

**VAN DISCIPLINES NAAR ONTWERPEN:
LEVENS MIDDELENT ECHNOLOGIE IN PERSPECTIEF**

Door prof.dr.ir. M.A.J.S. van Boekel



WAGENINGEN UNIVERSITEIT

Inaugurele rede, uitgesproken op 20 september 2001 ter gelegenheid van de benoeming tot hoogleraar Productontwerpen en Kwaliteitskunde, Departement Agrotechnologie en Voedingwetenschappen aan Wageningen Universiteit.

Mijnheer de Rector Magnificus, Dames en Heren

De missie van Wageningen Universiteit en Research Centrum (WUR) is geformuleerd als het bijdragen aan "Voldoende, gezond en veilig voedsel in een leefbare wereld" d.m.v. wetenschappelijk onderwijs en onderzoek. Daarmee is de rol van levensmiddelentechnologie meteen duidelijk want het produceren van voedsel is vereist om over gezond en veilig voedsel te kunnen beschikken. De maatschappelijke belangstelling voor voedsel en voeding is en blijft onverminderd groot. Helaas is deze belangstelling vaak negatief gekleurd, d.w.z. het gaat om voedselcrises en -schandalen. Vandaag wil ik ook eens de aandacht vragen voor wat er wel allemaal goed gaat met levensmiddelen, en in het bijzonder de rol benadrukken die wetenschap en technologie hier bij speelt, i.c. de levensmiddelentechnologie. Ik zal daarbij vooral het ontwerp karakter van technologie belichten maar ook op een aantal punten de link met kwaliteitskunde aangeven. Ontwerpen is, volgens van Dale, 'het uitdenken van iets en het in schets brengen daarvan'. Het ontwerpen van een stoel, daar kan iedereen zich wat bij voorstellen, maar het ontwerpen van levensmiddelen dat is andere koek, om in vaktermen te blijven. Ik hoop dat u na deze lezing zich daar wel een voorstelling bij kunt maken. De rode draad in mijn verhaal zal zijn dat ontwikkelingen in de maatschappij alsmede in de wetenschap en de technologie maken dat ontwerpen van levensmiddelen nog belangrijker zal gaan worden dan het nu al is.

Om te beginnen wil ik enige aandacht schenken aan de maatschappelijke belangstelling voor levensmiddelen. Levensmiddelen zijn, letterlijk, middelen om te leven, een van de redenen waarom we eten. Daarnaast zijn er nog allerlei andere redenen waarom mensen eten en de manier

waarop ze met voedsel omgaan kan heel verschillend zijn, bepaald door sociale, psychologische en culturele aspecten. Dit is niet mijn directe aandachtsgebied maar een ontwerper moet wel rekening houden met al deze factoren. Voeding raakt ons mensen diep, letterlijk en figuurlijk: je wilt weten, maar vooral vertrouwen wat je in je mond stopt. Bij alle aandacht die er is voor gezond en veilig voedsel lijkt men soms te vergeten dat de levensmiddelen waaruit die gezonde voeding bestaat ook gemaakt moeten worden. Er zijn niet zo heel veel producten die we zo van het land kunnen of willen eten, de meeste voedingsmiddelen zijn op de een of andere manier bewerkt, en in het algemeen durf ik te stellen dat het voedsel daardoor beter wordt. Beter, zeker in de zin van veiligheid, beter soms ook in de zin van voedingswaarde. Dit gaat in tegen de nu schijnbaar heersende trend dat vers en onbewerkt altijd te prefereren is: ik waag dat te betwijfelen. Afgezien daarvan realiseert men zich ook vaak niet dat een heleboel levensmiddelen die men als natuurlijk ervaart in feite soms tamelijk vergaand zijn bewerkt. Neem bijvoorbeeld kaas of brood: deze producten lijken totaal niet meer op de grondstoffen waaruit ze gemaakt zijn, m.a.w. ze zijn bewerkt. Ze zijn door mensen ontworpen, en het zijn geen producten die je zo van de boom kunt plukken. Kaas en brood bestaan al eeuwenlang, en zijn om die reden geaccepteerd en worden als natuurlijk beschouwd. De schijnbare tegenstelling tussen natuurlijk en bewerkt voedsel is ook van belang voor de huidige discussie rond biologische landbouw. Sommigen lijken te denken dat biologische producten zoveel mogelijk onbewerkt zouden moeten zijn, maar als het gaat om gezonde en veilige biologische voedselproducten, lijken bewerkingen mij essentieel. Ik wil sterk bepleiten dat de verwerkingsfase wordt meegenomen.

men bij analyses omtrent het nut van biologische landbouw in relatie tot onze voedselvoorziening, ook als het gaat om milieueffecten.

De onrust die momenteel heerst bij consumenten over voedsel en voeding wil ik bepaald niet bagatelliseren. De mede door wetenschap en technologie veroorzaakte grote veranderingen in de voedselproductie hebben behalve een heleboel positiefs ook verwarring gebracht bij de consument. De afstand tussen productie en consumptie heeft tot een zekere vervreemding geleid. In ieder geval valt te constateren dat er een aantal ethische en filosofische vraagstukken zijn gerezen aangaande onze voedselproductie. Het is hier niet de plaats om dit verder uit te werken, maar ik wil graag wijzen op een recent interessant essay van collega Prof. Michiel Korthals dat over deze kwesties gaat (Korthals, 2001). De ontwerper zal ook met deze ethische kwesties rekening moeten houden. Overigens schenken we hier ook aandacht aan in ons onderwijs, samen met de leerstoelgroep Toegepaste Filosofie.

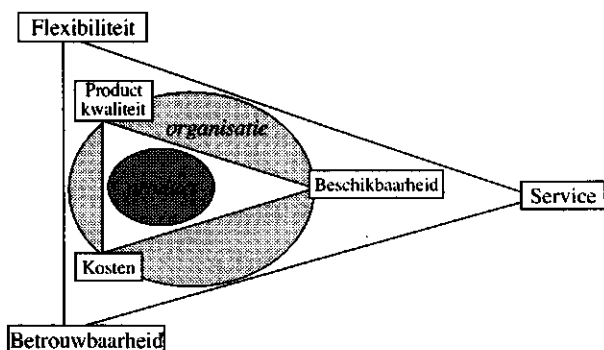
De consument speelt hedentendage een centrale rol. Consument-gestuurde productontwikkeling is het trefwoord in de levensmiddelenindustrie, en ook hier besteden we in het onderwijs veel aandacht aan. De maatschappelijke ontwikkelingen die hiertoe hebben geleid zijn door collega Prof. Jongen al aangeduid in zijn inaugurele rede in 1995 (Jongen, 1995). Ik vat ze hier nog kort even samen.

1. Ten eerste heeft er een omslag plaats gevonden in de landbouw van een aanbod-gestuurd naar een vraag-gestuurd productaanbod. De overvloed aan levensmiddelen waaruit de consument kan kiezen maakt dat hij met die keuze beïnvloedt wat er gemaakt

wordt. Dit wordt de ketenomkering genoemd: de schakels in de voedselketen moeten nu hun activiteiten afstemmen op de wensen van de consument in plaats van dat de consument genoeg moet nemen met wat hem wordt aangeboden.

2. Ten tweede zijn er demografische veranderingen, en
3. ten derde is een consument beter geïnformeerd en kritischer, en
4. ten vierde is de perceptie van kwaliteit sterk veranderd.

Als we praten over kwaliteit van levensmiddelen praten we over vele aspecten die allemaal met elkaar samenhangen: kwaliteit is een integratiebegrip. Prof. Marcus van den Berg heeft kwaliteit omschreven als: 'voldoen aan de verwachtingen van de gebruiker' (van den Berg, 1993). Dit sluit naadloos aan op consument-gerichte productontwikkeling en de daarbij horende kwaliteitskunde. De kwaliteitskunde koppelt de kwaliteit van producten aan de bedrijfsmatige aspecten rond de fabricage ervan. Het gaat daarbij niet alleen om de kwaliteit van de producten zelf,



Figuur 1. De uitgebreide kwaliteitsdriehoek (Luning en Marcelis, 2001).

maar om de hele organisatie er omheen. Eisen aan productkwaliteit en de inrichting van de organisatie beïnvloeden elkaar wederzijds, zoals schematisch weergegeven in de zogenaamde uitgebreide kwaliteitsdriehoek (Figuur 1, Luning en Marcelis, 2001). In feite gaat het om integratie van technologie en bedrijfskunde, de zogenaamde *techno-managerial* benadering, dat is de kern van kwaliteitskunde.

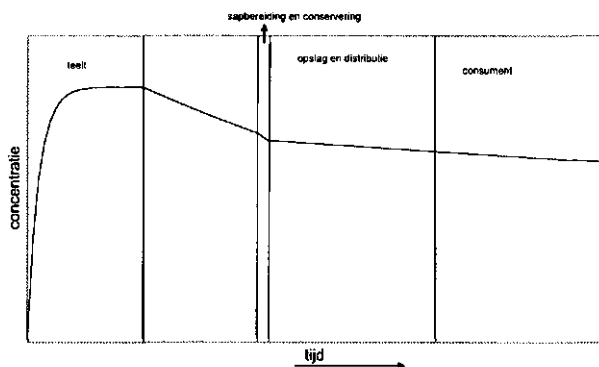
De constatering dat niet langer de eigenschappen van de grondstoffen, maar consumentenwensen bepalend moeten zijn voor het ontwerpen van een product, doet de volgende vragen rijzen: a) hoe kom je te weten wat een consument wil, en b) hoe vertaal je die kennis in producteigenschappen. Het lijkt logisch deze twee vragen in samenhang te beantwoorden, maar ze zijn als onderzoeksgebieden traditioneel gescheiden in enerzijds marktkunde en consumentenwetenschappen, en anderzijds de levensmiddelentechnologie. Een van de uitdagingen in de levensmiddelentechnologie is nu om deze twee gebieden met elkaar te verbinden, en dat vereist nieuwe wetenschappelijk gefundeerde inzichten (Linnemann et al., 1998). Er zijn binnen onze groep een vijftal AIO's bezig om hier invulling aan te geven, en dit gaat uiteraard in samenwerking met collega's uit marktkunde, bedrijfskunde en consumentenwetenschappen. Het onderkennen van het belang van deze ontwikkelingen voor levensmiddelentechnologie is overigens vooral de verdienste van collega Prof. Jongen.

Een van de belangrijkste consumentenwensen is dat voedsel lekker en aantrekkelijk is. Dit blijkt één van de moeïjkste onderzoeksgebieden te zijn in de levensmidde-

lentechnologie, vaak aangeduid met de ietwat ongelukkige term 'sensoriek'. Voor verder onderzoek op dit gebied zoeken we momenteel, onder de paraplu van de onderzoeksschool VLAG, een synthese tussen levensmiddelentechnologie en fysiologische, neurofysiologische, psychologische inzichten en consumentengedrag.

Ik denk dat dit alles een fraaie en concrete invulling is van de door deze universiteit zo gewenste β - γ integratie, en ik wil daar graag met mijn expertise aan bijdragen. Enige weken geleden stond minister Brinkhorst hier op hetzelfde podium bij de opening van het academisch jaar. Hij heeft toen in meer algemene termen aangegeven dat Wageningen een nieuw en breder spoor van landbouwwetenschappen zou moeten betreden dan de traditionele doelrationele benadering. Wellicht bedienen we hem met onze invulling op zijn wenken, en zoniet: hij heeft ook gezegd dat tegendraadse belangstelling een belangrijk kwaliteitskenmerk van een universiteit is.

Een andere belangrijke consequentie van de ketenomkering voor de levensmiddelentechnologie is het inzicht dat wat er gebeurt in de verschillende schakels van de voedselproductieketen van belang is voor de uiteindelijke productkwaliteit. Het volgende heel simpele voorbeeld moge dit illustreren. Stel dat we een vruchtensap hebben ontworpen dat als karakteristiek een hoog gehalte aan vitamine C heeft. Tijdens de groei van de vrucht wordt vitamine C opgebouwd, en aangezien vitamine C een tamelijk kwetsbare stof is neemt het gehalte direct na de oogst af, en het is de taak van de levensmiddelentechnoloog om dit zo veel mogelijk tegen te gaan zodat de consument een product in handen krijgt met een hoog vitamine C gehalte. Het verloop aan vitamine C zou er uit kunnen zien als in de volgende figuur (Figuur 2).

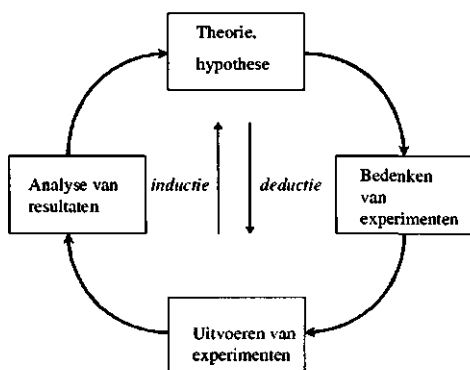


Figuur 2. Schematische weergave van het verloop van de concentratie van vitamine C in de verschillende schakels van de voedselproductieketen

Uit deze figuur zou dan blijken dat het voornaamste verlies aan vitamine C niet optreedt tijdens de sabbereiding maar tijdens opslag na de oogst, bijvoorbeeld omdat de opslagcondities niet optimaal zijn. Dit soort ketenanalyses kan een substantiële bijdrage leveren aan productkwaliteit, en het laat zien dat productontwerpen verder gaat dan het verwerkingsproces, het traditionele aandachtsgebied van de levensmiddelentechnoloog. Prof. Folstar heeft enkele maanden geleden in zijn intrede hier veel aandacht aan besteed (Folstar, 2001). Productontwerpers moeten hun wensen verder doorgeven aan eerdere schakels in de keten, en de verschillende schakels moeten hun activiteiten op elkaar afstemmen. Deze aandacht voor ketens is typisch Wageningse en onze levensmiddelentechnologische expertise sluit goed aan bij die van de leerstoelgroepen bedrijfskunde, toegepaste informatica en operationele analyse, met wie we dan ook samenwerken. Dit is ook weer een van de punten waarop de verbinding tussen kwaliteitskunde en productontwerpen duidelijk zichtbaar is.

Consumentenwensen en marktontwikkelingen zijn bepalend geworden voor hoe levensmiddelen worden ontworpen, en maatschappelijke ontwikkelingen blijken aldus een grote rol te spelen. Daarnaast zijn er ontwikkelingen in wetenschap en technologie die hun weerslag hebben op ontwerpen.

Over de rol van wetenschap, technologie en universiteit
Levensmiddelentechnologie in Wageningen wordt op academisch niveau beoefend. Het is niet zo eenvoudig in een paar woorden uit te leggen aan de niet-wetenschappers in het gehoor wat de wetenschappelijke manier nu eigenlijk inhoudt. Ik zou het vooral willen omschrijven als een methode om op een bepaalde manier tegen de werkelijkheid aan te kijken, gebaseerd op waarnemingen en gerichte experimenten, en theorieën ter verklaring van die waarnemingen, die vervolgens publiekelijk (in de wetenschappelijke literatuur, tijdens congressen) worden bekritiseerd, verdedigd en bijgesteld (ik doel daarbij vooral op



Figuur 3. Een iteratieve cyclus in natuurwetenschappen

natuurwetenschappen). Dit proces heeft een iteratief karakter: zie figuur 3. We kunnen deze cyclus bijvoorbeeld starten vanuit een hypothese. Gebaseerd hierop kunnen experimenten worden bedacht en dit proces heet deductie (van het algemene naar het bijzondere). Vanuit de verkregen resultaten kunnen nieuwe theorieën worden bedacht of bijgesteld (en dit heet inductie: van het bijzondere naar het algemene).

Er valt nog veel meer te zeggen over hoe wetenschap werkt en ik ben me ervan bewust dat ik met deze ietwat simplistische en geïdealiseerde visie geen recht doe aan het interessante gebied van de wetenschapsfilosofie. Omwille van de tijd laat ik het hier bij; ik kan met deze simpele visie een aantal zaken illustreren. Allereerst geeft dit aan dat het niet om dé waarheid gaat; er kunnen altijd nieuwe inzichten en theorieën komen. De zinsnede dat 'iets wetenschappelijk bewezen is' wordt te vaak geïnterpreteerd alsof dat iets dan dus waar is. Het betekent echter alleen maar dat de waarnemingen passen binnen het heersende paradigma, d.w.z. het kader waarbinnen wetenschappers een zekere overeenstemming hebben. Het volgende citaat dat ik onlangs tegenkwam, 'Kwelijk dat wetenschappers het niet eens kunnen worden'

(Voedingsmiddelentechnologie, 13 juli 2001, nr 14/15, p. 23), vind ik in zekere zin een miskennis van de essentie van wetenschap (hoewel ik me ervan bewust ben dat het citaat enigszins uit zijn context is gehaald). De meest interessante kwesties zijn nou juist die waar wetenschappers het niet over eens worden, daar worden vaak doorbraken bereikt. Wetenschap is een manier om de werkelijkheid te lijf te gaan, en het is naar mijn smaak ook een hele goede manier, anders zou ik hier niet staan als hoogleraar, maar ik wil niet pretenderen dat daarmee de absolute waarheid

gevonden wordt. Het citaat geeft, denk ik, aan dat de maatschappij blijkbaar iets verwacht van de wetenschap, in dit geval een soort definitieve, 'wetenschappelijk bewezen' uitspraak over een kwestie. Een uitspraak mag wel verwacht worden, maar een definitieve uitspraak kan lang niet altijd gegeven worden. Wat mag de maatschappij dan wel verwachten van een universiteit? Wel, in de eerste plaats, dat we jonge mensen opleiden die met een kritische blik kijken naar de wereld om ons heen. Verder mag men verwachten dat er iets nuttigs gedaan kan worden met de resultaten van onderzoek, en dat nut kan overigens meer zijn dan economisch nut.

Voordat ik met levensmiddelentechnologie verder ga wil ik u nog even attenderen op het verschil tussen wetenschap en technologie omdat dat tamelijk relevant is voor de rest van mijn lezing. Prof. Walstra heeft hierover in zijn afscheidscollege (Walstra, 1996) een aantal behartenswaardige zaken gezegd, die ik hier niet allemaal ga herhalen maar waar ik wel bij wil aansluiten. Heel kort samengevat: 'zuivere' wetenschap is gericht op het begrijpen en verklaren van waargenomen verschijnselen binnen het bestudeerde systeem. Dit soort onderzoek hoeft helemaal niet gericht te zijn op een toepassing, maar zou ook kunnen voortkomen uit pure nieuwsgierigheid. Dit is geheel anders voor technologie. Een omschrijving van technologie die mij het meest aanspreekt is: het toepassen van wetenschap (d.w.z. wetenschappelijke methoden en inzichten) op maatschappelijke problemen (en zo gezien zijn de meeste leerstoelgroepen in Wageningen technologisch bezig, zie ook de eerder genoemde missie van WUR). Technologisch onderzoek is vooral gericht op het bereiken van tevoren geformuleerde maatschappelijke doelen, bijv. in de woningbouw, in het verkeer, en dus ook in de voedselvoor-

ziening. Wetenschap wordt daarbij gebruikt in de overtuiging dat dat de meest efficiënte manier is om de doelen te bereiken. Een technoloog maakt daarbij gebruik van meerdere disciplines tegelijkertijd en moet die integreren samen met kennis van het onderhavige systeem, en hier begint het ontwerpen. Het gebruik van wetenschap onderscheidt technologie van ambachtelijke technieken. Het onderscheid tussen wetenschappelijk en ambachtelijk ontwerpen is dat we met wetenschap proberen te begrijpen waaróm het werkt, terwijl we bij ambachtelijke processen tevreden zijn met de constatering dát het werkt. Het moge duidelijk zijn dat gezien de snel veranderende randvoorwaarden het veel aantrekkelijker is te weten waarom iets werkt want dan kunnen we ook snel iets aanpassen als dat nodig is. (Het is overigens wel interessant te zien dat veel levensmiddelen worden aangeprezen met de zinsnede 'ambachtelijk bereid' waarmee gesuggereerd wordt dat het van betere kwaliteit zou zijn. Men spreekt hier het sentiment aan dat mensen liever iets vertrouwd hebben.)

Als we deze visie nu toepassen op levensmiddelentechnologie, dan is het maatschappelijke doel het produceren van levensmiddelen in voldoende hoeveelheden en gewenste kwaliteit. Het toepassen van wetenschappelijke inzichten hierbij heeft de afgelopen 100 jaar geleid tot enorme verbeteringen in de voedselvoorziening zowel als in de kwaliteit, althans in de westerse wereld. Het voedsel is geweldig veel veiliger geworden, de voedingswaarde is uitstekend en de conserveringsmethoden zijn zodanig dat we overal en altijd voldoende voedsel van goede kwaliteit tot onze beschikking hebben. Hoe hebben we dat voor elkaar gekregen? Wel, door problemen rond de productie van levensmiddelen te ontleden in natuurwetenschappelijke disciplines, te weten de chemie, biochemie, microbiologie,

fysica en proceskunde, en deze vervolgens op te lossen.

Laten we eens een voorbeeld nemen van hoe we wetenschappelijke inzichten kunnen gebruiken om een levensmiddel te ontwerpen, en ik geef u een voorbeeld waar we in onze groep aan gewerkt hebben. Zoals waarschijnlijk bekend is koemelk een essentieel voedingsmiddel dat o.a. voorziet in onze behoefte aan calcium. Nou zijn er mensen die om allerlei redenen geen koemelk kunnen of willen consumeren, en die zouden dus een probleem kunnen hebben met hun calciumvoorziening. Een mogelijk alternatief is sojamelk maar dat bevat bar weinig calcium en je zou dus sojamelk kunnen ontwerpen dat verrijkt is met calcium. Dergelijke producten blijken daadwerkelijk op de markt te zijn,. Er zit inderdaad veel calcium in, en de declaraties op de verpakking kloppen volledig, maar helaas heb je daar als consument niets aan want dat calcium ligt letterlijk als een brok cement op de bodem van de verpakking (de verpakking is dan ook zodanig gemaakt dat je dat niet ziet). Dat kan natuurlijk niet de bedoeling zijn. Met enige elementaire kennis van fysische chemie is meteen duidelijk dat de gebruikte calciumzouten slecht oplosbaar zijn en dan heb je er dus niets aan als calciumbron. Met dezelfde fysisch-chemische kennis kun je gaan bedenken hoe je calcium wel in oplossing kunt krijgen, zodat het wel beschikbaar komt voor opname in het lichaam. Een bijkomend probleem is nog dat calciumzouten de neiging hebben om neer te slaan bij hoge temperaturen en daarbij het eiwit in de sojamelk instabiel maken, zodat naast calcium ook nog het eiwit voor een deel verloren gaat. Die hoge temperaturen zijn overigens nodig om de sojamelk te steriliseren. Naast fysisch-chemische kennis over oplosgedrag van zouten is ook kennis van het gedrag van allerlei componenten in de sojamelk nodig, systeemkennis dus. Dit is slechts een sim-

pel voorbeeld van productontwerpen, maar het geeft hopelijk aan dat je een heel eind verder kunt komen met het toepassen van wetenschappelijke inzichten en het begrijpen van wat er in het product gebeurt (en wat voor invloed een bewerking heeft). Terzijde zij opgemerkt dat er in dit voorbeeld ook gesleuteld zou kunnen worden aan het sterilisatieproces om het product veilig en houdbaar te maken; dit is dan het terrein van procesontwerpen. Product- en procesontwerpen gaan hand in hand, in feite kan het ene niet zonder het andere.

Ik heb een paar minuten geleden beweerd dat het toepassen van wetenschappelijke inzichten op het maatschappelijk probleem van een goede en adequate voedselvoorziening heel succesvol is geweest. Hoe rijmen we dit met de huidige vertrouwenscrisis van de consument t.a.v. voedsel? Een van de oorzaken voor de crisis is waarschijnlijk dat we ons in de landbouw teveel en te lang gericht hebben op de kwantiteit van de productie i.p.v. kwaliteit. Verder is een van de problemen dat de randvoorwaarden steeds veranderen, zodat de technologische oplossing van vandaag morgen opeens een probleem is geworden. Voor een deel komt dat voort uit de wetenschap zelf, nieuwe inzichten die maken dat we anders tegen bepaalde problemen aankijken, bijvoorbeeld veranderde voedingsinzichten. Voor een ander deel is dit vanwege ontwikkelingen in de maatschappij, zoals al eerder aangegeven. Eigenlijk zijn er dus continu veranderende randvoorwaarden die maken dat er voortdurend moet worden bijgesteld. Dat is één van de redenen waarom er steeds nieuwe producten op de markt komen, en om op die ontwikkelingen goed te kunnen inspelen is het van belang het ontwerpen meer aandacht te geven.

Het integreren van meerdere disciplines tegelijkertijd

in een toepassing is een essentieel kenmerk van technologie. Die integratie komt helaas niet altijd goed tot stand. Wellicht komt dat omdat we te sterk benadrukt hebben dat problemen moeten worden ontleed en opgelost volgens disciplinaire kennis. Disciplinaire kennis blijft wel degelijk nodig, maar het leren integreren van die deelgebieden vereist meer aandacht: we moeten van disciplines naar ontwerpen. Er zijn daarbij twee potentiële problemen. Het eerste is dat een wetenschappelijke discipline ongeoorloofd wordt toegepast in een ontwerp. Prof. Walstra noemde dit in zijn afscheidsrede een 'wanprestatie van de eerste soort'. Het tweede probleem is het domweg toepassen van een wetenschappelijke theorie in een ontwerp zonder te integreren en zonder kennis van het betreffende product. Dit noemde Prof. Walstra een 'wanprestatie van de tweede soort'. Het is dus niet zo dat wetenschappelijke theorieën uit verschillende disciplines zomaar aan elkaar geknoopt kunnen worden. Ontwerpen op een wetenschappelijke basis is niet een proces van *trial and error*, maar een proces van nadenken, zorgvuldig plannen, het koppelen van theorie en praktijk, en kwantitatief werken. Met name het kwantitatief werken is heel belangrijk en het gebruik van modellen om eigenschappen en effecten van processen die zich afspelen in levensmiddelen te voorspellen is daarbij onmisbaar. Daar wil ik u graag wat meer over vertellen omdat de ontwikkeling in die hoek een andere reden is waarom het proces van ontwerpen aan belang wint.

Over modelleren

Het gebruik van rekenmodellen in de levensmiddelentechnologie is natuurlijk niet nieuw. Een van de eerste modellen, in de twintiger jaren van de 20e eeuw ontwikkeld, stond (en staat nog steeds) ten dienste van het berekenen

van procestijden en temperaturen om voedsel te pasteuriseren en steriliseren, het zogenaamde '*Thermal death time model*' voor het inactiveren van micro-organismen in verhitte levensmiddelen. Overigens ben ik van mening dat dit model moet worden aangepast aan modernere inzichten, en dit zal een kwaliteitsverbetering opleveren omdat ik vermoed dat met het oude model in veel gevallen oververhit wordt (van Boekel, 2001). Volgens mij is er nog veel vooruitgang te boeken met modelleren als hulpmiddel voor het ontwerpproces. Ik wil graag uitleggen waarom ik dat vind en wat daar nieuw aan is. Laten we heel basaal eens beginnen met ons af te vragen wat een model nu eigenlijk is. Het woord wordt in veel betekenissen gebruikt, zoals in:

- fotomodel
- een schaalmodel (van een huis bijv.)
- een model van het atoom, zoals gebruikt door fysici
- een diemodel dat bijvoorbeeld toxicologen en voedingskundigen gebruiken
- een wiskundig model, bijv. de beroemde vergelijking van Einstein: $E=m \cdot c^2$, of de wet van Newton: $F=m \cdot a$.

Deze verschillende soorten modellen hebben gemeen dat ze een soort ideaalbeeld scheppen. Ik beperk me vanaf nu tot wiskundige modellen, d.w.z. we zijn op zoek naar wiskundige vergelijkingen die zo goed mogelijk weergeven wat er in een levensmiddel gebeurt. Er wordt bijvoorbeeld op dit moment bijzonder veel gepubliceerd over modellen die de groei van micro-organismen beschrijven. Als zo'n model goed werkt kun je dus op je computer uitrekenen wanneer een levensmiddel bedorven raakt. De adder onder het gras zit hem hier in de zinsnede 'als zo'n model goed werkt'. Dat is nog niet zo eenvoudig (vandaar dat er ook veel over wordt gepubliceerd, en wetenschappers het

vooralsnog niet eens kunnen worden; er is een enorme stortvloed aan microbiologische groei modellen).

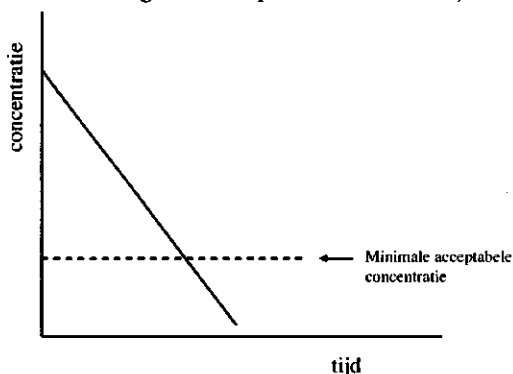
Een model wordt dus vaak gezien als een soort standaard, of een ideaal, en dat is een gevaar. Het is niet de bedoeling dat een model, hoe mooi en elegant ook, een eigen leven gaat leiden. Een model is per definitie een versimpeling, een abstractie, van de werkelijkheid, bedoeld om die werkelijkheid hanteerbaar te maken. Modellen bestaan alleen in onze gedachten, en ze liggen niet verborgen in de natuur te wachten tot wij ze ontdekken. Mijn favoriete motto is dat van George Box: *All models are wrong, but some are useful* (Box, 1976). Met deze beperkingen in het achterhoofd kunnen we modellen eens wat verder onder de loep nemen. Het grote voordeel van modellen is dat je hiermee veel gerichtere experimenten kunt doen, ja zelfs voorspellingen kunt doen zonder experimenten, onder de restrictie natuurlijk dat zo'n model goed is gevalideerd, m.a.w. terdege getoetst is op zijn toepasbaarheid. Ook kun je dan 'wat als' scenarios doorrekenen, en gevoeligheidsanalyses doen, zodat je inzicht krijgt in welke factoren het meeste effect hebben op een bepaald resultaat. Een struikelblok bij levensmiddelen is dat ze ongelooflijk complex zijn. Hier ligt dan ook een grote uitdaging, maar één die we intussen aan kunnen, mede door ontwikkelingen op het gebied van de hard- en software. Hierbij maken we gebruik van de disciplinaire kennis op het gebied van informatica en (numerieke) wiskunde. Voor het ontwerpen van levensmiddelen is dit alles van groot belang.

Laten we eens een sterk vereenvoudigd wiskundig model onder de loep nemen om de gedachten te bepalen. Ik neem weer het voorbeeld van vitamine C in vruchtensap (zie ook Figuur 1, het voorbeeld is hypothetisch, in

realiteit is het ingewikkelder). Hierbij wordt het concentratieverlies weergegeven als functie van temperatuur (T) en tijd (t):

$$[\text{verlies aan vitamine C}] = a \exp\left(-\frac{b}{T}\right)t \quad (\text{mg/L}) \quad (\text{mg/L})$$

Hierin zijn a and b de zogenaamde parameters die we met experimenteel onderzoek kunnen bepalen. De tijd en temperatuur kunnen we zelf kiezen. Stel dat we onderzoek gedaan hebben, en we hebben gevonden dat $a=1 \times 10^{16}$ mg/L/s en $b = 10000$ K, dan kunnen we gaan voorspellen wat het gehalte zal zijn als functie van tijd en temperatuur. Als we bijvoorbeeld het sap bewaren bij 20°C ($T=273 + 20 = 293$ K) gedurende 1 maand ($t=31 \times 24 \times 3600=2.678400$ s) dan kun je uitrekenen dat het verlies 15 mg/L zal zijn. Een voorbeeld van het gebruik van zo'n model staat in Figuur 4. Je kunt dan een minimale concentratie vaststellen, als een minimale kwaliteitseis, en als de concentratie daar beneden komt wordt het product dus afgekeurd. Op deze manier kun je een



Figuur 4. Schematische voorstelling van het concentratieverloop aan vitamine C in een vruchtensap bij constante temperatuur.

uiterste houdbaarheidsdatum voorspellen.

Hoewel zo'n resultaat op zich natuurlijk mooi is is dat toch niet voldoende. Een belangrijke tekortkoming van de hedendaagse modellering in de levensmiddelen-technologie is, in mijn ogen, dat modellen nog teveel deterministisch zijn waar ze stochastisch zouden moeten zijn. Dit vereist wellicht enige uitleg. Een deterministisch model houdt in dat we geen rekening houden met fluctuaties: er is slechts één uitkomst en daar moeten we het mee doen. Het bovenstaande model voor de berekening van verlies aan vitamine C is zo'n deterministisch model. Maar helaas is de wereld om ons heen niet eenduidig maar variabel. We moeten dus in staat zijn om niet alleen een uitkomst te schatten maar ook de variatie/fluctuatie in zo'n uitkomst. Het is daarbij nuttig om twee soorten variaties te onderscheiden (Vose, 2000). De eerste soort is variabiliteit en die is inherent aan de wereld om ons heen. Voor levensmiddelen betekent dit bijvoorbeeld dat grondstoffen variëren qua gehalten, dat apparaten niet altijd constant functioneren, dat de microbiële besmetting varieert van product tot product, etc. Deze variabiliteit is niet te reduceren want inherent aan de wereld om ons heen (behalve als we het systeem veranderen, en soms is dat mogelijk). Wat wél kan is variabiliteit meten en uitdrukken in een waarschijnlijkheidsverdeling of daarvan afgeleide statistische parameters. De andere soort variatie is onzekerheid en dat is geen eigenschap van het systeem maar van de onderzoeker. Het geeft aan dat onze kennis over het systeem dat we bestuderen beperkt is. Bij modellen zit die onzekerheid overigens verborgen in de parameters. Onzekerheid kan wél worden verkleind door meer en betere experimenten. Het is dus nuttig om variabiliteit en onzekerheid te onderscheiden omdat je dan kunt zien

waar je eventueel maatregelen kunt nemen. Een stochastisch model nu brengt de totale variabiliteit in rekening, en daarmee kun je behalve een waarde ook de variatie in die waarde schatten.

Dit onderscheid tussen deterministische en stochastische modellen is heel erg wezenlijk voor technologen. In de 'zuivere' wetenschap kun je je systemen nog wel zodanig kiezen dat variatie in het systeem te verwaarlozen is, zodat je nog alleen maar te maken hebt met onzekerheid, en deze kan dus worden verkleind door meer en betere metingen (zie ook het iteratieve karakter, Figuur 3). Maar als je bezig bent met levensmiddelen kun je enerzijds de natuurlijke variatie niet meer uitsluiten, en anderzijds is de onzekerheid over het systeem vaak behoorlijk groot door de complexiteit van levensmiddelen. Dat betekent dus eigenlijk dat een deterministisch model minder zin heeft voor toepassingen bij het ontwerpen, en zelfs misleidend kan zijn omdat het valse zekerheid verschaft. Het mooie is nu dat ook deze onvoorspelbaarheid voorspeld kan worden. Dat lijkt een *contradictio in terminis* maar dat is het niet, zoals we zullen zien, als we gebruik maken van statistiek.

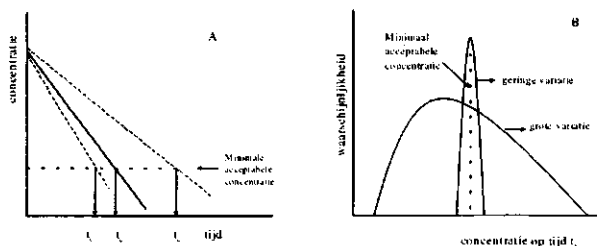
Statistiek is een wezenlijk onderdeel van de wetenschappelijke methode, en biedt een schitterende manier om dat stochastische element van onze wereld, letterlijk, op waarde te schatten (van Boekel, 1996). Ik moet helaas constateren, in ieder geval voor het vakgebied levensmiddelentechnologie, dat het gebruik van statistiek nogal eens te wensen over laat. Ik ben geen statisticus, en dat wil ik ook helemaal niet zijn, maar ik wil als technoloog en ontwerper wel de potentie ervan gebruiken. Ik wil in dit verband een pleidooi houden voor de zogenaamde Bayesiaanse statistiek, genoemd naar de 18e eeuwse Engelsman Bayes die een in dit opzicht relevante stelling

heeft geponeerd (Malakoff, 1999, Howson & Urbach, 1991). Dit is niet de plaats om Bayesiaanse statistiek uit te leggen maar ik wil u wel een glimp ervan laten zien. Een belangrijk element is dat er een inschatting van de waarschijnlijkheid moet worden gemaakt door de onderzoeker vóórdat waarnemingen worden gedaan, en deze inschatting speelt mee in de evaluatie van de waarnemingen. Laat ik u een simpel alledaags voorbeeld geven van hoe dit werkt. Stel dat een onbekende voetbalclub uit, zeg, Veldhoven een wedstrijd gaat spelen tegen een even onbekende voetbalclub uit Wageningen, en u wordt gevraagd een voorspelling te doen over de uitslag. Aangezien de clubs onbekend zijn zult u beide clubs waarschijnlijk evenveel kans geven om te winnen. Maar als Ajax speelt tegen zo'n onbekende club zult u de kans dat Ajax wint waarschijnlijk veel hoger inschatten. Waarom is dat? Omdat u informatie uit het verleden gebruikt (namelijk dat Ajax een redelijk getalenteerde club is) om kansen voor de toekomst in te schatten. (Voor de niet-Ajax fans: je mag hier ook Ajax vervangen door je eigen favoriet). Dit nu is Bayesiaanse statistiek in een notedop: eerdere informatie gebruiken om toekomstige situaties beter in te schatten. Dit is ook voor levensmiddelen goed te gebruiken. Als we bijvoorbeeld vermoeden dat de kans op bepaalde bacteriën of ontoelaatbare hoeveelheden dioxine gering is in een bepaald levensmiddel kunnen we op een kwantitatieve manier van dat vermoeden gebruik maken bij het schatten of zo'n levensmiddel nu wel of niet een probleem gaat geven. De stelling van Bayes dwingt ons die subjectieve kennis kwantitatief vast te leggen in een waarschijnlijkheidsverdeling. Het woord waarschijnlijkheid heeft in de Bayesiaanse statistiek een andere betekenis dan in de klassieke statistiek: in Bayesiaanse termen geeft het

het vertrouwen aan dat we hebben in een bepaalde uitspraak of hypothese. Als we zeggen dat we 95% zeker zijn over iets geeft dat aan dat we er behoorlijk zeker van zijn dat het zal gebeuren. In de klassieke statistiek slaat waarschijnlijkheid op de relatieve frequentie van een gebeurtenis: bij een flink aantal herhalingen zal in 95% van de gevallen die gebeurtenis zich voordoen. Er zijn echter een aantal problemen die je helemaal niet kunt of wilt herhalen, zoals bijvoorbeeld voedselvergiftigingen, en dan is de Bayesiaanse notie van waarschijnlijkheid veel logischer. Er zijn een aantal voordelen aan het gebruik van Bayesiaanse statistiek. Ten eerste worden subjectieve meningen kwantitatief, dus expliciet, vastgelegd en niet onder het kleed geveegd. Ten tweede kunnen door oordeelkundig gebruik van subjectieve meningen in combinatie met de verkregen experimentele gegevens betere en betrouwbare schattingen worden verkregen; dit is met name ook van belang bij expert systemen (*decision support systems*). Ten derde past dit goed bij het iteratieve karakter van wetenschappelijke kennis opdoen (zie ook Figuur 3), nl. ons vertrouwen in een bepaalde hypothese of theorie kunnen we zo kwantitatief inzetten voor het bijstellen van die hypothese in het licht van de verkregen resultaten. Ten vierde is de Bayesiaanse statistiek een belangrijk hulpmiddel bij beslissingen (bijvoorbeeld t.a.v. risicoschattingen t.a.v. de voedselveiligheid) die uit de aard der zaak subjectief zijn maar op deze manier wel gekwantificeerd worden.

Nu kom ik terug op de vraag, die u zich heel misschien ondertussen gesteld heeft: hoe kunnen we onzekerheid en variabiliteit modelleren? Het antwoord is: d.m.v. zogenaamde Monte Carlo simulaties. Dit is een rekenmethode die al lang gebruikt wordt in de chemie en fysica, maar beperkt werd toegepast i.v.m. de brute rekenkracht

die daarvoor nodig is. Met de moderne PC's en software is dat echter geen probleem meer. Het principe is heel eenvoudig. Wat we nodig hebben is allereerst een wiskundig model, zoals in ons voorbeeld over concentratieverlies aan vitamine C. Vervolgens moeten we ons een beeld vormen van de variabiliteit en de onzekerheid door experimenteel onderzoek en de uitkomst zou kunnen zijn zoals in Figuur 5A. Deze geconstateerde variabiliteit moeten dan worden uitgedrukt in een waarschijnlijkheidsverdeling van de parameters (a en b in ons voorbeeld). Vervolgens laten we het model duizenden keren doorrekenen met als basis die waarschijnlijkheidsverdelingen van de parameters. Dit is dan een Monte Carlo simulatie die resulteert in een waarschijnlijkheidsverdeling voor de uitkomst. M.a.w. we kunnen zo een uitspraak doen over de kans op een bepaalde gebeurtenis; in het voorbeeld van vitamine C zou het er dan uit kunnen zien als in Figuur 5B, een schematische weergave van de spreiding voor de concentratie op tijdstip t_c , de uiterste houdbaarheidsdatum. Figuur 5B geeft twee voorbeelden, één met een grote, asymmetrische verdeling, en één met een kleine, symmetrische variatie. Voor constante productkwaliteit moet uiteraard gestreefd worden naar een zo gering mogelijke variatie. Hoe dan ook is het nuttig de spreiding kwantitatief vast te leggen, bijvoorbeeld zoals in Figuur 5B.



Figuur 5. Schematische voorstelling van variatie in de concentratie (A) en van de waarschijnlijkheidsverdeling van de concentratie op tijdstip t_0 de uiterste houdbaarheidsdatum (B).

Dit is een triviaal want heel simpel voorbeeld, maar we kunnen op precies dezelfde manier ook risicoschattingen maken voor ingewikkelder problemen, bijvoorbeeld over de kans dat bepaalde micro-organismen kunnen gaan groeien, of de kans dat er besmettingen uit het milieu optreden die het voedsel contamineren. Risico's moeten uiteraard worden geminimaliseerd, maar men moet er zich van bewust zijn dat door de alom tegenwoordige variatie een gevaar nooit helemaal is uit te sluiten. Dit is een *fact of life* dat we hebben te accepteren, en ook moeten communiceren naar het publiek. De beslissing of een risico wel of niet acceptabel is, is en blijft een subjectieve beslissing, maar het fraaie van de huidige rekenmogelijkheden is wel dat we de risico's goed kunnen kwantificeren. Ik ben me er overigens terdege van bewust dat het publiek niet denkt in termen van kansen als het over risico's gaat, men eist vaak absolute zekerheid, daar ligt nog wel een communicatieprobleem. Er gaat ook een filosofisch vraagstuk onder schuil, namelijk of dit niet teveel een ééndi-

mensionale benadering is van het begrip risico. Niettemin denk ik wel dat dit een stap in de goede richting is.

De voorgaande beschouwingen over modelleren zijn vooral geënt op zogenaamde mechanistische modellen, d.w.z. gebaseerd op mechanismen die in de wetenschappelijke disciplines geaccepteerd zijn, bijvoorbeeld hoe een chemische reactie verloopt. U zou zich nu kunnen afvragen óf, en zo ja hoe, modelleren ook kan worden toegepast op consumentgestuurde productontwikkeling, op sensorische aspecten, in de kwaliteitskunde en in de ketenkunde. Het antwoord is ja, alleen kun je dan veel moeilijker met mechanistische modellen werken, omdat er niet duidelijk omschreven mechanismen aan te wijzen zijn. We kunnen dan gebruik maken van technieken als neurale netwerken, *fuzzy logic*, *deductivelinductive modeling* en *Bayesian Belief Networks*. Dit zijn relatief nieuwe ontwikkelingen in modelleerland waarvan ik inschat dat ze heel nuttig zijn voor vraagstukken die zich op het snijvlak van β - γ wetenschappen bevinden. De tijd ontbreekt helaas om ze verder toe te lichten. De term *Food Informatics* wordt tegenwoordig wel gebezigd om deze activiteiten aan te duiden.

Dit soort beschouwingen acht ik uitermate wezenlijk voor het ontwerpen van levensmiddelen. Behalve dat we in staat moeten zijn om bepaalde gewenste producteigenschappen in een product te krijgen, moeten we ook in staat zijn om de variatie in de producteigenschappen te voorspellen. Er is op dit moment veel te doen over voedselveiligheid en de risico's die consumenten lopen vanuit de voeding, bijvoorbeeld t.a.v. pathogenen, BSE, dioxine. Bij het ontwerpen van levensmiddelen zal ook een inschatting gemaakt moeten worden van de veiligheid en de daarbij optredende risico's. Bayesiaanse statistiek zal

daarbij een krachtig hulpmiddel blijken. Ik wil dit tot een belangrijk thema maken voor mijn aandeel in het onderwijs en onderzoek in de levensmiddelentechnologie.

Ik kom nog heel even terug op het integrerende aspect bij het ontwerpen: bij het integreren van modellen in het ontwerpproces komt dit neer op het onderkennen van afhankelijkheden in de parameters. Een heel simpel voorbeeld is het volgende: als de pH daalt door microbiële activiteit heeft dat zijn consequenties voor een enzymreactie. Het zijn dit soort afhankelijkheden die maken dat integratie van disciplines meer is dan de som der delen, en een ontwerper dient dit te onderkennen. Daar komt nog iets bij. Het expliciteren van de variabiliteit, hetgeen nodig is om met stochastische modellen te kunnen werken zal bloot leggen waar de onzekerheden liggen in onze disciplineaire kennis en in onze kennis over afhankelijkheden in de parameters. Dit kan worden teruggekoppeld naar die disciplines zodat de gerezen onzekerheden beter worden uitgezocht. Behalve dat de ontwerper inzichten uit de disciplines gebruikt zou een ontwerper dus ook disciplines kunnen aansturen aangaande nieuw te verwerven kennis.

Ontwerpen: twee concrete voorbeelden

Dames en Heren. Ik heb hierboven proberen aan te geven dat zowel maatschappelijke als wetenschappelijke ontwikkelingen richting geven aan het ontwerpen. Ik wil u daar twee concrete voorbeelden van geven ter illustratie. Het eerste is meer gestuurd vanuit een wetenschappelijke discipline (i.c. fysiologie, voeding) en gaat over *functional foods*. Dit zijn, voor wie het nog niet weet, levensmiddelen met een speciaal, al of niet vermeend, gezondheidsbevorderend effect. Vanuit voedingskundige hoek zijn er aanwijzingen dat bepaalde voedingscomponenten een speci-

fiek gezondheidsbevorderend effect kunnen hebben. Je zou dus kunnen overwegen om speciale voedingsmiddelen te ontwerpen waarin zo'n bioactieve stof werkzaam is. Dat is echter nog niet zo simpel. Het meeste onderzoek wordt namelijk gedaan aan geïsoleerde componenten. De ontwerpproblemen die dan rijzen zijn a) wat de invloed van de voedselmatrix op de bioactiviteit is, b) wat de invloed van de verschillende activiteiten in de schakels van de keten is op de bioactiviteit en c) wat de effecten van variabiliteit zijn. Bovendien gaat het over voedsel dus het moet ook aan allerlei andere kwaliteitseisen voldoen. Aan dit soort vraagstukken werken we in onze leerstoelgroep (Dekker et al., 2000); recent is er mede vanuit onze groep ook een NRLO rapport verschenen hierover (Plaami et al., 2000). Als de eerste resultaten uit Nutrigenomics onderzoek komen, zal dit soort problemen nog actueler worden. Bij Nutrigenomics gaat het erom om uit te zoeken hoe voedselcomponenten inspelen op genexpressie, en de resultaten hiervan zouden kunnen leiden tot voedingsmiddelen die speciaal zijn afgestemd op individuen en inspelen op het voorkomen van bepaalde ziekten.

Het tweede voorbeeld is meer vanuit een maatschappelijke vraag en betreft de vraag of we onze manier van voedselproductie niet op een meer duurzame manier voor elkaar zouden kunnen krijgen. Een antwoord hierop wordt o.a. gezocht in een groot NWO project waarin onze leerstoelgroep een belangrijk aandeel heeft, PROFETAS geheten (Protein Foods, Environment, Technology and Society, www.profetas.nl). Het is een project waarin door technologen, voedingskundigen, ecologen, economen en bedrijfskundigen wordt samengewerkt, en naast de WU nemen onderzoekers van de VU Amsterdam en TU Twente deel, alsmede 6 levensmiddelenbedrijven. Als

voorbeeld is gekozen om de productie van vlees enerzijds en alternatieven op basis van plantaardig eiwit anderzijds te vergelijken. Het is uitdrukkelijk niet de bedoeling om vlees te imiteren want dat is een onbegonnen zaak, maar er moeten wel alternatieven worden ontworpen. Daarbij heersen twee randvoorwaarden, 1) er moeten producten komen die door de consument gewenst zijn en daadwerkelijk geaccepteerd worden, en 2) de productie van de alternatieven moet op een duurzamere manier tot stand komen dan de huidige manier van vleesproductie. Deze randvoorwaarden bepalen daarmee in feite het ontwerp-proces. Het is bijzonder boeiend in dit project te participeren, niet in het minst door de confrontatie met andere wetenschapsgebieden. Het is m.i. een trendsettend voorbeeld van β - γ integratie. Deze twee voorbeelden geven dus aan dat het ontwerpen van levensmiddelen door zowel maatschappelijke als wetenschappelijke ontwikkelingen kan worden gestuurd.

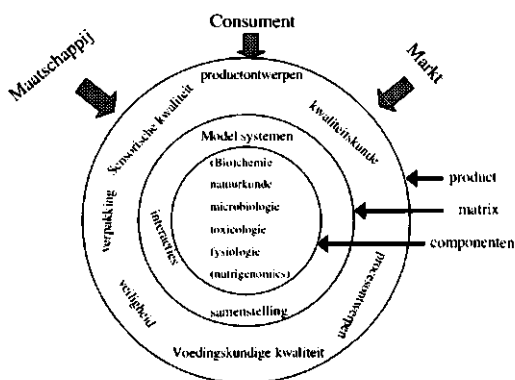
Levensmiddelentechnologie in perspectief

Dames en Heren. Ik hoop u hiermee voldoende stof te hebben gegeven om levensmiddelentechnologie in perspectief te kunnen zien. Samenvattend zou ik willen zeggen dat de wenselijkheid voor en de behoefte aan nieuwe levensmiddelen sterk door maatschappelijke ontwikkelingen worden bepaald. Om hierop zinvol te kunnen ingaan is een nieuwe wetenschappelijke benadering vereist die ingevuld wordt samen met consumentenwetenschappers, marktkundigen, maar ook met filosofen voor ethische vraagstukken. Alles wat wenselijk is is nog niet meteen realiseerbaar en daarom blijven de wetenschappelijke disciplines in de levensmiddelentechnologie van belang voor de technologische haalbaarheid. Tenslotte is samenwerking

met economen en bedrijfskundigen van belang om de efficiëntie van een ontwerp te beoordelen. In dit opzicht zie ik een paradigma verandering plaats vinden in de levensmiddelentechnologie; de bril waarmee we naar levensmiddelen kijken is niet langer alleen maar natuurwetenschappelijk gekleurd. Het betekent concreet dat we barrières tussen traditioneel gescheiden gebieden moeten slechten. In de kwaliteitskunde is dat voor een deel al gebeurd in de zogenaamde *techno-managerial* benadering. Dit slechten van barrières klinkt eenvoudiger dan het is. De wetenschapsfilosoof Thomas Kuhn heeft duidelijk gemaakt dat wetenschappers niet gauw geneigd zijn buiten hun eigen paradigma te opereren, en ik zie deze mechanismen inderdaad optreden bij onze pogingen om over barrières heen te gaan. Een belangrijk probleem zit bijvoorbeeld in het verkrijgen van onderzoeksfondsen: bij beoordeling van projecten is men geneigd uit te gaan van traditionele visies, en wordt het predikaat 'niet wetenschappelijk' uitgedeeld aan projecten die niet die traditionele lijnen volgen. Zelfs bij onze eigen studenten is soms weerstand te bespeuren als we in het onderwijs proberen duidelijk te maken dat we over de traditionele grenzen heen moeten kijken; we zijn blijkbaar erg overtuigend in het overbrengen van het belang van disciplinaire kennis. Er valt hier dus nog een hele strijd te leveren, maar ik ben daar toch wel optimistisch over. Er zijn voldoende signalen dat het inderdaad tijd wordt voor een paradigma verandering (zie bijv. Karel, 2000, Watzke & Saguy, 2001).

Het perspectief van levensmiddelentechnologie is dus aan het veranderen. De maatschappij ziet en beoordeelt de resultaten van het ontwerpproces, niet de onderliggende activiteiten. Wellicht zal daarom ook in het profileren van het vakgebied levensmiddelentechnologie meer aandacht

moeten worden geschonken aan hoe een consument een levensmiddel ervaart. Hij ziet geen chemie of natuurkunde, maar hij ziet een verpakking, hij ruikt, proeft en voelt. Belangrijke aandachtsgebieden zijn dan ook verpakken en 'sensoriek'. De consument ziet geen micro-organismen maar wel de gevolgen van een goed (of slecht) functionerend kwaliteitssystem. Dit betekent bepaald niet dat we de chemie en natuurkunde etc. niet meer nodig hebben, integendeel, maar voor het gezicht naar buiten toe zou het wellicht anders moeten worden voorgesteld. Collega Jongen en ik hebben dat onlangs proberen samen te vatten in het volgende plaatje.



Figuur 6. Levensmiddelen technologie in perspectief

De kern van de levensmiddelen technologie wordt nog steeds gevormd door de disciplines en het onderzoek daar is vooral aan componenten. Daaropvolgend moeten interacties worden bestudeerd in de voedselmatrix, meestal nog in versimpelde modelsystemen. Tenslotte moet de verkregen kennis worden geïntegreerd door de ontwerper in

modellen die de kwaliteit van levensmiddelen voorspellen, inclusief de daarmee gepaard gaande onzekerheden. Dan praten we over product- en procesontwerpen, veiligheid, voedingswaarde, verpakking, sensorische kwaliteit, en kwaliteitszorg.

Aldus gaan we van disciplines naar ontwerpen, en ik hoop hiermee voor u levensmiddelentechnologie in perspectief te hebben geplaatst.

Dankwoord

Aan het eind van deze intreerede gekomen wil ik nog graag enkele dankwoorden uitspreken. Het feit dat ik hier nu sta als hoogleraar aan de universiteit waar ik toch wel mijn hart aan verpand heb, vervult mij met gepaste trots, maar ik realiseer me heel goed dat velen daar aan hebben bijgedragen. In de eerste plaats wil ik de Raad van Bestuur van Wageningen UR bedanken voor het in mij gestelde vertrouwen, en ik betrek daar ook de toetsingscommissie bij in de persoon van de voorzitter, Prof. Onno Omta. Ik zal mij naar beste vermogen inzetten voor onderwijs en onderzoek via de mij toebedeelde leerstoel.

Beste collega's van het Departement Agrotechnologie en Voedingwetenschappen. Velen van jullie ken ik al jaren, en we hebben vele en goed lopende samenwerkingsverbanden, zowel in onderwijs als onderzoek, en soms zelfs over de landsgrenzen heen. Ik hoop deze samenwerking nog lang te kunnen continueren en verder uit te breiden. Het feit dat ik al zo lang aan deze universiteit werk geeft aan dat ik het hier zeer naar mijn zin heb, en dat komt voor een belangrijk deel door de mogelijkheid tot samenwerking met jullie. Ik verheug me ook op verdere samenwerking met leerstoelgroepen in andere Departementen van Wageningen UR om het perspectief

van levensmiddelentechnologie te verbreden.

Een bijzonder woord van dank wil ik uitspreken aan mijn eigen leerstoelgroep PDQ, en ik betrek hier ook graag oud-medewerkers bij. Beste collega's, ik ben jullie bijzonder dankbaar voor de sfeer, de inzet, en het enthousiasme in onze groep. Het feit dat er op het jaarlijkse labuitje verbeterde watergevechten gehouden worden, of dat we elkaar van de baan rijden bij het karten, maar daarna toch weer door één deur kunnen, tekent de goede sfeer. De geweldige stimulerende reacties die ik van jullie kreeg bij mijn benoeming waren hartverwarmend, en ik vind het een voorrecht met jullie onze gezamenlijke kar te kunnen trekken.

Beste studenten en AIO's. Ik heb in mijn rede al aangegeven dat de belangrijkste taak van een universiteit is om jonge mensen op te leiden. Ik ben blij daar mijn steentje aan te kunnen bijdragen, en minstens zo mooi is dat ik op mijn beurt veel van jullie leer. Het omgaan met jonge mensen die bereid zijn kritisch na te denken en nieuwe paden te betreden vind ik buitengewoon stimulerend, en één van de mooiste aspecten van mijn werk. Blijf vooral veel kritische vragen stellen, loop mijn deur plat, en zorg dat ik met beide benen op de grond blijf.

Ik wil ook graag de mensen bedanken met wie ik heb mogen samenwerken buiten de universiteit: bedrijven, instituten, ministeries en andere instanties. Ik ervaar deze samenwerking niet alleen als prettig maar vooral als essentieel omdat dit de beste manier is om als universiteit voeling te houden met de maatschappij. Ik hoop dat we samen het verdere perspectief van levensmiddelentechnologie kunnen bepalen.

Dan zijn er een heleboel mensen geweest die bij hebben gedragen aan mijn wetenschappelijke en professionele

vorming. Twee ervan wil ik met name noemen zonder de anderen tekort te willen doen, dat zijn de professoren Pieter Walstra en Wim Jongen. Beste Pieter, ik beschouw je als mijn wetenschappelijke leermeester en mentor. Ik heb het genoeg gesmaakt om je eerste Nederlandse promovendus te mogen zijn, volgende week alweer 21 jaar geleden, en ik bedankte je indertijd in het voorwoord van mijn proefschrift door je ontzaglijke kennis op velerlei gebied te roemen. Dat ik niet lang daarna als UD-er bij je in de zuivelgroep kon werken heeft verder bijgedragen aan mijn wetenschappelijke vorming, niet alleen op zuivelgebied maar ook in de levensmiddelen-technologie in het algemeen. Ook op het persoonlijke vlak hebben we het altijd goed met elkaar kunnen vinden, en dat schept een heel bijzondere band. Ik prijs me gelukkig zo lang met je te hebben kunnen samenwerken, en af en toe nog steeds een beroep te kunnen doen op je alleen maar groter geworden ontzaglijke kennis.

Dan collega Wim Jongen, de andere helft van het hopelijk illustere duo. Beste Wim, toen we voor het eerst met elkaar samen gingen werken in een onderzoeksproject in 1984, jij vanuit Toxicologie, en ik vanuit Zuivel, hebben we beiden, denk ik, niet kunnen bevroeden dat we elkaar nog eens ooit met professor zouden kunnen aanspreken en al helemaal dat we een duobaan zouden delen. Het is er wel van gekomen, en ik ben er geweldig blij mee. Vanaf het moment dat jij in 1994 de groep Geïntegreerde Levensmiddelen-technologie ging leiden, is onze hernieuwde samenwerking bijzonder prettig verlopen. Onze expertises zijn op een fraaie manier complementair en het was zeer inspirerend om samen de Geïntegreerde Levensmiddelen-technologie gestalte te geven in wat nu dan Productontwerpen en

Kwaliteitskunde is. Je hebt me alle vrijheid en het vertrouwen gegeven om mijn ideeën t.a.v. het vakgebied verder te ontwikkelen, met name op modelleergebied. Ik ben vooral onder de indruk geraakt van de zienswijze en de volharding waarmee jij nieuwe ideeën en concepten hebt gelanceerd en ingebouwd in zowel onderwijs en onderzoek in de levensmiddelentechnologie. Je hebt me ook laten zien dat het doen van goed onderwijs en onderzoek één ding is, maar dat het opbouwen en onderhouden van een netwerk en een goede PR evenzeer wezenlijk zijn. Kortom, je hebt me geleerd uit mijn wetenschappelijke schulp te kruipen. Ik ben je daar zeer erkentelijk voor, en ik hoop dat we, op welke manier dan ook in de Kenniseenheid in wording, nog lang samen Productontwerpen en Kwaliteitskunde verder vorm kunnen geven.

Dan wil ik graag mijn familie en schoonfamilie bedanken voor de nestwarmte als we zo af en toe weer eens terugkeren op ons Brabantse nest. Heel in het bijzonder geldt dat voor mijn ouders. Beste ouders, we hebben vorig jaar bij de 50-jarige bruiloft al de loftrumpet gestoken over jullie inspanningen om ons allemaal een goede opvoeding te geven. Het is altijd heel vanzelfsprekend geweest dat iedereen een goede opleiding kon volgen, niet helemaal raar in een onderwijsgezin, natuurlijk. Dat ik jullie hier vanaf dit podium in deze functie nóg eens kan bedanken hiervoor doet me bijzonder veel genoegen. Dank jullie wel!

Tenslotte, lest best, mijn vrouw Corrie. Lieve Corrie, jouw bijdragen aan het bereiken van deze mijlpaal zijn talrijk, en wees gerust, ik ga ze hier niet opsommen. Je lijkt je min of meer verzoend te hebben met het gegeven dat ik behalve van jou ook van mijn werk hou. Je bent mijn grootste critica en raadgeefster, en je wijst me voortdurend

op andere zaken van belang in het leven. Ga daar vooral mee door, mijn lief.

Dames en heren, bedankt voor uw belangstelling en aanwezigheid hier, mijnheer de rector: ik heb gezegd.

Referenties

G.E.P. Box, Science and Statistics. J. Amer. Stat. Assoc. 71(1976)791-799

M. Dekker, R. Verkerk, W.M.F. Jongen. Predictive modeling of health aspects in the food production chain: a case study on glucosinolates in cabbage. Trends Food Science & Technology 11(2000)174-181

P. Folstar. Terug naar de basis: naar een beter begrip van een veilige en duurzame voedselvoorziening. Inaugurele rede, Wageningen Universiteit, 2001.

C. Howson & P. Urbach. Bayesian reasoning in science. Nature 350(1991)371-374

W.M.F. Jongen. Op functionele wijze naar een gezonde toekomst. Inaugurele rede Landbouwniversiteit Wageningen, 1995.

M. Karel. Tasks of Food Technology in the 21st Century. Food Technology, 54, no. 6, 56-64, 2000.

M. Korthals, Tussen Voeding en Gezondheid: filosofische reflecties over Functional Foods. Nederlandse Vereniging

voor Bioethiek, 2001.

A.R. Linnemann, G. Meerdink, M.T.G. Meulenberg, W.M.F. Jongen, Consumer-oriented technology development. Trends in Food Science and Technology 9(1998)409-414

P.J. Luning & W. Marcelis, Reader "Food Quality Management", Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Productontwerpen en Kwaliteitskunde. 2001.

D. Malakoff. Bayes offers a 'new' way to make sense of numbers. Science 286(1999)1460-1464

S.P. Plaami, M. Dekker, W. van Dokkum, Th. Ockhuizen. Functional Foods, Position and future perspective. NRLO Report no. 2000/15E, 2000.

M.G. Van den Berg. Kwaliteit van levensmiddelen. Kluwer Quality Handboeken. Deventer, Nederland, 1993.

M.A.J.S. van Boekel. Statistical aspects of kinetic modeling for food science problems. J. Food Sci. 61(1996)477-485, 489

M.A.J.S. Van Boekel. On the use of the Weibull model to describe thermal inactivation of microbial vegetative cells. Int. J. Food Microbiol. (accepted) 2001.

D. Vose. Risk analysis: a quantitative guide. Wiley & Sons, Chichester, UK, 2000. 418 p.

H.J. Watzke & I. Saguy. Innovating R&D Innovation.

Food Technology 55, no.5, 174-188, 2001

P. Walstra, *Wetenschap en technologie. Afscheidsrede*
Landbouwniversiteit, Wageningen, 30 -5-1996.