

Informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling'

Paul Raven

Huidig adres:

EBO

Postbus 85

2160 AB LISSE

tel.: 02521-19104, fax: 02521-17762

E-mail: paul.raven@lbo.agro.nl

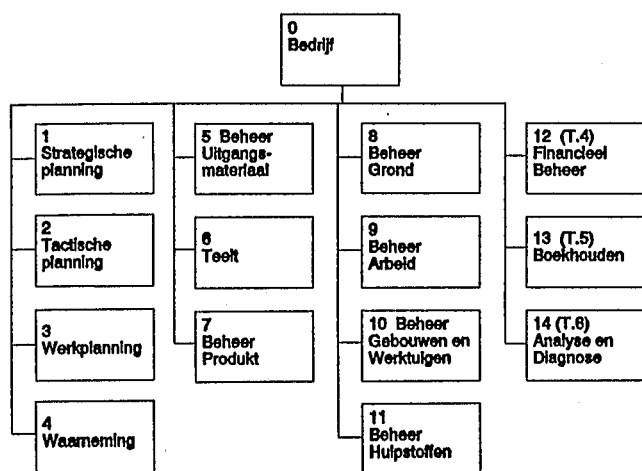
Het gebruik van informatiemodellen bij de ontwikkeling van geautomatiseerde begeleidingssystemen heeft inmiddels in de landbouw zijn vruchten afgeworpen. De mate waarin een informatiemodel helpt bij het structureren van landbouwkundige kennis blijft daarentegen achter bij de verwachtingen. Een mogelijke oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat slechts die processen zijn beschreven waarbij de ondernemer zelf is betrokken. Dit zijn evenwel niet de processen die

hij tracht te besturen, zoals bijvoorbeeld de groei van een gewas. In deze publicatie wordt beschreven hoe de informatie-analyse-methode van de informatiemodellen is gebruikt voor het beschrijven van gewasgroeiprocessen. Het resultaat hiervan is een globaal informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling'. Dit model kan worden gebruikt als gewas-onafhankelijk referentiemodel bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van gewasgroei modellen als basis van

teeltbegeleidingssystemen. Daarnaast gaat van dit informatiemodel een stimulerende werking uit voor onderzoek naar de groei- en ontwikkelingsprocessen van planten en gewassen. Eerst als we deze processen kennen kunnen we begrijpen waarom bepaalde effecten optreden zoals ze optreden.

Trefwoorden:

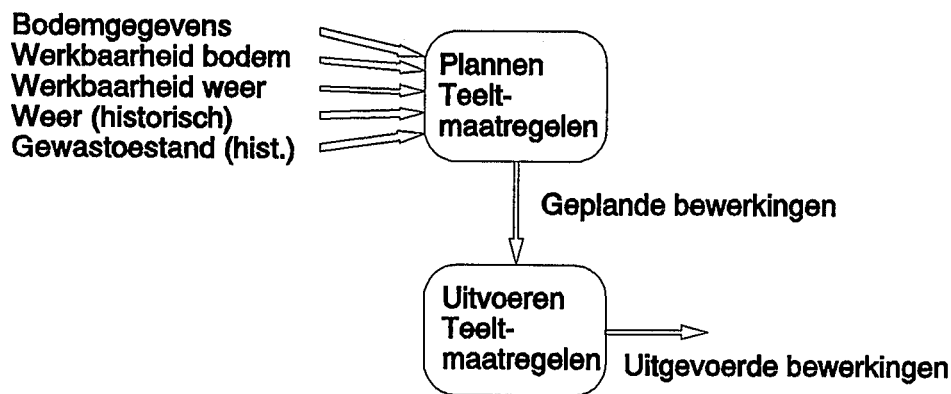
informatiemodel / 'Open Teelten'-bedrijf / IMOT / IEM / IEW / simulatiemodel / SUCROS



Figuur 1
Procesdecompositie-diagram van het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf

Informatiemodellen

In het kader van het INformatica StimuleringsPlan (INSP) is tussen 1986 en 1990 een aantal informatiemodellen opgesteld voor agrarische bedrijven. Een dergelijk informatiemodel bevat beschrijvingen van de activiteiten van agrariërs en van de gegevens die bij deze activiteiten van belang zijn. Het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf is één van deze modellen (Figuur 1). Het geeft inzicht in het informatiegebruik op het akkerbouw-, vollegrondsgroenten- en bloembollenbedrijf. Het model beschrijft



Figuur 2
'Beslissen' in het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf

de meest belangrijke processen die zich op een bedrijf afspelen en definieert de hierbij benodigde gegevens en rekenregels (Graumans & Postma, 1990; Graumans & Marring, 1990).

Het doel van het maken van een dergelijke beschrijving was tweeledig:

- een informatiemodel vormt een basisset van afspraken die de ontwikkeling van geautomatiseerde systemen vergemakkelijkt;
- een informatiemodel biedt de mogelijkheid om bestaande kennis op een gestructureerde wijze te representeren opdat deze in systemen kan worden ondergebracht.

Aangekomen in 1991 lijkt, op grond van de ervaringen met systemen als Bea, Beta, Cera en Gaby, de conclusie gerechtvaardigd dat een informatiemodel een goed uitgangspunt vormt voor de bouw van een geautomatiseerd systeem. Vooral voor goed structureerbare processen zoals meet- en regelprocessen en handelingen van uitvoerende en administratieve aard, is een informatiemodel goed bruikbaar als referentiemodel. Het informatiemodel herbergt evenwel ook een groot aantal minder goed structureerbare processen zoals het nemen van beslissingen.

Figuur 2 geeft een indruk van de wijze waarop beslissingen zijn beschreven. Op basis van gegevens (de inkomende pijlen) wordt besloten een bepaalde bewerking uit te voeren (geplande bewerking), die na uitvoering wordt geregistreerd als een uitgevoerde bewerking. De dataflows rondom een proces beperken zich

voornamelijk tot de administratieve afwikkeling van activiteiten zoals het aangegeven wanneer welke beslissing moet worden genomen en hoe deze moet worden geregistreerd.

Het beslissingsproces zelf blijft echter een black-box. De enige wijze waarop dit proces expliciet wordt beschreven is met behulp van regels van de vorm 'Als ..., dan ...!' en 'Naarmate ..., des te ...!'. Dit zijn eenvoudige representaties van impliciete modellen die door scholing, ervaring en voorlichting deel zijn gaan uitmaken van de kennis van een beslissers. Met behulp van deze modellen is het in principe mogelijk het nemen van de betreffende beslissing te automatiseren.

Deze beslissingsgerichte benadering leidt evenwel tot geautomatiseerde systemen die voornamelijk de administratieve aspecten van een beslissing ondersteunen. Gezien het feit dat voor iedere beslissing een apart programma moet worden ontwikkeld met eigen beslissingsregels, wordt kennis die voor verschillende beslissingen relevant is, bij elk van deze verschillende beslissingen ondergebracht.

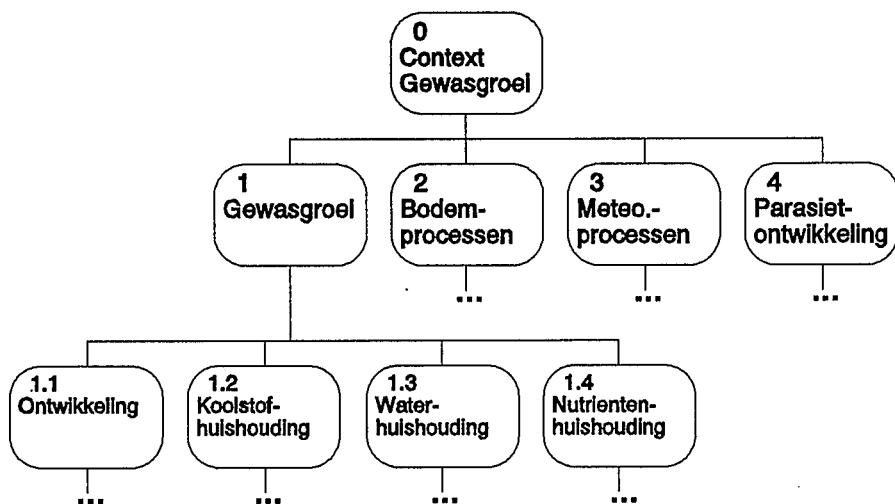
Een ander belangrijk nadeel van deze benadering is dat de genoemde beslissingsregels het resultaat zijn van een vertaalproces waarbij onderzoekresultaten worden vertaald in eenvoudiger en algemeen geldende regels. Bij een dergelijk vertaalproces vindt steeds informatie-verlies plaats. Toepassing van deze regels is daarom geen garantie voor een optimale

besluitvorming. Deze is gebaat bij toepassing van kennis van het niveau vóórdat vertaling (informatie-verlies) plaatsvond. Om dit te bewerkstelligen moet de kennis reeds op het niveau van de onderzoekresultaten worden gebundeld (Raven et al., 1991).

Zoals uit het voorgaande blijkt slaagt het informatiemodel minder goed in zijn opzet voor wat betreft het representeren van kennis. Met name voor ondersteuning van minder goed structureerbare processen, zoals de teelt van gewassen, is behoefte aan een andere benadering.

Gewasgroei-(simulatie-) modellen

Bij de vakgroep Theoretische Productie Ecologie en het CABO in Wageningen worden sinds vele jaren modellen ontwikkeld (o.a. Penning de Vries & van Laar, 1982; van Keulen & de Wolf, 1986; Penning de Vries et al., 1989; Rabbinge et al., 1989). Hoofddoel hiervan is het verklarend onderzoek aan gewasgroei te ondersteunen. Daarnaast worden deze verklarende modellen of ervan afgeleide beschrijvende modellen gebruikt bij het opstellen van bijv. oogstverwachtingen of bij het vaststellen van parameters die bij de veredeling van gewassen van belang zijn (Spitters, 1990; Spitters & van Keulen, 1990). In principe zijn deze of hiervan af te leiden modellen eveneens bruikbaar bij de ondersteuning van operationele beslissingen van agrarische ondernemers. Belangrijk bij iedere beslissing is de verwachting die de



Figuur 3
Globale procesdecompositie 'Gewasgroei en -ontwikkeling'

beslissers heeft ten aanzien van het te nemen besluit. Hij vraagt zich af in welke mate een bepaald plan tegemoet zal komen aan de vooraf gestelde doelen. Betreft het teelbeslissingen waarbij het noodzakelijk is van een bepaalde teelthandeling of maatregel de gevolgen voor het gewas te voorspellen, dan kunnen gewasgroei modellen een belangrijke rol spelen. Deze modellen kunnen met meer factoren tegelijkertijd rekening houden dan de door agrariërs gebruikte impliciete modellen, en met een grotere nauwkeurigheid. Verwacht mag worden dat teelbegeleidingssystemen gebaseerd op gewasgroei modellen beter aansluiten bij de beslissituatie en informatiebehoefte van de individuele ondernemer. In de bestaande informatiemodellen zijn dergelijke gedetailleerde modellen evenwel nog niet beschreven anders dan in de vorm van vereenvoudigde regels. Daarom hebben PAGV en CABO met medewerking van SIVAK een globaal informatiemodel 'Gewasgroei en ontwikkeling' opgesteld. In dit model wordt gewasgroei beschreven volgens dezelfde informatie-analyse-methode als de processen in het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, de Information Engineering Methodology (IEM).

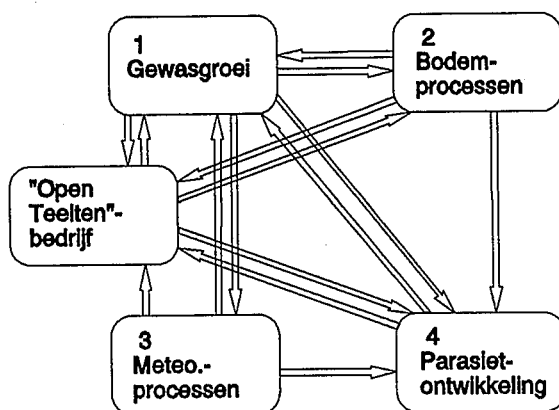
Projectverloop

Een projectgroep bestaande uit W. Stol (CABO), H. van Keulen (CABO), R. van Himste (PAGV, nu SIVAK), M. van Oijen (CABO), H. Marring (destijds SIVAK) en schrijver dezes hebben in een aantal bijeenkomsten gedurende 1990 de basis

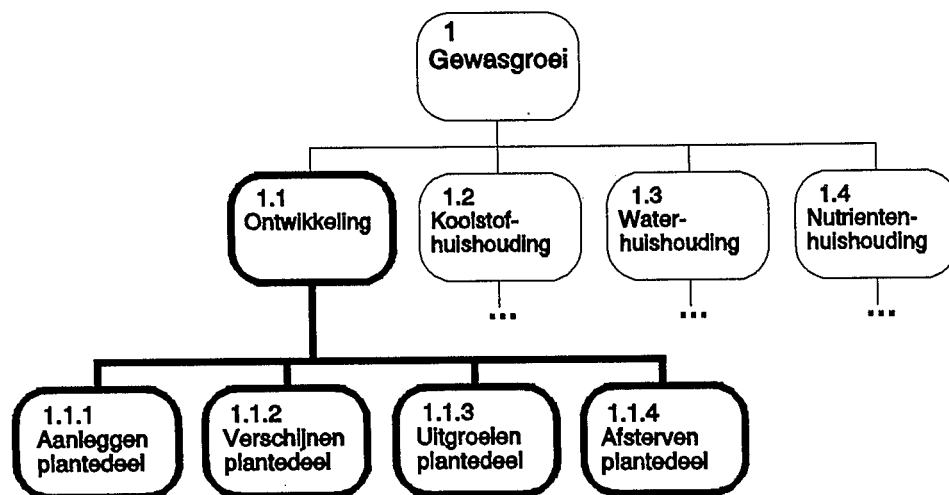
gelegd van het informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling' (Raven et al., 1991). De activiteit die de meeste tijd kostte was het onderscheiden van processen en de daarmee samenhangende procesdecompositie. Het datamodel is grotendeels overgenomen van het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf. Het model is gedocumenteerd in de Information Engineering Workbench (IEW) van SIVAK. Terugkoppeling met de projectgroep vond plaats door middel van rapporten die door dit programma werden gegenereerd.

Het informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling'

Iedere plant en ieder gewas groeit en ontwikkelt zich onder invloed van een groot aantal externe factoren. Deze factoren zijn zowel van biotische (parasieten, de mens) als van abiotische aard (bodem, weersgesteldheid). In het informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling' zijn deze factoren beschreven als processen (Figuur 3). Processen hebben toestanden tot gevolg die op hun beurt andere processen kunnen beïnvloeden. In het informatiemodel wordt deze wijze van



Figuur 4
Het dataflow-diagram gewasgroei en het open teelten-bedrijf



Figuur 5
Procesdecompositie-diagram 'gewasontwikkeling'

beïnvloeding weergegeven door middel van gegevensstromen die informatie over deze toestanden bevatten. Het dataflow-diagram hiervan is weergegeven in Figuur 4.

Ook de beïnvloeding van gewasgroeiprocessen door de agrarische ondernemer is in deze figuur aangegeven door de relaties met het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf. Ook teeltmaatregelen leiden namelijk tot toestanden waarop een gewas reageert. Om niet teveel ineens in het model op te nemen is als beperking in het project meegenomen dat processen uit de omgeving van het gewas buiten het kader van het project vielen. Slechts het proces 'Gewasgroei' is verder uitgewerkt. 'Gewasgroei' is opgesplitst in een aantal (deel)processen:

- **Gewasontwikkeling:** het doorlopen van verschillende ontwikkelingsfasen;
- **Koolstofhuishouding:** de wisselwerking van opbouw en afbraak van organische stoffen in een gewas;
- **Waterhuishouding:** de wisselwerking van opname en afgifte van water door een gewas en
- **Nutriëntenhuishouding:** de wisselwerking van opname en gebruik van minerale voedingsstoffen van een gewas.

Uit deze beschrijvingen blijkt dat getracht is het model zo onafhankelijk mogelijk van een cultuurgewas te ontwikkelen. In principe kan ieder cultuurgewas zich in het model terugvinden. Dit heeft er echter niet toe

geleid dat het een zodanig globaal model is geworden dat er nauwelijks enig detail in terug te vinden is. Integendeel, het model is voor een groot aantal gewassen gedetailleerder dan de kennis over dit gewas reikt. Ter illustratie zal hieronder het proces 'Gewasontwikkeling' nader worden beschreven.

Gewasontwikkeling

Een gewas, plant of plantedeel doorloopt gedurende een groeiseizoen of gedurende zijn of haar leven een aantal ontwikkelingsfasen. Deze fasen kunnen worden beschreven in termen van ontwikkelingsprocessen en ontwikkelings toestanden. Voor een groot aantal cultuurgewassen zijn deze toestanden inmiddels beschreven als ontwikkelingsstadia aangeduid met een cijfer of letter. Het leven van een gewas kan aldus worden beschreven door het achter elkaar plaatsen van deze stadia in een zogenaamde ontwikkelingsstadia-reeks (o.a. Zadoks et al., 1974).

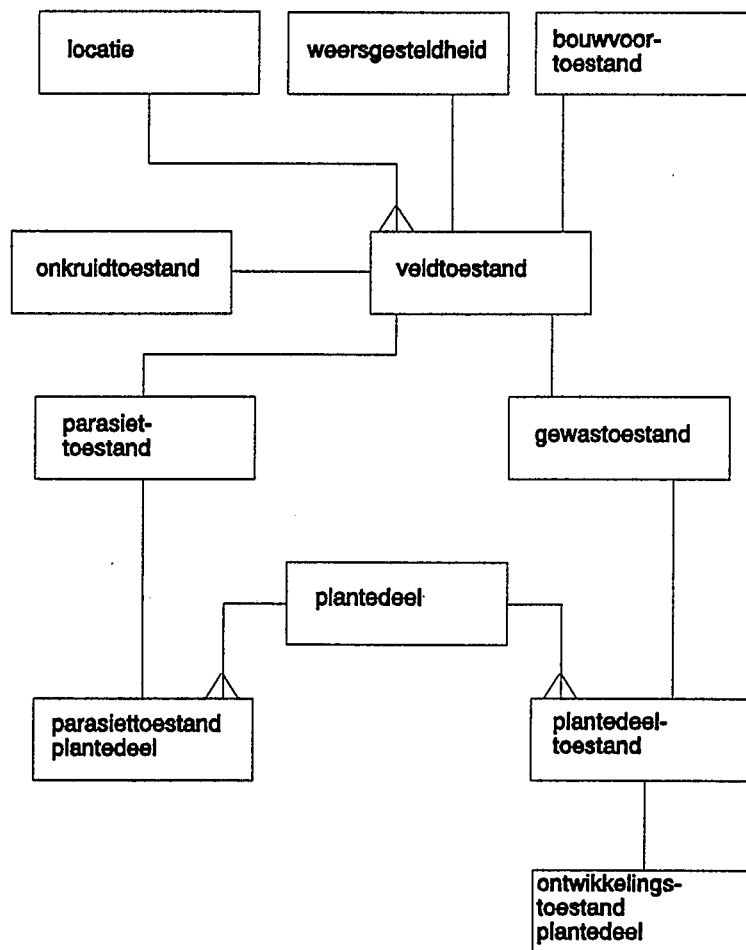
In eerste instantie werd gedacht dat deze toestandsreeksen een goed uitgangspunt vormden voor het datamodel betreffende ontwikkelingsprocessen. Er kleven echter een aantal bezwaren aan. Eén van de uitgangspunten van de bestaande ontwikkelingsstadia-reeksen is dat ze specifiek voor één bepaald cultuurgewas zijn ontwikkeld. Gemeenschappelijke aspecten die modellering in een datamodel mogelijk maakte bleken nauwelijks aanwezig. Een ander probleem is dat de meeste beschrijvingen van stadia zich richten op voor het

geoefende blote oog zichtbare kenmerken. Voor een gewas betekent dit dat het zich op een bepaald moment in één stadium bevindt. Spreiding tussen verschillende planten binnen een gewas of tussen verschillende plantedelen binnen een plant wordt niet in de beschouwing opgenomen. Daarnaast zijn het per stadium steeds andere kenmerken waarop gelet dient te worden. Aan het begin van het groeiseizoen worden veelal blaadjes geteld, terwijl later de ontwikkeling van bloemen, vruchten en/of vegetatieve opslagorganen centraal staat. Een verder nadeel is dat het aantal stadia beperkt is. De periode tussen de verschillende stadia kan daardoor lang zijn waardoor verschillen in ontwikkeling binnen één stadium onvoldoende aandacht krijgen. Dit is een nadeel omdat juist het ontwikkelingsstadium sterk sturend is voor andere processen in het gewas, in de plant of in een plantedeel. Met name dit laatste nadeel van de bestaande reeksen heeft ertoe geleid dat in het hier beschreven informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling' is gekozen voor een ontwikkelingsbenadering per plantedeel. Dit resulteert in een viertal deelprocessen (zie Figuur 5) die bij de ontwikkeling van ieder gewas kunnen worden onderscheiden namelijk:

- het aanleggen van het betreffende plantedeel;
- het verschijnen;
- het uitgroeien en
- het afsterven van het plantedeel.

De mate (%) waarin een plantedeel (bijv. het bladapparaat van een gewas of de bloemen) een dergelijk proces heeft doorlopen wordt beschouwd als het ontwikkelingsstadium. Dit leidt tot een viertal percentages per plantedeel. Zo kan bijvoorbeeld het bladapparaat van een gewas voor 80% zijn aangelegd; 70% van het in totaal te verwachten aantal bladeren zichtbaar zijn; de volledig uitgroei van bladeren voor ca. 50% gerealiseerd zijn terwijl 10% is afgestorven. Dé ontwikkelingstoestand van een gewas kan aldus worden gekarakteriseerd met het aangeven van de mate waarin de verschillende plantedelen van een gewas in hun ontwikkeling zijn gevorderd. Een deel van het datamodel hiervan is weergegeven in Figuur 6.

De mate van detail van deze toestanden is afhankelijk van de wijze waarop een gewas of plant in plantedelen wordt verdeeld. Zo is het mogelijk een gewas globaal te verdelen in wortels en spruiten of veel gedetailleerder bijvoorbeeld in hoofdwortel, bijwortels, hoofdstengel, bijstengels, verschillende bladlagen, etc. Welke mate van detail noodzakelijk is wordt enerzijds bepaald door het ambitieniveau van de voor het betreffende gewas beschikbare modellen van ontwikkelingsprocessen en anderzijds door het ambitieniveau van de modellen van gewasgroeiprocessen die moeten worden aangestuurd door een ontwikkelingsstadium. Eenvoudige groei modellen kunnen aldus door eenvoudige ontwikkelingsmodellen worden aangestuurd en ingewikkelde modellen door ingewikkelde. Hieruit blijkt dat het informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling' bedoeld is als globaal referentiemodel. Enerzijds kan de ontwikkeling van ieder



Figuur 6 Entiteitstype-relatie-diagram van het datamodel betreffende gewastoestanden

cultuurgewas in principe in de in het informatiemodel geplaatste procesbeschrijvingen worden herkend, anderzijds gaat de mogelijkheid om in details te treden de bestaande kennis over vele cultuurgewassen nog te boven. 'Witte vlekken' in onze kennis komen daardoor duidelijk naar voren.

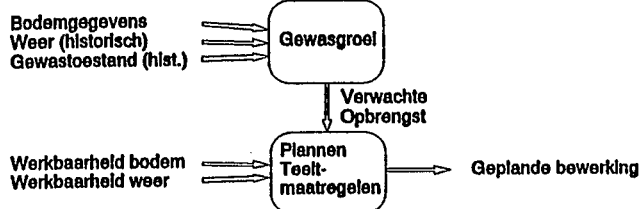
Integratie van (informatie) modellen

Het informatiemodel 'Gewasgroei en -ontwikkeling' is onafhankelijk van het informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf opgesteld evenals van andere informatiemodellen uit de plantaardige sector. Alleen het datamodel is tot op zekere hoogte van het 'Open Teelten'-datamodel afgeleid. De

Voor Integratie:



Na integratie:



Figuur 7 Integratie van de 'INSP'-informatiemodellen betreffende plantaardige productie en het informatiemodel 'gewasgroei en ontwikkeling'

verschillen betreffen voornamelijk een aantal uitbreidingen in de vorm van nieuwe attributen en entiteltypen. Gezien het verband tussen de besturings-activiteiten van de ondernemer en de activiteiten van het gewas zelf (zie Figuur 4) behoren beide een plaats in een gemeenschappelijk informatiemodel te krijgen. Door een gemeenschappelijk model als basis te gebruiken kan de integratie van gewasgroei modellen in management ondersteunende systemen ten behoeve van de agrarisch ondernemer gestalte krijgen (van Hee, 1985). Een volledige integratie van het gewasgroei-informatiemodel en de andere informatiemodellen van de plantaardige sectoren zal echter veel voeten in de aarde hebben. Alle beslissingsprocessen waarbij het gewas een rol speelt zullen in principe moeten worden herschreven (zie Figuur 7).

Op kleinere schaal, bijvoorbeeld in het kader van vervolgprojecten waarin teeltbegeleidingssystemen worden ontwikkeld, heeft integratie tijdens de informatie-analyse-fase zeker nut. Méér landbouwkundige kennis dan tot nog toe kan op deze wijze worden geformaliseerd zodat het onder andere mogelijk wordt gewasgroei modellen in deze begeleidingssystemen op te nemen. De begeleiding van de besluitvorming van de ondernemer kan daarmee in belangrijke mate worden verbeterd.

Literatuur

- GRAUMANS, C.A.M. & H. MARRING, (Red.), (1990) Informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, versie 1.0 SIVAK, Lelystad, losbl. ca. 1500 p.
- GRAUMANS, C.A.M. & A. POSTMA, (1990) Populaire beschrijving van het gedetailleerde informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf. SIVAK, Lelystad, 54 p.
- HEE, K.M. VAN, (1985) Informatiesystemen en beslissingsondersteuning. Informatie 27 (11): 978-986
- KEULEN, H. VAN & J. WOLF, (Eds.), (1986) Modelling of agricultural production: Weather, soils and crops. Simulation monograph series, Pudoc, Wageningen, 479 p.
- PENNING DE VRIES, F.W.T. & H.H. VAN LAAR, (Eds.), (1982) Simulation of plant growth and crop production. Simulation monograph series, Pudoc, Wageningen, 307 p.
- PENNING DE VRIES, F.W.T., D.M. JANSEN, H.F.M. TEN BERGE & A. BAKEMA, (Eds.), (1989) Simulation of ecological processes of growth in several annual crops. Simulation monographs 29, Pudoc, Wageningen, 271 p.
- RABBINGE, R., S.A. WARD & H.H. VAN LAAR, (Eds.), (1989) Simulation and systems management in crop protection. Simulation monographs 32, Pudoc, Wageningen, 420 p.
- RAVEN, P.W.J., W. STOL, H. VAN KEULEN, R.F.J. VAN HIMSTE, M. VAN OIJEN, & H. MARRING, (1991) Informatiemodel 'Gewasgroei en ontwikkeling' PAGV, Lelystad, verslagnr. 124 (in druk)
- RAVEN, P.W.J., H. DRENTH, S.R.M. JANSSENS & A.T. KRIKKE. (1991) Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemer. Een verkenning van de theorie PAGV, Lelystad, verslagnr. 125 (in druk)
- SPITTERS, C.J.T., (1990) Crop Growth Models: Their Usefulness and Limitations. Symposium, Wageningen, Aug. 1989: Timing of vegetable production. Acta Horticulturae, 267: 345-363
- SPITTERS, C.J.T. & H. VAN KEULEN, (1990) Toepassing van simulatie en systeemanalyse: Stand van zaken en knelpunten. CABO-Verslag nr. 128, Wageningen, 34 p.
- ZADOKS, J.C., T.T. CHANG & C.F. KONZAK, (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. Eucarpia Bull. no. 7, 10 p.