

# **Veehouderijsystemen van de toekomst**

**Prof.dr.ir. Jos Metz**



**WAGENINGEN UNIVERSITEIT**

Inaugurele rede uitgesproken door prof.dr.ir. Jos (H.M.) Metz bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar Technisch Ontwerp van Bedrijfssystemen in de Dierhouderij met bijzondere aandacht voor de Milieu- en Welzijnsaspecten aan de Wageningen Universiteit op 5 oktober 2000.

## **Veehouderijsystemen van de toekomst**

*Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren,*

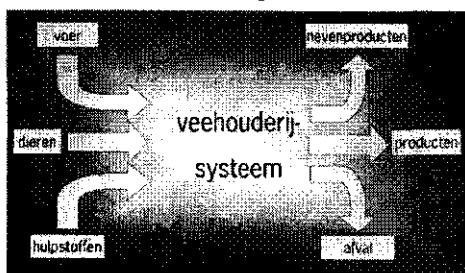
Voor de zomer zag ik op een publicatiebord van de universiteit de aankondiging van een thema-avond over de vraag 'Heeft de veehouderij in Nederland nog wel kansen?' Een weinig verhullende vraag zult u zeggen, en dat vind ik ook. Het raakt evenwel de inhoud van deze oratie over veehouderijsystemen van de toekomst. Met mijn betoog hoop ik relevante argumenten aan de discussie over de toekomst van de veehouderij in Nederland toe te voegen. En ik kan u nu al mijn conclusie geven: 'De toekomst moet men maken, anders is er geen toekomst'.

De titel van mijn leeropdracht betreft het technische ontwerp van bedrijfssystemen in de dierhouderij, hier gemakshalve genoemd 'veehouderijsystemen'. Ik zal dat technisch ontwerpen vandaag in het perspectief plaatsen van de langere termijn beslissingen, die de veehouder als ondernemer moet nemen. Daarbij zal ik het begrip duurzaamheid als sturend kader naar voren halen. Van de eisen waaraan veehouderijsystemen moeten voldoen, zal ik vervolgens de aspecten 'milieu' en 'welzijn' bespreken, om daarna de interactie dier-techniek eruit te lichten als een relevant aandachtsveld voor de toekomst. Als laatste zal ik iets zeggen over de systeem-synthese; een bredere koppeling van sociale, ecologische en economische eisen en technologische mogelijkheden in het ontwerp van veehouderijsystemen. Daarbij wordt ook geredeneerd over de clustering van bedrijven en de vorming van netwerken om de uitdaging van integrale duurzaamheid in de toekomst wellicht beter aan te kunnen.

Met enkele dankwoorden zal ik besluiten.

## Enkele begripsbepalingen vooraf

Om de gedachtegang van deze voordracht voor u zo helder mogelijk te maken, wil ik enkele begrippen toelichten. Allereerst het begrip 'veehouderijsysteem'. Dat is wat meer dan de 'stal' of de 'huisvesting', als belangrijke componenten van een veehouderijsysteem. Het is in feite de gehele verzameling van structuren en processen die voor het houden van vee bij elkaar horen. Dus naast de stal ook de weidegang, het melken en voeren, het computergebruik, de diermonitoring, het management, en wat dies meer zij. Het begrip 'systeem' houdt in dat op de essenties wordt gefocust, niet op details. De grenzen van het systeem zijn in de praktijk overigens niet scherp, wat samenhangt met de taken die een veehouder binnen het bedrijf op zich neemt. Illustratief is in dit verband wat het bedrijf doet op het gebied van de input- en output stromen (figuur 1). Bedrijven zullen daarin variëren, bijvoorbeeld ten aanzien van de voederwinning of mestverwerking. Hiermee gaan de systeemgrenzen schuiven, alsook de benodigde techniek en het optimale technische ontwerp.



Figuur 1

*Schematische weergave van een veehouderijsysteem met de belangrijkste input- en outputstromen. De systeemgrenzen schuiven afhankelijk van de taken die binnen het bedrijf worden uitgevoerd.*

Mijn leeropdracht spreekt van "technisch ontwerp". Technisch betekent hier echter niet dat er wordt gespijkerd en gehamerd. Het gaat juist om de basiseisen die tot op het niveau van de technische planning in het ontwerp aan de orde zijn, bijvoorbeeld het vereiste lichtregime voor de dieren en de sturing daarvan, of de vereiste zachtheid van een ligbed in de rundveestal.

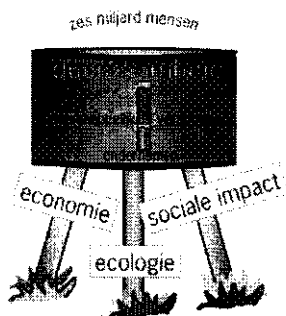
Met 'ontwerp' en 'ontwerpen' wordt hier ook meer bedoeld dan een uiteindelijke tekening met toelichtende tekst. Bedoeld wordt het gehele proces waarbij korte en lange termijn doelen en eisen uit de omgeving worden gecombineerd en met de technologische mogelijkheden worden verwerkt in een plan, dat op hoofdlijnen het systeem als een ontwerp karakteriseert. In deze voordracht wordt met name aandacht besteed aan de generieke eisen die aan een veehouderijsysteem worden gesteld. Verder gaat het over de wetenschappelijke kennis die nodig is om dat te onderbouwen en de eisen te vertalen naar een technisch gedefinieerd ontwerp. Het gaat om een veld van kennisontwikkeling en -toepassing waar verhoudingsgewijs weinigen mee bezig zijn.

### **Duurzaamheid als kader**

Duurzaamheidseisen vormen onmiskenbaar het belangrijkste kader voor de toekomstige ontwikkeling van veehouderijsystemen.

Het begrip 'duurzaamheid' zal niemand onbekend voorkomen. Het is enkele decennia geleden ontstaan in het besef

dat bij de enorme groei van de wereldbevolking de natuurlijke hulpbronnen uitgeput raken en het milieu door vervuiling bedreigd wordt, tenzij het roer fors omgaat en het maatschappelijk gedrag en de technologische ontwikkeling werkelijk worden bijgestuurd. Maar wat houdt duurzaamheid in de huidige tijd nou allemaal in? Was het aanvankelijk de uitputting van hulpbronnen en het milieu, thans wordt het begrip véél breder gehanteerd. Het verwijst naar zowel het ecologische evenwicht als naar de sociale betekenis (impact) en de economie als de pijlers voor toekomstige ontwikkelingen in de maatschappij (figuur 2).



Figuur 2

*Duurzaamheid gebaseerd op de pijlers ecologie, sociale betekenis en economie; gesteld in het belang van de gehele wereldbevolking en gerealiseerd via maatschappelijk verantwoord ondernemen.*

Het gaat in deze benadering om elke pijler afzonderlijk en tevens om hun onderlinge balans. De invulling van de pijlers naar doelen en acties wordt gezien als de grote uitdaging van de 21ste eeuw. Ondernemingen worden verondersteld in duurzaamheid te investeren, ook boven hun strikt economische belangen. Dit zogenaamde 'maatschappelijk

verantwoord ondernemen' wordt door de Nederlandse overheid als norm gesteld voor bedrijven en instellingen, die ook in de toekomst mee willen doen (Ybema, 2000; Keijzers, 2000). De overheid ondersteunt en stimuleert overigens duurzaam, maatschappelijk ondernemen met omvangrijke fondsen (Ybema, 2000). Zij wil actief bevorderen dat het bedrijfsleven meedoet. Die noodzaak ligt er ook voor de agrosector, die in het verleden wellicht te schoorvoetend de problemen en de noodzaak van acties onderkende.

De betekenis van het duurzaamheid als kader voor veehouderijsystemen van de toekomst laat zich raden. De productiewijze zal moeten beantwoorden aan stringente ecologische normen en ook aan de sociale behoeften en denkpatronen van de samenleving. Daarnaast wordt verondersteld dat de productie op een economische wijze kan geschieden. Het zij hier opgemerkt, dat duurzaamheidseisen door fysieke tegenstrijdigheid niet altijd gemakkelijk zijn in te vullen. Binnen de veehouderij wordt in dit verband dikwijls verwezen naar het conflict tussen welzijns- en milieu-eisen. Toch zijn pogingen om ogenschijnlijk tegengestelde eisen te verenigen de moeite waard en liggen positieve resultaten vaker dan verondersteld binnen handbereik (ref. Blokhuis en Metz, 1992; Aarnink, 1997).

In het proces van afweging van duurzaamheidseisen is een goed onderbouwde, expliciete definiëring van de eisen gewenst. Op ecologisch terrein is men in Nederland wellicht het verst gevorderd in het formuleren van expliciete eisen. Daarentegen zijn de sociale en maatschappelijke eisen vaak nog moeilijk te vatten. Ze zijn sterk veranderlijk. In dat licht bezien is duurzaamheid meer een dynamisch

sturingsconcept dan een stelsel van vaste waarden en normen. Het beweegt mee met de maatschappelijke veranderingen; het einddoel is nooit echt bereikt. In het nieuwe wereldbeeld zijn volgens Wijffels (2000) naast duurzaamheid, verantwoordelijkheid en integriteit belangrijke kernwoorden. Waar de veehouderij kiest voor maatschappelijk verantwoord ondernemen, is men dan ook niet met een technische aanpassing klaar. Het vraagt om een proces van communicatie en interactie met de maatschappelijke omgeving, waarvoor volgens sommigen 'business ethics' de noemer is. 'Business ethics' is in de USA al langer het leidende begrip voor maatschappelijk verantwoord ondernemen. Ook in Denemarken, Nederland en andere Europese landen ontstaan professionele organisaties die de ethiek als afwegingskader voor ondernemingen in de agrofoodproductie centraal stellen (o.a. EurSafe; zie Robinson, 2000).

Doordat er gewerkt wordt met dieren, krijgt het ethische aspect van duurzaam ondernemen in de veehouderij een aparte dimensie (Christiansen & Sandøe, 2000; Millar, 2000). Straks zal ik twee terreinen van duurzaamheid in de veehouderij wat verder uitwerken aangaande hun betekenis voor het ontwerp van veehouderijssystemen. Dit betreft 'milieu' en 'dierenwelzijn'. Milieu haakt in op de ecologische doelstellingen en dierenwelzijn op sociale duurzaamheid. Andere duurzaamheidsaspecten mogen overigens niet naar de achtergrond verdwijnen en zullen steeds moeten meetellen: bijvoorbeeld de kwaliteit van de arbeid, productveiligheid, emotionele kwaliteit van producten en überhaupt de economische vraag naar producten.

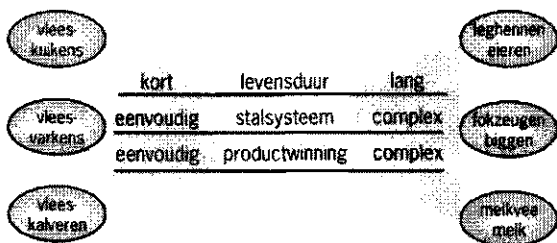
In de veehouderijpraktijk zijn er reeds methoden ontwikkeld

om de ecologische aspecten van duurzaamheid te waarderen. De Groen Label erkenning voor emissie-arme stallen en technieken is daarvan een voorbeeld. Groen Label stak oorspronkelijk alleen in op het ammoniakspoor. Reeds enige tijd is er een trend om het te verbreden naar Groen Label Plus om ook andere aspecten mee te wegen (Jongebreur en Metz, 1997). De LCA methode ('Levens Cyclus Analyse') is een benadering waarbij de milieubelasting van een product, van grondstof tot eindgebruik, wordt geschat. Deze benadering wordt ook door bedrijven toegepast om productieketens op duurzaamheid te onderzoeken. Op basis van LCA hebben bedrijven uit de agrofood-keten geconcludeerd dat de grootste milieuwinst in de voedselketen binnen de primaire productie kan en moet worden behaald (Stichting Duvo, 1999). Complementair aan zulke ketengerichte analyses is de vergelijking van bedrijfssystemen een belangrijk onderwerp voor duurzaamheidsanalyse. Een vergelijking van de gangbare veehouderijpraktijk met bijvoorbeeld de biologische landbouw, scharrelsystemen en 'outdoor' productie kan belangwekkende uitkomsten opleveren voor de gewenste ontwikkeling voor veehouderijssystemen. Ik verheug mij op de samenwerking op dit terrein met de leerstoelgroep Duurzame Dierlijke Productiesystemen van deze universiteit.

## **De huidige veehouderijssystemen**

Naar de producten die worden voortgebracht, onderscheid ik gemakshalve zes hoofdrichtingen in de veehouderij: de productie van kalfsvlees, varkensvlees, enkuikenvlees en de productie van eieren, biggen en melk (figuur 3).





Figuur 3

*Typologie van zes belangrijke productievormen in de Nederlandse veehouderij.*

Andere takken, hoe interessant ook, laat ik buiten beschouwing. De drie vormen van vleesproductie zijn in essentie simpele concepten. De dieren worden vanaf jonge leeftijd bijeengeplaatst in een eenvoudig stalsysteem, meestal van een standaarduitvoering, er wordt voer en water (of melk) gegeven en na een korte, intensieve mestperiode gaan de dieren naar de slachterij. Zo beschouwd is dit een eenvoudig concept van veehouderij en met weinig risico's zou men denken. De dieren zijn nog jong en daardoor gemakkelijk in groepen te houden. En in dat korte leven lijken op het eerste gezicht de welzijnseisen ook niet zo uitgesproken. Hierop doorgeredeneerd zou men kunnen veronderstellen, dat de huidige houderijvormen misschien wel te handhaven zijn voor de toekomst. Maar is deze veronderstelling wel juist? Ik kom daar aanstonds op terug.

Bij de productiewijzen rechts in figuur 3 ligt de situatie geheel anders. Voor de winstgevendheid van de eierproductie in de leghennenhouderij gaat de totale levensproductie van de dieren tellen. Leghennen zullen derhalve lang gezond moeten blijven en ze stellen volgens velen ook uitgesproken welzijnseisen aan de omgeving. Het stalsysteem

is bij voorbaat ook ingewikkelder dan bij vleesdieren omdat het product eieren verzameld moet worden.

De productiewijze van biggen in de zeugenhouderij is eveneens complex, vergeleken met de tak van de vleesproductie. Zeugen hebben kraamvoorzieningen nodig, moeten lange tijd gezond blijven en in groepen gehouden gaan ze niet meer zo gemakkelijk met elkaar om. Het productiesysteem voor melk in de melkveehouderij is ook ingewikkeld. De koeien moeten twee keer per dag of vaker gemolken worden en dat luistert ten aanzien van de tijdigheid vrij scherp. Dure voorzieningen zijn nodig voor de productwinning, productopslag en de reiniging van de apparatuur. Vanwege de hoge productie worden de dieren met twee soorten voer gevoerd (krachtvoer naast ruwvoer) en dat voer moet in de juiste proporties en samenstelling worden toegediend. Melkkoeien hebben ook nog eens gezondheidsproblemen, en moeten derhalve dagelijks worden gecontroleerd. Op een melkveebedrijf komen er alles bij elkaar dan ook heel wat factoren kijken. Ook nu weer de vraag: zijn de huidige, gangbare systemen van leghennen-, zeugen- en melkveehouderij ook de systemen van de toekomst?

Mijn conclusie voor alle zes productietakken is dat de huidige productievormen niet handhaafbaar zijn. Investerings in de kwaliteit van het houderijsysteem zijn in alle gevallen noodzakelijk om op gebieden als de leefomgeving van dieren, diergezondheidszorg, afvalstromen en emissies en productveiligheid te kunnen beantwoorden aan eisen, die vanuit de vraag naar duurzaamheid worden gesteld.

Laat ik per productierichting enkele factoren noemen die

de urgentie van systeemverbetering illustreren. Bij vleeskui-kens veroorzaakt de disproportionele groeisnelheid gezondheidsproblemen. Ook lucht -en strooiselkwaliteit schaadt de dieren. Hierop moet een antwoord worden gevonden. Bij vleesvarkens wordt de wenselijkheid van strooisel en wroetsubstraat niet ingevuld. Bij vleeskalveren is groeps-huisvesting verplicht, maar het beperkte comfort van het vloersysteem en de verhoogde emissie zetten het bereikte voordeel behoorlijk onder druk. De huidige batterijhuis-vesting van leghennen is op termijn verboden (EU-besluit). Maar een duurzaam alternatief is in de ogen van vele pro-ductenten nog niet gevonden. De zeugenhouderij moet op termijn naar groepshuisvesting. In combinatie met een lage emissies van ammoniak en andere gassen uit de stal is ook daar de algemeen aanvaarde vorm van huisvesting nog niet gevonden. Tenslotte het melkvee. De toepassing van de melkrobot vraagt om een nieuw stalontwerp, waarbij ele-menten van competitie tussen de dieren en problemen van koeverkeer worden ondervangen. Voorts veroorzaken uier-ontsteking en de begaanbaarheid van de vloeren belangrijke welzijnsproblemen.

Samengevat: de thans gangbare veehouderijsystemen vol-doen niet aan de eisen van de toekomst ten aanzien van duurzaamheid en maatschappelijk ondernemen. Voor de vleesvarkens-, leghennen- en melkveehouderij wordt dit verderop in het perspectief van mogelijke verbeteringen toegelicht. De vereiste technische systeeminnovaties liggen echter niet zomaar binnen handbereik. Tevens kunnen systeeminnovaties in de veehouderij zich niet beperken tot louter technische invalshoeken. Studies in het kader van de Denktank Varkenshouderij en het DLO-programma 'Nieuwe Veehouderijsystemen' wijzen nadrukkelijk op het

belang van meer communicatie tussen de veehouderij en de maatschappij voor het vinden van de juiste weg naar de toekomst (Denktank Varkenshouderij, 1999; Ketelaar-de Lauwere et al, 2000b)

### **Milieu-eisen**

Het is duidelijk dat van toekomstige veehouderijsystemen wordt verwacht dat de milieubelasting is geminimaliseerd. Sommige scenariostudies gaan ervan uit dat zelfs reducties met de factor 20 moeten plaatsvinden. Maar ook bij geringere reducties moet er nog veel gebeuren. De 'license to produce' op milieugebied heeft de veehouderij in Nederland nog niet verkregen (Jongebreur and Metz, 1997; Denktank varkenshouderij, 1998). Bij gevolgen voor het milieu gaat het in de veehouderij om verliezen in twee richtingen:

- Uitstoot van vluchtige componenten naar de atmosfeer.
- Onbalans in de mineralenhuishouding, waardoor overbelasting en verontreiniging ontstaan van bodem en water.

Bezien vanuit het technisch ontwerp van een veehouderijsysteem zijn de emissies naar de atmosfeer de eerste factor om naar te kijken. Het gaat om een aantal componenten, ieder met een eigen effect op het milieu en eigen betekenis om te worden bestreden.

## Emissies

component		effect
ammoniak	$\text{NH}_3$	verzurend
(stikstofoxide	$\text{NO}_x$	verzurend]
lachgas	$\text{N}_2\text{O}$	broeikas
methaan	$\text{CH}_4$	broeikas
kooldioxide	$\text{CO}_2$	broeikas
stank	diversen	sociaal
fijn stof	diversen	sociaal / medisch

Figuur 4

*Overzicht van de belangrijkste milieubelastende emissies van vluchtige componenten uit de veehouderij.*

Van de gassen is de ammoniakemissie zeker het grootste probleem. Met over de 200.000 ton uitstoot per jaar in de tachtiger jaren was - ook in internationale verhoudingen - een stringent reductiebeleid in Nederland geboden. Er is reeds veel bereikt, maar verdere reducties zijn uit het oogpunt van duurzaamheid nodig en technisch ook mogelijk (ref. Monteny, 2000).

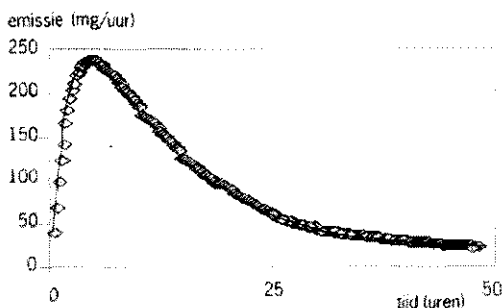
De stikstofoxides ( $\text{NO}_x$ ) zijn evenals ammoniak verzurende gassen; hun verzurende bijdrage vanuit de landbouw is echter gering. Nog weinig aandacht is besteed aan de emissie van broeikasgassen uit de veehouderij. Het gaat om de gassen kooldioxide, methaan, lachgas. Voorlopig is met name de inventarisatie van emissieniveaus aan de orde. De vraag is ook in hoeverre er sprake is van antropogene bronnen,

want antropogene bronnen geven de eerste en wellicht ook enige reële mogelijkheid om tot reducerende maatregelen te komen. In figuur 4 zijn ook de emissies van stof en geur opgenomen. Bij beide componenten gaat het niet om het ecologische, maar om het sociale effect. Fijn stof in de lucht is een gezondheidsrisico. Geur, of liever stank, veroorzaakt maatschappelijke overlast. Het emissieniveau van stank is van belang in verband met de vestigingsvergunning van veehouderijen binnen gemeenten.

Voor bestrijding van de emissies zijn verschillende strategieën te volgen. Bestrijding bij de bron heeft in de veehouderijpraktijk veelal de voorkeur. Het garandeert ook een beter klimaat in de stal. Voor de meeste componenten is de bron de mest en urine. Het stalklimaat en de regeling ervan zijn een belangrijke, interveniërende factoren (ref. Aarnink, 1997; Monteny, 2000).

Voor ammoniak wil ik nog een enkel resultaat noemen uit ons onderzoek. Nadat in de beginperiode van het milieu-onderzoek al langere tijd ammoniakemissies uit stallen waren gemeten en emissie-reducerende maatregelen werden onderzocht, zijn in een later stadium laboratoriumproeven opgestart om meer inzicht te krijgen in het procesgedrag van emissiebronnen. In dit kader is met behulp van een schaalmodel van een stal het emissiepatroon van ammoniak na een urine-uitscheiding door een koe bestudeerd. Na de conditionering van een vloerelement met mest zodat enzymproductie op de vloer werd geïnduceerd, werd urine van bekende samenstelling op de vloer uitgegoten en de daaruit voortkomende ammoniakemissie gemeten. Het resultaat was opvallend (figuur 5).

## Ammoniakemissie bij urine op roostervloer



Figuur 5

*Snelheid van ammoniakvorming in de tijd, nadat in een schaalmodel van een stal een dosis urine op een roostervloerlement was uitgegoten.*

Het laat zien dat zich uit een urineplas op de vloer zeer snel ammoniak ontwikkelt. Binnen enkele uren is de meeste ureum uit de urine al omgezet in ammoniak. Dit toont aan dat, om ammoniak in de stal te bestrijden, de urine feitelijk snel moet worden afgevoerd. Een lage temperatuur vertraagt overigens de emissie, evenals het aanzuren van de urine. Daarentegen wordt het emissieproces versneld door luchtbeweging over de urineplas. Het onderzoek wees ook uit dat enkel een vloerreiniging met een mestschuif weinig effect zal hebben op de emissie. Urine op een geheel schone vloer (zonder mestresten en microbiële activiteit) veroorzaakt overigens geen emissie. Bij het spoelen van de vloer met water hangt het effect af van de effectiviteit van de urineverdunding en -verwijdering. De resultaten uit het laboratoriumonderzoek hebben de laatste jaren een essentiële bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van emissiereducerende maatregelen en emissiearme vloersystemen. Door

IMAG-onderzoekers is een vloerontwerp bedacht met een profiel als een roostervloer, maar met dichtgemaakte sleuven, waarin kleine gaatjes zijn aangebracht voor de urineafvoer. Het bedrijfsleven heeft geholpen met de uitontwikkeling van het ontwerp tot een product dat momenteel ruime toepassing vindt in de praktijk (Swierstra et al, 2000).

Onbalans in de mineralenhuishouding, of simpeler gezegd, de mineralen-overschotten, zijn het tweede grote milieu-probleem in de veehouderij. Bedrijven zullen een evenwicht moeten scheppen tussen de input en output van mineralen. Daarvoor is het mineralen-boekhoudsysteem Minas ingevoerd en zijn regels geformuleerd ten aanzien van de maximale stikstof- en fosfaatgiften per hectare. Terwijl de rantsoensamenstelling van dieren grote invloed heeft op het niveau van de ammoniakemissie uit stallen, is deze factor nog belangrijker voor het evenwicht in de mineralenbalans. Zwaar bemest grasland geeft via het voer een hoge input aan stikstof bij koeien en derhalve ook een hoge stikstofuitscheiding in mest en urine. Lagere stikstofgiften op grasland, zoals op biologische bedrijven, levert dan ook direct een effectieve bijdrage aan lagere stikstofverliezen van een bedrijf. Aan de mogelijkheden van een lager niveau van de stikstofkringloop op melkveebedrijven wordt momenteel veel aandacht besteed (Van Bruchem et al. 2000).

De vraag is nu wat mineralenverliezen nog te maken hebben met het stalontwerp? De rol van de stal in de mineralenhuishouding heeft vooral te maken met de kwaliteit van het mestproduct. Het gaat om de invloed van het vloersysteem, eventueel gebruik van stro en strooisel, eventuele



weidegang en de mestbehandeling en -opslag. Deze factoren hebben allen invloed op de waarde van de mest voor de gebruiker in plantaardige teelten. Met name de niet-grondgebonden veehouderijbedrijven moeten mest afzetten. Of dat onder verantwoorde economische condities lukt, hangt samen met de kwaliteit van de mest die door het veehouderijbedrijf kan worden aangeboden.

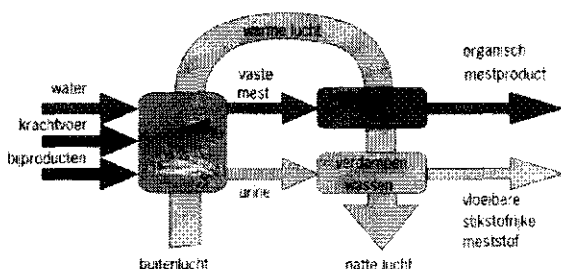
De rol van het stalsysteem in de mestafzet wil ik nader toelichten aan de hand van een project dat met ondersteuning vanuit het fonds Ecologie, Economie en Technologie (EET) van het Ministerie van Economische Zaken is gefinancierd. Aan het project nemen naast IMAG als trekker, het Praktijkonderzoek Veehouderij, enkele leerstoelen van deze universiteit en een zestal bedrijven deel. Het project gaat over een schone productiewijze van vleesvarkens en meststoffen. Voor het gemak heeft het de korte naam Hercules gekregen. Het project is gestart vanuit het vraagstuk van de mestafzet van varkensbedrijven. De gangbare varkensbedrijven produceren drijfmest, hetgeen als meststof een laagwaardig en volumineus product is. Centrale mestverwerking waarbij de drijfmest van bedrijven op een centrale locatie wordt omgezet in droge mestkorrels is voorheen in Nederland mislukt. Voortgaan met de transport van drijfmest over grote afstanden lijkt ook een verkeerde keuze. In het Hercules project is tegen deze achtergrond mestbewerking op het primaire bedrijf als uitgangspunt genomen. Het doel is om tot twee hoogwaardige mestproducten te komen: een gecomposteerde stabiele vaste organische meststof en een vloeibaar concentraat. In de vaste fractie zit de meeste fosfaat. De vloeibare fractie daarentegen bevat een groot deel van de stikstof. Ten opzichte van drijfmest geeft deze productie van meststoffen een volume-

reductie van 80 procent. Dat betekent in dezelfde verhouding minder mesttransport op de Nederlandse wegen; één van de doelstellingen van het project. In het Hercules project wordt mestscheiding in de stal toegepast. Urine wordt door een bijzondere vloerconstructie apart van de vaste mest opgevangen en beide fracties worden afgevoerd naar een centrale bewerkingsseenheid.

Voor een efficiënte mestscheiding is er in de stal achterin de hokken een kleine mestzone nodig. Aarnink (1997) heeft uitvoerig gestudeerd op hokindelingen, die de neiging van varkens om de mest in een klein deel van het hok te deponeren bevordert. Daarbij zijn positieve resultaten behaald, echter met één voorwaarde. Varkens zijn dieren, die hun warmtebalans in hoge mate regelen via hun gedrag. Als het te warm is, liggen ze graag op natte plekken. Het natte lijf verdampt vocht, en daardoor krijgen de dieren afkoeling. In de Herculesstal zouden de varkens bij warm weer in de mestzone gaan liggen en daardoor hun uitscheiding op de ligplaats doen. In dat geval vervuilt de stal terwijl door de verspreiding van de urine over het hele vloeroppervlak de ammoniakemissie zal toenemen. De impliciete eis van het Hercules concept is dus een effectieve klimatisering. Voor de klimatisering is weliswaar energie nodig, maar daarvoor komen steeds efficiëntere technieken beschikbaar.

In het Hercules project wordt de warme stallucht uit de hokken centraal afgevoerd en benut voor het voordrogen van de vaste mest vóór de composteringsstap, alsmede voor het indampen van de aangezuurde, en derhalve ammoniakvrije, urine.

## Processchema "HERCULES"



Figuur 6

*Schema van de processtappen in de Herculesstal (naar Ogink, 2000)*

Het processchema van de Herculesstal wordt getoond in figuur 6. Het gaat om een gesloten processysteem, waarbij de emissie van ammoniak nagenoeg wordt geëlimineerd en de emissie van stank geminimaliseerd. Het karakteristieke van de Herculesstal is dus schone lucht voor de dieren en geen emissies van vervuilende componenten naar buiten; duurzaamheid voor de dieren en het milieu.

Maar de voordelen gaan verder. De Herculesstal heeft een vorm van mestafvoer, waardoor strogebruik in de stal mogelijk wordt. Voorts is het stalsysteem erop ontworpen dat een variatie aan voedercomponenten verstrekt kan worden, zoals bijproducten uit de levensmiddelenindustrie en andere organische reststoffen. Het composteersysteem is op de robuustheid voor verschillende voercomponenten getest. Gevarieerde en verrijkte voeding, stro in de stal, schone lucht, temperatuursbeheersing in warme periodes, en de

scheiding van lig- en mestplaats in het hok zijn allemaal factoren, die van significant belang zijn voor het welzijn van de varkens. De Herculesstal biedt deze voordelen. Derhalve betekent dit concept een belangrijke systeeminnovatie, een veehouderijsysteem van de toekomst.

Het Hercules-voorbeeld toont hoe vanuit wetenschap en technologie aan nieuwe concepten van vergaande duurzaamheid in de veehouderij vorm gegeven kan worden. Maar dan moeten zulke concepten ook hun weg vinden naar de praktijk. Derhalve is het project voorzien van partners uit het bedrijfsleven die meesturen in het onderzoekstraject en straks de marktintroductie verzorgen. Uiteindelijk is het innovatiegedrag van de ondernemingen in de varkenshouderij beslissend. In het geplande tweede deel van het project worden specifieke activiteiten ontplooid om het innovatie- en implementatieproces in praktijk te ondersteunen. De samenwerking met de leerstoelgroep Bedrijfskunde van de Wageningen Universiteit wil ik in dit verband graag noemen.

Samengevat, toekomstige veehouderijsystemen moeten 'schoon' zijn. Een geïntegreerde aanpak van het ontwerp van stalsystemen is noodzakelijk om de streefdoelen van duurzaamheid te bereiken. In stalconcepten die milieutechnisch verantwoord moeten zijn, draait veel om de behandeling van meststromen op het bedrijf. Toepassing van drijfmest is niet langer de voor de hand liggende oplossing. Nieuwe milieutechnologie kan aanzienlijke welzijnsverbetering van de dieren mogelijk maken.

### **Welzijnseisen**

Welzijn betreft in feite de sociale component van duurzaamheid en vraagt bijzondere aandacht van de veehouderij. Vanuit twee invalshoeken wordt welzijnsverbetering op veehouderijbedrijven op dit moment gestuurd:

- Wetgeving van de overheid, op nationaal en Europees niveau.
- Afspraken tussen de partijen in de productieketen, bijvoorbeeld tussen producenten en retailers, of binnen producentengroepen, die een beschermd 'keurmerk' bezitten op hun product.

Bij wetgeving gaat het in het algemeen om minimumeisen. Nogal eens zijn het moeizaam bereikte, politieke compromissen en stellen ze in de ogen van de voorvechters van dierenwelzijn weinig voor. Afspraken binnen ketens brengen vaak op duidelijker manier verbetering. Toch dient men ook hier kritisch te zijn, omdat imagoverbetering nogal eens het eerste doel is en daarmee zijn duurzame, positieve effecten op dierniveau nog niet persé gewaarborgd.

Het ontwerpen van veehouderijsystemen op basis van welzijn en met in acht neming van milieueisen en vele andere wensen is niet eenvoudig. Daarnaast worden in de praktijk dikwijls verschillende interpretaties aan het begrip welzijn gegeven, hetgeen ook ongunstig is voor de voortgang. Voor het ontwerp van veehouderijsystemen is het juist van belang om van een helder, eenduidig welzijnsbegrip uit te kunnen gaan, zodat welzijn zich inderdaad laat vertalen naar concrete omgevingseisen. Ondanks de vorderingen in het onderzoek van afgelopen decennia, ligt hier een groot probleem. Dat probleem wordt ook wel onderkend, hetgeen zich uit in de toenemende interesse, nationaal en

internationaal, om integrale beoordelingsmethoden te ontwikkelen. Daarmee kan het welzijn van dieren op bedrijven volgens een geobjectiveerde procedure worden geschat. In 1999 werd in Denemarken voor het eerst een internationale workshop gehouden, die geheel aan deze problematiek was gewijd (Assesment of Animal Welfare at Farm and Group Level, Kopenhagen, 27-28 Augustus).

Hoe ik persoonlijk tegen deze problematiek van welzijnsbeoordeling en-verbetering in de praktijk aankijk wil ik illustreren met een drietal projecten, die ons vanuit het NWO/LNV-onderzoeksprogramma 'Grenzen aan Welzijn en Dierlijke Productie' zijn toegewezen. Alle drie projecten zijn samenwerkingsprojecten met leerstoelgroepen van de Wageningen Universiteit en/of de Faculteit der Diergeneeskunde.

Het eerste project betreft de ontwikkeling van een expert-model in de vorm van een beslissingsondersteunend systeem (DSS) voor de beoordeling van huisvestingssystemen op dierenwelzijn. Het gaat hier om een integrale beoordeling, met één eindcijfer, gebaseerd op objectief waarneembare en voor welzijn relevante elementen aan het dier. Belangrijk is dat het model zowel positieve als negatieve elementen van het welzijn meeweegt. Dit in tegenstelling tot verschillende gangbare benaderingen, waar bij dierenwelzijn uitsluitend de aan- en afwezigheid van negatieve symptomen wordt beoordeeld.

Centraal in onze benadering staat dat welzijn wordt gedefinieerd als de resultante van de toestand van de 'behoeften' van het dier. Die behoeften zijn biologisch bepaalde syste-

men (programma's) in het dier, die zich vanuit de ethologie, fysiologie en geneeskunde laten bestuderen en beoordelen. In deze benadering wordt tegelijkertijd verondersteld dat behoeften meedoen in het patroon van emotionele en cognitieve gewaarwordingen in het dier en dus in subjectieve zin welzijn weerspiegelen. Hoe in ons onderzoek welzijn wordt ontleed naar de biologische behoeften van het dier, wordt in figuur 7 geïllustreerd. Wij gebruiken hier de benadering van de 'multifaceted, structured-entity analysis' uit de informatica; een decompositiemethode die ook in de techniek wordt gebruikt om complexe systemen te beschrijven.

### "Dierenwelzijn" geanalyseerd



Figuur 7

*Analyse van dierenwelzijn naar biologische behoeften en onderliggende elementen, met als voorbeeld de zeug (naar: Bracke et al, 1999)*

Gegeven de behoeftenstructuur, die uit de analyse voortkomt, kunnen wij een vergelijking maken met de welzijnsrelevante attributen (kenmerken) van een houderijsysteem en analyseren in welke mate die attributen de verschillende behoeften van het dier dekken. Per behoefte leidt dat tot

een beoordeling. De behoeften worden volgens vooraf gedefinieerde regels onderling gewogen en daarmee komt een totaalbeoordeling tot stand. Het onderzoek is een samenwerkingsproject met de leerstoel Ethologie en Welzijn, collega Berry Spruyt. De promovendus Marc Bracke hoopt begin 2001 op dit project te promoveren.

Ons tweede project is een samenwerking, waarbij ook collega Paul van Beek, hoogleraar Operations Research and Logistiek is betrokken. Het onderzoek omvat het *modelmatige ontwerpen van een welzijnsvriendelijke leefomgeving* voor leghennen, op basis van een vastgesteld patroon van behoeften van deze dieren. Conform de vorige benadering wordt ook nu aangenomen dat het welzijn kan worden benaderd vanuit de toestand van herkenbare biologische/ethologische behoeften van de dieren. Bij leghennen betreft dat ondermeer het eten, drinken, scharrelen, stofbaden, zitten, nestelen, eileggen en diverse sociale activiteiten. Het gedragspatroon van het dier is te modelleren, dat wil zeggen te beschrijven in wiskundige vergelijkingen als een stochastisch proces in de tijd, met voor elke behoefte andere parameterwaarden. De verkregen vergelijkingen geven aan volgens welke kansverdeling een dier in de tijd bezig is met de verschillende behoeften cq. activiteiten. Hiermee weten we dan ook volgens welk tijdspatroon een dier gebruik zal maken van voorzieningen in de stal als het daartoe de kans krijgt; zoals van een voerbak, drinknippel, strooisel, legnest, zitstok, ruimte om de ledematen te strekken en ruimte voor sociale contacten. Met deze kennis toegerust hebben we in beginsel de belangrijkste elementen om een diervriendelijke stalomgeving te ontwerpen. We zullen echter rekening moeten houden met effecten van sociaal verkeer en wachttijden bij de beschikbare 'resources', dat wil zeggen met concurrentie en agressie op plaatsen waar meerdere dieren



zich tegelijkertijd aanbieden. Dit probleem willen we met de beschikbare logistieke modellen aanpakken (Halachmi, 1999). Het resultaat van het onderzoek is een voorspelling van het gedrag van een koppel leghennen in een gegeven omgeving, met daarbij aangegeven het gebruik van de voorzieningen, ontstane wachttijden bij de voorzieningen en eventueel ook de tekorten die de dieren door onderlinge concurrentie in de tijd oplopen. Om de betekenis van zulke tekorten voor het welzijn te kunnen beoordelen, wordt ook de vraagelasticiteit van verschillende behoeften van de kip geanalyseerd. Een grotere elasticiteit betekent dat dieren flexibel zijn en de invulling van behoeften gemakkelijk uitstellen of ervan af zien. Een geringe elasticiteit betekent het omgekeerde; het betreffende gedrag heeft dan prioriteit als het aan de orde is.

Langs deze lijnen geredeneerd, worden in het project ruimtelijke omgevingseisen van koppels kippen geformuleerd en vertaald in concrete stalontwerpen.

De benadering moet op doorzichtige en verifieerbare wijze voor de doelgroepen binnen de overheid en de pluimveehouderij inzicht verschaffen in de relatie tussen dierenwelzijn en omgevingsstructuur. Het vormt een belangrijk instrument voor het vinden van normen voor technische eisen aan toekomstige stalsystemen, waarbij economische criteria ook zullen meetellen.

Het derde project betreft de welzijnseisen aan stalvloeren voor melkvee. Het is een samenwerking met de collega's Elsbeth Noordhuizen-Stassen en Wim Weijs van de Faculteit Diergeneeskunde en de epidemioloog Klaas Frankena van het Departement Dierwetenschappen. Motief voor het onderzoek is de gestoorde locomotie en het veelvuldig optreden van klauwaandoeningen bij melkvee in de gangbare loopstallen. Via een epidemiologisch/etholo-

gisch onderzoek, uitgevoerd door de promovendus Joan Somers, en een biomechanisch onderzoek proberen we nauwkeurig de diereisen aan stalvloeren in beeld te brengen. Ten aanzien van het dierenwelzijn is het streefbeeld:

- veilig kunnen bewegen en staan van de dieren, stabiel en zonder uitglijden op de vloer
- geen belemmering in het uitvoeren van ander gedrag waarbij stabiliteit van bewegen en staan kritisch is, bijvoorbeeld bij agressie en bespringen
- geringe risico's voor klauw- en ledemaataandoeningen
- geen acute of chronische pijn

De geformuleerde diereisen worden vertaald naar technische eisen aan het vloersysteem. Dat betreft de oppervlakte, geometrie, textuur en hardheid van de afzonderlijke vloerdelen en de oppervlakte van de vloer als geheel. Omdat vloersystemen altijd een compromis zijn tussen verschillende eisen (ref. Metz, 1999), zullen ontwerpers innovatief te werk moeten gaan om echte oplossingen te vinden. Dit project vanuit NWO/STW is voorzien van een brede gebruikerscommissie.

De drie genoemde projecten richten zich op de match tussen dierenwelzijneisen, gedefinieerd volgens algemene maatstaven, en de omgeving van het dier. Veehouderijssystemen van de toekomst zullen moeilijk kunnen rekenen op maatschappelijke acceptatie als de bedoelde match niet tot stand komt. Ik verwacht dat er derhalve een forse vernieuwing van veehouderijssystemen noodzakelijk is, ondanks het feit dat er in het afgelopen decennia vooruitgang is gemaakt. Een belangrijk knelpunt blijft ongetwijfeld de vloeren. Globaal genomen komen in alle huisvestingen met roostervloeren aandoeningen van het bewegingsapparaat voor en lijden vele dieren chronische pijn.

Dat geldt zowel voor de leghennenhouderij, de zeugenhoudery als de rundveehouderij. Roostervloeren hebben hun ontstaan te danken aan het gemak van de mestafvoer. De rationaliteit uit het verleden die hier achter schuil gaat valt goed te begrijpen, maar deze lijkt anno 2000 te worden achterhaald door de welzijnsdiscussie.

Zoals eerder besproken, hebben de 'open' vloersystemen een nadeel vanwege de ammoniakemissie. Het is ook daarom te verwachten dat in toekomstige veehouderijsystemen nieuwe vloerontwerpen aan de orde zijn. Wellicht worden de vloersystemen ingedeeld naar functiegebieden en kunnen ze daardoor een beter comfort aan de dieren bieden. Voor diersoorten die jaarrond gehuisvest zijn, is extra aandacht voor de kwaliteit van het vloersysteem nodig, omdat de dieren dan nog meer van die omgevingsfactor afhankelijk zijn. Als afvoersysteem voor mest en urine gaat het om geheel andere eisen aan vloeren. Dit goed te combineren is een belangrijk aandachtsveld voor de toekomst.

Het voorgaande had als uitgangspunt dat wanneer de welzijnsbehoeften van de dieren in kaart zijn gebracht en de omgeving daarop is aangepast, het welzijn is gegarandeerd. Waar er dan toch problemen zijn, zou de omgeving opnieuw moeten worden aangepast. Deze denktrant wordt in de praktijk en in het beleid vaak gevolgd. Toch is deze benadering te beperkt. Er zijn talloze voorbeelden waaruit blijkt dat voor de borging van dierenwelzijn in de veehouderij ook andere invalshoeken nodig zijn. Deze zijn additioneel aan het technisch ontwerp van de stal om een goed welzijnsmanagement op een bedrijf te kunnen voeren. Belangrijke andere invalshoeken zijn:

- a.) Sturen op vroege ervaring en het conditioneren van de dieren.

Schouten (1986) en anderen toonden aan dat vroege ervaring bij varkens essentieel is voor het gemakkelijk ontwikkelen van sociale rangorde op latere leeftijd. Eigen onderzoek heeft uitgewezen dat door het tijdig conditioneren op een kunstspeen, het elkaar bezuigen van kalveren grotendeels kan worden ondervangen. Jones et al (2000) beschrijven in een recent artikel hoe jonge kuikens getraind kunnen worden op het pikken naar dunne witte draadjes, waardoor verenpikken op latere leeftijd zou worden tegengegaan. Effecten van vroege ervaring betekenen ook dat de stalsystemen en behandeling van jonge dieren op de houderij-omstandigheden van de volwassen dieren moeten aansluiten. Dit kan zelfs worden gezien als een belangrijke welzijnsvoorwaarde. Bij het toepassen van ligboxen in de melkveehouderij kent men deze regel al lange tijd.

- b.) De voeding verrijken.

De bezigheid van eten heeft bij de meeste dieren hoge prioriteit. Door daar met de rantsoenkeuze op in te spelen kan het ontstaan van ongewenst gedrag dat voortkomt uit de monotonie van de omgeving en frustratie, worden tegengegaan. In veehouderijsystemen van de toekomst zou van de betekenis van het rantsoen voor het dierenwelzijn meer gebruik gemaakt moeten worden. Het abnormale gedrag, dat dikwijls gebruikt wordt als indicatie van verminderd welzijn, wordt daarmee voor een belangrijk deel ondervangen.

### c.) Genetische selectie

Een kenmerk van diersoorten is de grote variatie in gedrag tussen individuen. Deze variatie kan sociaal geïnduceerd zijn, maar kan ook het gevolg zijn van individuele verschillen in de reactie op de omgeving. De genetische selectie in populaties van dieren dient zodanig te zijn, dat er geen verschuiving in de richting van ongewenst gedrag ontstaat. Tegelijkertijd kan fokkerij worden ingezet om gewenst gedrag te bevorderen. Een voorbeeld van gewenst gedrag is het nestgedrag van leg-hennen in welzijnsvriendelijke systemen, waar een leg-nest is voorgeschreven. Als de hennen het nest niet gebruiken, komen er buitennesteieren. Dit veroorzaakt een arbeidstechnisch en economisch probleem (ref. Blokhuis en Metz 1992).

### d.) Therapeutische ingrepen

Therapie op het terrein van diergedrag en welzijn is iets, dat dichterbij lijkt te komen in de veehouderij. Gedragstherapie bij gezelschapsdieren is al langer een erkend vak. In de veehouderij gaat het om deskundigen, die bedrijven kunnen adviseren omtrent de toepassing van therapeutische maatregelen, daar waar dieren en diergroepen in problemen komen. Voorbeelden zijn het ontstaan van verenprikken en kannibalisme bij leghennen, staartbijten bij varkens, het urine drinken bij kalveren en het vulvabijten bij zeugen. Een op diergedrag en welzijn gerichte adviseur kan een bedrijf helpen om de problemen op te lossen, en daarmee de welzijns- en economische risico's te beperken.

Samengevat, veehouderijsystemen van de toekomst zijn gebaat bij een integraal opgezet welzijnsmanagement. Dat kan overigens alleen als onderliggende disciplines interdisciplinair samenwerken, dwz. vanuit hetzelfde doel en in afgestemde projecten. Voor deze koerswijziging in het welzijnsonderzoek ten behoeve van praktische toepassingen wil ik hier ten volle pleiten.

### **De dier-machine interactie**

Nergens is in de dierlijke productie de dier-machine interactie zozeer voorwaarde voor succes dan bij het melken met een robot. Met 'machine' bedoel ik hier niet alleen de robot zelf als een ingenieus technisch product. Ook de uitrusting in de stal zoals voor het koeverkeer, de koefixatie in de melkstand, de reiniging van spenen, de krachtvoerverstrekking en het melken zelf zijn inbegrepen. In de praktijk spreekt men voor dit geheel van een automatisch melksysteem (AMS). Vanuit de optiek van dier-machine interactie is de robotbesturing voor de aansluiting van de tepelbekers al bijzonder kritisch. De robot moet zijn 'targets', de spenen, zoeken in de dynamische omgeving van bewegingen van de koe, bewegingen van de uier, verschillende uiervormen en de veranderlijke posities van spenen, samenhangend met de lengte van het melkinterval. Dit vraagt om een grote besturingsflexibiliteit. Van de andere kant gaat het om een strikt werkschema van de robot in verband met de fysiologie van de melkuitscheiding. Omdat de reactietijd van de robot dikwijls de snelheid van speenbewegingen onderschrijdt, kan bij de aansluiting van de tepelbekers vertraging optreden die nadelig is voor de melkafgifte. Toch is dit deel van de koe-machine interactie in de praktijk niet lan-

ger de meest riskante fase van het automatisch melken. Uiteindelijk speelt dit zich af in de tamelijk gedefinieerde omgeving en kunnen mislukte tepelbekeraansluitingen worden overgedaan. Meer risico is nog verbonden aan het koeverkeer. Bij de huidige toepassing van de melkrobot gaat men uit van vrijwillige bezoeken van de koeien aan de robot. De melkopbrengst is erbij gebaat, dat de koeien zich met regelmatige tussentijden laten melken. Bij lange melkintervallen, ongeveer vanaf 13 tot 14 uur, is er namelijk sprake van afnemende melkopbrengst, zowel per dag als per verstreken uur sinds de vorige melking. Dit wordt niet meer door korte melkintervallen op andere momenten van de dag gecompenseerd (Ipema et al 1997).

Vrijwillige bezoeken aan de robot en dan toch op tijd, dat is een opgave die koeien uit zichzelf moeilijk nakomen. Ze hebben geen interne klok voor melken en zonder tijdige bemoediging ('facilitatie') door andere factoren is niet te verwachten dat ze in een regelmatig ritme de melkrobot bezoeken. Een passende omgevingsstructuur en de toepassing van beloningen ('incentives') is in dit verband belangrijk. Met omgevingsstructuur bedoel ik hier de looproutes, paden en ruimtes in de stal die de koeien moeten passeren om bij de melkrobot te komen. In de huidige praktijk wordt koeien de route naar de robot vaak verplicht opgelegd. Dat wil zeggen, dat de koe die eenmaal in het liggedeelte van de stal is terechtgekomen, van daaruit uitsluitend het voerhek in de stal kan bereiken via passage van de melkrobot. Koeien worden op deze wijze geforceerd om naar de robot te gaan, want anders missen ze het voer. Minder dwang wordt gelegd als koeien het ruwvoer aan het voerhek wel vrij vanuit de ligruimte kunnen naderen, maar het krachtvoerstation alleen via passage van de robot. Men

spreekt van 'vrij' koeverkeer, indien iedere vorm van gedwongen routing ontbreekt (ref. Ketelaar-de Lauwere et al 2000c). Met de keuze van de looproutes in de stal wordt de koe dus wel of niet gedwongen om de melkrobot regelmatig te bezoeken. Onwilligheid gaat voor haar ten koste van het verkrijgen van voer. In feite verkeert de koe daarmee in een balans van positieve en negatieve stuurfactoren, waar het gaat om een bezoek aan de robot. Figuur 8 toont een aantal factoren die positief uitwerken op een frequent robotbezoek en factoren die het bezoek vertragen.

### Invloeden op bezoek aan melkrobot

<u>positief</u>	<u>negatief</u>
krachtvoer	kreupelheid (pijn)
ruwvoer	mastitis (pijn)
water	angst
melking	rangorde
	fixatie
	sociale isolatie
	wachten
	afstand



Figuur 8

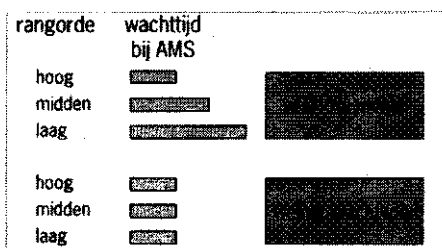
*Factoren die het bezoek van koeien aan de melkrobot positief dan wel negatief beïnvloeden.*

De positieve stuurfactoren nemen met de lengte van de onthoudingsperiode (deprivatie) toe en gaan daarmee overwicht krijgen op de negatieve. Daardoor zijn de negatieve factoren echter niet minder belangrijk. Ze zijn oorzaak van vertraagd koeverkeer en een lage melkfrequentie en dat komt in de praktijk te vaak voor. Het is belangrijk om via het stalontwerp en een goed management de negatieve factoren zoveel mogelijk weg te nemen.



Een factor die steeds meetelt is de concurrentie tussen de dieren. Problemen roept men op doordat vele dieren één of weinige melkplaatsen moeten delen terwijl er een belangrijke beloning, namelijk krachtvoer, in het geding is. Zulke situaties roepen agressie op; ranglage dieren worden daarbij gedwongen uit de buurt te blijven en hun geprefereerde activiteit naar een later tijdstip te verschuiven. Bij het automatisch melksystemen is dit typisch het geval. Dit wordt geïllustreerd in figuur 9.

### Voereffect op wachttijd bij AMS



Figuur 9

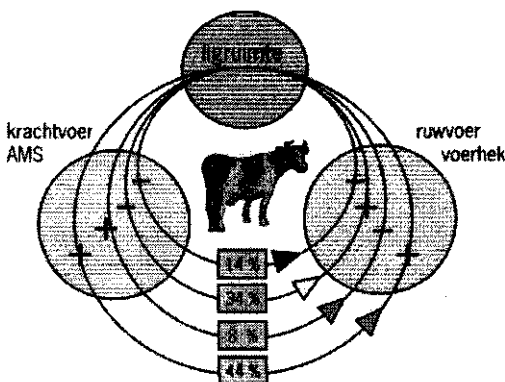
*De wachttijd van koeien bij het AMS (automatisch melksysteem) in afhankelijkheid van de positie in de sociale rangorde en de voerbeloning, die bij het bezoek aan de robot geboden wordt (naar Devir, 1995)*

Door meer krachtvoer in het AMS te verstrekken wordt het effect van sociale concurrentie versterkt. Door minder te geven, vermindert de interesse van de ranghogere, ten voordele van de ranglagere koeien. De grootte van krachtvoergif en het effect van de positie in de sociale rangorde zijn dus aan elkaar gekoppeld bij de bezoeken die koeien brengen aan de melkrobot. Via het krachtvoermanagement kan

de veehouder regulerend optreden. Door in de AMS computer gebruik te maken van zelflerende software, kan bij de koeien die vaak binnenkomen de krachtvoergift automatisch worden verminderd. Bij koeien die weinig komen, kan in het AMS automatisch wat meer krachtvoer worden verstrekt. Daarmee wordt het koeverkeer in de stal gereguleerd, in het belang van een evenwichtige verdeling van de melkingen over en tussen de koeien.

De gedachte achter de huidige toepassing van het automatisch melken is dus dat de koeien bij tijd en wijle zelf bij de robot passeren en dan gemolken worden afhankelijk van de tijd die verstreken is sinds de vorige melkbeurt. Deze benadering sluit aan op het natuurlijke ritme dat koeien van zichzelf hebben ten aanzien van liggen, eten en herkauwen. Zo'n 5 tot 8 keer per dag neemt de koe een maaltijd. Bij gedwongen of half-gedwongen koeverkeer in de stal wordt ook in die frequentie de melkrobot gepasseerd en kan de koe al of niet in de melkstand worden toegelaten.

De vraag is welk patroon individuele koeien hebben en hoe daarmee het voeropname- en melkpatroon bij individuele dieren wordt geïntegreerd. Morita heeft dat bij IMAG onderzocht op basis van 7397 rondgangen van koeien door de stal, waarbij ze telkens langs de robot kwamen (Morita et al, 1996). De koeien, die langs de robot kwamen en volgens de computer aan een melkbeurt toe waren kregen krachtvoer, de anderen niet. Na de passage door het AMS stond het voerhek open om ruwvoer te eten. Uit de resultaten in figuur 10 blijkt dat de koeien niet efficiënt met het voer-melk systeem omgingen.



Figuur 10

*Looproutes van koeien door de robotstal vanuit de ligruimte, opgedeeld naar het wel of niet verkrijgen van krachtvoer bij passage door het AMS en het wel of niet gaan eten van ruwvoer bij passage van het voerhek. (naar Morita et al, 1996)*

In 48 procent van de gevallen passeerden de koeien de robot te vroeg, dat wil zeggen ze werden niet gemolken als ze de robot voorbij kwamen en kregen ook geen krachtvoer. Bij bijna een derde van die bezoeken werd ook geen ruwvoer gegeten aan het voerhek en liepen de koeien rechtstreeks door naar de ligruimte. In 52 procent van de passages door het AMS werd er wel gemolken en dus ook krachtvoer gegeten, echter in een van de zes/zeven situaties was er vervolgens geen interesse in ruwvoer.

Met deze uitweiding over de combinatie van voerverstrekking, voeropname en automatisch melken wil ik aantonen dat de dier-techniek interactie voor de veehouder in dit geval te complex is om goed te sturen. De dieren verschillen onderling, wat ook geldt voor de aantrekkingskracht

van krachtvoer. Sommige koeien blijven rondes door de stal lopen, op zoek naar krachtvoer, wat ze echter niet krijgen, omdat ze te snel terugkomen. De conclusie hier is dat de spontane tijdsindeling van koeien ten aanzien van eten, melken en rusten het beoogde efficiënte gebruik van de melkrobot ten dele in de weg staat.

De dier-machine interactie is ook op andere plaatsen in de veehouderij een kritisch punt, zoals bij de toepassing van elektronische voerstations voor zeugen en de elektronisch gestuurde drinkautomaten voor kalveren. Het gaat om de afstemming tussen diergedrag en een technologisch gestuurd proces. Een goede afstemming is voorwaarde voor goed dierenwelzijn en een goed productieresultaat.

Naar het zich laat aanzien, wordt de dier-machine en dier-techniek interactie een belangrijk aspect van het ontwerp van toekomstige veehouderijssystemen, veel meer dan in het verleden aan de orde kwam en als vraagstuk onderkend werd. De 'perfecte' stal is afgestemd op het dier, en in die richting ligt de toekomst. Interessante reflecties op dit thema worden beschreven door Ketelaar-de Lauwere e.a. (2000a).

## **Synthese**

Veehouderijssystemen van de toekomst hebben te maken met meer aspecten dan de milieu- en welzijnseisen en de integrale afstemming op het dier.

In dit verband wil ik speciaal de factor arbeid noemen. De veehouderij scoort, in vergelijking met niet-agrarische sec-

toren zeer matig op het gebied van de arbeidsomstandigheden. Arbeidsverzuim en arbeidsongeschiktheid zijn relatief hoog. In de pluimvee- en varkenshouderij is de stofconcentratie in de stallucht een specifiek probleem; in de melkveehouderij de vele rugklachten. Het is hier waard te noemen dat wij in samenwerking met de leerstoelgroep Agrarische Bedrijfseconomie en Interpolis een project uitvoeren dat de samenhang tussen bedrijfsfactoren aan de ene kant en ziekterisico's en arbeidsverzuim aan de andere kant voor diverse agrarische bedrijfstakken gaat analyseren. De bedoeling is een arbeidsrisico-index te ontwikkelen, die bij de advisering van bedrijven kan worden gebruikt. Bij de ontwikkeling van nieuwe veehouderijssystemen is het overigens van belang ook de veranderde positie van de factor arbeid in het bedrijf nadrukkelijk mee te nemen. De betekenis van de 'human factor' in het agroproductieproces neemt toe, ook al neemt de hoeveelheid fysieke arbeid af.

Onder het hoofd 'synthese' wil ik ook een stap zetten naar buiten het bedrijf. Toekomstige veehouderijbedrijven zullen wellicht minder op zich zelf staan, dat wil zeggen meer zijn opgenomen in lokale of regionale netwerken. Een voorbeeld van een netwerk zijn de zogenaamde 'agroproductieparken'. Zulke clusters zijn gebaseerd op de koppeling van bedrijven en ketens die elkaars nevenproducten of afvalstromen kunnen gebruiken. Met het sluiten van kringlopen kan een beduidende stap op het gebied van 'duurzaamheid' worden gezet. In het rapport 'Agroproductieparken: Perspectieven en dilemma's' (Innovatienetwerk, 2000) worden schetsontwerpen van een aantal agroproductieclusters besproken. Het ontwerp 'Deltapark' combineert pluimvee- en varkenshouderij met glastuinbouw en visteelt, waarbij stof- en energiestromen aan elkaar zijn gekoppeld. Dit

agropark zou een groot stedelijk gebied van basisvoedsel moeten voorzien. Korte vervoerslijnen zijn in het ontwerp uitgangspunt. De toekomstverwachting ten aanzien van de gerapporteerde agroproductieparken is overigens nog onzeker. Daarvoor moet eerst een bredere maatschappelijke discussie over zulke parken worden afgewacht. Enkele uitgangspunten lijken echter onbetwist. Toekomstige veehouderij in Nederland zal te maken krijgen met:

- beperking van het oppervlaktebeslag voor agrarische activiteiten;
- beperking van transport en logistiek;
- sluiting van kringlopen binnen en tussen bedrijven;
- emissie-vrije systemen;
- ruimtelijke concentratie van economische activiteit;
- integratie van productie en verwerking in de keten

Deze eisen brengen het beeld van 'verstedelijking' voor de niet-grondgebonden veehouderij dichterbij. Vanuit dezelfde motieven als in een burgerlijke maatschappij, vormen externe factoren dan de reden om geconcentreerde vormen van productie te ontwikkelen, overigens met alle vormen van differentiatie en interne kwaliteit die daarbij geboden is. De zorg voor de dieren en kwaliteit van hun leefomgeving blijven in deze ontwikkeling een hoofdpunt. Van de andere kant zijn er voor het sluiten van kringlopen en de beperking van de logistiek redenen tot concentratie. Dergelijke ontwikkelingen kunnen overigens alleen op basis van integrale duurzaamheid hun weg vinden (Ypema, 2000; NMP, 1999).

Uit mijn voordracht mag worden geconcludeerd dat de veehouderij nog een belangrijk traject van vernieuwing voor

zich heeft, om duurzaam te zijn en de 'Licence to produce' op een breed front te verkrijgen.

In de noodzakelijke vernieuwing kunnen geen fasen worden overgeslagen. Toch worden gewenste vernieuwingen altijd op de kortst mogelijke termijn gevraagd. Voor Wageningen Universiteit en Research Centrum ligt hier de taak om naar kortere 'time to market' van de ontwikkelde kennis te streven. De uitdaging is tevens om de ontwikkelde kennis in een interdisciplinaire context te plaatsen. Dat is ook de kern van het ontwerpen, waarover in deze oratie is gesproken. Vanuit mijn leeropdracht wil ik graag aan het ontwerpen van toekomstige veehouderijsystemen bijdragen.

### **Woorden van dank**

Toen ik in 1975 hier aan de universiteit promoveerde, was dat op het vakgebied van het gedrag van dieren, de ethologie. Mijn vreugde daarover was zodanig dat ik niet kon nalaten een citaat van de schrijver Guido van Deth in mijn proefschrift op te nemen. Deze luidde:

*Ik dacht een wonder past niet in mijn buurt  
de tijd van wonderen is allang voorbij;  
maar nu dit eerste wonder is gebeurd,  
komt er misschien nog wel een wonder bij.*

Ik dank het College van Bestuur van deze universiteit bijzonder dat zij het toen bedoelde wonder heeft verricht. Ik beschouw het als een voorrecht vanuit de verkregen positie aan de Wageningse missie in de wetenschap te kunnen bijdragen. Het vakgebied dat mij is toevertrouwd ligt op de

kruising van vele wegen. Ik zie dat als een bijzondere uitdaging. Wij gaan er tegenaan.

Eveneens wil ik de benoemingsadviescommissie bedanken voor haar advies. De brugfunctie tussen de techniek en de dierwetenschappen die u tijdens onze gesprekken ter sprake bracht heeft mijn bijzondere interesse.

Veel dank ben ik verschuldigd aan degenen, die het initiatief tot de leeropdracht en deze benoeming hebben genomen. Het zijn ir. Aad Jongebreur, directeur van IMAG, en Prof. Bert Speelman, toen leerstoelhouder Agrarische Bedrijfstechnologie aan deze universiteit. Mijn waardering dat jullie het vakgebied zo op de kaart hebben gezet, want het ligt in het centrum van de huidige ontwikkelingen in de veehouderij, zowel nationaal als internationaal.

Ik hoop dat ik aan de gekoesterde verwachtingen kan beantwoorden.

Graag wil ik nu noemen hoe enkele stadia in mijn loopbaan en personen die daarbij betrokken zijn geweest, belangrijk waren voor mijn wetenschappelijke profiel. Uit mijn universitaire opleiding in de veeteelt betreft dat het onderricht in de wiskunde en de modelmatige en statistische benadering in de vakken veefokkerij. Ik blijf Professor Politiek voor deze kennisbijdrage erkentelijk; ik maak er nog steeds gebruik van.

Daarnaast was het de negen maanden ethologie in Leiden als onderdeel van mijn afstudeerpakket. Ik leerde met eenvoudige, elegante proeven oorzaken van diergedrag te bestuderen, gebaseerd op een precieze analyse vooraf van de vraagstelling. Die leerervaring komt nog steeds in beeld, als we in mijn huidige werkkring nieuwe lijnen van onderzoek



uitwerken. Professor van Iersel heeft mij als eerste wegwijs gemaakt in de ethologie. Die heeft toen veel indruk op mij gemaakt.

Om te promoveren, vond ik mijn basis bij het Zoologisch Laboratorium in Groningen, bij Professor Leen de Ruiter, de toenmalige lector Piet Wiepkema en de werkgroep Eetgedrag. Het werk concentreerde zich op diergedrag als een stochastisch proces in de tijd. Het analyseren en modelleren van zulke tijdsprocessen was mijn belangrijkste taak. Ik ben pas later gaan beseffen, hoe waardevol de kennis was die ik daarbij heb opgedaan. Voor zijn persoonlijke begeleiding van mijn promotiewerk blijf ik Professor Leen de Ruiter dankbaar.

In mijn werkomgeving heb ik altijd tussen sterk gemotiveerde wetenschappers mogen vertoeven. Daarbij wil ik met name noemen de Kring van toegepaste Ethologen, medewerkers van de vakgroep Veehouderij en de sectie Ethologie van deze universiteit.

Een speciaal woord voor mijn collega's en medewerkers van IMAG. Na de ervaringen elders, kwam ik ruim tien jaar geleden in jullie midden. Een belangrijk motief voor mij was toen dichter bij praktijkvragen te staan en in die samenhang mijn bestaande denkbeelden te toetsen. Het oog hebben voor vragen in de praktijk en daar doelgericht en creatief aan te werken, is nog steeds een sterk punt van het instituut en de beste basis om de toekomst in te gaan. Met een aantal van jullie heb ik intensief samengewerkt in een onderzoeksproces, dat moest leiden tot een proefschrift.

Degenen die dat betreft, ben ik voor die gelegenheid zeer erkentelijk; omdat ik er zelf veel van heb geleerd, maar ook omdat jullie het instituut daarmee een nieuwe reputatie hebben gegeven. Dat er naast enkele anderen, al vier proefschriften op het gebied van 'automatisch melken' hier in de aula succesvol zijn verdedigd, mag gezien worden als een teken van kwaliteit, die zeker van betekenis is voor onze doelgroepen in de praktijk.

De leden van de leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie en anderen binnen het Agrotechnion dank ik voor de plezierige wijze waarop ik met die ene werkdag in de week kon beginnen. Ik hoop dat wij kunnen uitzien naar vele gemeenschappelijke activiteiten.

Studenten, promovendi en anderen die mij op het hoogleeraarschap aanspreken. Binnen de ruimte die er bestaat, zal ik mij bij voorkeur richten op de begeleiding van onderzoeksprojecten cq. promovendi. Ik vind het verheugend dat ik zowel binnen IMAG en daarbuiten zoveel promovendi begeleiding mag bieden. Het vraagt van beide kanten enthousiasme en doorzettingsvermogen, maar dat kan tot mooie resultaten leiden. In alle promotieprojecten tot nu toe is de begeleiding gedeeld met collega-hoogleraren of senior onderzoekers resp. hoofddocenten. Met deze samenwerkingen is interdisciplinaire vernieuwing bereikt en zijn voor de promotiekandidaat extra waarden toegevoegd. Allen die het betreft dank ik voor de nuttige en inspirerende samenwerking.

Ik wil tot slot enkele woorden richten tot mijn familie. Dit betreft allereerst mijn ouders. Mijn vader had hier aanwezig

kunnen zijn, maar de hoge leeftijd speelt hem parten. Toch wil ik hem en postuum mijn moeder hartelijk danken voor wat zij mij hebben meegegeven. Het was inzicht, werklust en ambitie, maar ook het grote genoegen dat je kunt studeren en leven en werken zoals je het zelf graag wilt. Voordat ik ging studeren, tijdens mijn studie en ook later was en bleef onze boerderij in Olburgen voor mij een belangrijk referentiepunt voor praktische landbouwkundige kennis. Dat referentiepunt bestaat nog steeds en ik ben er gepast trots op.

Ook van mijn broers en zussen heb ik veel meegekregen. Doordat we dezelfde nestgeur hebben loopt onze communicatie gemakkelijk en is het plezierig mijn ervaringen met jullie te delen.

Dan Mirjam, Krystyna, en Roderik. Ik hoop dat jullie van deze inaugurele rede begrijpen dat 'ledigheid' mij niet erg past. Er is altijd veel te doen. Toch zijn voor mij de contacten met jullie het belangrijkste. Met de grote interesse voor dieren, en vooral paarden, valt bij Mirjam en Krystyna de appel niet ver van de boom. Bij Roderik is het niet de belangstelling voor dieren, maar voor boeren, waardoor de appel niet ver van de boom valt. Zo komen onze 'roots' terug in gemeenschappelijke interesses. Voor al jullie sympathie, belangstelling en zorg heel hartelijk dank.

Meneer de Rector, dames en heren,

Ik dank u voor uw aandacht.

## Referenties

Aarnink, A.J.A., 1997 - Ammonia emission from houses for growing pigs as effected by pen design, indoor climate and behaviour. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen, 175 pp.

Blokhuis, H.J. & J.H.M. Metz, 1992 - Integration of animal welfare into housing systems for laying hens. Netherlands Journal of Agricultural Science 40, 327-337.

Bracke, M.B.M., B.M. Spruijt & J.H.M. Metz, 1999 - Overall animal welfare reviewed. Part 3: Welfare assessment based on needs and supported by expert opinion. Netherlands Journal of Agricultural Science 47, 307-322.

Bruchem van J., M.W.A. Verstegen & S. Tamminga, 2000 - From nutrient fluxes in animals to nutrient dynamics and health in animal production systems. In: Livestock Farming Systems, EAAP Publication No. 97, p. 28-48.

Christiansen, S.B. & P. Sandf e, 2000 - Bioethics: limits to the interference with life. Animal Reproduction Science, 60-61, 15-29.

Denktank Varkenshouderij, 1998 - Mythen en sagen rond de varkenshouderij. Rapport Wageningen Universiteit en Research Centrum, 45 pp.

Devir, S., 1995 - The dairy control and management system in the robotic milking farm. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen, 173 pp.

Halachmi, I., 1999 - Design methodology for the robotic milking barn. Proefschrift Wageningen Universiteit, 140 pp.

Innovatienetwerk, 2000 - Agroparken: perspectieven en dilemma's. Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, Den Haag, Rapportnr. 00.2.001, 98 pp.

Ipema, A.H., C.C. Ketelaar-de Lauwere, C.J.A.M. de Koning, A.C. Smits & J. Stefanowska, 1977 - Robotic milking of dairy cows. Beiträge zur 3. Internationale Tagung 'Bau, Technik und Umwelt in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung', Kiel, p. 290-297.

Jones, R.B., N.L. Carmichael & E. Rayner, 2000 - Pecking preferences and pre-dispositions in domestic chicks; implications for the development of environmental enrichment devices. Applied Animal Behaviour Science 69, 291-312.

Jongebreur, A.A. & J.H.M. Metz, 1997 - Knowledge based systems in livestock production; the 'Green Line' in the design of animal husbandry systems. Arbeitspapier 270, KTBL, Darmstadt, p. 168-173.

Keijzers, G.H.J., 2000 - Duurzaam ondernemen als norm voor de 21ste eeuw. Voordracht 1e Nationaal Sustainability Congres, Zeist, 10 mei 2000. CKC-verslag, p. 9-12.

Ketelaar-de Lauwere, C.C., H.J. Blokhuis, J.C. Dagevos, A.H. Ipema & J.A. Stegeman, 2000 a - Veranderingen in mens-dier relaties en hun impact op de veehouderij van 2040. Rapport van het LNV-programma 'Nieuwe veehoudersystemen'. Uitgave DLO/IMAG, Wageningen, 52 pp.

Ketelaar-de Lauwere, C.C., J. Luttik, K.H. de Greef, P.W.G. Groot Koerkamp, J.W.A. Langeveld & G.B.C. Backus, 2000 b - Kentering en toekomst in de veehouderij. Rapport van het LNV-programma 'Nieuwe veehouderijsystemen' Uitgave Wageningen UR/DLO, 24 pp.

Ketelaar - de Lauwere, C.C., M.M.W.B. Hendriks, J. Zondag, A.H. Ipema, J.H.M. Metz & J.P.T.M. Noordhuizen, 2000 c - Influence of routing treatments on cows' visit to an automatic milking system, their time budget and other behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica*, p. 174-183.

Metz, J.H.M., 1999 - Zukunftsperspektiven für eine tiergerechte und umweltschonende Tierhaltung. *Züchtungskunde* 71, p. 89-98.

Millar, K., 2000 - The role of bioethical analysis in assessing automatic milking systems (AMS): examples of animal issues. In 'Robotic Milking', H. Hogeveen en A. Meijering, editors. Wageningen Pers, Wageningen, p. 248-258.

Monteny, G.J., 2000 - Modelling of ammonia emission from dairy cow houses. Proefschrift Wageningen Universiteit, 156 pp.

Morita, S., S. Devir, C.C. Ketelaar-de Lauwere, A.C. Smits, H. Hogeveen & J.H.M. Metz, 1996 - Effects of concentrate intake on subsequent roughage intake and eating behaviour of cows in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 79, 1572-1580.

NMP, 1999 - Duurzaamheid en kwaliteit van leven. Nationaal Milieubeleidsplan 4.

Ogink, N.W.M., 2000 - Hercules-stal, een schone productiewijze voor varkens en meststoffen. Symposium 'De varkensstal van de Toekomst', 8 juni 2000. Tekstbundel, uitgave IMAG, Wageningen, p. 22-23.

Robinson, P. (ed), 2000 - Eursafe 2000, 2nd Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics. Preprints. Centre for Bioethics and Risk Assessment, Copenhagen, 288 pp.

Schouten W.G.P., 1986 - Rearing conditions and behaviour of pigs. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen, 151 pp.

Stichting DUVO, 1999 - Duurzaamheid in de voedingsmiddelenketen. Rapport, uitgave Unilever, Rotterdam, 63 pp.

Swierstra, D., C.R. Braam & M.C.J. Smits, 2000 - Grooved floor system for cattle housing: ammonia emission reduction and good slip resistance. Applied Engineering in Agriculture. In press.

Wijffels, H.H.F., 2000 - Veranderde maatschappij, veranderde universiteit. Rede bij de opening van het academisch jaar, 1 september 2000. Wageningen Universiteit, 14 pp.

Ybema, G., 2000 - De weg naar een duurzame toekomst. Voordracht 1e Nationaal Sustainability Congres, Zeist, 10 mei 2000. CKC-verslag, p. 5-8.