

Kennisintensieve ICT voor de tuinbouwketen

J.L. Top, C.N. Verdouw, J.W. Donkers, A.J.M. Beulens
Wageningen UR
e-mail:jan.top@wur.nl

Samenvatting

Informatietechnologie kan bijdragen aan verhoogde efficiëntie, effectiviteit en extra waardecreatie in de tuinbouwketen. Voorwaarde is wel dat de toepassing ervan daadwerkelijk leidt tot betere communicatie (binnen de keten, met de consument en met de overheid) en vooral tot betere beslissingen. De informatie in ICT-systemen moet verweven zijn met *kennis* over producten en processen in de tuinbouwketen. In artikel geven wij de aanzet tot een aantal projectideeën gericht op kennisintensieve ICT in tuinbouwketens. Daartoe beschouwen we ketens en netwerken op twee niveaus. Ten eerste zijn er de processen in de *operationele keten*, die er op gericht zijn efficiënt de consument of afnemer te bedienen. Ten tweede is er het proces van *keten(her)ontwerp* dat tot doel heeft hebben de effectiviteit de keten te vernieuwen door min of meer ingrijpende herziening van de keten. Op het niveau van continue verbeteringsprocessen onderscheiden we technologieën voor het sturen en plannen, uitvoeren, monitoren, evalueren van bedrijfsprocessen. Als het gaat om sprongwijze vernieuwingsprocessen zien we reflecteren, ontdekken, ontwerpen, besluiten, invoeren als elementaire stappen. Dit model geeft een groot aantal technologische mogelijkheden een plaats: RFID, sensoren en visionsystemen, eb-XML, ERP, Enterprise Application Integration (EAI), Advanced Planning and Scheduling (APS), Data mining, Semantic Web, enz.

Op dit moment lopen er al diverse projecten en activiteiten in de tuinbouw om informatietechnologie toe te passen, veelal gericht op het verbeteren van de efficiëntie van de huidige processen. We constateren echter dat er vier gebieden zijn waar nieuwe informatietechnologie kan leiden tot meer innovatieve toepassing: standaarden voor communicatie, beslissingsondersteuning, kennismanagement en systeemarchitectuur. Het is niet moeilijk om rond deze thema's een groot aantal projecten te definiëren. We stellen echter op grond van haalbaarheid, draagvlak en innovativiteit de volgende projecten voor op het gebied van ICT in de tuinbouwdelta:

- Communicatiestandaarden in tuinbouwketens: *een blauwdruk voor toekomstige communicatie en de implementatie daarvan.*
- ICT architectuur in de Tuinbouwdelta: *het dynamisch (her)inrichten van de ICT-infrastructuur op basis van bedrijfsmodellering.*
- KennisTuin: *benutting van bedrijfsgegevens en andere kennisbronnen voor het beheersen van productkwaliteit.*
- PlantVision: *het geautomatiseerd beoordelen van tuinbouwproducten.*

De verstrengeling van ICT-innovatie met andere thema's zoals productie, transport en logistiek, kennisdoorstroming, enzovoorts is evident. ICT is geen doel maar een middel.

1 Inleiding

Informatie- en communicatietechnologie (ICT) spelen tegenwoordig in alle sectoren van industrie en handel een belangrijke rol. Dit geldt ook voor agroproductieketens, zij het dat er een vrij algemeen gevoel heerst dat er een achterstand is in de mate waarin ICT-toepassingen worden gebruikt ten opzichte van de meer geïndustrialiseerde ketens in andere sectoren. Informatietechnologie kan alleen bijdragen aan verhoogde efficiëntie of extra waardecreatie als ze daadwerkelijk betere communicatie (binnen de keten, met de consument en met de overheid) en vooral betere beslissingen mogelijk maakt.

Waar het nu nog vaak gaat om het verzamelen en doorgeven van losstaande proces- en productgegevens, zal het in de toekomst vooral gaan om het dynamisch integreren van die gegevens en het koppelen van bedrijfsgegevens aan *kennis over producten en processen*. Op dat moment kunnen de ketenspelers vroegtijdig inschatten wat de consequenties zijn van bepaalde beslissingen en daarop inspelen. Het is bijvoorbeeld erg belangrijk om de marktvraag goed mogelijk te voorspellen op grond van trends en marktkennis, om daar de productie op af te stemmen. Die voorspelling zou dan ook andere consequenties van de keuzen die men maakt moeten omvatten, effecten die men kan samenvatten onder de noemer *people, planet en profit*. Dit is essentieel voor de keten om flexibel in te kunnen spelen op toenemende dynamiek in de omgeving.

In deze *position paper* willen we een aanzet geven voor innovatieve inzet van informatie- en kennistechnologie in agroproductieketens, in het bijzonder de tuinbouwketen. Daartoe beschouwen we ketens en netwerken op twee niveaus. Ten eerste is er de processen in de *operationele keten*, die er op gericht zijn effectief en efficiënt de consument te bedienen. De keten is een (tijdelijk) samenwerkingsverband van partijen uit een netwerk, met het doel een product of een klasse van producten voort te brengen. Ten tweede is er het proces van *keten(her)ontwerp*, dat tot doel heeft hebben de effectiviteit en efficiëntie van de agroketen te verbeteren door min of meer ingrijpende herziening van de keten. In de operationele keten wordt ICT ingezet voor de automatisering en ondersteuning van operationele processen, voor procesbesturing, voor operationeel logistiek en financieel management, marketing management, tracking & tracing, enz. Op het niveau van ketenontwerp speelt ICT een rol bij herconfiguratie van de keten, het kiezen van samenwerkingsvormen, het herzien van de logistieke grondvorm, productontwikkeling en -introductie, etc. Op beide niveaus moet men over de juiste informatie en kennis beschikken.

Op dit moment is binnen bedrijven al veel informatie beschikbaar. Het is echter vaak de vraag of de juiste informatie wel op het juiste moment op de juiste plaats terecht komt en of de informatie wel goed geïnterpreteerd wordt. In veel gevallen is de informatievoorziening nog sterk versnipperd georganiseerd, terwijl ook de flexibiliteit te wensen over laat. Dit geldt voor informatiestromen binnen tuinbouwbedrijven (tussen bedrijfsfuncties zoals teelt, logistiek, verkoop, distributie, financiën) maar ook voor de uitwisseling van gegevens tussen bedrijven in de keten. Ook zijn er nieuwe mogelijkheden om informatie aan producten te koppelen en om te communiceren met de consument. Daarmee ontstaan nieuwe kansen op de internationale markt.

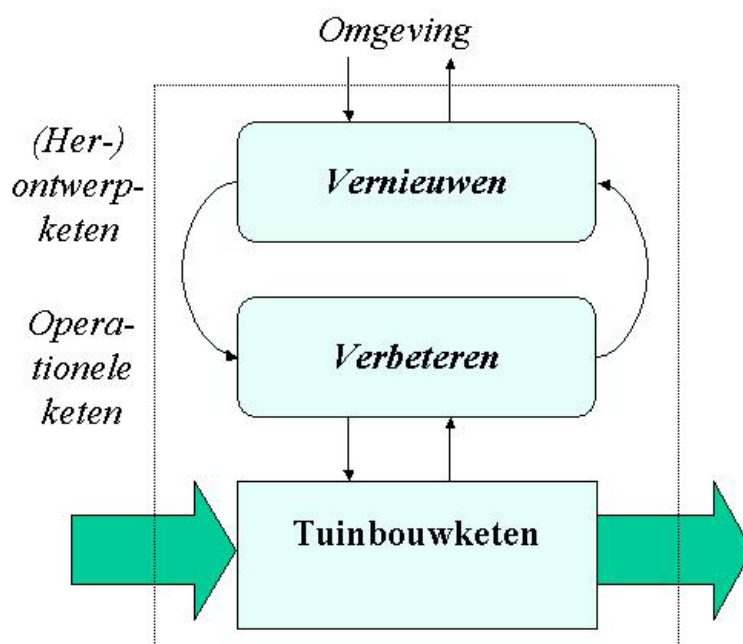
Indien de informatievoorziening in de keten goed georganiseerd is, is het vervolgens een uitdaging om de inzet van *kennis* te versterken. Een planningssysteem kan bijvoorbeeld tuinbouwspecifieke voorspellingsmodellen gebruiken om de alternatieve planningsvoorstellen tegen elkaar af te wegen. Hiermee zal de in een bedrijf beschikbare informatie pas goed tot meerwaarde worden.

Het doel van deze *position paper* is om een aantal concrete projectideeën te schetsen die de ontwikkeling richting dynamische en kennisintensieve ICT in tuinbouwketens op gang kunnen brengen. Om dit te kunnen doen schetsen we in hoofdstuk 2 een raamwerk, waarin de invulling van en samenhang tussen de operationele keten en het keten(her)ontwerp nader wordt uitgewerkt. In hoofdstuk 3 plaatsen we een groot aantal technologische ontwikkelingen in dit raamwerk, met de bedoeling om geavanceerde informatie- en kennistechnologie een gezicht te geven binnen de problematiek van de tuinbouwsector. Dat er op dit gebied al veel gebeurt zetten we uiteen in hoofdstuk 4. We beschrijven daar aan de hand van verschillende cases hoe de sector op dit moment volop bezig is met innovatieve toepassing van ICT. Vervolgens definiëren we in hoofdstuk 5 vier aandachtsgebieden voor mogelijke projecten in de tuinbouwsector: communicatie, beslissingsondersteuning, kennismanagement en systeemarchitectuur. Informatietechnologie staat echter nooit op zichzelf, maar heeft een rol voor alle andere thema's binnen de Tuinbouwdelta (hoofdstuk 6). Als resultante van de analyse in dit artikel komen we in hoofdstuk 7 met vier projectideeën die voldoen aan criteria van haalbaarheid, innovativiteit en draagvlak.

2 Verbeteren en vernieuwen

Niemand in de tuinbouwsector zal ontkennen dat informatie en ICT-toepassingen nu al een belangrijke rol spelen binnen alle mogelijke processen, of dat in de nabije toekomst dat zullen gaan doen. De (mogelijke) inzet van ICT in de tuinbouw is dan ook zeer divers. In dit hoofdstuk wordt een conceptueel raamwerk beschreven om de samenhang in deze verscheidenheid aan te brengen. Dit raamwerk gaat uit van de veronderstelling dat de toepassing van nieuwe informatietechnologie gepaard gaat met het verbeteren of vernieuwen van processen. Hiermee kunnen we vervolgens de verschillende typen inzet van ICT in kaart brengen. Daartoe worden allereerst de processen uitgewerkt waarin ICT een ondersteunende rol kan hebben.

Het raamwerk bestaat uit drie onderdelen, namelijk (1) de bedrijfsprocessen in tuinbouwketen (het object), (2) de operationele besturing daarvan en (3) het proces van her(ontwerp) om te komen tot nieuwe een nieuwe bedrijfs- of keteninrichting. Figuur 1 geeft de relaties tussen deze twee niveaus van besturing en het object weer.



Figuur 1 Twee niveaus van besturing en de keten

Startpunt van het raamwerk is het *object* van studie, namelijk de tuinbouwketen. Het bestaansrecht daarvan bestaat uit het onderscheidend leveren van toegevoegde waarde in de markt, binnen de randvoorwaarden die gesteld worden door de omgeving. Deze toegevoegde waarde wordt gerealiseerd door het uitvoeren van processen in de keten en daarmee het genereren van producten (goederen en diensten). Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen drie typen processen [1]:

- De *primaire bedrijfsprocessen* dragen direct bij aan de voortbrenging van de producten van de onderneming en daarmee aan de toevoeging van waarde in de omgeving. Voorbeelden van primaire processen zijn inkoop, productie, verkoop, levering en ontwikkeling.
- De *secundaire, ondersteunende bedrijfsprocessen* dragen zorg voor de ontwikkeling en instandhouding van de mensen en middelenstroom en leveren daarmee indirect (via de kwaliteit van de mensen en middelen) een bijdrage aan de toevoeging van waarde. Voorbeelden van ondersteunende processen zijn personeelsmanagement, ontwikkeling en onderhoud van machines, gebouwenbeheer en financiële administratie.
- De *regelende processen* hebben als doel om de bedrijfsprocessen effectief (doeltreffend) en efficiënt (doelmatig) te laten verlopen. De besturing vindt plaats door metingen in het proces te vergelijken met normen en vervolgens bij te sturen (preventief of correctief). Informatie speelt hierbij een sleutelrol.

De regelende processen bestaan uit twee samenhangende vormen van management, namelijk verbeteren en vernieuwingsprocessen (naar [2]). Voor tuinbouwketens onderscheiden we op basis van deze tweedeling de volgende niveaus van innovatie en besturing:

- *De operationele keten (verbeteren)* die gericht is op het continue optimaliseren van de bedrijfsprocessen, waarbij sprake is een zekere mate van controle en beheersing mogelijk is.
- *Herontwerp van de keten (vernieuwen)*, gericht op het vernieuwen van de operationele keten. Dit verloopt relatief sprongsgewijs en is aan de orde als continue aanpassingen onvoldoende effect hebben.

Ter illustratie van het verschil tussen verbetering en vernieuwing een aantal voorbeelden:

- Het geleidelijk aanpassen van een bestaand product is een verbeteringsproces; het overstappen op een geheel nieuw product is een vernieuwing die veel ingrijpender is.
- De invoering van een nieuw ERP-systeem is een ingrijpende verandering in de secundaire procesvoering; het updaten van de bestaande software hoeft slechts ervaren te worden als een nauwelijks versturende verbetering.
- Het verbeteren van de communicatie met een ketenpartij binnen bestaande contracten kan gezien worden als een verbeterproces, het aangaan van nieuwe strategische allianties is een vernieuwing.

In de volgende paragrafen wordt het raamwerk van figuur 1 verder uitgewerkt, om te komen tot een meer gedetailleerd beeld van de stappen die leiden tot verbetering en vernieuwing. Hiermee kunnen we vervolgens de mogelijke bijdragen van informatietechnologie plaatsen en bovendien de samenhang met alle mogelijke andere innovaties in de Tuinbouwdelta aangeven.

2.1 Operationele keten: verbeteren

Continue verbetering is een belangrijk speerpunt van het kwaliteitsdenken. Men kan hierbij uitgaan van de zogenaamde Deming-cirkel (*plan, do, check, act*) [3], die de volgende fasen van verandering onderscheidt:

- *Plannen*: het vaststellen van meetbare doelstellingen en het maken van de planning om deze doelen te realiseren (Plan);
- *Uitvoeren*: het uitvoeren van primaire en secundaire processen die nodig zijn om de doelstellingen te kunnen realiseren (Do).
- *Monitoren en evalueren*: het meten van de procesprestaties en het vergelijken daarvan met de doelstellingen (Check).
- *Handelen*: het bepalen op basis van de monitoring in hoeverre verbeterende maatregelen nodig zijn en het uitvoeren daarvan (Act).

De planningsstap wordt gestuurd door bovenliggende bedrijfsdoelen en een inschatting van risico's, uit te drukken in *performance* en *risk indicators*. Hiervoor moeten de juiste bedrijfsgegevens op het juiste moment voorhanden zijn. Bovendien is het van belang om de consequentie van bepaalde operationele plannen te kunnen voorspellen. Hiervoor is kennis van de betreffende processen en producten, kennis van de omgeving (markt) en gezond verstand nodig.

De verbetercyclus grijpt op verschillende niveaus in op het object, de processen binnen de tuinbouwketens, namelijk:

- Fysieke productiebesturing (mechanisatie): dit betreft de besturing die direct is gerelateerd aan de fysieke infrastructuur van de productiemiddelen en het product. Op basis van technische metingen aan het product (sensing en scanning) vindt directe geautomatiseerde bijsturing van de productiemechanisatie plaats (mechanisatie en robotica). Voorbeelden hiervan in de tuinbouw zijn de bijsturing van het kasklimaat, automatische sorteersystemen en uitzetrobots.
- Bedrijfsmanagement: de planning en beheersing van bedrijfsprocessen op verschillende niveaus met elk hun eigen tijdsbasis worden uitgevoerd, zoals:
 - Management op directieniveau op basis van algemene prestatie-indicatoren;
 - Management op het niveau van de lijnmanagers op basis van specifieke prestatie-indicatoren;
 - Kwaliteitsmanagement;
 - Ordermanagement op basis van werkelijke klantorders of op basis van algemene verkoopplanningen, teeltplannen, inkoopplanningen, et cetera, die bijvoorbeeld wekelijks worden bijgesteld;
 - Operationeel management van de materiaal- en materieelbehoefte ten opzichte van de beschikbaarheid, bijvoorbeeld op basis van plannen die dagelijks worden bijgesteld;

- Continue operationele aansturing, door het toekennen en bijsturen van specifieke werkopdrachten.
- **Ketenmanagement:** de afstemming van het bedrijfsmanagement met andere partijen in de keten en het netwerk. Men spreekt hier tegenwoordig van een regiecockpit: een informatiesysteem dat de besturing van de keten als geheel ondersteunt.

Momenteel vindt in de tuinbouw nog vaak weinig systematische afstemming plaats tussen de verschillende niveaus van bedrijfs- en ketenmanagement. Zo is bijvoorbeeld optimalisatie van de productopbrengst meestal het uitgangspunt voor het besturen van een klimaatregeling. In de nabije toekomst kan de teeltaansturing echter worden gekoppeld aan de vraag uit de markt *en* aan energie- en grondstoffengebruik. Dit kan leiden tot een werkelijk duurzaam proces, gekoppeld aan commercieel succes [4]. Hierbij zullen voorspellingsmodellen voor de marktvraag gekoppeld moeten worden aan plantproductiemodellen en kwaliteitsverloopmodellen, met het doel de productie zo goed mogelijk te sturen op de voorspelde en de actuele marktvraag. Ook het monitoren is een informatie-intensieve taak, die sterk afhankelijk is van de mate waarin het proces bemeten kan worden.

2.2 Ketenherontwerp: vernieuwen

Het continue verbeterproces is nauw gekoppeld aan de bestaande situatie en schiet te kort indien ingrijpende veranderingen moeten worden doorgevoerd. Voor het realiseren van ingrijpende resultaatveranderingen is het noodzakelijk om los te komen van de bestaande organisatie en de organisatie ingrijpend te vernieuwen. Vernieuwingsprocessen worden gekenmerkt door een zekere mate van chaos, wat tijdelijk ten koste kan gaan van de productiviteit. Het is daarom de uitdaging om de balans te vinden tussen verbetering en vernieuwingsprocessen en daarbij een goede timing te vinden.

De meest ingrijpende vorm van ketenvernieuwing is die waarin een nieuwe keten wordt gevormd. Meestal vindt dit plaats binnen een netwerk van bedrijven en organisaties die een los netwerkverband hebben, en die besluiten een voortbrengingsketen te vormen voor een bepaalde groep producten. Het vormen van een voortbrengingsketen met bestaansrecht vereist een zekere mate van regie, onderling vertrouwen en transparantie. Ketenvorming is een alternatief voor ad-hoc inkopen en verkopen, bijvoorbeeld via een (elektronische) veiling of bemiddeling. Voor het laatste is vooral de beschikbaarheid van informatiestandaarden (e-commerce, producttracering) noodzakelijk. Bij een aanpak gebaseerd op ketenregie is de behoefte aan transparantie veel groter, maar binnen een beperkt aantal partijen.

Voor het invullen van vernieuwingsprocessen zijn verschillende theorieën opgesteld. Belangrijke perspectieven zijn:

- **Veranderkunde:** de theorievorming over het gericht doorvoeren van complexe organisatieveranderingen. Een klassiek model in deze stroming is die van Kurt Lewin [5]. Dit model definieert de fasen ontdoeien (bewustwording van de noodzaak, het nut en de mogelijkheid voor verandering), bewegen (het veranderen zelf) en bevroren (het verankeren en professionaliseren van de verandering in een nieuw evenwicht). Vanuit systeemkundig perspectief onderscheidt De Leeuw [6] de fasen diagnose, ontwerp en realisatie als invulling voor de bewegingsfase.
- **Innovatiemanagement:** de theorievorming over de acceptatie (adoptie) en verspreiding (diffusie) van product-innovaties. Een gezaghebbend model in deze stroming is het innovatiebesluitvormingsproces van Rogers [7]. Dit model onderscheidt de fasen *kennis* (bekend raken met de innovatie), *overtuiging* (het vormen van een positieve dan wel negatieve houding ten opzicht van de innovatie), *besluit* (acceptatie of afwijzing), *invoering* (het in gebruik nemen van de innovatie) en *bevestiging* (versterken of heroverwegen van de adoptiebeslissing).
- **Besluitvorming:** de theorievorming over het proces van het nemen van besluiten. Bekend is de fasering van Simon [8]. Volgens hem bestaat een rationeel besluitvormingsproces uit de fasen [9] onderzoek (het bepalen en specificeren van het probleem, doelstellingen en methode van oplossen), ontwerp (het bedenken, ontwikkelen en analyseren van mogelijke oplossingen) en de keuze (van het beste alternatief).
- **Besturing:** de theorievorming over de wijze waarop organisatiebesturing. Klassiek is het onderscheid naar drie vormen van besturing [10], namelijk *strategisch* (de besluitvorming over de organisatie doelen en de strategieën om deze doelen te bereiken), *tactisch* (het proces waardoor managers andere organisatieleden beïnvloeden voor de implementatie van de strategieën van de organisatie) en *operationeel* (het borgen dat gespecificeerde taken efficiënt en effectief worden

uitgevoerd). De strategische en tactische besturing maakt deel uit van de vernieuwingscyclus, terwijl de operationele besturing onderdeel is van de verbetercyclus.

- **Strategisch management:** hierbij zijn veel verschillende scholen te onderkennen. In de klassieke strategische planningsbenadering staan de volgende fasen centraal [11]: het ontwikkelen van de missie en strategische doelen, het analyseren van bedreigingen & kansen en het bepalen van sterktes & zwaktes (SWOT), genereren van alternatieve strategieën, ontwikkelen van een strategisch plan, ontwikkelen van tactische plannen, bewaken en beoordelen van de resultaten en het herhalen van het planningsproces. De laatste tijd wordt echter steeds meer de nadruk gelegd op het dynamische karakter van strategievorming.
- **Business Process Redesign (BPR):** hierbij wordt de nadruk gelegd op een radicaal en fundamenteel herontwerp van de bedrijfsprocessen. BPR betekent een volledige nieuwe start, waarbij bestaande situatie volledig losgelaten wordt en vervolgens de processen opnieuw worden ingericht, waarbij de mogelijkheden van informatietechnologie maximaal benut worden. Volgens Hammer & Champy [12], de grondleggers van deze benadering, kan alleen op deze manier substantiële resultaatverbeteringen bereikt worden.

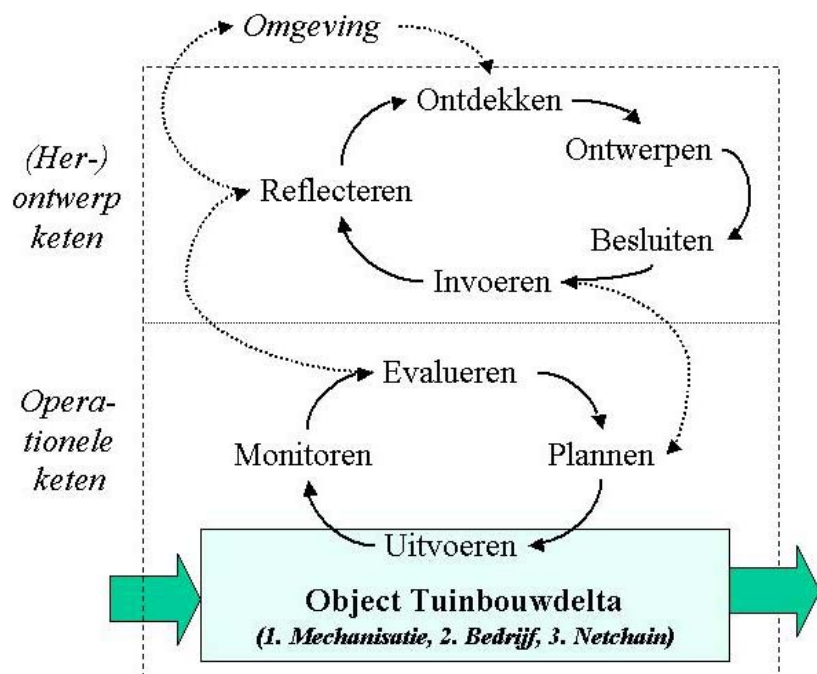
Op basis van de bovenstaande perspectieven kunnen de volgende fasen van een organisatievernieuwingsproces worden onderscheiden:

- **Ontdekken:** de bewustwording en analyse van het probleem c.q. de kans op basis van informatie uit de omgeving of interne reflectie;
- **Ontwerpen:** het uitwerken van de alternatieve oplossingsrichting en de modelvorming daarbij;
- **Besluiten:** het afwegen van de oplossingsontwerpen en de keuze van een alternatief of afwijzing;
- **Invoeren:** de implementatie van de gekozen het gekozen alternatief en het besturen van deze implementatie.

Reflecteren: het evalueren van het vernieuwingsproces mede op basis van de evaluaties in de verbetercyclus en op basis daarvan opstarten van vernieuwingen.

2.3 Raamwerk

Gegeven de invulling van verbeter- en vernieuwingsprocessen zoals beschreven in voorgaande paragrafen, kan het raamwerk (zie figuur 1) verder worden verfijnd, resulterend in onderstaand schema



(figuur 2).

Figuur 2 De (her-)ontwerp- en operationele keten in detail uitgewerkt

De samenhang tussen de operationele en de (her)ontwerpketen is als volgt. Een (her)ontwerpproces binnen een tuinbouwketen start met het ontdekken van mogelijkheden voor vernieuwing op basis van kansen en bedreigingen in de omgeving of door interne reflectie op de sterkten en zwakten. Na het

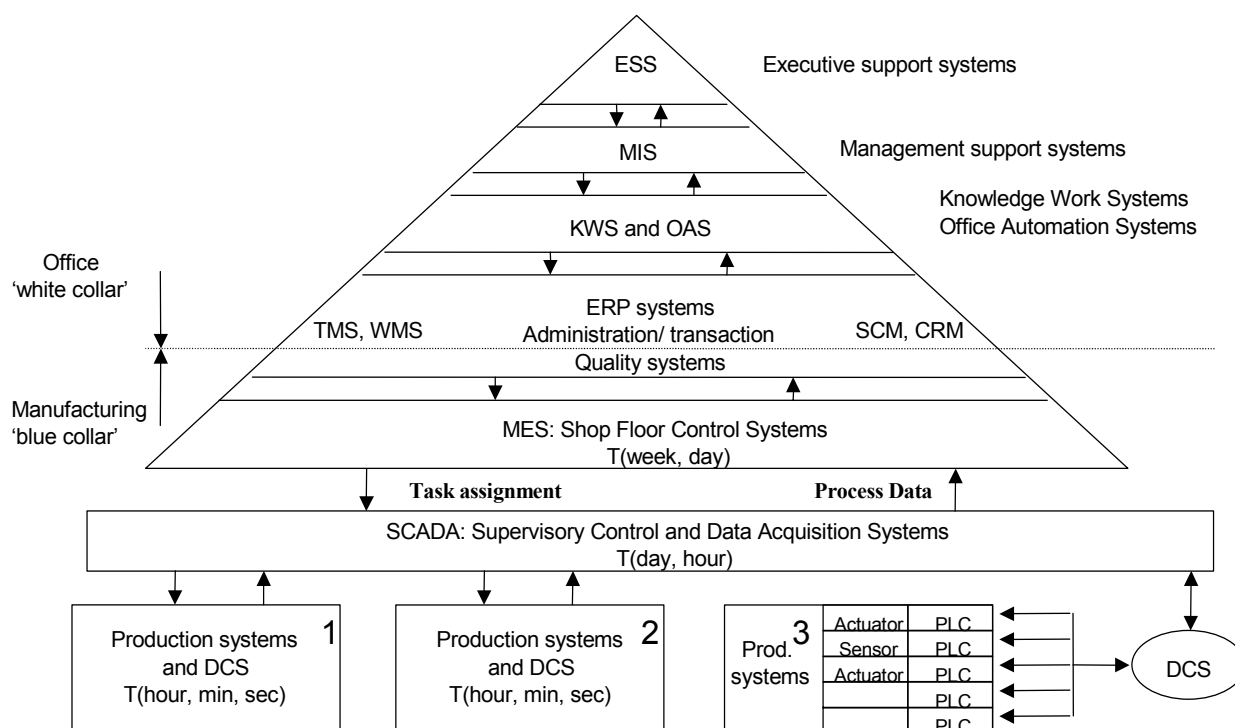
ontwerp van de alternatieven en de besluitvorming, wordt het gekozen alternatief geïmplementeerd. Sluitpunt van de implementatie is de inbedding en verankering in de operationele keten. Dit betekent dat de planning en doelen worden aangepast aan de vernieuwde situatie, de vernieuwde processen worden uitgevoerd, gemeten en bewaakt, waarna de prestaties worden geëvalueerd en continue verbeterd. De nieuwe operationele evaluaties zijn de basis voor reflectie van het vernieuwingsproces. Vanuit deze reflectie kan het volgende vernieuwingsproces worden opgestart of acties worden ondernomen om de omgeving in de gewenste richting te ontwikkelen, voor zover dat binnen de invloedssfeer van de tuinbouwketen ligt.

3 Technologie

De huidige ontwikkelingen op het gebied van de informatica kunnen geheel nieuwe oplossingsrichtingen en waardeproposities bieden voor de Tuinbouwdelta. Technologie heeft echter alleen nut als ze een zinvolle rol speelt in het bedrijfsproces, hetzij op operationeel niveau, hetzij op strategisch niveau. Om die reden beschrijven we in deze paragraaf een aantal nieuwe technologieën, geplaatst binnen het hierboven geschetste model van verbetering en vernieuwing. Dit sluit overigens niet uit dat bepaalde technologieën ook op andere dan de genoemde plaatsen inzetbaar zijn. Vervolgens zien we in Hoofdstuk 3 wat het huidige niveau van ICT-toepassing in de sector is. In wisselwerking met de andere, niet informatietechnologische innovaties in de Tuinbouwdelta kunnen we dan komen tot concrete projectideeën.

3.1 Technologie voor verbeteringsprocessen

In de operationele keten ligt de nadruk op informatievoorziening voor operationele besturing en planning. In paragraaf 2.1 is aangegeven dat verbeterprocessen zich richten op verschillende detailniveaus. Op al deze niveaus heeft informatietechnologie een belangrijke rol. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de verschillende systemen en hun plaats binnen een algemene ICT-architectuur.



Figuur 2 Verschillende niveaus van ICT-systemen in bedrijven

Op de verschillende niveaus vinden verbetercycli plaats, ondersteund door een grote diversiteit aan informatietechnieken. Onderstaand benoemen we per fase de rol van ICT en de relevante technieken.

3.1.1 Sturen en plannen

Hiervoor is het nodig een goed beeld van de procesvoering op een bepaald moment te hebben en van de besturingscriteria (normen, doelen en planningen). ICT is een belangrijk hulpmiddel om de huidige toestand te bepalen en om de besturingscriteria vast te leggen en op elkaar af te stemmen.

Optimalisatie-algoritmen worden al langere tijd in gebruik in diverse industriële toepassingen van *operations research*. Dergelijke algoritmen berekenen automatisch onder vooraf gegeven condities het optimum van een bepaalde doelfunctie, bijvoorbeeld winst of energiebesparing. Automatische optimalisatie vereist dat een (wiskundig) model beschikbaar is dat de doelfuncties en randvoorwaarden beschrijft.

Met behulp van *Case Based Reasoning* kan men de huidige toestand in een proces vergelijken met vroegere toestanden en de bijbehorende optimale besturingsstrategie kiezen. Door het zelflerende karakter van deze techniek worden deze strategieën in de loop van de tijd steeds beter.

Multi-agent systemen ondersteunen optimalisatie over een aantal samenwerkende (virtuele) actoren via onderhandeling. Het voordeel hiervan is dat men de optimalisatiestrategie niet van tevoren hoeft vast te leggen. Deze wordt bepaald doordat de *agents* op basis van hun eigen intelligentie en een aantal globale performance indicatoren het optimum zoeken. In logistieke planning kan men bijvoorbeeld per transportmiddel een agent definiëren en de oplossing met het minimale aantal transportkilometers laten bepalen.

Model-based control gaat verder dan een traditioneel regelsysteem. Hiermee wordt een model van het te besturen proces gebruikt om steeds een nieuwe regelaanpak te genereren, gegeven een bepaalde besturingshorizon. Bij *Statistical Process Control* kiest men juist voor black-box benadering. Hierbij kijkt men naar abnormale fluctuaties in de productkwaliteit en definieert men zogenaamde *out-of-control* acties [13].

Management Informatiesystemen (MIS): hiermee kunnen prestatie-indicatoren worden vastgelegd en de werkelijke prestaties gevisualiseerd ten opzichte van het doel, bijvoorbeeld in een *regiecockpit*.

Planningsfunctionaliteit van *Enterprise Resource Planning (ERP)* systemen. ERP is standaardsoftware, die de belangrijkste bedrijfsfuncties integreert in één totaalsysteem. Een belangrijk onderdeel zijn de planningsmodulen, die zich vooral richten op materiaal en middelenplanning voor productie afgeleid van verkoopplanningen.

Advanced Planning & Scheduling (APS) systemen. Dit is gespecialiseerde software voor het ondersteunen en optimaliseren van planningsalgoritmes en wordt vaak in combinatie met ERP-systemen en op ketenniveau ingezet.

3.1.2 Uitvoeren

Tijdens het lopende proces is vooral het registreren van de proces- en productinformatie van belang, al dan niet geautomatiseerd met behulp van scanning, sensing en product-identificatietechnieken.

RFID neemt hierbij steeds vaker de plaats in van de standaard barcoding [14]. Technisch gezien is het belangrijkste verschil dat de code op afstand geschreven en gelezen wordt. Bovendien kan men aan een RFID-chip steeds informatie toevoegen. Dit biedt veelbelovende nieuwe mogelijkheden voor logistieke optimalisatie. Verder is voor beide systemen de koppeling met de achterliggende databases en software applicaties cruciaal. De daarvoor benodigde standaardisatie is nog niet uitgekristalliseerd, maar het lijkt erop dat de EPC-standaarden van GS1 (voorheen EAN/UCC) leidend worden.

Voor het uitwisselen van informatie tussen ketenpartijen, tussen bedrijven en overheidsinstanties enzovoorts zijn standaarden nodig. Zonder deze standaarden kunnen de computersystemen de berichten niet automatisch begrijpen en verwerken. Op dit moment is een fase waarin EDIFact wordt vervangen door XML-gebaseerde protocollen. DataTuin is bijvoorbeeld gebaseerd op een deel van ebXML, een XML dialect voor e-business. Op dit moment volstaat men met het definiëren van berichten in de vorm van *XML-tags*, maar in feite is het modelleren van de business processen via UMM een belangrijk element van ebXML. Het maakt onderscheid tussen de interne processen en de processen 'aan de randen' van de organisatie, dat wil zeggen die processen waar interactie met andere partijen aan de orde is. Ten slotte is het opzetten van een *registry* binnen ebXML van belang als er een sprake is van dynamische ketens. In de registry leggen bedrijven vast hoe ze onderling digitaal communiceren en hoe de onderlinge transacties verlopen. Op het moment dat er communicatie over en weer nodig is vertelt de registry hoe die automatisch kan verlopen. Het is op dit moment nog een open vraag of deze functionaliteit interessant is voor de Tuinbouwdelta.

Als er afspraken gemaakt zijn over de uitwisseling van informatie, is het vervolgens mogelijk om bedrijfsapplicaties te integreren, zodat het ene systeem het andere on-line kan aanroepen. De behoefte is in de tuinbouw vooral gericht op interne integratie. Door de trend naar vraaggestuurde en responsieve ketens neemt het belang van integratie van bedrijfsapplicaties binnen tuinbouwketens toe. Tot voor kort was de trend voor integratie binnen bedrijven vooral naar grote integrale systemen van één leverancier in één softwarepakket. Op grote schaal zijn (en worden) zulke *Enterprise Resource*

Planning (ERP) systemen ingevoerd. Recent is er sprake van een ontwikkeling van een algemene techniek op het gebied van applicatie-integratie op basis van XML, namelijk de zogenaamde webservices. Door deze technologie wordt het mogelijk een onafhankelijke integratielaag boven de individuele systemen te bouwen, waarbinnen de verschillende deelsystemen gemakkelijk on-line gekoppeld en ontkoppeld kunnen worden. De zogenaamde *Enterprise Application Integration (EAI)*-softwareproducten richten zich hierop. In deze systemen zijn modellen van de bedrijfs- en ketenprocessen het uitgangspunt.

Als de uit te wisselen informatie complexer wordt en het meer om kennisuitwisseling gaat, worden standaarden als *RDF* (Resource Description Format) en *OWL* (Web Ontology Language) interessant [15]. Deze standaarden bouwen voortop XML, wat daarmee dus een goede keuze is gebleken voor een groeipad naar meer intelligente communicatie. Met *RDF* is het mogelijk wereldwijd begrippen (producten, processen, etc) vast te leggen. *OWL* gaat nog een stap verder door logica (Description Logics) te introduceren. Dit maakt het weer mogelijk automatisch te redeneren en nieuwe feiten af te leiden op grond van de gegeven informatie. Men zou dan bijvoorbeeld automatisch kunnen voorspellen wat de kwaliteit is van een product op basis van andere gegevens over de voorgeschiedenis (temperatuur, oogtmoment, enz.) die meegeleverd worden.

Automatisering dringt ook steeds verder door in de logistieke en technische besturing van kassen en andere teeltsystemen. Onder de noemer van *embedded systems* vallen in de gesloten tuinbouw intelligente systemen voor klimaat- en kringloopregeling, sorteersystemen, plukrobots, enz. Daarnaast wordt er gekeken naar de toepassing van mobiele systemen zoals palmtop en gsm voor het ondersteunen van het werk in kassen.

Databases zijn en blijven de belangrijkste pakhuisen voor informatie. Om de toegankelijkheid van de gegevens uit verschillende databases te verbeteren, worden *datawarehouses* opgezet, waarin vanuit de diverse onderliggende databanken de benodigde gegevens worden opgeslagen. Hierdoor wordt het mogelijk grote hoeveelheden data vanuit verschillende perspectieven te analyseren.

3.1.3 Monitoren

Gedurende productie, opslag en transport is het nodig prestatie-informatie (norm versus actuele situatie) te bepalen en normafwijkingen te signaleren, bijvoorbeeld in *early warning* systemen en management informatie systemen. Dergelijke systemen functioneren op de verschillende niveaus vanaf de individuele plant in de kas tot en met de totale keten. Het blijft een belangrijke onderzoeksvraag welke performance indicatoren het beste werken en hoe deze gekoppeld zijn aan metingen aan product en proces.

Voor het meten zijn steeds meer *intelligente sensoren* beschikbaar. Dit betekent dat naast de feitelijke bepaling van een bijvoorbeeld een zuurstofconcentratie, het bladoppervlak of de temperatuur in een vrachtwagen, deze informatie ook wordt verwerkt tot een bruikbaar gegeven. Automatische herkenning van producten is duidelijk in opkomst en biedt kansen om steeds effectiever homogene partijen van een bepaalde kwaliteit te produceren.

Tracking & Tracing wordt vaak gezien als noodzakelijk kwaad, een verplichting vanuit de overheid. Daarmee blijven echter veel kansen liggen. Het gaat hierbij in feite om een omslag van *procesmonitoring* (via kwaliteitssystemen) naar *productmonitoring*. Met real-time en historische informatie over de status van individuele producten of batches in de keten kan men grote logistieke en commerciële voordelen behalen. *FoodPrint* [16] is een systematische methode om vanuit bedrijfsdoelstellingen tot een bedrijfsspecifieke invulling infrastructuur te komen voor tracering met meerwaarde (zie 4.4).

Het meten en regelen van operationele uitvoering vindt plaats met behulp van *SCADA* (Supervisory Control And Data Acquisition Systems) software. Met deze systemen wordt de voortgang van productieprocessen continu geregistreerd en gevisualiseerd, inclusief de bijbehorende alarmeringen in geval van afwijkingen.

QACCP (*Quality Assurance Critical Control Point*) is een systeem, analoog aan HACCP, waarmee kritische beheerspunten ten aanzien van productkwaliteit worden geborgd. Productkwaliteit verandert tijdens de gang door de keten, ten goede of ten slechte, door chemische, biochemische, fysische en microbiologische veranderingen in het levensmiddel. De activiteiten in de keten moeten er dan ook op

gericht zijn (liefst in onderlinge afstemming) om een zo hoog mogelijke kwaliteit te bereiken of te behouden als de voedingsmiddelen bij de consument aankomen. Voedselveiligheid is uiteraard een eerste vereiste, en HACCP is een managementmethode om dat te bereiken. Maar kwaliteit omvat veel meer dan voedselveiligheid: het gaat ook om geur, smaak, textuur, voedingswaarde, gezondheid, gemak, etc. Om dit soort kwaliteitsaspecten te waarborgen wordt analoog aan HACCP een QACCP methode ontwikkeld. In elke schakel van de keten kan er iets gebeuren met de kwaliteit en de QACCP methode houdt in dat voor bepaalde kwaliteitsattributen kritische beheerspunten worden vastgesteld in elke schakel van de keten. Deze kritische beheerspunten hebben een sterk effect op een essentieel kwaliteitsattribuut, bijvoorbeeld een bepaalde relatieve vochtigheid kan leiden tot een verandering in textuur. Het gaat hier om uitwendige instelbare factoren (temperatuur, relatieve vochtigheid, gassamenstelling, etc.) maar ook om interne producteigenschappen (bijv. de activiteit van enzymen in een product).

3.1.4 Evalueren

Hier gaat het om het analyseren van prestatie-informatie en normafwijkingen en het op basis daarvan genereren van verbeteradviezen.

Met behulp van *Business Intelligence (BI)* software kunnen ruwe data verwerkt worden tot bruikbare management rapportages. BI-oplossingen putten meestal uit een datawarehouse (zie fase 'Uitvoeren').

Veel BI-leveranciers bieden functionaliteit in de vorm van *cockpit* en *dashboard*. Ze beloven hiermee een eenduidig overzicht van de bedrijfsprestatie en volledige transparantie ten aanzien van de onderliggende processen. Deze systemen zijn op zich echter leeg, de invulling ervan voor een specifiek bedrijf of keten is de bottleneck bij invoering. Om de bedrijfsprestatie te kunnen beoordelen zijn drie typen informatie nodig. Ten eerste moet men de status van de interne en externe processen in de keten kennen; dit betekent een koppeling met monitoring functies. Ten tweede moeten er normen beschikbaar zijn om de prestatie te beoordelen. Ten derde moet men kennis hebben om de juiste beslissing te nemen. Vooral voor het inbrengen van (expliciete) kennis, al dat niet via geautomatiseerde systemen, is er nog veel ontwikkeling nodig.

Een manier om de benodigde kennis te verwerven is door eerder vastgelegde bedrijfsgegevens te analyseren. *Data mining* of *machine learning en statistiek* zijn algemene technieken die men kan inzetten om bestaande gegevens te verwaarden [17]. Gezien de enorme hoeveelheden data die momenteel beschikbaar zijn in bedrijven liggen hier grote kansen.

3.2 Technologie voor vernieuwingsprocessen

Op het niveau van vernieuwing zijn deels dezelfde technieken en systemen bruikbaar als hiervoor beschreven voor optimalisatie en evolutie. Hier speelt echter nog meer het creatieve en kennisintensieve element een rol omdat het gaat om *revolutionaire* veranderingen.

3.2.1 Reflecteren

Om werkelijk te kunnen innoveren moet men als een buitenstaander de eigen bedrijfsvoering beschouwen. Dit vereist het vermogen om afstand te nemen en creatief te denken. Hier zijn vooral persoonlijke vaardigheden en kennis van ondernemers en hun medewerkers cruciaal. Vanuit ICT kan men ondersteuning verwachten bij het toegankelijk en beschikbaar maken van de juiste informatie en het toevoegen van kennis. De informatie is afkomstig uit de omgeving van tuinbouwketens (bijvoorbeeld van onderzoeksinstellingen en marketing bureaus) en vanuit de evaluaties op het operationele niveau.

- *Benchmarking* is een manier om de eigen prestaties af te zetten tegen die van andere, vergelijkbare bedrijven. Het is wellicht zinvol een continu instrument voor benchmarking in de Tuinbouw delta op te zetten, bijvoorbeeld via Internet.
- *Geavanceerde visualisatie* biedt mogelijkheden om complexe informatie op alternatieve wijzen te tonen. Dit kan soms verhelderend werken.
- *Kennismanagement* is de algemene noemer voor het beheren van de expertise binnen een organisatie [18]. In de reflectiefase, maar ook in alle andere stappen van verbetering en vernieuwing is het nodig de juiste kennis beschikbaar te hebben. Kennismanagement heeft twee kanten. Ten eerste gaat het om het managen en benutten van het intellectuele kapitaal van mensen. Ten tweede gaat het om ICT-systemen die hier ondersteuning bij kunnen bieden, maar ook zelf kennis kunnen vastleggen.

3.2.2 Ontdekken

Vanuit reflectie op het eigen proces en bewustwording van wat er zich afspeelt in de buitenwereld kan men verbeterkansen ontdekken. Inzicht in de huidige bedrijfsvoering (evaluatie, reflectie) speelt hierbij een rol, maar het creatief, integraal en onafhankelijke denken is minstens zo belangrijk.

- Een eenvoudige, snel te realiseren middel is het opzetten van digitale *discussielijsten*, binnen de organisatie of over organisaties heen. In de praktijk blijken echter veel van deze discussielijsten niet echt van de grond te komen of na korte tijd te verzanden. Het kan alleen werken als het onderwerp voldoende actueel is voor alle betrokkenen en als men de meerwaarde ervan ervaren heeft.
- *Gaming* en *simulatie* zijn middelen om scenario's te onderzoeken voordat ze in de praktijk ingevoerd worden. Op dit moment worden diverse systemen ontwikkeld om bedrijfsprocessen te simuleren, vanaf de fysische processen in de productielijn tot het vormen van allianties van bedrijven.
- *Computer-ondersteund brainstormen* heeft het voordeel dat men echt anoniem kan blijven, zodat bepaalde ideeën niet bij voorbaat worden afgeschoten. Er zijn speciale opstellingen en systemen beschikbaar om dit te ondersteunen.

3.2.3 Ontwerpen

In de ontwerpfase werkt men de alternatieve oplossingsrichtingen uit. Het is de kunst om de consequenties van ontwerpbeslissingen zo vroeg en concreet mogelijk te voorspellen. Hierbij moeten alle criteria duidelijk zijn voor de belanghebbenden en beslissers. *Integraal ontwerpen* houdt in dat alle (keten)spelers betrokken worden in het vinden van een innovatieve oplossing die tevens niet op praktische bezwaren gaat stuiten. Bij het systematisch uitwerken en modelleren van alternatieve oplossingsrichtingen kan men gebruik maken van kwalitatieve en kwantitatieve procesmodellen of ontwerpmethodieken (TRIZ, QFD).

- *Procesmodelleersoftware*: hulpmiddelen om de bedrijfsprocessen vorm te geven en te formaliseren.
- *Productontwerpssoftware*: hulpmiddelen om producten te ontwerpen, voor technische systemen is Autocad een bekend ontwerpsysteem, voor het ontwerpen van nieuwe tuinbouwproducten kan gedacht worden aan hulpmiddelen bij de veredeling van gewassen.

3.2.4 Besluiten

In deze fase staat het afweging van de ontworpen alternatieven centraal, ICT kan hierbij een belangrijke rol spelen met behulp van simulatie- en optimalisatiemodellen. Deze modellen zijn veelal direct gekoppeld met het ontwerpproces.

- *Simulatiesoftware*: het dynamisch doorrekenen van de prestaties van processen scenario's. Zo is bijvoorbeeld *Aladin* een simulatietool om logistieke versketens door te rekenen [19].
- *Optimalisatiesoftware* is in staat de alternatieve scenario's automatisch tegen elkaar af te wegen en de optimale parameterwaarden voor een ontwerp te vinden. Voorwaarde is wel dat een (wiskundige) doelfunctie gedefinieerd kan worden, bijvoorbeeld gericht op de minimalisatie van kosten.

3.2.5 Invoeren

Uiteindelijk gaat het om de implementatie van het gekozen alternatief en het bestendigen en besturen van deze implementatie. Het succes hiervan hangt sterk af van de betrokkenheid binnen de organisatie. Communicatie is nodig voor het creëren van draagvlak. Verder kan ICT behulpzaam zijn bij het besturen van de implementatie bijvoorbeeld in de vorm van projectmanagement systemen.

- Voor interne communicatie is Intranet een steeds gangbaarder medium. Voorwaarde voor een Intranet dat het onderdeel is van de dagelijkse processen, anders wordt het niet geraadpleegd. Ook is het van groot belang om een eenvoudige, transparante structuur aan te houden waarin men gemakkelijk en snel de gezochte informatie kan vinden. Hiervoor is regelmatige terugkoppeling met de gebruiker noodzakelijk.
- *Computer ondersteund onderwijs* is een middel om het onderwijs te versterken. In het agrarisch onderwijs lopen op dit moment verschillende initiatieven om de koppeling tussen onderzoek en onderwijs te versterken. Het *Trostomatenspel* is een voorbeeld van een computersimulatie die ontwikkeld is in het onderzoek op het gebied van producttracering en inmiddels wordt toegepast in het agrarische HBO-onderwijs.

- Invoeren van een nieuw bedrijfsproces kan betekenen dat er ook een vernieuwing van de ICT-infrastructuur moet plaatsvinden. Onderzoek naar *Model Driven Architecture* toont aan dat het mogelijk is om ICT-applicaties min of meer automatisch te genereren vanuit een ontwerpmodel. Dit versnelt het invoeringsproces aanzienlijk en vergemakkelijkt het onderhoud van de infrastructuur.

Als we al deze technologieën plaatsen in de context van de Tuinbouwdelta zien we dat er enorm veel mogelijkheden voor toekomstige ontwikkelingen liggen, zowel voor het operationele verbeteringsproces als voor innovatieve vernieuwing. Een belangrijke voorwaarde is wel dat er (1) standaarden zijn voor communicatie, (2) kennismodellen voor intelligente systemen en (3) methoden om het succes van implementatie te verzekeren.

4 Huidige best practices

De tuinbouw is een innovatieve sector. Dat blijkt ook uit de huidige inzet van ICT in de tuinbouw. Zij is gegroeid vanuit operationele productiebeheersing (de centrale computer voor klimaatbeheersing, bemesting, waterafgifte) naar meer administratieve toepassingen en uitwisseling van informatie in de keten en met de overheid. De oplossingen worden voor een belangrijk deel geleverd door ICT-bedrijven met een sterke focus op de tuinbouw (zoals Priva Agro, Hoogendoorn, AMS, Hidra en SDF). Een enkeling maakt gebruik van een standaard ERP-oplossing, maar daarin ontbreekt meestal de tuinbouw-specifieke teeltfunctionaliteit. Dit vraagt veel maatwerk, waarmee men vervolgens vast zit aan een bepaalde leverancier. Bij een ingrijpende *update* van ERP-pakket is men genoodzaakt opnieuw veel te investeren in de eigen aanpassingen. Een structuur die gebaseerd op min of meer los samenhangende modules heeft daarom duidelijk de voorkeur.

Op het gebied van uitwisseling van informatie in de keten spelen de veilingen een belangrijke, stimulerende rol. In de sierteelt is standaardisatie van de berichtenuitwisseling vereenvoudigd. In Florecom (deelnemers Flora Holland, VBA, VGB en HBAG) zijn standaard EDI-berichten gedefinieerd (op basis van EDIFACT) en geïmplementeerd. In de voedingstuinbouw is de ontwikkeling minder ver, de ontwikkeling van standaarden is momenteel ingezet in het Frugicom platform. Dit platform is van plan gebruik te maken van de in het project Datatuin ontwikkelde standaardberichten, gebaseerd op (eb)XML.

Naast integratie van de administratieve informatievoorziening, intern en extern, vinden momenteel innovatieve ontwikkelingen plaats met betrekking tot de koppeling van IT aan het fysieke product en aan de productiemiddelen. Voorlopers experimenteren met mobiele technologie (bijvoorbeeld kwaliteitscontroles met PDA's) geavanceerde product scanning en sensortechnieken en moderne identificatietechnieken.

In onderstaande tabel geeft ter illustratie een aantal huidige 'best practices' in de tuinbouw:

Categorie	Showcase	Referenties
Standaardisatie voor informatie-uitwisseling	Datatuin	www.datatuin.nl
	Frugicom	www.frugicom.nl
	Florecom	www.florecom.nl
	Codering Levend Groen	
Tracking & Tracing en ketenintegratie	Dymos	www.dymos.nl
	Groeinet / Opilion (Q-Ray)	www.groeinet.nl
	Chainfood (GIQS Backbone)	www.chainfood.com
	Navision Agri&Food	
Teelt- en bedrijfsmanagement	Priva Office / Crop Vision, Basis Informatiesysteem Tuinbouw (BIT) van Distelgroep	www.priva.nl www.distel.nl
	LetsGrow.com (Hoogendoorn/PPO)	www.letsgrow.com
	Nomad bedrijfsmanagement systeem (Hoogendoorn)	www.hogendoorn.nl
	Productiemanagement en planningssoftware	www.sdf.nl
	Klimaatcomputers (Hoogendoorn ECONOMIC, Priva Integro, etc.)	
	Bart v.d. Starre, implementation ERP-pakket Microsoft Navision	
Bedrijfsintegratie	Plantcom	
Vraaggestuurde keteninformatie	POS-systeem Lemkes (Plantania)	
	Systeem Rijnplant voor ordergestuurde distributie en sortering	
Mobiele technologie	Kwaliteitsaudits op locatie met Steton software	
	EcoMobile (Hoogendoorn), lpaq (Priva)	www.priva.nl , www.hogendoorn.nl
	Nomad	www.hogendoorn.nl
Quality Management Systems	Greenery: Euregap project met telers	
	MPS-software	www.st-mps.nl
Webportals	Ziezo.biz	www.ziezo.biz
	Sierteeltnet (chrysantnet, roosnet, gerberanet)	www.chrysantnet.nl www.roosnet.nl www.gerberanet.nl
	Groentenet	
	Zibb.nl	www.zibb.nl/tuinbouw

In de volgende paragrafen schetsen we een aantal recente ICT-projecten in de tuinbouw. Het overzicht is zeker niet uitputtend, maar geeft wel een beeld van de huidige stand van zaken.

4.1 Datatuin

Agritect Advies en Van der Zande Advies hebben voor het Productschap Tuinbouw het project *Datatuin* uitgevoerd. Dit project heeft als doel om de transparantie, koppelbaarheid en integratie van informatiestromen tussen partijen in de plantaardige sector te vergroten. Dit dient te gebeuren middels het ontwikkelen van een op de sector gericht en door de sector gedragen 'systeem voor standaardisatie en certificering van informatieoverdracht'. In de eerste fasen van het project is de keuze voor de communicatiestandaard ebXML gemaakt en onderbouwd. Hierna is voor twee deelgebieden, te weten milieurapportage volgens UMR en EurepGAP-rapportages voor de groenteteelt, de informatie-uitwisseling volgens de Datatuin-standaard gedefinieerd. Een andere situatie waarin de Datatuin ingezet kan worden is ter ondersteuning van de ordersystematieken die worden gebruikt bij de diverse veilingen in de voedingstuinbouw.

De Datatuin standaard is inmiddels door diverse partijen geadopteerd (o.a. Dymos, Groeinet) en lijkt de toekomst te hebben. Dit lijkt ten koste te gaan van de relatief dure en minder flexibele EDI gebaseerde systemen (Imtech Lynx). In [20] is Datatuin geanalyseerd. Belangrijke conclusies zijn dat om levensvatbaar te zijn Datatuin een open standaard zal moeten worden. Verder is er behoefte aan een onafhankelijke, not-for-profit organisatie die de standaard beheert. De keuze voor ebXML lijkt een juiste, al zijn op dit moment nog niet alle elementen ervan geïmplementeerd in Datatuin, en is ebXML zelf ook nog in ontwikkeling. FrugiCom (zie 4.3) richt op dit moment haar beheersorganisatie in op basis van Datatuin.

4.2 Intergreen

Intergreen heeft in de afgelopen zeven jaar een ERP systeem gebouwd waarmee de volledige verwerking van inkooporders van individuele teler tot partij boeketten voor de retail wordt geadmistreerd en gestuurd. Uitgangspunt was een ERP pakket op een IBM OS400 platform, dat volledig op basis van maatwerk is aangepast aan de eisen van de onderneming, vooral op het gebied van flexibiliteit. Het ERP-systeem communiceert via EDI met de afnemers. Ook de koppeling met de (weliswaar spaarzame) klokinkoop is volledig digitaal en gekoppeld aan het orderverwerkingssysteem.

4.3 FloreCom en FrugiCom

De Nederlandse bloemenveilingen en handel werken op actieve wijze samen om de mogelijkheden van elektronische handel verder te ontwikkelen en af te stemmen. Daarnaast nemen de ketenpartijen gezamenlijk initiatieven om tot de ontwikkeling, de toepassing en het beheer van standaarden en systematieken voor communicatie te komen. In 1999 hebben Bloemenveiling Aalsmeer (VBA), FloraHolland (FH) en de Vereniging van Groothandelaren in Bloemkwekerijproducten (VGB) besloten om gezamenlijk een elektronische ordersystematiek te ontwikkelen voor de sierteeltsector, genaamd Florecom. Florecom levert als belangrijkste dienst de berichtenset voor het orderverkeer via Florinet. Dit is een elektronische ordersystematiek om direct en indirect (via een bemiddelaar) bij een kweker orders te plaatsen. Op dit moment worden de volgende berichten ondersteund: het order- en order-response bericht, het leveringsbericht, het quotebericht (aanbieding) en de elektronische factuur (invoice).

De Florecom berichten-standaard is gebaseerd op EDI en maakt gebruik van Florinet, een gesloten computernetwerk voor veilig elektronisch berichtenverkeer. Het gebruik van Florecom levert efficiency-voordelen op als kwekers, kopers en veilingen gebruik maken van dezelfde systematiek. Op dit moment is Florecom in gebruik voor potplanten. Planten zijn goed geschikt voor deze handelswijze omdat het relatief houdbare producten zijn in vergelijking met bloemen. Een belangrijk aspect van Florecom is de koppeling met de Landelijke Aanbodsbank. Hierdoor kunnen kopers het aanbod downloaden en op basis hiervan hun bestellingen plaatsen bij specifieke kwekers.

Frugicom is een initiatief van Frugiventa, gesteund door verschillende softwareleveranciers. Het doel is om standaarden te ontwikkelen en te implementeren in de voedingstuinbouw. Frugicom lijkt het model van Florecom te gaan volgen, behalve wat betreft de onderliggende technologie. Zo zal FrugiCom gebruik maken van Internet, en niet van een afzonderlijk netwerk zoals Florinet. Verder bouwt FrugiCom door op Datatuin/XML, hierboven al beschreven.

4.4 FoodPrint

FoodPrint is een systematische methode om tot een keten- of bedrijfsspecifieke infrastructuur voor tracking en tracing te komen. De methode gaat ervan uit dat traceerbaarheid niet alleen moet (vanwege de General Food Law), maar ook commerciële of strategische voordelen kan bieden. FoodPrint is getoetst aan de hand van verschillende pilot projecten in het koepelproject Kwaliteitsgerichte Tracing en Tracking (KwaliTenT). In het project zijn toepassingen van RFID en gekoppelde conditiemetingen in de keten voor tuinbouwketens geëvalueerd. Accent lag hierbij niet zozeer op de ‘harde’ techniek, maar op de mogelijkheden voor monitoring en sturing van productkwaliteit in de keten. Pilots zijn uitgevoerd met Greenwings (optimalisatie luchtvrachtketen Japan), the Greenery (monitoring ketencondities gemengde lading naar Rusland) en Bakker Barendrecht (sturen op initiële kwaliteit van aardbei).

4.5 Groeinet en Chainfood

Groeinet en Chainfood hebben hun krachten gebundeld om het concept ‘Chain Quality Management’ aan te bieden. Deze aanpak brengt gegevens over traceerbaarheid en kwaliteit samen in de Chainfood Backbone. Dit systeem is weer gebaseerd op *FoodPrint*. Verder is het mogelijk om de verzamelde gegevens te analyseren via de module Business Intelligence. Chainfood Chain Quality Intelligence biedt een uitgebreid systeem voor uitwisseling van keteninformatie, gebaseerd op een ORACLE hub gekoppeld aan Cognos user interfaces.

4.6 The Greenery

The Greenery is gestart met een SAP gebaseerd systeem voor bedrijfssturing. Het systeem blijkt prima uit de voeten te kunnen met hardware zoals fust, maar is niet flexibel genoeg gebleken voor handelswaar als groenten en fruit.

4.7 Rijnplant

Rijnplant is bezig met een zeer geavanceerd en volledig geautomatiseerd, order gestuurd sortering- en distributiesysteem. Op basis van vraagprognoses van de verkoopbinnendienst wordt een distributiebuffer gevuld met verschillende soorten anthuriums. Deze planten worden op een ladingdrager met RFID-chip gezet en vervolgens gaan ze door een scanner. De resultaten van de scan (aantal bloemen, vochtigheid, etc.) worden op de chip geplaatst. Gedurende het verdere proces worden alle gegevens op de chip gezet (hoelang in de buffer, watertoediening, etc.). Na de scan worden de planten klaargemaakt en vervolgens gaan ze automatisch de buffer in, netjes gesorteerd op basis van de informatie in de RFID-chip. Uit deze buffer wordt vervolgens op basis van de orderinformatie automatisch de juiste partijen uitgeleverd. Per order voegen medewerkers indien gevraagd extra's toe (bijvoorbeeld *mooie stenen pot met gekleurd grind*) en de order worden uitgeleverd.

4.8 Plantcom

Op initiatief van Rijnplant heeft een groep innovatieve tuinders in de sierteelt besloten de krachten te bundelen om te komen tot een integraal tuinbouw bedrijfssysteem. Dit in de vorm van een ondernemersvereniging met de naam Plantcom. In de groep is er voor gekozen om zich te concentreren op het creëren van een omgeving waarin de verschillende ICT-leveranciers kunnen inhaken, als ze tenminste voldoen aan de standaarden zoals die in de groep worden gehanteerd. Op deze manier schakel je de concurrentie niet bij voorbaat uit. In deze omgeving kunnen naast de transactieafhandeling ook diverse kennisintensieve modules worden ingeplugd, bijvoorbeeld als input voor de planning.

4.9 MPS

De stichting MPS richt zich op duurzame productie, door diensten te verlenen aan de nationale (4500 deelnemers) en internationale (500 deelnemers) in de sierteelt. Zij ontwikkelt instrumenten voor registratie en certificatie. Informatie is het belangrijkste product van MPS. MPS componenten zijn: Registratiesystemen, standaarden, normen en eisen, auditsystemen, het certificatiesysteem, marketing en R&D. MPS heeft een grondige systeemvernieuwing doorgevoerd en beschikt nu over een geheel geïntegreerde applicatie waaraan nieuwe thema's flexibel kunnen worden toegevoegd.

4.10 Dymos

In Dymos hebben verschillende IT-bedrijven die actief zijn in de tuinbouwsector zich verenigd. Het doel van Dymos is om een infrastructuur voor ketencommunicatie aan te bieden. Voor tracking en tracing is gekozen voor een minimale insteek om maximale bescherming van bedrijfsgegevens te garanderen en toch te voldoen aan de algemene eisen van traceerbaarheid. Telers kunnen een abonnement afsluiten waarmee ze in verbinding komen met een centrale traceerbaarheidsserver. Deze server legt alleen de koppeling vast tussen de identificatiecodes van uitgaande en ingaande producten. In het geval van een calamiteit kunnen producten binnen vier uur getraceerd worden, mits de interne traceerbaarheid per bedrijf op orde is.

4.11 LetsGrow.com

LetsGrow.com levert softwarepakketten die teeltsturing en oogstprognose voor ondermeer tomaat en een aantal potplanten mogelijk maken. Naast het monitoren van de eigen productie zijn ook mogelijkheden voorhanden voor onderlinge vergelijking (benchmarking) van teelten binnen bijvoorbeeld een studieclub of een telersvereniging. Ten behoeve van snijbloementeelt is een pakket voor de economische evaluatie van de teelt beschikbaar, waarin ook marktgerelateerde parameters worden meegenomen. Deze pakketten maken onder anderen gebruik van plantgroeimodellen ontwikkeld door het praktijkonderzoek.

5 Uitdagingen

Uit bovenstaande hoofdstukken kunnen we concluderen dat er twee belangrijke uitdagingen liggen voor de Tuinbouwdelta als het gaat om het toepassen van informatietechnologie. Ten eerste zullen diverse informatiestromen op gang moeten worden gebracht, waarvoor de nodige standaarden nodig zijn. Ten tweede zullen applicaties ontwikkeld moeten worden die de beschikbare informatie bruikbaar maken. Deze constatering geldt voor zowel de operationele keten, waar op dit moment al veel gebeurt, alsook voor het herontwerpen van ketens. In beide gevallen zullen de applicaties op de een of andere manier kennisintensiever moeten worden dan nu het geval is. In dit hoofdstuk gaan we in op de uitdagingen die op dit moment voor ons liggen als het gaat om innovatie met ICT.

5.1 Datamodellering en communicatie

We onderscheiden drie volgende informatiestromen (1) in de keten, (2) naar overheidsinstanties en (3) naar de burger en consument.

Operationele informatie in de keten. Hierbij moet men zich steeds afvragen welke bedrijfsdoelstellingen wordt nagestreefd en welke transparantie meerwaarde oplevert. Voor het traceerbaar maken van producten in de keten is RFID zonder meer een geschikt gereedschap gebleken. Belangrijkste belemmeringen voor implementatie op dit moment zijn de nog relatief hoge kosten en het bestaan van drie wereldstandaards. Door de invloed van grote spelers op wereldschaal zullen deze belemmeringen in de nabije toekomst worden weggenomen. Op dit moment vinden er pilots en eerste implementaties plaats bij internationaal opererende bedrijven als TPG en Tesco. Op het gebied van informatie is afstemming tussen verschillende standaarden (vanuit teelt, retail en handel) zowel nationaal als internationaal noodzakelijk. Bovendien verdient het proces van de invoering en acceptatie van standaarden meer aandacht.

Rapportage naar de overheid. Op dit moment werkt de overheid actief aan manieren om de administratieve lastendruk te verlagen. Dit gebeurt enerzijds door het vereenvoudigen van regelingen en anderzijds door het afstemmen van informatiestromen (qua inhoud en timing). Verder wil men van directe controle naar toezicht op controle. Hier is de vraag hoe bedrijfsleven en controlerende overheidsinstanties toe kunnen werken naar een situatie waarin ze al in de fase van ontwerp (van regelingen aan de ene kant en bedrijfssystemen aan de andere kant) onderlinge afstemming kunnen bereiken.

Informatie naar burger en consument. De sector kan commercieel en strategisch voordeel halen uit een weloverwogen informatiebeleid richting de maatschappij. Het probleem is te voorkomen dat de consument of burger door de bomen het bos niet meer ziet, bijvoorbeeld door een woud aan certificeringssystemen. Ook hier is afstemming en harmonisatie belangrijk.

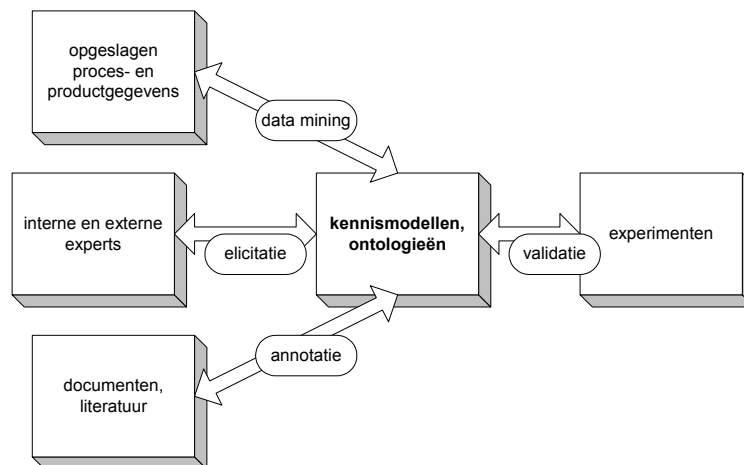
5.2 Beslissingsondersteuning

Zo gauw het om meer gaat dan het doorgeven en opslaan van informatie alleen speelt *kennis* een rol [21]. Dit kan betrekking hebben op algemene ondernemerservaring zijn, vakkennis van een professional of wetenschappelijke kennis op een bepaald specifiek onderwerp. Een simpel histogram met verkoopgegevens kan inzicht geven mits men het kan vertalen naar een verklaarbare trend, bijvoorbeeld in termen van het seizoen of regionale voorkeuren. Het benutten van informatie is nu nog grotendeels een menselijke taak. Via computersystemen kunnen we echter steeds beter relevante informatie geven, bijvoorbeeld in de vorm van voorspellende modellen. Het belangrijkste voordeel hiervan is dat men de consequenties van te nemen beslissingen kan voorspellen, en zo verschillende scenario's tegen elkaar af kan wegen. Op operationeel niveau kan men bijvoorbeeld gewasgroeimodellen inzetten om de juiste regelstrategie voor plantvoeding en klimaat te kiezen. In veel gevallen kan deze regelkring zelfs geheel gesloten worden, mits men goed kan meten wat de huidige status is. Op planningsniveau kan men deze scenario's weer koppelen aan modellen voor vraag- en aanbod, zodat men de juiste inkoop, verkoop en voorraadstrategie kan vormen. In het proces van vernieuwing kan men bijvoorbeeld alternatieve logistieke inrichtingen naast elkaar leggen door simulatie en *gaming*. In het laatste geval simuleren meerdere spelers via de computer een bepaalde keten of een bedrijfsproces, om zo verschillende strategieën uit te proberen. Voor beslissingsondersteunende systemen zijn *modellen* nodig. Op dit moment is er geen systematische manier om bestaande modellen uit te wisselen en toe te passen. Hiermee komen we op een bepaalde vorm van kennismanagement, namelijk die vorm van kennismanagement die zich richt op het creëren

en toepassen van kennismodellen in computersystemen. Daarnaast zijn algoritmen nodig die met deze modellen kunnen rekenen of redeneren.

5.3 Kennismanagement

Kennismodellen zijn nodig om beslissingen te nemen, hetzij automatisch dan wel ter ondersteuning van menselijke beslissers. Een kennismodel kan bijvoorbeeld verbanden tussen teeltgegevens en productkwaliteit (houdbaarheid) in de keten. Het model helpt bij het kiezen van het oogstmoment, oogsten, een logistiek kanaal, de transportcondities, enz. door een voorspelling te geven van de effecten van die beslissing, bijvoorbeeld op de uiteindelijke productkwaliteit. De modellen zijn vaak wiskundig van aard, maar kunnen ook in zogenaamde kennisregels vervat zijn. Recentelijk zijn er wereldwijd open standaarden afgesproken voor het vastleggen van kennismodellen (ontologieën). Deze standaarden maken het mogelijk de kennismodellen onafhankelijk van commerciële software te ontwikkelen en uit te wisselen.



Figuur 3 Kennisbronnen en hoe deze te benutten

Er zijn verschillende kennisbronnen beschikbaar van waaruit een organisatie kennismodellen zou kunnen ontwikkelen. Figuur 3 geeft schematisch weer welke typen kennisbronnen men kan onderscheiden. Elk van die kennisbronnen vraagt om een specifieke aanpak, die kan variëren van een simpele statistische regressie tussen bijvoorbeeld temperatuur en houdbaarheid, tot een complex systeem voor automatische analyse van wetenschappelijke literatuur op het gebied van productbeschermende verpakking. Voor de verschillende kennisbronnen kunnen we de volgende processen benoemen:

- Statistiek of data mining op reeds opgeslagen gegevens, of nog te verzamelen gegevens. Ten eerste moeten hiervoor de bestaande informatiesystemen eenvoudig toegankelijk worden gemaakt. In de huidige praktijk is dit vaak een handmatige, arbeidsintensieve activiteit omdat gegevens uit verschillende databases en ERP-systemen gecombineerd moeten worden. Ten tweede moet het resulterende model vertaald worden naar een gebruiksvriendelijke applicatie die de gebruiker effectief ondersteunt.
- Expertise van eigen medewerkers, maar ook van adviseurs, onderzoekers, enzovoorts, is cruciaal voor optimale handel en distributie in de tuinbouw. Het probleem is dat dergelijke kennis gemakkelijk kan verdwijnen (personeelsverloop), of van buiten moet worden gehaald tegen consultancytarieven. Het vastleggen van expertkennis in software kan een deel van die problematiek oplossen.
- Veel kennis is al beschikbaar in documenten, rapporten, publicaties, enz. Het is echter zoveel dat men door de bomen het bos niet meer ziet. Bovendien is zijn de documenten vaak ontoegankelijk en onbegrijpelijk. Ook is het moeilijk in te schatten wat de waarde is voor de praktijk. Eerder is ervaring opgedaan met het ontsluiten van voor de praktijk relevante kennis uit de literatuur over natuurlijke conserveermiddelen in voeding. Een dergelijk systeem kan men zich voorstellen rond 'houdbaarheid van tuinbouwproducten'.

Er is nog een vierde activiteit van belang bij het ontwikkelen van kennismodellen, namelijk *validatie*. In hoeverre geeft het model wel de juiste voorspelling, is de gebruikelijke denkwijze van de

productexpert wel juist, en klopt die oude publicatie nog wel? Niet zelden spreken verschillende kennisbronnen elkaar tegen. Daarom is het nodig bepaalde beweringen experimenteel te toetsen. Dit moet gebeuren onder goed gecontroleerde omstandigheden, omdat het anders niet mogelijk is om te bepalen welke invloeden allemaal een rol hebben gespeeld. De bijzonderheid hier is dat deze experimenten geselecteerd en gestuurd worden door twijfels over of gaten in bestaande kennis; het is dus niet meten om te meten.

Het is dus zaak om kennis te kapitaliseren door waar mogelijk kennismodellen te construeren en in te zetten in applicaties die het bedrijfsproces helpen verbeteren en vernieuwen. De verwachting is dat in de komende jaren dergelijke kennismodellen steeds belangrijker worden. Overigens is de menselijke en organisatorische kant van kennismanagement minstens zo belangrijk als de technische kant.

5.4 Informatie-infrastructuur

De snelle groei op het gebied van intelligente automatisering vraagt om een infrastructuur die mee kan groeien. Dit betekent dat de feitelijke infrastructuur zich in de loop van de tijd aanpast aan nieuwe eisen en wensen, en inspeelt op veranderingen in de buitenwereld. Een voorbeeld van zo'n verandering is de toenemende invloed die de nieuwe traceerbaarheidseisen stellen aan de systemen die bedrijven gebruiken, en de koppelingen tussen die systemen. Het invoeren van RFID voor productidentificatie is behoorlijk ingrijpend. Om de vereiste flexibiliteit te kunnen realiseren is een *model-gebaseerde, modulaire* aanpak nodig. De benodigde procesmodellen geven een abstracte beschrijving van het betreffende bedrijfsproces en de benodigde informatieopslag en -verwerking. In feite geven ze de architectuur weer van de informatietechnische kant van de organisatie of keten.

De grote uitdaging ligt op dit moment in het zodanig *formeel* vastleggen van de informatie-architectuur dat het feitelijke ICT-systeem, zoals de benodigde databases, communicatie-interfaces en functionele softwaremodules, zoveel mogelijk automatisch gegenereerd kunnen worden. Dit betekent namelijk dat veranderingen kunnen worden gespecificeerd op ontwerpniveau, waaruit vervolgens de softwarematige implementatie volgt.

Een dergelijke benadering kan echter niet helemaal domeinonafhankelijk gemaakt worden. Er zullen min of meer generieke modellen voor de tuinbouwsector ontwikkeld moeten worden, die nader kunnen worden ingevuld worden voor specifieke cases. In dit kader zijn in de jaren '80 al een groot aantal *referentiemodellen* ontwikkeld. De huidige ontwikkelingen op het gebied van ontologievorming, systeemmodellering en bieden echter een grote kans om deze modellen te evalueren en de bruikbare onderdelen in een geheel nieuw raamwerk te plaatsen. Vooral de mogelijkheid om verschillende niveaus van genericiteit te benoemen zal benut moeten worden omdat hiermee de gevraagde flexibiliteit kan worden gerealiseerd. Zo kan men bijvoorbeeld een generiek concept *order* gedefinieerd worden dat twee onderling handelende organisaties tijdelijk voor de eigen doelstelling specifiek invullen. Ook kan men denken aan generieke softwaremodules (objecten, agents of services) waarvan alleen de interfaces en de globale functionaliteit gedefinieerd is.

6 Samenhang procesinnovaties Tuinbouwdelta

In onderstaand overzicht zijn de verbanden tussen de hiervoor geschetste thematiek en die van de overige position papers binnen het kader van TuinbouwDelta geschetst. Aan een deel van deze thema's wordt in de huidige praktijk al invulling gegeven, een ander deel betreft toekomstige ontwikkelingen.

Cyclus	Fase ICT ondersteuning	1. Tuinbouw-productie	2. Transport	3. Logistiek	5. Bouw	6. Branding	7. Risico	8. Ruimtelijk	9. Kennis-doorwerking	10. Ketenlab	11. Transitie
Operationeel	Plannen	X	X	X	X?						
	Uitvoeren	X	X	X		X					
	Monitoren										
	Evalueren										
Herontwerp	Ontdekken										X
	Ontwerpen			X	X?			X?		X	
	Besluiten			X			X			X	
	Invoeren								X		
	Reflecteren										X?

Tuinbouwproductie

- Het toepassen van geavanceerde sensortechnologie (visionsystemen) in combinatie met klimaatregelingen.
- Het koppelen van informatiestromen tussen klimaatregeltechniek en productieplanning.
- Koppeling van productieplanning op bedrijfsniveau met systemen voor afzetplanning in de keten.
- RFID voor het volgen van individuele planten of batches.
- Interactieve productieplanning met behulp van gewasgroeimodellen.

Logistiek en (multimodaal) transport

- Een optimale gegevensstroom voor een efficiënte afstemming tussen transportmodaliteiten.
- Regeling van transportcondities (temperatuur, luchtvochtigheid, etc.) in de hele keten op grond van de gewenste productkwaliteit.
- Interactieve bepaling van internationale bereikbaarheid en routing.
- Planning van het bundelen van productstromen.

Innovatie bouwaspecten

- Integraal ontwerp van teeltsystemen, inclusief informatiearchitectuur op alle besturingsniveaus.

Risicomangement

- Vermindering van marktrisico's door betere keteninformatie. Beter afstemming van de productie op de marktvraag en op concurrerend aanbod.
- Het vroegtijdig signaleren van afwijkingen in de productiefase door interactieve toetsing met gewasmodellen.
- Het vaststellen van aansprakelijkheid door het eenduidig vastleggen en (doelgericht) ter beschikking stellen van keteninformatie.

Ruimtelijk economische dynamiek

- Door onderlinge uitwisseling van informatie een juiste balans vinden tussen individuele en collectieve concurrentiekracht. Deze informatie kan worden benut voor herontwerp en optimalisatie van ketens en processen;
- Met behulp van de juiste keteninformatie kan flexibel worden ingespeeld op de diversiteit en dynamiek van de afzetmarkt.

Kenniscirculatie

- Doorwerking van wetenschappelijke kennis in operationele besturing en ketenherontwerp.
- 'Evidence based horticulture': wetenschappelijke kennis wordt getoetst in de praktijk en de ervaringen uit de praktijk worden terugvertaald naar wetenschappelijke kennis. Hierdoor ontstaat

een lerend systeem waarin onderzoek en praktijk elkaar versterken. Informatietechnologie kan hierbij een ondersteunende rol spelen.

Ketenlab

- Sector- en keteninformatie dient als input voor de simulatiemodellen in het ketenlab.
- Simulatiemodellen leveren op hun beurt de input voor reconfiguratie en optimalisatie van ketens en processen.

7 Projectschetsen

We hebben tot dusver geschetst wat de stand van zaken is in de tuinbouwsector ten aanzien van ICT-toepassingen, wat de technologische perspectieven zijn en welke andere innovaties een link hebben met informatietechnologie. Op grond hiervan kunnen we nu een aantal concrete projectideeën schetsen. De voorwaarden die we stellen aan deze projecten zijn:

1. De projecten moeten aanwijsbare praktische relevantie hebben doordat ze zich op afzienbare termijn vertalen naar operationele of strategische voordelen voor de bedrijven in de sector. Projecten die aansluiten op lopende ontwikkelingen en knelpunten hebben daarom een zekere voorkeur.
2. Er moet een koppeling zijn met een van de andere hierboven niet-ICT-gerichte ontwikkelingen in de tuinbouw.
3. Ze moeten tegelijkertijd ingebed zijn in een lange termijn visie en theorie-ontwikkeling, die voorkomt dat men blijft hangen in ad-hoc oplossingen.
4. Er zijn partijen uit de sector die zich committeren aan het voorstel, en bereid zijn geld dan wel tijd te investeren.

Op grond hiervan komen we tot de volgende projectvoorstellen.

7.1 KennisTuin

Het project KennisTuin richt zich op het benutten van bestaande kennis in tuinbouwbedrijven en handelsorganisaties. Het bouwt voort op de aanpak beschreven in paragraaf 5.3. Op dit moment zijn er gesprekken gaande met verschillende bedrijven, elk met hun eigen specifieke eisen en wensen, maar ook met specifieke kennisbronnen. De verwachting is dat het Productschap Tuinbouw dit project deels gaat financieren. In het project is naast de cases ook een generiek ontwikkeltraject gedefinieerd, dat de vertaling van de resultaten vanuit elk van de cases naar andere toepassingen, bedrijven en andere kennisbronnen mogelijk moet maken. Dit onderdeel van KennisTuin sluit uitstekend aan bij de hierboven geschetste ontwikkelingen, en voldoet aan de gestelde voorwaarden:

1. In alle vier cases is sprake van acute knelpunten ten aanzien van productkwaliteit, logistieke planning of anderszins, die mogelijkerwijs opgelost kunnen worden door bestaande bedrijfsgegevens te analyseren.
2. De beoogde applicaties sluiten direct aan op de thema's transport, logistiek en kenniscirculatie.
3. De ontwikkeling van generieke tools en methoden vindt plaats in dit deel van KennisTuin, terwijl er directe interactie is met de cases.
4. Op dit moment zitten vier partijen aan tafel. Het project KennisTuin is ook zo ingericht dat er meer cases toegevoegd kunnen worden in een later stadium.

7.2 PlantCom

Er is grote behoefte aan informatiesystemen die integraal de bedrijfsprocessen in de tuinbouw ondersteunen, flexibel zijn en continu worden gevoed vanuit intelligente kennisintensieve modules. Recente ontwikkelingen in de informatietechnologie scheppen hiervoor nieuwe mogelijkheden. Het daadwerkelijk realiseren van een passende infrastructuur is een grote uitdaging die bundeling van krachten van het tuinbouwbedrijfsleven, ICT-dienstverleners en kennisinstellingen vraagt.

PlantCom is een veelbelovend initiatief dat ingaat op deze probleemstelling. In *PlantCom* zijn een kleine 30 tuinbouwbedrijven vertegenwoordigd met als doel te komen tot integrale systemen door standaarden te ontwikkelen en kennis uit te wisselen (zie ook paragraaf 4.8). *PlantCom* bevindt zich in een opstartfase.

Dit projectidee voldoet aan de bovengenoemde voorwaarden:

1. Het *Plantcom* initiatief is ontstaan vanuit concrete knelpunten in de informatievoorziening van *RijnPlant*, die breed herkend worden in de sector.
2. De koppeling met andere innovaties ligt vooral bij productie, transport en logistiek.
3. Dit project ondersteunt de ontwikkeling van vernieuwende toepassingen op het gebied van informatie-architectuur en dynamische bedrijfssystemen.
4. Er is een ondernemingsvereniging in oprichting. Het animo daarvoor in de sector is groot.

7.3 Communicatiestandaarden voor de tuinbouwketens

Het werk aan standaardisatie van informatie in de tuinbouw sector speelt zich momenteel af op het niveau van organisaties als EDI-Agro, *FloreCom* en *FrugiCom*. Deze organisaties richten zich vooral

op de korte termijn. Internationaal gezien proberen ze hoogstens aan te sluiten bij de lopende ontwikkelingen in het buitenland. Dit project richt zich vooral op de volgende vragen:

- Welke concepten, termen en attributen zijn nodig om de standaardisatie van toekomstige berichten te ondersteunen? In feite gaat het hier om formele modellen van de tuinbouwsector die de standaardisatie-organisaties helpen bij het effectief invoeren van nieuwe standaarden.
- Welke formele representaties gaan de komende jaren een rol spelen, bijvoorbeeld rond het *Semantic Web*, en wat is de betekenis hiervan voor standaardisatie in de praktijk? Wordt het zinvol rijkere informatie of kennis weer te geven?
- Hoe kan het standaardisatieproces zelf efficiënter doorlopen worden? Hoe kunnen middelgrote en kleine bedrijven (eindgebruikers en ICT-bedrijven) snel inspelen op nieuwe standaarden?
- Hoe kunnen nieuwe standaarden internationaal geharmoniseerd worden?

Ten aanzien van de algemene eisen die hierboven geformuleerd zijn geldt het volgende:

1. De relevantie van standaardisatie van berichten is inmiddels voldoende doorgedrongen in de sector. Behalve de verbeterde communicatie in de keten kan een eenvoudiger berichtenverkeer naar de overheid ook tot aanzienlijke kostenvoordelen leiden.
2. De koppeling met andere innovaties ligt vooral bij productieketens, logistiek en kennisdoorstroming.
3. Dit project ondersteunt de ontwikkeling en implementatie van standaarden door de diverse beheersorganisaties op lange termijn. Het bouwt een visie die de verschillende aanpakken internationaal bundelt en in perspectief plaatst.
4. Op dit moment is er al commitment bij FrugiCom en wordt er overlegd met GS1 als vooraanstaande standaardisatie-organisatie. Verder wordt contact opgenomen met internationale organisaties.

7.4 PlantVision

Productkwaliteit is een *key issue* in de tuinbouwsector. Voor het monitoren en voorspellen van kwaliteit zijn systemen nodig die de verschillende attributen kunnen meten. Uiteindelijk gaat het erom om geautomatiseerd beslissingen te kunnen nemen, of experts te ondersteunen bij het nemen van beslissingen om hoge en homogene productkwaliteit te kunnen realiseren.

Dit project richt zich op (semi)automatische beoordeling van tuinbouwproducten via intelligente beeldherkenning. Hiermee kan men de kwaliteit per product vaststellen en beïnvloeden.

Wat betreft de algemene criteria geldt:

1. Het project bouwt direct voort op IOP-project rond de automatische beoordeling van tomatenplanten. Bij dit project zijn verscheidene veredelaars en kwekers betrokken. Het commitment van deze partijen is groot gezien de actieve deelname aan expert meetings.
2. Dit project sluit aan op de andere innovaties in productie, transport, logistiek. Echter door de gekozen aanpak (kennismodellering) heeft het ook directe raakvlakken met het onderdeel kennisdoorstroming. Hiervan heeft het IOP-project al duidelijke resultaten laten zien.
3. De aanpak op basis van kennismodellen (ontologieën) garandeert een lange termijn resultaat. Het alternatief, namelijk het gebruik maken van black-box modellen (bijvoorbeeld neurale netwerken), mist dit voordeel. Bovendien sluit de kennisgebaseerde benadering veel beter aan bij de denkwijze van productexperts op dit moment.
4. De bedrijven die betrokken zijn bij het huidige IOP-project hebben zeker belang bij een vervolg langs de hier geschetste lijn.

8 Conclusie

Het is duidelijk dat er op het gebied van informatie- en kennistechnologie volop kansen liggen in de TuinbouwDelta. Er gebeurt al veel, maar dat speelt zich vooral af bij een beperkt aantal voorlopers. De voordelen van kennisintensieve ICT kunnen gerelateerd worden aan enerzijds operationele processen, die vooral baat hebben bij continue verbetering en optimalisatie, en anderzijds aan meer ingrijpende vernieuwing. In het laatste geval zal het effect op de organisatie en keten dan ook sterk zijn. Zo heeft transparantie in de keten consequenties voor de wijze waarop men samenwerkt. In dit artikel hebben we ons vooral gericht op de technische en procesmatige aspecten van ICT. Het spreekt vanzelf dat innovatieprojecten op dit gebied in eerste instantie letten op de menselijke en organisatorische implicaties van de gekozen oplossingen. De verstrengeling van ICT-innovatie met andere thema's zoals productie, transport en logistiek, kennisdoorstroming, enzovoorts is evident. ICT is geen doel maar een middel.

We constateren dat er vier gebieden zijn waar nieuwe informatietechnologie kan leiden tot innovatie in de tuinbouwdelta: standaarden voor communicatie, beslissingsondersteuning, kennismanagement en systeemarchitectuur. Het is niet moeilijk om rond deze thema's een groot aantal projecten te definiëren. We stellen echter op grond van haalbaarheid, draagvlak *en* innovativiteit de volgende projecten voor op het gebied van ICT in de tuinbouwdelta:

- Communicatiestandaarden in tuinbouwketens: *een blauwdruk voor toekomstige communicatie en de implementatie daarvan.*
- ICT architectuur in de Tuinbouwdelta: *het dynamisch (her)inrichten van de ICT-infrastructuur op basis van bedrijfsmodellering.*
- KennisTuin: *benutting van bedrijfsgegevens en andere kennisbronnen voor het beheersen van productkwaliteit.*
- PlantVision: *het geautomatiseerd beoordelen van tuinbouwproducten.*

Deze projectideeën dekken achtereenvolgens de gebieden communicatie, systeemarchitectuur, kennismanagement en beslissingsondersteuning af. Ze zullen uitgevoerd moeten worden rond bedrijfscases waarin de meerwaarde van technologie op korte termijn wordt aangetoond, maar die tevens een vertaling naar andere bedrijven in de sector mogelijk maken.

Referenties

1. Veld, J.i.t., *Analyse van organisatieproblemen*. 8th edition ed. 2002: Stenfert Kroese.
2. Wijnen, G., Weggeman, M., Kor, R., *Verbeteren en vernieuwen van organisaties: essentiële managementtaken*. 1997, Deventer: Kluwer Bedrijfswetenschappen.
3. Deming, W.E., *Out of the Crisis*. 1982: MIT Press International.
4. van den Boogaart, R., *Hydrion-line: On-line monitor- en besturingssysteem voor proceswater in een gesloten teeltsysteem in de glastuinbouw.*, . 2001, Wageningen UR: Wageningen.
5. Lewin, K., *Frontiers in Groups Dynamics*. Human Relations, 1947. **1**(3): p. p.150-151.
6. Leeuw, A.C.J.d., *Organisaties: Management, analyse, ontwerp en verandering; een systeemvisie*. 1997, Assen: Van Gorcum.
7. Rogers, E.M., *Diffusion of innovation; 4th edition*. 1995: The Free Press.
8. Simon, H.A., *The New Science of Management Decision*. 1977: Prentice Hall.
9. Wolfert, J., *Sustainable Agriculture: How to make it work? A modeling approach to support management of a mixed ecological farm.*, . 2002, Wageningen University: Wageningen.
10. Anthony, R.G., Vijay, *Management Control Systems*. 11th edition ed. 2003: McGraw-Hill.
11. Hellriegel, D.S.J.W., *Management*. 1993: Addison-Wesly Publishing Company.
12. Hammer, M., Champy, J., *Reengineering the Corporation*. 2001, New York: HarperCollins.
13. Schipper, M. and J. Top, *SPC helpt producent te sturen op veiligheid en kwaliteit*. Voedingsmiddelentechnologie, 2000. **33**(22): p. 52-55.
14. Srivastava, B., *Radio frequency ID technology: The next revolution in SCM*. Business Horizons, 2004. **47**(6): p. 60-68.
15. W3C, *Semantic Web*, . 2005.
16. Vernède, *Tracking and Tracing Info Site*, . 2005, Wageningen UR.
17. Verdenius, F.R.V.a.J.B., *Methodological Aspects of Designing Induction-based Applications*, . 2005, Universiteit van Amsterdam.
18. Schreiber, A.T., et al., *Engineering and Managing Knowledge*. 1999: MIT Press.
19. Batterink, M., S. Meijer and S. Tromp, *Simulaties en simulatiespellen*, in *Tools voor samenwerking in ketens en netwerken*, M. Batterink, et al., Editors. 2004, Reed Business Information.
20. Folmer, E.P.O.L., *Datatuin - nu en in de toekomst.*, . 2002, TNO-FEL.
21. Top, J.L. *Decision support in agro supply systems*. in *A forum of methodology*. 2001. Wageningen: C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology & Resource Conservation.