

Nederlandsch Boschbouw-Tijdschrift

Oprichter Dr. J. R. Beverluis
Orgaan van de

Nederlandsche Boschbouwvereniging

16e Jaargang

No. 2

Februari 1943

Oorspronkelijke Bijdragen

TOEPASSINGEN VAN SYNTHETISCHE GROEISTOFFEN

door

Dr H. A. A. VAN DER LEK.

(Voordracht, gehouden op den 16den Wetenschappelijken
Boschbouwcursus te Wageningen op 10 October 1942.)

Mijnheer de voorzitter, geachte aanwezigen!

Toen Uw bestuur, bij monde van dr Van Vloten met het vereerend verzoek tot mij kwam voor Uw vereeniging over „groeistoffen” te spreken, heb ik niet lang geaarzeld hierop in te gaan. Het is prettig, wanneer men geruimen tijd in een bepaald gebied gewerkt heeft, te bemerken, dat er ook bij anderen belangstelling voor bestaat en in de gelegenheid gesteld te worden daar eens een en ander van te vertellen. Dit neemt niet weg, dat ik tijdens het bewerken van deze voordracht meermalen heb moeten denken aan het goede Oud-Hollandsche spreekwoord van den schoenmaker en zijn leest. Als een in tuinbouwkundige richting georiënteerd botanicus mag ik wel bekennen, dat de boschbouw-wetenschap voor mij een gesloten boek is. Wanneer ik mij dus in het verloop van mijn voordracht soms, ik wil niet zeggen op, maar dan toch in de richting van Uw gebied zal begeven, dan zult U wel eenige clementie willen gebruiken en in aanmerking nemen, dat ik, als leek, er naar gestreefd heb, een en ander naar voren te brengen, waarvan ik veronderstelde, dat het in het bijzonder Uw belangstelling zou opwekken.

Het valt niet te ontkennen, dat de groeistoffen en hun werkingen den laatsten tijd in ruimen kring de aandacht trekken.

Dit blijkt ook weder uit het feit, dat Uw vereeniging twee achtereenvolgende jaren een voordracht over dit onderwerp op haar agenda geplaatst heeft en — nadat prof. K o n i n g s b e r g e r U verleden jaar een uiteenzetting gegeven heeft van de theoretische grondslagen — Uw bestuur mij thans vroeg het onderwerp ook eens wat meer van den practischen kant, met het oog dus op mogelijke toepassingen, te bekijken.

Deze belangstelling is op zichzelf genomen zeer goed te begrijpen. De groeistoffen met hun vaak hoogst verrassende

werkingen, die dikwijls reeds door uiterst geringe hoeveelheden van die stoffen teweeggebracht worden, prikkelen de phantasie. Bovendien is het een gebied, dat voortdurend verrassingen oplevert. Zulk een verrassing was bv. de behandeling van vruchtboomen met oplossingen van naphthylazijnzuur, teneinde den laten val der vruchten (de val, die kort vóór de plukrijpheid optreedt) tegen te gaan. De berichten, die ons hierover in 1939 vanuit de U.S.A. bereikten, waren zoo merkwaardig, dat wij er aanvankelijk eenigszins ongeloovig tegenover stonden. Reeds enkele jaren later werden in ons land talrijke boomgaarden met succes met dit zuur bespoten en nog onlangs deelde mij een kweker uit de Over-Betuwe mede, dat hij daár in den omtrek niet veel minder dan een kg naphthylazijnzuur verspoten had (dwz. een hoeveelheid vloeistof van ± 1000 hl). Dat zijn cijfers, die ons, die gewend zijn met de groeistoffen in milligrammen en gamma's¹⁾, te werken, inderdaad wonderlijk aandoen. Kortom, wij mogen hier wel spreken van een gebied van onbegrensde mogelijkheden.

Maar aan den anderen kant moet ik er den nadruk op leggen, dat toch ook den werkers op dit gebied de teleurstellingen niet bespaard blijven en in het bijzonder hier, waar ik spreek voor boschbouwkundigen, moet ik de hoop uitspreken, dat Uw verwachtingen niet al te zeer gespannen zijn. Anders zou het eind van het lied zijn, dat U teleurgesteld tot de conclusie zou komen, dat ik U maar wat toekomstmuziek heb laten hooren en dat er, toch eigenlijk voor de practijk van den boschbouw nog maar heel weinig te verwachten is.

Dit nu is eigenlijk een onderwerp, dat buiten mijn competentie valt. Weliswaar is het m.i. niet twijfelachtig, dat, naarmate onze kennis van de plantaardige hormonen en de synthetische groeistoffen zich zal uitbreiden, ook de practische toepassingen zullen toenemen. Tot op heden kan men reeds vaststellen, dat er in verschillende richtingen pogingen gedaan zijn, waarvan er sommige met veel succes bekroond zijn, terwijl andere onzekere of volkomen negatieve resultaten hebben opgeleverd. Maar in het algemeen kan men wel zeggen, dat de groeistofbehandelingen toch wel dermate bewerkelijk zijn, dat ze alleen in de intensieve culturen, dus hoofdzakelijk in den tuinbouw, op hun plaats zijn. De behandelingen van zaadgoed, die in den landbouw (en wellicht ook in den boschbouw) zouden zijn toe te passen, hebben tot nu toe weinig positiefs opgeleverd, al is ook de mogelijkheid, dat dit in de toekomst wel het geval zal zijn, m.i. volstrekt niet uitgesloten.

Ik heb nu gemeend het beste aan Uw bedoeling te beant-

¹⁾ Het is misschien niet geheel overbodig te vermelden dat met 't woord gamma (afgekort: γ) het duizendste deel van een milligram wordt aangeduid.

woorden door als volgt te werk te gaan. Overwegende, dat wellicht niet alle aanwezigen de voordracht van prof. Koningberger hebben bijgewoond of gelezen en dat ook voor hen, die dit wel deden, misschien een kleine opfrissing van het geheugen niet geheel overbodig zal zijn, zal ik beginnen met in het kort enkele hoofdpunten van het theoretisch onderzoek, voor zoover ze in dit verband van belang zijn, nog even te recapituleeren. Wij hebben hier te doen met een onderwerp, dat, als ik mij niet bedrieg, nogal ver af ligt van het uitgebreide gebied van onderzoek en practijk, dat Uw aandacht in beslag neemt; ik hoop dus, dat een dergelijke recapitulatie U niet onaangenaam zal zijn.

In de tweede plaats zullen wij dan in het kort de mogelijkheden van toepassing bespreken, dus een denkbeeld vormen van hetgeen er zooland beproefd is en van de bereikte resultaten. Daarbij zullen wij dan nagaan, wat hiervan wellicht voor den boscbouw bruikbaar is en welke onderzoekingen speciaal in deze richting gedaan zijn. Bij dit laatste doet zich nog een bijzondere moeilijkheid voor, die een gevolg is van de abnormale omstandigheden, waaronder wij sinds eenige jaren leven. Het experimenteetele werk op boscbouwkundig gebied is in het buitenland verricht, hoofdzakelijk in Noord-Amerika, de U.S. en Canada. De recente literatuur over het onderwerp is dientengevolge niet meer binnen ons bereik, zoodat wij den stand van het onderzoek slechts tot ongeveer begin 1940 kunnen schetsen. Daaraan is nu eenmaal niets te veranderen; wij willen hopen, dat de tijd niet meer al te ver is, dat wij ook op dit punt onze schade zullen kunnen inhalen!

Wat de mogelijkheid van toepassing betreft, zou ik nog een opmerking van algemeenen aard willen laten voorafgaan. Zooland ik reeds zeide, is het niet aan mij te beoordeelen, wat practisch wel en wat niet uitvoerbaar is, vooral niet in den boscbouw. Ik heb echter wel eens den indruk gekregen, dat practisch georiënteerde lieden soms wat al te spoedig geneigd zijn iets als onuitvoerbaar of onbruikbaar te beschouwen, wanneer het niet onmiddellijk past in de gewone practijkroutine.

Daar waar ook de practijk zelf nog in een beginstadium verkeert en dientengevolge nog meer aanpassingsvermogen, ik zou haast zeggen meer plasticiteit, bezit, zal men in het algemeen, wat dit betreft, de grenzen ruimer trekken en minder snel de dingen als onuitvoerbaar verwerpen. Zooland werd ik bv. tijdens mijn verblijf in de U.S. getroffen door de wijze, waarop men daar de cultuur van Citrusvruchten had aangepakt. Walter Swingle, de man, die daar zeer veel gedaan heeft voor de subtropische culturen, vertelde mij te Washington, dat een geschikte en snelle vegetatieve vermeerdering bij deze Citruscultuur een groote moeilijkheid had opgeleverd. Totdat men, door een bezoek aan Zuid-Afrika,

geleerd had, dat deze vermeerdering door middel van scheutstekken te bereiken was. Dit kan echter niet in den vollen grond, het moet op tabletten in kweekkassen gebeuren. De hiervoor noodige installatie en de zorg, die aan zulke scheutstekken besteed moet worden, zouden licht een onoverkomelijken hinderpaal gevormd hebben voor een snelle uitbreiding van de Citruscultuur. Men was er echter toe overgegaan in Washington voor dit doel kassen te bouwen, waar de scheutstekken tot beworteling gebracht werden. Zulke bewortelde stekken werden dan in bundels bijeen gepakt en vanuit dit centrum jaarlijks in vele duizendfallen verspreid. Door deze centralisatie was een aanvankelijk onoverkomelijk schijnende moeilijkheid geheel overwonnen.

Er wordt met de woorden *groeistof* en *phytohormon* vaak wat slordig omgesprongen. Wij willen daarom beginnen met ze zoo goed mogelijk te definiëeren. Het helder inzicht, dat ook in het leven der planten „hormonen” een rol spelen, dateert eerst van de laatste jaren. De hormonen hebben in de plantenphysiologie wat later en wat bedeesder hun intrede gedaan dan in de dierphysiologie. Dit is begrijpelijk. Het woord „hormon” is afkomstig van den Engelschen physioloog Starling, die daarvan in 1914 een definitie gaf, welke ook thans nog bruikbaar is. Toen waren de dierphysiologen echter reeds lang tot het inzicht gekomen, dat bepaalde chemische verbindingen, veelal in zeer geringe hoeveelheden optredend, verschillende levensprocessen regelen. Dit denkbeeld ontwikkelde zich hier sinds het midden van de 19e eeuw, toen Berthold en Claude Bernard hun beroemde onderzoekingen over interne secretie deden en later (1889) Brown Séquard de beteekenis van een chemische correlatie tusschen de organen door middel van orgaanextracten experimenteel aantoonde. De definitie, die Starling gaf, was dus niet meer dan de scherpe formulering van denkbeelden, die gaandeweg tot rijpheid waren gekomen. Zij luidde: „Onder hormon verstaan wij iedere stof, die normaliter in eenig deel van het lichaam (van mensch of dier) gevormd wordt en vervoerd naar andere deelen daarvan, waarop zij inwerkt voor het welzijn van het lichaam in zijn geheel”. In de beschouwingen der dierphysiologen speelden echter de bloedbanen en het circulerende bloed als transportmedium van deze „chemische boden” een groote rol en het ontbreken van zulk een snel en regelmatig circulerenden drager is wel de voornaamste reden geweest, dat de botanici langen tijd gearzeld hebben de hormonen in de plantenphysiologie in te voeren. Tenslotte zijn ze daar onder den druk der feiten toch toe overgegaan.

Wij zullen ons thans niet bezig houden met de historische ontwikkeling van dit alles. Ik wil echter één voorlooper op dit gebied noemen, wiens waarnemingen, die betrekking

hebben op Coniferen, *Picea*, *Abies*, misschien Uw belangstelling zullen wekken. Erréra, een Belgisch botanicus, heeft deze in 1904 gepubliceerd onder den titel: „Conflicts de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux” (wat we zouden kunnen vertalen door: „Strijd om voorrang en remmende prikkels bij planten”). In dit artikel, dat hoofdzakelijk handelt over correlatieverschijnselen tusschen de deelen van een taksysteem van Coniferen, zegt Erréra o.a.: „car une foule de faits conduisent à admettre, tout chez les plantes que chez les animaux que des excitations partent sans cesse de chaque organe et vont retentir sur l'activité de tous les autres. L'hypothèse la plus plausible paraît être d'attribuer ces excitations à des sécrétions internes, émanées des différentes parties et qui iraient porter leur action dans l'organisme tout entier” (.....want een groot aantal feiten leiden tot het denkbeeld, dat zoowel bij planten als bij dieren voortdurend prikkels van elk orgaan uitgaan, die invloed uitoefenen op de werkzaamheid van alle andere. De meest plausible hypothese schijnt wel deze te zijn, welke deze prikkels toeschrijft aan inwendige afscheidingsproducten, die door de verschillende deelen worden afgegeven en die hun werking door het geheele organisme verbreiden.”).

Erréra heeft zich bezig gehouden met een reeds lang bekend verschijnsel, waarmede U allen vertrouwd bent. Hij heeft hierover waarnemingen aan Coniferen in de vrije natuur en ook eenige opzettelijke proeven gedaan en komt zoo tot de conclusie, dat de positieve geotropie van de zijtakken ten deele onderdrukt wordt, gemodificeerd tot plagiotope geotropie, door de hoofdas. Wij kunnen ons voorstellen, zoo zegt hij, dat de top als een soort „tyran” de zijtakken belet zich loodrecht op te richten, ofschoon zij, evenals de hoofdas, deze neiging bezitten. Hij neemt nu aan, dat de top dien invloed uitoefent door de vorming en uitzending van een bepaalde stof, die naar omlaag gevoerd wordt door levende elementen. Door een ringproef, waarbij de top door een tot op het hout gaande verwijdering van de schors en het cambium geïsoleerd wordt, toont hij aan, dat deze werking ook door de levende elementen daarbinnen (merg, mergstralen) kan voortgeleid worden, want ook dan behielden de zijtakken hun normalen stand. Dat Erréra dit denkbeeld opwerpt, in aansluiting aan een onjuiste beschouwing van Czapek, doet er hier minder toe. Hoofdzaak is de wijze, waarop hij dit verschijnsel interpreteert. Zooals U ziet, behandelt hij dit geheel als een hormonenwerking. Weliswaar gebruikt hij het woord „hormon” niet; dit werd eerst in 1914 (in de dierfysiologie) ingevoerd. Maar hij vermoedt hier het bestaan van een stof, die door het eene deel van het plantenlichaam wordt afgescheiden, getransporteerd naar andere, en daar zijn regelenden, organiseerenden invloed doet gelden, waardoor

het geheel normaal functioneert, zich normaal ontwikkelt. Zoo'n stof voldoet geheel aan de bepaling, die de dierphysiologen later van een „hormon” gaven en wij hebben dus het volste recht — aangenomen altijd, dat het bestaan van die stof ook experimenteel wordt aangetoond — hier van een plantaardig hormon, een phyto-hormon, te spreken. Het denkbeeld, dat Erréra opwerpt, beantwoordt dan ook in groote trekken geheel aan de voorstelling, die men zich thans, steunend op een veel grooter feitenmateriaal, van de correlatieve inhibitie of remming, gevormd heeft.

Hiermede is naar ik meen het begrip *phyto-hormon* reeds voldoende toegelicht. Wij moeten er wel aan vasthouden, dat wij met dit woord *alleen zulke stoffen aanduiden, die door de plant zelf gevormd worden* en in het plantenlichaam op een plaats, die min of meer verwijderd is van de plaats van vorming, hun werking uitoefenen. Verder, dat wij te doen hebben met organische stoffen met oligodynamische werking, dwz. reeds zeer geringe hoeveelheden zijn voldoende om de reacties, waar het om gaat, te voorschijn te roepen. Hoe weinig dit soms behoeft te zijn, blijkt uit het volgende voorbeeld, dat ik ontleen aan een publicatie van Thimann en Lane: Een rekenaar heeft becijferd, dat de hoeveelheid water, benodigd om 1 gram indolylazijnzuur zóó zeer te verdunnen, dat maïswortels er niet meer op reageerden, in 400.000 treinen, elk van 50 wagons van 10 ton, zou moeten aangevoerd worden.

Het woord „groeistof” heeft langzamerhand een ruimere beteekenis gekregen, wat wel daaraan toe te schrijven is, dat dit woord — op zichzelf beschouwd — nogal vaag van inhoud is. Wij zullen dan ook met het woord „groeistof”, volgens het in den laatsten tijd meer en meer ingeburgerde gebruik (evenals in het Engelsch en het Duitsch, „growth-substances”, „Wuchsstoffe”) in het algemeen zulke stoffen aanduiden, die den groei en de ontwikkeling der planten ingrijpend beïnvloeden en daarbij reeds in zulke geringe hoeveelheden werkzaam zijn, dat zij als bouwstof of energiebron voor het organisme geen beteekenis kunnen hebben, m.a.w. met oligodynamische werking. Zoodoende kunnen wij dan ook spreken van „synthetischè groeistof”, daarmede dus stoffen aanduidend, die langs kunstmatigen weg verkregen zijn: dat kunnen dus b.v. stoffen zijn, die nog nooit in planten zijn aangetroffen, er misschien in het geheel niet in optreden, maar die niettemin, wanneer ze van buitenaf in de plant gebracht worden, een soortgelijke werking uitoefenen als de (natuurlijke) phytohormonen. Hiermede is dus aan het begrip „groeistof”, zooals dit door Fr. Went, op het voetspoor van Boysen Jensen, Paal è.a., geformuleerd werd, een groote uitbreiding gegeven. Dit levert m.i. echter geen bezwaar op, omdat voor dit laatste sindsdien het woord

„auxine" in gebruik is gekomen. Hiermede worden dus meer in het bijzonder de stoffen aangeduid, waarvan als hoofdeigenschap de regeling van den strekkingsgroei der celwanden op den voorgrond treedt.

Van een „synthetisch phyto-hormon" zou men dan alleen in die gevallen kunnen spreken, waarin het gelukt is van een natuurlijk plantaardig hormoon de chemische structuur te leeren kennen en vervolgens de stof langs synthetischen weg te bereiden. Als voorbeeld hiervan zouden wij het synthetisch ascorbinezuur kunnen noemen, want deze stof, die ten opzichte van mensch en dier zulk een groote beteekenis heeft als vitamine, vervult in de plant zelf, waarin ze gevormd wordt, de rol van een groeistof.

In den loop van deze eeuw is men bij zeer uiteenlopende physiologische onderzoekingen op de groeistoffen gestooten.

In de eerste plaats zijn daar de groeistoffen van de biosgroep. Deze heeft men in hoofdzaak leeren kennen bij de bestudeering van lagere organismen, schimmels, gisten. Bij deze stoffen treedt vooral de invloed op den embryonalen groei, de substantievermeerdering, op den voorgrond. De biosgroeistoffen spelen ongetwijfeld ook in de hoogere, autotrophe planten een groote rol. Aangezien zij vooralsnog voor onze verdere beschouwingen geen beteekenis hebben, zullen wij hier met deze vermelding volstaan.

De groeistoffen, waarmede wij thans te maken hebben, kunnen wij in het algemeen aanduiden als groeistoffen met auxinekarakter. Men is deze phytohormonen sinds 1910 op het spoor gekomen en wel van twee geheel verschillende kanten. In de eerste plaats bij het onderzoek van de groeikrommingen, vooral van de phototropische verschijnselen. Over deze onderzoekingen, waarin de Utrechtsche school van plantenphysiologie, onder leiding van W e n t Sr., zoon groot aandeel gehad heeft, heeft prof. K o n i n g b e r g e r, „nouridans le sérail", U uitvoerig ingelicht. Ik volsta daarom met U er aan te herinneren, dat men gevonden heeft, dat de strekkingsgroei van jonge cellen op eenigen afstand van den groeitop, beheerscht wordt door een hormoon. Dit is de stof, die W e n t Jr. het eerst met den naam „groeistof" bestempelde, de stof, die hij bedoelde toen hij zijn stelling formuleerde „zonder groeistof geen groei" en die wij thans met het woord „auxine" aanduiden. Ik herinner U voorts aan het feit, dat men deze stof zelf eigenlijk nooit in handen gehad heeft, maar dat men goede redenen heeft om aan te nemen, dat een stof, die K ö g l en zijn medewerkers eenige jaren later uit urine wisten af te scheiden, met deze stof identiek is.

Doch ook van een geheel anderen kant is men deze auxinen op het spoor gekomen. In 1910 vond een Duitsch botanicus, F i t t i n g, die het voorrecht genoot aan 's Lands Plantentuin te Buitenzorg onderzoekingen te doen, dat bepaalde

verschijnselen bij den bloei van Orchideeën, die in normale gevallen eerst optreden, nadat de bloemen met stuifmeel bestoven zijn, ook teweeg gebracht kunnen worden door een waterig extract van de stuifmeelklompjes. Zulke verschijnselen zijn bv. het afvallen van de bloemen en — waar het hier vooral op aan komt — het opzwellen van het gynostemium (vruchtbeginsel). Met andere woorden: verschijnselen, die men vroeger onverbreekbaar verbonden achtte met de levende stuifmeelkorrels, kunnen, althans ten deele, ook teweeg gebracht worden door een waterig extract, waarin — zooals Fitting aantoonde — een stof in oplossing is gegaan. Hierin zag Fitting nu punten van overeenkomst met de dierlijke hormonen. Toch was hij er wat huiverig voor bij planten van hormonen te spreken, hoofdzakelijk, zooals ik reeds opmerkte, wegens het ontbreken van een circulatiesysteem, zooals de bloed- en lymfhe-vaten. De meeste plantkundigen deelden deze zienswijze, zoo ook bv. nog W e n t sr. met wien ik in de jaren, toen ik aan mijn proefschrift werkte, vaak over deze dingen van gedachten wisselde; dat was dus nog omstreeks 1924—1925. Toch is het thans wel zeker, dat ook in de planten snelle stoftransporten plaats hebben, zoodat dit zeker geen reden behoeft te zijn om het bestaan van phytohormonen in twijfel te trekken.

Het onderzoek in deze richting is eerst veel later weer opgenomen en wel door L a i b a c h en zijn leerlingen, die (vanaf 1932) aantoonde, dat men met dit extract van de Orchideeën-polliniën tal van verschijnselen kan teweeg brengen, waaronder zulke, die al heel weinig te maken schijnen te hebben met de bestemming der polliniën. Men kan die verschijnselen alle terugbrengen tot het op gang brengen (stimuleeren, bevorderen) of remmen van groei. Men kan bv. met dit extract den groei van havercoleoptielen (kiemscheeden) beïnvloeden en er groeikrommingen mede teweeg brengen. Het staat dan ook thans wel vast, dat ook in dit polliniën-extract een groeistof aanwezig is, die nauw verwant, zoo niet identiek is met de auxine der coleoptielen.

Maar dat men toch niet alle verschijnselen eenvoudig tot stimuleering van groei alléén kan terugbrengen, laat zich zonder moeite aantoonen. Duidelijk wordt dit bv. gedemonstreerd door een van de proeven van A. M. M ü l l e r (1935), een leerlinge van L a i b a c h, waarbij ik even wil stilstaan, omdat zij bovendien reeds een aanwijzing voor een toepassing bevat.

Van een kiemplant van een groote boon werd de hoofdstengel afgesneden. Daarop ontwikkelden zich de beide spruiten in de oksels der zaadlobben, die eveneens tot korte stompjes werden afgesneden. In een van deze stompjes werd van boven een kleine insnijding gemaakt; en hier werd ver-

volgens een stuifmeelklompje (van *Phalaenopsis Schilleriana*) geplaatst. Acht dagen daarna was dit korte stompje tot een knotvormig lichaam uitgegroeid; de lengtetoeamen bedroeg meer dan 300 %. In dit geval werd dus niet met een extract, maar met het pollinium zelf gewerkt. De groeistof (die zich bevindt in de kitsubstantie tusschen de tot een klompje vereenigde stuifmeelkorrels) is er blijkbaar uitgetrokken en heeft nu die stomp geprikkeld tot sterken lengte- en diktegroei. Het zal U echter wel onmiddellijk duidelijk zijn, dat wij hierbij *niet* alleen te doen hebben met een strekkingsgroei van reeds door deeling gevormde elementen; een groeipunt ontbreekt hier. Het onderzoek leert, dat er een omvangrijk callus-weefsel gevormd wordt, waarin talrijke celdeelingen plaats vinden en waarin ook differentiatie, vorming van vaatbundelementen, valt waar te nemen. De werking van zich ook naar omlaag voort. In de stengelstomp worden inwendig de cellen sterk tot deeling geprikkeld, zoodat er geheele complexen van kleine cellen ontstaan. Merkwaardigerwijze blijft het echter niet bij de vorming van vormlooze celmassa's: Er treden regelmatige complexen op, die tot wortelbeginsels worden en vaak zelfs als *wortels* door het schorsweefsel naar buiten groeien. Wij zien dus, dat de groeistof, die door het stuifmeelklompje wordt afgegeven, onder meer ook een tot wortelvorming stimuleerende werking heeft. Men heeft die werking nader bestudeerd door het extract te laten inwerken op kruidachtige stekjes en wel op ontbladerde internodiën van *Tradescantia*'s. Deze vormen op zichzelf nagenoeg geen wortels; maar bewerkt met dit extract doen ze het wel. Zóóals U zult opmerken komt hier een eerste mogelijkheid van toepassing binnen onzen gezichtskring, in zooverre, als door middel van een groeistof wortelvorming aan stekken op te wekken is.

Het is thans niet onze taak te trachten in deze verscheidenheid dieper door te dringen. Op de merkwaardige verscheidenheid in de door de auxinen teweeg gebrachte uitwerkingen, voor een deel afhankelijk van de concentratie van die stof, voor een ander deel van den aard van het object, heeft prof. Koningsberger reeds gewezen. Hij heeft uiteengezet, dat wij de werking van het auxine als een indirecte moeten beschouwen en in het kort eenige hypothesen met U besproken, o.a. de „diversion“-theorie van Went jr., volgens welke de auxine aantrekkend en distribueerend op andere, nog onbekende phytohormonen zou werken. Het zal U daardoor ongetwijfeld helder geworden zijn, dat er op dit gebied nog heel wat onopgehelderd is. Inderdaad is de theoretische grondslag, waarop wij hier voortwerken, op vele punten nog hoogst onzeker. Des te merkwaardiger is het, dat dit gebied van onderzoek reeds zoo spoedig belangrijke vruchten voor de practijk heeft afgeworpen. Het is vooral door deze toepassingen, dat er in ruimen kring belangstelling

voor de groeistoffen gewekt is. Het uitwerken van deze toepassingen en een zorgvuldige observatie van wat zich hierbij voordoet, kan weer stimuleerend op het onderzoek werken. Zij berusten tot dusver echter meer op empirie dan op een eenigszins exacten wetenschappelijken grondslag.

Soms blijkt reeds spoedig, dat het uitgangspunt hoogst onzeker of zelfs onjuist was of wel de voortgang van het theoretisch onderzoek zelf wijst dit uit. Heeft men desondanks goede resultaten gekregen, dan prikkelt dit weer tot onderzoek. Een voorbeeld hiervan levert de toepassing van groeistofbehandeling ter bevordering van de vergroeiing van ent en onderstam. De onderzoekers, die hierover (sinds 1938) gewerkt hebben, gaan uit van het denkbeeld, dat het hierbij in de eerste plaats er om gaat de callusvorming tusschen de grensvlakken van ent en onderstam te bevorderen. Toch is het sinds lang bekend (Schmithenner, 1907), dat de definitieve vergroeiing en het tot stand komen van de communicatie tusschen beide componenten volstrekt niet bevordert wordt door een overmatige callusvorming; integendeel, deze drijft ze uit elkaar en vertraagt de cambiumverbinding. Wanneer desondanks de resultaten positief zijn, rijst de vraag, waarin dan wel de gunstige werking van de groeistof bestaat. Een hernieuwd onderzoek daarnaar, met geschikte objecten, levert een probleem op zichzelf, waarvan de nauwkeurige bewerking wellicht ook weer aan de toepassing ten goede zou komen.

(Wordt vervolgd.)