

# Van vitalisme via de ontdekking van virussen naar biotechnologie

*Voortgaande ontmythologisering van de natuur*

L. Bos

Sprengerlaan 13, 6703 GA Wageningen

**Dit jaar, precies honderd jaar geleden, maakte Louis Raemaekers, leraar handtekenen aan de toenmalige Rijks Land- Tuin- en Bosbouwschool in Wageningen, enkele cartoons van docenten van de school. Daaronder was een heel opvallende van professor Adolf E. Mayer (Figuur 1), sinds de oprichting van de school in 1876 leraar landbouwscheikunde aan wat nu Landbouwuniversiteit heet. Hij was tevens directeur van het aan de school verbonden Rijkslandbouwproefstation, het latere DLO en nu researchpoot van Wageningen University & Research Centre (Wageningen UR). Op de plaat kijkt Mayer, afgebeeld als Goethe's Faust, gefascineerd naar in een erlenmeyer beginnend leven, terwijl op de achtergrond Mephistopheles verschijnt als waarschuwend symbool van het kwade. Waar hield professor Mayer zich - kennelijk 'op de grens van het leven' - mee bezig, en waarom achtte Raemaekers wat er toen al in Wageningen gaande was als bedreigend?**

## **Ontdekking van virussen als geheel nieuwe ziekteverwekkers**

Aanleiding tot de plaat was de ontdekking van virussen als een geheel nieuw soort ziekteverwekker en de rol die Mayer (Figuur 2) daarbij speelde. Hij was een leerling van Justus von Liebig in Giessen, Duitsland, die, in tegenstelling tot wat midden negentiende eeuw het vitalisme leerde, had aangetoond dat plantenvoeding alleen maar een kwestie is van natuur- en scheikundige processen: organische stof moet eerst worden geremineralseerd alvorens door planten te kunnen worden opgenomen. De landbouwscheikunde leidde tegen het eind van de negentiende eeuw spoedig tot grootschalig gebruik van louter anorganische kunstmest, tot een spectaculaire verhoging van de landbouwopbrengsten, en tot het in cultuur brengen van voorheen woeste gronden. Mayer leverde vanaf de oprichting van de Wageningse landbouwschool en van

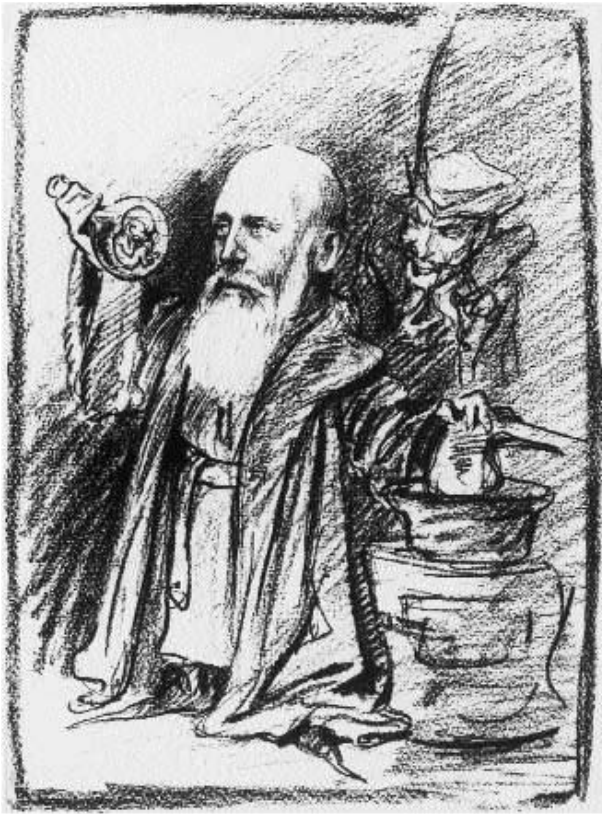
het landbouwproefstation tot zijn pensionering in 1904 een grote bijdrage aan de chemicalisering van onze landbouw.

Mayer raakte hier spoedig ook betrokken bij onderzoek over de heimzinnige tabaksmozaïekziekte in de omgeving van Amerongen en Elst (Figuur 3). Hij vermoedde al in 1882 dat de ziekte werd veroorzaakt door een agens van geheel andere aard dan de toen bekende microorganismen, namelijk door wellicht 'eene oplosbare ('enzym'-achtige) smetstof' Pas in 1898 ontdekte Mayer's oud collega Martinus W. Beijerinck (Figuur 4), toen inmiddels hoogleraar microbiologie in Delft, dat er een geheel eigensoortige, filtreerbare, niet-cellulaire ziekteverwekker bestaat, door hem 'contagium vivum fluidum', genoemd, later algemeen als virus aangeduid. Voor het nader toetsen en preciseren van dit geheel nieuwe concept ontbraken toen echter nog de methoden en apparatuur. Beijerinck was in de microbiologie,

net als Mendel in de erfelijkheidsleer, zijn tijd ver vooruit. Hij vergeleek de verwekker van tabaksmozaïek later zelfs met genen en hij schreef al in 1900 en 1917 de werking van genen toe aan enzymen. Echter, in het niemandsland vóór het ontstaan van de moleculaire biologie kende ook nog niemand de ware aard van genen en van enzymen, noch van de relatie tussen die twee. De tekst van Beijerinck's beroemde voordracht (Beijerinck, 1898), werd in 1899 en 1900 ook in het Duits en het Frans gepubliceerd. Terecht wordt 1898 beschouwd als het beginjaar van de virologie, zoals in 1998 op verschillende plaatsen werd herdacht (voor literatuur zie Bos, 2000), maar de basis was al eerder gelegd in Wageningen (De Bokx *et al.*, 1982; Bos, 1995).

De eigenlijke ontmythologisering van het nog vreemde contagium vindt pas plaats in 1935 in USA toen de latere Nobel-prijswinnaar Stanley (Figuur 5) als eerste in slaagde om het tabaksmozaïekvirus in kristallijne, maar in nog steeds infectieuze toestand uit sap van zieke planten te isoleren (Figuur 6). Pas toen begon de eigenlijke virologie als nieuwe tak van wetenschap. In 1936 werd in Engeland ontdekt dat het tabaksmozaïekvirus alleen maar bestaat uit eiwit en nucleïnezuur, en in 1939 werd hetzelfde virus als eerste gezien met een elektronenmicroscop (Figuur 7) waarmee we nu zelfs al verrassend veel structuurdetails van virussen kunnen waarnemen (Figuur 8).

ARTIKEL



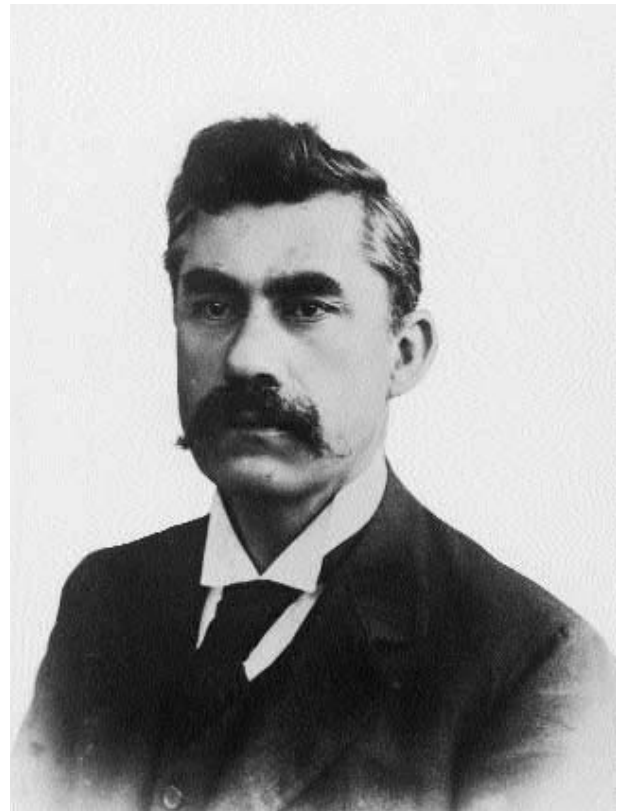
Figuur 1. Cartoon van Professor Adolf Mayer door Louis Raemaekers getekend in 1900. (Historisch Archief, Landbouw Universiteit, Wageningen.)



Figuur 2. Professor Adolf Eduard Mayer (1843-1942). (Foto Historisch Archief, Landbouw Universiteit, Wageningen.)



Figuur 3. Symptomen van tabaksmozaïek op de bladeren van tabak (*Nicotiana tabacum*). (Foto IPO, Wageningen.)



Figuur 4. Martinus Willem Beijerinck (1851-1931). (Foto Historisch Archief, Landbouw Universiteit, Wageningen.)

Toen later werd gevonden dat alleen het nucleïnezuur verantwoordelijk is voor de infectie en de nucleïnezuren de dragers zijn van de erfelijke informatie, ging het virusonderzoek via de ontdekking van de wenteltrapstructuur (het dubbele-spiraalmodel van Watson en Crick, 1953) veel bijdragen aan de kennis van de werking van genen. Virussen vormen nog altijd hoog gewaardeerd onderzoeksmateriaal in de moleculaire biologie. We weten nu dat virussen geen organismen zijn met een eigen stofwisseling, maar pakketjes voor de gastheer vreemde genetische informatie, die door de gastheer met diens stofwisselings-'machinerie' worden vermeerderd en vertaald. In natura opereren ze in het grensgebied tussen dode en levende materie, in 's levens nevels'. Ze manipuleren zelfs het leven onder andere door het in de natuur overbrengen van genetisch gastheermateriaal van de ene plant naar de andere, en kunnen ook worden gebruikt bij het kunstmatig overbrengen van plantengenen. Zo wordt leven steeds verder manipuleerbaar en wijkt met de komst van de moleculaire biologie de oude mythe van het vitalisme in de lijn van de landbouwscheikunde via de virologie steeds verder terug.

### **De voortgaande ontmythologisering van de natuur, visie van Raemakers**

Professor Mayer wordt in de cartoon afgebeeld als leerling van Justus von Liebig, geconcentreerd bezig in het scheikundelaboratorium. In de geest van zijn leermeester droeg Mayer in ons beginnend landbouwkundig onderzoek in belangrijke mate bij aan de ontluistering van het vitalisme en aan de chemicalisering van onze land- en tuinbouw. Zo betekende ook de ontdekking van virussen door hem en vooral Beijerinck een belangwekkende stap in de voortgaande ontmythologisering van de natuur op de weg van vitalisme via de (landbouw)scheikunde naar moleculaire biologie en zelfs naar de huidige genetische manipulatie. Toch bleven ze beiden geïnteres-

seerd in de brede context van de natuur als geheel zoals blijkt uit het feit dat ze samen al in 1876, het jaar van hun aanstelling in Wageningen, het daar nog altijd bestaande Natuurwetenschappelijk Gezelschap oprichtten.

De markante uitbeelding door Raemaekers van Mayer als Goethe's Faust weerspiegelt niet alleen maar de rond 1900 onder de Wageningse collega's ontstane waardering voor Mayer en Beijerinck, maar getuigt ook van ongewone visie. Als artiest en docent van de landbouwschool en later als politiek tekenaar had Raemaekers (De Ranitz, 1989) een scherp oog voor wezenlijke ontwikkelingen in de samenleving.



*Figuur 5. Wendel M. Stanley (1904-1971). (Foto Virus Laboratory, University of California, Berkeley, Cal., USA.)*

### **Reikwijdte van menselijk (be)grijpen**

In feite gaat het in de cartoon van Raemaekers om een verbeelding van de vraag naar de reikwijdte van menselijke inzicht en bemoeienis met de werkelijkheid, zeg maar de relatie tussen natuur en techniek. Het is al een oude vraag. Zo is er een aantal versies, zoals die van Goethe, van het verhaal over Dr. Faust, op zoek naar de maakbaarheid van (het) leven. Ook kennen

we de veel oudere Griekse mythe over Prometheus die het vuur stal uit de hemel, en weer later het in 1818 verschenen boek van Shelley over het monster van Frankenstein. Ze beschrijven alle vaak beeldend de fascinatie van de mens voor de natuur en de mogelijkheden tot beheersing ervan, maar tegelijk ook de huiver voor het wellicht uit de hand lopen van menselijk ingrijpen. Beide tendensen vieren nu weer hoogtij in de discussies over de biotechnologie, met name wanneer het gaat over het ingrijpen in het genoom van plant, dier, en mogelijk ook van de mens zelf. Lang voordat moleculaire biologie en biotechnologie tot nieuwe begrippen werden, had Raemaekers bij het begin van de virologie een wel heel ver vooruitziende blik wat betreft de mogelijke consequenties van de ontdekking van virussen.

Dr. Faust is het symbool van de hartstochtelijk naar kennis en toepassing van kennis strevende mens. Is Mephistopheles op de achtergrond nu alleen maar het waarschuwend symbool van bedreiging, of daarentegen het beloftevolle beeld van de magie die met toenemende kennis terugwijkt? Het laatste suggereert de herinterpretatie van het Faust-verhaal in de tijd van de Verlichting door Lessing en vooral Goethe. Volgens deze uitleg gaat Faust tenslotte niet aan zijn arrogante nieuwsgierigheid te gronde, maar wordt hij door drang naar vervolmakende kennis uiteindelijk toch gered.

Waar het ten diepste om gaat is de vraag naar wat we weten van de werkelijkheid en wat de betrouwbaarheid is van ons beeld van die werkelijkheid, ook van het beeld dat de moderne wetenschap inclusief de moleculaire biologie ervan geeft. Het gaat dan toch weer om de oude vraag of leven alleen maar een optelsom is van fysisch-chemische gegevens, een met bijvoorbeeld computermodellen door te rekenen en in alle opzichten te sturen mechanisme, of dat er toch sprake is geheime, menselijk niet te doorgronden levensbeginselen zoals beweerd werd door het oude vitalisme. Dat laatste wordt ons

ARTIKEL

steeds weer voorgehouden door met name de biologische bestrijders van de belagers van onze gewassen. Bij deze twee benaderingen gaat het echter om totaal verschillende denk- en (be)leefwerelden, die van het weten en die van het geloven, en vaak gaat het zelfs om een spreken in verschillende talen.

Misschien is het beter om bij het omgaan met de werkelijkheid te spreken van twee uitersten. De ons omringende natuur is een geweldig complexe werkelijkheid. Zo wordt bijvoorbeeld het leven van de meeste organismesoorten gereguleerd door duizenden genen (bij een mens naar men zegt wel honderdduizend), elk coderend voor een enzym, ieder voor zich weer een andere fysiologische reactie sturend. Op hun beurt werken zulke genen vaak gelijktijdig maar ook in allerlei opeenvolgingen in multicausale onderlinge betrekkingen en ook in talloze afhankelijkheden van een eveneens geweldig complexe en dynamische omgeving. Wetenschappelijk inzicht kan echter alleen maar worden verkregen langs analytische weg, dat wil zeggen voor afzonderlijke, in laboratorium of klimaatkabinet te bestuderen factoren, los van het multicausale gebeuren in de vrije natuur, dus op de snijtafel van het reductionistische experiment. Het daaruit ont-

stane wetenschappelijke beeld is dat van een voorgrondswerkelijkheid, een abstractie van het geheel. Uitgaande van zo verkregen kennis lossen we weliswaar, bijvoorbeeld bij het bestrijden van ziekten en aantastingen in onze gewassen, op korte termijn problemen op, maar creëren we secundair en op langere termijn steeds weer nieuwe kwalen. Vandaar het streven van velen naar een holistische benadering. Dan echter zouden we met alle betrokken factoren rekening moeten houden, maar kunnen we alras door het bos de bomen niet meer zien. We weten dan niet meer waarover het hebben; het weten wordt op deze wijze vanzelf weer tot geloven. Ziektebestrijding wordt op die wijze gemakkelijk weer tot een nieuwe vorm van magie (onder andere Bos, 1993).

### **Noodzaak van bescheidenheid**

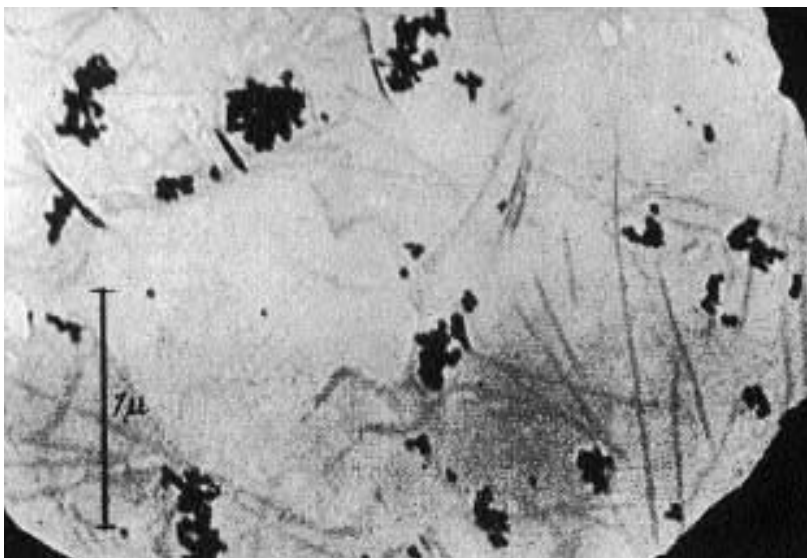
Gesproken werd van twee uitersten, waarbij geen van beide echt de oplossing geeft. Wat zich daarom opdringt is de noodzaak van het in bescheidenheid zoeken naar een middenweg. Gebruik moet worden gemaakt van reductionistisch verkregen gedetailleerde kennis - we moeten immers weten waarover we het hebben - maar wel moet daarbij zo holistisch mogelijk rekening



*Figuur 6. Het contagium ontmythologiseerd: flesje met in 1935 geïsoleerd tabaksmozaïekvirus, in 1960 door Stanley trots op TV getoond. Het virus was toen nog steeds infectieus.*

worden gehouden met 'het geheel' in erkenning dat we lang niet alles weten. Trouwens, ook al zouden we alles weten dan zouden we het 'gehele gebeuren' op het moment van noodzakelijk beslissen menselijkerwijs nog niet tot in alle details kunnen overzien. Zo blijken fraaie medicijnen meestal na verloop van tijd toch weer nare bijwerkingen te hebben. Bestrijdingsmethoden van ziekten en aantastingen van gewassen, zelfs de zogenaamde biologische methoden, kunnen, evenals welke ingreep in het ecosysteem dan ook, niet voorkomen dat nieuwe ecologische nissen ontstaan waarin onverwachts weer andere gewasbelagers hun kans krijgen.

Met het bestrijden van het kwaad in natuur en samenleving zullen we daarom nooit klaar zijn, ook niet met behulp van geavanceerde biotechnologie. De nu veel aangeprezen duurzaamheid, aangeduid met een fraai modewoord, is onbestaanbaar in een natuur die niet alleen per definitie uit zich zelf steeds verandert, maar dat ook in land- en tuinbouw heel snel doet onder dwang van de snel veranderende menselijke samenleving. Waar we



*Figuur 7. Eerste, nog zeer vage elektronenmicroscopisch foto van de deeltjes van tabaksmozaïekvirus (vergr. ----x). (Naar Kausche et al., *Naturwissenschaften* 27: 1939: 292.)*

hoogstens naar kunnen streven is naar een geïntegreerde aanpak. Die dwingt tot aanhoudende dialoog en gemeenschappelijk zoeken, en in ieder geval tot bescheidenheid in ons omgaan met de natuur. Het zoeken naar de al genoemde middenweg is er een van vallen en opstaan, van aftasten, en van nooit klaar zijn. Jammer genoeg is dat een boodschap die niet past in een op commercie en op kortetermijnoverleving - en daarom op het werken met beperkte beelden - gerichte wetenschapsorganisatie zoals die van de huidige Wageningen UR maar ook elders in de universitaire wereld. Vandaar dat Raemaekers'

cartoon na honderd jaar nog steeds actueel is en ook nu nog aandringt op nadenken.

### Literatuur

- Beijerinck, M.W., 1898. Over een Contagium vivum fluidum als oorzaak van de Vlekziekte der tabaksbladeren. Verslag van de gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam deel 7: 229-235.
- Bos, L. 1993. Gewasbescherming, strategie, of dilemma tussen weten en geloven; afscheidsoverwegingen van een planteviroloog. *Gewasbescherming* **24**: 1315-147.
- Bos, L. 1995. The embryonic beginning of virology: unbiased thinking and dogmatic stagnation. *Archives of Virology* **14**: 613-619.
- Bos, L. , 2000. 100 years of virology: from vita-

lism via molecular biology to genetic engineering. *Trends in Microbiology* **8**: (2): 82-87.

De Bokx, J.A., De Jager, C.P. & Noordink, J.P.W. (Red.), 1982. 100 Jaar Virologie in Wageningen. *Gewasbescherming* **13**: (4/5): 135 pp.

De Ranitz, A.M., 1989. 'Met een pen en een potlood als wapen'; Louis Raemaekers (1869-1956), schets van een politiek tekenaar. Dissertatie Universiteit van Amsterdam: 341 pp.

Mayer, A. 1882. Over de mozaïkziekte van de tabak; voorloopige mededeeling. *Tijdschrift voor Landbouwkunde* **2**: 359-364.

Mayer, A. 1886. Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. *Landwirtschaftliche Versuchstationen* **32**: 451-467.

Stanley, W.M., 1935. Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus. *Science* **81**: 644-645.

ARTIKEL