

# Kennissysteem voor de diagnose van mastitisproblemen op bedrijfsniveau

*dr. ir. H. Hogeveen*

DLO-Instituut voor Milieu en Agritechniek (IMAG-DLO)  
Postbus 43, 6700 AA Wageningen

*ing. J. Van Vliet en dr. E.N. Noordhuizen-Stassen*

Vakgroep Bedrijfsdiergeneeskunde en Voortplanting  
Universiteit Utrecht  
Yalelaan 7, 3584 CL Utrecht

## Referaat

Een kennissysteem voor de diagnose van mastitisproblemen op bedrijfsniveau is ontwikkeld. Het systeem wordt gebruikt voor de kennisrepresentatie conditioneel causale modellen en is gebouwd met behulp van een expert. Het uiteindelijke meerlagige model bestaat uit 15 submodellen en is gevalideerd met behulp van andere experts en data die verzameld is op 17 praktijkbedrijven met een mastitisprobleem. Bij de validatie op praktijkbedrijven was de overeenstemming tussen de bedrijfsvoorlichter en het kennissysteem goed (84-91% overeenstemming). In de toekomst zal het kennissysteem zowel voor praktijk als onderwijs gebruikt kunnen worden.

Trefwoorden: kennissysteem, ziekte-diagnose, modellen, melkvee

## Inleiding

Een probleem met mastitis (uierontsteking) kan op melkveebedrijven op twee niveaus plaats vinden. Op koeniveau bestaat een mastitisprobleem uit een koe die mastitis heeft en waarvoor de juiste behandeling gekozen moet worden. Op bedrijfsniveau bestaat een mastitisprobleem uit teveel koeien met mastitis en dan moeten maatregelen genomen worden om mastitis in de toekomst te voorkomen. De diagnose van mastitisproblemen bestaat uit het karakteriseren van het probleem zodanig dat op basis van de diagnose mogelijke maatregelen genomen kunnen worden. Automatisering van de mastitis diagnose vereist voor diagnose op bedrijfsniveau een andere aanpak dan voor diagnose op koeniveau (Hogeveen et al., 1994a). De methode die gebruikt is voor het automatiseren van de mastitisdiagnose op koeniveau is, gezamenlijk met initiële resultaten, staat in het artikel 'Diagnose van mastitis-pathogenen met Bayesiaanse netwerken' in deze uitgave van Agro Informatica (Hogeveen et al., 1995).

Een kennissysteem voor de diagnose van mastitis problemen op bedrijfsniveau dient de volgende eigenschappen te hebben:

- het maakt onderscheid tussen de verschillende soorten mastitisproblemen;
- het vindt mogelijke oorzaken van een mastitis probleem;

- het is begrijpelijk en eenvoudig te gebruiken.

Dit artikel beschrijft in het kort de gebruikte methode, het uiteindelijke kennissysteem en resultaten van de validatie.

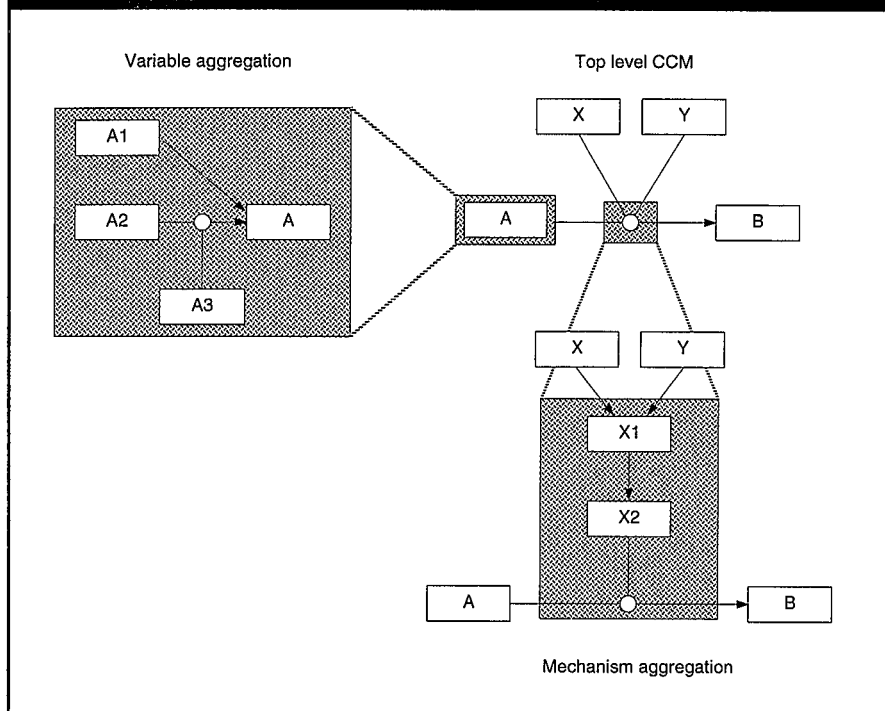
## Materiaal en methode

### Kennisrepresentatie

Als methode voor kennisrepresentatie is een conditioneel causaal model (CCM) gebruikt (Brée et al., 1995, Hogeveen et al., 1992a). Een CCM bestaat uit nodes, die variabelen in een domein beschrijven. De verbindingen tussen nodes worden gerepresenteerd door pijlen, en geven directe causale afhankelijkheden tussen nodes aan. De grootte van de directe causale effecten kan beïnvloed worden door nul of meer condities, grafisch gerepresenteerd door een cirkel op een pijl. In Figuur 1, heeft de node *X* een direct causaal effect op node *Y*. Deze relatie wordt geconditioneerd door de nodes *A* and *B* (de conditie). De relaties in een CCM kunnen zowel kwalitatief als kwantitatief zijn. Redeneren kan in de richting van de pijlen (forward inferencing of simulatie) en tegen de richting van de pijlen (backward inferencing of diagnose).

Meerlagigheid is op twee manieren mogelijk bij een CCM (Brée et al., 1995; Hogeveen et al., 1992b):

**Figuur 1 - Kenmerken van een conditioneel causaal model inclusief de methodes van meerlagigheid.**



- Door te groeperen: een node in een model is de resultante van een groepsnode in een lager niveau (variable aggregation);
- Door verschil in detail aan te brengen: de relatie tussen twee nodes representeert een mechanisme wat meer gedetailleerd wordt weergegeven in een lager niveau (mechanism aggregation) (Figuur 1).

De CCM's zijn ontwikkeld met behulp van de ontwikkelomgeving CAMEL op een Sun Sparc1 Workstation met de Motif-interface. Met CAMEL is het mogelijk de CCM te visualiseren en een gebruikersvriendelijke interface te maken (Schreinemakers en Tepp, 1992).

### Modelbouw

De modellen zijn gebouwd in nauwe samenwerking tussen een expert op het gebied van melkmachines en mastitis en de kennisingenieur. Eerst werd de grafische representatie gemaakt, besproken en veranderd net zolang tot zowel de expert als de kennisingenieur tevreden waren met het resultaat. Daarna werden de relaties gekwantificeerd en door middel van functies in de programmeertaal Common LISP gekoppeld met het grafische model. Deze relaties werden net zolang getest tot zowel

de expert als de kennisingenieur tevreden waren. Uiteindelijk werd aan iedere node in de modellen een regelgebaseerd systeem van één of meer regels gekoppeld om op verzoek van de gebruiker de kwalitatieve waarde van deze node vast te kunnen stellen op basis van waargenomen gegevens.

### Validatie

Het kennissysteem voor diagnose van mastitisproblemen op bedrijfsniveau is in twee stappen gevalideerd. De eerste stap bestaat uit een validatie door een andere expert. De ontwikkelde modellen zijn besproken met een andere expert en, zo nodig, aangepast. Gedurende de tweede stap van de validatie is het kennissysteem gevalideerd aan bedrijfsdata. Hiervoor waren data beschikbaar van een groot project gericht op het terugdringen van het celgetal op melkveebedrijven waar dat te hoog was (het celgetal is gerelateerd aan bepaalde mastitisproblemen). Nederlandse melkveebedrijven met een te hoog celgetal (gemiddeld celgetal 400.000 cellen/ml) werden gevraagd om mee te werken. Bedrijfsvoorlichters met kennis van melkmachines en mastitis bezochten de meewerkende bedrijven (één voorlichter per bedrijf) en maakten per bedrijf een rapport. Dit rapport bevatte observaties en metingen van

de melkmachine en de melkmethode van de veehouder. Tevens bevatte dit rapport advies over de maatregelen om het celgetal te verlagen (en dus het mastitisprobleem te verminderen). Van de 210 bedrijven die in dit project participeerden zijn de 17 bedrijven waar de meest complete gegevens over beschikbaar waren, geselecteerd. De gegevens van deze bedrijven zijn ingevoerd in het kennissysteem, waarbij steeds begonnen werd bij het overzicht CCM. Gebaseerd op resultaten van het redeneerproces (backward inferencing), werden submodellen geselecteerd. Mogelijke oorzaken van het mastitisprobleem, zoals gevonden door het kennissysteem, werden vergeleken met het advies van de bedrijfsvoorlichter. De mate van overeenkomst tussen het kennissysteem en de bedrijfsvoorlichters werd weergegeven als percentage en als waarde. De waarde is een maat voor de overeenstemming, gecorrigeerd voor de kans vooraf op overeenstemming. Een waarde van 0,4 wordt gezien als redelijk en een waarde van 0,75 wordt gezien als uitstekend (Fleiss, 1981).

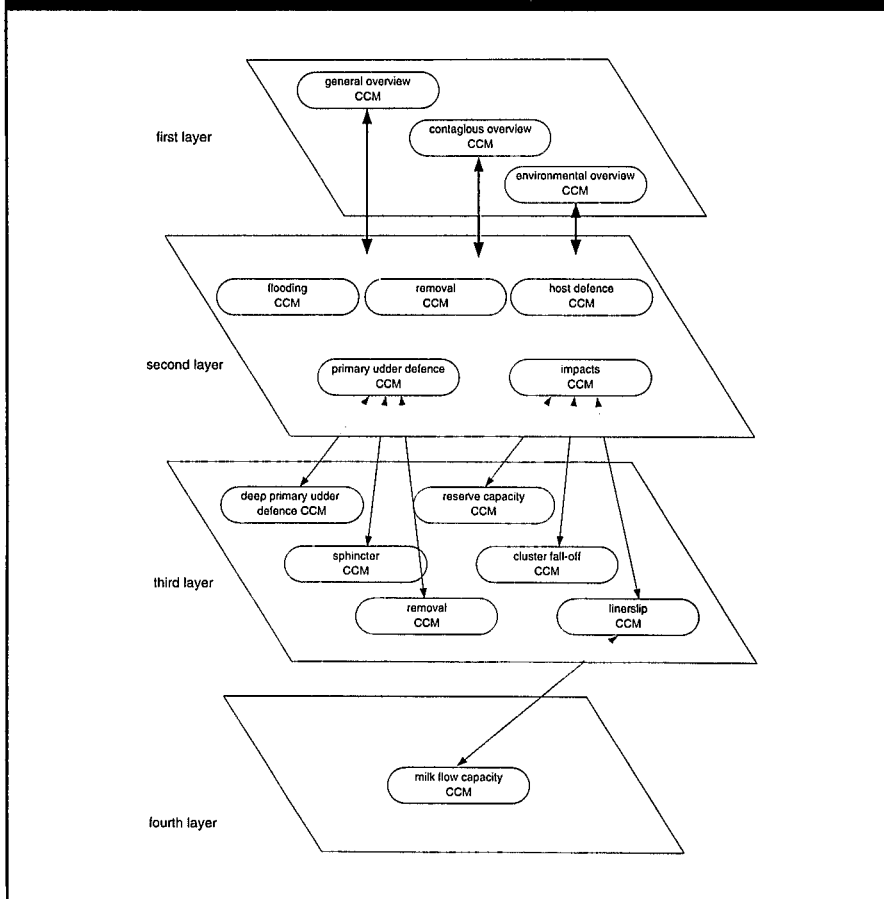
## Resultaten

### De modellen

In totaal bestaat het kennissysteem voor diagnose van mastitisproblemen op bedrijfsniveau uit 15 submodellen op verschillende niveaus (Figuur 2). De verschillende overviewmodellen in de eerste laag verschillen alleen van elkaar in de redeneerprioriteiten. Dit betekent dat in de environmental-overview CCM de oplossingen in een andere volgorde gepresenteerd worden dan in de contagious-overview CCM. Wanneer het kennissysteem gestart wordt, krijgt de gebruiker de keus om één van de drie overview CCM te selecteren. Vanuit de geselecteerde overview CCM kunnen de andere modellen in de richting van de pijlen geselecteerd en gedeselecteerd worden.

Figuur 3 geeft de grafische representatie van de overview CCM weer. Een dubbel kader rond een node (bijvoorbeeld de node *cluster flooding*) betekent dat er een submodel aan die node gekoppeld is. Een kader rond een conditie (bijvoorbeeld de con-

**Figuur 2 - Overzicht van de diverse submodellen momenteel beschikbaar in het kennissysteem voor mastitisdiagnose op bedrijfsniveau.**



agro informatica 8(1) / maart 1995

ditie op de relatie van *bacteria on teat end* naar *new quarter IMI*) betekent dat er een submodel aan desbetreffende relatie gekoppeld is. De node *mastitis* is de "probleem" node. Tegen de richting van de pijlen in verwijzen de causale relaties vanuit de node *mastitis* naar de verschillende infectie mechanismen. Het gaat voor dit artikel te ver om alle mechanismen uit te leggen. Degenen die hierin geïnteresseerd zijn worden verwezen naar Hogeveen et al. (1994b).

### Validatie

Bij de eerste stap van de validatie, de validatie door een andere expert, werd de grafische weergave van de relaties tussen melkmachine, melkmethode en mastitis licht aangepast. Over de onderliggende relaties was nauwelijks discussie. Meer aanpassingen werden gemaakt voor de heuristische die gebruikt werden om de kwalitatieve waarde van nodes vast te stellen.

Tabel 1 geeft de resultaten van het tweede deel van de validatie, de validatie met be-

drijfsdata. Omdat de rapporten van de bedrijfsvoorlichters niet altijd compleet waren, zijn de resultaten geëvalueerd, voor zowel alle variabelen als alleen voor die variabelen die in het rapport van de bedrijfsvoorlichter voorkwamen. Wanneer alle variabelen meegenomen werden, was de overeenkomst tussen het kennissysteem en de bedrijfsvoorlichter 84% (waarde 0,42). Wanneer alleen de gemeten variabelen meegenomen werden in de evaluatie, was de overeenkomst hoger, namelijk 92% (waarde 0,71). De verschillen tussen kennissysteem en bedrijfsvoorlichter vallen voornamelijk in de categorie dat het kennissysteem een variabele wel en de bedrijfsvoorlichter een variabele niet als oorzaak ziet. Dit is de categorie die, wanneer alleen de gemeten variabelen meegenomen worden, fors afneemt.

### Discussie en conclusie

Validatie is een belangrijk aspect van de ontwikkeling van kennissystemen (Gaschnig et al., 1983). Validatie aan de hand van een andere expert is bij de meer traditione-

le kennissystemen, waar vuistregels gebruikt worden, moeilijk, omdat de manier van probleemoplossen per expert verschilt. Omdat een CCM gebaseerd is op causaliteit is het generiek en kan de kennis algemeen gebruikt, en dus ook algemeen gevalideerd worden. Het was in deze opvallend, dat tijdens de validatie de meeste discussie ontstond over de regels die gebruikt werden om de waarden van nodes vast te stellen.

De bedrijven die gebruikt werden voor de validatie hadden alle een specifiek mastitisprobleem, namelijk een te hoog celgetal. Dit is vaak geassocieerd met een slecht afgestelde melkmachine en een niet optimale melkmethode van de veehouder. Daarom waren deze bedrijven zeer geschikt voor de validatie van het kennissysteem zoals het nu ontwikkeld is.

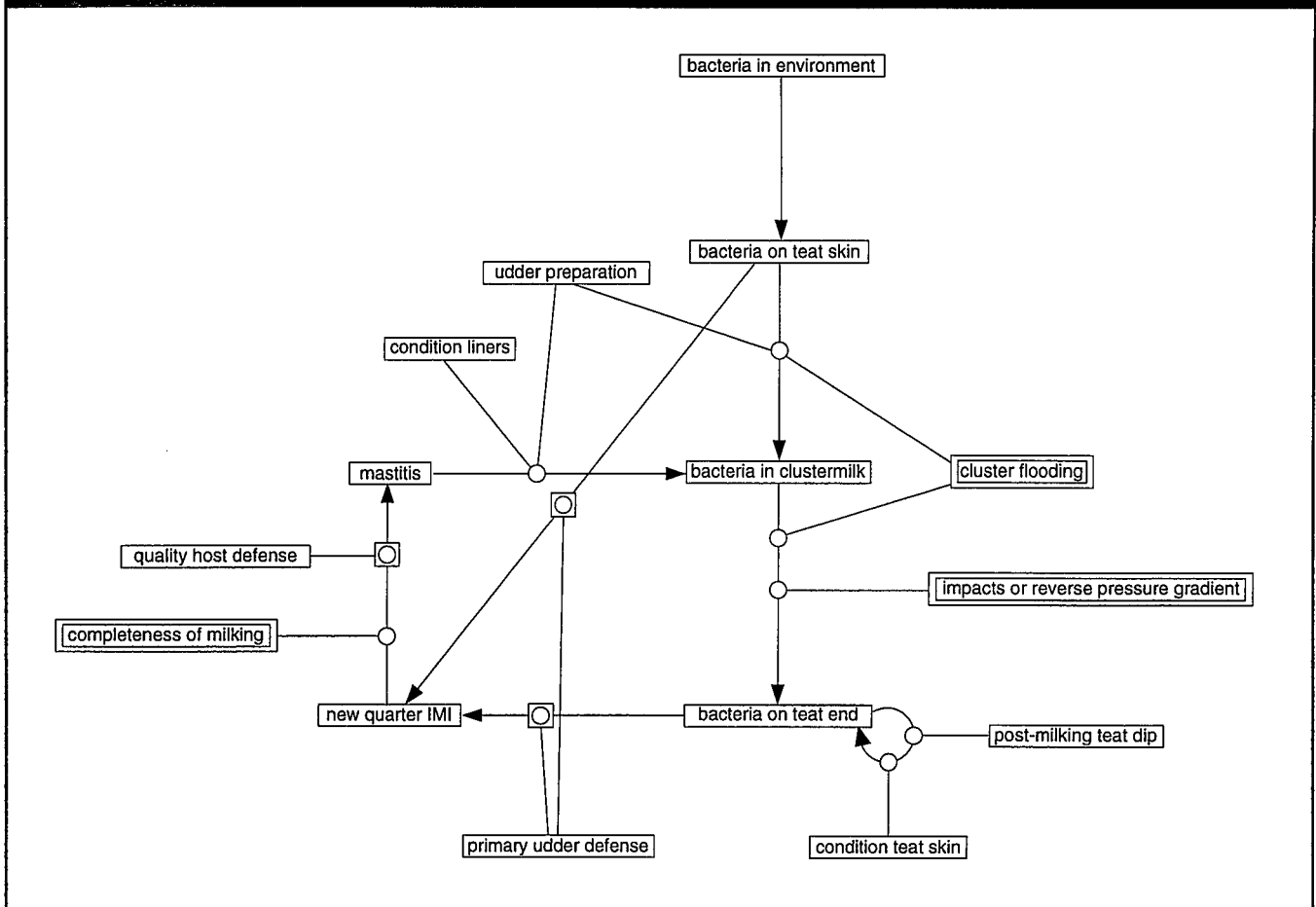
De overeenkomst tussen het kennissysteem en de bedrijfsvoorlichters was goed, zeker wanneer alleen de gemeten variabelen in beschouwing genomen werden. Een betere methode van validatie zou zijn om adviezen van het systeem uit te laten voeren op een aantal bedrijven en resultaten van de adviezen te vergelijken met resultaten van adviezen van bedrijfsvoorlichters op vergelijkbare bedrijven met dezelfde mastitisproblemen. Dit is echter praktisch gezien moeilijk uit te voeren.

Het kennissysteem voor de diagnose van mastitisproblemen op bedrijfsniveau zoals het nu ontwikkeld is, is echter niet volledig. Alleen de relaties tussen machinaal melken en mastitis zijn volledig uitgewerkt. Het is echter relatief gemakkelijk uit te breiden door een aantal nieuwe submodellen toe te voegen. Uiteindelijk kan het dan in praktische omstandigheden gebruikt worden door bedrijfsvoorlichters en dierenartsen, waardoor adviezen met meer specialistische kennis gegeven kunnen worden. Ook voor onderwijsdoeleinden zal het een nuttig hulpmiddel zijn.

### Dankwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd op de vakgroep Bedrijfsdiergeneeskunde en Voortplanting van de Universiteit Utrecht, en

Figuur 3 - Grafische weergave van het overzicht conditioneel causaal model.



mogelijk gemaakt door de Stichting Knowledge-Based Systems (SKBS), een Nederlandse stichting die onderzoek naar kennis-systemen stimuleert. De auteurs willen Michael Tepp van het AI Laboratorium van de Erasmus Universiteit bedanken voor zijn hulp tijdens het bouwen van de modellen. Tevens willen zij Kees de Koning en Harm Wemmenhove van het Informatie Kennis Centrum (IKC-V) bedanken voor hun bijdrage in het validatieproces.

## Literatuur

Brée, D.S., H. Hogeveen, M.H.W. Schakenraad, J.F. Schreinemakers en D.M. Tepp (1995)  
Conditional causal modelling. *Applied Artificial Intelligence*, 9: 181-212.

Fleiss, J.L. (1981)  
*Statistical Methods for Rates and Proportions*, 2e ed. John Wiley & Sons, New York, NY, U.S.A.

Gaschnig, J., P. Klahr, H. Pople, E. Shortliffe en A. Terry (1983)  
Evaluation of expert systems: Issues and case studies. In: F. Hayes-Roth, D.A. Waterman en D.B. Lenat (eds), *Building Expert Systems*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA, U.S.A.: 241-280.

Hogeveen, H., J.F. Schreinemakers en E.N. Noordhuizen-Stassen (1992a)  
Application of conditional causality in an integrated knowledge-based system for dairy farms. *AI Applications* 6(3): 5-16.

Hogeveen, H., J.F. Schreinemakers en E.N. Noordhuizen-Stassen (1992b)  
Een meerlagig conditioneel model voor de uierafweer. *Proceedings van de Vijfde Nederlandstalige AI Conferentie*, Delft: 263-269.

Hogeveen, H., M.A. Varner, D.S. Brée, D.E. Dill, E.N. Noordhuizen-Stassen en A. Brand (1994a)  
Knowledge representation methods for dairy decision support systems. *Journal of Dairy Science*, 77: 3704-3715.

Hogeveen, H., J. van Vliet, E.N. Noordhuizen-Stassen en A. Brand (1994b)  
Automated diagnosis of herd mastitis problems caused by machine milking. *Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the National Mastitis Council*, Orlando FL, U.S.A.: 191-201.

Hogeveen, H., B. Thiesson en E.N. Noordhuizen-Stassen (1995)  
Diagnose van mastitis-pathogenen met Bayesiaanse netwerken. *Agro Informatica* 8 (1).

Schreinemakers, J.F. en D.M. Tepp (1992)  
CAMEL Een AI gereedschap ten behoeve van conditioneel causale modellering. *Proceedings van de Vijfde Nederlandstalige AI Conferentie*, Delft: 251-261.