

Zicht op Logistiek

Model-Leren van Agrifood Ketennetwerken

Prof. Dr. ir. Jack G.A.J. van der Vorst

Inaugurale rede uitgesproken op 6 april 2006 bij de aanvaarding van het ambt van gewoon hoogleraar Logistiek en Operations Research aan Wageningen Universiteit.

Inleiding

Mijnheer de Rector Magnificus, geachte Dames en Heren.

Logistiek is een vakgebied waar iedereen dagelijks mee te maken heeft. Zo heeft u vandaag reeds een aantal logistieke beslissingen moeten nemen om op tijd deze Aula in Wageningen te bereiken. U heeft moeten bepalen hoe laat u zou vertrekken. U heeft een keuze in het vervoermiddel en de route gemaakt. Daarbij heeft u het doel, het op tijd bereiken van de Aula, steeds in uw achterhoofd. Dit is de kern van logistiek, hoe krijg ik een product of persoon in de juiste staat, op de juiste tijd, op de juiste plaats. Wanneer we deze vraag overzetten naar de voedselketen, met vele actoren, processen en specifieke kenmerken zoals bederfelijkheid van producten, neemt de complexiteit behoorlijk toe. Bijvoorbeeld, op welke wijze moet een melkfabriek de melk collecteren bij de aangesloten veehouders zodat hun tanks niet overlopen, de transportkosten laag zijn, de kwaliteit van de melk behouden blijft en tevens de melk efficiënt verwerkt kan worden in de fabriek? Of hoe krijgt een supermarkt de juiste producten, in de juiste hoedanigheid, op de juiste tijd in haar schappen? Aangezien een fabriek al snel enkele honderden producten in haar assortiment voert en een supermarkt meer dan twintig duizend artikelen in haar schappen kan hebben staan, is dit niet meer op de achterkant van de bekende sigarendoos uit te rekenen. Gelukkig zijn er vele hulpmiddelen op de markt die ons bij dit soort beslissingen kunnen helpen. Bekende voorbeelden zijn het navigatiesysteem in de auto en de NS routeplanner. Velen weten niet dat de kern van deze beslissingsondersteunende systemen gevormd wordt door een Operations Research-model. Operations Research, in goed Nederlands *Besliskunde*, houdt zich bezig met het *bouwen, analyseren en implementeren van kwantitatieve modellen, die dienen om een beslissingsproces in de praktijk te ondersteunen*. Het devies is dat het vooraf inzichtelijk maken van de effecten van een beslissing zal leiden tot effectievere besluitvorming.

De noodzaak voor beslissingsondersteuning is de laatste jaren behoorlijk toegenomen. Figuur 1 geeft een overzicht van een aantal recente krantenkoppen die enkele aandachtspunten en ontwerpactiviteiten binnen de logistiek aangeven. Ik zal u vandaag proberen duidelijk te maken dat de complexiteit, dynamiek en onzekerheid voor logistiek managers sterk is gestegen door sociaal-economische, marktstructuur en technologische ontwikkelingen. Er is dan ook behoefte aan nieuwe logistieke concepten die aan de veranderende eisen kunnen voldoen en aan ondersteunende modellen en systemen bij het ontwerp van deze concepten.

Aandachtspunten

- “Jaarlijks voor miljard euro aan versproducten weggegooid” (*Agrarisch Dagblad*, 12/06/05)
- “Te krappe venstertijden frustreren bevoorrading winkels” (*Platform Detailhandel*, 15/02/06)
- “Duitse voedingsindustrie gedwongen tot schaalvergroting” (*Deutsche Bauernverband*, 27/12/05)
- “Snoeptomaatjes voor kinderen gat in de markt” (*Volkskrant*, 15/11/05)

Logistieke ontwerpactiviteiten

- “Schuitema van acht naar zeven distributiecentra” (*Schuitema*, 21/06/05)
- “De inzet van RFID bij Metro bespaart jaarlijks miljoenen” (*Logistiek.nl*, 30/01/06)
- “Albert Heijn introduceert nieuw bestelsysteem ook bij vers” (*Distrifood*, 11/06/05)
- “Europese logistiek dienstverleners gaan samenwerken” (*Logistiek.nl*, 10/03/06)

Figuur 1. Recente voorbeelden van aandachtspunten en logistieke ontwerpactiviteiten.

In de agrifood keten van consument, retailer, logistiek dienstverlener, fabrikant, boer tot aan toeleveranciers, moeten vele logistieke beslissingen worden genomen. Deze beslissingen reiken van strategische beslissingen over de inrichting van de keten (denk aan het aantal, de locatie en capaciteit van fabrieken en distributiecentra) tot aan operationele, dagelijkse beslissingen over de besturing van processen (in het bijzonder het beheeren van voorraden, produceren van producten en uitleveren van klantorders) (zie figuur 2). We spreken tegenwoordig over een *ketennetwerk*¹, er zijn immers meerdere leveranciers, afnemers, en dienstverleners waar zaken mee worden gedaan. Wanneer ik spreek over logistiek dan heb ik het over *het efficiënt en effectief plannen, uitvoeren en beheersen van alle logistieke activiteiten vanaf het punt van ontstaan tot aan het punt van consumptie zodat voldaan wordt aan klantenbehoeften*. Bij logistieke activiteiten moet u denken aan aanvoer, opslag, verwerking van grondstoffen tot eindproducten, verpakken en distributie van agrarische en voedselproducten, oftewel *agrifood* producten.



Figuur 2. Logistieke beslissingen in de voedselketen.

¹ Een ketennetwerk bestaat uit actoren die specifieke activiteiten plannen, uitvoeren en beheersen resulterend in nauwkeurig gedefinieerde producten waarbij gebruik gemaakt wordt van specifieke technologieën.

Het is sommigen van u vast opgevallen dat mijn leeropdracht afwijkt van die van mijn voorganger professor van Beek. Waar eerst Operations Research (in het vervolg afgekort met OR) voorop stond, staat nu Logistiek vooraan. Dat wil echter niet zeggen dat de modelmatige benadering ondergeschikt is geworden, integendeel. De nadruk van mijn leeropdracht ligt op *het ontwerpen van innovatieve vraaggestuurde logistieke concepten voor agrifood ketennetwerken én het ontwikkelen van kwantitatieve modellen ter ondersteuning van dit ontwerp*. Een *logistiek concept* betreft hier het ontwerp van de inrichting en besturing van goederen- en informatiestromen door het ketennetwerk; grofweg, de antwoorden op de gestelde vragen in figuur 2. Gezien het profiel van Wageningen UR richt ik me hier specifiek op de logistiek van agrarische producten en voedingsmiddelen, soms ook wel *agrologistiek* of *verslogistiek* genoemd. Door de specifieke karakteristieken van deze stromen verschilt de logistiek hier wezenlijk van de discrete assemblage industrie. Dit verschaft ons tevens de mogelijkheid, in nauwe samenwerking met partners, ons te onderscheiden ten opzichte van andere logistieke kenniscentra.

Wat kunt u de komende 40 minuten van mij verwachten? In deze rede wil ik u graag zicht geven op het vakgebied logistiek en de toegevoegde waarde van kwantitatieve modellen. Ik wil u ook graag zicht geven op onze onderzoeks- en onderwijsagenda. Ik zal achtereenvolgens kort de historische ontwikkeling van het vakgebied schetsen, ingaan op ontwikkelingen in het agrifood domein, ontwerpgericht onderzoek bespreken, een onderzoeksagenda presenteren en tot slot mijn visie op het onderwijs toelichten.

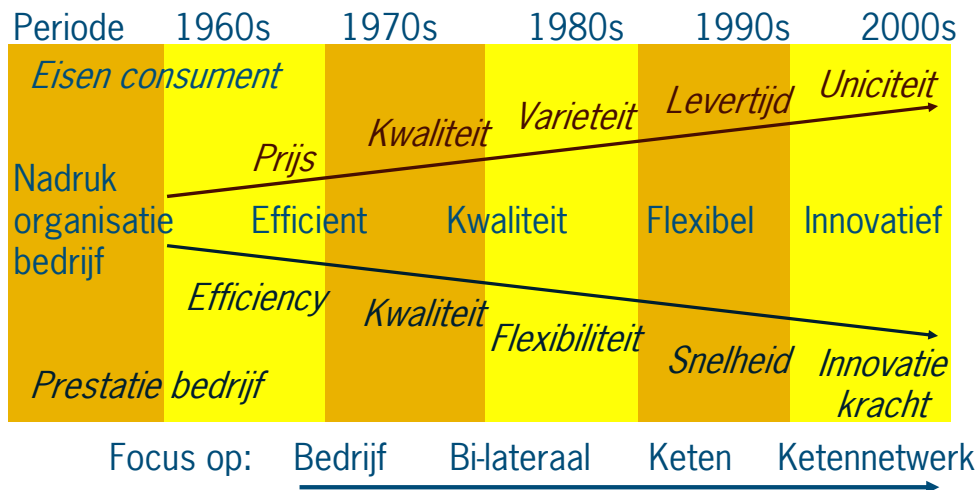
Van logistiek naar ketenlogistiek

Om de situatie van vandaag met betrekking tot logistiek te kunnen begrijpen is het zinvol terug te kijken naar het verleden. U begrijpt, *dames en heren*, dat gezien de beperkte tijd, dit overzicht slechts raakt aan de voornaamste ontwikkelingen.

De oorsprong van zowel Logistiek als OR ligt in de krijgskunde, in de efficiënte bevoorrading van troepen. Een groot verschil is wel dat in de logistieke literatuur wordt verwezen naar de tijd van Napoleon, terwijl de OR literatuur verwijst naar de tweede wereldoorlog. Veel innovaties in het vakgebied zijn ontstaan in de wapenindustrie en vervolgens vertaald naar andere industrieën.

Figuur 3 geeft u een overzicht van de veranderende eisen van de consument en wat dat betekende voor het bedrijfsleven. Laat ik dit verhaal beginnen met Henri Ford (1863-1947). Ford introduceerde de lopende band begin twintigste eeuw, waarmee een complex product als een auto op een efficiënte wijze massaal kon worden geproduceerd. Prijs en efficiency stonden centraal. Een voornaam zwak punt was echter dat de flexibiliteit zeer gering was. Een bekende uitspraak van Ford is: “*U kunt elke kleur auto krijgen, zolang het maar zwart is*”.

Na de tweede wereldoorlog zorgde het Marshall plan voor financiën en management training programma's om Europa en Japan te ondersteunen in hun wederopbouw. De training was gericht op het efficiënt, tegen lage prijs produceren van een klein aantal productvarianten tegen acceptabele kwaliteitsniveaus. Japanse bedrijven gingen hier echter anders mee om dan Westerse bedrijven vanwege voornamelijk hun cultuur gebaseerd op collectivisme én het gebrek aan ruimte en natuurlijke hulpstoffen. Taiichi Ohno (1912-1990) ontdekte dat het produceren van kleinere seriegroottes en sneller omstellen van machines tot lagere kosten leidt, terwijl tevens het kwaliteitsniveau verbetert omdat fouten snel ontdekt worden. Hierbij werd de verantwoordelijkheid voor kwaliteit op de werkvloer neergelegd. Deze aanpak maakte het mogelijk simultaan de efficiency, kwaliteit én flexibiliteit te verbeteren wat Japan een groot aandeel op de wereldmarkt opleverde. Toyota vertaalde de geleerde lessen uiteindelijk in de bekende *Just-in-Time* filosofie (Ohno, 1988).



Figuur 3. Kenmerken van marktvraag en eisen aan het bedrijf in de tijd gezien (aangepast van Boer, 2002).

Om marktaandeel terug te winnen zocht Amerika het antwoord in de modularisatie van product(ie)concepten en in geavanceerde complexe productiebesturingsconcepten zoals *Material Requirements Planning* (Orlicky, 1975). Eind jaren '80, toen meer nadruk kwam te liggen op korte levertijden, ontstonden initiatieven in Amerika en Europa om op andere wijze met de toegenomen variabiliteit en onzekerheid in de marktvraag om te gaan. Belangrijk was een MIT-studie gericht op het ontrafelen van het geheim van de succesvolle Aziatische besturingsystemen in de automobieliindustrie (Womack et al., 1990; Womack en Jones, 2003). Kern van de boodschap was dat men de massaproductie moest loslaten en zich meer moest richten op innovatie door samenwerking met leveranciers en afnemers.

In lijn met het gedachtegoed van de Just-in-Time filosofie ontstond de term *Supply Chain Management (SCM)*, oftewel ketenmanagement. De term is in 1982 door Oliver en Webber (1982) geïntroduceerd, ofschoon de nadruk toen nog geheel op voorraadbeheersing lag. In de jaren '90 werd het concept vanuit de retail breder neergezet als totaalbenadering om vraag en aanbod door afstemming tussen partners in een keten beter tot stand te brengen. Dat dit meer disciplines aangaat dan alleen de logistiek wordt treffend aangegeven door Cooper, Lambert en Pagh (1997) met de titel van hun artikel "*Supply Chain Management: more than a new name for logistics*".

In de jaren '90 is het SCM concept in de voedingsketen omgedoopt tot ECR, oftewel *Efficiënt Consumer Response* (KSA, 1993) met als prachtige slagzin: "*Working together to fulfil consumer wishes better, faster and at less cost*". Aan de basis stond een groep van grote industriële bedrijven zoals Coca-cola, Kraft Foods, Procter & Gamble, en retailers als WallMart en Safeway, die zichzelf de opdracht gaven om de afzetketen van kruidenierswaren competitiever te maken. De kern van de aanpak die hieruit volgde, richt zich inhoudelijk op de volgende elementen:

1. Stel bij het inrichten van de keten het leveren van toegevoegde waarde aan de consument centraal.
2. Zorg voor een betrouwbare en tijdige informatievoorziening en plan activiteiten gezamenlijk met partners in de keten.
3. Introduceer standaarden in informatie-uitwisseling, prestatie meting en beloningssystemen.

De afgelopen tien jaar is hard gewerkt aan de verdere professionalisering van het ECR concept, zowel in het bedrijfsleven als in de academische wereld². Dames en heren, samenwerken in ketennetwerken is geen uitzondering meer, maar is de regel. Zeker in agrifood waar men te maken heeft met een aantal specifieke kenmerken, die ik nu nader zal toelichten.

Ontwikkelingen binnen het agrifood domein

Nederland heeft traditioneel een sterke positie als logistiek centrum voor agrarische grondstoffen en bewerkte producten. Naast de omvangrijke productstromen uit de eigen primaire productie en voedingsmiddelenindustrie, komt een grote importstroom via de luchthaven en de verschillende zeehavens ons land binnen. Een groot deel van deze importstromen vindt zijn bestemming in het buitenland. Logistiek is de afgelopen decennia uitgegroeid tot een vitaal onderdeel van de Nederlandse economie. Naar schatting heeft ongeveer 30 procent van al het goederenvervoer dat van, naar en binnen Nederland plaatsvindt betrekking op vervoer van goederen met een agrarische oorsprong (Ministerie van LNV, 2004). De agrifood industrie wordt momenteel geconfronteerd met een aantal trends en ontwikkelingen, die de inrichting en besturing van het ketennetwerk veranderen en dus de basis vormen voor onze onderzoeksagenda. Ik noem hier de belangrijkste:

- Veeleisende consument en vraaggestuurde ketennetwerken
De vraag van consumenten naar een groot assortiment verse, gezonde gemakproducten tegen de laagste prijzen stuurt tegenwoordig het ketennetwerk aan. Dit betekent een roep om minimale voorraden, snelle hoog-frequente belevering en regie over goederenstromen.
- Internationalisatie, specialisatie en schaalvergroting
Door wereldwijde inkoop en verplaatsing van productie activiteiten naar lage lonen landen heeft een voedselproduct gemiddeld duizenden kilometers afgelegd alvorens het bij de consument is. De top vijf retailketens beheerst de Europese markt en in de tuinbouw groeien bedrijven naar gespecialiseerde high-tech bedrijven met tientallen hectaren³. Retailers vragen om leverzekerheid en -stiptheid, tot op het kwartier.
- Digitalisering
De automatiseringsgraad neemt in alle schakels in het ketennetwerk toe, waardoor uitgebreide informatie-uitwisseling en centrale planning en beheersing van activiteiten mogelijk worden. Ik wil hier het gebruik van EDI, XML en RFID⁴ noemen ter verbetering van de efficiency van de distributielogistiek en traceerbaarheid van goederen. Deze technologieën zorgen ervoor dat we gigantische hoeveelheden informatie over processen en producten kunnen verzamelen, die we kunnen inzetten om optimalisaties en innovaties te doen plaatsvinden.
- Aandacht voor voedselveiligheid, transparantie en milieu
Mede als gevolg van crises met dierlijke producten neemt de maatschappelijke aandacht voor voedselveiligheid, transparantie en milieu toe⁵. Er is sprake van congestie op de wegen, toename van de CO2 uitstoot en, door stijgende olieprijs, een verhoging van de logistieke kosten. De sector heeft te maken met strengere milieueisen, wet- en regelgeving

² Hierbij wordt de laatste tijd vooral veel aandacht besteedt aan de ontwikkeling van referentiemodellen en standaarden; ik wil hier het SCOR-model noemen dat een specifieke beschrijvingsmethode aanreikt voor het analyseren en organiseren van ketens (Supply Chain Council, 2005).

³ De ontwikkeling van *Greenports*, door de overheid aangewezen tuinbouwlocaties met internationale allure en van nationaal belang, speelt hierin een belangrijke rol.

⁴ Deze termen richten zich op elektronische gegevensuitwisseling en staan respectievelijk voor Electronic Data Interchange, eXtensible Markup Language en Radio Frequency Identification.

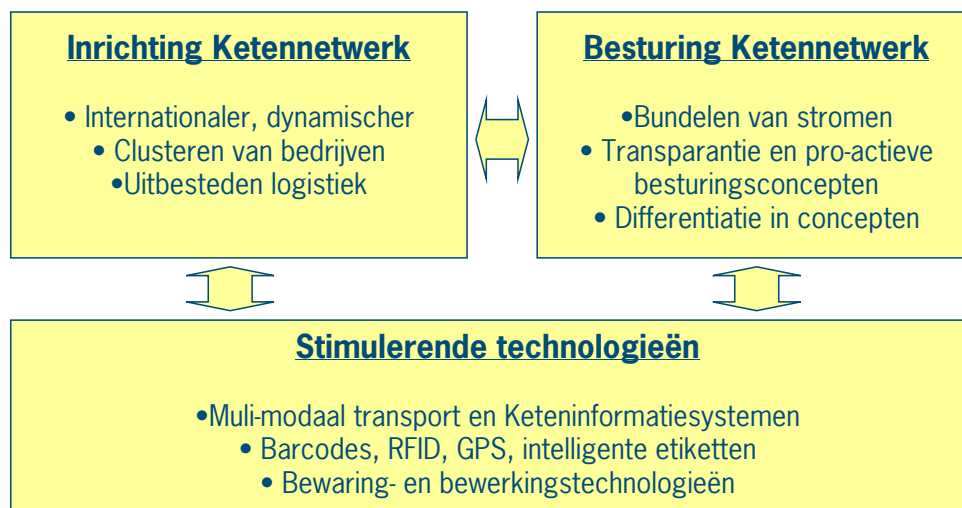
⁵ Uit eigen internationaal vergelijkend onderzoek in opdracht van de ministeries van LNV en EZ blijkt dat het realiseren van een hoge mate van traceerbaarheid niet gemakkelijk is in de Agrifood (Van der Vorst et al., 2003). Het logistiek concept moet meestal drastisch aangepast worden tegen hoge kosten.

en schaarser wordende ruimte. Het gevolg is dat het steeds lastiger wordt om aan de gevraagde logistieke service eisen te voldoen.

Het resultaat van deze ontwikkelingen is dat schakels in het ketennetwerk zich afvragen wat de kernactiviteit van het bedrijf moet zijn en welk logistiek concept het beste is. De afgelopen jaren is dan ook veel aandacht geschonken aan innovaties in logistieke systemen door zowel de praktijk, kennisinstituten als de overheid. Zo werkt het Platform Agrologistiek aan het uitwerken van de Visie Agrologistiek in pilot-projecten gericht op clusteren, verbinden en regisseren (Ministerie LNV, 2001; Veerman, 2006).

In figuur 3 geef ik een algemeen overzicht van recente innovaties. Ten eerste ziet u de *inrichting van het ketennetwerk*, dat is, de deelnemende actoren en de rollen en processen die elke speler uitvoert. Belangrijke voorbeelden zijn:

- Dynamische samenwerking: die leverancier die de beste propositie kan leveren voor een specifieke klantvraag is de partner op dat moment en voor die klant;
- Initiatieven om geclusterde bedrijfssystemen te ontwikkelen voor onderlinge levering van energie en hergebruik van reststromen, wat transportstromen significant reduceert; en
- Een toename van het uitbesteden van activiteiten en het ontstaan van nieuwe partijen die regiefuncties op zich nemen.



Figuur 3. Overzicht van logistieke innovaties in het agrifood ketennetwerk.

Het tweede element is de *besturing van het ketennetwerk*. Dit verwijst naar management structuren die de processen aansturen opdat men de strenge service-eisen waar kan maken. Voorbeelden zijn:

- Bundeling van goederenstromen en gezamenlijk plannen in de keten om de leverbetrouwbaarheid en leversnelheid te verhogen en kosten te reduceren;
- Het streven naar tijdige beschikbaarheid van informatie om een betrouwbare planning op te kunnen stellen en snel (het liefst pro-actief, dus voor het fout gaat) bij te kunnen sturen;
- Een gedifferentieerde benadering van marktsegmenten met specifieke besturingsconcepten. Denk aan het overnemen van het voorraadbeheer van klanten, bewegende voorraadconcepten, *postponement* en *cross docking*, waarbij producten na eventuele klantaanpassing en hersortering direct worden doorgestuurd richting afnemer. Maar denk ook aan differentiatie in de tijd, bijvoorbeeld prijsvariatie gedurende de dag in supermarkten of voor transport afhankelijk van de bezettingsgraad.

Het derde element, *stimulerende technologieën*, maakt deze innovaties mogelijk. Het verwijst naar product-, proces- en informatie technologieën, die ingezet kunnen worden om de logistiek beter te laten functioneren. Denk hierbij aan de inzet van gecombineerd transport over land, water en rail (multi-modaal), geavanceerde planningssystemen en betere bewarings- en bewerkingstechnologieën.

Dames en heren, bedrijven zijn *continu op zoek naar toegevoegde waarde*. Die speler die geen meerwaarde levert krijgt de rode kaart en wordt buiten het speelveld geplaatst. Meerwaarde is een dynamisch begrip; wat vandaag als toegevoegde waarde wordt beschouwd, hoeft dat morgen niet meer te zijn. In de toegenomen heterogeniteit, dynamiek en onzekerheid zit de grootste uitdaging. En gezien de opkomst van Aziatische landen, het wegvallen van handelsbarrières en verdergaande digitalisering zal deze uitdaging in de komende jaren alleen maar groter worden. Het is nu tijd om dieper in te gaan op ontwerpen en modelleren.

Ontwerpen en modelleren

De roep om responsiviteit, leverzekerheid en transparantie voor een steeds groter productassortiment leidt tot *complexe plannings- en inrichtingsvraagstukken*. De voorspelbaarheid van de vraag naar specifieke producten neemt af, door de wereldwijde inkoop van grondstoffen is de voorspelbaarheid van de kwaliteit en tijdigheid van het product verminderd, en door de snelheid van handelen en minimalisatie van voorraden kan een ‘fout’ product binnen enkele uren op het bord van de consument liggen. Daarnaast heeft de agrifood nog een aantal specifieke kenmerken die zorgen voor een additionele complexiteit. Denk bijvoorbeeld aan de variatie in productkwaliteit (zowel binnen een groep producten als in de tijd), seizoensgebonden productie wat wereldwijde inkoop noodzakelijk maakt, verwaarding van specifieke componenten en bijproducten en lange productiedoorlooptijden. Een krop sla of een kippenbout produceer je nu eenmaal niet in één dag. Tot slot neemt de hoeveelheid gegevens die tot onze beschikking staat met de dag toe waardoor managers het overzicht dreigen te verliezen. Het is essentieel dat de juiste logistieke concepten op de juiste plaatsen worden ingezet zodat alle marktsegmenten op de juiste wijze worden bediend. *Maar hoe bepaal je het juiste logistieke concept in een specifieke situatie?*

Managers hebben behoefte aan beslissingsondersteunende systemen die weer zicht geven op de processen door causale relaties tussen stuurvariabelen en prestatie indicatoren bloot te leggen. Hiervoor is een *ontwerp- en een evaluatiebenadering* nodig. Met behulp van beschrijvings- en analysetechnieken kunnen processen transparant worden gemaakt voor alle belanghebbenden, zodat het mogelijk wordt te discussiëren over mogelijke verbeteringen. Je bepaalt dus met elkaar mogelijke innovaties in het logistiek concept. Ten aanzien van de evaluatie van het ontwerp om te bezien of het inderdaad het meest geschikte concept is, zijn meerdere methoden beschikbaar. Je kunt gaan experimenteren met het werkelijke systeem, maar de invoering van een verkeerd concept kan vergaande consequenties hebben. Een abstract model maken van het werkelijke systeem dat zo goed mogelijk het gedrag van dat systeem benadert, is dan een elegantere oplossing. Vaak is modelleren de enige mogelijkheid, als er sprake is van een nog niet bestaand systeem.

Een model is dus een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, maar deze werkelijkheid wordt door vrijwel iedereen anders beleefd. U kent waarschijnlijk de plaatjes waarin de één een oude dame ziet, en de ander een jonge vrouw (zie figuur 5). Het is maar net hoe je de werkelijkheid percipieert. Michael Pidd (1999) stelt het treffend wanneer hij stelt: *Een model is een expliciete weergave van een deel van de werkelijkheid gezien door de ogen van de mensen die het model willen gebruiken om dat deel van de werkelijkheid te begrijpen, veranderen of beheersen. Een model is een comfortabele wereld waarin men dingen kan veranderen zonder de directe gevolgen van een actie te ervaren in de praktijk. Modellen*

worden zo “tools for thinking”. Dit geeft ook direct het voornaamste aandachtspunt aan in het modelleringsproces, namelijk de mate waarin het model bruikbaar is.



Figuur 5. Wat is werkelijkheid: oude of jonge vrouw?

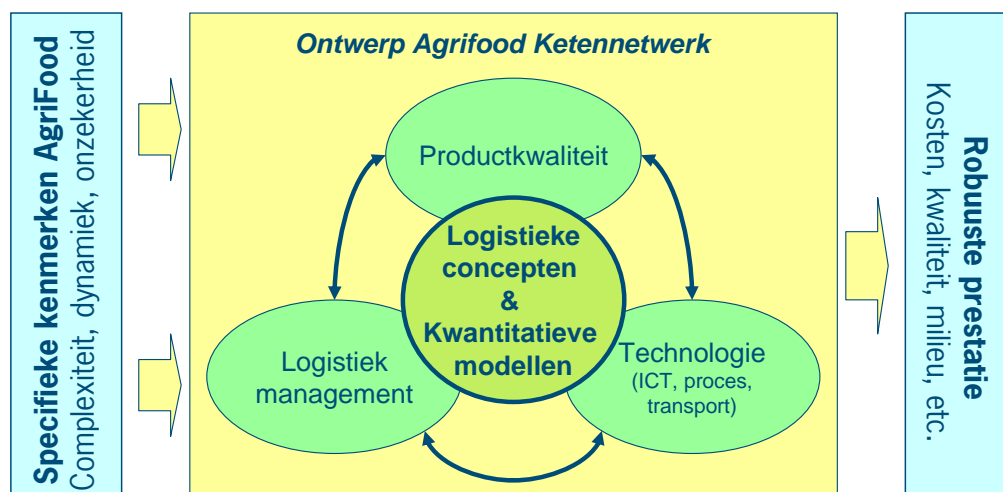
Binnen de OR onderscheiden we op hoofdlijnen twee verschillende typen modellen met verschillende *afbeeldingskracht*. Simulatiemodellen richten zich op het bestuderen van het dynamische gedrag van complexe systemen en het via “als-dan” analyse evalueren van scenarios. Via interactie met de opdrachtgever resulteert dit uiteindelijk in een geaccepteerde oplossing. In analytische modellen wordt een systeem beschreven met behulp van variabelen en wiskundige vergelijkingen waarmee de relaties tussen die variabelen worden vastgelegd. Hier wordt gezocht naar die ene optimale oplossing. Om dit te bereiken moeten vaak vergaande aannamen worden gemaakt. Het hangt af van de *afbeeldingsbehoefte* en complexiteit van de te modelleren werkelijkheid welk type model het meest geschikt is.

Er loopt al tijden een discussie over de toepasbaarheid van OR-modellen in de praktijk (e.g. Ackoff, 1979; Ackoff, 1987; Corbett et al., 1993). De OR-gemeenschap wordt vaak verweten problemen te onderzoeken en modellen te maken die erg ver staan van de praktijk. Er worden te veel aannamen gemaakt wat het probleem zo vereenvoudigt dat het wel oplosbaar is, maar nauwelijks praktische waarde meer heeft. Vooral de invloed van menselijk gedrag wordt vergeten. Hier in Wageningen staan we voor *wetenschap met impact in de praktijk* (Kropff, 2006). Dat betekent dat ook fundamenteel onderzoek, noodzakelijk voor het realiseren van kennissprongen, uiteindelijk zijn meerwaarde moet leveren in die praktijk. Ik verwijs hierbij graag naar een uitstekend overzichtsartikel van Bertrand en Fransoo (2002) in *the International Journal of Operations and Production Management*. In lijn met hun gedachten moeten beslismodellen mijns inziens dichter de daadwerkelijke praktijksituatie benaderen, zodat modeluitkomsten ook in die praktijk gevalideerd kunnen worden. Dit zorgt voor acceptatie van het model bij de probleemeigenaar en toepasbaarheid van de uitkomsten in de praktijk. Maar dit is niet eenvoudig als we de voorwaarden voor effectieve besluitvorming van De Leeuw (1990) in het achterhoofd nemen⁶. De voornaamste knelpunten in modelstudies zijn de benodigde tijd om een realistisch model te bouwen en de benodigde expertises van de modelleur; hij of zij moet zowel kennis van logistiek management, informatievoorziening en OR hebben om een goede vertaling te kunnen maken van de modeluitkomsten naar de praktijk. Verdere knelpunten zijn de eenduidige definiëring van de

⁶ Volgens De Leeuw (1990) moet er voor effectieve besluitvorming sprake zijn van: een duidelijke doelstelling met concrete prestatie indicatoren, voldoende informatie over de omgeving en toestand van het systeem en een toereikende capaciteit om de informatie te verwerken, voldoende bestuurlijke maatregelen om de prestatie van het systeem in de richting van het doel te sturen, én een betrouwbaar model van het te besturen systeem wat de relaties aangeeft tussen beslissingsvariabelen en prestatie.

te verzamelen gegevens en de moeite die het kost om de dataverzameling op orde te krijgen; dit wordt meestal gedaan op een subjectieve en situatieafhankelijke wijze.

Ik constateer dat er in de praktijk nog te vaak sprake is van suboptimalisatie, vooral omdat men vanwege de complexe relaties tussen de vele stuurknoppen het zicht verliest op de onderlinge afhankelijkheden. Om de wereldwijde concurrentie het hoofd te kunnen bieden, is er een grote behoefte aan *efficiënte en effectieve ontwerp- en evaluatieaanpakken* voor innovatieve logistieke concepten. Vanwege de toegenomen besturingscomplexiteit, dynamiek en onzekerheid is er behoefte aan de ontwikkeling van *robuuste* logistieke concepten; oplossingen die goed zijn binnen een ruime reikwijdte van verwachte omstandigheden en ook bevredigend blijven als de omstandigheden in ruimere mate afwijken van de verwachtingen.. Oplossingen die rekening houden met onzekerheid en die de toegenomen complexiteit aankunnen. Het liefst oplossingen die de onzekerheid en complexiteit reduceren zodat de probleemsituatie eenvoudiger wordt. Er is in het bijzonder behoefte aan kwantitatieve modellen die rekening houden met de verschillende deelaspecten die in agrifood zo'n grote rol spelen, in het bijzonder kwaliteit, de eerder genoemde stimulerende technologieën⁷ en logistiek management (zie figuur 6). Logistiek onderzoek in agrifood is nu eenmaal nauw verweven met onderzoek rondom productkwaliteit; zowel de intrinsieke kwaliteit (denk aan smaak, houdbaarheid en veiligheid) als de extrinsieke kwaliteit (denk aan milieuaspecten en verpakkingen). Ik zal nu concreter ingaan op de onderzoeksagenda van onze leerstoelgroep.



Figuur 6. Onderzoeksraamwerk logistiek en OR in agrifood ketennetwerken.

Onderzoeksagenda

Essentieel in het realiseren van doorbraken is een multidisciplinaire benadering, waarin bèta en gamma onderzoekers samenwerken⁸. Centraal in het onderzoeksprogramma van de leerstoelgroep staat dan ook de multidisciplinaire ontwikkeling en toetsing van robuuste vraaggestuurde logistieke concepten in agrifood ketennetwerken én de ontwikkeling van kwantitatieve modellen ter ondersteuning van de ontwerpbeslissing (zie tabel 2). Ik wil expliciet noemen dat het niet de bedoeling is om alles in één model te stoppen; juist de interactie tussen verschillende gespecialiseerde modellen om te komen tot een integrale *ontwerp- en evaluatieaanpak* en de betrokkenheid van de probleemeigenaren is wenselijk. Ik

⁷ Zie bijvoorbeeld de recente Dies-lezing van Professor Remko Boom, waarin hij aangeeft dat de inzet van nanotechnologie grote mogelijkheden biedt voor nieuwe logistieke concepten.

⁸ Dit wordt ondersteund door een rapport van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT, 2004) dat handelt over de versterking van de logistieke innovatiecapaciteit van het Nederlandse bedrijfsleven.

wil graag op beide deelgebieden dieper ingaan door huidige en toekomstige onderzoekthema's te benoemen.

Tabel 2. Onderzoeksopdracht op hoofdlijnen

Algemeen	Ontwikkeling van efficiënte en effectieve ontwerp- en evaluatieaanpakken voor innovatieve logistieke concepten.
Kwalitatief	Ontwerp van robuuste vraaggestuurde logistieke concepten voor agrifood productie- en distributienetwerken gericht op het omgaan met, en reduceren van dynamiek, onzekerheid en complexiteit.
Kwantitatief	Ontwikkeling en toepassing van kwantitatieve modellen en modelleer aanpakken, die kunnen omgaan met de specifieke agrifood kenmerken en resulteren in geaccepteerde oplossingen voor de praktijk

Onderzoekslijn 1: Ontwerp van logistieke concepten

Bij het ontwerp van logistieke concepten moeten keuzen worden gemaakt op het gebied van thema's. Ik noem hier twee hoofdthema's (zie figuur 7).

1A. Ontwerp van robuuste vraaggestuurde agrifood ketennetwerken

Welk logistiek concept moet een fabrikant of handelaar gebruiken om te voldoen aan de eisen aangaande efficiëntie, flexibiliteit en responsiviteit? Dit betekent onderzoek naar de plaats van ontkoppelpunten, de mogelijkheid van uitgestelde productdifferentiatie, naar vraaggestuurde besturingsconcepten, inzet van consolidatie centra, bundeling van stromen en de inzet van verschillende transportmodaliteiten. Het betreft een analyse van de rollen, functies en keuze van samenwerkingspartners om te komen tot internationale servicenetwerken, in het bijzonder de rol van logistiek dienstverleners. Het betreft ook de ontwikkeling van pro-actieve besturingsconcepten, die om kunnen gaan met heterogeniteit in product, proces en markt en die zorgdragen voor optimale traceerbaarheid en veiligheid van producten.

Ter illustratie zal ik een aantal projecten de revue laten passeren. In het BSIK-project *Flor-I-Log* werken we samen met het bedrijfsleven en onderzoeksinstituten aan de ontwikkeling van *logistieke regieconcepten* voor grootschalige internationale sierteeltnetwerken (Engelbart, 2005). In dit kader wordt ook verkend of er mogelijkheden zijn om dit principe breder te trekken naar een consortium van bedrijven uit plantaardige en dierlijke versstromen. Hiernaast werken we interdisciplinair samen met beta en gamma leerstoelgroepen aan de opzet van early warning en pro-actieve besturingssystemen, uitbesteden van logistieke planningsactiviteiten, ketenvoedselveiligheidssystemen en prestatie meting systemen in ketennetwerken.



Figuur 7. Overzicht van de eerste onderzoekslijn.

1B. Kwaliteitsgestuurde logistiek in versnetwerken

In de agrifood is er sprake van een inherente variatie in kwaliteit binnen een groep producten en kwaliteitsverloop in de tijd. Als schakels in de keten eerder zouden kunnen aangeven welke producten, met welke (variatie in) kwaliteit gaan arriveren, kan al tijdens het transport ingegrepen worden en klantgericht worden gestuurd. Containers met zeer goede kwaliteit product kunnen zo bijvoorbeeld naar klanten worden gestuurd, die daarvoor willen betalen. Ontwikkelingen in de technologie en toegenomen productkennis maken het nu mogelijk voor steeds meer producten tijdig inzicht te krijgen in kwaliteitsverloop. Nieuwe technologieën creëren de mogelijkheid om de conditie van versproducten onderweg te besturen, zodat de rijping van producten kan worden versneld of stilgezet. Daarnaast wordt het met innovatieve verpakkingstechnologieën mogelijk verschillende typen producten samen te vervoeren. Kwaliteitsgestuurde logistiek richt zich op het optimaliseren van het logistieke concept opdat het juiste product, in de juiste staat, op het juiste tijdstip én op de juiste markt arriveert.

Mag ik u herinneren aan één van de krantenkoppen die ik eerder toonde: “Jaarlijks voor miljard euro aan versproducten weggegooid” (figuur 8). In samenwerking met AFSG en het bedrijfsleven wordt aan een programma *Fresh on Demand* gewerkt, waarin onder meer onderzoek wordt gedaan naar innovatieve logistieke concepten die resulteren in minder bederf. Dit thema willen we samen met beta en gamma collega’s ook graag uitbreiden richting ontwikkelingslanden in het kader van het INREF-CHAIN programma, omdat daar veel producten niet eens een markt halen en juist daar zo’n noodzaak is voor voedselzekerheid.

Agrarisch Dagblad, 12 juni 2005

Jaarlijks voor miljard euro aan versproducten weggegooid

Jaarlijks gooien bedrijven en consumenten voor ongeveer één miljard euro aan verse producten, zoals vlees en groenten, weg wegens bederf. Dat is ruim eenderde (35 procent) van de totale versomzet, zo blijkt uit cijfers van de stichting Agro Keten Kennis (AKK) in samenwerking met de universiteit van Wageningen. Het onderzoek geeft aan dat de hoeveelheid weggegooid voedsel omgerekend neerkomt op vijfhonderd volle supermarkten per jaar. Het grootste deel gaat verloren bij de producenten en toeleveranciers. De consument is ook verantwoordelijk voor veel weggegooid verse producten: jaarlijks gooit elke Nederlander gemiddeld 135 kilo weg.

Figuur 8. Krantenkop in het Agrarisch Dagblad.

Onderzoekslijn 2: Beslissingsondersteunende modellen

Bij het ontwerp en de evaluatie van de zojuist besproken logistieke concepten speelt de ontwikkeling en toepassing van kwantitatieve modellen een essentiële rol. Op het niveau van de beslissingsondersteunende modellen onderscheid ik twee thema's, namelijk OR-modellen voor agrifood en Transparant, snel en interactief modelleren (zie figuur 9).

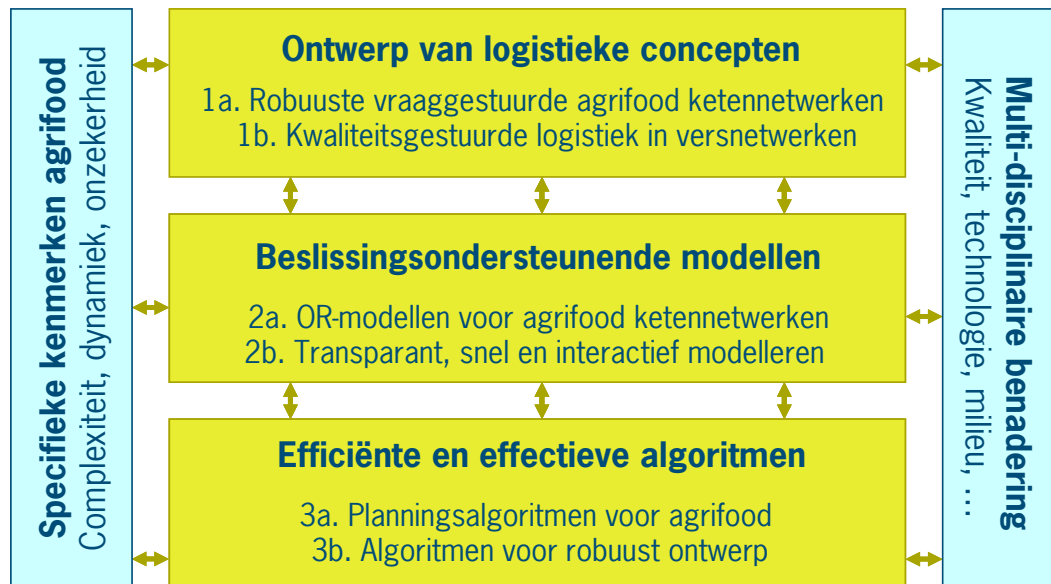
2A. OR-modellen voor agrifood ketennetwerken

Door verschillende disciplines bij elkaar te brengen en een koppeling te realiseren tussen modellen gericht op logistiek, kwaliteitsverloop en duurzaamheid, kan een uniek werkveld gecreëerd worden waarin Wageningen zich kan onderscheiden. Alle disciplines zijn hier immers goed vertegenwoordigd. Ik noem enkele voorbeelden van lopende en aankomende onderzoeken. We werken samen met de leerstoelgroep Productontwerpen en Kwaliteitskunde binnen het STW/Profetas-project aan het analyseren en modelleren van nieuwe ketenontwerpen voor innovatieve voedselproducten. Met de leerstoelgroep Milieutechnologie gaan we een model ontwerpen, waarmee een keuze kan worden gemaakt voor een afvalverwerkingstechnologie in relatie tot de afvalcollectie logistiek in Vietnam. Met AFSG en LEI wordt dit jaar een onderzoek gestart naar simulatiemodellen die het ontwerp van robuuste vraaggestuurde ketennetwerken ondersteunen. Daarnaast willen we met collega's kwantitatief de mogelijkheden van *kwaliteitsgestuurde logistiek* verder analyseren. Door logistieke modellen te koppelen met kwaliteitverloopmodellen ontstaan krachtige beslissingsondersteunende systemen (van der Vorst et al., 2005).

2B. Transparant, snel en interactief modelleren

In ketenonderzoek waar meerdere autonome partijen, veelal met uiteenlopende belangen, betrokken zijn, wordt vertrouwen in de modeluitkomsten verkregen door transparantie in het modelleringsproces. Actieve betrokkenheid en participatie van de ketenpartners bij de modelstudie zijn dan ook cruciaal voor succes, zowel in termen van acceptatie als kwaliteit van oplossingen. Dit vraagt om transparante modellen – dus ook inzichtelijk voor anderen. Een typische zwarte doos benadering, is hier dus minder geëigend. Samen met de Universiteit Groningen, leerstoelgroep Toegepaste Informatiekunde en AFSG doen wij onderzoek naar de

mogelijkheden om simulatiemodellen beter toe te snijden op deze eisen. Onderdelen hiervan zijn de ontwikkeling van een modelleringraamwerk (Van der Zee en Van der Vorst, 2005) en de ontwikkeling van standaard bouwstenen voor simulatiemodellen, die rekening houden met de specifieke kenmerken van agrifood, en snel en transparant modelleren mogelijk maken. Het gebruik van *visualisatie en animatie technieken* speelt hierin een belangrijke rol. Dit biedt tevens mogelijkheden om simulatiemodellen te ontwikkelen voor spelsituaties, voor zowel onderwijs- als onderzoeksdoeleinden.



Figuur 9. Overzicht van de onderzoekslijnen.

Onderzoekslijn 3: Efficiënte en effectieve algoritmen

Naast de ontwikkeling van modellen is er behoefte aan de ontwikkeling van efficiënte en effectieve algoritmen voor specifieke probleemvelden in de agrifood sector. Eenvoudig gezegd zijn algoritmen recepturen om problemen op te lossen die met de ontwikkelde modellen worden gegenereerd. Denk aan het berekenen van de kortste route door het navigatiesysteem. Ons onderzoek op dit gebied richt zich op de volgende thema's:

3A. Planningsalgoritmen voor agrifood

Er zijn in de loop der jaren vele algoritmen ontwikkeld⁹. Deze zijn echter gezien de probleemomvang of specifieke kenmerken niet altijd direct toepasbaar in de agrifood. Er is dan ook behoefte aan aangepaste oplostechnieken en nieuwe algoritmen. Als voorbeeld wil ik hier specifiek noemen het oplossen van praktische planningsproblemen in de voedingsmiddelenindustrie. De productie van het uitdijende assortiment resulteert in steeds meer omstellen en dus verlies van capaciteit en strookt niet met het streven naar efficiënte grote productie seriegroottes. Kortom, met welke frequentie en in welk volume moet de veelheid aan eindproducten worden geproduceerd, opdat de totale kosten minimaal zijn? Een ander voorbeeld is de ontwikkeling van bestelalgoritmen voor het schapbeheer van bederfelijke producten in samenwerking met AFSG. Hoe kun je optimaal bestellen zodat er

⁹ Vooral in de laatste 20 jaar zijn grote sprongen gemaakt in de ontwikkeling van modellen en algoritmen ter ondersteuning van routeplanners, productieplanning, voorraadbeheer en locatie/allocatie beslissingen (Günther and Van Beek, 2003).

geen bederf en buitenvoorraad situaties optreden en de kosten nog aanvaardbaar zijn? Het uiteindelijke doel van dergelijk onderzoek is om de ontwikkelde procedures te integreren met moderne en op brede schaal toepasbare besturingssystemen.

3B. Algoritmen voor robuust ontwerp

Voor het beoordelen van de robuustheid van logistieke concepten, gegeven de aanwezigheid van onzekerheid en dynamiek, zijn algoritmen nodig, die op een snelle en doelgerichte wijze een goede oplossing vinden. Verandert de beste oplossing bij veranderingen in de externe omgeving? Hebben we het globale optimum of zijn we blijven steken in een lokaal suboptimum? De leerstoelgroep heeft in de afgelopen jaren ruime expertise opgebouwd in de ontwikkeling van algoritmen die robuuste oplossingen zoeken die tevens globaal optimaal zijn. We werken samen in internationale wetenschappelijke onderzoeksprojecten en ontwerpen nieuwe methoden in de praktijk. Zo wordt met Unilever gewerkt aan robuuste algoritmen voor productspecificatie en met een internationaal consortium aan problemen ten aanzien van bestrijding van het broeikaseffect.

Onderwijs: Agrifood Logistics

U heeft in de afgelopen 35 minuten hopelijk een goed beeld kunnen krijgen van het onderzoeksprogramma. Goed onderzoek bouwt voort op goed onderwijs en vice versa. De afgelopen tien jaar heb ik het onderwijs drastisch zien veranderen; de studieduur, het studieprogramma en internationalisering. Ik kijk met zorg naar de kennis van een deel van de instromende studenten op het gebied van kwantitatieve methoden en de beperkte ruimte in het studieprogramma om zich deze kennis eigen te maken. Willen we afgestudeerden net als in het verleden met een gerust hart bij het bedrijfsleven laten landen, dan moet de gereedschapskist van de toekomstige ingenieur ook gevuld zijn met een flinke dosis analytische vaardigheden. Iedereen heeft met logistiek te maken, iedereen moet beslissingen nemen. Logistieke concepten en Besliskunde zijn dan ook een essentieel onderdeel voor het Wageningen curriculum. Het op de hoogte zijn van de nieuwste ontwikkelingen in de logistiek gecombineerd met een rugzakje met kwalitatieve en kwantitatieve onderzoeksmethoden geven studenten de benodigde kennis en gereedschappen om het bedrijfsleven verder te helpen. De één kan niet zonder de ander. Een multidisciplinaire benadering is hierin essentieel gezien de interactie tussen productkwaliteit, technologie en logistiek management. In Wageningen hebben we uitstekende kennis op het gebied van het product (zowel plant als dier), het proces (zowel processing als distributie) en het netwerk (zowel qua ruimtelijk gebruik, ketenmanagement en sociale aspecten). We hebben daarmee een unieke positie om vanuit een multidisciplinaire insteek aandacht te besteden aan het verantwoord ontwerpen van agrifood ketennetwerken. Laten we daar ook meer ruimte voor creëren in het onderwijs, dan doen we zowel de praktijk, de studenten als de wetenschap een plezier. Dat zal resulteren in *wetenschap én studenten met impact!*

Tot slot

Dames en heren, in het voorgaande heb ik u hopelijk voldoende zicht gegeven op het vakgebied Logistiek en Operations Research. Ik heb het volgende willen benadrukken. agrifood ketennetwerken bieden door een toenemende dynamiek, onzekerheid en complexiteit prachtige uitdagingen voor onderzoek en onderwijs. Er is behoefte aan robuuste logistieke ontwerpen waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van kennis in de technologische en bedrijfswetenschappen. Dit vraagt om een multidisciplinaire aanpak en om kwantitatieve beslissingsondersteunende modellen, die rekening houden met de specifieke kenmerken van de agrifood. Onze leerstoelgroep vervult graag een netwerkrol door via concepten en modellen verschillende disciplines met elkaar te verbinden en gezamenlijk met de praktijk te

werken aan verbetering en innovaties. Ik hoop dat u allen deze handschoen met ons oppakt om gezamenlijk te leren van agrifood ketennetwerken.

Dankwoord

Dames en heren, het is tijd om af te ronden. Graag wil ik nog een aantal woorden van dank uitspreken.

Mijnheer de Rector Magnificus, voormalig rector Speelman, leden van het college van bestuur en leden van de benoemingsadviescommissie,

Logistiek en OR verbinden de biologische dimensie van de Wageningse benadering (Kropff, 2006) met de sociale; het brengt het product naar de mens. Ik ben er van overtuigd dat onze groep in samenwerking met andere leerstoelgroepen een grote bijdrage kan leveren aan de strategie van Wageningen UR, in zowel onderwijs als onderzoek. Ik wil u allen hartelijk danken voor het in mij gestelde vertrouwen.

Directieraad van de Kenniseenheid Maatschappij,

Toen ik begin vorig jaar binnen kwam, werd er in het kader van de Focus-operatie aan herplaatsing van onze leerstoelgroep gedacht. In goed overleg met de directie van AFSG is besloten onze groep te laten zitten waar hij zit, zodat we de ingezette lijnen konden voortzetten. Ik wil jullie allen hartelijk danken voor het vertrouwen en ik kijk uit naar een vervolg van onze prettige samenwerking.

Hooggeleerde Beulens, beste Adrie,

Jij bent altijd mijn voorbeeld geweest als het gaat om de combinatie van wetenschappelijke diepgang én relevantie voor de praktijk. Nu we tegenwoordig naast elkaar gehokt zijn, wordt onze samenwerking, en die van onze leerstoelgroepen, alleen maar intensiever. Hartelijk dank voor je altijd aanwezige steun, vertrouwen en vriendschap.

Hooggeleerde Van Beek, beste Paul,

Jij bent degene geweest die mij geïntroduceerd heeft in de wereld van ketenmodellering en logistiek. Hartelijk dank voor je vertrouwen en altijd aanwezige interesse in het welzijn van mijn gezin. Ik ben trots dat ik je nu mag opvolgen en hoop nog lang met je te kunnen samenwerken.

Collega's van de leerstoelgroep ORL,

We hebben een boeiend jaar achter de rug waarin we vele discussies hebben gevoerd. Ik ben onder de indruk van jullie passie voor het vakgebied en toewijding aan studenten. Ik wil jullie hartelijk danken voor de constructieve wijze waarop jullie me hebben ontvangen in de groep en kijk uit naar onze verdere samenwerking, gericht op de realisatie van onze onderwijs- en onderzoeksuitdagingen.

Collega's van de leerstoelgroep Bedrijfskunde,

De start van mijn loopbaan was bij jullie. Ik kijk terug op vele jaren van prettige samenwerking en wil jullie hartelijk danken voor alle geleerde lessen, zowel inhoudelijk als op persoonlijk vlak. We zitten naast elkaar dus vanuit logistiek oogpunt verwacht ik dat onze verdere samenwerking een efficiënt en effectief vervolg zal krijgen.

Hooggeleerde Omta, beste Onno,

Ik wil jou specifiek danken voor je vertrouwen en ondersteuning en ik verwacht dat we onze samenwerking, in onderwijs en onderzoek in het innoveren van ketennetwerken, succesvol zullen voortzetten.

Collega's van AFSG, LEI en collega leerstoelgroepen

Vanaf mijn eerste werkdag ben ik constructief door jullie benaderd om gezamenlijk projecten op te zetten. De wil om samen te werken is groot, mijn dank daarvoor. Gezamenlijk hebben we de competenties om een vuist te maken. Laten we daar vooral gebruik van blijven maken en het Wageningse netwerk verder versterken.

Ex-collega's van Rijnconsult en relaties uit het bedrijfsleven,

Wetenschap is prachtig, maar bedrijven verder helpen in de vaart der volkeren is ook fantastisch. Hartelijk dank voor de jarenlange samenwerking en alle ervaring die ik gezamenlijk met jullie mocht opdoen. Ik hoop dat we onze samenwerking met de "voeten in de klei" kunnen voortzetten.

Dames en heren studenten,

Ik hoop dat ik u vandaag heb kunnen duidelijk maken dat Logistiek en OR een interessant vakgebied is met ruim voldoende uitdagingen. Waar u ook in de toekomst aan de slag gaat als afgestudeerd ingenieur, u krijgt gegarandeerd met logistiek te maken. Vooral de combinatie van bedrijfswetenschappelijke analyse en kwantitatieve modellering maken u uiterst geschikt om bij het bedrijfsleven, overheid of kennisinstituut aan de slag te gaan. Ik kijk uit naar het volgende onderwijsmoment om met u in discussie te gaan over hoe we de logistieke wereld verder kunnen helpen.

Beste vrienden en familie,

Werken zijn één kant van de medaille, die andere kant is zeker zo belangrijk. Zonder ontspanning kun je uiteindelijk ook geen inspanning leveren. Dank voor alle vriendschap en interesse in mijn werk.

Lieve ouders,

Daar sta ik dan. Wat een verrassing dat deze boerenzoon uit het kleine Brabantse Wagenberg professor is geworden. Vooral jullie hebben daar royaal aan bijgedragen. Altijd heb ik alle ruimte en steun gekregen om zowel te studeren als te ontspannen. Ook al heb ik indertijd de boerderij niet overgenomen, het boerenhart blijft wel kloppen. Hartstikke bedankt voor al jullie goede zorgen, steun en liefde.

Lieve Sascha,

Dat ik hier sta is vooral te danken aan jou. Jij bent al vele jaren mijn onvoorwaardelijke steun en kracht. Ik geniet van het leven vooral dankzij jou en onze prachtige zoon Robin en hoop dat nog lang te mogen doen. En Sascha... ik zal proberen de werkuren enigszins binnen de perken te houden.

Dames en heren, bedankt voor uw belangstelling en aanwezigheid.

Mijnheer de rector: ik heb gezegd.

Referenties

- Ackoff, R.L. (1979) The Future of Operational Research is Past, *Journal of the Operational Research Society* (30)2: 93-104
- Ackoff, R.L. (1987) OR, a post mortem, *Operations Research* (35)3: 471-474.
- Adviesraad voor het Wetenschaps en Technologiebeleid (2004), *Samen slimmer in ketens, Competenties in supply chain management als concurrentiefactor voor Nederlandse bedrijven*
- Bertrand, J. W. M. and J. C. Fransoo (2002) Modeling and simulation, Operations Management Research Methodologies using quantitative modelling, *International Journal of Operations and Production Management* 22(2): 241-264
- Boer, H. (2001) *And [Jethro] said ... Learning: the link between strategy, innovation and production*, inaugural lecture as research professor of Organisation Design and Change, Aalborg University, Denmark, May 4
- Cooper, M.C., Lambert, D.M., Pagh, J.D. (1997), Supply Chain Management: more than a new name for logistics, *International Journal of Logistics Management* (8)1: 1-13
- Corbett, C.J., Wassenhove, L.N. (1993) The Natural Drift: What happened to operations research?, *Operations Research* (41)4: 625-640.
- Engelbart, F. (2005) FloriLog, Ontwikkeling van de internationale regiefunctie in de sierteelt, Voorstel Integraal Project Transforum Agro & Groen
- Günther, H.O. en P. van Beek (2003) *Advanced Planning and Scheduling Solutions in Process Industry*, Springer-Verlag, Berlin
- Kropff M. (2006) *Presentatie Strategieronde Wageningen UR*, februari 2006
- Kurt Salmon Associates, Inc. (1993) *Efficient Consumer Response. Enhancing consumer value in the grocery industry*, Washington: Food Marketing Insitute
- Leeuw, A.C.J. de (1990) *Bedrijfskundige methodologie - management van onderzoek*, van Gorcum, Assen/Maastricht
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (2001), *Visie Agrologistiek*
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2004) *Het Nederlandse agrocluster in kaart*
- Ohno, T. (1988) *Toyota Production System, beyond large-scale production*, Productivity Press
- Oliver, R.K., Webber, M.D. (1982), *Supply Chain Management: Logistics catches up with strategy*, Outlook, cit. Christopher, M.C. (1992), *Logistics, The strategic issue*, London: Chapman and Hall
- Orlicky, J. (1975) *Material requirements planning; the new way of life in production and inventory management*, McGraw-Hill
- Pidd, M. (1999), Just modelling through: A rough guide to modelling, *Interfaces* (29)2: 118-132
- Supply Chain Council (2005) *Supply-Chain Operations Reference-model Overview Version 7.0*
- Veerman, C.P. (2006) *Agrologistiek in uitvoering: de derde rapportage over de voortgang van de implementatie van de Visie Agrologistiek*, Kamerrespondentie, 06-03-2006
- Vorst, van der J.G.A.J., J. van Beurden, H. Folkerts (2003) *Tracking and tracing of food products - an international benchmark study in food supply chains*, Rijnconsult, The Netherlands
- Vorst, van der, J.G.A.J., S. Tromp and D. J. van der Zee (2005). A simulation environment for the redesign of food supply chain networks: modeling quality controlled logistics. *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, Orlando, USA.
- Womack, J.P., Jones D.T. en D. Roos (1990) *The machine that changed the world*, New York: Rawson Assocs.
- Womack, J.P. en D.T. Jones (2003) *Lean Thinking; Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Free Press
- Zee, van der, D.J., Vorst, van der, J.G.A.J. (2005), A Modelling Framework for Analyzing Supply Chain Scenarios: Applications in Food Industry, *Decision Sciences* 36(1): 65-95