

# Expert Systemen in de Agrarische Sector

Congresverslag van het International DLG-Congress for Computer Technology Knowledge Based Systems in Agriculture - Prospects for Application Frankfurt a. M. - Bad Soden a. Ts. 19 - 22 Juni 1988

Ir E. Annevelink, IMAG, Juli 1988

## 1 Inleiding

Van 19 tot en met 22 juni 1988 werd in Frankfurt a. M. - Bad Soden a.Ts het congres 'Knowledge Based Systems - Prospects for Application' georganiseerd door de DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft). De titel van het congres geeft aan, dat vooral de waarde en de toepassingsmogelijkheden van Knowledge Based Systems in de landbouwsector (op kennis gebaseerde systemen, zoals bij voorbeeld Expert Systemen) aan de orde kwamen. Als leidraad voor dit verslag dienen de papers van het congres. Er zal niet te diep worden ingegaan op de inhoudelijke kant van de diverse (prototypen van) Knowledge Based Systems, maar meer op de algemene conclusies ten aanzien van de ontwikkeling van dergelijke systemen.

De belangrijkste gebieden van de Knowledge Based Systems (KBS) zijn volgens Siekmann (Universiteit Kaiserslautern, BRD): natuurlijke spraaksystemen, Expert Systemen (ES), automatische deductie systemen, robotics en computers met een (eigen) visie. Van natuurlijke spraaksystemen is aangetoond, dat ze te realiseren zijn, maar er gelden nog steeds sterke beperkingen. Als voorbeeld van een ES noemt hij het bekende medisch diagnose systeem MYCIN, dat een revolutie teweeg bracht, omdat het aantoonde, dat ES mogelijk zijn. Er zijn echter verwachtingen gewekt, die niet geheel waar gemaakt kunnen worden. Een zwak punt van dit ES is, dat het niet kan vaststellen, wat zijn eigen grenzen zijn. Wanneer wij bij voorbeeld MYCIN zouden vragen een diagnose te stellen bij een roestige auto, zou het er pas zeer laat achter komen, dat er iets niet klopt. ES zijn dus slechts een goed hulpmiddel voor een zeer beperkt kennisgebied.

*(vervolg: blz 2)*

VIAS-nieuwsbrief,

uitgave van VIAS: **Vereniging voor Informatici werkzaam in de Agrarische Sector, Postbus 434, 6700 AK Wageningen.**

**Toezending  
aan leden van VIAS**

### Lidmaatschap

Het lidmaatschap staat open voor alle personen die beroepsmatig betrokken zijn bij de geautomatiseerde informatieverzorging binnen de agrarische sector. De contributie voor 1987 bedraagt f 25,- per jaar. Studenten betalen f 10,- per jaar. Bankrekening 39.70.36.116, inv VIAS Wageningen. (Rabobank Wageningen, giro 885720).

### Bestuur

W. Huisman  
E. Annevelink  
H. Arendse  
J. Kuipers  
H. Paulissen

K. Huijbers

### Redactie nieuwsbrief

E. Annevelink  
H. Arendse

### Symposium-cie

K. Huybers  
P. Lingsma  
J. Oudkerk

### Inzending Copy

Copy inzenden op diskette, MS-DOS: 5.25" diskette, ASCII, Wordstar, Word, of Wordperfect files; Mac: Word files.

### Copyright

Overname van artikelen alleen mogelijk na toestemming van de redactie. Redactie en bestuur zijn niet verantwoordelijk en aansprakelijk voor de inhoud van artikelen noch voor de gevolgen van toepassing van de informatie uit de inhoud.

## 2 Knowledge Based Systems en hun toepassing in de landbouw

### 2.1 Knowledge Based Systems bij constructie en ontwerp

Favache (John Deere, BRD) gaat kort in op de mogelijke voordelen, beperkingen en toepassingen van ES bij John Deere. Men heeft een aantal werkende toepassingen op de volgende gebieden: de diagnose van hydraulische systemen, de selectie van plastic materialen en hun ontwerpproces en een selectie programma, dat geschikte bouten en moeren kiest. Hij concludeert, dat ES bij constructie en ontwerp nog in de kinderschoenen staan. Er is echter wel behoefte aan zulke systemen.

Weigelt (Claas OHG, BRD) gaat in op het gebruik van Knowledge Based Systems bij het ontwerp van oogstmachines. Een van zijn conclusies is, dat de toekomst van ES voor een groot deel bepaald zal worden door de gebruikers-vriendelijkheid van een systeem.

Brook (Michigan State University, USA) behandelt het gebruik van Knowledge Based Systems bij het ontwerp van agrarische gebouwen en voorzieningen. Centraal hierbij staat het programma INTPRO (interview processor), dat ontwikkeld is als hulpmiddel voor de snelle ontwikkeling van interactieve computer toepassingen, die gebruik maken van grafische faciliteiten. M.b.v. INTPRO is een systeem ontwikkeld voor het ontwerp van een doorluchtingssysteem voor de opslag van graan.

### 2.2 Knowledge Based Systems voor de planning en het beheer van processen - Toepassingen

#### 2.2.1 Plantaardige productie

Coleno (INRA, Frankrijk) houdt zich bezig met ES bij de plantenziektenkunde. Een van zijn belangrijkste conclusies is, dat het mogelijk moet zijn om een ES te updaten. Kwaliteit, validatie van een gegeven advies en het continu onderhouden van een systeem zijn kritieke factoren, die bepalen of een ES een succes wordt.

Stapper (CSIRO, Australië) licht het programma SIRAGCROP toe, dat ontwikkeld is ten behoeve van het voorraadbepaling van granen. Het is een Decision Support Systeem (DSS) voor geïrrigeerde tarwe in Australië en enigzins te vergelijken is met het Nederlandse VITAK project. SIRAGCROP is geïmplementeerd op videotex. Het heeft informatie en communicatie faciliteiten, levert weergegevens en geeft een management advies (t.a.v. de gewaskeuze, het irrigatieschema, het stikstofbeheer en de gele roest bestrijding). Het biedt de mogelijkheid tot interactief beheer van het gewas.

LaRaw Maran (Knowledge Engineering Research Laboratory, University of Illinois, USA) gaat in op WEAS, een advies systeem voor de bescherming tegen ziek-

ten van de plant. Vanuit zijn achtergrond als Knowledge Engineer ziet hij als een zeer belangrijke vraag voor de toekomst: "wat moet de AI tak precies doen om nuttig te kunnen zijn, specifiek voor de agrarische wereld".

#### 2.2.2 Veehouderij

Folkerts (TAURUS, Nederland) noemt onder andere het project "animal farm", dat onlangs in Nederland is gestart, waarbij een ES ontwikkeld zal worden voor de veehouderij. Verder stipt hij het belang aan van de informatiemodellen voor ES. Enige kritieke punten m.b.t het succes van een ES zijn volgens hem: start met kleine projecten om ervaring op te doen, betrek de gebruikers bij de ontwikkeling, combineer meerdere disciplines, creëer een goede infrastructuur en streef naar internationale samenwerking (o.a. vanwege de kosten).

Leuschner (Hoelscher & Leuschner GmbH, BRD) bespreekt een klimaat regerings systeem voor slachtkuikens. Het doel is om een combinatie te maken van mathematische regelsystemen en een op kennis gebaseerd proces besturingssysteem. Op het moment bestaat er nog geen ES en er is nog een grote hoeveelheid onderzoek noodzakelijk.

Vranken (Instituut voor Agrarische Gebouwen, Leuven) gaat in op een beslissings ondersteunend systeem voor de varkenshouderij. De gegevens worden automatisch verzameld in de varkensstal en worden centraal verwerkt in het Instituut m.b.v. het ES. Zo kan o.a. een advies bepaald worden voor de ventilatie van de stal. Hij wijst erop, dat het gebruik van bedrijfsspecifieke gegevens de waarde van een ES verhoogt.

#### 2.2.3 Bosbouw en milieubescherming

Smaltschinski (Instituut voor bosbouw en houteconomie, BRD) bespreekt een toepassing bij de nationale bosinventarisatie. Het gaat hierbij om een evaluatiesysteem, dat de verzamelde steekproefgegevens verwerkt en analyseert. Hier kan men overigens nog niet of nauwelijks spreken van een ES, hoewel dit wel het uiteindelijke doel van het verdere onderzoek is.

Gertner (Bosbouw afdeling Universiteit Illinois, USA) gaat in op een informatiesysteem ten behoeve van bosbouw management, genaamd TWIGS (The Woodsman's Ideal Growth Projection System). De beperkingen van het systeem zijn, dat men een goed getrainde bosbouwer nodig heeft om met het systeem te kunnen werken en dat er nog bepaalde gaten in de bestaande kennis aanwezig zijn. De ontwikkel instrumenten, die men gebruikt heeft zijn AURORA (IBM) en Personal Consultant Plus (Texas Instruments). AURORA is een inductief en zelflerend systeem en is vooral nuttig om kennisgaten op te vullen. TWIGS geeft een advies in de vorm van een potentieel management scenario.

Frommelt (FVA, BRD) bespreekt de ontwikkeling van een computer ondersteund luchtfoto evaluatiesysteem ten behoeve van het vastleggen en onderzoeken van schade bij bossen. Men heeft allereerst geprobeerd om luchtfoto's automatisch te interpreteren, hetgeen niet lukte. Momenteel is men een kennisstelsel aan het ontwikkelen, dat de mens moet ondersteunen bij de interpretatie.

## 2.2.4 Management en marketing

Webster (Wye College, GB) beschrijft toepassingen van Knowledge Based Systems (KBS) in management en marketing. Volgens hem zijn er drie belangrijke factoren, die de KBS in de Europese landbouw beïnvloeden: de ontwikkelingen in de agrarische wereld zelf (druk op winstmarge, schaalvergroting, technische ontwikkelingen etc.), de snelle ontwikkelingen op computer gebied en ten slotte de ontwikkelingen op het gebied van de kennisvergaring (kennisacquisitie en -representatie m.b.v. ES-shells etc.). Hoewel er op het moment zeer weinig voorbeelden van op het boeren bedrijf werkende Knowledge Based Systems zijn, zal de druk van buitenaf groter worden om ze te gaan ontwikkelen en gebruiken.

Uhrig (Purdue University, Indiana, USA) beschrijft een systeem voor de selectie van marketing alternatieven voor granen. Er is reeds een werkend prototype (dat verkocht wordt). De kennisbank is opgebouwd m.b.v. de shell Personal Consultant (Texas Instruments). Deze gebruikt frames, parameters en regels om kennis op te slaan. De kennisingenieur (Knowledge Engineer) heeft de kennis verzameld bij de domeinspecialist (Domain Expert) d.m.v. interviews. Het systeem bevat zekerheidsfactoren (certainty factors), die aan bepaalde feiten gekoppeld kunnen worden. Dit is een van de weinige ES, die met succes wordt toegepast in de landbouwkundige praktijk.

Novoa (Landbouw Universiteit, Uppsala, Zweden) werkt mee aan een leerproject, dat is opgezet om ervaring op te doen met ES op het gebied van de analyse van de 'economische efficiëntie' van een boerenbedrijf. Men is pas halverwege de eerste fase van het project en kan nog geen duidelijke conclusies trekken. Hij acht het van groot belang om een in ontwikkeling zijnde ES zo grondig mogelijk te testen.

## 2.3 Kunstmatige Intelligentie - Methoden en hulpmiddelen en het belang van kennisacquisitie

Harsch (Michigan State University, USA) geeft een zeer grondig en goed overzicht van de methoden, de hulpmiddelen en het belang van kennisacquisitie bij Artificiële Intelligentie. Belangrijke factoren bij de keuze van een hulpmiddel zijn: de kosten van de tool, het beschikbare type computer (zowel bij de ontwikkeling als bij het uiteindelijke gebruik) en de gewenste mogelijkheden van het te ontwerpen systeem.

Een van de 'bottlenecks' bij het ontwerpen van Knowledge Based Systems is het kennisacquisitie proces. Dit kan op twee manieren aangepakt worden: een kennisingenieur kan de domeinspecialist helpen ofwel de domeinspecialist kan zelf kennisingenieur worden en zijn eigen ES bouwen. Beide manieren hebben hun voor- en nadelen en moeten tegen elkaar worden afgewogen in relatie tot de aard en de omvang van het probleem, waarvoor het ES ontwikkeld wordt.

## 3 Knowledge Based Systems in praktijk toepassingen (Excursie)

Parallel werden een zestal excursie's georganiseerd, naar bedrijven, die zich bezighouden met ES, op de volgende gebieden: Melkproductie en varkensmestrij, Financiële en belastingplanning, Akker- en tuinbouw, Plantaardige productie, Bosbouw en milieubescherming en tenslotte Landbouwkundig ontwerp en constructie.

De door de auteur bezochte excursie op het gebied van de akker- en tuinbouw ging naar het Onderzoekstation 'Limburgerhof' van BASF. Na een algemene inleiding, volgde een rondleiding, waarbij onder andere het gebruik van personal computers bij het verzamelen van meetgegevens bij proeven getoond werd. De methode varieerde van het gebruik van een 'ouderwetse' PC op een rijdende tafel, via een semi-draagbare Toshiba tot een gemakkelijk draagbare Husky. Vervolgens werden twee systemen getoond, die ontwikkeld zijn door BASF in samenwerking met de Universiteit in Weihenstephan (bij Munchen). Ten eerste een systeem, waarmee het gebruik van kunstmeststoffen gepland kan worden, rekening houdend met vorige bemestingen en met de vruchtvolgorde. Het tweede systeem is geïmplementeerd op videotex en geeft adviezen over te gebruiken bestrijdingsmiddelen.

## 4 Presentatie van succesvolle voorbeelden: Ontwikkel omgevingen

Behrendt (IBM, BRD) licht ESE (Expert Systems Environment) toe, een omgeving van IBM voor het ontwikkelen van Knowledge Based Systems. ESE is een dialoog geïntegreerd systeem, met een eigen editor, syntax controle en de mogelijkheid van exits naar externe routine's. Het maakt gebruik van backward/forward chaining, sturingsfuncties en certainty factors en bezit een aantal standaard grafische en printerfunctie's. Aangezien het systeem echter nog geen consistentie controle uitvoert, moet de gebruiker dit nog steeds zelf regelen.

Fermanian (University of Illinois, USA) behandelt AgAssistant, een ontwikkel instrument voor Expert Systemen. Hiermee is het o.a. mogelijk om regels af te leiden uit voorbeelden, of ze aan de hand van voorbeelden te verbeteren.

## 5 Presentatie van succesvolle voorbeelden bij speciale toepassingsgebieden

In een aantal parallel sessies werden een aantal voorbeelden van toepassingen behandeld. De auteur bezocht sessie 1 (plantaardige productie), die hierna uitgebreid behandeld zal worden. Van de overige sessies zullen alleen de onderwerpen genoemd worden.

### 5.1 Plantaardige productie

Allereerst vertelt Kuebler (Justus-Liebig-Universiteit Giessen, BRD) over GENIS, een model ter ondersteuning van de keuze van variëteiten van winter tarwe. Het is een onderdeel van een groter 'farmcontrol' model, dat op het moment ontwikkeld wordt. Het systeem is gedurende drie jaar getest, werkt op een PC en is eigenlijk geen echt ES. Er is een grotere be-

langstelling gebleken voor het systeem bij de boeren, dan bij de voorlichters. Ook scholen worden voorzien van het programma.

Nevo (Faculteit van Landbouwtechniek, Haifa, Israel) beschrijft het door hem ontwikkelde systeem CRO-PLOT, dat ondersteuning biedt bij teelt rotatie beslissingen (de keuze van het gewas, dat men wil gaan telen in een bepaald vak). Men heeft gebruik gemaakt van de ES shell 'Rabbi' bij het ontwikkelen van CRO-PLOT. De kennis is in een netwerk van feiten en hypothesen opgeslagen, geformuleerd als IF-THEN-regels. In een volgende fase zal CRO-PLOT gecombineerd worden met een kwantitatief optimaliseringsmodel, n.l. Mixed Integer Programming (MIP), waarbij ook een gevoeligheidsanalyse zal worden ingebouwd. Bij CRO-PLOT krijgt een mogelijke teelt een geschiktheidsfactor, nadat bij een consultatie een aantal vragen beantwoord zijn over de geldende omstandigheden. Deze consultatie wordt opgeslagen, zodat men gemakkelijk een onderdeel kan veranderen, waarna de geschiktheid opnieuw bepaald wordt. Het systeem komt met een aanbeveling, waarbij wordt aangegeven hoe het systeem tot die conclusie is gekomen. Het systeem is op het moment nog slechts een prototype. Een dergelijk systeem moet bij ieder nieuw produkt, bestrijdingsmiddel etc. aangepast worden. In de praktijk zal dat neerkomen op zo'n twee updates per jaar.

Bulgarini (Maximilian Hardegg'sche Guts- und Forstverwaltung, Oostenrijk) noemt zichzelf de enige praktiserende boer in het gezelschap van de DLG-Conferentie. Hij leidt een bedrijf van 2850 ha. Zijn verhaal gaat niet zozeer over ES, maar meer over de huidige toepassingen van computers op zijn bedrijf. Hij werkt samen met de Universiteit in Weihenstephan, die voor hem programmatuur ontwikkeld heeft o.a. t.b.v. automatische verwerking van bodemonderzoek en stikstof optimalisatie. Hij waarschuwt de aanwezige wetenschappers, dat zij haast moeten maken met het ontwikkelen van nieuwe systemen, aangezien de landbouw anders in de problemen zou kunnen geraken.

Dominguez (Unisys, Madrid) heeft als kennisingenieur gewerkt aan een ES, dat adviezen moet geven op het gebied van de selectieve bemesting. Als voordelen van zo'n systeem noemt zij: compleet advies, lokale informatie voorhanden, data van de boer kunnen meegenomen worden bij de totstandkoming van het advies, snel advies, flexibel, beschikbaar via een netwerk, uitbreidingsmogelijkheden. Men heeft bij de ontwikkeling gebruik gemaakt van de KEE (Knowledge Engineering Environment, van IBM). Over ongeveer een half jaar zullen vier Spaanse provincies met het systeem gaan werken. Het systeem is ontworpen voor voorlichters, die via videotex op de centrale computer kunnen inloggen. Het systeem bepaalt niet de teeltrotatie zelf, maar slechts het optimale bemestingsschema bij een bepaald teeltrotatieschema.

Petkovski (Technische Universiteit Novi Sad, Joegoslavië) houdt een verhaal over het toepassen van een traditionele Operational Research techniek, netwerkplanning, bij het plannen en controleren van de productie en verdere verwerking in de voedingsindustrie.

## 5.2 Bemesting en voorraad beheer

- ZEA: een teelt management systeem voor mais.
- PILAR: een systeem, waarmee kennis opgebouwd en gepresenteerd kan worden en dat een controle basis vormt bij teelt management.
- N-Sure: t.b.v. selectieve stikstofbemesting van tarwe.
- Sterkte-zwakke analyse op basis van rotatie gegevens.

## 5.3 Diagnose en maatregelen bij de plantenziektkunde

- SEPV: Plantenziektenkundige diagnose voor 17 teelt typen
- Ziekte en plaag diagnose bij de tomaat - Ziekte en plaag diagnose bij de olijf
- Onkruidbestrijding bij de teelt van suikerriet

## 5.4 Management ondersteuning bij de veehouderij

- Groeps- en voederbeheer in de melkveehouderij
- Analyse van de economische effecten van de varkensfokkerij
- Expert systeem op het gebied van de mesttoepassing
- Groepsbeheer bij de zeughouderij

## 6 Conclusie's

Naar aanleiding van de discussie tijdens de parallelsessies en het gehele Congres werden tot slot een aantal conclusies geformuleerd, over de stand van zaken en de mogelijkheden van Knowledge Based Systems (KBS):

- De kosten van KBS liggen voornamelijk in de leerkosten van de kennisingenieur (o.a. hoe moet kennis gestructureerd worden) en in de investeringen op het gebied van hard- en software.
- Voordelen door KBS zijn vooral te behalen bij kwalitatieve en heuristische problemen. Wanneer er een algoritme aan te pas komt (kwantitatieve problemen), kan men beter andere traditionele technieken toepassen. De te behalen voordelen van KBS zijn o.a. een kortere ontwikkeltijd en een doorzichtig systeem, dat daardoor vaak gebruikersvriendelijker is en gemakkelijker te onderhouden.
- ES zijn geschikt voor beperkte interessegebieden.
- Het leveren van meer gegevens betekent niet perse, dat een ES ook beter wordt.
- Soms worden de marginale kosten wel verlaagd door een ES, maar de marginale waarde wordt dan soms ook lager.
- Er is vaak nog meer kennis nodig om een kennisbank te vullen, die uitgebreid genoeg is.
- Er zijn op het moment nog maar weinig systemen, die werkelijk in de praktijk draaien. De meeste systemen hebben nog de status van een prototype.
- Om beter en sneller KBS te ontwerpen, zijn efficiënte tools nodig in de vorm van AI-talen (LISP, Prolog) en ES-shells.
- Wetenschappers, die zich bezighouden met KBS moeten de volgende zaken doen:
  - \* Wiskundige achtergrond verdiepen.

- \* Soms zelf kennisingenieur worden.
- \* Kleine, afgeronde modellen ontwikkelen, m.b.v. shells (KISS = Keep it simple, stupid).
- \* Ontwikkel ES, die op het moment ook met andere technieken te ontwikkelen zijn (b.v. procesmodellen).
- \* Betrek de eindgebruiker zeer vroeg bij de ontwikkeling van een systeem.
- \* Combineer pas in een later stadium meerdere kennisdomeinen tot grotere systemen.
- KBS moeten gezien worden als een hulpmiddel, een goed 'leerboek' en kunnen op het moment vaak niet meer dan kennisrepresentatie. Ze maken kennis echter wel beter en sneller beschikbaar.
- Een van de nadelen van de huidige KBS is, dat ze ertoe neigen om kennis te conserveren, zonder nieuwe kennis te genereren.
- De voorhanden zijnde kennis wordt echter wel goed gestructureerd en geordend, binnen een KBS.

- De toepassingsgebieden van KBS blijken uit de bijdragen op het Congres. Het betreft vaak aandachtsgebieden waarbij een model niet gebaseerd is op exact gedefinieerde kennis/regels, maar meer op ervaringsregels.

Concluderend kan men stellen, dat tijdens het congres gebleken is, dat Knowledge Based Systems in de landbouw nog steeds in de kinderschoenen staan. Hoewel er in de toekomst, na enige jaren, zeer zeker goed werkende systemen zullen ontstaan, moet er hier toch op gewezen worden, dat de verwachtingen op korte termijn niet te hoog gespannen mogen zijn.

#### LITERATUUR:

DLG (1988) : Knowledge Based Systems in Agriculture - Prospects for Application : Papers, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt am Main, 546 pg.