

5

De ingenieur en de korenbloemen

De leeropdracht van Van Iterson jr was omschreven als ‘microscopische anatomie’. Deze benaming dekte eigenlijk nauwelijks de lading die Van Iterson jr aan zijn activiteiten wilde geven. Voor veel tijdgenoten waren grondstoffen vooral plantaardig en was Nederlands-Indië bij uitstek een leverancier van plantaardige grondstoffen. Des te vreemder zal het voor Van Iterson jr geweest zijn dat die plantaardige grondstoffen in het curriculum van zijn studie aan de toenmalige Polytechnische School nauwelijks expliciet aan bod kwamen [zie verwijzing 8 en Hoofdstuk 3]. Zodra hij hoogleraar was geworden, stelde hij alles in het werk om plantaardige grondstoffen een verantwoorde plaats in het curriculum te geven. Tijdens zijn lange hoogleraarschap was het studieprogramma voor Scheikundig Ingenieur opgebouwd uit verplichte vakken en uit keuzevakken. De Microscopische Anatomie in de brede invulling van Van Iterson jr was in die tijd steeds, met het bijbehorende practicum, een keuzevak vanaf het derde studiejaar in een vijfjarig programma. In de afstudeerfase kon dit studievak gevolgd en als tentamen meegenomen worden bij het afsluitende ingenieursexamen. Dat veel studenten dit inderdaad deden, blijkt wel uit het feit dat in de periode van Van Iterson jr studenten het practicum drie keer per jaar konden doen [verwijzing 8]. Van Iterson jr gaf het practicum vrijwel altijd zelf (zie Afb. 17).

De term ‘microscopische anatomie’ doet ongetwijfeld velen eerder denken aan Rembrandts schilderij met prof. Tulp dan aan botanische materiaalkunde. Dit onderkende Van Iterson jr. Toch handhaafde hij deze term voor het vak en bijbehorend practicum. Denkelijk speelde hierbij een rol zijn waardering voor zijn leermeesters. Prof. Behrens had hem immers ingewijd in dit vak en prof. Beyerinck was benoemd in het leervak ‘microscopische anatomie’. De kwestie werd min of meer actueel toen in 1917 de huidige Botanische Tuin en het bijbehorende laboratorium, beide gesticht op instigatie van Van Iterson jr, geopend werden. In een nota d.d. 13 januari 1917 [verwijzing 9] maakte hij aannemelijk dat hij de benaming ‘microscopische anatomie’ ongelukkig vond. Voor de handhaving van deze naam was waarschijnlijk ook een argument dat een naamsverandering een wijziging van de toen geldende wet op het hoger onderwijs nodig zou vereisen. Voor het laboratorium

introduceerde Van Iterson jr de naam ‘Technische Botanie’ om zo een voor ieder begrijpelijke omschrijving te geven van studie en onderzoek. Daarvan vormde de microscopische anatomie van planten een noodzakelijk en belangrijk onderdeel. De tuin van dat Laboratorium noemde Van Iterson jr de ‘Cultuurtuin voor de Technische Gewassen’. Daar werden die technische gewassen in cultuur genomen ofwel gekweekt, om vervolgens in het Laboratorium voor Technische Botanica te bestuderen.

Hoe succesvol was die studie eigenlijk? Deze vraag heeft zeer uiteenlopende antwoorden. De Tuin, het Laboratorium, de studenten en de opvattingen van Van Iterson jr over toegepast-wetenschappelijk onderzoek ten dienste van Nederland en Nederlands-Indië (zie Hoofdstuk 3) vormden een geschakeerde inspiratie die in combinatie met een grote intellectuele werkkraft leidde tot een uiteenlopende reeks van publicaties, rapporten en collegedictaten. Constateerde Van Iterson jr lacunes in de kennis van studenten, wel hij schreef er een collegedictaat over (met onderwerpen variërend van waarschijnlijkheidsrekening tot aan een handleiding voor zijn eigen practicum). De voorlopige bibliografie van de publicaties van Van Iterson jr telt circa 180 nummers, tot stand gekomen in een tijd zonder tekstverwerkers, exclusief de onder zijn leiding tot stand gekomen dissertaties [verwijzing 10]. Zijn aanpak werd zeer gewaardeerd [zie verwijzingen 3 en 5].

De akker die Van Iterson jr bewerkte, was de relatie tussen planten en hun eventuele technische toepassingen. De relatie tussen de structuur & groeiwijze van planten en de eigenschappen van hun producten is daarbij essentieel onderdeel van deze botanische materiaalkunde. De uitdagingen voor de mensheid aan het begin van de 21^{ste} eeuw liggen vooral in de noodzaak van een duurzame ontwikkeling. Planten en hun producten zijn steeds onderdeel van in beginsel te sluiten kringlopen. Helaas zijn fossiele brandstoffen gevormd in een ver verleden uit planten, eerder te beschouwen als de laatste schakel in een keten, dan als het begin van een nieuwe cyclus ter productie van nieuwe fossiele brandstoffen. Duurzaamheid voor de mens van de 21^{ste} eeuw vooronderstelt dus kringlopen op een menselijke tijdschaal. Welke planten in de toekomst voor de mensheid dan van belang zijn is op voorhand niet te zeggen. Natuurlijk zullen voedselplanten ook in de toekomst voor de mensheid essentieel zijn. Anderzijds is nog heel veel exploratief onderzoek noodzakelijk in het enorme rijk van planten en naar de stoffen die in planten aanwezig zijn.

De Botanische Tuin TU Delft ontwikkelde zich natuurlijk ook na het afscheid van Van Iterson jr als een levende verzameling. Bij een dergelijke ontwikkeling behoort een voortdurende discussie over de samenstelling van de collectie. Mede door de bijdrage hieraan in de jaren 80 van de 20^{ste} eeuw van P. Kooiman [verwijzing 11], destijds wetenschappelijke medewerker van de Tuin, specialiseerde de Botanische Tuin TU Delft zich, onder andere, in de familie der Banaan-achtigen (*Musaceae*) en der Gember-achtigen (*Zingiberaceae* en *Costaceae*), overigens in het kader van taakverdeling tussen Nederlandse botanische tuinen.

De overheersende indruk die de genoemde bibliografie wekt, is die van de brede aanpak. In dit Hoofdstuk is aandacht voor de wijze waarop Van Iterson jr de akker van zijn hoofdactiviteiten als ingenieur bewerkte en voor twee korenbloemen in deze akker die hij als botanicus niet kon laten staan. Zijn aanpak als ingenieur-botanicus kwamen we ook al tegen bij rubber en bij bromelia-vezels. Hier zien we die aanpak bij hout, dat voor de ingenieur een belangrijk materiaal was, is en zal blijven. Het onderwerp van de qua omvang en ambitie indrukwekkende dissertatie (de wiskunde van bladstanden en schelpenvormen) waarop hij in 1907 promoveerde, kwam in zijn activiteiten voor zijn leeropdracht niet terug. Het lijkt alsof de 'zuivere' botanicus Van Iterson jr voor zijn activiteiten aan de Delftse ingenieursschool, met hoeveel ambitie en werkkraft ook ondernomen, een stap terugdoet. De 'zuivere' botanicus liet zich echter niet geheel verdringen. Als voorbeeld dient hier een publicatie uit 1937 over de meeldraden van *Tradescantia virginica*, waarin slechts van een ver-verwijderd verband met een mogelijke toepassing sprake kan zijn. Die 'bladstanden' en 'meeldraden' waren de korenbloemen op de productie-akker van zijn leeropdracht.

Hout

In zijn intree-rede noemde Van Iterson jr op de eerste plaats hout als een materiaal van het hoogste belang voor de ingenieur [verwijzing 4]. Hij stipuleerde dat de enorme verscheidenheid aan eigenschappen van hout samenhangt met anatomische verschillen. Hij legde het verband tussen de hardheid van het hout en de dichtheid ervan: hoe harder het hout, hoe hoger de relatieve dichtheid, dat is het soortelijk gewicht gedeeld door het soortelijk gewicht van water. Ook legde hij het microscopisch verband tussen de eigenschap-



pen van het voorjaarshout en het najaarshout voor soorten hout gegroeid in de gematigde klimaatstreken. In deze aanpak betoonde Van Iterson jr zich inderdaad een botanische materiaalkundige die het verband onderzoekt en legt tussen structuur, eigenschappen en producten. Van Iterson jr achtte kennis van de microscopische structuren van het hout voor de toepassing van hout als constructiemateriaal van het grootste belang en hij citeerde dan ook met instemming een citaat van een Franse tijdgenoot: *‘La connaissance de la structure est la base d’une étude rationnelle du bois.’* [verwijzing 4]. Ook voor de botanische determinatie van de verschillende houtsoorten is studie van de microscopische structuur van groot belang. Rond 1910 nam prof. dr. M. Treub, de toenmalige directeur van ’s Lands Plantentuin op Java, het initiatief tot een systematische inventarisatie van Javaanse houtsoorten. Deze inventarisatie werd gecompleteerd met een kaartsysteem, een botanische beschrijving en een beschrijving van de microscopische structuur van de betreffende houtsoorten. Die laatste was op het moment van Van Itersons intree-rede nog niet geheel voltooid. Uiteraard merkte Van Iterson jr hierover op: *‘aangezien () de technische eigenschappen onmiddellijk door den anatomische bouw worden bepaald, zoo belooft deze (beschrijving) ook voor de techniek van groot belang te worden’* [verwijzing 4]. Sinds 1911 werd regelmatig een cursus ‘microscopisch onderzoek van technische houtsoorten’ onder verantwoordelijkheid van Van Iterson jr gegeven [verwijzing 2].

Van 1924 tot 1930 was er aan het Laboratorium voor Technische Botanie een speciale docent, dr.ir. J.Ph. Pfeiffer, voor het technisch-wetenschappelijk houtonderzoek. Pfeiffer was een promovendus van Van Iterson jr. Een andere leerling van Van Iterson jr was ir. A. Lely die in het begin van de jaren 20 van de 20^{ste} eeuw bedrijfsdirecteur was van een bedrijf in Ter Apel dat het octrooi van Lignostone in de praktijk bracht. Lignostone verkrijgt men door hout onder hoge druk te brengen, waarbij de constituerende stof van hout, lignine, uiteindelijk versteent [verwijzing 2]. Het dan verkregen materiaal kenmerkt zich door hogere slijtvastheid en elasticiteit in vergelijking met het oorspronkelijke hout. Weefspoelen, asbakjes en knopen waren bekende producten van lignostone. Kunststoffen verdrongen na de Tweede Wereldoorlog lignostone uit vele toepassingen, maar wellicht heeft lignostone aan het begin van de 21^{ste} eeuw nog een duurzame toekomst. Hout was dus voor Van Iterson jr een belangrijk thema van zijn activiteiten, die uiteindelijk in 1939 leidden tot de oprichting van een houtinstituut binnen de organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek TNO.

Tradescantia virginica

Het geslacht *Tradescantia* behoort tot de Eendagsbloemen-familie (*Commelinaceae*) en omvat zo'n 60 soorten soms groenblijvende planten uit de beide Amerika's. Nederlandse benamingen zijn Eendagsbloem of Vaderplant en Mozes-in-het-biezen-mandje. *Tradescantia* is een geliefde tuinplant met zijn drietallige symmetrische bloemen. De bloemen van *Tradescantia virginica* openen zich vroeg in de morgen en zij verwelken in de loop van de dag. Op hete zonnige dagen start



dat verwelken al rond het middaguur, maar op koelere dagen begint het verwelken in de loop van de middag. De drie bloemblaadjes buigen zich naar het midden van de bloem, aan de randen het eerst. Dan vouwen de bladeren van de bloemkelk zich over de bloemkroon en het eindresultaat is oppervlakkig gezien een bloemknop, maar dan wel van een uitgebloeide eendagsbloem! De meeldraden verwelken praktisch tegelijk-

tijd als de bloemblaadjes en leggen zich tegen het vruchtbeginsel. Die meeldraden hebben haren en die haren bestaan uit cellen die elk ongeveer enige honderden microns lang zijn en dus goed zichtbaar voor een ervaren microscopist zoals Van Iterson jr. Hij werkte met een fasen-contrast microscoop aan het begin van de 20^{ste} eeuw ontwikkeld door de Nederlander Zernike. Die cellen bestaan uit een celwand en een celinhoud, protoplasma genoemd. Als een cel zich deelt, dan is de eerste scheidingswand opgebouwd uit pectine, later vormen zich verdikkingslagen die de eigenlijke celwand vormen. Die verdikkingslagen kunnen velerlei stoffen bevatten: cellulose (een soort suiker), de houtstof lignine, maar ook kiezel, zoals bij vele grassen en sommige bomen. In het korte bestaan van de meeldraden, en dus ook van hun haren, spelen zich dus vele processen af die samenhangen met de snelle groei en verwelking van deze eendagsbloem. De snelle groei veroorzaakt verschillen tussen wat zichtbaar is aan de binnenkant en de buitenkant van de cellen. Het protoplasma van die meeldraadhaarcellen is voortdurend in beweging. Mede in navolging van tijdgenoten-onderzoekers liet Van Iterson jr zien, dat de bewegingen van dat protoplasma aan de binnenkant van de cel zich afspeelden langs strepen die aan de buitenkant van de haarcel zichtbaar waren. Sommige onderzoekers waren in die tijd van mening dat de binnenkant van de haarcellen dan ook randen waren waarlangs het protoplasma zich bewoog. Van Iterson jr liet zien, dat de binnenkant van de haarcelwanden van *Tradescantia virginica* volkomen glad waren in alle stadia van de ontwikkeling van die haren en dat dus de relatie tussen de richting van de protoplasma-stroom en de uitwendige strepen op de celwanden een indirecte zou moeten zijn. Van Iterson jr maakte aannemelijk dat verschillen in het uitstrekken van binnen- buitenwanden spanningen veroorzaken die doorwerken op het visceuze protoplasma en op die manier de paralleliteit tussen de beweging van protoplasma en de uitwendige striaties (strepen) kunnen verklaren. Die verschillen tussen de binnenwanden en de buitenwanden zijn zo groot, dat tijdens groei en verwelking de buitenhuid van de cellen van de meeldraadharen gewoonweg losbarsten. De publicatie van Van Iterson jr over zijn waarnemingen [zie Index] frappeert door de vanzelfsprekende beheersing van de microscopische technieken van prepareren en observatie.

De wiskunde van bladstanden

Als je kijkt naar de vertakkingen van een boom of een andere plant en je ziet de wonderlijke ruimtewerking met schijnbaar willekeurige

vertakkingen, waarin toch bijna elke tak zijn eigen ruimte heeft, dan dringt zich als vanzelf de vraag op: beginnen de vertakkingen willekeurig of niet? Deze vraag houdt al heel lang botanici bezig en het proefschrift van Van Iterson over bladstanden (*phyllotaxis*) past al in 1907 in een zekere traditie van onderzoek [verwijzing 12 en 13]. Onlangs liet Libbenga zien [verwijzing 14] hoe die onderzoekslijn zich in de loop van de 20^{ste} eeuw ontwikkelde tot aan de vraag of het mogelijk is de groei van planten met een computer-model te simuleren. Ja, het is inderdaad mogelijk de groei van planten met een computer-model te simuleren en het blijkt dat kwekers en wetenschap daar anno 2007 belangstelling voor hebben [verwijzing 14]. Zijtakken of zijstengels ontwikkelen zich in de oksels van de bladeren. De stand van de zijtakken wordt dus bepaald door de bladstanden. Van Iterson jr constateerde al dat de bladstanden niet willekeurig zijn. Heel vaak blijken zij gerangschikt te zijn volgens een denkbeeldige schroeflijn (helix) rond de stengel, waarbij de hockafstanden tussen de bladeren ongeveer gelijk zijn. De bladstand wordt als volgt beschreven: neem een blad op een stengel, volg de schroeflijn naar boven met de klok mee en tel het aantal omwentelingen rond de stengel en het aantal bladeren dat je tegenkomt totdat je een blad vindt dat recht boven het blad staat waar je begonnen bent. Op deze wijze heeft een populier de bladstand 2/5. Bij de overgrote meerderheid van planten is de bladstand een term uit de volgende reeks 1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13 en zo voort. Ga je tegen de klok in rond de stengel, dan krijg je de volgende, zogenaamd complementaire, reeks: 1/2, 2/3, 3/5, 5/8, 8/13 en zo voort. Deze reeksen zijn al in de Middeleeuwen onderzocht en worden genoemd naar een Italiaanse wiskundige uit Pisa, Pisano, bijgenaamd Fibonacci. De termen van deze reeksen naderen limietwaarden, respectievelijk ongeveer 0,38 en 0,62, wat nu juist de verhouding weergeeft van de Gulden Snede. Het proefschrift van Van Iterson jr uit 1907 liet zien, dat groeipatronen van een zeer uiteenlopende groep planten, maar ook van bepaalde schelpen, althans in meer of mindere mate overeenkwamen met de uitkomsten van de toen al eeuwenoude wiskundige theorie van reeksen. Wat Van Iterson jr toen expliciet uitsloot was om op grond van zijn waarnemingen enige studie te maken van de wijze waarop groei en groeipatronen tot stand kwamen. Libbenga releveerde [verwijzing 14] dat in 1917, het jaar waarin de huidige Botanische Tuin TU Delft door Van Iterson jr werd gesticht, de Schotse onderzoeker d'Arcy Thompson het boek '*On growth and form*' publiceerde. Een van de ideeën die deze onderzoeker hierin naar voren bracht was dat vormen, structuren en patronen in de levende natuur in verband gebracht konden worden met krachten

uit de niet-levende natuur. Na zijn afscheid van en uit Delft deed Van Iterson jr zijn belangstelling voor bladstanden opnieuw blijken [verwijzing 13]. In 1964, hij was toen 86, publiceerde hij een zorgvuldige verhandeling over de al genoemde Fibonacci-reeksen., die hij koppelde aan meetkundige verdelingen, ‘netwerken’, van in punten gesymboliseerde bladstanden over cirkelcilindrische oppervlakken. Die netwerken zouden zijn opgebouwd uit congruente driehoeken, waarvoor de verhouding der rechthoekszijden gegeven is. Hij hoopte bij die gelegenheid om ‘binnen niet al te lange tijd’ () *‘de mogelijke oorzaken voor het kiezen der zoëven bedoelde “verhouding” te bespreken’* [zie verwijzing 13, p. 8]. Daar gaf hij ook als zijn hypothese, dat *‘de groeipunten van hogere planten zich gedragen als kleine resonatoren die uit een “geruis” van trillingen (dat bijvoorbeeld bij schoksgewijze groei van celwanden kan ontstaan) die trillingen uitkiezen, welke aan één der geometrisch-mogelijke regelmatige indelingen beantwoorden. Het ligt dan verder voor de hand te onderstellen dat de plaatsen waar “buiken” of waar “volledige knopen” ontstaan degene zijn waar zijdelingse organen worden aangelegd’*. Hier worden de bladstanden gezien als de knopen en buiken van een trillend membraam. Van Iterson jr geeft geen koppeling tussen de groei van celwanden en trillingen. Daarom heeft die hypothese meer het karakter van een speculatie. Wat hier essentieel lijkt, is dat impliciet gezegd wordt dat fysische krachten causaal kunnen zijn voor de in de levende natuur optredende groeipatronen. Volgens Libbenga [verwijzing 14] hebben in 1992 twee Franse natuurkundigen getracht de aanleg van groeitoppen na te bootsen met het volgende experiment. Een klein rond schaalpje met aan de rand een gootje en precies in het midden een verhoging werd gevuld met siliconenolie. Het schaalpje werd geplaatst in een verticaal magnetisch veld. IJzerhoudende druppeltjes stroomden over de verhoging in het schaalpje naar het gootje aan de rand van het schaalpje. De patronen die onstonden konden perfect beschreven worden met Fibonacci-reeksen. Fibonacci-patronen zijn dus niet beperkt tot levende systemen. De uitkomst van het experiment van die Franse fysici vormt als zodanig een aanwijzing voor de werking van fysische krachten bij het ontstaan van in de levende natuur voorkomende groeipatronen. Het is daarbij opvallend dat uiteindelijk de vraag open blijft hoe dergelijke groeipatronen gerealiseerd worden en welke rol het erfelijk materiaal van de plant daarbij speelt [verwijzing 14]. Voor Van Iterson jr was daarbij een uitgangspunt dat voor de studie van levende organismen wiskunde en fysische wetten even relevant waren als biologische theoriën over bijvoorbeeld evolutie en aanpassing [verwijzing 12].