

# Structuurregelaars

door Dr P. K. PEERLKAMI

(Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen)

## *Inleiding.*

Op 30 December 1951 verscheen in de New York Times onder de kop „Synthetic Restores Soil Productivity in Hours Instead of Usual Years. Soil Made Fertile by New Chemicals” (Kunststof herstelt het productie-vermogen van de bodem in uren, inplaats van — zoals gewoonlijk — in jaren. Bodem vruchtbaar gemaakt door nieuwe chemische stoffen) het verslag van een de vorige dag te Philadelphia gehouden vergadering van het Amerikaanse Genootschap ter Bevordering van de Wetenschap, waar het vraagstuk der verbetering van de bodemstructuur besproken was. Tijdens deze vergadering werd de mededeling gedaan dat het de onderzoekers van de Monsanto Chemical Company na drie jaren experimenteren gelukt was een „soil conditioner” (structuurregelaar) te ontwikkelen, waarvan de resultaten het effect van alle tot dusver bekende methoden om de bodemstructuur te verbeteren verre overtroffen. Bliksemsnel verspreidde zich het nieuws der ontdekking van het „Krilium”, zoals deze structuurregelaar werd genoemd, over de wereld. Ook in ons land werd in begin 1952 door de pers, al naar de aard van krant of periodiek op meer of minder deskundige en nuchtere wijze, ruimschoots aandacht geschonken aan de nieuwe structuurregelaars. In de Verenigde Staten ontstond intussen een wedloop tussen een groot aantal chemische industrieën in het aan de markt brengen van nieuwe merken structuurregelaars, zodat er daar eind 1952 al ongeveer 45 verschillende producten in de handel waren. Blijkbaar meer gedreven door onderlinge naijver, dan door een duidelijk inzicht in de praktische toepassingsmogelijkheden van hun producten, werden door de fabrikanten enorme reclame-campagnes op touw gezet, die dikwijls bij het publiek onverantwoord hoge verwachtingen deden ontstaan. Gelukkig werd dit ingezien door verschillende officiële Amerikaanse instanties, die in een aantal waarschuwende nota's poogden om de zaak tot haar normale proporties terug te brengen.

Nu de eerste opwinding rond de nieuwe structuurregelaars geluwd is, hebben in ons land handel, industrie en onderzoek elkaar ook op

het terrein der verbetering van de bodemstructuur gevonden, om gezamenlijk te trachten de Nederlandse landbouw technisch en economisch bruikbare structuurregelaars ter beschikking te stellen ter opvoering van de productiviteit.

Waarin schuilen de mogelijkheden om deze productiviteit met behulp van structuurregelaars op te voeren? Wat zijn dit voor producten en hoe worden ze gebruikt? Wat is er mee te bereiken en wat zijn op het ogenblik de perspectieven voor toepassing in ons land?

In het volgende zullen we trachten, aan de hand van de ons thans ten dienste staande gegevens, een — uiteraard beknopt — antwoord op deze vragen te geven.

### *Structuurgebreken en hun bestrijding.*

Sprekende over de bodemstructuur, is het goed eerst nog wat nauwkeuriger aan te geven, wat we hieronder verstaan. Zoals bekend is, bestaat droge grond uit een grote verscheidenheid van vaste deeltjes, verschillend zowel naar afmetingen en vorm als naar de aard van de stof. In de natuur liggen deze deeltjes opgestapeld tot een bouwwerk, dat we *bodem* noemen. De aard van dit bouwsel duiden we heel algemeen aan met de naam *bodemstructuur*. Maar evenals we bij het beoordelen van een menselijk bouwwerk (een huis bv.) onderscheid maken tussen de indeling en de soliditeit, onderscheiden we bij de bodemstructuur de rangschikking der gronddeeltjes op een bepaald ogenblik, de zgn. *actuele structuur*, en de weerstand, die het bouwsel biedt tegen veranderingen door toedoen van klimaat en mens, de *bestendigheid van de structuur*.

Vergelijkingen gaan echter meestal mank en zo is er — noodzakelijkerwijs — een groot verschil in bestendigheid tussen een huis en een actuele bodemstructuur. Het eerste wordt doorgaans zo stevig gebouwd, dat het jaren lang de tand des tijds kan weerstaan. Bij de structuur is dit, al zouden we er toe in staat zijn het te realiseren, geenszins gewenst. De bodem is immers het milieu, waarin de ondergrondse delen van de plant gedijen en waarin de macro-bodemfauna (bv. mollen, wormen, insecten) leeft. De groeiende plant (denk bv. eens aan een aardappel of een biet) moet heel wat grond kunnen „verzetten” en hetzelfde geldt voor de grotere dieren in de bodem. De gevolgen van te grote mechanische weerstanden in de bodem, in de vorm van verdichte lagen of harde kluiten, ten aanzien van de wortelgroei der landbouwgewassen en de vorm van hakvruchten zijn genoegzaam bekend. Dit maakt, dat we in de bodem te doen hebben met een betrekkelijk subtiel krachtenevenwicht: de krachten, die de bodembouwstenen samenbinden moeten zo groot zijn, dat klimaat en

mens niet al te gauw een éénmaal gemaakte actuele structuur vernielen, maar aan de andere kant weer zo zwak, dat de ondergrondse plantendelen ongestoord kunnen groeien. Op de wijze, waarop de natuur dit vraagstuk van de structuurbestendigheid opgelost heeft, komen we nader terug. Eerst kunnen we ons nog afvragen welke eisen gesteld moeten worden aan de actuele structuur.

Ook hierbij hebben we te maken met enigszins tegenstrijdige voorwaarden. De actuele structuur moet voldoende „open” zijn om een goede aanvoer van zuurstof in en afvoer van koolzuur uit de bodem, o.a. ten behoeve van wortels en bacteriën, te verzekeren en om overtollig water snel genoeg te kunnen afvoeren, maar moet anderzijds voldoende „dicht” zijn om genoeg reservewater voor het gewas te kunnen vasthouden.

Moeder Natuur geeft voor deze structuurvraagstukken een elegante oplossing: groepen gronddeeltjes worden door sterkere bindingen tot tamelijk stevige en compacte eenheden (aggregaten) verenigd, terwijl deze door kleinere bindingskrachten tot een luchtiger bouwsel worden samengehouden. De fijne poriën *in* de aggregaten kunnen tijdelijk het regenwater voor de plant vasthouden (spons-werking van de bodem), door de grotere ruimten *tussen* de aggregaten zakt overtollig water weg en vindt de uitwisseling van zuurstof en koolzuur plaats. Uiteraard is dit maar een schematisch beeld. In werkelijkheid vindt de opbouw van een groter aggregaat meestal trapsgewijs plaats: sterke bindingen verenigen de gronddeeltjes tot kleine aggregaatjes, wat zwakkere krachten houden enkele van deze aggregaatjes samen tot een groter aggregaat enz.

Nu zijn de meeste van onze gronden door een geschikte grondbe-werking onder gunstige vochtcondities, bij zwaardere gronden zo nodig met de steun van natuurlijke middelen als „doorvriezen” en „krimpscheuren”, wel in een tamelijk gunstige actuele structuur te brengen. De grote moeilijkheid is echter, dat deze over het algemeen zo weinig bestendig is.

Bij de afbraak van een goede actuele structuur kunnen we ruwweg twee processen onderscheiden:

- a. een uiteenvallen van de aggregaten in de elementaire gronddeeltjes,
- b. een stevig samenkleven der aggregaten tot grote kluiten.

Het eerste treedt hoofdzakelijk op bij de lichtere gronden (zand- en dalgronden, zavels, lichte kleigronden), het laatste bij zware gron-

den. Soms hebben we ook te maken met een combinatie van beide effecten. De verkrijging van een betere structuurbestendigheid zal in het eerste geval gezocht moeten worden in een sterkere binding tussen de gronddeeltjes *in* de aggregaten, in het tweede geval in relatief lossere bindingen *tussen* de aggregaten onderling. In beide gevallen komt dit er op neer, dat getracht moet worden de verhouding van de sterkten der bindingskrachten *in* en *tussen* de aggregaten te vergroten.

Dat dit bij bekende methoden ter verbetering van de bodemstructuur inderdaad plaats vindt, is bij onderzoeken aan het Landbouwproefstation en Bodenkundig Instituut T.N.O. te Groningen de laatste tijd duidelijk gebleken. Zo berust de welbekende structuurverbetering door bekalking op vele zwaardere gronden op een verzwakking der zwakkere bindingen *tussen* de aggregaten, gepaard gaande met een versteving der sterkere bindingen *in* die aggregaten. Ook het meest universele middel ter structuurverbetering, toediening van geschikt organisch materiaal aan de bodem, heeft een soortgelijk effect. Op lichtere gronden worden daarbij de gronddeeltjes in de aggregaten sterker samengehouden, bij zwaardere gronden speelt dikwijls een verzwakking van de bindingskrachten tussen de aggregaten een belangrijke rol, hoewel deze vaak weer gepaard gaat met een versteving der aggregaten zelf.

Op het mechanisme daarvan kunnen we hier niet verder ingaan. Alleen moet vermeld worden, dat tot omstreeks 1940 de structuurverbeterende werking van organische stof hoofdzakelijk werd toegeschreven aan de aanwezigheid of het ontstaan van zgn. „stabiële humus”. Aan pogingen om een dergelijke stof buiten de bodem uit natuurlijk organisch materiaal (bv. turf) te bereiden heeft het in het verleden, vooral in Duitsland, niet ontbroken. In ons land is het desbetreffende werk van HUDIG en SIEWERTSZ VAN REESEMA welbekend. Tot dusver zijn de resultaten echter niet zodanig geweest, dat een stabiële humus met succes als structuurregelaar aan de markt gebracht kon worden.

Na 1940 slaagden Amerikaanse en Engelse onderzoekers er in om aan te tonen, dat de dikwijls grote, doch zeer tijdelijke structuurverbetering, die de bodem ondergaat na het inbrengen van tamelijk vers organisch materiaal, toegeschreven moet worden aan de werking van bepaalde stoffen (zekere polysacchariden en -uroniden), die tijdens de microbiologische omzetting van de organische stof ontstaan. Deze stoffen zijn echter niet bestand tegen microbiologische aantasting, zodat voor het handhaven van een zeker structuurniveau langs deze

weg een *gevegelde* voorziening van de bodem met organische stof noodzakelijk is, iets, waaraan de Natuur door middel van de wortelproductie belangrijk medewerkt. Schattingen wijzen echter uit, dat we in ons land niet over voldoende organisch afvalmateriaal beschikken om op deze wijze onze bodemstructuur op een voldoende hoog peil te brengen en te handhaven.

Het is duidelijk, dat het voor de oplossing van het structuurvraagstuk een belangrijke stap vooruit zou betekenen, indien men stoffen zou kunnen maken met dezelfde gunstige eigenschappen t.a.v. de bodemstructuur als die, welke bij de omzetting van organisch materiaal in de bodem ontstaan, doch die niet aantastbaar zijn door bodembacteriën, -schimmels e.d., terwijl ze uiteraard ook niet gemakkelijk door het afzakkende regenwater uitgespoeld moeten worden.

Uitgaande van deze gedachte is het de laatste jaren, in het bijzonder door het werk van Amerikaanse chemici, gelukt synthetische structuurregelaars te maken, die grotendeels aan de gestelde eisen voldoen.

#### *Structuurregelaars en hun gebruik.*

Op het ogenblik zijn reeds een groot aantal merken structuurregelaars in de handel. De meeste zijn Amerikaans (b.v. Krilium, Bondite, Aerotil, Aerisol, Agrilon, Fluffium, Loamium, Poly-Ack, Terrakem, Terrasol), doch er zijn er ook van andere nationaliteit, zoals Loxar (Canadees), Aglusol (Belgisch) en Rohagit (Duits). Voor zover bekend, behoren ze alle tot de grote groep der kunststoffen (plastics). De meeste komen in poedervorm aan de markt, doch er zijn er ook, die als (op te lossen) vlokken of in waterige oplossing verkocht worden.\*)

Bij het vergelijken van benodigde hoeveelheden en in het bijzonder van prijzen dient men er om te denken, dat vele structuurregelaars in verdunde vorm in de handel zijn. De doorgaans voor uitstrooien bestemde poedervormige producten zijn meestal versneden (vermengd) met een inactieve vulstof, die vaak  $\frac{3}{4}$  van het geheel uitmaakt. Ook de voor sproeien of verspuiten bestemde soorten worden meestal in verdunde vorm verkocht. Men doet daarom goed om steeds te rekenen met hoeveelheden actieve stof.

---

\*) Op het mechanisme van de werking der synthetische structuurregelaars kunnen we hier niet nader ingaan. De geïnteresseerde zij verwezen naar het Juni-nummer van Soil Science 1952 en naar PEERLKAMP, P.K., DE GROOT, A. J. en KUIPERS, H. *Bodemstructuur en Structuurregelaars*, T.N.O.-Nieuws (ter perse, verschijnt begin 1954).

De daarvan vereiste hoeveelheden (volgens opgave van de fabrikanten) liggen in het algemeen tussen 0,02 en 0,10 gewichtsprocenten van de droge grond, hetgeen bij een volledige behandeling van een 15 cm dikke bouwvoor neerkomt op 0,4 à 2 ton actief materiaal per ha of op 1,6 à 8 ton/ha van een 25 %-handelsproduct. Is onder bepaalde omstandigheden slechts een zeer oppervlakkige behandeling nodig (bv. bescherming van het oppervlak tegen verslemping of erosie, totdat een ingezaaid gewas voldoende is aangeslagen) of wil men de thans nog hoge investeringskosten van een volledig behandelde bouwvoor over een langere periode uitsmeren door een soortgelijke werkwijze toe te passen als bij rijenbemesting, dan zijn uiteraard per keer aanmerkelijk geringere hoeveelheden (bv.  $\frac{1}{10}$ ) nodig.

Een tweede punt, dat de adspirant-gebruiker zich dient te realiseren, is, dat de tot dusver beschikbaar gekomen synthetische structuurregelaars slechts werken op gronden, die een voldoende hoeveelheid slib bevatten. Een zuivere zandgrond reageert niet, een leemhoudende zandgrond kan daarentegen wel een betere aggregatie krijgen door gebruik van een structuurregelaar. Voor toepassing moeten we echter speciaal aan onze zavel- en kleigronden denken. Overmaat aan kalk in de bodem kan het effect verminderen, daar verschillende structuurregelaars dan gedeeltelijk in inactieve verbindingen overgaan.

In de derde plaats hangt het succes van het gebruik van een structuurregelaar voor een belangrijk deel af van een goede vermenging met de grond. Deze moet bij gebruik van een poedervormig product tamelijk droog zijn, aangezien de meeste structuurregelaars gemakkelijk water aantrekken en dan samenklonteren, wat een goede verdeling belemmert, terwijl bij verschillende typen plaatselijk te hoge concentratie's (boven ongeveer 0,5 % aan actieve stof) tot verslemping van de bodem en ophoping van ongewenste slijmige massa's aanleiding kunnen geven. Voor een goede vermenging van structuurregelaar en grond is een afwisseling van wel en niet kerende grondbewerkingen noodzakelijk gebleken. Een dikkere laag (bv. 15 of 20 cm bouwvoor) kan het best in twee gedeelten behandeld worden: eerst de bovenste helft en na keren van de gehele bouwvoor de rest. Verder zal men goed doen een dichte bodem vooraf in een zodanige toestand te brengen, dat een vermenging met de structuurregelaar zo gemakkelijk mogelijk kan plaats vinden, d.w.z. in een zo goed mogelijke actuele structuur. Na deze vermenging kan de grond bevochtigd worden. De structuurregelaar verstevigt dan zeer snel de aggregaten.

Moet alleen het bodemoppervlak behandeld worden, dan biedt het

versproeien van een opgeloste structuurregelaar soms praktische voordelen.

*Involed van structuurregelaars op bodem en gewas.*

Direct na de bekendmaking der ontdekking van het Krilium werden in het begin van 1952 aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen pogingen in het werk gesteld om een kleine hoeveelheid van dit product te verkrijgen voor het nemen van proeven, om zo spoedig mogelijk landbouw en industrie inlichtingen te kunnen verschaffen omtrent de landbouwkundige betekenis van deze structuurregelaar en om tevens in dezen advies te kunnen geven in verband met de uitvoering van het zgn. Meststoffenbesluit. In het voorjaar van 1952 konden de eerste proefjes genomen worden, welke in verband met de kleine beschikbare hoeveelheden tot laboratorium-onderzoek over de reactie van de grond op het toedienen van Krilium beperkt moesten blijven. Later kwamen grotere hoeveelheden ter beschikking, zodat ook pot-, vak- en veldproeven met een gewas genomen konden worden, terwijl steeds meer producten in het onderzoek werden betrokken. We hebben thans in onderzoek of in onderzoek gehad:

1. *Krilium* (Monsanto Chemical Company). Twee verschillende soorten: Krilium 9 en Krilium 6, het eerste als 100 % poeder, het laatste als 100 % poeder en als 25 % versneden product, dat in poedervorm onder de naam „Krilium Merloam formulation” in de handel is.
2. *Aerotil* (American Cyanamid Company) als droog poeder (40 %) en in vlokvorm (83 %) ter oplossing in water.
3. *Agrilon* (American Polymer Corporation), typen P (25 %-poeder) en NA (15 %-oplossing).
4. *CMC* (Hercules Powder Company), type „120-high” (100 %-poeder).
5. *Aglusol* (Union Chimique Belge), type S (S.R.S. 107/52), een 24 %-poeder.
6. *Rohagit* (Röhlm und Haas), type S 7366 (100 %-poeder).

Verder nog een paar Nederlandse proto-typen, terwijl daarnaast de „stabiële humus”-producten X<sub>1</sub> en Actumus worden onderzocht.

Van de producten 1 t.e.m. 6 konden tot dusver alleen de eerste twee in proeven met een gewas worden betrokken. We zullen ons in

het onderstaande dan ook beperken tot de bespreking van enkele der met Krilium Merloam, Aerotil (droog poeder) en Aerotil (oplosbare vlokken) verkregen resultaten, waarbij we in het bijzonder aandacht zullen schenken aan een desbetreffende veldproef met zomergerst.\*)

Hoewel er tussen verschillende gronden nog tamelijk grote verschillen bestaan in de mate, waarin zij op toediening van een zekere hoeveelheid Krilium of Aerotil reageren, kan algemeen gezegd worden, dat de reactie van de bodem veel sneller en groter is dan bij toepassing van de bekende middelen als stalmest, groenmest, compost, kalk, de tot dusver ontwikkelde soorten „stabiele humus” e.d. Dit wordt geïllustreerd door de afbeeldingen 1 en 2, die betrekking hebben op een in 1953 genomen proef met suikerbieten op vakken zavel- en kleigrond bij het hoofdgebouw van het Landbouwproefstation. De bodem op de behandelde veldjes vertoont een betere aggregatie, wat vooral na enige tijd (afb. 2) duidelijk tot uiting kwam.

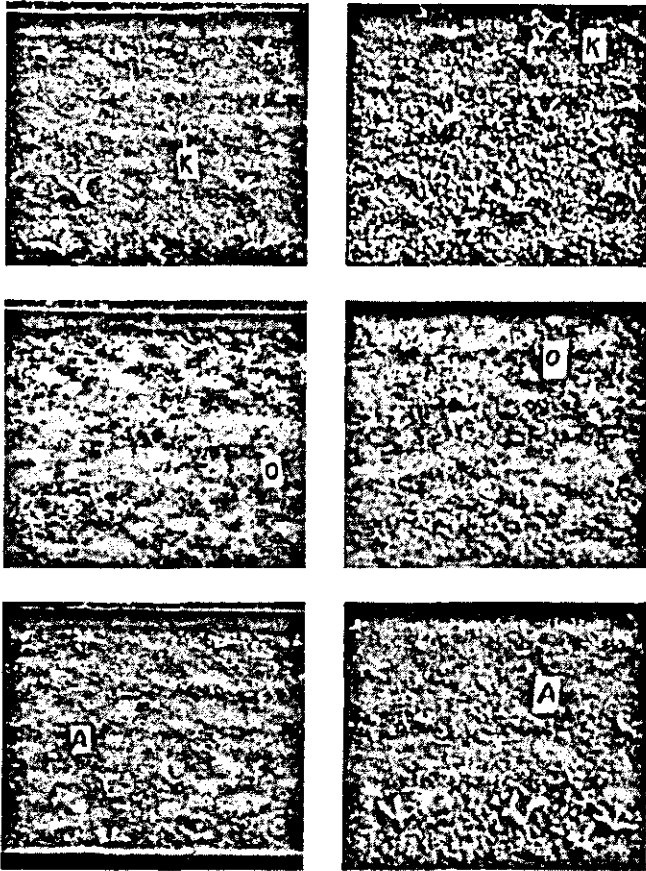
Een indruk van de grootte der structuurveranderingen, verkregen door toepassing van 0,3 gew. % Krilium Merloam (overeenkomend met ruim 6 ton/ha bij 15 cm bouwvoor) op drie verschillende gronden bij een in 1952 genomen kleine veldproef, geeft tabel 1.

**TABEL 1. INVLOED VAN 0,3 % KRILIUM MERLOAM OP HET LUCHTGEHALTE EN OP DE BESTENDIGHEID DER AGGREGATEN BIJ DRIE GRONDEN. NAJAAR 1952.**

Structuuraspect	Laag (cm)	Structuur-regelaar	Grondsoort		
			Leemh. zand	Zavel	Klei
Luchtgehalte in vol. %	3—8	geen str. reg.	16.7	9.3	5.4
		Krilium .....	21.9	18.5	16.5
		verschil .....	+ 5.2	+ 9.2	+11.1
Gemidd. diameter (mm) van oorspronkelijk ongeveer 6,3 mm grote aggregaten, na 30 min. op en neer bewegen in water	0—15	geen str. reg.	3.4	3.8	4.6
		Krilium .....	5.2	5.0	5.2
		verschil .....	+ 1.8	+ 1.2	+ 0.6

\*) Voor verdere resultaten zij verwezen naar: a KUIPERS, H. en BOEKEL, P. *Resultaten van een laboratoriumonderzoek naar de werking van Krilium*, Landb. Tijdschr. 64 (1952), 731—734; b KUIPERS, H. *Is Krilium een wondermiddel?* Schakels, April 1953; c Het in de vorige noot vermelde artikel van PEERLKAMP, DE GROOT en KUIPERS; d POWWER A. (Rijkstuinbouwconsulentenschap Kesteren) *Laboratoriumproeven met Krilium*, Med. Dir. Tuinb. 16 (1953), 360—362.





**Abb. 1.** Proef met Kriliium en Aevotil op zavel- en kleigrond.  
 VPr 210; 3 Juni 1953; gewas: suikerbieten.  
*LINKS:* zavel (20% slib; 1,3% org. stof; 0,4% kalk).  
*RECHTS:* klei (47% slib; 1,8% org. stof; 1,2% kalk).  
*VAN BOVEN NAAR BENEDEN:* 0,3% Kriliium 6  
 (= ruim 6 ton/ha 15 cm); geen structuurregelaar;  
 0,2% Aevotil, droog poeder (= ruim 4 ton/ha 15 cm).

Hieruit blijkt, dat in de herfst het luchtgehalte in de met Krilium behandelde bouwvoor  $4/3$  à 2 maal zo groot was als in de niet met een structuurregelaar behandelde bodem. Dit verschil wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door een ineenzakken van de structuur op het onbehandelde object, samenhangende met een geringe bestendigheid der aggregaten. Dit laatste blijkt direct uit de onderste helft van tabel 1. Uitgaande van aggregaten met een diameter van gemiddeld 6,3 mm, krijgen we, na deze zekere tijd in water gespoeld te hebben bij de niet met Krilium behandelde grond door uiteenvallen der aggregaten een gemiddelde aggregaat-diameter, die 30 à 50 % kleiner is. Bij de behandelde grond bedraagt deze vermindering slechts omstreeks 20 %, zodat de aggregaten van deze grond aanmerkelijk beter bestand zijn tegen de toegepaste destructieve krachten.

In 1953 beschikten we over voldoende Krilium, Aerotil-poeder en Aerotil-vlokken om deze producten in verschillende hoeveelheden op een voor het onderzoek van structuurregelaars aangelegd proefveld te beproeven. Dit proefveld is gelegen op een slempende lichte zavel (10% afslibbaar, 2 % org. stof) op de proefboerderij „Tammingaheerd” te Hornhuizen in N.W. Groningen. Met Krilium en Aerotil werden, telkens in duplo, de in tabel 2 vermelde objecten aangelegd.

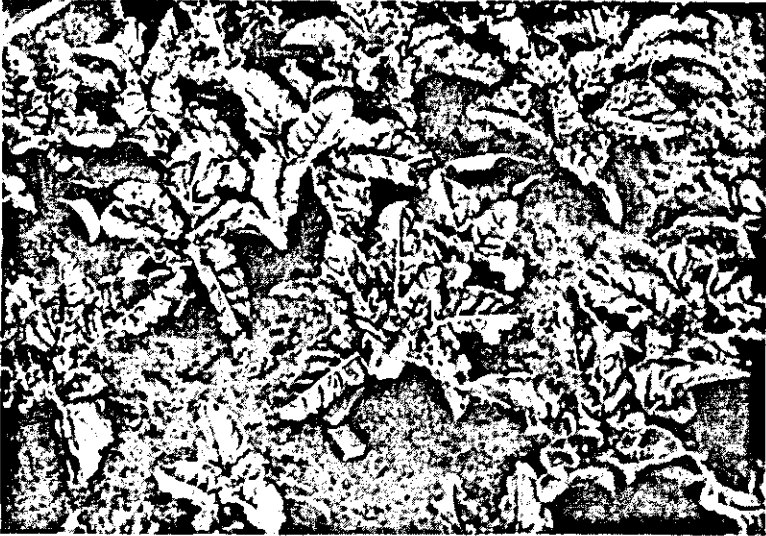
Daarnaast waren een 20-tal veldjes aanwezig, die niet met een structuurregelaar behandeld werden, maar overigens dezelfde bewer-

**TABEL 2. ENKELE STRUCTUURREGELAARS-OBJECTEN OP PR 1470, HORNHUIZEN.**

Structuurregelaar	Object	Hoeveelheid actieve stof		
		Dosis (kg/ha)	kg/ha	Gew. % v. dr. grond <sup>1)</sup>
Krilium Merloam 25 %	B 1	1560	390	0.020
	B 2	2930	732	0.038
	B 3	5850	1462	0.075
	B 4	11700	2925	0.150
Aerotil (droog poeder) 40 %	H 1	975	390	0.020
	H 2	1950	780	0.040
	H 3	3900	1560	0.080
	H 4	7800	3120	0.160
Aerotil (oplosbare vlokken) 83 %	A 1	148 <sup>2)</sup>	123	—
	A 3	296 <sup>2)</sup>	246	—
	A 4	592 <sup>2)</sup>	491	—

<sup>1)</sup> Berekend naar een bouwvoor-dikte van 15 cm.

<sup>2)</sup> Verspoten op het oppervlak, opgelost in water in gew.-verhouding 1 : 150.



Afb. 2. Gedeelte van de proef van afb. 1 in een later stadium (23 Juni 1953). Kleigrond.

BOVEN: geen structuurregelaar. ONDER: 0,3% Kriëlium 6.

kingen ondergingen als bovengenoemde objecten. Op het proefveld werd in 1953 zomergerst (Agio) verbouwd. In de periode van 17 tot 19 Augustus '53 zijn op het proefveld monsters genomen voor structuuronderzoek. Aangezien nog niet alle analyses gereed zijn, beperken we ons hier tot de resultaten van de bepaling der grond : water : luchtverhoudingen in de laag 5—10 cm. Deze zijn in tabel 3 weergegeven.

We zien, dat bij het geven van stijgende hoeveelheden structuurregelaar het poriënvolume eerst toeneemt, dan een maximale waarde bereikt, om vervolgens weer kleiner te worden. Over het algemeen vertoont het luchtgehalte hetzelfde verloop, terwijl het vochtgehalte kleinere en onregelmatige schommelingen heeft. Dit wijst er op, dat bij gebruik van de beschouwde structuurregelaars in het bijzonder een toename van de hoeveelheid grotere poriën verkregen kan worden, wat op deze grond ongetwijfeld een voordeel is. Deze toename is het grootst bij Krilium Merloam (ong. 6 % van het por.vol.) en wordt verkregen bij een dosis van ongeveer 0,08 gew. % van de droge grond aan actief materiaal. Bij Aerotil (droog poeder) kan het poriënvolume in de laag 5—10 cm ongeveer 4 % groter worden, indien 0,04 gew. % actieve stof aan de bodem wordt toegediend. Het sproeien van opgeloste Aerotilvlokken heeft blijkbaar in de laag 5—10 cm nog enige invloed op de structuur gehad. Hier heeft een dosis van 246 kg/ha actieve stof het best gewerkt (3 % verhoging van het poriënvolume). De juiste concentratie in de grond is daarbij niet bekend, aangezien

**TABEL 3. PORIENVOLUMINA, VOCHT- EN LUCHTGEHALTEN  
(IN VOL. %) IN DE BODEMLAAG 5—10 CM VAN  
PR 1470 TE HORNHUIZEN OP 18 AUG. '53.**

Structuurregelaar	Object	Aantal veldjes	Poriënvolume	Vochtgehalte	Luchtgehalte
Geen	0	6	47.8	19.8	28.0
Krilium Merloam	B 1	2	48.6	20.8	27.8
	B 2	2	49.4	18.4	31.0
	B 3	2	50.8	20.4	30.4
	B 4	2	48.1	21.2	26.9
Aerotil (droog poeder)	H 1	2	48.8	20.4	28.4
	H 2	2	49.8	21.8	28.0
	H 3	2	48.6	21.6	27.0
	H 4	2	48.4	26.6	21.8
Aerotil (oplosbare vlokken)	A 1	2	48.0	19.1	28.9
	A 3	2	49.4	17.5	31.9
	A 4	2	47.8	18.3	29.5

we niet weten hoe diep de structuurregelaar bij het spuiten en daarop gevolgde zaaien in de grond is gekomen. Deze diepte op 7 cm stellend, zouden we op een concentratie van ongeveer 0,03 % komen, hetgeen vermoedelijk niet ver van de waarheid zal zijn.

Bij het bewerken der oogstresultaten bleek, dat het proefveld een tamelijk sterk vruchtbaarheidsverloop bezat, maar door aanwezigheid van een groot aantal nulveldjes kon deze storende factor bevredigend worden gecorrigeerd. In tabel 4 zijn de aldus verkregen opbrengsten verzameld.

Hieruit blijkt, evenals bij het poriënvolume, dat bij een stijgende dosis structuurregelaar de opbrengst aan korrel en in het algemeen ook die aan stro + kaf aanvankelijk toeneemt, maar bij hoge giften weer daalt. De maximaal verkregen opbrengstverhogingen zijn echter aanzienlijk. Voor korrel en stro + kaf bedragen deze resp. bij Krilium Merloam 19 en 25 %, bij Aerotil (droog poeder) 15 en 29 % en bij Aerotil (oplosbare vlokken) 11 en 12 %.

Opvallend is, dat het gewas anders reageert op Krilium Merloam dan op Aerotil (droog poeder). In het eerste geval wordt de korrel-opbrengst sterker, de opbrengst aan stro + kaf daarentegen minder sterk verhoogd dan in het laatste, m.a.w. de verhouding korrel: (stro + kaf) is bij toepassing van Krilium Merloam groter dan bij een behandeling van de bodem met Aerotil (droog poeder).

**TABEL 4. OPBRENGST AAN KORREL EN STRO + KAF BIJ ZOMERGERST OP PR 1470 TE HORNHUIZEN. OOGSTJAAR 1953**

Structuurregelaar	Object	Aantal veldjes	Opbrengst (kg/ha)	
			Korrel	Stro + kaf
Geen	0	20	3080	3740
	B 1	2	3310	4310
	B 2	2	3530	4660
	B 3	2	3670	4340
	B 4	2	3470	4290
Krilium Merloam	H 1	2	3200	4500
	H 2	2	3180	4270
	H 3	2	3530	4840
	H 4	2	3280	4690
	Aerotil (droog poeder)	A 1	2	3280
A 3		2	3420	4160
A 4		2	3320	4200

Ook gemiddeld over de vier objecten van elk product komt dit duidelijk tot uiting. De meeropbrengst aan korrel en stro + kaf bedraagt dan voor de beide objecten B en H 15 %, doch voor het Krillium-object zijn de meeropbrengsten voor korrel en stro + kaf resp. 13 en 17 % en voor het Aerotil-object resp. 7 en 23 %.

Bij een beoordeling der resultaten van het gebruik van Aerotil in de vorm van opgeloste vlokken, moeten we bedenken, dat weliswaar hiermee niet een dergelijke opbrengst-verhoging verkregen kan worden als met de beide andere gebruikte structuurregelaars, maar dat ook aanmerkelijk minder van het product werd gegeven. Daar tegenover staat, dat de oppervlakkige behandeling met de opgeloste Aerotil-vlokken de volgende jaren herhaald zal moeten worden, terwijl de beide andere, door de gehele bouwvoor verdeelde structuurregelaars volgens de verwachtingen meerdere jaren effectief zullen zijn. Hoe lang is uiteraard nog niet met zekerheid bekend, maar naar aanleiding van Amerikaanse proeven is te verwachten, dat dit zeker minstens 5 en vermoedelijk wel 10 jaar zal worden.

Omdat we hier niet met afvalproducten te maken hebben, maar met synthetisch gemaakte stoffen, die vermoedelijk steeds relatief duur zullen blijven, is een rationeel gebruik van deze structuurregelaars een eerste vereiste. Om in verband daarmee de beschouwde objecten beter economisch vergelijkbaar te maken, zijn in tabel 5 de opbrengst-verhogingen vermeld, welke per 100 kg actieve stof in de structuurregelaars zijn verkregen. Hieruit blijkt, zoals ook te verwachten was, dat de structuurregelaars bij deze proef niet het hoogste rendement geven in het geval, waarbij de hoogste opbrengst wordt verkregen, maar bij een lagere dosering. Verder valt het hoge rendement van het versproeien van opgeloste Aerotil-vlokken op. Zoals reeds werd opgemerkt moet deze behandeling na het ploegen herhaald worden. Na ongeveer drie keer zijn op de objecten A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> en A<sub>3</sub> hoeveelheden actief materiaal gegeven, welke overeenkomen met de in één keer gegeven dosissen op resp. B<sub>1</sub> en H<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> en H<sub>2</sub> en B<sub>3</sub> en H<sub>3</sub>. Neemt men

**TABEL 5. PR 1470—1953. OPBRENGSTVERHOOGING (KG) PER 100 KG ACTIEVE STRUCTUURREGELAAR. GEWAS: ZOMERGERST.**

Structuurregelaar	Krillium Merloam				Aerotil (droog poeder)				Aerotil (oplosbarevl.)		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Object											
Korrel	59	62	40	13	31	13	29	6	163	138	49
Stro + kaf	146	126	41	19	200	68	70	30	332	171	94

dit in aanmerking, dan worden de verschillen in rendabiliteit tussen een behandeling van de gehele bouwvoor ineens en een drie maal herhaalde oppervlaktebehandeling veel geringer. Wat de meeropbrengst aan korrel betreft schijnt het dan weinig uit te maken of men 390 kg/ha actieve stof in de vorm van Krilium Merloam in eens door de gehele bouwvoor mengt (object B<sub>1</sub>), dan wel drie achtereenvolgende jaren een oppervlakkige behandeling met opgeloste Aerotilvlokken toepast (object A<sub>1</sub>).

Bij een vergelijking van de beide typen Aerotil krijgt men uit tabel 5 de indruk, dat ten aanzien van de korrelopbrengst, althans de eerste drie jaren, de oppervlakkige behandeling rendabeler is dan een behandeling van de gehele bouwvoor ineens. Uiteraard zijn deze rendabiliteitsbeschouwingen door onbekendheid met de reactie van andere gewassen onder andere omstandigheden speculatief. Voortgezet onderzoek zal moeten uitmaken, wat de meest rationele toepassing van structuurregelaars is.

#### *Perspectieven voor de toepassing van structuurregelaars.*

Op grond van de tot dusver verkregen ervaringen met het gebruik van structuurregelaars, welke door de boven beschreven voorbeelden worden geïllustreerd, kunnen we verwachten, dat in zuiver technisch opzicht de toepassing van structuurregelaars ook in ons land zekere mogelijkheden heeft. Het lijkt waarschijnlijk, dat niet alleen op sommige slibhoudende gronden de productiviteit er nog verschillende procenten mee opgevoerd zal kunnen worden, maar dat het daarnaast ook nog indirecte voordelen voor de bedrijfsvoering kan opleveren. Hierbij kan dan gedacht worden aan een verlenging van de periode van bewerkbaarheid van verschillende gronden, aan een vermindering van trekkracht e.d.

In hoeverre deze technische mogelijkheden echter practisch uitgebuit zullen kunnen worden, hangt hoofdzakelijk van de prijs der structuurregelaars en van duur en grootte der nawerking van een behandeling af. Aannemende, dat deze nawerking ongeveer 10 jaar van dezelfde orde van grootte zal blijven, zou uit tabel 5 volgen, dat de prijs van een structuurregelaar hoogstens f 1.— à f 2.— per kg actieve stof zou mogen bedragen om in economisch opzicht voor de landbouw aanvaardbaar te zijn. Volgens de ons ten dienste staande gegevens lopen de prijzen van een kilo actieve structuurregelaar op het ogenblik nog uiteen van f 5.— tot f 65.—. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat van alle in de handel zijnde structuurregelaars het effect per kg actieve stof zeker niet even groot is.

Voorlopig valt dan ook aan een toepassing van structuurregelaars op grote schaal nog niet te denken. Er zijn echter bijzondere gevallen, waarbij hetzij doordat slechts een éénmalige oppervlakkige of plaatselijke behandeling nodig is (bv. het doen aanslaan van een meerjarig gewas op een weinig structuurbestendige grond), hetzij doordat het speciale intensieve cultures betreft (bv. potplanten), ook thans reeds toepassingsmogelijkheden voor bepaalde structuurregelaars denkbaar zijn.

Tenslotte zij nog vermeld, dat toepassing van structuurregelaars in het landbouwkundig onderzoek en in het bijzonder in het bodemfysisch onderzoek belangrijke perspectieven opent. Door middel van deze producten lijkt het n.l. mogelijk om op éénzelfde grond verschillende structuurbestendigheden te doen ontstaan, zonder daarbij tegelijkertijd ook andere vruchtbaarheidsfactoren te wijzigen, iets wat tot dusver niet mogelijk was.

De komst der synthetische structuurregelaars bracht voor het landbouwkundig onderzoek een nieuwe, zeer omvangrijke taak, die enigszins is te vergelijken met die, welke bij de invoering der kunstmeststoffen ontstond. Er zullen nog vele jaren moeten verlopen, alvorens ten opzichte van het gebruik van structuurregelaars even bruikbare adviezen gegeven kunnen worden als thans voor de bemesting het geval is.

GRONINGEN, November 1953.

