

Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing

Speerpunten voor actie



Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek

Postbus 20401

2500 EK Den Haag

tel.: 070 378 56 53

internet: <http://www.agro.nl/nrlo/>

ISBN: 90 - 5059 - 095 - 0

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

NRLO-rapport nr. 99/9, Den Haag, maart 1999



Aan: Prof.Dr.Ir. L. Speelman (Wageningen UR)
Drs. L.J. Halvers (Technologiestichting STW)
Mw.Prof.Dr. L. van Vloten-Doting (LNV-DWK)

Bezuidenhoutseweg 73
Postbus 20401
2500 EK 's-Gravenhage
The Netherlands

Telefoon 070 378 56 53
070 378 56 94
Telefax 070 378 61 49

onderwerp	kenmerk	doorkiesnummer	's-Gravenhage
W&T-verkenning Intelligent Besturen	99 NRLO 181	070-3785727	16 maart 1999

Bij dezen bieden wij u aan het rapport "Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing".
Wij vragen uw speciale aandacht voor de voorstellen voor actie.

Dit rapport is onderdeel van een NRLO-verkenning naar de toekomstige dynamiek van tien wetenschaps- en technologiegebieden¹. Vanwege het belang van wetenschap en technologie voor de toekomst van agrosector, groene ruimte en vissector is deze zogeheten W&T-verkenning een van de drie hoofdlijnen in het totale werkprogramma van de NRLO. De andere twee hoofdlijnen zijn verkenning van de maatschappelijke dynamiek en verkenning van de dynamiek van innovaties.

Een opmerkelijke ontwikkeling van de laatste decennia is dat steeds grotere hoeveelheden data beschikbaar komen die tegelijkertijd ook steeds sneller (en goedkoper) kunnen worden verwerkt. In de agrosector komen steeds meer data beschikbaar van processen tijdens de productie, de verwerking, de afzet en de markt. De bedrijfsvoering wordt daardoor steeds complexer. Deze ontwikkeling vraagt steeds meer om een integrale benadering van de verschillende gegevensstromen. Het verwerken en benutten van grote stromen data voor de procesbesturing wordt aangeduid met "intelligente dataverwerking en procesbesturing".

¹ Die gebieden zijn: sensor- en microsysteemtechnologie, intelligente dataverwerking en procesbesturing, nanotechnologie, moleculaire plantenbiologie, moleculaire en reproductiebiologie bij dieren, beleids-wetenschappen en ICT in de groene ruimte, productie-ecologie, veterinaire epidemiologie, verpakings- en bewaar-technologie en aquacultuur.



Uit de sterkte/zwakte-analyse zijn enkele punten naar voren gekomen:

1. Het fundamentele onderzoek op dit vakgebied in Nederland is van hoge kwaliteit. Het wordt uitgevoerd op vele plaatsen door kleine groepen of zeer individueel werkende onderzoekers. Dat leidt tot een beeld van geringe samenhang en versnippering.
2. De verbindingen tussen het fundamentele en toegepaste onderzoek zijn niet sterk ontwikkeld.
3. De relaties van het onderzoek (fundamenteel én toegepast) met het bedrijfsleven zijn zwak.

De volgende acties worden voorgesteld ter versterking van het vakgebied:

1. Wageningen UR en STW nemen het initiatief om een discussie te starten om een aantal strategische onderzoeksterreinen te selecteren en onderzoekscapaciteit (fundamenteel en toegepast) te bundelen. Voor Wageningen UR en de agrosector is een strategisch domein de integratie van technische kennis en kennis van levende producten.
2. Wageningen UR, STW en het bedrijfsleven nemen het initiatief om de toegankelijkheid van het onderzoek voor het internationale bedrijfsleven te vergroten. Daartoe wordt een platform gecreëerd waar het internationale bedrijfsleven en onderzoek elkaar regelmatig kunnen ontmoeten en kunnen brainstormen over het vakgebied en de denkbare toepassingen in de agrosector.
3. De ontwikkelingen op het vakgebied zijn kansrijk. Bedrijven in de primaire sector zijn klein en niet kapitaalcrachtig genoeg om op deze ontwikkelingen in te spelen. De overheid, in dit geval LNV, kan de vernieuwing bevorderen door het ontwerpen van innovatieve stimuleringsregelingen.
4. Wageningen UR en LNV zorgen voor een kwaliteitsimpuls bij de agrarische opleidingen op alle niveaus, gericht op intelligente dataverwerking en procesbesturing. De nadruk ligt op de integratie van technische systeemkennis en kennis van natuurlijke producten.

Gaarne vernemen wij uw reactie op de voorstellen en hoe daaraan uitvoering kan worden gegeven.

Prof.Dr.Ir. A. Rösch,

Voorzitter NRLO.

Dr.Ir. A.P. Verkaik,

Directeur Bureau NRLO.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Dynamiek en betekenis "Intelligente dataverwerking en procesbesturing"	3
3. Sterkte/zwakte-analyse van kenmerken van het vakgebied	5
4. Acties	9
NRLO-adviesrapporten W&T-verkenning	11

1. Inleiding

De bevindingen in dit rapport zijn tot stand gekomen in een proces waarbij veel en uiteenlopende partijen waren betrokken via interviews en workshops. Belangrijke grondstoffen voor dit proces waren essays en studies die in opdracht van de NRLO zijn uitgevoerd. Het proces bestond uit drie stappen, waarvan de resultaten worden beschreven in de volgende 3 hoofdstukken van dit rapport.

1. Dynamiek op het gebied van “intelligente” dataverwerking en besturing van processen in de primaire agrosector en de voedingsmiddelenindustrie

De dynamiek in dit W&T-gebied en de potentiële betekenis hiervan voor de agrosector is beschreven in twee NRLO-rapporten, te weten het essay “Agrofysica, informatie- en communicatietechnologie in de plantaardige productie” van Ir. J. Meuleman en Ing. P. van Weel (NRLO-rapport 97/24) en de studie over “Kansen voor verwerking en distributie” van mw. Ir. E.T. van Tienen, Ir. A.E. Simons en Drs. D.A.J.M. Stijnen (NRLO-rapport 97/26).

2. Sterkte/zwakte-analyse

De sterkten en zwakten van dit W&T-gebied zijn geanalyseerd door TNO-STB en samengevat in de achtergrondstudie “Sterkte/zwakte-analyse van het W&T-gebied Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing” (NRLO-rapport 98/38). Daarbij is gebruik gemaakt van een methode die door TNO-STB in opdracht van de NRLO is ontwikkeld (beschreven in NRLO-rapport 97/23 “Methode voor kwaliteitsbeoordeling van de agro-kennisinfrastructuur”). De methode focust op drie karakteristieken van een W&T-gebied: de middelenpositie (actoren en capaciteit), de systeemkenmerken (netwerken) en de prestaties (wetenschappelijk en maatschappelijk).

Het W&T-gebied is moeilijk af te bakenen. De reden is dat intelligente dataverwerking en procesbesturing een onlosmakelijk onderdeel is van verschillende onderzoekvelden, vooral op het gebied van de wiskunde en de informatica.

De getallen in dit rapport zijn derhalve tot op zekere hoogte indicatief.

3. Acties ter versterking

In een workshop met personen uit kennisinstellingen, overheid en bedrijfsleven is de concept-rapportage van TNO-STB besproken. Het essay en de genoemde studie vormden daarbij ondersteunende achtergrondinformatie. De workshop heeft er toe geleid dat een aantal voorstellen voor acties ter versterking van dit W&T-gebied zijn geselecteerd. Tenslotte heeft een kleine NRLO-verkenningcommissie, bestaande uit Ir. A.A. Jongebreur (IMAG-DLO), Prof.Dr.Ir. R. Rabbinge (lid DB-NRLO) en Dr.Ir. H.J. van

Oosten (Bureau NRLO) de acties verder ingevuld en is aangegeven wie de voorgestelde acties zou moeten ondernemen.

2. Dynamiek en betekenis

“Intelligente dataverwerking en procesbesturing”

(in de tekst wordt korthedshalve gesproken van “intelligente besturing”)

Steeds snellere verwerking van steeds méér data

Een van de belangrijkste ontwikkelingen van de laatste decennia is het beschikbaar komen van schier grenzeloze hoeveelheden data en informatie. Een ontwikkeling waarvan het einde niet in zicht is. Het voortdurend beschikbaar komen van snellere, goedkopere en flexibelere computers en randapparatuur heeft de verwerking van al die data op een snelle wijze mogelijk gemaakt.

Deze ontwikkelingen hebben productie- en verwerkingsprocessen in de agrosector diepgaand veranderd. Stormachtige ontwikkelingen in de meet- en regeltechniek, automatisering en robotisering, integratie van gegevensstromen van productie (product- en proceskwaliteit), ketenintegratie en markt bepalen de wijze waarop bedrijven worden georganiseerd en inspelen op de markt. Verticale integratie tussen administratief-logistieke informatie en procestechnische metingen kan leiden tot effectievere besturing van bedrijfsprocessen.

De complexiteit van de beslissingen over bedrijfsprocessen en marktontwikkelingen neemt toe. Het komt steeds meer aan op het juist interpreteren van de vele gegevens en het nemen van de juiste beslissingen in een beperkte tijd. Deze ontwikkeling vereist steeds meer een integrale benadering van de verschillende gegevensstromen. Integraliteit en complexiteit vragen om een samenhangende aanpak van de besturing van bedrijfsprocessen, zeker waar het gaat om hogere orde processen.

Dynamische besturing van processen

Het antwoord op de uitdaging om grote stromen data te benutten voor de procesbesturing kan worden aangeduid met “intelligent besturen”. Indien grote hoeveelheden betrouwbare data van een proces beschikbaar zijn kan de complexe systematiek hiervan gemodelleerd worden op basis van deze beschikbare data. Deze modellen kunnen vervolgens bruikbaar worden gemaakt om processen dynamisch bestuurbaar te maken. Een betrekkelijk nieuwe aanpak binnen “intelligent besturen” is gericht op het creëren van adaptieve en

(zelf)lerende systemen, onder meer op basis van neurale netwerken en fuzzy logic. Verondersteld wordt hierbij dat het niet strikt noodzakelijk is volledig inzicht in het procesverloop te hebben om het procesgedrag te voorspellen.

Toepassing is per sector sterk verschillend

De toepassing van geavanceerde procesbesturing verschilt sterk per sector en marktsegment. In de chemische industrie (en ook in de voedingsmiddelenindustrie) is sprake van een voorsprong bij de ontwikkeling van industriële besturingssystemen. Het feit, dat de voedingsmiddelenindustrie een vooraanstaande positie heeft op het gebied van proces-technologie is mede te danken aan de hoge eisen die worden gesteld op het gebied van productkwaliteit, productveiligheid en milieu. In die sector gaat het er ook om de technische systemen (die vaak elders worden ontwikkeld) en de kennis van voedselproducten te integreren. Daardoor ontstaat een specifieke integratie van technische *know-how* en *food* kennis. Bovendien vinden de activiteiten in de voedingsmiddelenindustrie plaats onder beter geconditioneerde omstandigheden dan in de primaire sector. Daardoor zijn meer procesparameters meetbaar en bestuurbaar en zijn de gehanteerde modellen simpeler dan in het (biologische) primaire productieproces.

De beheersing van biologische processen in de primaire productie is van een andere orde en veel complexer dan de technologische procesbeheersing in de voedingsmiddelenindustrie. De schijnbare achterstand in de primaire sector, de toeleverende industrie en de bijbehorende dienstensector bij het integreren van gegevensstromen wordt vooral veroorzaakt door de onmogelijkheid de diverse variabelen bij de huidige kennis op elkaar af te stemmen. Het tot stand brengen van deze modellering kan een resultaat zijn van "intelligent besturen". Hier kan "intelligent besturen" op termijn leiden tot een betere procesmodellering en -beheersing.

De vraag is of de kansrijkheid van deze ontwikkelingen juist wordt ingeschat en of de agrofoodsector en -ketens voldoende inspelen op dit type ontwikkelingen.

3. Sterkte/zwakte-analyse van kenmerken van het vakgebied

Middelenpositie (actoren, formatie)

Het fundamentele onderzoek dat zich richt op "intelligent besturen" is ingebed in een groot aantal thema's van vele leerstoelgroepen aan vrijwel alle Nederlandse universiteiten (wiskunde- en natuurwetenschappen; informatica; meetsysteem- en regeltechniek; besliskunde en stochastiek; meet- en besturingssystemen; computerarchitectuur en digitale technieken; werktuigbouwkunde; elektrotechniek). Een dominante rol wordt vervuld door de verschillende wiskunde en informatica faculteiten. Het betreft hier circa 160 fte. De meeste groepen zijn erg klein. Het gaat vaak om onderzoekers van hoge kwaliteit, die veelal erg individueel opereren. De vorming van onderzoeksscholen heeft er sterk toe bijgedragen dat er meer samenwerking is ontstaan en dat kennis en expertise onderling wordt uitgewisseld. Het universitaire onderzoek wordt grotendeels gefinancierd uit de 1^e en 2^e geldstroom. Bij de technologische instituten zijn ATO-DLO en TNO-TPD actief met een inzet van circa 15-20 fte, NIZO food research ligt daar iets onder. Andere op de agrosector georiënteerde instellingen (IMAG-DLO, LUW departement Agro-, Milieu- en Systeemtechnologie (AMST), TNO-Voeding) hebben per instelling een geringere inzet. In deze indicatieve getallen lijkt een verschil zichtbaar in de inzet ten behoeve van de voedingsmiddelenindustrie en de inzet gerelateerd aan de primaire productie.

Er zijn weinig bedrijven die onderzoek doen op dit specifieke gebied. Voorbeelden van onderzoek naar redeneersystemen of intelligente besturingssystemen zijn te vinden in de procesindustrie, Philips Research, Hoogovens, Cap Gemini, een aantal verzekeringsmaatschappijen en de voedsel verwerkende industrie.

Fundamenteel onderzoek op het gebied van intelligente dataverwerking en procesbesturing wordt op zeer verschillende plaatsen in vaak heel kleine, groepen uitgevoerd. Daardoor ontstaat een beeld van geringe samenhang en versnippering.

Systeemkenmerken (netwerken)

De bovengenoemde actoren in de diverse deelgebieden zijn in tal van verschillend gearde samenwerkingsverbanden georganiseerd. In de eerste plaats zijn dat de vier inter-universitaire onderzoeksscholen, te weten OSPT (procestechnologie), IPA (programma-tuurkunde en algoritmiëk), SIKS (Informatie- en kennissystemen) en DISC (systeemtheorie en regeltechniek). In KNAW-verband functioneert ASCI (advanced school of computing and imaging), waarin enkele universiteiten, technologische instituten en laboratoria van het bedrijfsleven deelnemen. In NWO-verband worden via de stichting SION (Stichting

Informatica-Onderzoek Nederland) onderzoeksprojecten gefinancierd op het gebied van informatica. Daarnaast zijn er nog verschillende verenigingen en stichtingen actief. De participatie van de op de agrosector gerichte onderzoeksinstituten in deze onderzoeksscholen is beperkt tot het Departement AMST van Wageningen UR. In Wageningen bestaan er wel meer informele netwerken tussen de onderzoekers van de universiteit en de instituten. De instituten ontplooiën met wisselend succes initiatieven om het bedrijfsleven te betrekken bij het onderzoek.

De relaties binnen het onderzoek (fundamenteel en toegepast) en van onderzoek met het bedrijfsleven zijn in de meeste gevallen zwak ontwikkeld.

Internationaal

Over het bestaan van internationale onderzoeksnetwerken heeft TNO-STB geen beeld verkregen. Er is alleen gewezen op het bestaan van het Euregio Fuzzy centrum, een grensoverschrijdend voorlichtings-, advies- en demonstratiecentrum (Fachhochschule Münster, Universiteit Twente en de hogeschool Enschede). Het Euregio Fuzzy centrum heeft onder meer tot doel onderzoekers en gebruikers bij elkaar te brengen en een soort makelaarsfunctie te vervullen.

Toch bestaan er internationale netwerken van onderzoekers op alle terreinen of thema's van fundamenteel onderzoek, zoals onder de paragraaf middenpositie zijn genoemd. Dit blijkt uit de congressen en symposia die op diverse thema's regelmatig worden georganiseerd. Dit is ook in het toegepaste onderzoek het geval.

Het is gewenst aansluiting te versterken bij internationale partners in onderzoek en bedrijfsleven.

Performance

Wetenschappelijk

De VNSU-onderzoeksvisite op het gebied van wiskunde en informatica beoordeelde het (fundamentele) onderzoek op dit gebied als zeer goed. Als kritische kanttekening werd gesteld dat het onderzoek te theoretisch van aard is en dat de relatie met de praktijk grotendeels ontbreekt. De toepassing van de kennis komt daardoor niet van de grond. Het feit, dat veel groepen erg klein zijn waardoor de gewenste kritische massa ontbreekt, werd gezien als een grote bedreiging.

In de workshop noemde anderen de universitaire kennis-infrastructuur zeer slecht toegankelijk en bijzonder gefractioneerd. Kennis wordt door individuele onderzoekers op een beperkt gebied ontwikkeld. Men zit opgesloten in het eigen domein.

Maatschappelijk (opleiding)

De (universitaire) opleiding in het vakgebied wordt gezien als goed. Maar een punt van zorg is dat veel van de opgeleide onderzoekers blijven hangen in dezelfde wetenschappelijke wereld. Daardoor is er een erg klein aanbod van opgeleiden naar de markt en ontstaat er geen goede wisselwerking met het bedrijfsleven. In het bedrijfsleven is er te weinig zicht op de fundamentele kennisontwikkeling.

Het feit dat er met name in de agrosector te weinig mensen zijn met voldoende kennis van de ontwikkelingen in het gebied, betekent een rem op de ontwikkeling van toepassingen. Het hele opleidingstraject MBO/HBO-universiteit dient integraal te worden beoordeeld. Daarbij dient specifiek aandacht te zijn voor de relatie tussen technische en agrospecifieke aspecten (biologie, *food*).

Maatschappelijk (bedrijfsleven)

De vraag vanuit de markt is divers.

De chemische procesindustrie en de voedingsmiddelenindustrie hebben nog het meest zicht op de ontwikkelingen en de vernieuwingen die zich voordoen. De grootste bedrijven zijn voldoende kapitaalkrachtig om zelf onderzoek over besturing van productieprocessen uit te (laten) voeren. De soms enorme omvang en complexiteit van productiesystemen beperkt vaak de mogelijkheden om snel op grote vernieuwingen in te spelen, omdat dat het hele productiesysteem raakt. Vernieuwingen kunnen pas worden doorgevoerd als grote nieuwe investeringen aan de orde zijn. Vaak betreft het bedrijfsspecifieke vernieuwingen van bedrijfsprocessen, die al dan niet samen met technische instituten worden ontwikkeld. Kennis daarover blijft dan binnen het bedrijf en wordt niet algemeen beschikbaar gesteld, of pas op termijn en onder voorwaarden (licenties e.d.).

Een aantal instituten is actief bezig met individuele bedrijven uit de voedingsmiddelenindustrie om op basis van nieuwe inzichten op het gebied van intelligent besturen nieuwe systemen te ontwerpen.

De (primaire) agrosector en de toeleverende (technisch georiënteerde) industrie is veel kleinschaliger, uiterst divers en sterk productgeoriënteerd. Een extra complicatie is dat levende producten om een andere benadering vragen dan grondstoffen uit de chemische procesindustrie. De markt voor specifieke productgebonden apparatuur is meestal bijzonder klein. Daardoor zijn de financiële mogelijkheden om in nieuwe ontwikkelingen te investeren uiterst beperkt.

De aansluiting van de marktpartijen uit de agrosector op nieuwe ontwikkelingen bij intelligent besturen en systeemontwerpen door de onderzoeksinstituten is slecht. De vele kleine partijen leidt tot een versnipperde markt, die alleen al daardoor moeilijk toegankelijk is. Onderzoeksinstituten ervaren dat aan den lijve.

Het hele gebied van de kennistransfer is zwak ontwikkeld. Voor het bedrijfsleven is het erg moeilijk de kansen van nieuwe ontwikkelingen goed in te schatten. Het ontbreekt aan

goede voorbeeldprojecten. Er is bovendien sprake van een enorme mismatch tussen de wetenschappelijke wereld en het bedrijfsleven: onderzoekers denken in andere tijdtrajecten dan ondernemers. De fundamentele kennisgeneratie en de innovatie in bedrijven staan te los van elkaar.

4. Acties

1. Selecteer enkele strategische posities, bundel onderzoekscapaciteit en versterk de internationale kennispositie in het onderzoek

De fundamentele kennisontwikkeling op het gebied van wiskunde en informatica, en in het deelgebied “intelligent besturen”, is in Nederland op een hoog niveau. Dat gebeurt op sterk uiteenlopende onderwerpen door een veelheid van kleine, vooral lokaal opererende groepen. De toegankelijkheid daarvan is beperkt. Het is zeer de vraag of het Nederlandse onderzoek zich in de toekomst een zo brede, versnipperde opstelling kan blijven permitteren. Het verdient overweging een aantal strategische onderzoeksterreinen te selecteren en daarin een internationaal erkende sterke kennispositie te verwerven. Voor het landbouwkennissysteem en de agrosector is een strategisch domein waar integratie plaatsvindt van technische kennis en kennis van levende producten.

Wageningen UR en STW nemen het initiatief om een discussie te starten om een aantal strategische onderzoeksterreinen te selecteren en daarop samenwerkingsverbanden te ontwikkelen tussen fundamenteel, toegepast onderzoek en het bedrijfsleven. Eén van de strategische domeinen is de verbinding van technische kennis en kennis van levende producten.

2. Exploreer de internationale markt en creëer een platform waarin wetenschap en bedrijfsleven kennis, ideeën en behoeften uitwisselen

Er is bij het onderzoek nauwelijks kennis over de markt, behoeften van marktpartijen en de potentie van fundamentele kennis voor toepassing in de markt. In het bedrijfsleven bestaat er weinig zicht op het fundamentele onderzoek en de potentiële betekenis ervan voor de bedrijven. De toegankelijkheid van het onderzoek is beperkt. Kennistransfer moet in feite nog ontwikkeld worden.

In de agrosector zijn marktpartijen grofweg te verdelen in de primaire sector (en de daaraan verbonden toeleverende industrie) en de voedingsmiddelenindustrie. De eerste groep bestaat uit MKB-achtige bedrijven, de tweede groep uit grote industriële partijen. De behoeften aan vernieuwing op het gebied van “intelligent besturen” lopen zeer sterk uiteen. Het komt aan op het verbinden van technische kennis en kennis van levende producten, zowel in de primaire productie (planten, dieren) en de verwerking (planten, *food*). Voor beide segmenten, de aan de primaire agrosector verbonden bedrijven en de voedingsmiddelenindustrie komt het er op aan verbindingen te ontwikkelen naar de internationale markt.

Wageningen UR, STW en het bedrijfsleven nemen samen het initiatief om een platform te creëren waar onderzoek (universiteiten, instituten) en het bedrijfsleven elkaar regelmatig kunnen ontmoeten en brainstormen over wetenschappelijke ontwikkelingen op het terrein van “intelligent besturen” en toepassingen daarvan in de agrosector. Markten en marktpartijen worden *internationaal* in kaart gebracht en er worden vanuit een brede, sectoroverschrijdende aanpak doelgroep-specifieke activiteiten ontwikkeld.

3. Ontwerp innovatieve stimuleringsregelingen

Een belangrijke *bottle neck* voor een snelle doorstroming van ontwikkelde kennis naar toepasbare producten is het feit, dat veel marktpartijen in de primaire sector betrekkelijk klein zijn (MKB-type) en onvoldoende kapitaalkrachtig om de kostbare onderzoekstrajecten grotendeels zelf te financieren. Het lijkt belangrijk stimuleringsregelingen te ontwerpen waardoor de risico's voor deze bedrijven worden beperkt en ze worden gestimuleerd om vroegtijdig in te spelen op nieuwe ontwikkelingen.

De overheid, in dit geval LNV, kan vernieuwing op het terrein van “intelligent besturen” bij het bedrijfsleven stimuleren door een innovatie bevorderend instrumentarium te ontwikkelen. LNV zou zich met name kunnen richten op innovatie en stimulering van kennisoverdracht over “intelligent besturen” bij kleine(re) innovatieve bedrijven in de toeleverende industrie.

4. Zorg voor een kwaliteitsimpuls bij de agrarische opleidingen gericht op het ontwerpen en besturen van processen

Op verschillende niveaus (MBO, HBO én universitair) is versterking gewenst van scholing en opleiding gericht op het intelligent besturen van processen als de aansluiting op het onderzoek. Het gaat zowel om het ontwerpen als het kunnen omgaan met complexe systemen en systeemsoftware. De integratie van technische systemen met de kennis van natuurlijke producten (“*food-kennis*”) is essentieel. Dit geldt zowel voor de opleiding gericht op de voedingsindustrie als die gericht op de primaire sector (incl. toeleveranciers van systemen).

Wageningen UR zou de beschikbare kennis kunnen bundelen in toegespitste programma's. **In het agrarisch onderwijs (MBO én HBO)** is een impuls nodig op het gebied van de (intelligente) besturing van processen in productie en verwerking van voedsel en sierteeltproducten.

NRLO-adviesrapporten W&T- verkenning

nummer	titel
99/1	Kansen in wetenschap en technologie Speerpunten voor de agrosector, visserij en groene ruimte
99/2	Sensor- en microsteemtechnologie Speerpunten voor actie
99/3	Bewaar- en verpakkingstechnologie Speerpunten voor actie
99/4	Veterinaire epidemiologie Speerpunten voor actie
99/5	Moleculaire en reproductiebiologie bij dieren Speerpunten voor actie
99/6	Moleculaire plantenbiologie Speerpunten voor actie
99/7	Nanotechnologie Speerpunten voor actie
99/8	Productie-ecologie Speerpunten voor actie
99/9	Intelligente dataverwerking en procesbesturing Speerpunten voor actie
99/10	Aquacultuur Speerpunten voor actie
99/11	Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte Speerpunten voor actie