.5	7210	28000	17.7	4950	32000	17.8	5700
120 „	41250	18	7430	(37750)	18.2	(6850)	39750	17.5	6950
160 „	41000	17.6	7220	32750	17.3	5670	44750	17.6	7880
200 „	41750	17.9	7450	34000	17.4	5930	44250	17.3	7670
slak - super									
0 - 200	36000	15.6	5610	26500	18	4770	26500	16.3	4315
40 - 160	27750	17.9	4960	24750	17	4250	26750	17.4	4650
80 - 120	30500	18	5490	26500	(15.8)	(4188)	33000	17.8	5870
120 - 80	31250	18.3	5720	29000	18.2	5280	28000	17.8	4995
160 - 40	30500	18.3	5560	27000	17.5	4725	27500	16.9	4650
200 - 0	33000	17.3	5710	24700	17.2	4250	22500	16.5	3720
0 super	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 „	35000	18.5	6460	33000	16.8	5510	34700	17.1	5935
80 „	40700	17.9	7270	37500	17.2	6410	40250	17.5	7040
120 „	46750	17.4	8150	40500	16.4	6650	46250	18	8150
160 „	46250	18.4	8510	43000	17.4	7500	46250	17.2	7800
200 „	49000	18.1	8875	46000	17.2	7910	48250	17.2	8320

TABEL 16

Blok D. Sevenum. Suikerbieten Ras Hilleshög St. Poly 1963.  
Opbrengst: wortel en blad + kop en hun verhouding.

	Hoog			Laag			Midden		
	biet kg/ha a	bl+kop kg/ha b	a/b	biet kg/ha a	bl+kop kg/ha b	a/b	biet kg/ha a	bl+kop kg/ha b	a/b
0 slak	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 „	28750	19000	1.52	20750	21000	0.99	20750	21500	0.93
80 „	39000	20500	1.90	28000	21750	1.35	32000	25500	0.96
120 „	41250	22500	1.83	37750	23000	1.63	39750	26500	1.49
160 „	41000	23000	1.78	32750	20000	1.64	44750	30000	1.48
200 „	41750	25500	1.64	34000	21500	1.58	44250	30000	1.47
slak - super									
0 - 200	36000	20500	1.75	26500	22000	1.21	26500	26000	1.02
40 - 160	27750	18500	1.50	24750	21000	1.17 <sup>5</sup>	26750	24000	1.11
80 - 120	30500	19500	1.56	26500	22000	1.21	33000	26500	1.29
120 - 80	31250	19000	1.55	29000	21000	1.38	28000	21500	1.32
160 - 40	30500	20500	1.49	27000	20700	1.30	27500	22750	1.21
200 - 0	30000	22000	1.50	24700	22500	1.09	22500	20750	1.09
0 super	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 „	35000	28000	1.25	33000	30000	1.17	34750	30750	1.13
80 „	40700	28000	1.45	37500	32000	1.18	40250	25050	1.19
120 „	46750	35000	1.34	40500	31500	1.29	46250	39500	1.17
160 „	46250	33000	1.40	43000	30000	1.43	46250	37500	1.23
200 „	49000	34000	1.44	46000	37500	1.67	48000	40000	1.21

TABEL 17

**Blok D. Sevenum. Suikerbieten Ras Hilleleshög St. Poly 1963.**  
**Suikeropbrengst en blad + kopopbrengst en hun verhouding.**

	Hoog			Laag			Midden		
	suiker kg/ha a	bl+kop kg/ha b	a/b	suiker kg/ha a	bl+kop kg/ha b	a/b	suiker kg/ha a	bl+kop kg/ha b	a/b
0 slak	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 "	5140	19000	0.270	3500	21000	0.167	3420	21500	0.159
80 "	7210	20500	0.301	4950	21750	0.238	5700	25500	0.223
120 "	7430	22500	0.330	(6850)	23000	(0.298)	6950	26500	0.263
160 "	7220	23000	0.340	5670	20000	0.284	7880	30000	0.263
200 "	7450	25500	0.290	5930	21500	0.276	7670	30000	0.256
slak - super									
0 - 200	5610	20500	0.267	4770	22000	0.216	4315	26000	0.166
40 - 160	4960	18500	0.268	4250	21000	0.199	4650	24000	0.194
80 - 120	5490	19500	0.284	(4188)	22000	0.191	5870	26500	0.222
120 - 80	5720	19000	0.300	5280	21000	0.251	4995	21500	0.232
160 - 40	5560	20500	0.272	4725	20700	0.228	4650	22750	0.204
200 - 0	5710	22000	0.259	4250	22500	0.188	3720	20750	0.180
0 super	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 "	6460	28000	0.235	5510	30000	0.184	5935	30750	0.193
80 "	7270	28000	0.260	6410	32000	0.200	7040	35050	0.202
120 "	8150	35000	0.2325	6650	31500	0.211	8150	39500	0.206
160 "	8510	33000	0.268	7500	30000	0.250	7800	37500	0.208
200 "	8875	34000	0.261	7910	37500	0.218	8320	40000	0.208

TABEL 18

**Blok D. Sevenum. Suikerbieten Ras Hilleleshög St. Poly. 1963.**  
**Bieten, blad + kop; totaal versch. materiaal.**

	Hoog			Laag			Midden		
	biet kg/ha	blad +kop kg/ha	Totaal kg/ha	biet kg/ha	blad +kop kg/ha	Totaal kg/ha	biet kg/ha	blad +kop kg/ha	Totaal kg/ha
0 slak	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 "	28750	19000	47750	20750	21000	41750	20750	21500	42250
80 "	39000	20500	59500	28000	21750	49750	32000	25500	57500
120 "	41250	22500	63750	37750	23000	60750	39750	26500	67250
160 "	41000	23000	64000	32750	20000	52750	44750	30000	74750
200 "	41750	25500	67250	34000	21500	55500	44250	30000	74250
slak - super									
0 - 200	36000	20500	56500	26500	22000	48500	26500	26000	52500
40 - 160	27750	18500	46250	24750	21000	45750	26750	24000	50750
80 - 120	30500	19500	50000	26500	22000	48500	33000	26500	59500
120 - 80	31250	19000	50250	29000	21000	50000	28000	21500	49500
160 - 40	30500	20500	51000	27000	20700	47700	27500	22750	50250
200 - 0	33000	22000	55000	24700	22500	47200	22500	20750	41250
0 super	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 "	35000	28000	63000	33000	30000	63000	34750	30750	65500
80 "	40700	28000	68700	37500	32000	69500	40250	35050	75300
120 "	46750	35000	81750	40500	31500	71500	46250	39500	85750
160 "	46250	33000	79250	43000	30000	73000	46250	37500	93750
200 "	49000	34000	83000	46000	37500	83500	48250	40000	88250

TABEL 19

**Blok D. Sevenum. Suikerbieten Ras Hilleshög St. Poly. 1963.**  
**Na en K-milli-equivalenten in 100 gr. ruw sap.**

	Hoog in 100 gr ruw sap milli eq.		Laag in 100 gr ruw sap milli eq.		Midden in 100 gr ruw sap milli eq.	
	Na	K	Na	K	Na	K
0 slak	—	—	—	—	—	—
40 "	0.8	5.0	1.3	4.9	2.5	6
80 "	0.7	5.0	1.4	5.2	0.8	5.0
120 "	0.5	5.2	1.1	5.3	0.8	5.2
160 "	0.9	5.2	0.8	5.2	1.3	5.4
200 "	0.9	5.5	1.2	6.2	0.9	5.0
<b>slak - super</b>						
0 - 200	0.9	4.6	1.9	6	1.6	6.0
40 - 160	1.3	5.6	1.4	5.2	1.4	6.0
80 - 120	0.6	5.5	1.6	4.9	1.1	4.8
120 - 80	0.9	5.5	1.9	7.4	1.1	6.7
160 - 40	0.9	6.8	1.1	5.0	1.1	5.2
200 - 0	1	5.5	1	5.5	1.1	4.7
<b>0 super</b>	—	—	—	—	—	—
40 "	1.5	6.0	1.7	5.4	1.9	6.8
80 "	1.0	5.5	2.8	7.0	1.9	6.4
120 "	1.5	5.2	1.7	5.0	1.7	6.2
160 "	0.9	5.4	1.7	5.0	2.5	9.6
200 "	1.1	5.0	2.3	6.0	2.2	6.4

TABEL 20

**Suikerbieten Rassenproef. Sevenum B. VIII. 1963.**

	K.W. Poly biet kg/ha		suiker %		Trirave biet kg/ha		suiker %		Hilleshög St. Poly biet kg/ha		suiker %	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
<b>Kunstmest Serie</b>												
0	35534	17.5	6220	36520	16.7	6100	30610	17.2	5265			
250	40203	17.8	7155	43370	16.6	7200	36845	17.6	6485			
500	43995	18	7920	45650	18.2	8310	42570	18	7663			
1000	43311	18	7970	45650	17.7	8080	44870	18	8077			
<b>Organische Stof - Serie</b>												
0	34750	17.1	5940	40205	16.4	6595	31540	17.5	5520			
250	37875	16.9	6400	43845	17.4	7630	31955	17.9	5720			
500	38970	17	6600	45390	17.7	8035	33823	17.4	5885			
1000	49490	17	8413	49800	17.4	8665	41500	17.3	7180			

O super = werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.



TABEL 21

Suikerbieten Rassenproef Sevenum. B IV. 1964.

super kg/ha	K.W. Poly			Trirave			Hilleshög St. Poly		
	biet kg/ha	suiker %	suiker kg/ha	biet kg/ha	suiker %	suiker kg/ha	biet kg/ha	suiker %	suiker kg/ha
<b>Kunstmest Serie</b>									
0	43359	18.5	8021	41281	18.3	7554	36610	17.4	6370
250	44297	17.7	7840	45742	18.1	8297	44194	18.2	8043
500	44523	18	8014	50030	17.8	8905	50301	18	9054
1000	54233	18.3	9924	51450	16.8	8643	53991	17.2	9286
<b>Organische Stof - Serie</b>									
0	42924	18.7	8026	43117	18	7761	40825	18.5	7552
250	46386	18.3	8488	46440	17.8	8266	46029	17.8	8193
500	47084	18.5	8710	51935	17.9	9296	42347	18.7	7918
1000	55300	18.4	10175	49725	17.6	8751	44049	18.2	8016

O super = werking van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.

TABEL 22

Suikerbieten Rassenproef. Sevenum.  
Milli eq. Na en K in 100 gr. ruw sap. Sevenum. B VIII. 1963.

super kg/ha	K.W. Poly				Trirave				Hilleshög St. Poly			
	kunstmest Na	K	Org. stof Na	K	kunstmest Na	K	Org. Stof Na	K	kunstmest Na	K	Org. Stof Na	K
0	1.72	5.88	1.08	6.32	2.04	6.17	1.29	6.17	2.48	6.01	0.99	4.28
250	1.52	5.81	1.08	6.32	1.56	5.41	1.55	5.05	2.02	5.16	0.99	5.79
500	1.45	5.65	1.18	6.84	1.20	5.85	0.99	6.78	1.42	5.76	0.99	6.42
1000	1.20	5.62	1.04	6.32	1.16	5.88	0.99	6.17	1.61	5.97	1.58	6.72

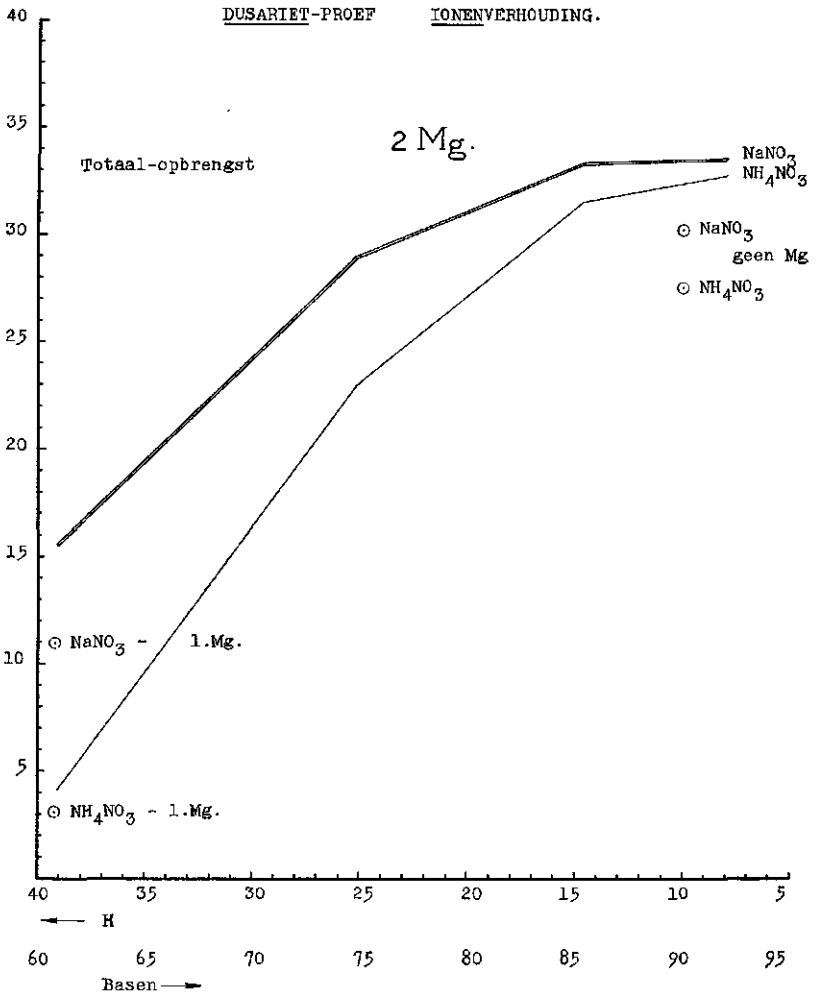
TABEL 23

Suikerbietenproef Rassenproef. Sevenum.  
Milli eq. Na en K in 100 gr. ruw sap. Sevenum. B VI. 1964.

super kg/ha	K.W. Poly				Trirave				Hilleshög St. Poly			
	kunstmest Na	K	Org. stof Na	K	kunstmest Na	K	Org. Stof Na	K	kunstmest Na	K	Org. Stof Na	K
0	1.1	4.6	1.5	4.5	1.4	4.3	1.4	6	2.1	5.0	1.4	4.1
250	1.7	4.1	1.1	4.5	1.3	3.6	1.4	3.9	1.6	3.5	2	3.1
500	1	4	1.8	2.5	1.5	3.6	1.6	3.5	2.5	3.6	1.6	3.4
1000	1.1	4.5	1.4	3.5	1.4	5.9	1.6	4	2.3	4.0	2.1	3.2

Voor tabel 21 en 22 gelden, dat O super de werking betekent van 2000 kg/ha gemalen ruw fosfaat.

Grafiek 1. Dusarietproef (zie tekst). Complex-bezetting. 5% K, 5% Na, 2 Mg. De basen: H verhouding wisselend door de toevoeging van Ca in de vorm van  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  van het zure complex met 40% H. Invloed der  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  en der  $\text{NaNO}_3$  bemesting op de haver productie. De fosfaatbemesting door inmenging van  $\text{CaHPO}_4$  nl. 534 mgl per 2 kg zuiver kwarts. Voorbeeld uit proefserie met 60 gr Dusariet in 2 kg kwarts en diverse wisselingen in de K-, Na- en Mg-bezettingen.

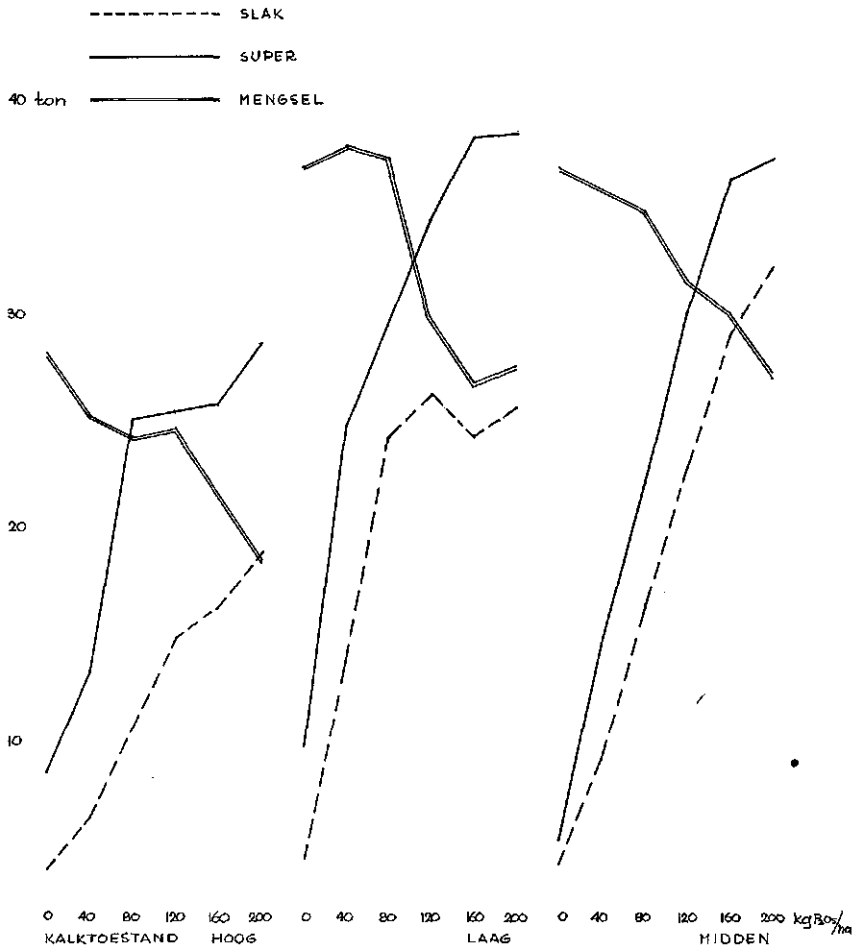


Grafiek 2. zie tekst.

## SEVENUM BLOK D

AARDAPPELEN RAS „DORÉ“ 1957

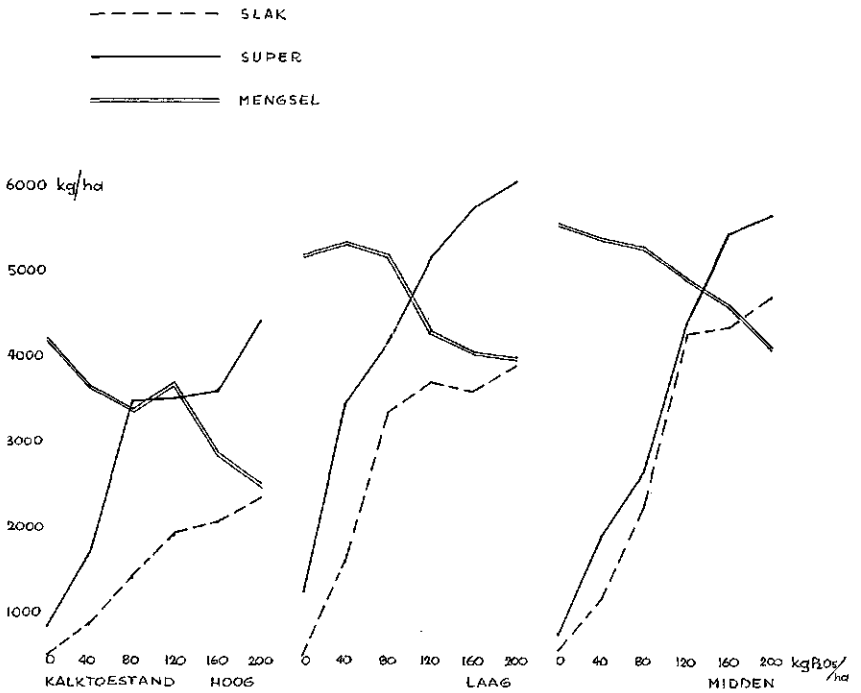
OPBRENGST ton/ha



Grafiek 3. zie tekst.

### SEVENUM BLOK D

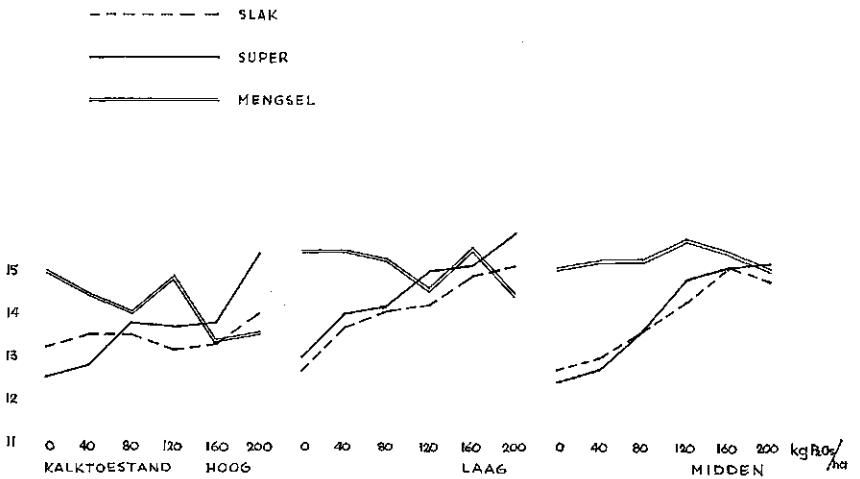
AARDAPPELEN RAS „DORÉ” 1957  
ZETMEELOPBRENGST kg/ha



### SEVENUM BLOK D

AARDAPPELEN RAS „DORÉ” 1957  
ZETMEEL GEHALTE %

Grafiek 4. zie tekst.

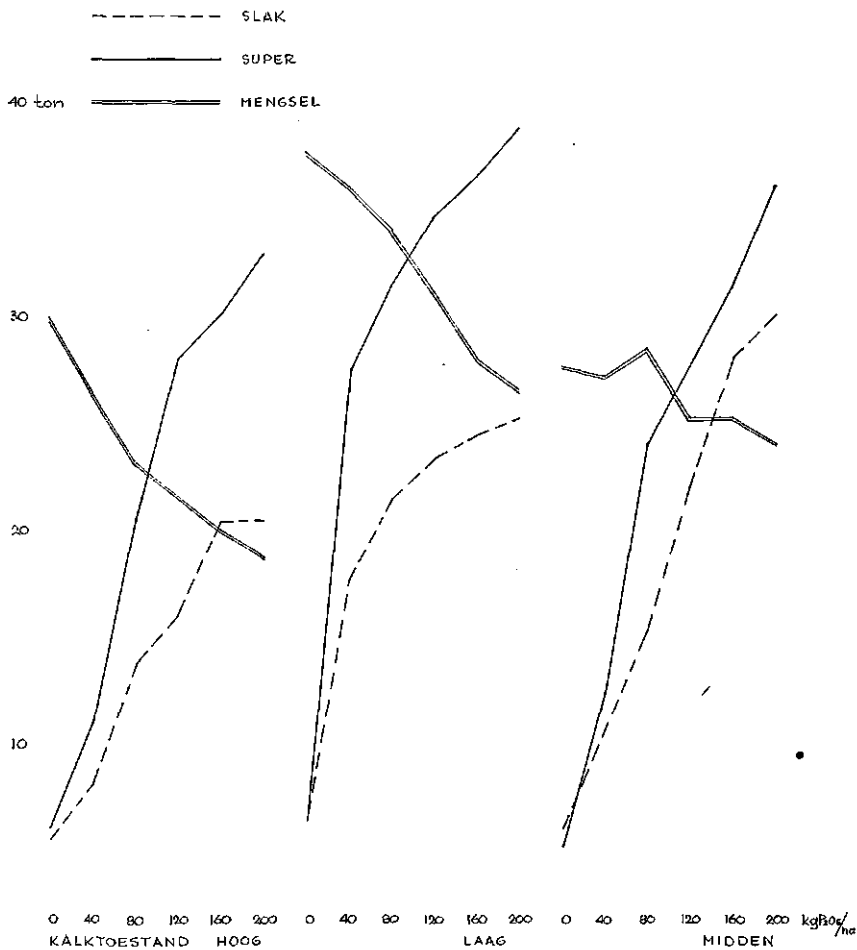


Grafiek 5. zie tekst.

## SEVENUM BLOK D

AARDAPPELEN RAS „EERSTELING“ 1958

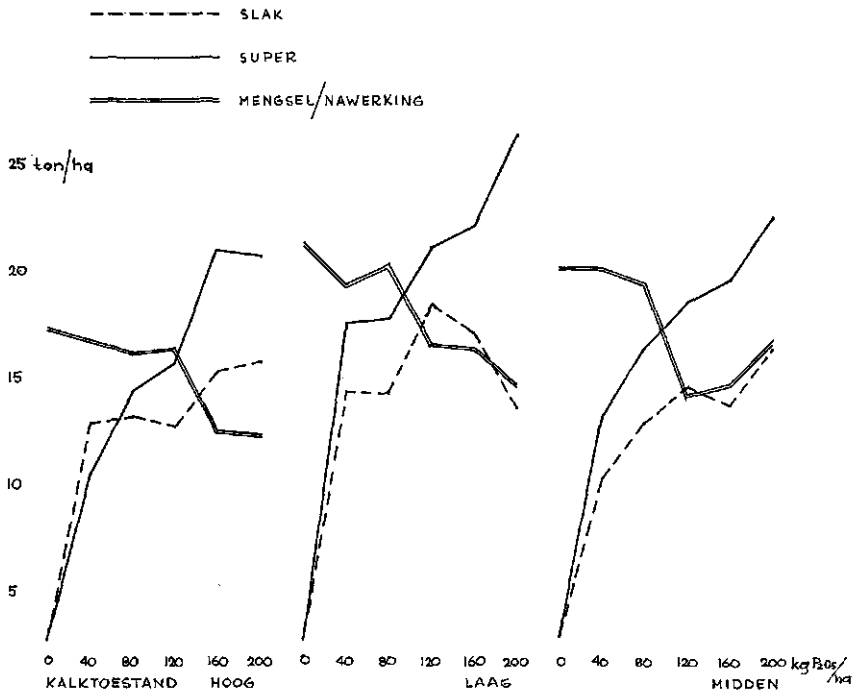
OPBRENGST ton/ha



Grafiek 6. zie tekst.

## SEVENUM BLOK D

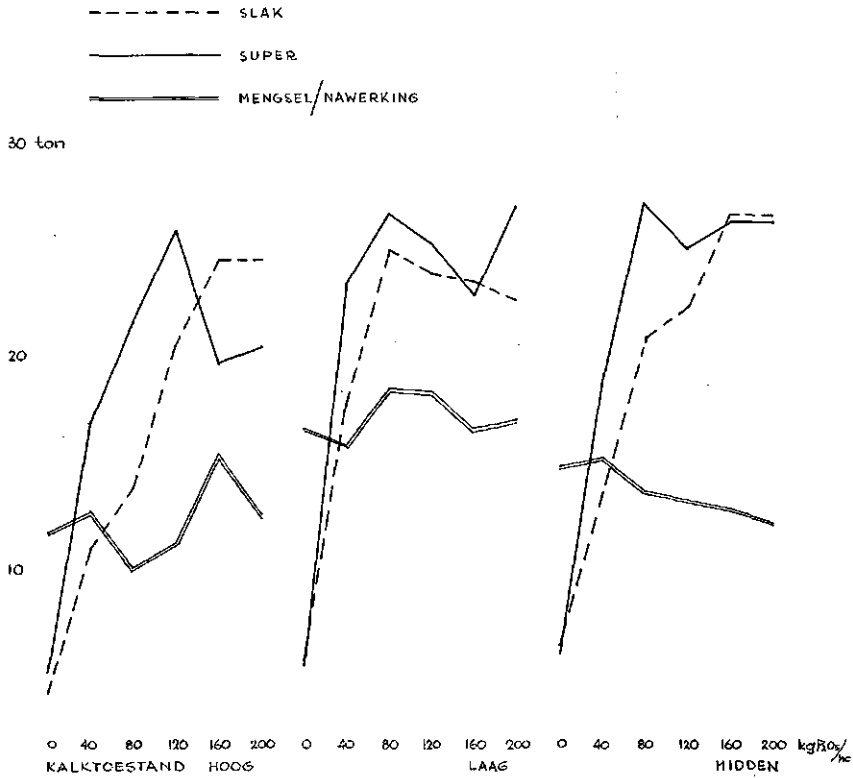
STOPPELAARDAPPEL 1958  
OPBRENGST ton/ha



Grafiek 7. zie tekst.

## SEVENUM BLOK D

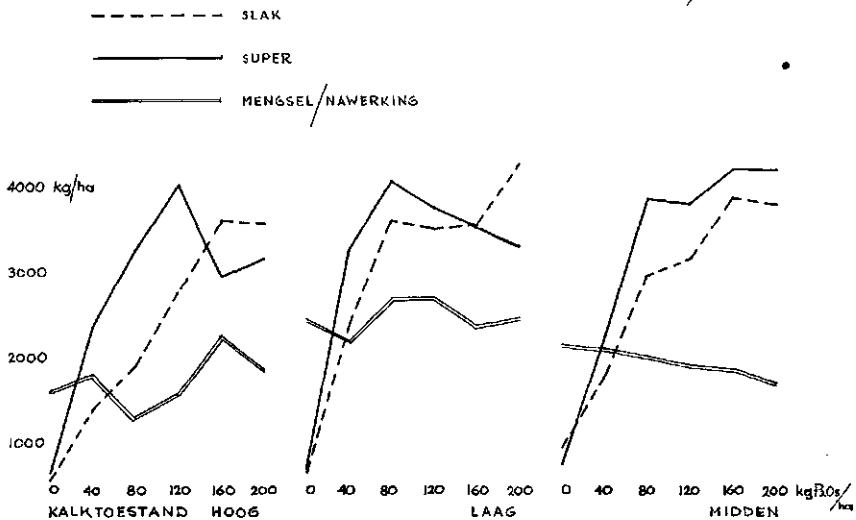
AARDAPPELEN RAS „EERSTELING“ 1961  
OPBRENGST ton/ha



## SEVENUM BLOK D

Grafiek 8. zie tekst.

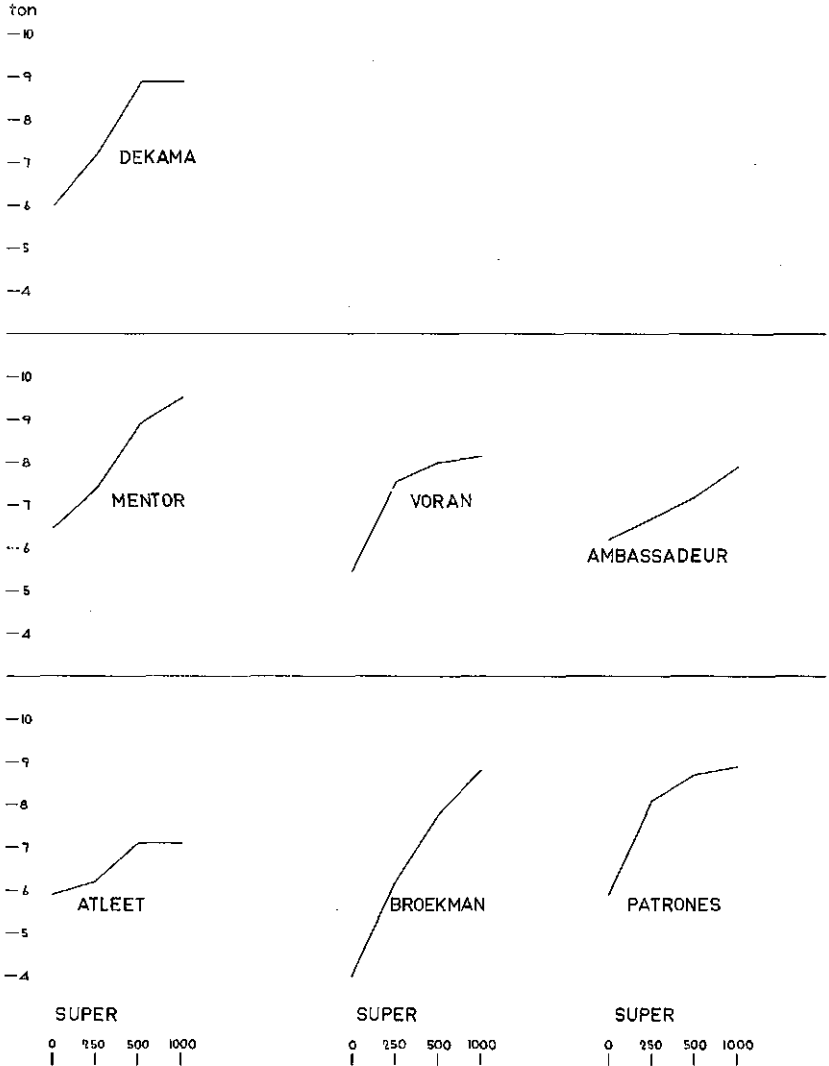
AARDAPPELEN RAS „EERSTELING“ 1961  
ZETMEELOPBRENGST kg/ha



Grafiek 9. zie tekst.

## MANTINGE BLOK A IV 1961

ZETMEEL OPBRENGST RASSENPROEF

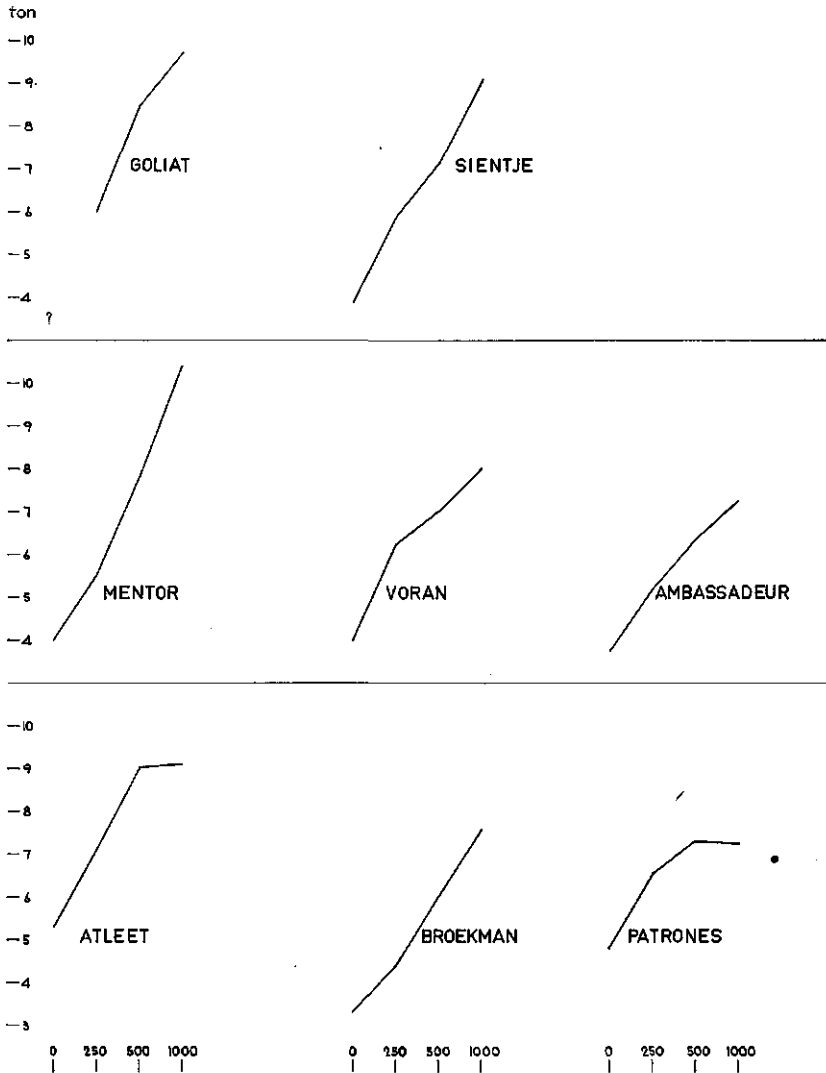




Grafiek 10. zie tekst.

## MANTINGE BLOK A II 1962

ZETMEEL OPBRENGST RASSENPROEF



Grafiek 11. zie tekst.

## MANTINGE BLOKKEN AIII en AIV 1963

ZETMEEL OPBRENGST RASSENPROEF

GEMIDDELDE UIT 4 PARALLELEN

ton

-10

-9

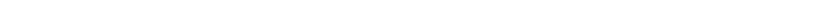
-8

-7

-6

-5

-4



-10

-9

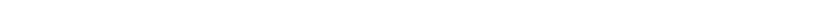
-8

-7

-6

-5

-4



-10

-9

-8

-7

-6

-5

-4

0 250 500 1000

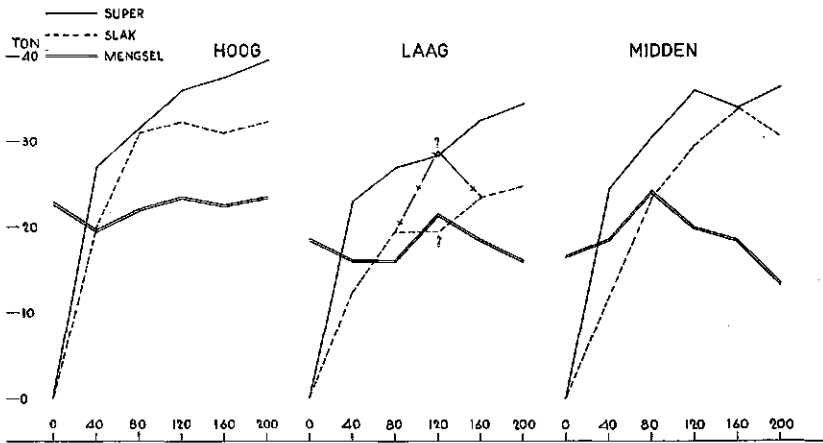
0 250 500 1000

0 250 500 1000

Grafiek 12. zie tekst.

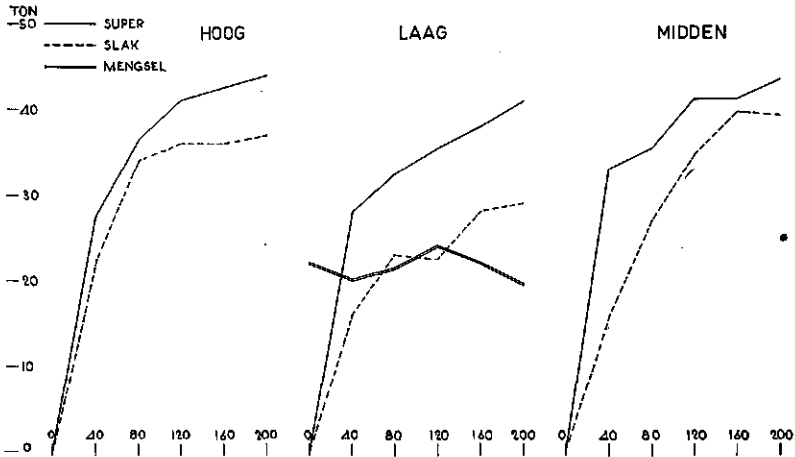
1963 BLOK D SEVENUM SUIKERBIETEN HILLESHÖG.ST.POLY

SUIKER OPBRENGST  $\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$



1963 BLOK D SEVENUM SUIKERBIETEN HILLESHÖG. ST.POLY

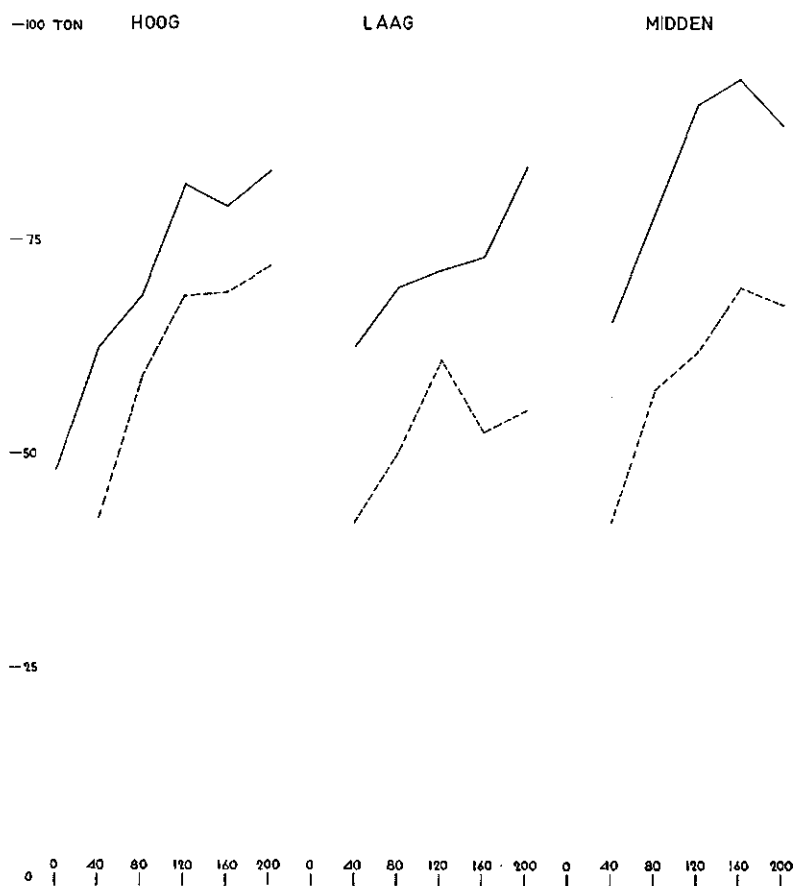
WORTEL OPBRENGST  $\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$



Grafiek 13. zie tekst.

### 1963 BLOK D SEVENUM SUIKERBIETEN HILLESHÖG ST. POLY

OPBRENGST BIET, BLAD EN KOP IN  $\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$ .



Grafiek 14. zie tekst.

### SEVENUM KUNSTMESTSERIE 3 RASSEN B VIII 1963

SUIKER OPBRENGST  $\text{kg}/\text{ha}$

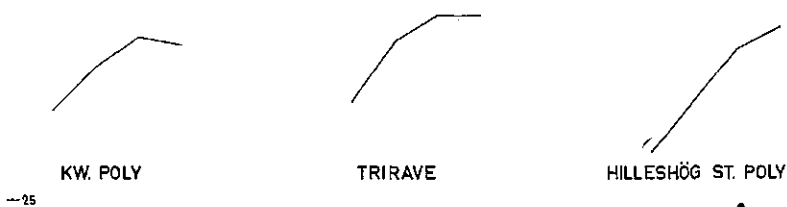
TON  
—10



### SEVENUM KUNSTMESTSERIE 3 RASSEN B VIII 1963

WORTEL OPBRENGST  $\text{kg}/\text{ha}$

TON  
—50



0    250    500    1000

0    250    500    1000

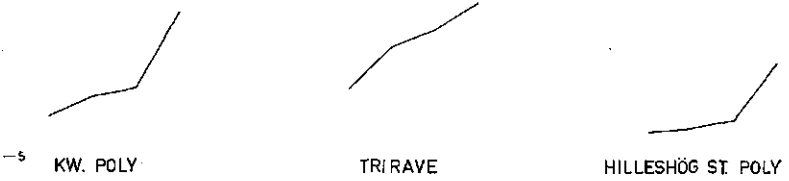
0    250    500    1000

Grafiek 15. zie tekst.

### SEVENUM ORGANISHESTOFSERIE 3 RASSEN BVIII 1963

SUIKER OPBRENGST  $\text{kg}/\text{ha}$

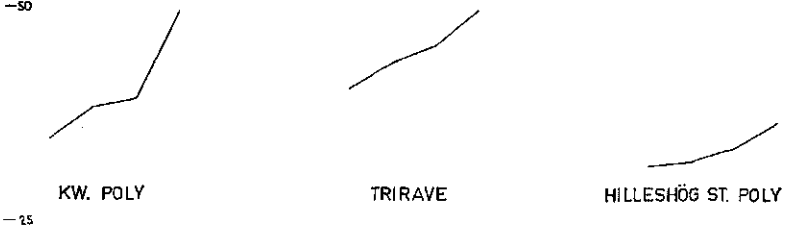
TON  
—10



### SEVENUM ORGANISHESTOFSERIE 3 RASSEN BVIII 1963

WORTEL OPBRENGST  $\text{kg}/\text{ha}$

TON  
—50



0 250 500 1000

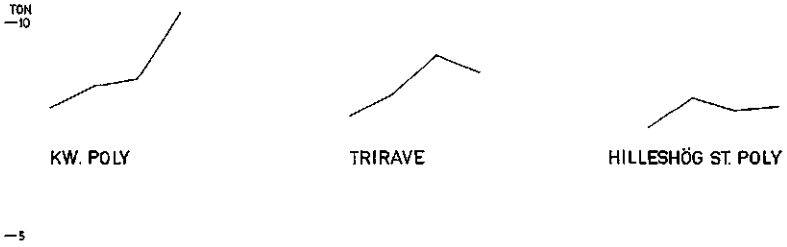
0 250 500 1000

0 250 500 1000

Grafiek 16. zie tekst.

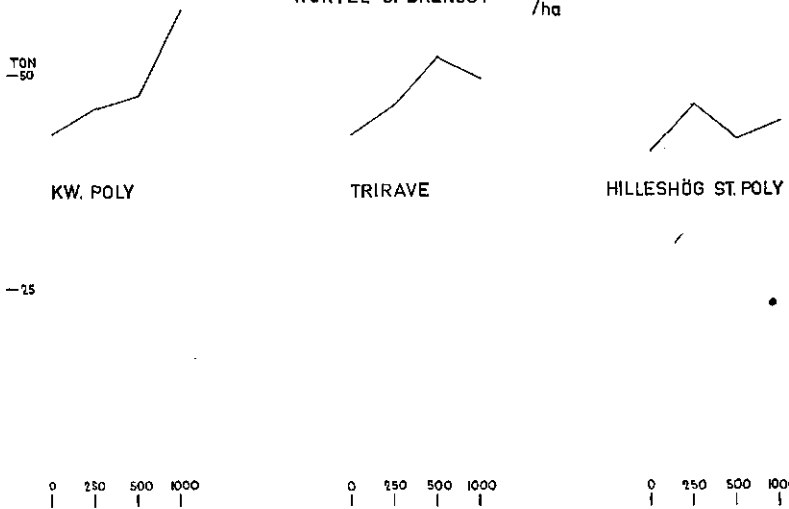
### SEVENUM ORGANISCHESTOFSERIE 3 RASSEN BVI 1964

SUIKER OPBRENGST  $\text{kg/ha}$



### SEVENUM ORGANISCHESTOFSERIE 3 RASSEN BVI 1964

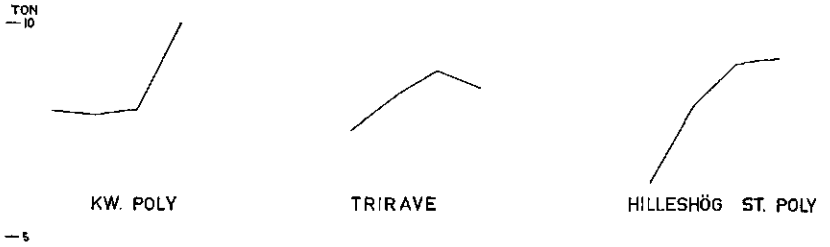
WORTEL OPBRENGST  $\text{kg/ha}$



Grafiek 17. zie tekst.

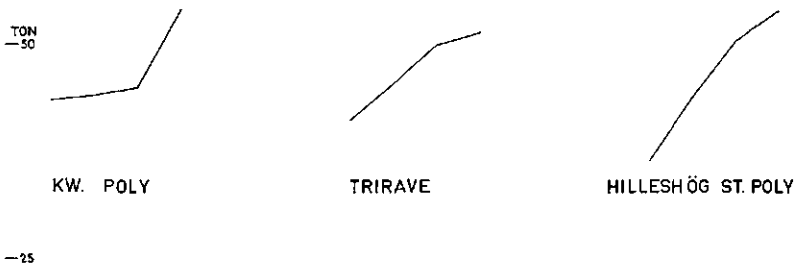
### SEVENUM KUNSTMESTSERIE 3 RASSEN BVI 1964

SUIKER OPBRENGST  $\text{kg/ha}$



### SEVENUM KUNSTMESTSERIE 3 RASSEN BVI 1964

WORTEL OPBRENGST  $\text{kg/ha}$



0 250 500 1000

0 250 500 1000

0 250 500 1000



