

20-5-'96

NN02963.672

Handbouwniversiteit
wetenschap en
technologie

door prof. dr. ir. P. Walstra

WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE

door prof.dr.ir. P. Walstra



Voordracht gehouden bij zijn afscheid als hoogleraar
in de Zuivelkunde aan de Landbouwniversiteit te
Wageningen op 30 mei 1996

WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE

De titel van deze voordracht lijkt erg veelomvattend voor een spreker die geen wetenschapsfilosoof is. Toch hoop ik dat het betoog een wat bredere betekenis heeft en niet alleen op m'n eigen vak slaat. Wel zijn de meeste voorbeelden daaruit afkomstig. En het gaat meer over technologie dan over wetenschap.

Eerst wil ik uitleggen wat ik met die begrippen bedoel, wat niet inhoudt dat ik ze ga definiëren. Wetenschap wordt gekenmerkt door een hoog generalisatieniveau, en het betreft hier natuurwetenschap. Voor het begrip technologie heb ik drie soorten van omschrijving gevonden, te weten:

1. Toegepaste wetenschap.
2. De leer van de bewerkingen, hulpmiddelen en methoden die met fabricage samenhangen.
3. Het bewust ingrijpen in de natuurlijke omgeving en het maken van artefacten tot eigen voordeel.

De eerste omschrijving geeft wellicht de meeste "status" voor de technologen aan een universiteit. De tweede is bescheidener en laat zien dat er ook empirie aan te pas komt. De laatste omschrijving ziet technologie als een maatschappelijke activiteit, en dat lijkt meer en meer de algemene opvatting te worden. Die is ook voor mij favoriet.

Zo beschouwd is landbouwkunde eigenlijk technologie! Je zou landbouwkunde dan kunnen omschrijven als

- de technologie van de levende en biogene materie¹⁾

of als

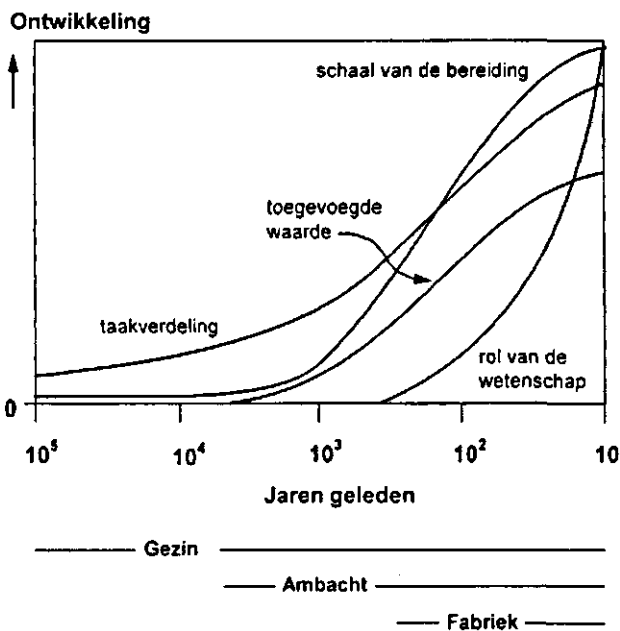
- de technologie van de biosfeer.

Vooral het laatste komt aardig overeen met wat we doen aan de Landbouwniversiteit. Toch zullen veel landbouwkundigen bezwaren hebben tegen de benaming technoloog, want technologie zien ze als iets vreemds binnen onze LU, eigenlijk als een ongewenste activiteit, een soort noodzakelijk kwaad. En dat is jammer, en mijns inziens ook schadelijk voor de universiteit. Ik hoop dat in dit verhaal duidelijk te maken.

Wat is levensmiddelentechnologie?

Eerst wat historische ontwikkeling. Die is heel globaal weergegeven in Figuur 1. Merk op dat de tijdschaal logaritmisch is. Gebeurde aanvankelijk alle bewerking van grondstoffen, verkregen door verzamelen, jacht of landbouw, in het gezin, later ontstond er taakverdeling tussen gezinnen: bijv. boeren en vissers. Die taakverdeling werd sterker door het opkomen van ambachten; het oudste ambacht was waarschijnlijk dat van de molenaar. Een ambachtsman voegt waarde toe aan het primaire produkt, daar verdient hij z'n brood mee. Het ambacht groeide tenslotte uit tot bewerking in fabrieken, waardoor mechanisering de overhand kreeg en waarmee de toegevoegde waarde verder toenam. Maar ook nu vindt een deel van de bewerking nog steeds plaats in het gezin en bij de ambachtsman, zoals de warme bakker.

Enkele honderden jaren geleden kwam er aarzelend wat wetenschappelijke kennis te pas aan de technologie. De eersten die belangrijke bijdragen leverden waren Justus von Liebig en Louis Pasteur. Sindsdien is er steeds meer wetenschap bijgekomen. Eerst vooral scheikunde en microbiologie, dan



Figuur 1 Historische ontwikkeling van de bewerking van natuurlijke grondstoffen tot levensmiddelen. Heel globaal en schematisch.

proceskunde en als laatste natuurkunde. Ook niet-technologische "hulpwetenschappen" als voedingsleeren toxicologie verschaffen belangrijke kennis voor de technoloog.

Na het toepassen van louter empirische kennis is er dus een toenemend wetenschapsgehalte. Dat gehalte bepaalt of een technologie een universitair gebied van studie kan en moet zijn. Voor sommige technologieën

is dat niet of onvoldoende het geval. Voor de levensmiddelen-technologie is dat nu duidelijk wel zo. Enkele jaren geleden deed ik in het openbaar de volgende uitspraak²⁾:

"In about half a century, food technology has developed

- from an art into a "science"
- its students from craftsmen to research workers
- its achievements from empiric rules to quantitative predictions
- and its curricula from teaching the tricks of trade to scientific principles."

Dat lijkt nogal op "toegepaste wetenschap". Maar dat is een nogal onduidelijk begrip. Wanneer noem je onderzoek fundamenteel en wanneer toegepast?

Daarover zijn mensen het erg oneens. Veel onderzoekers stellen hun eigen werk in het midden van de schaal. En soms is het mode om zuivere wetenschap het hoogste goed te vinden, in andere tijden legt men vooral de nadruk op het belang van toepassing. Een wezenlijker vraag is gesteld en beantwoord door Pasteur:

"Il n'y a pas des sciences appliquées,
il n'y a que d'application des sciences"

Ik ben het daar mee eens, maar het zegt niet voldoende over de technologie. Want:

- er wordt altijd meer dan één discipline toegepast, met sterk integrerende elementen. Een term als "levensmiddelenchemie" is eigenlijk bedrieglijk, want als de beoefenaar zich echt tot de

- chemie zou beperken, kwam er niet zo veel van z'n onderzoek terecht.
- er komt een ontwerpaspect aan te pas, en dat is een wezenlijke toevoeging.

Karakterisering

Het wordt tijd de beoefenaars van beide vakken wat nader te karakteriseren. Enigszins geïdealiseerd:

De wetenschapper

vooral de zuivere wetenschapper³⁾, bepaalt zelf z'n object. Hij bestudeert, primair binnen één discipline, een verschijnsel en wil dat verklaren. Hij is erg tevreden als hij wat interessants ontdekt heeft. De bekende fysicus H.B.G. Casimir heeft dat Jack Hornerism genoemd, naar het Engelse kinderversje:

Little Jack Horner
Sat in a corner,
Eating his Christmas pie.
He put in his thumb,
Pulled out a plum,
And said "what a good boy am I"

De technoloog

wordt geconfronteerd met een (praktisch) probleem en zoekt daarvoor een oplossing. Hij is erg tevreden als de oplossing werkt.

Technologen doen ook wetenschappelijk onderzoek, wat wil zeggen dat ze wetenschappelijke methoden en theorieën toepassen, maar gericht op proces- en/of

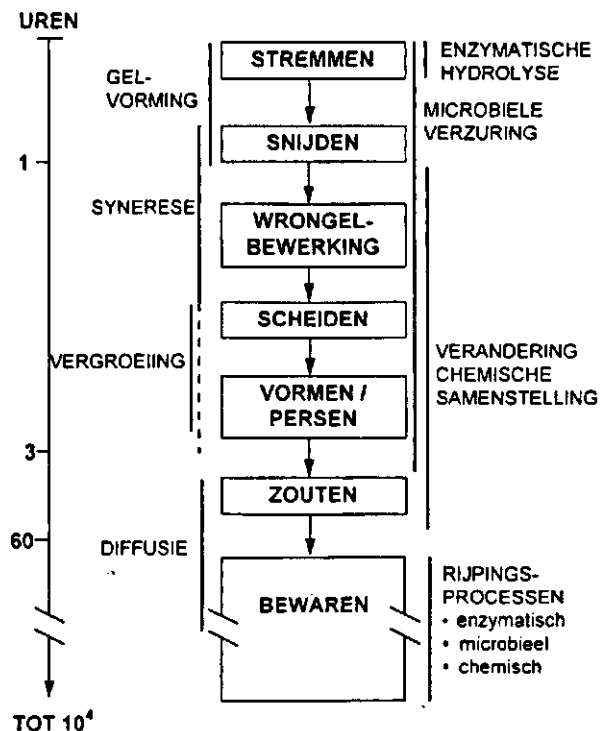
produktontwikkeling en op kwaliteitshandhaving. Ik bedoel niet dat de onderzoeker zelf processen of producten ontwikkelt, het betreft in het algemeen strategisch onderzoek. Hoe werkt hij (of zij⁴⁾)? Hij past een aantal wetenschappelijke disciplines toe en integreert die met kennis van het bestudeerde systeem. Die combinatie is essentieel, want er is altijd een wisselwerking tussen systeem en proces. Het "systeem" wordt gedefinieerd als het deel van de werkelijkheid dat we bestuderen. In dat verband zien we nog een verschil:

- In de wetenschap construeert men een sterk vereenvoudigd model van het systeem, en men laat alles eruit dat de te bestuderen relaties kan verstoren. Dat is noodzakelijk om de fundamentele relaties te leren kennen.
- In de technologie blijft men veel dichterbij de werkelijkheid. Men maakt wel een model, maar dat is in het algemeen minstens tien maal zo ingewikkeld (wat nog steeds een aanzienlijke vereenvoudiging kan zijn). Dat is noodzakelijk om toepasbare resultaten te krijgen.

In de chemische technologie stelt men systeemkennis meestal gelijk aan materiaalkennis. Maar het is veel meer. Want er gebeurt heel veel in het systeem, juist als het levende of biogene materie betreft. Veel van het technologisch onderzoek is dan ook gericht op systeemkennis en vooral op de genoemde wisselwerking tussen systeem en proces. Een voorbeeld kan dat wellicht verduidelijken.

Kaasbereiding

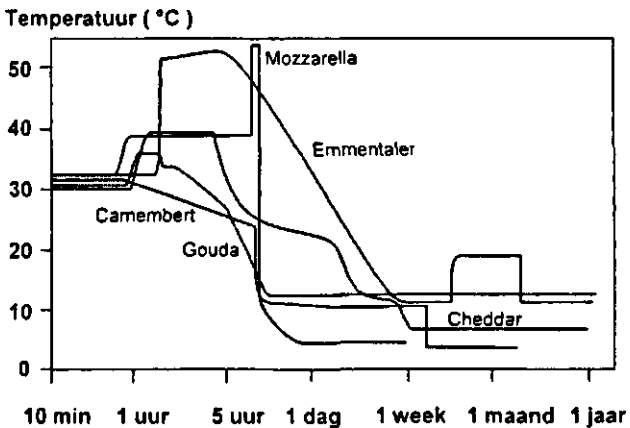
Bestudering van dit proces is overigens een prachtig voorbeeld van geïntegreerde levensmiddelentechnologie en een uitermate boeiend onderwerp van onderzoek, dat me heel veel voldoening heeft gegeven. Figuur 2 geeft een vereenvoudigd schema van processtappen. De tijdschaal is niet lineair. Links staan de



Figuur 2 Vereenvoudigd schema van enkele essentiële processtappen en de gevolgen daarvan bij de bereiding van kaas.

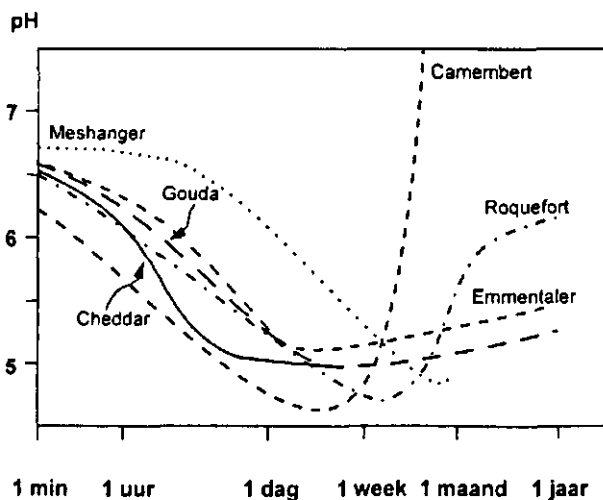
fysische verschijnselen. De melk geleert door er stremsel aan toe te voegen (een eiwitsplitsend enzym). Het gevormde gel heeft de neiging zich samen te trekken onder uitstoting van oplosmiddel (synerese). Door het gel in stukjes te snijden wordt dat proces versterkt, en krijgen we een scheiding tussen wrongel en wei. De wei wordt afgevoerd en de wrongel moet vergroeien tot een verse kaas, waar meestal persen aan te pas komt. Bij het pekelen wordt zout opgenomen. Onderdehand treden allerlei chemische veranderingen op, die rechts in de figuur staan aangegeven. Aan de melk is zuursel toegevoegd (een culture van melkzuurbacteriën), waardoor onder meer melksuiker in melkzuur wordt omgezet. Dat heeft allerlei gevolgen voor de samenstelling. De uiteindelijke rijpingsprocessen bepalen vooral smaak en consistentie van de kaas.

Bijna alle onderdelen en aspecten hebben we bestudeerd en dat is erg verhelderend geweest⁹⁾. Maar we weten nog lang niet alles en vooral de rijping van de kaas heeft nog veel geheimen. Bij al die studie was en is kennis nodig uit de disciplines proceskunde; natuurkunde; fysische, organische en bio-chemie; en microbiologie. Vandaag gaat het me niet om de afzonderlijke deelprocessen en hun verklaring, maar om de wisselwerking tussen procesvoering en wat er in het systeem gebeurt, en die is heel ingewikkeld. Bijvoorbeeld, de verzuringssnelheid beïnvloedt de wei-uittreiding en daardoor de snelheid van het proces en de samenstelling en de opbrengst van de kaas. De verzuringssnelheid hangt sterk af van de toegevoegde bacteriën, van de samenstelling en de voorbehandeling van de melk, en van de procesomstandigheden.



Figuur 3 Voorbeelden van het verloop van de temperatuur toegepast gedurende de bereiding van enkele soorten kaas.

Laatstgenoemde kunnen sterk gevarieerd worden; Figuur 3 geeft als voorbeeld variatie in het temperatuurregime bij de bereiding van verschillende typen kaas. Ook dat heeft allerlei gevolgen en Figuur 4 geeft voorbeelden van het verloop van de pH (de zuurtegraad) gedurende procesvoering en bewaring. Dat heeft weer invloed op resultaat van latere processen, onder meer doordat het aard en activiteit van de eiwitsplitsende enzymen in de kaas beïnvloedt, en dus de rijping. Als je één ding verandert, verandert er een heleboel, en moet je ook andere procescondities veranderen. Uiteindelijk bepaalt dit de



Figuur 4 Voorbeelden van het verloop van de pH gedurende bereiding en rijping van enkele soorten kaas.

kwaliteit van het produkt; ieder kent de verschillen in smaak en consistentie.

Kun je het proces radicaal anders maken? Ja, dat kan, hoewel heel veel veranderingen niet kunnen, en als het wel lukt dan zijn er heel veel problemen op te lossen. Dat ondervonden we onlangs nog eens, toen we oriënterende proeven wilden doen met het maken van kaas uit melk die door ultrafiltratie is geconcentreerd, waarbij die kaas dan een goede rijping zou moeten vertonen⁶⁾. Zonder grondige systeemkennis en geïntegreerde toepassing van een

aantal disciplines kom je nergens, behalve dan door "trial and error", meestal met heel veel error. De traditionele bereidingsprocessen en kaassoorten zijn ontstaan door evolutie, en dat is een traag proces.

Vaak hoor je de vraag: waar is al die kennis voor nodig, want vroeger konden we toch ook kaas maken?

Ja, maar in die goede oude tijd was de kaas

- gemiddeld van veel mindere kwaliteit, al waren er gunstige uitzonderingen;
- minder veilig voor de consument, en
- aanzienlijk duurder.

Heel veel veranderingen in procesvoering en kwaliteitsbewaking zijn het resultaat geweest van vaak diepgravend technologisch onderzoek.

Technologisch onderzoek

Hoe werkt de technologische onderzoeker? Velen zien hem als een echte technout, die de wereld in formules wil vatten. Hij wil alles meten. Is dat zo? Een veel gehoorde stelling, of liever een kreet, is:

"Meten is weten"

Als dat eens waar was, wat zou wetenschappelijk onderzoek dan gemakkelijk zijn. En we zouden de LU zonder meer kunnen sluiten, want voor meten alleen heb je niet veel kennis nodig, behalve dan van de meetmethoden en die kunnen net zo goed ergens anders worden ontwikkeld. Bovengenoemde uitspraak is waarschijnlijk afkomstig van Kamerling Onnes, maar die stelde het anders, namelijk:

"Door meten tot weten"

Dat kun je je bij sommige fundamentele wetenschappen nog wel voorstellen, hoewel het ook daar de waarheid te kort doet. Maar het is zeker in de technologie ondenkbaar.

Wat doen we dan wel? Waarnemen, dus meten; maar ook overwegen en vergelijken, en globale berekeningen maken; daaruit een voorlopige conclusie trekken. Dan weer waarnemingen doen, andere dingen variëren, ideeën toetsen, conclusies bijstellen, weer rekenen, enz. Metingen zijn nodig, maar interpretatie van de uitkomsten vergt een heleboel ander werk, en dat andere is de essentie van het vak.

Natuurlijk is levensmiddelentechnologie wel een kwantitatief vak, elke technologie is dat. Vaak wordt gebruik gemaakt van wiskundige modellen. Meestal zijn die modellen erg ingewikkeld, want het systeem is ingewikkeld. Er treden meerdere processen op en we moeten met vele randvoorwaarden rekening houden. Door de sterk ontwikkelde computertechnologie is dat alles mogelijk geworden en zijn veel wetenschappelijke resultaten en methoden nu bruikbaar voor de technoloog. Dat heeft het technologisch onderzoek een veel grotere potentie gegeven.

Een ander aspect van technologisch werk is dat er vaak niet één waarheid is, en zeker niet één oplossing. Is het door Popper ingevoerde criterium van falsificeerbaarheid toepasbaar?

- In de fysische en een groot deel van de biologische wetenschappen: ja, uitstekend.
- In de historische wetenschappen, wat o.m. inhoudt een deel van de biologie: niet.

- In technologisch onderzoek is het vaak slecht of niet bruikbaar, want er zijn te veel onzekerheden, te veel processen spelen zich af en er moet met te veel randvoorwaarden rekening worden gehouden. Als de onderzoeker één aspect tot in bijzonderheden kan bestuderen, dan kan Popper echt aan bod komen.

De ingewikkeldheid van het systeem en van de interacties met de optredende processen veroorzaakt wel een fors probleem bij technologisch onderzoek: verificatie van uitkomsten, en vooral van interpretaties en conclusies, is vaak erg moeilijk. De verleiding om te denken dat je ideeën juist zijn is sterk; er is altijd wel een smoes te bedenken waarom iets dat niet lijkt te kloppen toch in de theorie past. Er wordt dan ook tamelijk veel gepubliceerd dat de toets der kritiek niet kan doorstaan, in het bijzonder door ongeoorloofde toepassing van wetenschappelijke theorieën. Dat resulteert in wat ik "wanprestatie van de eerste soort" noem. De enige remedie is: de theorie kennen en rigoureuze wetenschappelijke methoden toepassen.

Nu kan men opmerken dat die enorme ingewikkeldheid ook geldt voor de biologie en de biochemie. Denk bijv. aan de duizenden processen die zich in een cel afspelen. Dat is zo, maar er zijn twee belangrijke verschillen:

1. In de biochemie etc. werken veel meer onderzoekers aan elk afzonderlijk probleem, wat kan door het grote belang van dat onderzoek, o.m. voor medische toepassing. Technologen maken dan ook graag gebruik van de resultaten bij het verwerven van systeemkennis.

2. In de biologie levert het leidende evolutieprincipe een vaak doorslaggevend beoordelingscriterium. Dat gaat niet op voor de technologie, want dan betreft het eigenschappen van natuurprodukten ten behoeve van menselijk gebruik, en daar heeft de natuur zelf geen weet van. Bovendien grijpen technologen noodgedwongen sterk in het natuurlijk systeem in.

De technoloog werkt dus anders dan de wetenschapper. Hij moet in het algemeen orde brengen in een baaierd van gegevens, waarnemingen en overwegingen. Dat gaat langzamer, je moet heel wat werk verzetten voor alles in elkaar past. Hij heeft ook een andere interesse in literatuur: systeemkennis, bijv., is vaak al oud en opnieuw nodig. Onaardig gezegd:

- Een *wetenschapper* is er in geïnteresseerd om de eerste te zijn die iets publiceert. Alleen nieuwe ontwikkelingen zijn van belang en hij is ook geneigd oude tijdschriften weg te gooien.
- Een *technoloog* wil weten hoe het geheel in elkaar zit en hoe de verworven inzichten toegepast kunnen worden; dan pas wil hij publiceren. "Nieuwheid" is ook niet zo'n strikte voorwaarde: een andere publikatie over hetzelfde onderwerp bevat altijd weer nieuwe aspecten, en bevestiging van resultaten door anderen is van groot belang, ja noodzakelijk.

Technologen hebben dus andere publikatie- en citatiegewoonten dan wetenschappers.

Maar:

De fundamentele wetenschappers zetten de toon en stellen de regels, want zij hebben veel meer prestige dan technologen en landbouwkundigen. De Vaste Commissie voor de Wetenschapsbeoefening van de LU heeft vaak te weinig oog gehad voor verschillen tussen vakgebieden; dat zou anders moeten, want een sterk eenvormige normstelling is schadelijk voor de LU. Wat gebeurt nu? Technologen gaan, min of meer noodgedwongen, hetzelfde spel spelen: veel publiceren, en vaak zijn dat dan onrijpe deelpublicaties, en zo publiceren dat je vaak geciteerd wordt, enz.

Vaak wil de technoloog ook zelf "fundamenteel" onderzoek doen. Nu is dat soms wel eens onvermijdelijk, omdat een noodzakelijk stukje fundamentele kennis ontbreekt, maar als het de algemene praktijk wordt, verloochent hij z'n vak. Het is ook een doodlopende weg, want dat werk kunnen "fundamentele" wetenschappers ook doen, en beter. Vroeger wilden ze dat niet, het was hun te min. Zuivere wetenschap was het enige dat telde, toepassing was vulgair. Maar dat is gelukkig erg veranderd. En bovendien, de concurrentie om fondsen voor onderzoek neemt sterk toe en "zuivere" wetenschappers willen graag gebruik maken van de mogelijkheden die "toegepast" onderzoek dan biedt. Je ziet dan ook al verscheidene publikaties waarin een of andere theorie of onderzoeksmethode plompverloren op een praktisch, technologisch probleem wordt toegepast, vaak met lachwekkende gevolgen. Dat is dan "wanprestatie van de tweede soort". De remedie daar tegen is : (1) systeemkennis, en (2) nooit één

methode toepassen, zelfs niet één manier van aanpak, en verschillende soorten variabelen onderzoeken.

Dat is nu juist kenmerkend voor technologisch onderzoek. De technologen moeten dus trouw aan hun echte vak blijven: gebruik maken van wetenschappelijke inzichten en methoden en integreren van (verschillende) disciplines met systeemkennis. Dat is hun kracht en dat leidt tot bruikbare resultaten.

Bovendien, en dat geldt vooral in de technologie, is wetenschapsbeoefening vaak veel meer dan onderzoek doen. Ook het maken van samenvattende en opiniërende publikaties en onderwijsontwikkeling horen er toe. Onderwijs kan niet zonder en is sterk verweven met onderzoek; scheiding van die twee is juist de technoloog een gruwel (en ik denk de landbouwkundige ook).

Onderwijs

Zonder onderwijs is er geen universiteit. Hoe moet het onderwijs in de technologische studierichtingen zijn? Vooral hier bedoel ik technologie in brede zin. Fundamentele wetenschappers willen eigenlijk primair onderzoekers opleiden en daar is vaak weinig op tegen. Maar in de praktijk zijn lang niet alle technologen onderzoekers, de meeste zelfs niet. Ze moeten wel geleerd hebben wat wetenschappelijk onderzoek is, omdat ze anders onvoldoende in staat zouden zijn om in hun werk gebruik te maken van onderzoeksresultaten. Maar als beroepsgroep zijn het probleemoplossers en zo moeten we ze opleiden. Dus breed: meerdere disciplines *en* systeemkennis. Het onderwijs moet sterk integrerend zijn en ook het

ontwerpaspect is een wezenlijk deel. Dat betekent vooral ook leren door dingen te doen. Dit alles wettigt een vijfjarige cursusduur. Zelfs dan is nog specialisatie nodig, vooral om de nodige diepgang in de studie te verzekeren.

Prof. Nico Kossen sprak in zijn intrede als hoogleraar in de Technische Farmacie⁷⁾ over de typische kenmerken van de beroepspraktijk van produkttechnologen. Zijn mening was dat deze mensen juist geleerd moeten hebben hoe met beperkte middelen en tijd een aanvaardbare oplossing te vinden; niet *de* oplossing, want er zijn er haast altijd meer, en zelfs niet zoeken naar de ideale oplossing, want dat kost haast altijd meer dan het opbrengt. Dat vraagt een andere attitude dan die van de wetenschappelijk onderzoeker.

Toekomst

Hoe lang moeten we nog aan technologische ontwikkeling werken? Het antwoord is simpel: technologie is nooit af. Sommige vakken zijn dat wel, bijv. euclidische meetkunde, of humane anatomie. (Dit zal vast door sommigen tegengesproken worden.) Ook de klassieke voedingsleer is min of meer af, maar prof. Jo Hautvast sprak onlangs⁸⁾ niet voor niets over "Renaissance in de voedingswetenschap". Hij toonde allerlei nieuwe ontwikkelingen aan in zijn vak, en voor een deel hebben die dezelfde oorzaak als bij de technologie. Dat is: de maatschappelijke en technische randvoorwaarden en mogelijkheden veranderen voortdurend. Dat betreft:

- Eisen aan, voorkeur voor produkten. Deze hangen af van het leefpatroon, van inzichten in

- gezondheidsaspecten, etc. Ze kunnen ingrijpende veranderingen ondergaan, zeker in deze tijd.
- Eisen aan processen. Kosten van energie en arbeid; milieu-eisen, vooral ten aanzien van de duurzaamheid van de produktie; arbeidsvoorwaarden, etc.
 - Beschikbaarheid van grondstoffen. Uitputting van grondstoffen; nieuw ontwikkelde materialen; andere mogelijkheden van transport, etc.
 - Technologische mogelijkheden of innovaties. Bijvoorbeeld de moderne biotechnologie.

Daardoor blijft de technologie noodzakelijk en dus essentieel voor de LU. Zonder technologie (in ruime zin) kan naar mijn mening de LU niet blijven bestaan. In een recente gedachtenvorming over zwaartepunten in het toekomstig onderzoek van de LU en DLO ontbrak de technologie. Ik vind dat een ernstige misser. Gelukkig denkt dr. Bram Peper daar heel anders over, in zijn advies aan de Minister van Landbouw over "Duurzame kennis, duurzame landbouw".

Een andere reden, wat lager bij de grond, voor de noodzaak van technologie is dat de LU tweede en derde geldstroom nodig heeft en die is voor technologische onderwerpen in flinke mate beschikbaar. Onze vakgroep maakt er veel gebruik van. In dat verband wordt vaak opgemerkt dat veel derde geldstroom een gevaar meebrengt, n.l. dat de publikatievrijheid in 't gedrang komt en dat er minder mogelijkheden blijven voor strategisch onderzoek. Tot nu toe heb ik dat in mijn omgeving nog niet gemerkt. Maar dat zou kunnen komen. Dat wetenschappelijk en technologisch onderzoek uiteindelijk ten dienste moet zijn van de maatschappij spreekt vanzelf, maar de LU

moet zeker waken voor de vrijheid van onderzoek. Dat wil zeggen: vrijheid van mening en van publikatie, en ook een zekere vrijheid om nieuwe wegen in te slaan, ook als het directe nut daarvan voorlopig niet duidelijk is.

Ethiek

Dat brengt ons tot ethische vragen. Berthold Brecht zei in zijn *Drei-Groschenoper*:

"Erst kommt das Fressen,
Dann kommt die Moral"

Hiermee wil ik niet zeggen dat we eerst over levensmiddelentechnologie moeten praten en dat de ethische aspecten ervan achteraf nog even aan de orde komen. Nee, ik vat het op in de zin dat zorgen voor voedsel de eerste morele plicht is. Dat is m.i. het eerste taakveld, de eerste opdracht van de landbouwkunde in brede zin. Prof. Folkert Hellinga stelde in zijn afscheidscollege: de cultuurtechniek moet zorgen voor voldoende, goed land. Dit kun je uitbreiden tot: de landbouwkunde moet zorgen voor voldoende, goed voedsel. Goed wil o.m. zeggen veilig en met goede voedingswaarde. Maar zorgen voor voldoende, goed voedsel is niet voldoende. Het moet worden gemaakt tegen een aanvaardbare prijs. Dat wil niet alleen zeggen dat de prijs in guldens voor de consument aanvaardbaar is, het is van groter belang dat de algemene maatschappelijke kosten aanvaardbaar zijn, voor ons en voor latere generaties. -

We komen zo op het thema duurzaamheid en rol van de LU daarbij. Ik denk dat u het allemaal eens bent

met de opvatting dat de produktie van goederen, dus ook van voedsel, een minimaal verbruik van schaarse grondstoffen en van energie zou moeten vergen; minimaal energieverbruik is nauwkeuriger gezegd als minimale produktie van entropie. Echte duurzaamheid is nooit mogelijk: zie daarvoor het afscheidscollege van prof. Hans Lyklema over Econatuurkunde⁹⁾. We moeten wel streven naar het best mogelijke, het minst slechte. Dat moet dan altijd beschouwd worden voor de hele produktieketen: landinrichting en grondbewerking, primaire en secundaire landbouwproduktie, transport, verwerking, consumptie, etc. Het heeft weinig zin een bepaalde stap "duurzamer" te maken, als dat elders in de keten tot grotere verspilling leidt, of als het op het totaal geen wezenlijke invloed heeft. Bij de voedselvoorziening zijn verbeteringen vooral in de primaire produktie te bereiken, bijv. door produkten uit plantaardige grondstoffen te maken in plaats van vlees. Daar wordt nu ook door technologen aandacht aan geschonken, in de vorm van strategisch onderzoek dat nieuwe produkten uit energiezuinige grondstoffen mogelijk moet maken¹⁰⁾.

De fabriekmatige verwerking van grondstoffen tot levensmiddelen bevordert tot op zekere hoogte duurzaamheid. Het streven naar minimalisatie van de prijs leidt tot minimalisatie van verwerkingskosten, althans bij de ondernemingen die streven naar cost-leadership, en dat zijn de meeste. Dit leidt in de fabriek meestal tot zuiniger gebruik van grondstoffen en energie. (Jammer genoeg geldt die vuistregel bij de primaire produktie lang niet altijd, integendeel.)

Maar, *het* probleem bij de industriële fabricage van levensmiddelen is dat de ondernemer streeft naar

winstmaximalisatie en dat betekent meestal maximalisatie van de toegevoegde waarde. Dat is als het ware minimalisatie van "duurzaamheid". De technoloog kan daar als zodanig vrijwel niets tegen doen, al kan hij wel mogelijkheden tot verbetering aangeven. Bij prof. J. de Swaan Arons aan de Technische Universiteit Delft wordt verkennend onderzoek gedaan naar het verlies aan bruikbare energie (produktie van entropie) van verschillende chemische processen¹¹). Ook in de levensmiddelen-technologie zou een dergelijke vergelijking van processen een goed onderzoeksonderwerp zijn. Is dit iets voor samenwerking tussen de leerstoelen Levensmiddelenproceskunde en Geïntegreerde levensmiddelen-technologie?

Maar uiteindelijk is in een min of meer kapitalistische maatschappij de enige remedie: maatschappelijke of politieke voorwaarden scheppen die tot een andere produktiewijze leiden, bijv. via heffingen en subsidies of door verbodsbepalingen. Zoiets gaat komen, al zal het nog wel even duren, en het zal leiden tot ingrijpende veranderingen in de voedselvoorzieningsketen. Dat zal vele technologische vragen oproepen en de technoloog is daarbij dus nodig, ja, onmisbaar.

Andere ethische vragen betreffen de beroepsuitoefening van de individuele technoloog.

- Voor de technoloog als onderzoeker geldt, evenzeer als voor de wetenschapper, dat hij eerlijk moet omgaan met z'n onderzoeksresultaten. De verleiding om met resultaten te knoeien is groot (ik heb dat impliciet al aangeduid) en bovendien is de "pakkans" vrij klein. Het moet een speciale zorg voor de universitaire staf zijn om studenten hier

tegen te waarschuwen en ze methoden te leren die de eerlijkheid zo goed als het kan waarborgen.

- De eerste zorg van de levensmiddelentechnoloog in de praktijk is dat het voedsel veilig moet zijn. Hier is iedereen het over eens, ook de fabrikant. En als hij er anders over zou denken, dan zal de grote "pakkans" en de strenge "straf" bij overtreding hem weerhouden er de hand mee te lichten.
- De tweede zorg is dat de consument niet bedrogen mag worden. Maar dat gebeurt veel, vooral met gezondheidsclaims of -suggesties.

Mensen kopen niet wat gezond is, maar wat ze denken dat gezond is, en er zijn dan ook grote mogelijkheden voor misleiding. Bij mijn intrede in 1978 heb ik gesteld:

"gezond voedsel bestaat niet, gezonde voeding wel"

en zelfs dat laatste is sterk verschillend voor verschillende mensen.

Toch is het al lang een duidelijke trend ons, consumenten, te doen geloven dat er gezonde en ongezonde voedingsmiddelen zijn. Kijk maar in allerlei boeken over gezond leven (bepaalde kookboeken inbegrepen), reclamefolders van alternatieve winkels, krant artikelen, enz. Ook de levensmiddelenindustrie doet het meer en meer en het is ook heel verleidelijk. In mijn opvatting mag een levensmiddelentechnoloog daar eigenlijk niet aan meewerken, tenzij er harde bewijzen voor de gezondheidsbevorderende werking zijn, en die zijn er vrijwel nooit, want de geleerden zijn het zelden eens. Ik ben bang dat van die ethische norm niet veel terecht zal komen: de maatschappelijke trend is heel anders, en: de kritische technoloog kan eenvoudig ontslagen worden! Ik hoop dat deze problematiek

meer aandacht krijgt en dat er een serieuze discussie op gang komt.

Tenslotte

Ik heb geprobeerd u een schets te geven van de technologie en de technoloog, in vergelijking met de meer fundamentele wetenschap en de beoefenaars daarvan. Ik ben me bewust dat er een glijdende schaal is, maar het is goed de verschillen duidelijk te maken. Wellicht zijn er nu morrende wetenschappers die denken dat ik me tegen hen wil afzetten. Dat wil ik beslist niet! "Mijn beste vrienden zijn wetenschappers". Daar bedoel ik m'n beroepsvrienden mee: zonder hen had ik m'n werk niet kunnen doen. De beoefening van fundamentele, disciplinaire natuurwetenschappen is aan de LU volstrekt essentieel. Alleen door directe samenwerking tussen technologen en wetenschappers is goed strategisch onderzoek mogelijk. De onderzoekschool VLAG geeft een goed voorbeeld hoe je daar mee om moet gaan. Ook in de opleiding van technologen zijn fundamentele vakken nodig, die bovendien in zekere mate op de "Wageningse" aspecten toegespitst moeten zijn.

Natuurwetenschap en technologie is natuurlijk niet voldoende: aan LU zijn ook sociaal-economische wetenschappen nodig, want technologen en landbouwkundigen geven alleen technische mogelijkheden en voorwaarden. Om veranderingen ingevoerd te krijgen is vaak heel wat meer nodig. Bovendien heeft een universiteit ook een rol als cultuurdrager en -verbreider, waar weer andere vakgebieden voor nodig zijn.

Voor zover ik kan zien is die combinatie van vakgebieden essentieel geweest voor het succes van de LU. De tijden veranderen en daardoor maatschappelijke vragen en randvoorwaarden; aard, indeling en belang van vakgebieden; mogelijkheden voor onderzoek, enz. Maar aan die combinatie moet m.i. vastgehouden worden. Daarbij zou de LU zich vooral moeten richten op gebieden die kennisintensief zijn en waar innovaties verwacht kunnen worden. Daar valt heel wat technologie onder. De LU zou zich dat wat beter moeten realiseren, dat zou haar nog sterker kunnen maken. En dat zou ik graag willen. Anders gezegd:

Ik wens de Landbouwniversiteit, waar ik met genoegen en voldoening lang heb gewerkt, een voorspoedige toekomst.

DAT DE LANDBOUWUNIVERSITEIT
MOGE GROEIEN EN BLOEIEN



MET EEN DOSIS TECHNOLOGIE

Noten

1. Met biogene materie bedoel ik nog kort geleden levende materie. Fossiele materialen horen hier dus niet bij.
2. Judicium uitgesproken bij de verlening van een eredoctoraat van de Landbouwniversiteit aan Professor Dr. Owen R. Fennema, 9 maart 1993.
3. Eigenlijk vind ik "wetenschapper" een lelijke vertaling van "scientist", maar het betere "wetenschapsbeoefenaar" is weer zo'n mond vol.
4. In mijn jonge jaren waren vrijwel alle technologen mannen. Tegenwoordig heeft de studierichting Levensmiddelentechnologie ongeveer evenveel vrouwelijke als mannelijke studenten.
5. Aan het onderzoek aan de vele aspecten van bereiding en eigenschappen van kaas hebben zo veel mensen meegewerkt - medewerkers, promovendi, gastmedewerkers en studenten - dat het ondoenlijk is ze te noemen. Ik ben ze allemaal heel dankbaar.
6. Het onderzoek aan de problemen en mogelijkheden van bereiding van kaas uit geültrafiltreerde melk wordt uitgevoerd samen met het NIZO.
7. N.W.F. Kossen, "Problemen en kansen", oratie uitgesproken bij het aanvaarden van het ambt van

buitengewoon hoogleraar in de Technische Farmacie op 21 februari 1995 te Groningen.

8. J.G.A.J. Hautvast, hoogleraar in De leer van de voeding en de voedselbereiding, Diesrede, Landbouwniversiteit, 1994.
9. J. Lyklema, "Econatuurkunde oftewel De entropie van het gazon", voordracht gehouden op 29 november 1995 bij zijn afscheid als hoogleraar in de Fysische en Kolloïdchemie, Wageningen.
10. Dit betreft bijvoorbeeld het zg. Illustratieproces "Novel Protein Foods" binnen het Interdepartementale Onderzoeksprogramma "Duurzame Technologische Ontwikkeling".
11. Zie bijv. Chemisch Magazine april 1996, p. 147, en mei 1996, p. 191.