



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Vast in het spoor van Darwin : biografie van Hugo de Vries

Zevenhuizen, E.J.A.

Publication date
2008

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

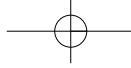
Zevenhuizen, E. J. A. (2008). *Vast in het spoor van Darwin : biografie van Hugo de Vries*.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.



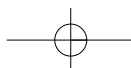
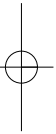
II

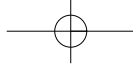
Fascinatie voor fysiologie

1866-1871

‘Ge zult waarschijnlijk wel vernomen hebben hoe best mij ’t leven hier bevalt, en zou ik u daaromtrent wat nieuws willen schrijven, dan moet het wel zijn over de “Vrijwillige Oefening in den Wapenhandel”. Wij exerceren namelijk met echte geweren en zoodra de volgende zomer komt gaan wij leeren schieten.’¹

Het is 22 oktober 1866. Hugo de Vries is nog maar net één maand student maar geniet reeds volop van het Leidse studentenleven, zo laat hij aan zijn broer Egbert weten. Zojuist is hij lid geworden van de ‘Leidsche Studentenvereniging tot Vrijwillige Oefening in den Wapenhandel’, later ‘Pro Patria’ genoemd. De vereniging was een reactie op de oorlogszuchtige expansiepolitiek van het koninkrijk Pruisen. Thijs de Vries was een van de oprichters en door het eerste bestuur benoemd tot erelid. De familie De Vries hechtte dus blijkbaar weinig waarde aan de van oudsher onder doopsgezinden levende overtuiging geen geweld te mogen gebruiken of wapens te mogen hanteren. De angst voor een Pruisische inval nam echter spoedig af, net als het enthousiasme van de studenten. De schietbaan die na een jaar wachten werd ingericht was al na drie weken kapotgeschoten. Het is dan ook de vraag of Hugo ooit aan de schietinstructie heeft meegedaan.² Verder is hij lid geworden van het ‘Gezelschap Huygens’ en het ‘Leesgezelschap Archimedes’. Huygens is een vereniging van studenten van de faculteit Wis- en Natuurkunde die recente ontwikkelingen in hun vakgebied bediscussiëren. Archimedes (toegankelijk voor alle studenten en zelfs oud-studenten) heeft tot doel ‘gelegenheid te geven tot het lezen van populaire medische, wis- en natuurkundige werken’. De vereniging koopt boeken aan, laat die onder de leden circuleren en verkoopt ze uiteindelijk tijdens de jaarvergadering aan de leden. Bij Archimedes zou Hugo enige tijd de functie van secretaris vervullen. Later in zijn studie zou





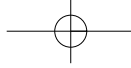
Hugo bovendien nog lid worden van het ‘Leesgezelschap Proza en Poëzij’, een gezelschap waarbij onder de leden boeken ‘tot het gebied der fraaie letteren behorende’ circuleren. Na de plantkunde is de literatuur bij hem nog steeds een goede tweede.³

Een ongebruikelijke studie

Met zijn studie is Hugo een buitenbeentje: studenten die staan ingeschreven bij de faculteit Wis- en Natuurkunde zijn ver in de minderheid. Het overgrote deel van de studenten behoort bij de juridische, medische en theologische faculteit. Voor een jurist, arts of dominee is emploti genoeg, maar voor wiskundigen en natuurwetenschappers niet. Dat Hugo zich binnen de faculteit toelegt op de plantkunde is helemaal een zeldzaamheid. Sinds zijn aanstelling negen jaar eerder heeft Suringar nog maar één promovendus gehad.⁴

Bij de in 1815 vastgestelde regeling van het hoger onderwijs in Nederland, het zogenoemde ‘Organiek Besluit’, hadden de faculteiten Wis- en Natuurkunde van de universiteiten en athenaea als voornaamste taak gekregen het propedeutisch onderwijs te verzorgen voor de studenten van de medische faculteit. Voordat die aan de medische examens mogen deelnemen moeten zij eerst examens in de wis-, natuur-, schei- en plantkunde afleggen. De vier vakken moeten de aankomende medicus een algemeen-natuurwetenschappelijke basis geven; bij de colleges voor de kandidaats- en doctoralexamens zullen zij niet meer voorkomen. Tijdens de kandidaatscolleges geneesmiddelenleer, ofwel *materia medica*, zou nog wel de geneeskrachtige werking van planten aan de orde komen. Die colleges werden soms ook door de hoogleraar botanie gegeven.⁵

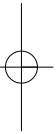
De hoogleraren botanie aan de Nederlandse universiteiten en hogescholen hadden herhaaldelijk geprobeerd de aandacht voor de botanie te stimuleren door te wijzen op het grote maatschappelijke belang van het vak. In Groningen had H.C. van Hall in de jaren veertig zijn colleges landhuishoudkunde omgezet in een Landhuishoudkundige School waarvan hijzelf directeur was geworden en waaraan hij vervolgens tot zijn emeritaat in 1871 vrijwel al zijn tijd zou besteden. De Utrechtse hoogleraren J. Kops en C.A. Bergsma hadden ontginningsprojecten aangemoedigd en zich bezig gehouden met het uitgeven van tijdschriften en populaire boeken. In Amsterdam had de hoogleraar F.A.W. Miquel in de jaren vijftig op bescheiden schaal de eerste tuinbouwopleiding in Nederland opgezet. N.W.P. Rauwenhoff had in 1860 in zijn inaugurele rede als lector aan de Klinische School in Rotterdam gesteld dat een grondige botanische kennis onontbeerlijk is voor wie succesvol wil zijn in de

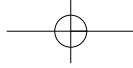


landbouw, de handel, de geneeskunde en de farmacognosie. De plantkunde zou volgens hem tevens van belang zijn omdat zij nauw samenhangt met andere wetenschappen die in de voorgaande decennia zoveel ertoe hadden bijgedragen dat het dagelijks leven aangenamer en gemakkelijker was geworden, zoals de chemie en de meteorologie. Om het nut van een wetenschap voor de mensheid te beoordelen moest men volgens Rauwenhoff overigens niet alleen kijken naar de materiële kant van het bestaan maar ook naar de geestelijke, en de plantkunde droeg als kennisvak zeker het nodige bij aan het verruimen van de blik op de wereld. 'Zoo, mijne heeren, is de kruidkunde een schoone werkring aangewezen tot heil der menschen'. De Leidse hoogleeraar W.H. de Vriese had herhaaldelijk voor een rationele, wetenschappelijke benadering van de landbouw in de koloniën gepleit waarbij botanische kennis vanzelfsprekend een prominente rol diende te vervullen. Hij had zijn pleidooien in 1857 beloond gezien met de opdracht van de regering om in Indië de gouvernementele cultures te onderzoeken en te rapporteren hoe wetenschappelijke kennis daarbij ingezet kan worden. Bij zijn vertrek uit Leiden had hij een rede gehouden met de veelzeggende titel *De invloed der kruidkunde op de belangen van den staat*.⁶

Ondanks deze inspanningen was de vraag naar botanici vanuit landbouw, handel en industrie minimaal gebleven. Hetzelfde gold voor chemici, natuurkundigen, wiskundigen en zoölogen, hoewel naar chemici nog wel enige vraag was vanuit de koloniën. Geen wonder dus dat in de jaren veertig en vijftig slechts 2 tot 3% van de studenten aan de drie Nederlandse universiteiten ingeschreven stond bij de faculteit Wis- en Natuurkunde. In de jaren zestig begon hun aantal echter aanzienlijk te stijgen. Bij de wet op het middelbaar onderwijs die in 1863 van kracht werd was een nieuw schooltype ingesteld: de Hogere Burger School. De hbs was bedoeld voor jongens die in de handel en industrie wilden gaan werken en in het lesprogramma was dan ook veel meer aandacht voor de natuurwetenschappen dan op het gymnasium. Hierdoor waren veel nieuwe leraren nodig. Hadden zich in Leiden tussen 1855 en 1863 in totaal 23 studenten bij de faculteit Wis- en Natuurkunde aangemeld, in de jaren 1864 en 1865 waren dat er al respectievelijk zeven en acht, en in de volgende vier jaren was het aantal aanmeldingen zelfs het twee- tot drievoudige daarvan. In 1866, het jaar dat Hugo ging studeren, waren er 21 aanmeldingen voor Wis- en Natuurkunde op een totaal van 145 nieuw ingeschreven studenten. Landelijk gezien steeg het aantal studenten Wis- en Natuurkunde tot boven de 10%.⁷

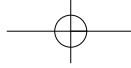
Het aantal studenten dat zich op de botanie toelegde nam na 1863 eveneens





toe, maar in verhouding bleef de belangstelling toch minimaal. In 1867, 1868 en 1869, de jaren dat Hugo aan zijn kandidaats- en doctoraalexamen werkte, meldden zich in Leiden slechts vier andere aanstaande botanici aan, namelijk Boele Lycklama à Nyeholt, Jacob Boerlage, William Burck en Melchior Treub. Natuurlijk zochten de vijf geestverwanten elkaars gezelschap en er ontstonden hechte vriendschappen. Lycklama overleed tijdens zijn studie. Boerlage en Burck waren na hun promotie enkele jaren leraar. Boerlage was niet gelukkig met zijn onderwijsbestaan en was zeer verheugd toen Suringar hem in 1879 conservator van het Rijksherbarium maakte. Treub werd na zijn promotie de eerste assistent van Suringar en, met diens hulp, in 1880 directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg (nu de Kebun Raya te Bogor). Vrijwel meteen benoemde hij Burck tot adjunct-directeur, welke functie in de praktijk neerkwam op de zorg voor het herbarium. Nadat Burck wetenschappelijk adviseur van de gouvernementele koffieplantages was geworden, gaf Treub de functie aan Boerlage. Treub maakte van 's Lands Plantentuin een wereldvermaard onderzoeksinstituut met grote betekenis voor de koloniale landbouw. Hij liet laboratoria bouwen en verschaftte Nederlandse en buitenlandse wetenschappers de financiën en de faciliteiten om in Buitenzorg onderzoek te doen. Vanuit de tuin ontstond in 1904 het Department van Landbouw voor Nederlands-Indië, waarvan Treub de eerste directeur werd.⁸

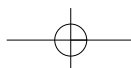
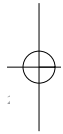
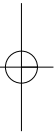
Aansluitend bij zijn voorgangers betoogde Suringar in zijn rectorale rede uit 1868 *De kruidkunde in hare betrekking tot de maatschappij en de hoogeschool* dat de wetenschappelijke botanie van groot belang is voor de praktijk. Maar, en daarmee liet hij een ander geluid horen, zij mocht volgens hem niet in dienst daarvan staan. Hij schetste hoe in de beoefening van de plantkunde het vergaren van praktische kennis in de voorgaande decennia geleidelijk was vervangen door wetenschappelijke nieuwsgierigheid. Steeds meer was de wens ontstaan 'inzigt te verkrijgen in die rijke verscheidenheid en innerlijke harmonie der verschijnselen die zich om en in hem openbaren', en was het idee dat de natuur geschapen is voor het welzijn van de mens verlaten. Dat was volgens hem een positieve ontwikkeling geweest. Door diepergaand onderzoek waren ook minder voor de hand liggende schatten opgedolven en bovendien waren er uit louter zucht naar kennis allerlei onderzoeken verricht waarvan pas later was gebleken dat ze een praktisch nut hebben. Hadden de onderzoekers zich alleen laten leiden door de wens nuttige resultaten te verkrijgen, dan waren die onderzoeken waarschijnlijk nooit gedaan. Kortom: 'Geen ongeduld, geen jacht naar resultaat baat. Geregeld en natuurlijk ontwikkeld brengt de wetenschap hare vruchten van zelve en overvloedig voort.'⁹

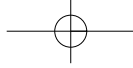


Een drukke studie

Volgens het al genoemde Organiek Besluit moesten studenten Wis- en Natuurkunde zich voor het kandidaatsexamen bekwamen in wiskunde, experimentele natuurkunde, sterrenkunde en in de algemene beginselen van zoölogie, botanie en geologie. Voor het doctoraalexamen dienden zij examens te doen in toegepaste wiskunde, wiskundige natuurkunde, wiskundige sterrenkunde, toegepaste scheikunde en geologie. Bovendien waren er enkele ‘testimonia-vakken’ die gevolgd moesten worden bij de letterenfaculteit: in de kandidaatsfase Latijnse en Griekse letterkunde en redeneerkunde, in de doctorale fase metafysica en geschiedenis der wijsbegeerte. Men hoefde hiervoor geen examen af te leggen; men moest aantonen de colleges gevolgd te hebben en ontving dan een ‘testimonium’. Wie een leraarsbaan ambieerde moest bovendien colleges pedagogiek volgen.¹⁰ In de praktijk was het studieprogramma voor de natuurwetenschappers echter minder strikt. Het Organiek Besluit had namelijk ook bepaald dat de doctoraaldiploma’s van de faculteit Wis- en Natuurkunde nadrukkelijk moesten weergeven ‘het gedeelte der wetenschappen waarin iemand bij voorkeur eenen stand gekozen heeft, en waarin hij dus bij voorkeur geëxamineerd is’. Verschillende keren was geprobeerd deze door de student zelf te kiezen specialisatie duidelijker vorm te geven. Een in 1828 ingestelde commissie die de regering moest adviseren over verbeteringen in het hoger onderwijs, had voorgesteld twee afzonderlijke doctoraten voor wis- en natuurkunde enerzijds en natuurlijke historie anderzijds in te stellen. Een soortgelijke commissie uit 1849 had de instelling van drie studierichtingen geadviseerd: wiskunde, natuur- en scheikunde en natuurlijke historie (plantkunde, dierkunde en geologie). Laatstgenoemde commissie meende dat een universiteit in de eerste plaats duidelijk afgebakende beroepsopleidingen moest aanbieden en daarnaast moest werken aan ‘de uitbreiding en bevordering der wetenschap’. Geen van de voorstellen was overgenomen en opgenomen in de wetgeving op het onderwijs. De Leidse universiteit was echter wel enigszins met de voorstellen meegegaan. Zij had een studierichting *philosophia naturalis* ingesteld, met doctoraalexamens botanie, zoölogie en geologie. Het was deze richting die Hugo volgde. Pas bij de invoering van de wet op het hoger onderwijs van 1876 werden de vakken van de natuurwetenschappelijke faculteit opgedeeld in vijf doctoraalstudies. Er ontstond toen ook een afzonderlijk doctoraalexamen plant- en dierkunde.¹¹

De eerste maanden van zijn studie had Hugo het bijzonder druk, zó druk zelfs dat het maken van botaniseertochten er geheel bij inschoot. Pas in de kerstvakantie vond hij de tijd om de planten die hij de voorgaande zomer had



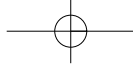


verzameld te determineren en op te bergen in zijn herbarium. Ook het tweede halfjaar beloofde weer druk te worden. ‘Mais le temps passe rapidement, et au printemps, Flore, reprenant toute sa splendeur, nous appellera de nouveau à sa culte’, zo schreef hij vol verwachting in een bloemrijke brief aan zijn Limburgse correspondent Henri Jacques.¹² De verzuchting dat er zoveel colleges gevolgd moesten worden was algemeen onder de studenten Wis- en Natuurkunde. In tegenstelling tot de studenten van andere faculteiten konden zij moeilijk wegblijven en hun kennis uit boeken halen. Op veel colleges werden namelijk planten en dieren, natuurkundige verschijnselen en chemische processen getoond. Na het kandidaatsexamen kregen de studenten het rustiger. Zij hadden dan nog maar een beperkt aantal vakken en volgden voornamelijk privaatcolleges.¹³ ‘Labor improbus omnia vincit’, zo citeerde Hugo de dichter Vergilius bij de jaren 1868 en 1869 in zijn *Liber annualis* waarin hij sinds februari 1866 bijzondere gebeurtenissen uit zijn leven bijhield: onvermoeide arbeid komt alles te boven. Op 6 maart 1869 behaalde hij het kandidaatsexamen, op 4 mei 1870 het doctoraalexamen.¹⁴

In de twee decennia voorafgaand aan Hugo’s studie was er in Leiden heel wat veranderd in de manier waarop college werd gegeven. Vrijwel alle hoogleeraren waren van het Latijn overgestapt op het Nederlands en in het verlengde daarvan hadden zij het aloude dicteren van de lesstof vervangen door de vrije voordracht. Dat had zowel het volgen als het geven van colleges aanzienlijk aangenamer gemaakt, maar had ook tot resultaat gehad dat de verschillen in didactische kwaliteiten van de hoogleeraren duidelijker waren geworden. De uitleg van wiskundige Bierens de Haan was vaak onbegrijpelijk, sterrenkundige Kaiser was geen boeiend spreker maar zijn colleges waren duidelijk, en scheikundige Van der Boon Mesch was ronduit geestig en trok, mede door zijn demonstratieproeven, volle zalen.¹⁵ Inhoudelijk liepen sommige hoogleeraren jaren achter. Van der Boon Mesch spande daarbij wel de kroon. Nieuwe inzichten wilden er bij hem niet in en ondanks zijn amusante colleges regende het klachten over zijn onderwijs. Zijn kleine en gezette gestalte, zijn schele blik en zijn duivenhobby maakten hem bovendien tot een geliefd slachtoffer van studentikoze humor. Hugo de Vries betreurde het later dat zijn scheikundige opleiding zo slecht was geweest. Over de colleges natuurkunde van professor Rijke daarentegen was hij vol lof.¹⁶

Gegrepen door het darwinisme

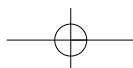
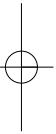
Ook de hoogleeraren Suringar (botanie) en Van der Hoeven (zoölogie) waren geen toonbeelden van wetenschappelijk modernisme. Suringar kende, waar-

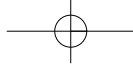


deerde en doceerde de verschillende stromingen die er in zijn vak te onderscheiden waren, zowel de traditionele als de recent opgekomen, maar zijn hart lag bij de klassieke beschrijvende en classificerende botanie en daaraan besteedde hij dan ook de meeste aandacht. Van der Hoeven was eveneens een traditionele systematicus en bovendien zeer religieus. Zijn leven lang hield hij vast aan de theologische en teleologische visie dat de natuur een openbaring Gods is waarvan elk detail Zijn wijsheid en grootheid vertoont en dat God de natuur heeft geschapen tot voordeel van de mens. Hij kon zeer verontwaardigd zijn wanneer hij iemand hoorde beweren dat door de nieuwe ontdekkingen in de natuurwetenschappen een moderne, niet-religieuze visie op de wereld onontkoombaar werd.¹⁷

Suringar en Van der Hoeven moesten beiden niets hebben van hét moderne idee bij uitstek dat op dat moment binnen de biologie volop in de belangstelling stond: de evolutietheorie van de Engelse natuuronderzoeker Charles Darwin. In 1859 had Darwin in zijn boek *On the origin of species* de stelling verdedigd dat elke soort ontstaan is uit een andere soort en dat alle levensvormen op aarde een gemeenschappelijke voorouder hebben. Dit idee had in verschillende vormen al heel lang onder botanici en zoölogen gecirculeerd, maar Darwin had zijn betoog onderbouwd met een nog niet eerder geopperd mechanisme dat de veranderingen zou sturen. Hij had het leven van elk organisme voorgesteld als een strijd om het bestaan met zijn omgeving, inclusief zijn soortgenoten. De individuen die de strijd overleven beschikken blijkbaar over bepaalde eigenschappen, hetzij aangeboren, hetzij tijdens het leven verworven, die hen een voordeel geven boven andere individuen. Deze gunstig gebleken eigenschappen worden door de overlevers doorgegeven aan de volgende generaties, die op hun beurt ook weer de strijd om het bestaan aangaan. Zo zou er steeds een natuurlijke selectie van de best aangepaste individuen plaatsvinden, zouden soorten steeds aan veranderingen onderhevig zijn en de diversiteit toenemen door de continue opeenstapeling van nieuwe eigenschappen.¹⁸ Suringar meende dat er voor Darwins theorie onvoldoende bewijs was. Pas in de jaren tachtig veranderde hij van mening omdat er toen naar zijn idee voldoende bewijsmateriaal op tafel gekomen was. Van der Hoeven kon Darwins mechanisme van de natuurlijke selectie op geen enkele manier in overeenstemming brengen met zijn opvatting dat alles in de natuur een doel heeft en op die wijze door God geschapen is. In 1860 had hij de Nederlandse vertaling verzorgd van een van de eerste publicaties die in Engeland tegen Darwins opvatting was verschenen.¹⁹

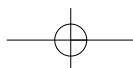
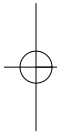
Niet alleen binnen de biologie maar ook daarbuiten had Darwins theorie de

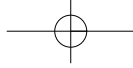




tongen heftig in beroering gebracht. De rooms-katholieken waren resoluut tegen de onbijbelse voorstelling van een planten- en dierenwereld die niet door God geschapen was maar door een geleidelijke ontwikkeling ontstaan zou zijn. Het darwinisme zagen zij bovendien niet alleen als een aanval op Genesis, maar ook op christelijke sleutelbegrippen als barmhartigheid, de zondeval, de almacht van God en de status van de mens als hoogtepunt van de schepping. De katholieken stonden trouwens over het algemeen erg wantrouwend tegenover de moderne natuurwetenschappen. Die zouden in hun ogen namelijk onvermijdelijk leiden tot materialisme en atheïsme. De protestanten waren verdeeld. De rechtzinnigen, die de Bijbel als Gods letterlijke woord en de natuur als Zijn creatie beschouwden, deelden het standpunt van de katholieken. Maar de ‘moderneren’, en dat waren veel theologen, wetenschappers en andere intellectuelen, stonden neutraal tot zelfs sympathiek tegenover het darwinisme. Zij maakten een onderscheid tussen gevoel en rede, tussen geloof en weten. Deze houding kende evenwel weer allerlei schakeringen. Volgens sommigen zouden de ‘raadselen des levens’ (zoals de Utrechtse hoogleraar Harting het uitdrukte) altijd buiten het bereik van de wetenschapper vallen. Anderen meenden dat het darwinisme meehielp om het geloof te zuiveren van onwaarschijnlijke wonderverhalen; de Bijbel was immers geen natuurkundeboek en niet alles hoefde letterlijk genomen te worden. Weer anderen zagen de evolutietheorie met haar streven naar verbetering, naar orde en harmonie als een bewijs voor het bestaan van God. Zij liet zien hoe Hij volmaakte middelen gebruikt om Zijn doel te bereiken. Het kleine groepje atheïsten dat Nederland kende accepteerde Darwins ideeën natuurlijk met graagte.²⁰

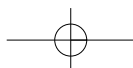
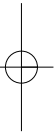
Al voordat hij was gaan studeren, had Hugo kennisgemaakt met de evolutiegedachte. Als gymnasiast had hij het populaire *Sporen van de natuurlijke geschiedenis der schepping en voortgaande ontwikkeling onder den invloed en het beheer der natuurwetten* gelezen. Het boek was een vertaling van *Vestiges of the natural history of creation*, dat in 1844 in Engeland voor het eerst was verschenen. Volgens de auteur, de schrijver-journalist Robert Chambers, zouden de laagste vormen van een groep dieren afstammen van de hoogste vormen van een voorafgaande groep. God heeft organismen een streven naar verdere ontwikkeling meegegeven, en de ontwikkeling van eenvoudige naar complexe levensvormen verloopt in een onafgebroken lijn volgens een van tevoren opgesteld plan. God had dit ontwikkelingsproces in het begin van de schepping op gang gebracht en sindsdien was het zonder verder ingrijpen van Hem verlopen. De *Vestiges* was zowel door de wetenschappelijke wereld als door de verschillende kerkgenootschappen afgewezen; door de eerste vanwege de vele fouten en blunders

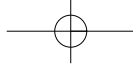




die het boek bevatte, door de tweede omdat de gepresenteerde opvatting in tegenspraak was met het bijbelse scheppingsverhaal. Een van de publicaties die de *Vestiges* had uitgelokt heette veelzeggend (in de Nederlandse vertaling) *Schepping door de regtstreeksche tussenkomst van God, in tegenstelling van eene schepping door natuurwetten*. Chambers had de kritiek op zijn werk wel verwacht en het daarom verstandiger gevonden zijn naam nergens in het boek te vermelden en zijn auteurschap ook verder geheim te houden. Het grote publiek smulde van het werk. Het werd vele keren herdrukt en vertaald.²¹ Hugo echter was niet gecharmeerd geweest van Chambers' ideeën: dat de ene soort uit de andere voortgekomen is, had hij niet kunnen accepteren en daarmee had hij het hele idee van de gemeenschappelijke afstamming, in welke vorm dan ook, verworpen.²² Het is speculeren waardoor zijn mening het sterkst beïnvloed was: door het dogma van Carl Linnaeus, de god van de systematische ordening van het plantenrijk, dat de natuur geen sprongen maakt, soorten onveranderlijk zijn en een botanicus zich verre moet houden van het onderzoek naar afwijkende vormen, of door het dogma van het christendom dat alle soorten afzonderlijk en onveranderlijk zijn geschapen. Hugo las de *Vestiges* juist in de tijd dat hij zich onder leiding van de systematicus Suringar ontwikkelde tot botanicus en zich onder leiding van de rechtzinnige dominee Sepp voorbereidde op zijn geloofsbelijdenis.

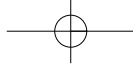
Toch was het idee van de gemeenschappelijke afstamming Hugo bezig blijven houden. Tijdens zijn eerste studiejaar werd op een verkoping een Duitse vertaling van Darwins *Origin* aangeboden.²³ Hij moest en zou het beroemde boek te pakken krijgen, zo schreef hij zestig jaar later in een schrift waarin hij herinneringen uit zijn leven verzamelde. 'Ik had toen weinig geld en heb twee dagen geen middagmaal gebruikt om dat exemplaar te kunnen kopen'. Net als eerder bij de *Vestiges* overtuigde het betoog hem niet, maar geheel verwerpelijk vond hij Darwins theorie toch ook niet. 'Gedurende een jaar heb ik er over nagedacht en verschillende deelen telkens weer gelezen. Eindelijk zag ik de juistheid van Darwins stelling in en sedert ben ik een vurig aanhanger van zijne leer geweest, vol van bewondering voor zijn werk'. Met zijn medestudenten bediscussieerde hij Darwins ideeën. Eén voor één raakten ze van Darwins gelijk overtuigd.²⁴ Voor iedereen die was opgegroeid met de vertrouwde en vaststaande opvattingen over de onveranderlijkheid der soorten was de acceptatie van Darwins ideeën een harde strijd, zo schetste De Vries de situatie jaren later. Het was 'een strijd die ieder onzer in zijn binnenste te voeren had, om zich los te wringen van de oude vooroordeelen en vol en vrij zich vóór de nieuwe richting te verklaren'.²⁵





De bekeerde studenten stuitten niet bij al hun docenten op weerstand. De lector zoölogie, Herman Hartogh Heys van Zouteveen, was een groot bewonderaar van Darwin en maakte daarvan geen geheim. Hartogh had in Leiden zowel aan de faculteit der Rechten als aan die der Wis- en Natuurkunde gestudeerd en was aan beide faculteiten gepromoveerd in respectievelijk 1864 en 1866. Na korte tijd als leraar in het middelbaar onderwijs gewerkt te hebben was hij in 1867 lector geworden ter ondersteuning van de oude en zwakker wordende Van der Hoeven. Die overleed reeds het volgende jaar en Hartogh rekende erop dat hij tot diens opvolger zou worden benoemd. De keuze van Curatoren viel echter op de 26-jarige Emil Selenka, assistent van de hoogleraar zoölogie aan de universiteit van Göttingen. Het is vrijwel zeker dat zijn openlijke steun aan Darwin Hartogh bij Curatoren niet populair had gemaakt en dat hij daarom werd gepasseerd. Hartogh nam hierop ontslag als lector, leidde een tijdje een reizend en schrijvend bestaan en vestigde zich in 1873 in Drenthe waar hij zich op de landontginning toelegde. In de jaren zeventig en tachtig vertaalde en bewerkte hij verschillende boeken van Darwin die werden uitgegeven in de reeks met de veelzeggende titel 'Darwins biologische meesterwerken'. Bovendien was hij medewerker en later redacteur van het populair-natuurwetenschappelijke tijdschrift *Isis*. Hij schreef er vele artikelen over het darwinisme voor.²⁶

Wanneer Curatoren hadden verwacht met Selenka een tegenstander van de afstammingsleer binnengehaald te hebben, kwamen zij spoedig bedrogen uit. 'Uit achting voor zijn voorganger en in de meening dat diens leerlingen ook zijn trouwe volgelingen waren, verzweeg hij zijn oordeel over Darwins stelling', aldus De Vries later in zijn schrift met herinneringen. Selenka richtte voor zijn studenten een dispuut op waarin ieder op zijn beurt een voordracht moest houden en vervolgens door zijn collega's onder handen werd genomen. 'Toen het mijne beurt werd, werd door alle leden besloten dat ik als onderwerp een deel der afstammingsleer zou behandelen teneinde professor Selenka er toe te bewegen kleur te bekennen. Bij de discussie vielen allen mij bij, en Selenka verklaarde zich ook een warm voorstander. Sedert heeft hij ons op college en practicum steeds in die leer ingeleid, en die in ruimer kring ingang doen vinden'.²⁷ Hugo kon goed met Selenka opschieten. Toen hij in 1871 solliciteerde naar de positie van leraar natuurlijke historie aan de hbs in Amsterdam schreef Selenka een lovende aanbeveling. Ook kwam Selenka wel bij Hugo's ouders thuis. In de zomer van 1875 ontmoetten zij elkaar, vermoedelijk voor het laatst, in Würzburg waar Hugo de Vries toen net was gaan werken. Selenka was het jaar tevoren uit Leiden vertrokken en hoogleraar zoölogie in Erlangen geworden.²⁸

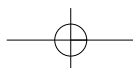
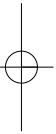


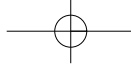
De kennismaking met het werk van Darwin gaf Hugo een geheel nieuwe kijk op de plantkunde. De natuur bleek niet statisch, maar constant in beweging te zijn: soorten variëren, verschijnen en verdwijnen. De vertrouwde en heldere systematiek verloor eensklaps haar suprematie en kreeg plotseling een heel andere status. ‘Wat vroeger de wetenschap was, was thans nog slechts het a.b.c. daarvan, het rangschikken en catalogiseeren. Aan het onderzoek werden geheel andere eischen gesteld, de belangstelling werd in nieuw wegen geleid, voor het nadenken, vergelijken, waarnemen en besluiten werd een onafzienbaar veld geopend’, zo omschreef hij later eens de invloed die het darwinisme op de biologie had uitgeoefend, en dit moet ongeveer ook het gevoel zijn geweest dat hijzelf als student had ervaren.²⁹

Gegrepen door de plantenfysiologie

Zo mogelijk nog groter was de schok die Hugo beleefde bij de kennismaking in 1868 met het *Lehrbuch der Botanik* van Julius Sachs, hoogleraar botanie in Würzburg.³⁰ In het boek behandelde Sachs het totale vakgebied van dat moment: systematiek (van thallofyten tot fanerogamen), morfologie (bouw van cellen, weefsels en organismen) en fysiologie (natuur- en scheikundige verschijnselen, en tevens seksualiteit en afstammingsleer). Het boek was hoogst actueel: het gaf de kennis van dát moment weer en behandelde daarbij de heersende vragen en problemen. Het was vooral het deel over plantenfysiologie dat indruk op Hugo maakte. Op de practica die hij volgde maakte hij gebruik van het *Leerboek der plantenkunde* van C.A.J.A. Oudemans (hoogleraar plantkunde in Amsterdam) en *Anatomie und Physiologie der Pflanzen* van Franz Unger (hoogleraar plantenfysiologie in Wenen).³¹ Beide waren geen onverdienselijke werken, maar niet zo actueel als Sachs’ boek en op enkele punten zelfs behoorlijk verouderd. Het bijzondere van het *Lehrbuch* was dat het allerlei verbanden aangaf, zowel tussen de afzonderlijke disciplines in de botanie als binnen de plantenfysiologie zelf. Afzonderlijke verschijnselen bracht Sachs tot eenzelfde principe terug. ‘Het leerboek van Sachs maakte een overweldigenden indruk. Hier was alles nieuw, helder en in logische samenhang’, schreef De Vries later in zijn herinneringen. ‘Overall stond nu alles in een nieuw licht en ons enthousiasme was zeer groot.’³²

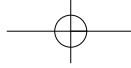
Julius Sachs was een uitgesproken exponent van een visie op biologische verschijnselen die recent in Duitsland was opgekomen en in korte tijd een dominante positie had ingenomen onder botanici en zoölogen: de visie dat verschijnselen in de levende natuur op dezelfde manier verklaard kunnen worden als verschijnselen in de levenloze natuur. Deze visie was een reactie op de





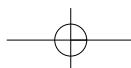
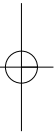
nogal speculatieve *Naturphilosophie* die in de eerste decennia van de eeuw onder Duitse biologen had overheerst. Volgens de *Naturphilosophie* is er een verschil tussen werkelijkheid en waarneming. Elke waarneming is een constructie door de menselijke geest. Wat voor de werkelijkheid gehouden wordt, is slechts een interpretatie, een abstractie van de werkelijkheid. Onderzoek van de natuur is dan ook niet anders dan onderzoek van het menselijke denken, en natuurwetten zijn niet anders dan de wetten waarmee waarnemingen in de menselijke geest worden vormgegeven. Algemene natuurwetten laten zich derhalve niet opstellen door inductie uit individuele verschijnselen. De algemene wetten zijn reeds aanwezig in de menselijke geest en individuele verschijnselen kunnen alleen door deductie hieruit worden geconstrueerd. De *Naturphilosophie* was goed verenigbaar met allerlei speculatieve ideeën uit eerdere perioden waarvoor geen concreet bewijs was, maar die logischerwijs aangenomen moesten worden. Zo was er het (wijd verbreide) idee dat alle levensverschijnselen worden aangestuurd door een *vis vitalis* of *Lebenskraft*. Deze zou maken dat er verschil is tussen leven en dood, tussen de organische en anorganische natuur. Rond 1840 werd de visie van de *Naturphilosophie* in de biologie en daarmee het idee van de *Lebenskraft* van verschillende kanten aangevallen. Natuur- en scheikundigen deden spectaculaire ontdekkingen en concludeerden dat hun bevindingen voor zowel de organische als de anorganische natuur gelden. Stoffen die specifiek in organismen voorkomen en daardoor worden geproduceerd, bleken vanuit anorganische stoffen in het laboratorium nageemaakt te kunnen worden; de wet van behoud van energie bleek niet alleen in de mechanica, de elektriciteit, de chemie en het magnetisme te gelden, maar ook voor organismen op te gaan; mensen en dieren bleken voor hun bestaan afhankelijk te zijn van oxydeerbare stoffen en CO₂ en water uit te ademen, producten die rijkelijk bij de verbranding van organisch materiaal vrijkomen. Biologen stelden vast dat elke cel uit een andere cel voortkomt en dat de cel de oervorm van elk organisme is. Een nieuwe cel zou door een soort kristallisatie van ongeorganiseerd organisch materiaal totstandkomen. Het idee ontstond dat een organisme te vergelijken is met een machine waarin dezelfde krachten werkzaam zijn als in chemische en natuurkundige verschijnselen. De nieuwe visie kreeg hierdoor de naam ‘mechanisme’.³³

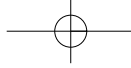
Een van de belangrijkste en invloedrijkste critici van de *Naturphilosophie* uit het begin van de jaren veertig was Matthias Schleiden, hoogleraar in Jena. In zijn *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik* verklaarde hij de oorlog aan de systematiek, de speculatie en de deductieve methode, kortom aan de gehele traditionele plantkunde die volgens hem niet veel meer was dan ‘eine müssige



Spielerei der Neugier'. In de uitvoerige 'Methodologische Einleitung' van het boek pleitte hij ervoor de plantkunde tot een echte wetenschap te maken door de feiten en principes van de natuurwetenschappen te volgen en de inductieve methode toe te passen. Schleiden achtte dit laatste punt zo belangrijk dat hij de volgende drukken van zijn boek, dat bedoeld was als een leerboek voor plantenfysiologie, liet verschijnen onder de titel *Die Botanik als inductive Wissenschaft*.³⁴

De mechanistische visie op het leven kende verschillende varianten. Sommigen meenden dat met behulp van natuur- en scheikunde niet alles te verklaren viel. Bij specifiek aan organismen toebehorende eigenschappen veronderstelden zij dat er sprake moest zijn van specifiek organische krachten. Tot deze groep behoorde Franz Unger. In zijn *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, dat Hugo als gezegd gebruikte, stelde hij dat 'die Lehre von der Wirksamkeit des Pflanzenorganismus oder von der Lebenserscheinungen der Pflanzen die dunkelsten der ganzen Botanik [ist]'. Wat volgens hem ontbrak was een methode om alle levensverschijnselen afzonderlijk te begrijpen en vervolgens inzicht te krijgen in hun onderlinge betrekkingen. Veel oorzaken van het ontstaan, bestaan en voortplanten waren nog onbekend. Zolang deze nog niet herleid waren tot bekende natuur- en scheikundige wetten kon men volgens Unger niet anders doen dan deze onbekende oorzaken samenvatten met de naam *Lebenskraft*. Hij sloot niet uit dat er door de werking van chemische en natuurkundige krachten in levende organismen andersoortige krachten ontstaan die hun eigen regels hebben. Bovendien viel het volgens Unger niet te ontkennen dat de doel- en planmatigheid die als een rode draad door alle levensverschijnselen lopen losgezien moeten worden van chemische en natuurkundige krachten en als zelfstandige verschijnselen moeten worden beschouwd.³⁵ Anderen verwierpen elke mogelijkheid van specifiek biologische krachten en meenden dat alle levensverschijnselen, net als natuurkundige en chemische verschijnselen, terug te voeren waren op aantrekkende en afstotende krachten, op materie en energie. Wat overigens niet uitsloot dat er ook specifiek biologische krachten konden zijn. De aanhangers van deze visie werden 'reductionisten' genoemd. Net als de *Naturphilosophen* maakten de reductionisten onderscheid tussen waarneming en werkelijkheid. De aantrekkende en afstotende krachten hoefden niet echt te bestaan. Zij bestonden in de eerste plaats als abstracties van de werkelijkheid in de menselijke geest om levensverschijnselen verklaarbaar te maken.³⁶ Weer anderen verwierpen het filosofische voorbehoud van de reductionisten en meenden dat de bewegingen van atomen en moleculen werkelijk de oorzaken zijn van alle levensverschijn-

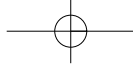




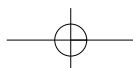
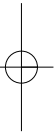
selen en dat ook het spirituele teruggebracht kon worden tot materie-in-beweging. Zij zijn te typeren als ‘materialisten’.³⁷

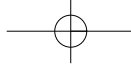
Julius Sachs verwierp de speculatieve houding van de *Naturphilosophen*, beschouwde het experiment als het belangrijkste onderzoeksmiddel en de inductieve methode als de meest geëigende onderzoeksmethode. Volgens hem ging het er bij de inductieve methode om waarnemingen te gebruiken om bestaande theorieën te verifiëren of te falsifiëren, en, wanneer het laatste plaatsvindt, om nieuwe theorieën op te stellen die geldig blijven zolang het tegendeel niet bewezen is. ‘Jede allgemeine Wahrheit hat nur eine zeitweilige Geltung, solange die neuen Tatsachen keinen Widerspruch erheben’. Op die manier zou natuuronderzoek zijn ware karakter krijgen: het was niet de bedoeling ‘nur überhaupt Regeln abzuleiten, sondern diejenigen Momenten aufzufinden, aus denen der Causalzusammenhang, Ursache und Wirkung sich ableiten lässt’. Door bestaande opvattingen en theorieën keer op keer te controleren, te corrigeren en zo nodig te vervangen door nieuwe theorieën zou men steeds dichterbij het kennen van het ‘Wesen der Dinge’ komen: ‘Der Verstand hat nicht den Objekten, sondern die Objekte dem Verstande Vorschriften zu geben’. Net als de reductionisten en de materialisten meende hij dat biologische verschijnselen op fysisch-chemische wijze benaderd en verklaard moesten worden, maar tegelijkertijd meende hij dat er meer was, zonder echter duidelijk uit te spreken wat dat dan was: ‘Wo die Mechanik, Physik und Chemie der Organismen aufhört, da fängt die wahre Physiologie erst an, in ihr Recht zu treten’, stelde hij eens. ‘Ja ich gehe noch weiter und behauptete, dass einst die Zeit kommt, wo man die innerste Grundlage aller Naturwissenschaften (so zu sagen was Goethe “die Mutter” nannte) in der Physiologie finden wird’. Natuur- en scheikunde waren in zijn ogen dan ook eigenlijk niet meer dan hulpwetenschappen bij het doorgronden van levensverschijnselen. Typerend voor deze opvatting is de instructie die Sachs hanteerde voor de studenten en gevorderde botanici die in zijn laboratorium werkten: planten die zij voor hun experimenten nodig hadden moesten zij zelf in de botanische tuin opkweken, ‘da ich die Befähigung, Pflanzen zu kultivieren, zu den Vorbedingungen pflanzenphysiologischer Einsicht rechne’.

Toen Sachs zijn *Lehrbuch der Botanik* publiceerde had hij al een indrukwekkende staat van dienst. Als zoon van een graveur uit Breslau, die net zo kundig in zijn vak als onfortuinlijk in zijn zaken was geweest, had Sachs zich in de jaren vijftig opgewerkt van assistent en wetenschappelijk tekenaar van de Praagse hoogleraar fysiologie J.E. Purkinje tot docent fysiologie aan de Forstakademie in Tharandt. In het voorjaar van 1860 had hij Wilhelm Hofmeister,



een muziekhandelaar uit Leipzig die tevens een zeer gezien plantenfysioloog was en net als Sachs meende dat levensverschijnselen alleen op fysisch-chemische wijze verklaard konden worden, het voorstel gedaan om een meerdelig werk te verzorgen over de botanie in al haar facetten en in haar onderlinge samenhang, volgens de laatste inzichten. Weldra hadden drie andere botanici van naam zich bij het initiatief aangesloten. Als eerste deel van het (nimmer voltooide) *Handbuch der physiologischen Botanik* was in 1865 het *Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen* verschenen, samengesteld door Sachs. Het boek steunde voor een groot deel op onderzoek dat Sachs in de voorgaande jaren zelf had verricht. Voor zijn experimenten had hij zelf verschillende instrumenten bedacht en geconstrueerd. Met het boek had Sachs zijn roem als experimenteel plantenfysioloog gevestigd. Vrijwel direct na verschijning was het uitverkocht. Het *Handbuch* was bedoeld voor onderzoekers; voor studenten was het te uitgebreid. Sachs had zich dat goed gerealiseerd en nog voordat het in druk was verschenen, was hij begonnen met het schrijven van een beknopte versie. Samen met overzichten van de andere gebieden van de plantkunde publiceerde hij die in het *Lehrbuch der Botanik*, het boek dat zoals gezegd Hugo en zijn medestudenten inspireerde. Het succes ervan was welhaast net zo groot als van het *Handbuch*. Niet alleen de gevestigde maar ook de aankomende botanici in heel Europa kenden nu Sachs' naam. In korte tijd verschenen er drie herdrukken van het *Lehrbuch*, steeds aangevuld met nieuwe feiten en inzichten. Posities met meer prestige (en betere betaling) waren door zijn twee boeken binnen Sachs' bereik gekomen. Na docentschappen aan de Landwirtschaftliche Hochschule in Bonn en de universiteit van Freiburg was Sachs in 1868 hoogleraar aan de universiteit van Würzburg geworden. Hij bleef er tot zijn dood in 1897. Aanbiedingen van andere universiteiten, onder andere van die van Berlijn waar de voornaamste mechanistisch denkende dierfysiologen doceerden, sloeg hij steeds af. Het laboratorium in Würzburg bouwde hij uit tot een belangrijk centrum van plantenfysiologisch onderzoek. Een hele reeks onderzoekers uit binnen- als buitenland meldde zich bij hem om in het laboratorium te mogen werken. Zij ondergingen zijn invloed en verspreiden zijn visies en ideeën. In de laatste tien jaar van zijn leven was Sachs' faam nog maar gering. Door gezinsproblemen, een zwakke gezondheid, neerslachtigheid en verslaving aan morfine was hij niet meer in staat experimenteel onderzoek te doen. Veel omgang met leerlingen en vakgenoten had hij niet meer. Sachs was een moeilijk en veeleisend man, zeker in zijn laatste jaren. Hij was streng, kritisch, eigenzinnig en gesloten. Veel van zijn aanvankelijke bewonderaars wendden zich daarom later van hem af.³⁸



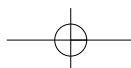
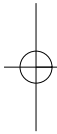


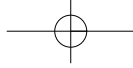
Fysiologie in plaats van systematiek

Net zoals bij hun bewondering voor Darwins afstammingsstheorie het geval was geweest, kregen Hugo en zijn medestudenten in hun enthousiasme voor de plantenfysiologie maar weinig steun van hun hoogleraar Suringar.³⁹ Hij gaf wel colleges over het vak, maar naar de zin van de studenten veel te weinig. Mogelijk daarom volgde Hugo colleges fysiologie van de mens bij de hoogleraar Adriaan Heynsius.⁴⁰

In de Nederlandse botanie heerste de systematiek nog onbetwist, waardoor natuurkundigen en chemici nogal op het vak neerkeken. Zo kreeg Hugo, terwijl hij nota bene met een fysiologisch onderzoek bezig was, van een natuurkundige de spottende opmerking te horen: 'Zit je weer meeldraden te tellen?'⁴¹ Nederlandse wetenschappers hadden zich in de voorgaande eeuw wel met plantenfysiologie beziggehouden, maar op zeer bescheiden schaal. Martinus van Marum, vanaf 1784 directeur van Teylers Museum in Haarlem en vooral actief op natuurkundig gebied, was in 1773 gepromoveerd op een studie naar de beweging van vloeistoffen in planten. Rond 1790 had hij de invloed van elektriciteit op de gevoeligheid en de verdamping van planten onderzocht. W.H. de Vriese had zijn oratie bij zijn benoeming tot hoogleraar botanie in Amsterdam in 1834 gewijd aan de ontwikkeling van de plantenfysiologie. In de volgende jaren had hij in de Amsterdamse Hortus onderzoek gedaan naar de verhoging van de temperatuur in de bloeikolf van *Alocasia odora*, een plant uit de aronskelkfamilie. Hij had de resultaten gepubliceerd in het *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie* dat hij samen met zijn Leidse collega voor zoölogie Van der Hoeven van 1834 tot 1845 uitgaf. De Utrechtse hoogleraar Pieter Harting had in de jaren veertig de kristallisatie van stoffen bestudeerd, geïnspireerd door de opvatting van Matthias Schleiden en Theodor Schwann dat cellen ontstaan door uitkristallisatie, oftewel door fysisch-chemische processen. Oudemans gaf sinds zijn benoeming tot hoogleraar in Amsterdam in 1859 college over plantenfysiologie en verzorgde sinds 1866 een microscopiepracticum. In zijn *Leerboek der plantenkunde* besteedde hij veel aandacht aan de fysiologie. Fysiologisch onderzoek deed hij echter niet.⁴²

De meeste hoogleraren botanie aan de Nederlandse universiteiten en hogescholen in de jaren zestig hadden zich gespecialiseerd in de systematiek van een of enkele plantengroepen. Suringar was de specialist voor de algen. De Utrechtse hoogleraar Miquel was een autoriteit op het gebied van tropische planten. Hij publiceerde over Surinaamse planten, stelde in z'n eentje een flora van Nederlands-Indië samen en werkte mee aan een flora van Brazilië, een project van een internationaal gezelschap botanici. Oudemans had zich ge-

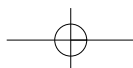
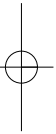


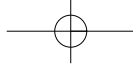


specialiseerd in de systematiek van de, voornamelijk inheemse, paddestoelen, een plantengroep die tot 1860 nauwelijks was bestudeerd. Hij publiceerde dan ook jaarlijks lange lijsten met nieuw ontdekte soorten. De Groningse hoogleraar Van Hall had in de jaren twintig en dertig een flora van Nederland gepubliceerd en meegewerkt aan de prestigieuze *Flora Batava*. Hij werd daarvoor nog steeds gewaardeerd, maar als een echt serieus botanicus beschouwen zijn collega's hem niet omdat hij al sinds het begin van de jaren veertig al zijn tijd stak in landbouwkundig onderzoek en onderwijs. Want hoewel ze, zoals eerder aangegeven, overtuigd waren van het belang van de plantkunde voor de land- en tuinbouw, sloegen zij het theoretische onderzoek toch hoger aan.⁴³ Een buitenbeentje was Klaas Rauwenhoff, lector botanie aan de Geneeskundige School te Rotterdam. Hij had in Utrecht scheikunde gestudeerd en was in 1853 gepromoveerd op een studie naar de koolzuurassimilatie bij planten. Hij hechtte grote waarde aan de plantenfysiologie, zoals hij duidelijk zou laten zien toen hij in 1871 Miquel opvolgde. In zijn inaugurele rede stelde hij dat het vak dat meestal slechts als onderdeel van de botanie werd beschouwd als 'het toppunt van het kruidkundig onderzoek' moest worden gezien. 'De uitwendige vormen der plant, hunne ontwikkeling en verandering, het uitwendige maaksel der gewassen, hunne geographische verspreiding, de physische en chemische wetten waaraan zij gehoorzamen, het geschiedboek van lang vervlogen eeuwen, ziet, ze zijn alle zooveel gegevens waarmede de planten-fysiologie tracht voor elke plant een volledig beeld van haar leven en werken te schetsen'.⁴⁴

Suringar meende dat het systematisch onderzoek in Nederland nog wel een extra specialist kon gebruiken. Er was namelijk nog geen deskundige voor de korstmossen of lichenen. Hij meende dat Hugo de Vries daarvoor een uitstekende kandidaat was. Met Oudemans voor de paddestoelen, de Amsterdamse medicus Van der Sande Lacoste voor de mossen en hijzelf voor de algen zouden de lagere planten dan geheel afgedekt zijn.⁴⁵ Als onderwerp voor zijn dissertatie gaf Suringar aan Hugo daarom de opdracht een flora van de Nederlandse korstmossen samen te stellen. Hugo is wel aan de opgedragen taak begonnen, maar liet het werk onvoltooid liggen. Hij had inmiddels besloten op een plantenfysiologisch onderzoek te promoveren. De opdracht gaf Suringar enkele jaren later aan zijn promovendus Melchior Treub, die echter evenmin de gewenste lichenoloog werd.⁴⁶

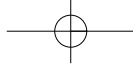
In de zomer van 1868 begon Hugo met een onderzoek dat antwoord moest geven op een plantenfysiologische prijsvraag: 'Wat is er te melden over de invloed van warmte op plantenwortels?' De prijsvraag was er een van de vele die





de vijf faculteiten van de universiteit van Groningen had uitgeschreven ter gelegenheid van het aanstaande 51ste lustrum. Het begin van het onderzoek valt ongeveer samen met het moment waarop Hugo met Sachs' *Lehrbuch* kennis gemaakt moet hebben. Onduidelijk is of hij door het boek zó op slag geïmponeerd was geraakt door de plantenfysiologie dat hij besloot aan de prijsvraag mee te doen, of dat hij al vóór hij Sachs' boek las had besloten mee te doen. Wellicht had hij door de colleges van Suringar en de leerboeken van Oudemans en Unger al een speciale belangstelling voor het vakgebied ontwikkeld en voelde hij zich daarom door de prijsvraag (en Sachs' boek) zo aangesproken.⁴⁷ Hugo verzamelde zo veel mogelijk literatuur over het onderwerp en onderzocht enkele facetten ervan nader met behulp van experimenten. Bij sluiting van de inzendtermijn bleek hij de enige te zijn die op de vraag had gereageerd. De jury constateerde dat hij zich niet had beperkt tot wortels, zoals de bedoeling was geweest, maar ook wortelstokken in zijn onderzoek had betrokken. Bovendien bleek hij (ondanks zijn uitgebreide floristische kennis) enkele plantensoorten onjuist gedetermineerd te hebben. Niettemin vond men het geheel een goed en zorgvuldig onderzoek, waarbij vooral het feit dat de onderzoeker eigen experimenten had verricht als positief werd beoordeeld. De jury bekroonde de inzending dan ook met een gouden medaille.⁴⁸

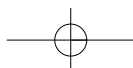
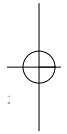
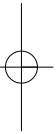
De experimenten voor zijn inzending had Hugo mogelijk verricht in het botanisch laboratorium dat de Leidse Hortus Botanicus rijk was, een zeer bescheiden optrekje dat nauwelijks die naam verdiende en voornamelijk gebruikt werd voor het microscopiepracticum. Toch was Leiden hiermee uitzonderlijk, want in andere botanische tuinen was helemaal geen laboratorium aanwezig.⁴⁹ Tijdens de zomervakantie van 1869 ging Hugo ijverig verder met fysiologische proeven en morfologische onderzoeken. Als laboratorium gebruikte hij toen de zolder van het ouderlijk huis. In De Vries' herinneringen waren het deze proeven die hem deden besluiten 'van de physiologie mijn hoofdvak te maken'.⁵⁰ In aansluiting op de Groningse prijsvraag onderzocht hij onder andere de invloed van de temperatuur op de gehele plant. Hij dompelde daarvoor planten onder in water met verschillende temperaturen. Ook zette hij ze onder een glazen stolp gevuld met lucht met verschillende temperaturen en liet ze daarin soms enkele dagen verblijven. Voor de verwarming van water en lucht behielp hij zich met oliepitjes, terwijl hij het benodigde water met emmers de trap op gebracht zal hebben; gas- en waterleiding waren namelijk niet aanwezig. Vader De Vries zag het moeizame geploeter van de enthousiaste onderzoeker aan en verzoende zich eindelijk met het voornemen van zijn zoon botanicus te worden.⁵¹

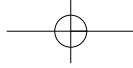


Oud en nieuw

Ondanks zijn enthousiasme voor de afstammingsleer en de plantenfysiologie zegde Hugo het plantenverzamelen niet vaarwel. Elke vakantie trok hij er weer op uit om zijn herbarium verder te completeren. De belangrijkste excursie tijdens de zomer van 1867 was een botaniseertocht op de eilanden Wieringen en Texel die hij samen met zijn oude vriend Van Eeden uit Haarlem maakte. Op Texel werden zij rondgeleid door de gebroeders Samuel en Dirk Huizinga, zonen van de plaatselijke doopsgezinde predikant. Het eiland was nog een botanisch *terra incognita*. Het resultaat van de tocht was opvallend. De flora bleek zich niet te kenmerken door de aanwezigheid van bepaalde planten maar juist door het ontbreken ervan, zo meldde Hugo na afloop aan de gidsen. ‘Het is namelijk zeer in ’t oog loopend dat die planten welke overigens in de Hollandsche duinen bijna nergens ontbreken, op Tessel in ’t geheel niet aangetroffen worden’.⁵² De verdere uitwerking van de waarnemingen moest echter wachten tot de kerstvakantie. De studie eiste weer alle aandacht op en bovendien werd Hugo vlak na thuiskomst geveld door een tyfusaanval die pas na enkele maanden uitgewoed was. Van Eeden schreef over de tocht een uitvoerig verslag in het *Album der Natuur*, zonder daarin, opvallend genoeg, zijn jeugdige reisgezel te noemen.⁵³ Hugo speelde zijn vondsten, samen met de resultaten van zijn bezoek aan Ameland van twee jaar eerder, door aan de Groningse student Frans Holkema. Als promovendus van Van Hall werkte Holkema aan een flora van de Nederlandse waddeneilanden. Van Hall was in zijn nopjes met zijn leerling (de eerste van behoorlijk kaliber sinds dertig jaar) en het proefschrift, dat in 1870 verscheen, werd in binnen- en buitenland zeer goed onthaald. Nog steeds is het een klassieker in de Nederlandse botanische literatuur: het kan beschouwd worden als de eerste plantensociologische dissertatie. Pas in de jaren twintig kreeg zij een opvolger. Holkema heeft het succes van zijn werk nooit beleefd. Terwijl hij bezig was met het nazien van een drukproef van zijn dissertatie kreeg hij plotseling een enorme bloedspuwing. Binnen een uur was de veelbelovende botanicus, net dertig jaar oud, gestorven.⁵⁴

In 1868 maakte Hugo twee buitenlandse reizen: met Pasen bezocht hij een bloemententoonstelling in Gent en in juli en augustus maakte hij, met zijn ouders, broer Rudolf en zuster Ada, een reis naar Zwitserland. Op de Dôle, een van de toppen van de Jura, vond Hugo tot zijn grote genoegen een exemplaar van de edelweiss (*Leontopodium alpinum*). Dat was een opmerkelijke vondst aangezien de plant doorgaans op veel hogere plaatsen voorkomt.⁵⁵ Het daaropvolgende jaar reisde Hugo opnieuw naar het buitenland. Als ‘regeringscommis-

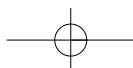


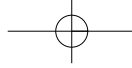


saris' bezocht hij de internationale tuinbouwtentoonstelling in Hamburg. Zijn functie had hij zonder twijfel aan zijn vader te danken. Hugo reisde in het gezelschap van mede-commissaris Hendrik Witte, de hortulanus van Leiden. Samen maakten zij van de gelegenheid gebruik om een rondreis door Duitsland te maken die hen onder andere naar Berlijn, Dresden, Erfurt en Göttingen bracht.⁵⁶

In september 1869 begon Hugo aan zijn vierde en laatste studiejaar. Als doctoraalstudent hoefde hij nog maar weinig colleges te volgen en het lijkt erop dat hij meer tijd had voor andere dingen dan studeren alleen. Twee studenten medicijnen hielp hij bij hun voorbereiding op het natuurkundig gedeelte van het staatsexamen voor arts.⁵⁷ Verder werkte hij aan de voltooiing van wat zijn eerste publicatie zou worden. De Leidse hoogleraar Simon Vissering had hem gevraagd een overzicht te maken van de Nederlandse flora voor een boek over Nederland en zijn bevolking, uit te geven door de Vereniging voor de Statistiek in Nederland. Vissering, jurist, econoom en de opvolger van Thorbecke in Leiden, was een van de pioniers op het gebied van de statistiek in ons land. Hij was de initiatiefnemer van de Vereniging voor de Statistiek en jarenlang haar voorzitter.⁵⁸ Hugo kende hem goed: Vissering was als diaken van de doopsgezinde gemeente van Leiden bij zijn doop aanwezig geweest. Bij het samenstellen van de plantenlijst baseerde Hugo zich op de *Prodromus florae Batavae* en de vele aanvullingen hierop die in tijdschriften waren gepubliceerd. Voor de lijst van de mossen vroeg hij de hulp van Van der Sande Lacoste, voor die van de wieren de hulp van Suringar. Van een aantal soorten gaf hij een korte typering, vooral over het nuttige gebruik. Deze gegevens ontleende hij voornamelijk aan *Neerlands plantenschat of landhuishoudkundige flora* van Van Hall.⁵⁹

Een voorproefje van wat hem waarschijnlijk na zijn promotie te wachten stond, kreeg Hugo die winter. Van half januari tot half februari 1870 werkte hij als leraar natuurkunde, scheikunde en natuurlijke historie aan de hbs en de Burger Avondschool (een bij de wet op het middelbaar onderwijs in 1863 ingevoerd schooltype voor aanstaande ambachtslieden en landbouwers) in Assen als vervanger van een plotseling ontslagen leraar. Hij had slechts vijftien uren les te geven, twaalf op de ene en drie op de andere school. De hbs kende drie klassen. De avondschool was pas begonnen en had nog slechts één klas. De jongens waren er doorgaans wat ouder dan op de hbs en werkten overdag; onder de leerlingen waren enkele timmerlieden, een smid, een schilder, een stuccadoor en een wagenmaker. De oudsten waren 16 en 17 jaar.⁶⁰ Toen Hugo op 16 februari 1870 z'n 22ste verjaardag bereikte, deed hij zijn uiterste best verborgen te houden dat hij slechts enkele jaren ouder was dan zijn leerlingen.⁶¹

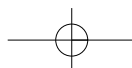
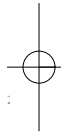
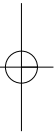


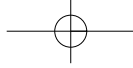


Rondom het proefschrift

Op 4 mei 1870 deed Hugo zijn doctoraalexamen en kon hij al zijn energie steken in zijn proefschrift, toen nog de gebruikelijke afsluiting van een universitaire studie. Het onderwerp lag voor de hand: de invloed van de temperatuur op planten waar hij al zoveel onderzoek naar gedaan had. Niettemin waren nieuw literatuuronderzoek en nieuwe experimenten noodzakelijk. Tegelijkertijd beperkte hij de reikwijdte van de vraagstelling tot eigenschappen van levende planten; wat er gebeurt bij het afsterven van planten door te hoge temperatuur liet hij buiten beschouwing. Afgezien van dit aspect benaderde hij het onderwerp zo breed mogelijk. Zijn ambitie is terug te zien in de veelomvattende titel die hij zijn proefschrift gaf: *De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten*.⁶² De eigen experimenten, waarvan enkele de meningen van eerdere onderzoekers nuanceerden of zelfs weerspraken, beschouwde Hugo als de belangrijkste onderdelen. Een uittreksel van het proefschrift dat hij schreef voor de *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*, het tijdschrift van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen uit Haarlem, bestaat vrijwel uitsluitend uit een bespreking van de experimenten.⁶³

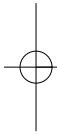
Aan de inzending voor de prijsvraag had Hugo destijds een motto meegegeven van Goethe, niet alleen een groot literator maar ook een belangrijk filosoof en natuuronderzoeker: 'Müset im Naturbetrachten, Immer eins wie Alles achten'.⁶⁴ Het proefschrift gaf hij twee motto's. Het eerste was opnieuw van Goethe: 'Dich im Unendlichen zu finden, musst unterscheiden und dann verbinden'. Het andere was een uitspraak van Franz Unger en verwoordde zake-lijk wat Goethe op dichterlijke wijze had gezegd: 'Aufgabe der Physiologie ist es, die Erscheinungen des Lebens auf bekannte physikalische und chemische Gesetze zurück zu führen'. De beide motto's weerspiegelen hoezeer Hugo in twee jaar tijd een trouw aanhanger was geworden van de fysisch-chemische benadering van het leven. Ze vormden samen als het ware zijn wetenschappelijke geloofsbelijdenis. In het proefschrift besteedde Hugo er verder geen aandacht aan, wel in de samenvatting in de *Archives*. Hij begint het artikel resoluut met het aan Unger ontleende motto. In de humane fysiologie had de overtuiging van de juistheid van deze stelling volgens hem al sinds lang tot een algemeen erkende onderzoeksmethode geleid. 'Dans la physiologie végétale, au contraire, elle n'a pas encore été suivie d'une manière aussi complète, et cela par suite de l'extrême imperfection de notre connaissance des lois physiques et chimiques qui devraient servir à rendre compte des phénomènes vitaux des plantes'. In het onderzoek voor zijn proefschrift had hij de onderzoeksmethode uit de humane fysiologie (dat wil zeggen: de methode om natuur- en schei-

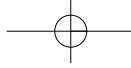




kundige principes tot uitgangspunt te nemen) op plantenfysiologische verschijnselen toegepast en daarmee een bijdrage willen leveren aan het dichtenvan het gat in de kennis over de temperatuursinvloeden op het plantenleven. Getuige deze opmerking had hij met zijn proefschrift dus niet alleen een feitelijke maar ook een methodologische bijdrage willen leveren aan de plantenfysiologie. Slechts op één plaats in zijn proefschrift wijst Hugo op het praktische nut dat wetenschappelijke kennis kan hebben. Hij ontdekte dat de beweging van het protoplasma en de kiemingsnelheid van zaden een optimum hebben: een temperatuur waarbij de snelheid het hoogst is. Hij hoopte dat spoedig ook voor andere levensverschijnselen het optimum zou worden bepaald. Voor het snel kweken van gewassen zou die kennis volgens hem van grote waarde kunnen zijn.

Een van de verschijnselen die Hugo onderzocht was het vermogen van cellen om water op te nemen en, onder bepaalde omstandigheden, af te geven. In de jaren die volgden zou hij het verschijnsel nog vaak onderzoeken. Als een rode draad loopt het door al zijn fysiologische werk van de jaren zeventig en tachtig. Op het eigenlijke onderwerp van zijn proefschrift, de invloed van de temperatuur op levensverschijnselen, zou hij nooit meer terugkomen. Het vermogen van plantencellen om water op te nemen, oftewel imbibitie, was rond 1860 uitvoerig bestudeerd door Wilhelm Hofmeister. Hij had geconstateerd dat de imbibitievermogens van de afzonderlijke weefsels van een orgaan verschillend zijn: het parenchym (opslagweefsel) neemt meer water op dan de epidermis (opperhuid) en de vaatbundels. Soortgelijke verschillen had hij geconstateerd in de celwand: de binnenste lagen zouden een groter imbibitievermogen hebben dan de buitenste. Gevolg is dat er zowel in organen als in celwanden spanningen bestaan tussen, zoals Hofmeister het had genoemd, 'Schwellgewebe' die door wateropname uitrekken en 'passiv gedehnte Schichten' die worden meegetrokken. De spanningsverschillen komen duidelijk tot uiting wanneer internodiën (stengelleden) in drie of vier overlangse delen worden gesplitst. Deze krommen zich ogenblikkelijk met de epidermis aan de concave en het parenchym aan de convexe zijde. Het parenchym bleek overigens nog meer water op te kunnen nemen dan het normaal al bevat. Wanneer een doorgesneden stengelid in water wordt gelegd, neemt de kromming verder toe en krijgt het de vorm van een uitgerekte spiraal.⁶⁵ Geïnspireerd door deze waarnemingen bracht Hugo uit internodiën gesneden stroken in water van uiteenlopende temperaturen en hij noteerde hoeveel windingen de stroken maakten. Het aantal windingen bleek toe te nemen naarmate de temperatuur hoger was en hij trok daaruit de conclusie dat cel-



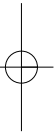


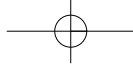
wanden bij hogere temperatuur meer, en bovendien sneller, water opnemen dan bij lagere.

Eerdere onderzoekers, waaronder ook Hofmeister, hadden geconstateerd dat weefsels water afstaan in oplossingen van zouten en suikers. Ook van dit verschijnsel onderzocht Hugo de temperatuurafhankelijkheid. Hij legde opgerolde, dus veel water bevattende, uit internodiën gesneden stroken in oplossingen van zouten met verschillende temperaturen en noteerde hoeveel windingen er vervolgens verdwenen en in welk tijdsbestek dat gebeurde. De conclusie was dat de hoeveelheid water die wordt afgestaan en de snelheid waarmee dat gebeurt groter worden naarmate de temperatuur wordt opgevoerd.

Een opvallend, en voor Hugo onverklaarbaar verschijnsel was dat de windingen niet weer verminderden als hij stroken vanuit warm water in koud water legde. Later kwam hij dankzij Sachs, misschien door een latere druk van diens *Lehrbuch*, misschien door hun persoonlijk contact, tot een verklaring die hij in zijn eigen exemplaar van zijn proefschrift noteerde: 'Sachs vermoedt dat dit niet kleiner worden op bij de hogere temperatuur plaats gevonden groei berust'.⁶⁶ Groei hing, niet alleen volgens Sachs maar ook volgens Hofmeister, nauw samen met imbibitie. Imbibitie moest men zich volgens beiden zodanig voorstellen dat nieuwe watermoleculen zich tussen de al aanwezige water- en vastestofmoleculen van de celwanden nestelen. Samen met de nieuwe watermoleculen worden ook nieuwe vastestofmoleculen naar de celwanden getransporteerd; deze moleculen zijn afkomstig uit het protoplasma. De spanningen die er tussen de verschillende lagen van de celwanden en de weefsels van de organen bestaan, worden hierdoor geleidelijk opgeheven: er vindt groei plaats. De invoeging van nieuwe moleculen stond bekend als 'intussusceptie'. Dit groeimechanisme was aan het einde van de jaren vijftig voor de eerste keer voorgesteld door Karl Nägeli, hoogleraar botanie in München.⁶⁷

Hofmeister meende dat niet alleen organen en celwanden een spanning of, zoals hij het noemde, een turgor bezitten. Ook de inhoud van de cellen zou onder druk staan. Deze spanning zou ontstaan doordat in het celvocht opgeloste stoffen water uit hun omgeving (door de celwanden heen) aantrekken, waardoor de inhoud in omvang toeneemt en tegen de celwanden aandrukt. Volgens Hofmeister was de turgor van de celinhoud onafhankelijk van de turgor van de celwand. De vorm en stijfheid van een cel, en dus ook van weefsels, zou uitsluitend bepaald worden door de spanning van de celwanden. Bij verschillende soorten nam hij namelijk waar dat bij het opensnijden van cellen wel de spanning van de inhoud verviel maar de stijfheid niet veranderde. Zo

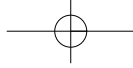




verloren de uit één cel bestaande internodiën van de waterplant *Nitella* niet hun stijfheid als ze werden doorgesneden en de inhoud naar buiten druppelde, maar wel als de celwanden werden beschadigd door ze te knikken of tussen de vingers te rollen.⁶⁸

Julius Sachs kwam in de loop van de jaren zestig tot een andere mening dan zijn collega; hij beschreef die in zijn *Lehrbuch* uit 1868 voor de eerste maal. De spanningen van de celwand enerzijds en de inhoud anderzijds zijn niet onafhankelijk van elkaar maar houden elkaar in evenwicht, zo stelde hij. De celinhoud neemt water uit zijn omgeving op (endosmose) en drukt daardoor tegen de celwand aan die wordt uitgerekt. Aan de elasticiteit van de celwand is echter een grens en op zeker ogenblik zal de druk die de inhoud uitoefent op de wand gelijk zijn aan de druk die de wand uitoefent op de inhoud. Deze wederzijdse druk noemde Sachs de turgor: 'Der Turgor ist der hydrostatische Druck des Zellsaftes auf die Zellwand, oder was dasselbe bedeutet der Druck des elastischen Zellwand auf den gesammten Zellsaft'. De stijfheid van een cel was volgens hem het gezamenlijke product van groei, rekbaarheid, elasticiteit en turgor.⁶⁹ Hugo was weliswaar vol bewondering voor Sachs en zijn *Lehrbuch*, maar voelde op dit punt toch meer voor de mening van Hofmeister. Bij de passage waar Sachs de bovengemelde definitie van de turgor geeft, schreef hij in zijn eigen exemplaar van het *Lehrbuch*, met duidelijke verwijzing naar de waarnemingen van Hofmeister: 'Bij de volgende uiteenzetting gaat S[achs] van de veronderstelling uit dat een celwand van zijn inhoud beroofd slap is. Opeengesneden *Nitella*-cellen enz. bewijzen het tegendeel. De imbibitie der celwanden bewerkt, onafhankelijk van de spanning van den inhoud, de frischheid, dat is, den turgor van het orgaan'.⁷⁰ In zijn proefschrift volgde hij dan ook de opvatting van Hofmeister.⁷¹

Het deel over het afsterven van cellen bij hoge temperatuur dat Hugo wel in zijn prijswinnende verhandeling voor de Groningse universiteit had opgenomen maar in zijn proefschrift weglief, publiceerde hij in 1871 in *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*, waarbij hij opnieuw het onderzoek uitbreidde van de wortel naar de gehele plant.⁷² Had hij in zijn proefschrift laten zien wat de maximale temperatuur is waarbij planten kunnen leven, in dit artikel beschreef hij wat er vervolgens bij de dood van cellen gebeurt op cellulair en zelfs moleculair niveau. Hugo had experimenteel vastgesteld dat de dood van een plant het gevolg is van de dood van de celinhoud, het protoplasma, en niet van de dood van de celwanden. De celwanden bleken bestand te zijn tegen een iets hogere temperatuur dan de plant als geheel. Hugo zag dat de dood van het protoplasma gepaard ging met opvallende veranderingen in

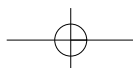
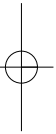


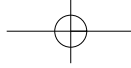
de eigenschappen van deze substantie. In vergelijking met levend protoplasma kan dood protoplasma maar heel weinig water bevatten. Het is bovendien haast onoplosbaar. Tegelijkertijd neemt de doorlaatbaarheid voor in water oplosbare stoffen toe. Deze vermindering van het imbibitievermogen weet Hugo aan de desintegratie van vastestofmoleculen die zich in levend protoplasma omringen met watermoleculen. Maar een hypothese ter verklaring van de verschijnselen die zich bij de dood van protoplasma voordoen, was volgens Hugo nog ver weg en hij benadrukte dat het ook niet zijn bedoeling was geweest die te geven. Hij had slechts enkele waarnemingen willen geven die, zo hoopte hij, 'pourront contribuer à établir un lien plus intime entre les faits connus, à en donner une meilleure vue d'ensemble'. Of zoals hij het met de woorden van Goethe al had gezegd in zijn proefschrift: hij had slechts een aanzet willen geven tot 'unterscheiden und dann verbinden'.

In 1871 publiceerde Hugo nog een tweede artikel in *Archives Néerlandaises*. Hierin ging hij nader in op het verschijnsel dat cellen water afstaan wanneer ze in zoutoplossingen worden gelegd. In zijn proefschrift had hij het verschijnsel even aangestipt en alleen met enkele proeven de temperatuurafhankelijkheid ervan aangegeven. Getuige het artikel had hij het verschijnsel ook op zichzelf, los van de relatie met de temperatuur, onderzocht en blijkbaar wilde hij die resultaten niet ongebruikt laten liggen.⁷³ Hugo had zijn onderzoek uitgevoerd met wortelcellen van rode bieten. Onder de microscoop had hij, net als eerdere onderzoekers, duidelijk gezien dat in zoutoplossingen het protoplasma losraakt van de celwand. Bij een bepaalde concentratie schrompelt het ineen tot een los in de celholte liggend bolletje. Toen hij de cellen vervolgens in zuiver water had gelegd, was het protoplasma weer opgezwollen en had het zijn vroegere vorm hernomen. Hugo legde bietencellen in zoutoplossingen waarvan de concentratie juist zodanig was dat het protoplasma zich net zichtbaar losmaakte van de celwand. Zou na enige tijd het protoplasma zijn eerdere vorm weer aannemen, dan mocht geconcludeerd worden dat niet alleen het water maar ook het opgeloste zout zich in de cel had gedrongen. Zou dit niet het geval zijn, dan mocht men concluderen dat het protoplasma ondoorlaatbaar was voor het zout. Met deze methode stelde Hugo vast dat het protoplasma voor zes natrium-, kalium- en magnesiumzouten die hij beproefde ondoorlaatbaar was. Alleen ammoniak bleek door het protoplasma te dringen.

De promotie

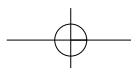
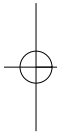
In de ochtend van 6 oktober 1870 vond in het Academieggebouw op het Rapenburg Hugo's promotie plaats. Hij had zijn uiterste best gedaan om zijn betoog

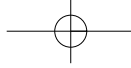




zo grondig en volledig mogelijk te maken. Nog tijdens het drukken van de eerste katernen van het boekwerkje was hij bezig geweest met experimenten; de resultaten ervan had hij opgenomen in een lange voetnoot bij de samenvatting op de laatste pagina's. Aan zijn proefschrift voegde hij twintig stellingen toe, de meeste over botanische en zoölogische onderwerpen maar ook enkele over natuurkundige, scheikundige en geologische zaken en over humane fysiologie. Bijna alle biologische stellingen staan in verband met de afstammingsleer, maar in slechts één daarvan wordt nadrukkelijk naar Darwin verwezen. In het tweede deel van *The variation of animals and plants under domestication* uit 1868 had Darwin zijn 'provisional hypothesis of pangenesis' gepubliceerd.⁷⁴ Volgens deze hypothese produceren alle lichaamscellen gedurende hun hele leven submicroscopische deeltjes, door Darwin 'gemmules' (kiempjes) genoemd, die elk voor zich de eigenschappen dragen van de cel waaruit ze ontstaan zijn, of beter: de eigenschappen die de cel bezit op het moment dat het kiempje ontstaat. Door de lichaamsvloeistoffen worden de deeltjes vanuit de verste hoeken van een organisme getransporteerd naar de geslachtscellen. Tijdens de bevruchting worden zo alle eigenschappen op de nieuwe generatie overgedragen. Veranderingen die cellen (of organen, of het gehele organisme) tijdens het leven doormaken, worden weerspiegeld in de gemmules. Ook veranderingen in de structuur van de gemmules en hun onderlinge getalsverhoudingen kunnen tot nieuwe eigenschappen leiden. Op deze manier ontstaat de variatie binnen een soort, het keuzemateriaal van de natuurlijke selectie. Hugo kon zich met Darwins theorie niet verenigen, zo liet hij blijken met zijn stelling 'De hypothese der pangenesis ... kan de veranderlijkheid der soort niet verklaren'. Wel meende hij dat de oorzaak van variatie in de cellen gezocht moet worden en bovendien dat, geheel in lijn met zijn fysisch-chemische visie op natuurverschijnselen, variatie een chemische oorzaak heeft. Hij stelde namelijk ook: 'De chemische samenstelling van het protoplasma is de oorzaak van alle soortelijke verschillen'. Bijna twintig jaar later zou Hugo een boek publiceren waarin hij Darwins hypothese bekritiseert en zijn eigen pangenesis-theorie beschrijft. De kiem voor deze theorie werd misschien al tijdens zijn studietijd gelegd.

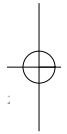
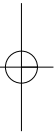
In vier stellingen sneed Hugo de afstamming van groepen uit het planten- en dierenrijk aan: de amfibieën zouden afstammen van de haaien; de herkauwende (koeien, schapen, antilopen, herten, giraffen) en niet-herkauwende hoefdieren (varkens en nijlpaarden) zouden afstammen van de drietentige hoefdieren uit het Eoceen en Oligoceen⁷⁵; de Mollusca Tetrabranchiata (een groep schelpdieren waartoe onder andere *Nautilus* behoort) zouden afstammen van de Dibbranchiata (een groep met onder andere *Sepia* en *Octopus*) en, ten

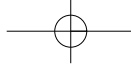




slotte, de diatomeeën (kiezelwieren) zouden afstammen van de desmidiaceeën (jukwieren). Volgens De Vries in zijn zestig jaar later geschreven herinneringen had hij doelbewust deze stellingen opgenomen. Nadat hij eerder Selenka had gedwongen tot een bekentenis hoe die stond tegenover Darwins afstammingstheorie, wilde hij nu ook Suringar tot een openlijke stellingname verleiden. Die opzet slaagde: nadat medestudenten De Boer (wiskunde, later hoogleraar in Groningen) en Pekelharing (geneeskunde, later hoogleraar fysiologie in Utrecht) hadden geopponeerd en Suringar vragen had gesteld over twee onderwerpen uit het proefschrift, opende de laatste de aanval op de stelling over de evolutionaire verwantschap tussen de kiezel- en jukwieren, groepen waarvan hij een kenner was. Luid en plechtig in het Latijn (de promotie was in het Nederlands) sprak hij: ‘Nego majorem, nego minorem, nego conclusionem’: hij ontkende het hoofdpunt: de afstammingsleer; het daarvan afgeleide punt: de verwantschap tussen de twee groepen wieren; en als gevolg daarvan de stelling: de ene groep stamt van de andere af. Tussen promotor en promovendus ontspan zich een scherpe discussie over de major. Aan de minor kwam Suringar niet meer toe, iets wat Hugo achteraf geenszins betreurde aangezien hij het gevoel had dat zijn stelling heel zwak was.⁷⁶ ‘Toen de pedel tenslotte binnentrad en het “Hora est” deed hooren, was ik toevallig aan het woord’, aldus De Vries later. ‘Ik maakte daarvan gebruik om te herinneren aan een vergadering van natuurhistorici en artsen, toen nog geen jaar geleden, waarop Helmholtz [hoogleraar fysiologie in Heidelberg] vóór de afstammingsleer gesproken had. Aan het slot van die voordracht zeide hij: “Als onder de aanwezigen nog iemand tegen die leer is, moge hij opstaan”. Niemand stond op’. Hoewel Hugo dus niet de bedoeling had zijn gehoor voor dezelfde keuze te stellen als Helmholtz had gedaan, voelde hij wel dat zijn opmerking op het randje van het toelaatbare was. ‘Ik wist dat ik met deze aanhaling mijn graad in de waagschaal stelde. Maar den faculteit heeft mij toch het *summa cum laude* toegekend’.⁷⁷

’s Avonds was er in restaurant Plaats Royaal, een geliefde uitspanning onder de Leidse studenten, een ‘promotie-partij’. Broer Rudolf, sinds twee jaar student rechten in Leiden, opende als een van de paranimfen het feestmaal met een welkom aan alle aanwezigen. Lovende woorden richtte hij tot hun beider vader, ‘door wiens zorgen de jonge doktor zijn academietijd onbekrompen heeft mogen genieten, wiens mildheid hem ook thans in staat stelt op gepaste wijze de plechtigheid der promotie te vieren’. En ook was er een bedankje voor oom Thijs, ‘in wiens gastvrije woning wij zooveel oprechte vriendschap hebben ondervonden, wiens raad en hulp ons altijd ten dienste stond en wiens ta-

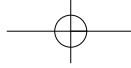




fel ons zoo vaak spijzigde'. Suringar bracht vervolgens als eerste een toast uit op de 'jongste der doctoren in de filosofie'. Zijn gelukwens was tegelijkertijd een afscheidsgroet. Hugo vond namelijk dat hij in Leiden onvoldoende over de nieuwe richtingen in de botanie had geleerd en op aanraden van zijn hoogleraren had hij besloten verder te studeren in Duitsland.⁷⁸ Niet verwonderlijk was zijn keus gevallen op de universiteit van Würzburg waar Sachs doceerde. Op het moment dat Hugo als doctor Leiden zou kunnen verlaten, was het wintersemester in Würzburg evenwel al begonnen. In afwachting van het zomersemester zou hij de winter doorbrengen aan de universiteit van Heidelberg, de thuisbasis van zijn andere plantenfysiologische held: Wilhelm Hofmeister. Suringar zag zijn leerling echter niet graag definitief naar Duitsland vertrekken en sprak dan ook de hoop uit dat Hugo spoedig, 'doorvoed in de wetenschap en gelaafd aan die bron der ontwikkeling die u hier nog niet in alle opzichten rijkelijk genoeg stroomde', zou terugkeren.⁷⁹

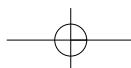
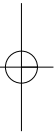
In Heidelberg

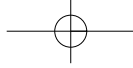
De Ruprechts-Karls Universität van Heidelberg had bij Hugo de Vries' komst een lange en turbulente geschiedenis achter zich. Perioden van grote faam waren afgewisseld met jaren dat de instelling een onopvallend bestaan leidde. De negentiende eeuw was over het geheel genomen weer een bloeiperiode. Er heerste een liberale en internationale sfeer, onder andere door de vele studenten uit het buitenland. Vooral de juristenopleiding was vermaard en trok studenten van heinde en verre. Aan de natuurwetenschappelijke faculteiten doceerden enkele internationaal bekende natuurwetenschappers. Tijdens het verblijf van Hugo waren dat de chemicus Robert Bunsen en de natuurkundige Gustav Kirchoff, samen de grondvesters van de spectraalanalyse; de fysioloog en natuurkundige Hermann Helmholtz, die fysiologische, elektrische, optische en meteorologische verschijnselen probeerde te herleiden tot de wetten van de klassieke mechanica; en de botanicus Hofmeister, die in 1863 hoogleraar was geworden en vooral bekend werd door de ontdekking van de afwisselende seksuele en aseksuele voortplanting van mossen en varens.⁸⁰ In Heidelberg hoopte Hugo waarschijnlijk vooral zijn gebrekkige chemische kennis bij te spijkeren. Hij werd ingeschreven als student chemie en meldde zich bij Bunsen aan voor het college 'Experimentalchemie' en bij de chemicus Wilhelm Lossen voor het college 'organische Experimentalchemie' alsmede voor praktische oefeningen in het chemisch laboratorium. Verder gaf hij zich bij Helmholtz op voor het college over 'allgemeine Resultate der Naturwissenschaften'. Hier hoopte hij waarschijnlijk nader kennis te maken met de mo-



derne kijk op de natuurwetenschappen en hun onderlinge raakvlakken. Helmholtz was naast onderzoeker ook een belangrijk wetenschapsfilosoof. Hij had in de jaren veertig behoord tot het groepje van jonge fysiologen aan de universiteit van Berlijn dat het vitalisme had uitgedaagd en het reductionisme had vormgegeven. Sindsdien had hij de reductionistische visie verder ontwikkeld en toegepast op allerlei natuurverschijnselen.⁸¹ Bij Hofmeister ten slotte meldde hij zich voor het practicum planten-anatomie en voor het college plantenmorfologie en -anatomie.⁸² Van hem hoopte hij meer te leren over de experimentele, fysisch-chemische benadering van levensverschijnselen die hij in Leiden gemist had. 'Ich fühlte schon damals dass Physik und Physiologie irgendwie nahe zusammenhängen, dass sie nur verschiedene Berichte über ein und dasselbe Geschehen vorstellen', zo vertelde hij jaren later in een interview over de opvatting waarmee hij destijds naar Heidelberg was gekomen. 'Niemand sollte Botaniker heissen, der nicht zugleich Physiker und Chemiker ist', verklaarde hij in zijn jeugdige enthousiasme tegen Hofmeister.⁸³ De beroemde botanicus stelde Hugo echter teleur. Hofmeister beschikte over een indrukwekkend geheugen, een gigantische feitenkennis, een scherp inzicht en een enorme gedrevenheid voor zijn vak. Zijn colleges stonden bol van de feiten en voorbeelden waardoor ze voor beginnelingen en studenten voor wie botanie een bijvak was (zoals aankomende artsen, apothekers en chemici) nauwelijks te volgen waren. Zelfs Hugo, toch beslist geen beginneling meer, had moeite hem te begrijpen.⁸⁴ Door het overlijden van zijn vrouw en broer, ziekte van zijn kinderen en door een hooglopend conflict onder het docentencorps op de universiteit was hij erg gesloten. Toen hij in 1872 een aanbod kreeg van de universiteit van Tübingen om de overleden hoogleraar Hugo von Mohl op te volgen, liet hij Heidelberg opgelucht achter zich.⁸⁵ Hugo vertelde zestig jaar later in een interview dat Hofmeister hem een keer bij zich had geroepen en hem door de microscoop delende kernen in ui-cellen had laten zien. 'Bestimmt haben wir damals Chromosomen beobachtet. Bedenken Sie nur, Jahre vor der Entdeckung der Fixtions- und Färbemethoden'. Hofmeister had al ruim twintig jaar lang celdelingen en het gedrag van de zich daarbij manifesterende 'Klumpen', zoals hij ze noemde, bestudeerd, zonder hun aard of betekenis te kunnen doorgronden.⁸⁶

In Heidelberg woonde Hugo op een kamer in de Leopoldstrasse 48 bij een rentenier. Zijn huisgenoot was de enige andere Nederlander die op dat moment in Heidelberg studeerde: de eveneens uit Den Haag afkomstige Albert van Krieken. Hij was een jaar eerder rechten gaan studeren en zou in 1872 in Heidelberg promoveren.⁸⁷ Met een tiental andere studenten, afkomstig uit



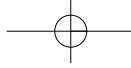


verschillende Duitse staten, uit Oostenrijk, Zwitserland en Rusland, vormden de twee Hollanders een internationaal en informeel clubje studenten.⁸⁸ Van Krieken was penningmeester van de 'Heidelberger Studentenverein' waar Hugo direct na aankomst lid van werd.⁸⁹ Zoals in veel Duitse studentenverenigingen voerden de nationalistische sentimenten er hoogtij. Er was veel sympathie voor de sinds juli 1870 woedende oorlog met Frankrijk, een gezamenlijke politiek-militaire actie van alle Duitse staten die de lang gehoopte staatkundige eenwording van Duitsland dichtbij leek te brengen. Groot was het enthousiasme toen na de val van Metz op 27 oktober het gevangengenomen Franse leger door Heidelberg trok. Hugo kon voor het machtsvertoon niet erg warmlopen, wat zijn Duitse medestudenten hem niet in dank afnamen.⁹⁰

In Würzburg

Op 6 maart 1871, nog voor het wintersemester ten einde was, keerde Hugo vanuit Heidelberg terug naar Den Haag waar hij het begin van het zomersemester in Würzburg zou afwachten. Hij gebruikte die tijd mogelijk voor het persklaar maken van zijn twee eerdergenoemde artikelen voor de *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*. In april bereikte hij dan eindelijk het doel waar hij zo lang naartoe had geleefd: het laboratorium van Julius Sachs in Würzburg. Het zou voorlopig letterlijk zijn huis zijn: op de bovenste verdieping van het gebouw, bij de hortulanus van de naast het laboratorium gelegen botanische tuin, kreeg hij een kamer. Vanuit zijn bed zag hij 's morgens de zon achter de bergen tevoorschijn komen. De eerstkomende anderhalf jaar, zo verwachtte Hugo, zou hij in Würzburg blijven. Misschien zelfs wel langer.⁹¹

Toen Sachs in oktober van 1868 hoogleraar in Würzburg was geworden, had het botanisch instituut slechts bestaan uit vier kamers in een gebouw waarin ook het farmacologisch instituut en de polikliniek van de universiteit gevestigd waren. Als dank dat hij een aanbod van de universiteit van Jena had afgeslagen, had de universiteit in 1869 een nieuwe verdieping op het gebouw laten plaatsen. In de loop der jaren zou Sachs het hele gebouw weten te verwerven, maar de ruimte bleef beperkt. Later werden daarom nog een extra verdieping en een nieuwe collegezaal gebouwd. Ook de tuin naast het instituut was bij zijn komst bescheiden. In 1871 werd de tuin vergroot, waartoe Franse krijgsgevangenen werden ingezet. Sachs was een warm voorstander van de Duitse eenwording en een groot bewonderaar van diens architect, rijkskanselier Bismarck. Over het inzetten van krijgsgevangenen zal hij zich dus vast niet bezwaard gevoeld hebben. Een klein deel van de tuin, het 'Gärtchen', ge-



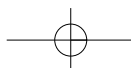
bruikte Sachs voor zijn eigen experimentele onderzoek. Behalve de *Institutsdiener* mocht hier verder niemand komen.⁹²

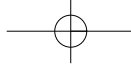
Sachs had zo'n vijftig tot zestig studenten die zijn colleges algemene botanie volgden; daarnaast waren er ongeveer tien studenten farmacognosie. De gevorderde studenten werkten bovendien aan een eigen onderzoek tijdens het practicum. Sinds de publicatie van het *Handbuch* had Sachs studenten uit heel Duitsland aangetrokken. In 1871 kreeg hij zijn eerste buitenlandse leerlingen: het waren Hugo de Vries, Jozef Baranetzky uit Polen en J. Schuch uit Hongarije. 'Sachs ging toen veel met ons om; hij had zijn werkkamer een verdieping lager dan het practicum', herinnerde De Vries zich later. 'Ook maakte hij veel excursies met ons. Op één daarvan lokten wij hem terugkomende in een photographisch atelier waar wij vooraf de noodige afspraken gemaakt hadden. Het was wel tegen zijn zin, maar er zijn zo weinig photo's van hem dat wij zeer blijde waren met deze'. Met Baranetzky maakte Hugo in mei een driedaagse botaniseertocht in de Fränkische Schweiz. Verder trok hij wel eens op met Wilhelm Röntgen, assistent op het natuurkundig laboratorium. Röntgen zou in 1888 hoogleraar natuurkunde in Würzburg worden en enkele jaren later wereldfaam verwerven met de ontdekking van de naar hem genoemde stralen.⁹³

Hugo volgde het college algemene botanie van Sachs. Een college van hem was een bijzondere belevenis. 'Bei einer naturwissenschaftlichen Vorlesung müsse es klappen wie im Theater', zo meende Sachs. Hij gebruikte steeds een grote hoeveelheid demonstratiemateriaal zoals wandplaten en modellen. Na afloop was hij vaak compleet uitgeput.⁹⁴ Verder verrichtte Hugo in opdracht van Sachs in het laboratorium onderzoek naar enkele fysiologische verschijnselen die nauw samenhangen met diens eigen onderzoek naar het mechanisme van de plantengroei. Zijn bevindingen zou Hugo publiceren in *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg*, het tijdschrift dat Sachs in datzelfde jaar 1871 opzette. Na zijn eigen laboratorium en zijn eigen staf onderzoekers had hij daarmee zijn eigen communicatiemiddel naar de wetenschappelijke wereld gecreëerd, en daarmee zijn positie als de ongekroonde koning van de moderne plantenfysiologie verder bestendigd.

Het mechanisme van groei

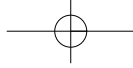
Julius Sachs richtte zich weliswaar op één specifieke richting in de plantkunde, daarbinnen was hij wel zeer veelzijdig: tijdens zijn carrière hield hij zich bezig met een breed scala aan fysiologische verschijnselen. Toen Hugo naar Würzburg kwam, was zijn aandacht geconcentreerd op de groei van planten.





Al in 1860 had Sachs, in navolging van anderen, vastgesteld dat de groei van stengels en wortels volgens een vast patroon verloopt: zij is eerst langzaam, gaat dan steeds sneller, bereikt een maximumsnelheid en neemt vervolgens weer af om ten slotte geheel tot stilstand te komen. Sachs had dit verloop in groeisnelheid de 'grote periode' genoemd, dit ter onderscheiding van de kleine, soms regelmatige en periodieke afwijkingen die zich op het patroon voordoen en die hij had omschreven als 'stossweise Änderungen des Wachstums'. De groeisnelheid zou volgens hem leeftijdsafhankelijk zijn: vanaf de top van een groeiend plantendeel naar de daaronder gelegen oudere onderdelen neemt op elk moment de groeisnelheid eerst toe en vervolgens af. Allerlei uitwendige omstandigheden (licht, zwaartekracht, temperatuur van bodem en lucht, waterrijkdom van bodem en lucht) beïnvloeden het verloop van dit natuurlijke proces, zo was Sachs gebleken, maar de tijd had hem ontbroken om diepgaand onderzoek te doen. Die tijd had hij pas weer gekregen na zijn benoeming in Würzburg. De eerste experimenten hadden duidelijk aangegeven dat de relatie tussen inwendige eigenschappen en uitwendige invloeden zeer complex is. Niettemin was Sachs van mening dat het mogelijk moest zijn een theorie op te stellen die een verklaring geeft voor het mechanisme van de groei van alle onderdelen van een plant onder zowel normale als afwijkende omstandigheden.⁹⁵

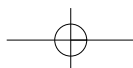
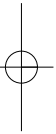
Uitgangspunt vormde de eerder geschetste weefselspanningstheorie van Hofmeister. Hofmeister had een onderscheid gemaakt tussen spanningsloze en gespannen weefsels en de zwaartekracht als de belangrijkste (want continu aanwezige en werkzame) factor die de groeirichting bepaalt beschouwd. Spanningsloze weefsels (waaruit wortels geheel zouden bestaan) zouden door de zwaartekracht verticaal naar beneden getrokken worden. Gespannen weefsels (zoals in stengels en takken) zouden dezelfde trek ondervinden, maar zich door de gelijkmatig verdeelde spanning verticaal omhoog richten. Allerlei omstandigheden zouden tot gevolg kunnen hebben dat de verticale groeirichting in een scheve of zelfs horizontale overgaat. Wanneer verticaal groeiende organen diagonaal of horizontaal zouden worden gehouden, zouden zij proberen hun oorspronkelijke groeirichting te hernemen. Voor de spanningsloze wortels lag volgens Hofmeister de oorzaak hiervan voor de hand: de breiachtige massa waaruit de wortels bestaan wordt in de richting van het middelpunt van de aarde getrokken. Bij de gespannen stengels en takken had Hofmeister vermoed dat de onderste epidermislaag een grotere rekbaarheid krijgt, waardoor de bovenliggende parenchymlaag zich verder kan uitrekken. Oorzaak hiervan zou 'eine Steigerung der Einlagerung von Wasserteilchen

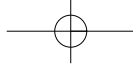


zwischen die festen Theilchen der Membran [=celwand]' zijn: de zwaartekracht trekt de watermoleculen naar beneden, en wel in toenemend grotere hoeveelheden naarmate de lagen dieper liggen. Tegelijkertijd zou het op de bovenzijde vallende licht de rekbaarheid van de epidermis en de expansie van het parenchym aldaar vertragen door 'eine relative Erhöhung der Cohäsion und Elasticität der Membranen'.⁹⁶

Sachs stelde zich de gebeurtenissen binnen zich oprichtende gespannen organen iets anders voor, zoals hij in zijn *Handbuch* uit 1865 beschreef. Hij meende dat de (goeddeels met water verzadigde) celwanden en celinhouden door de zwaartekracht onder druk staan van de boven hen liggende cellen, en des te meer onder druk staan naarmate de cellen dieper liggen omdat de opstaande waterkolom dan hoger is. Het water duwt de vastestofmoleculen uit elkaar, waardoor de invoeging van nieuwe moleculen mogelijk wordt. 'Hat dies stattgefunden, so dauert der Druck des Wassers von oben noch fort, derselbe Process wiederholt sich beständig von Neuem'. Er zou in de onderste lagen daardoor niet alleen sprake zijn van toenemende waterimbibitie maar ook van toenemende intussusceptie, dus van groei, en als gevolg daarvan van afnemende weefselspanning. Deze voorstelling verklaarde voor hem waarom (zoals ook Hofmeister trouwens had vastgesteld) de onderzijde absoluut en blijvend in lengte toeneemt.⁹⁷ Ook over de invloed van het licht bij het ontstaan van krommingen had Sachs een andere visie dan Hofmeister. Ook hier meende hij dat niet de rekbaarheid maar de groeisnelheid werd veranderd: hij vermoedde dat 'das Licht bewirke irgend eine chemische Veränderung in den Zellhäuten, wodurch dieselben verhindert würden so viel Wasser in sich einzulagern, wie im Dunkeln'.⁹⁸

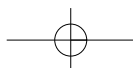
Tijdens de zomer van 1870 en het voorjaar van 1871 stelde Sachs vast dat de lengtegroei aan de onderzijde van een horizontaal gelegde stengel of tak, in vergelijking met de groei bij de normale rechtopgaande situatie, relatief sneller en de groei aan de bovenzijde relatief trager is. Na overlangse doorsnijding bleek de concave kromming van de bovenzijde nog sterker te worden, maar de convexe kromming van de onderzijde daarentegen minder. De spanning tussen bast en merg was aan de bovenzijde dus groter dan aan de onderzijde.⁹⁹ Sachs kwam nu tot het vermoeden dat alle afwijkingen van de normale groei-richting, en bovendien alle bewegingen en alle torsies, berusten op verschillen in groeisnelheid van verschillende zijden en weefsels. Zelf nam hij in het voorjaar van 1871 de normale en de afwijkende groei van hoofd- en zijwortels als onderzoeksonderwerp; het onderwerp zou hem enkele jaren bezighouden.¹⁰⁰ Aan de net gearriveerde Hugo de Vries gaf hij de opdracht de groei te

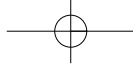




onderzoeken van bladen, bladstelen en zijtakken, onderdelen van de plant die zich gedurende hun ontwikkeling al van nature in meer of mindere mate krommen. In tegenstelling tot stengels hebben deze organen doorgaans een bilateraal-symmetrische bouw, waardoor de spanningen tussen de weefsels die zich strekken en de weefsels die passief meegetrokken worden geheel anders verdeeld zijn dan bij puntsymmetrisch gebouwde stengels.¹⁰¹ Hugo constateerde dat de bovenzijde van bladnerven en -stelen in de meeste gevallen van nature sneller groeit dan de onderzijde. De botanicus Karl Schimper had in 1854 horizontale of scheve organen waarvan de bovenzijde sterker in de dikte groeit dan de onderzijde ‘epinastisch’ genoemd, en delen waarbij de diktegroei aan de onderzijde sterker is ‘hyponastisch’. Hugo stelde voor deze benamingen ook te gebruiken voor verschillen in lengtegroei: een sterkere groei van de bovenzijde noemde hij ‘epinastie’, een sterkere groei van de onderzijde ‘hyponastie’.

De zwaartekracht en het licht bleken elk op hun eigen wijze de al van nature aanwezige verschillen in groei en het ontstaan van een kromming te beïnvloeden. Om de invloed van de zwaartekracht te onderzoeken (en de invloed van licht uit te sluiten) plaatste Hugo bladstelen en bladen van verschillende soorten in een lichtdichte kist met op de bodem en tegen de wanden vochtig zand. Van de bladen werden in veel gevallen het bladoppervlak en de zijnerf verwijderd, zodat alleen de middelste nerf overbleef en ongehinderd kon groeien. Telkens werd één steel of blad met de morfologische bovenzijde naar boven en een tweede exemplaar met de morfologische bovenzijde naar beneden in het zand gestoken. Bij epinastische exemplaren kromden zich de bovenzijden bij voortgaande groei convex, maar van het omgekeerde exemplaar was de kromming sterker dan van het andere. Bij hyponastische exemplaren was juist het tegenovergestelde het geval. Hugo concludeerde hieruit dat bladstelen en bladnerven, net als zich oprichtende takken, negatief geotropisch zijn: zij groeien van de aarde af. Bij de omgekeerd geplaatste epinastische plantendelen werken de geotropie en de epinastie in dezelfde richting, bij de normaal geplaatste delen werken beide in tegengestelde richtingen. Bij normaal geplaatste hyponastische delen werken beide in dezelfde richting en bij omgekeerd geplaatste delen in tegengestelde richtingen. De zwaartekracht bleek de kromming ook indirect te beïnvloeden: deze trekt de overhangende delen naar beneden, waardoor de groei aan de bovenzijde wordt bevorderd en aan de onderzijde wordt gehinderd. Om te onderzoeken welke invloed licht heeft op het ontstaan van krommingen liet Hugo in een andere serie experimenten één zijde van de kist open. In de meeste gevallen viel er



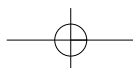
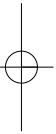


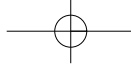
geen invloed van licht te bemerken, en wanneer dat wel het geval was, bleek steeds dat licht vertragend op de groei werkte. Convexe krommingen werden door het licht verminderd, concave krommingen erdoor versterkt. De plantendelen kromden zich meer in de richting van het licht: zij waren positief heliotropisch.¹⁰²

Sachs gaf Hugo nog een tweede onderwerp om in het laboratorium te onderzoeken. Ook dit onderwerp had met groei te maken en draaide om de rol van de turgor. Het was een bekend feit dat planten waarvan de wortels zijn afgesneden alsmede afgesneden zijtakken in water geplaatst nog wel enige tijd water opnemen, maar altijd spoedig verwelken. Sachs had ontdekt dat verwelkte stengels weer fris gemaakt kunnen worden door er water in te persen. Verder had hij opgemerkt dat een in de grond achtergebleven stomp na het afsnijden eerst nog enige tijd water opneemt en na verloop van tijd water gaat afgeven. Sachs had geconcludeerd dat in een plant, van top tot wortels, een negatieve waterdruk heerst door voortdurende verdamping. Door het afsnijden zou er in de stengel een verandering plaats moeten vinden die zich door een positieve druk ongedaan laat maken. Het was Hugo's taak te achterhalen wat de aard van deze verandering was. Hugo ontdekte dat planten die onder water werden doorgesneden veel langer fris bleven dan planten die in de lucht werden doorgesneden. Ook andere experimenten wezen erop dat de korte onderbreking in de opwaartse sapstroom, die door de verdamping uit de bladen in gang wordt gehouden, de oorzaak van het verwelken moest zijn. Hij stelde zich voor dat de cellen vlak boven de gemaakte doorsnede tijdens het korte verblijf in de lucht hun water verliezen aan de hoger gelegen cellen. Weer in het water geplaatst kunnen deze 'leeggezogen' cellen wel weer water opnemen, maar blijkbaar in onvoldoende mate om het verlies te compenseren. Het vermogen om water te transporteren was door de onderbreking blijvend verminderd.¹⁰³

Wetenschap en onwetenschap

Met het onderzoek naar het ontstaan van krommingen bij planten dat hij Hugo de Vries opdroeg lijkt Sachs nog een andere bedoeling gehad te hebben dan kennis vergaren: een weerwoord krijgen tegen een recent verschenen publicatie over van nature horizontaal groeiende plantendelen door Albert Frank, privaatchoort docent botanie aan de universiteit van Leipzig.¹⁰⁴ In tegenstelling tot Hofmeister en Sachs meende Frank dat licht en zwaartekracht niet gezamenlijk inwerken op de gehele plant en samen de belangrijkste invloeden zijn voor het ontstaan van krommingen, maar dat slechts één van beide invloeden



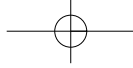


bepalend is voor de richting waarin een plantendeel groeit. Organen zouden zich steeds met hun lengterichting loodrecht op de één of de ander richten. Hij betitelde deze eigenschappen, die hij aan de cellen toewees, als ‘Transversal-Heliotropismus’ en ‘Transversal-Geotropismus’.

Sachs’ opvattingen waren bij Hugo in goede handen. In zijn artikel pakte hij Frank hard aan. Franks manier van redeneren en experimenteren was volgens hem ondeugdelijk. Zijn proeven leverden geen enkel sluitend bewijs. Alleen al het feit dat veel organen niet loodrecht maar onder een hoek groeien maakte volgens Hugo dat de hypothese van Frank onhoudbaar was. Men zou in dat geval immers ook een ‘45°-Heliotropismus’ moeten aannemen, en de gewone rechtopgaande groeirichting zou men als ‘90°-Heliotropismus’ dan wel ‘90°-Geotropismus’ moeten beschouwen. ‘Aus dieser Betrachtung ersieht man, dass die Frank’sche Ansicht kaum den Namen eines wissenschaftlichen Erklärungsversuchs verdient.’¹⁰⁵

Hugo begreep wel dat zijn kritiek scherp was, misschien zelfs iets té scherp. Aan zijn studievriend Jan de Man schreef hij in de zomer van 1872 toen die in Leipzig verbleef: ‘Als je zulks interesseert ga dan eens een college bij mijn vriend! doctor A.B. Frank, Privatdocent der Botanik te Leipzig, hooren. Ik verneem dan later gaarne van je wat voor persoonlijkheid dit is. Als je hem soms spreekt, vraag dan eens of hij mijn naam ook kent. Persoonlijk ken ik hem niet, doch heb hem eens nogal uitvoerig gekritiseerd’.¹⁰⁶

Hoe goed Frank de naam en de kritiek van Hugo de Vries kende, merkte hij een half jaar later. In de *Botanische Zeitung* van januari 1873 verdedigde Frank zijn eigen ‘Transversal-Hypothese’ en nam hij de conclusies van De Vries onder vuur. Zijn belangrijkste kritiek was dat De Vries zijn conclusies had gebaseerd op de bewegingen en krommingen van plantenorganen die beschadigd waren: bladstelen en -nerven die losgesneden waren van de bladschijf, en takken die waren losgesneden van de stam en ontdaan van zijtakken, bladen en hun eindknop. Aannemen dat organen zich onder natuurlijke omstandigheden op dezelfde wijze gedragen als onder kunstmatige omstandigheden, was volgens hem geheel onjuist. Frank wilde niet uitsluiten dat de onderdelen die De Vries onderzocht had inderdaad epi- of hyponastisch, positief of negatief geotropisch zijn, maar meende dat die eigenschappen waren veroorzaakt door de beschadigingen en onder normale omstandigheden niet voorkomen, danwel geen rol spelen. De Vries had bijvoorbeeld zelf aangegeven dat in onbeschadigde bladen de spanning van de bladschijf de epi- en hyponastie neutraliseert en dat de geo- en heliotropie elkaar eveneens opheffen. Er moest dus wel nog een andere eigenschap aangenomen worden om de groeirichting te

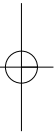


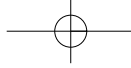
kunnen verklaren, en zo bleef hij bij zijn eigen transversale geo- en heliotropie.¹⁰⁷

Meteen reageerde De Vries met een tegenartikel. Eigenlijk, zo schreef hij, was het onnodig te reageren: Frank beweerde namelijk dat hij een verklaring voor de groei van bilateraal-symmetrische plantendelen had willen geven terwijl hij, zoals ook in het artikel beschreven, alleen enkele oorzaken van de groei had willen beschrijven. De vele onjuiste citaten en het feit dat Frank vasthield aan zijn eigen theorie maakten volgens De Vries dat hij van een weerwoord toch niet mocht afzien. Om Franks voornaamste kritiekpunt te ontkrachten gaf hij enkele resultaten van eveneens bij Sachs verrichte, maar in zijn artikel niet gepubliceerde onderzoeken waarbij onbeschadigde bladen waren gebruikt. De resultaten waren gelijk aan die verkregen met beschadigde bladen. Overigens had hij in het artikel ook experimenten met gehele bladen beschreven, maar De Vries concludeerde dat Frank dat ontgaan was. Dat Frank bij het herhalen van de experimenten tot andere resultaten was gekomen, kwam volgens hem doordat diens manier van werken niet deugde. Maar de voornaamste reden dat Frank de conclusies niet wilde accepteren was volgens hem dat hij een ‘Anhänger der “vitalistischen” Schule’ was en daardoor van geen mechanistische verklaring wilde weten: ‘Es scheint fast, als ob Frank jede Erklärung annehmen möchte, wenn dazu nur keine mechanischen oder physikalischen Gesetze benutzt werden’. Als bewijs daarvoor behandelde hij uitvoerig een inmiddels gepubliceerd onderzoek van Frank naar de groei van de waterplant *Hydrocharis morsus-ranae* (Kikkerbeet) waaruit, aldus De Vries, Frank had geconcludeerd dat ‘die Pflanze ... einen Instinct (besitze), der von dem der Thiere nicht wesentlich unterschieden ist’.¹⁰⁸ Wie er zulke ideeën opnahield, kon bij De Vries en Sachs natuurlijk op geen enkele sympathie rekenen.

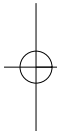
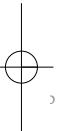
Sachs omschreef Frank in 1874 als een goed experimenteerder die ‘leider auf dem Wege [ist] ein Narr zu werden’.¹⁰⁹ De Vries dacht enkele jaren later echter heel wat positiever over zijn voormalige opponent. Toen hij in 1881 gevraagd werd voor de positie van hoogleraar aan de Landwirthschaftliche Hochschule in Berlijn bedankte hij voor het aanbod en beval Frank aan als alternatieve kandidaat. Frank werd aangenomen en zou tot 1899 het ambt bekleden. Met zijn leerboeken over botanie en fysiologie en een boek over plantenziekten verwierf hij grote bekendheid.¹¹⁰

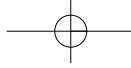
In 1877 kwam er op De Vries’ artikel over epi- en hyponastie nog een tweede reactie en wel van Carl Kraus, docent aan de Kreisackerbauschule in Triesdorf.¹¹¹ Kraus betwijfelde of de door De Vries geconstateerde inwendige invloe-





den werkelijk bestaan. Volgens hem konden de groeikrommingen die De Vries had geprobeerd te verklaren heel goed teruggebracht worden op invloeden van zwaartekracht en licht alleen en was het niet noodzakelijk nog een extra eigenschap te veronderstellen. Oorzaak van de verschillen in groei zou een verschil in turgor en rekbaarheid, en dus lengtegroei kunnen zijn. De Vries was pijnlijk getroffen door de kritiek, niet zozeer door de inhoud alswel vanwege de persoon die haar uitte. 'Dezer dagen is mij een kleine ramp overkomen, die aanleiding is dat ik je om hulp en bijstand verzoek, teneinde die weer te boven te komen', schreef hij aan zijn goede vriend Willem Moll. 'Carl Kraus, die vervelende pias die sinds jaar en dag de *Flora* onveilig maakt door zijn geklets over physiologische vragen, heeft goed gevonden mij op een hoogst onaangename manier te beledigen. Hij doet het namelijk voorkomen alsof ik even oppervlakkig werk als hij! Een erger belediging is wel niet denkbaar'. De Vries stelde zijn reactie zorgvuldig samen: persoonlijke aanvallen en opmerkingen waarop Kraus kon reageren, probeerde hij te vermijden. 'Ik heb het geheele stuk gisteren totaal omgewerkt en er alle directe hatelijkheid of aanmerking uit trachten te verbannen', schreef hij Moll. 'Het voorschrift *fortiter in re, suaviter in modo* is zoo moeilijk op te volgen'. Op verzoek van De Vries keek Moll kritisch naar het weerwoord. De Vries nam vrijwel al diens opmerkingen over en concludeerde tot zijn tevredenheid dat 'daardoor de tegenstellingen tusschen Kraus' geklets en mijn proeven veel scherper geteekend is'.¹¹² Aangezien De Vries meende dat zijn bevindingen zowel door hemzelf als door anderen afdoende bewezen waren en Kraus geen beschrijving had gegeven van eigen experimenten die het tegendeel bewezen, ging hij niet inhoudelijk op de kwestie in. Hij richtte de tegenaanval, nog meer dan hij bij Frank had gedaan, op de manier van werken van zijn tegenstander. Opnieuw toont hij daarmee in alle duidelijkheid zijn wetenschapstheoretische overtuiging. Met klem betoogde De Vries dat hij niet de bedoeling had gehad de groei van niet-verticale organen te verklaren, en evenmin dat hij, zoals Kraus had beweerd, een groeiverschil tussen boven- en onderzijde had verondersteld omdat de invloeden van zwaartekracht en licht alleen voor een dergelijke verklaring tekortschoten. De Vries meende dat het 'gar nicht Aufgabe der physiologischen Forschung ist die Erscheinungen, wie sie uns in der Natur entgegentreten, mittelst Hypothesen und Vermuthungen in plausibeler Weise zu erklären'. De belangrijkste taken van de plantenfysiologie waren 'Zerlegung der complicirten Erscheinungen in die einzelnen mitwirkenden Factoren, experimentelle Feststellung einfacher Thatsachen, und Ableitung von allgemeinen Regeln und Gesetzen daraus mittelst Induction'. Oftewel: Goethes 'onderscheiden und dann verbinden'. Pas wanneer alle af-





zonderlijke factoren die meewerken aan de totstandkoming van een bepaald verschijnsel bekend zijn, kan men zeggen dat dat verschijnsel op wetenschappelijke wijze verklaard is. In het geval van de bonte verscheidenheid aan groeiverschijnselen van planten was men volgens De Vries van zo'n verklaring nog ver verwijderd. Hij verwijst voor zijn stellingname naar Schleidens *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik* waarin die had betoogd dat de enige juiste methode om botanische problemen op te lossen de proefondervindelijke waarneming is en dat het traject van het vaststellen van de feiten tot aan het formuleren van in tijd en ruimte meetbare theoretische begrippen loopt via inductie, hypothese en analogie. De Vries benadrukte dat hij niet op goed geluk een waargenomen verschijnsel als oorzaak had aangenomen, zoals Kraus beweerde, maar dat hij zijn conclusie 'auf rein experimentellem Wege, durch Induction aus einfachen Versuchen' vastgesteld had. De Vries vond dan ook dat Kraus zijn conclusie alleen kon weerleggen door op experimentele wijze verkregen bewijzen aan te voeren; alleen maar bedenken dat groeiverschijnselen ook zonder epi- en hypnastie verklaard kunnen worden, was onvoldoende en volkomen onwetenschappelijk.¹¹³

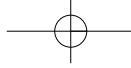
In een korte reactie merkte Kraus op dat De Vries' tegenwerpingen geheel ongegrond waren. Hij had immers niet ontkend dat er een groeiverschil kan zijn tussen boven- en onderzijde, maar slechts betwijfeld of de door De Vries aangegeven oorzaak juist was. Ook hij had de overtuiging dat gecompliceerde verschijningen geanalyseerd moesten worden. Juist daardoor was hij tot de vraag gekomen of een groeiverschil 'gleichsam angeboren sei, so dass diese von vornherein gegenüber den vertikalwachsenden irgendwie verschieden wären', of dat het verschijnsel terug te voeren was op een verschil in turgor.¹¹⁴ De Vries reageerde niet. De discussie was gesloten.

Leraar in Amsterdam

Toen Hugo in april 1871 naar Würzburg ging, had hij het idee daar zeker anderhalf jaar te zullen blijven. Aangezien hij als student niets verdiende, zal hij zich voor zijn levensonderhoud verzekerd hebben van de goedgeefsheid van zijn vader, die tijdens zijn promotie reeds als zijn mecenas werd geroemd. Vader De Vries zal waarschijnlijk toch wel gemeend hebben dat Hugo een kans op een betaalde baan niet mocht laten lopen. Die kans kwam al kort na zijn aankomst in Würzburg.

In mei 1871 gingen de curatoren van de universiteit van Groningen op zoek naar een opvolger voor de hoogleraar botanie Van Hall die met emeritaat ging. De curatoren zetten hoog in en kozen C.A.J.A. Oudemans als hun kandidaat.

Thorbecke, die als minister van Binnenlandse Zaken de benoeming moest doen, polste eerst Oudemans maar die bleek niet van zins te vertrekken. Het Amsterdamse Athenaeum had weliswaar niet zoveel status als een universiteit, maar dat woog ruimschoots op tegen de geïsoleerde geografische positie van Groningen. De curatoren gingen vervolgens buiten de academische wereld op zoek en kwamen spoedig met twee kandidaten: Piet de Boer, leerling van Miquel uit Utrecht en werkzaam als leraar natuurlijke historie aan de hbs en Openbare Handelsschool in Amsterdam, en het aanstormende talent Hugo de Vries. Thorbecke respecteerde de voorkeur van de curatoren voor de eerste en benoemde De Boer.¹¹⁵ Van zijn vader kreeg Hugo toen de aansporing om te solliciteren op de vacature die door het vertrek van De Boer in Amsterdam ontstond. Hugo deed met tegenzin wat van hem verlangd werd, maar presenteerde zich niettemin zo goed mogelijk. Bij zijn brief voegde hij zijn drie tot op dat moment verschenen publicaties, zijn doctorsbul en klinkende aanbevelingen van Sachs, Selenka en de directeur van de hbs in Assen.¹¹⁶ Hugo bleek concurrentie te hebben van zes andere kandidaten, allemaal leraren natuurlijke historie aan een hbs. De inspecteur van het Middelbaar Onderwijs, W.H.C. Staring, de vader van een van Hugo's schoolvrienden uit Haarlem, schreef in zijn advies aan B en W van Amsterdam dat hij moeilijk een keuze had kunnen maken. Uiteindelijk had hij Hugo als beste kandidaat gekozen. Van alle sollicitanten had hij weliswaar de minste onderwijservaring, maar hij was verreweg de geleerdste van allemaal. Als enige had hij de doctorstitel, zijn publicaties waren van wetenschappelijk niveau en Sachs en Selenka waren zeer positief over hem, net als overigens Suringar die Staring een lovend oordeel over zijn vroegere leerling had geschreven.¹¹⁷ Staring en Suringar kenden elkaar goed. Op verzoek van Staring had Suringar in 1870 ter ondersteuning van de lessen plantkunde op de nieuwe hbs een *Handleiding tot het bepalen van de in Nederland wildgroeiende planten* gepubliceerd, die spoedig bekend zou worden onder de titel *Zakflora*.¹¹⁸ Op 9 augustus 1871 boog de gemeenteraad van Amsterdam zich over de door B en W gemaakte voordracht voor de nieuwe leraar natuurlijke historie. Hugo de Vries kreeg achttien stemmen; de andere voorgedragen kandidaat, H.J. Veth, leraar aan de hbs en het gymnasium in Leiden en net als Hugo alumnus van de Leidse universiteit, kreeg zeven stemmen. Twee raadsleden stemden blanco.¹¹⁹ De benoeming maakte na amper vier maanden een plotseling einde aan Hugo's verblijf in Würzburg. Sachs bood hem nog aan om zijn assistent te worden, maar merkwaardig genoeg sloeg Hugo het aanbod af.¹²⁰ Half augustus was Hugo terug in Den Haag om zijn verhuizing naar Amsterdam te regelen. Van zijn voorganger op de hbs had hij



niet alleen de baan maar ook diens kamer overgenomen op Hartenstraat 7, boven de winkel van het echtpaar Schowe in ham en andere vleeswaren.¹²¹

En zo wachtten op de ochtend van maandag 4 september 1871 de 23 leerlingen van klas 1a van de Amsterdamse hbs in spanning op de binnenkomst van hun nieuwe leraar.

