

Vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten
voor Nederlandse varkensbedrijven

*tradition and protection programmes against
infectious diseases for Dutch pig farms*



Programmagroep “Integrale Structuur voor Vrijwaring
van infectieziekten bij varkens (ISV-varken)”

Editors: dr.ir. J.W.G.M. Swinkels, drs. P.C. Vesseur

Proefverslag P 1.128
maart 1995
ISSN 0922-8586

VOORWOORD

De diergezondheidszorg in de Nederlandse landbouw is sterk in beweging. Dit was voor de Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij aanleiding tot het ondersteunen van het eerste deel van het geïntegreerde onderzoeksprogramma "Integrale Structuur voor Vrijwaring van infectieziekten bij varkens (ISV-varken). In het onderzoeksprogramma "ISV-varken" wordt een nieuwe strategie voorgesteld die naast de reeds toegepaste beheersingsstrategie kan worden toegepast bij de verdere verbetering van de diergezondheid op varkensbedrijven.

Het voor u liggende rapport is opgesteld door een programmagroep met vertegenwoordigers uit de verschillende geledingen van de onderzoekswereld:

voorzitter:

dr.ir. L.A. den Hartog PV

secretaris:

drs. P.C. Vesseur PV

leden:

prof.dr.ir. A.A. Dijkhuizen LUW-ABE

dr.ir. R.B.M. Huirne LUW-ABE

dr. W.A. Hunneman SGD

dr.ir. B. Kemp LUW-VH

prof.dr. J.P.T.M. Noordhuizen LUW-VH

dr.ir. J.W.G.M. Swinkels PV

prof.dr.ir. M.J.M. Tielen SGD

prof.dr. J.H.M. Verheijden FD

drs. F.G. van Zijderveld ID-DL0

Het rapport vormt de basis voor een geïntegreerd onderzoeksprogramma met als doel het ontwikkelen van vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten voor Nederlandse varkensbedrijven.

Het onderzoeksprogramma "ISV-varken" wordt gekenmerkt door intensieve samenwerking zowel binnen als tussen de instellingen voor fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek. Wij hopen hiermee een lans te hebben gebroken voor een verdergaande samenwerking tussen partijen in de varkenssector en andere sectoren van de landbouw.

L.A. den Hartog

Directeur Praktijkonderzoek Varkenshouderij

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	8
2	VRIJWAREN VAN INFECTIEZIEKTEN BIJ VARKENS	10
2.1	Beheersen van infectieziekten	10
2.2	Vrijwaren van infectieziekten	11
2'2.1	Methoden voor het vrijmaken van bedrijven	11
2'2.2	Methoden voor het vrijhouden van bedrijven	13
2.3	Bestaande vrijwaringsprogramma's	14
2.4	Perspectief voor vrijwaringsprogramma's	15
3	ZIEKTEVERWEKKERS IN DE BAN	16
4	KENNIS OVER ZIEKTEVERWEKKERS, INFECTIEZIEKTEN EN VRIJWARINGSPROGRAMMA'S	18
4.1	Diagnostiek	19
4.2	Epidemiologische risicomodellering en transmissie	21
4.2.1	Epidemiologische analyse	22
4.2.2	Epidemiologie en vrijwaringsprogramma's	22
4.3	Economie	23
4.3.1	Economisch analyseschema	24
4.3.2	Economie van vrijwaringsprogramma's	25
5	DISCUSSIE	27
5.1	Prioritering van verwekkers van infectieziekten	27
5.2	Conclusies	29
5.3	Onderzoeksprogramma "ISV-varken"	29
	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	31
	BIJLAGE	33
	Onderzoeksprogramma "ISV-varken"	
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	34

SAMENVATTING

In de diergezondheidszorg op varkensbedrijven worden maatregelen genomen tegen niet-infectieziekten en infectieziekten. Ter voorkóming van aandoeningen veroorzaakt door zowel niet-infectie- als infectieziekten wordt de beheersingsstrategie toegepast. In het kader van deze strategie worden op bedrijven maatregelen doorgevoerd voor het bewaken van de balans tussen dierlijke weerstand (bijvoorbeeld voeding en vaccinaties) en omgeving (bijvoorbeeld hygiëne en klimaat). Naast de beheersingsstrategie kan tegen de infectieziekten een vrijwaringsstrategie worden toegepast. In deze strategie willen bedrijven de varkensstapel vrijhouden van ziekteverwekkers (bijvoorbeeld veewetziekten) of vrijmaken en vervolgens vrijhouden van de op het bedrijf aanwezige verwekkers van infectieziekten (bijvoorbeeld Aujeszky-virus). In tegenstelling tot de beheersingsstrategie wordt in Nederland de vrijwaringsstrategie slechts tegen een beperkt aantal verwekkers van infectieziekten toegepast.

Het NRLO-taakgroeprapport (1995) was een eerste stap in het stimuleren van de toepassing van de vrijwaringsstrategie tegen infectieziekten op varkensbedrijven. In navolging hiervan is het geïntegreerde onderzoeksprogramma “Integrale Structuur voor Vrijwaring van infectieziekten bij varkens (ISV-varken)” opgesteld. In het onderzoeksprogramma “ISV-varken” zal fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek worden uitgevoerd naar pathogenetische en pathofysiologische, epidemiologische en economische aspecten van ziekteverwekkers en infectieziekten. Vanuit de resultaten zal diagnostiek voor het aantonen van ziekteverwekkers worden ontwikkeld, de risico's van insleep van ziekteverwekkers op bedrijven en transmissie (verspreiding) van ziekteverwekkers tussen en binnen bedrijven worden gekwantificeerd en de kosten van infectie-uitbraken op bedrijfs- en sectorniveau worden bepaald. De aldus verkregen informatie zal worden gebruikt in haalbaarheidsstudies naar vrijwaringsprogramma's tegen één of meerde-

re ziekteverwekkers. In deze studies zullen de vrijwaringsprogramma's ondermeer economisch geëvalueerd worden voor verschillende bedrijfssituaties. Daarnaast zal worden nagegaan binnen welke structuren (bijvoorbeeld ketens of clusters) vrijwaringsprogramma's in de Nederlandse varkenshouderij kunnen worden doorgevoerd. De ontwikkelde vrijwaringsprogramma's moeten varkenshouders in staat stellen de ziekte-vrij-status op hun bedrijven te verhogen binnen een door de sector gewenste structuur van de Nederlandse varkenshouderij. Op bedrijven met een ziekte-vrij-status komen geen varkens voor die óf geïnfectede óf drager zijn van één of meerdere in het vrijwaringsprogramma gedefinieerde verwekker(s) van infectieziekte(n).

In dit rapport, wat het eerste deel van het onderzoeksprogramma “ISV-Varken” beschrijft, is nagegaan welke verwekkers van infectieziekten als eerste in aanmerking komen voor vrijwaringsprogramma's in de Nederlandse varkenshouderij. Hiervoor zijn ziekteverwekkers geselecteerd die volgens de programmagroep “ISV-varken” in hoge mate (prevalentie) voorkomen in de Nederlandse varkenshouderij en die van groot belang zijn voor volksgezondheid, bedrijfs-economie en export. Naast deze inschatting heeft de programmagroep “ISV-varken” de beschikbare kennis over elk van de geselecteerde ziekteverwekkers of de door de verwekker veroorzaakte infectieziekte op de onderzoeksvelden pathogenese/pathofysiologie (diagnostiek), epidemiologie en economie in kaart gebracht.

Het blijkt dat tot op heden het onderzoek voornamelijk is geconcentreerd op de verwekkers van veewetziekten en het Aujeszky-virus. Deze ziekteverwekkers vormen namelijk een acute bedreiging voor de Nederlandse exportpositie. In de afgelopen jaren heeft het onderzoek vrijwaringsprogramma's tegen verwekkers van veewetziekten en de Ziekte van Aujeszky opgeleverd, die in de praktijk worden toegepast. Na de verwekkers van veewetziekten en het Aujeszky-virus bleken *Salmonella* spp. en DNT+ P.

multocida de op een na grootste bedreiging te vormen voor de Nederlandse varkenshouderij. Daarna volgden drie andere ziekteverwekkers die in gelijke mate bedreigend en/of schadelijk zijn voor de Nederlandse varkenshouderij.

In het ISV-onderzoeksprogramma zullen *Salmonella* spp. en DNT+ *P. multocida* de hoogste prioriteit krijgen gevolgd door de ziekteverwekkers *A. pleuropneumoniae*, Lelystad-virus en *S. suis* (tabel 1).

Van het merendeel van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers en de bijbehorende infectieziekten is de beschikbare kennis beperkt. In verhouding is veel onderzoek verricht naar de ziekteverwekker DNT+ *P. multocida* en de door deze verwekker veroorzaakte ziekte Atrofische Rhinites (AR). Voor (sub)fokbedrijven bestaat er zelfs al een vrijwaringsprogramma tegen AR. In het onderzoeksprogramma "ISV-varken" zal fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek naar de ziekteverwekkers *Salmonella* spp., *A. pleuropneumoniae*, Lelystad-virus en *S. suis* en de door deze verwekkers veroorzaakte infectieziekten worden uitgevoerd. Daarnaast zullen in het onderzoeksprogramma haalbaarheidsstudies worden gestart. In deze haalbaarheidsstudies zal worden nagegaan of de ziekteverwekker DNT+ *P. multocida* tezamen met andere ziekteverwekkers kan worden gegroepeerd in één of meerdere vrijwaringsprogramma's. Het groeperen zal zoda-

nig worden uitgevoerd dat bij het toepassen van een vrijmakingsprocedure tegen DNT+ *P. multocida*, de overige ziekteverwekkers in de groep ook verwijderd kunnen worden. Ook bij het vrijhouden van het bedrijf zullen de hygiënische maatregelen tegen insleep van DNT+ *P. multocida* tevens de insleep van de overige ziekteverwekkers in de groep moeten voorkomen. De in de haalbaarheidsstudies opgestelde vrijwaringsprogramma's zullen middels toegepast onderzoek op proefbedrijven worden getoetst. De technische resultaten en het diergeneesmiddelengebruik van vrijgemaakte en niet-vrijgemaakte koppels vleesvarkens zullen worden vergeleken onder praktijkomstandigheden. De resultaten zullen opgenomen worden in de economische analyse van de vrijwaringsprogramma's. In deze economische analyse zullen ook organisatorische en beleidsmatige aspecten van het in de praktijk realiseren van de opgestelde vrijwaringsprogramma's worden meegenomen.

In het onderzoeksprogramma "ISV-varken" wordt kennis over ziekteverwekkers en infectieziekten gegenereerd, geïntegreerd en vervolgens vertaald naar voor de praktijk bruikbare vrijwaringsprogramma's. Hiermee wordt een nieuwe impuls gegeven aan de diergezondheidszorg op varkensbedrijven én het imago van de Nederlandse varkenssector.

Tabel 1: Prioritering van ziekteverwekkers van infectieziekten in het onderzoek naar ziekteverwekkers en infectieziekten binnen het programma "ISV-varken"

Ziekteverwekkers	Prioriteit
DNT+ <i>P. multocida</i>	1
<i>Salmonella</i> spp.	1
<i>A. pleuropneumoniae</i>	2
Lelystad-virus	2
<i>S. suis</i>	2

SUMMARY

In animal health care on pig farms, control measures are taken to prevent disease problems due to non-infectious or infectious diseases. These control measures are directed toward maintaining a balance between animal resistance (for instance feeding and vaccinations) and the environment of the animal (for instance hygiene and climate). In addition to the control strategy, an eradication and protection strategy can be used against infectious diseases. Using this strategy, farmers try either to maintain the current disease-free status of the on farm pig population or to improve the disease-free status by eradicating agents of infectious diseases. On farms with a defined disease-free status, none of the pigs are infected with, or are carrier of infectious agents. In contrast to the control strategy, the eradication and protection strategy is only used against a limited number of infectious agents in The Netherlands.

A study of a task force of the Board of Dutch Agricultural Research conducted in 1994 was the first step in stimulating the usage of the eradication and protection strategy against infectious diseases on pig farms. For this purpose, an integrated research programme entitled "Integral Structure for eradication and protection (Vrijwaring) of infectious diseases (ISV-pig)" was erected. In this research programme, basic and applied research will be conducted that focuses on pathogenetic and pathophysiological, epidemiological and economic

aspects of infectious agents and diseases. From this research, new diagnostic tools will be developed, risks of contracting and transmitting infectious disease, respectively, on and between farms will be quantified, and costs of infectious outbreaks will be estimated both at farm and at national level. The results of this research will be used to conduct feasibility studies of eradication and protection programmes against infectious agents. In these studies, the developed eradication and protection programmes will be economically evaluated for different farm situations. Moreover, it will be examined whether eradication and protection programmes should be applied within structures (for instance integrated chains or clusters of farms) that function within the Dutch pig industry. The developed eradication and protection programmes should enable pig farmers to improve the disease-free status of their farms within structures provided by the Dutch pig industry.

In this study it was determined which of the infectious agents should be given the highest priority within the research programme "ISV-pig". The criteria used by the members of the research programme group "ISV-pig" were 1) prevalence of infectious agent in the Dutch pig industry, and 2) importance of infectious agent for public health, farm management and export. Furthermore, the research programme group "ISV-pig" has made an inventory of the existing knowledge regarding pathogenetic and pathophysiological, epidemiological and economic

Tabel 1: Listing of infectious agents that are given a high priority for research conducted after infectious agents and diseases in the research programme "ISV-pig"

Infectious agents	Priority
DNT+ P. multocida	1
Salmonella spp.	1
A. pleuropneumoniae	2
Lelystad-virus	2
S. suis	2

aspects of the selected infectious agents. In this study it was found that up to now research has focused on the agents of the EU-banned diseases and the Aujeszky virus. The main reason is that outbreaks of these diseases cause severe harm to the Dutch export position. As a result of the research, eradication and protection programmes against the agents of the EU-banned diseases and the Aujeszky virus have been implemented in practice. Following the aforementioned infectious agents, *Salmonella* spp. and DNT⁺ *P. multocida* were considered to expose the biggest threat to the Dutch pig industry. Next, three different infectious agents were considered equal important for the Dutch pig industry. In the research programme "ISV-pig", *Salmonella* spp. and DNT⁺ *P. multocida* will be given the highest priority followed by the infectious agents *A. pleuropneumoniae*, Lelystad-virus, and *S. suis* (Table 1).

For most of the infectious agents listed in Table 1, the existing knowledge is limited. However, a substantial amount of research has been conducted focusing on DNT⁺ *P. multocida* and the disease it causes, Atrophic Rhinitis (AR). In the past, eradication and protection programmes against AR were developed for multiplying farms. In the research programme "ISV-pig", basic

and applied research will be initiated that focuses on *Salmonella* spp., *A. pleuropneumoniae*, Lelystad-virus and *S. suis*. At the same time, feasibility studies will be conducted. In these studies, the feasibility of eradication and protection programmes against DNT⁺ *P. multocida* together with one or more other infectious agents will be developed and evaluated. The grouping of infectious agents will be based on the procedures used to eradicate the infectious agents and the routes of contracting and transmission of infectious agents, respectively, on and between pig farms. The developed eradication and protection programmes will be evaluated in applied research conducted at experiment farms. The data (performance and medicine usage) of these studies will be used in the economic analyses of eradication and protection programmes. Moreover, organizational and governmental aspects will be considered.

In the research programme "ISV-pig", basic and applied knowledge on infectious agents is generated, integrated and thereafter translated into eradication and protection programmes that can be applied in practice. The development of eradication and protection programmes will give a new surge to the animal health care on Dutch pig farms and will contribute to the positive image of the Dutch pig industry.

1 INLEIDING

In 1993 presenteerde de projectgroep "Diergezondheid in beweging" een toekomstverkenning van de diergezondheidszorg in Nederland. In het rapport wordt de ondernemer van de toekomst een centrale positie toebedeeld bij het verbeteren van de diergezondheid. De overheid zal zich in de toekomst moeten beperken tot selectieve ondersteuning van de dierlijke sector bij het streven naar het behoud van een internationaal toonaangevende en gezonde dierlijke productie. Alleen bij algemeen maatschappelijk belang, zoals het belang van de volksgezondheid en het dierlijk welzijn, zal de overheid met daadkracht moeten optreden (Julicher et al., 1993).

In 1994 zijn twee inventariserende studies verricht op het gebied van diergezondheid in de intensieve veehouderij (Rougoor et al., 1994; Noordhuizen et al., 1994). In de studie van Rougoor et al. (1994) werd de hoeveelheid epidemiologische en economische kennis op het gebied van diergezondheid en diergeneesmiddelengebruik in kaart gebracht voor de varkens- en pluimveehouderij. De studie van Noordhuizen et al. (1994) beperkte zich tot een inventarisatie van de oorzaken van de variatie in diergeneesmiddelengebruik bij vleesvarkens. Uit de resultaten van beide studies kan geconcludeerd worden dat de beschikbare kennis over diergezondheid en het gebruik van diergeneesmiddelen onvoldoende en versnipperd is. Aan de kritiek op het gebrek aan samenhang kan tegemoet worden gekomen door het toekomstig onderzoek te structureren in programma's waarin de verschillende onderzoeksvelden samenwerken.

De behoefte aan zo'n geïntegreerd onderzoeksprogramma op het gebied van diergezondheid is ook al uitgesproken in het rapport van de NRLO-Taakgroep "Vrijwaring van specifieke ziektekiemen in de varkenshouderij" (1995). In het rapport wordt ingegaan op de toekomstige ontwikkeling van de Nederlandse varkenshouderij. Zo wordt verwacht dat de bedrijfsgrootte en het gebruik van hoogwaardige technologie zul-

len blijven toenemen. Daarnaast zullen bedrijven meer en meer in ketenstructuren gaan opereren. Deze toekomstontwikkelingen bieden volgens de NRLO-taakgroep veel perspectief voor het op grotere schaal toepassen van vrijwaringsprogramma's tegen verwekkers van infectieziekten in de Nederlandse varkenshouderij. In de praktijk zullen vrijwaringsprogramma's moeten resulteren in ziekte-vrij-statussen. Op een bedrijf met een gegarandeerde ziekte-vrij-status komen geen varkens voor die of geïnfecteerd of drager zijn van de bij de status gedefinieerde ziekteverwekker(s).

Parallel aan het rapport van de NRLO-taakgroep is een masterplan voor het ontwikkelen van vrijwaringsprogramma's getiteld "Integrale Structuur voor Vrijwaring van ziekten bij varkens opgesteld (Kemp en Swinkels, 1994). In het masterplan wordt in grote lijnen een onderzoeksprogramma beschreven waaraan de door overheid en bedrijfsleven gesteunde onderzoeksinstellingen bereid zijn deel te nemen. In het onderzoeksprogramma ISV-varken wordt invulling gegeven aan de door de NRLO-taakgroep (1995) en de door Kemp en Swinkels (1994) voorgestelde onderzoekslijn.

Opbouw van dit rapport

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de twee strategieën die een varkenshouder kan toepassen voor het verbeteren van de gezondheidszorg op het bedrijf: de beheersings- en vrijwaringsstrategie. Hierbij staat voorop dat beide strategieën ingezet moeten worden voor een optimale gezondheidszorg op het varkensbedrijf. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 aangegeven welke in de Nederlandse varkenshouderij voorkomende ziekteverwekkers in aanmerking komen voor een vrijwaringsprogramma. Vanzelfsprekend is aangenomen dat Nederland vrij is en vrij blijft van de verwekkers van veewetziekten en op termijn vrij wordt van het Aujeszky-virus. In hoofdstuk 4 wordt de

structuur van het onderzoeksprogramma “ISV-varken” toegelicht. Vervolgens wordt ingegaan op de beschikbare kennis die tot nu toe is geleverd door onderzoek naar de in hoofdstuk 3 gekozen ziekteverwekkers. Hierbij wordt tegelijkertijd inzichtelijk gemaakt op welke onderdelen van het

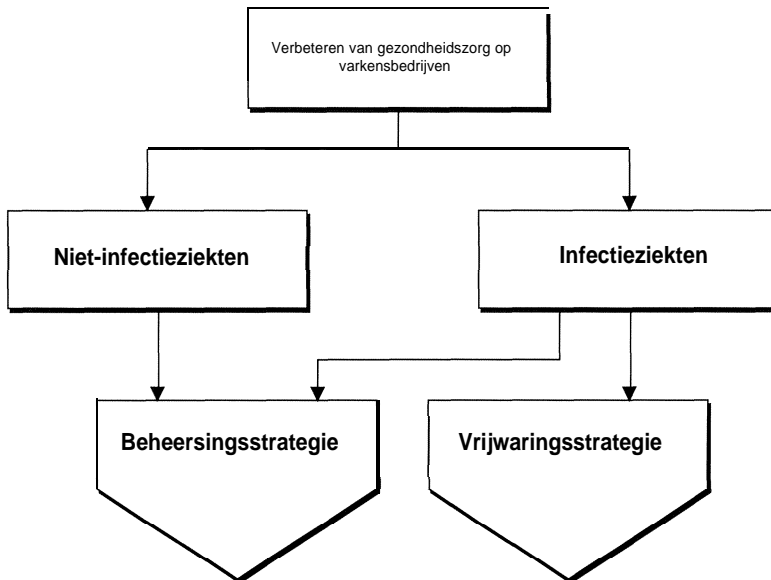
onderzoeksprogramma lacunes in kennis gevuld moeten worden. In hoofdstuk 5 tenslotte wordt aangegeven welke van de in hoofdstuk 3 gekozen ziekteverwekkers een hoge prioriteit krijgen in het onderzoeksprogramma “ISV-varken”.

2 VRIJWAREN VAN INFECTIEZIEKTEN BIJ VARKENS

Bij dierziekten is een onderscheid te maken tussen niet-infectie- en infectieziekten (figuur 1). Niet-infectieziekten op Nederlandse varkenshouderijen kunnen worden voorkomen door het toepassen van de beheersingsstrategie. In een beheersingsstrategie worden maatregelen genomen voor het bewaken van de balans tussen de weerstand en de omgeving van het dier (figuur 1). Naast de niet-infectieziekten kan een beheersingsstrategie ook worden toegepast op het voorkomen van infectieziekten. Een vrijwaringsstrategie richt zich alleen op de groep infectieziekten. Onder het vrijwaren van bedrijven wordt verstaan het vrijmaken en vervolgens vrijhouden van één of meerdere verwekkers van infectieziekten (figuur 1). In het geval dat een specifieke groep ziekteverwekkers op het bedrijf afwezig is, moeten bij het toepassen van een vrijwaringsstrategie alleen maatregelen genomen worden die gericht zijn op het vrijhouden van het bedrijf.

2.1 Beheersen van infectieziekten

In Nederland maken de meeste bedrijven gebruik van de beheersingsstrategie voor het voorkomen van uitbraken van infectieziekten op varkensbedrijven. Dit betekent dat varkenshouders de aanwezigheid van ziekteverwekkers op het bedrijf accepteren met uitzondering van de verwekkers van veewetziekten. De bedrijfsuitrusting en bedrijfsvoering zijn afgestemd op het beheersen, en daarmee op het voorkomen van schadelijke gevolgen. Dit betekent het optreden van infectieziekten, van de op het bedrijf aanwezige ziekteverwekkers. In de beheersingsstrategie besteedt de varkenshouder aandacht aan zowel de op het bedrijf aanwezige varkens als aan hun directe omgeving. De voersamenstelling, het klimaat, de hokuitvoering en het gebruik van vaccins en diergeneesmiddelen zijn allen afgestemd op de behoeften van de varkens. Gezamenlijk zorgen deze instrumenten van de beheersingsstrategie voor



Figuur 1: Een ondernemer kan de gezondheidszorg op het varkensbedrijf verbeteren met het doorvoeren van een beheersings- en vrijwaringsstrategie (Swinkels et al., 1994). De beheersingsstrategie is gericht tegen niet-infectie- en infectieziekten. Daarentegen is een vrijwaringsstrategie alleen gericht tegen infectieziekten.

een zo optimaal mogelijke weerstand tegen ziekteverwekkers. Daarnaast worden de varkens gehuisvest in stallen waarin hygiënische en preventieve maatregelen worden toegepast. Een aantal van deze beheersingsmaatregelen zijn vermeld door Swinkels et al. (1993). Deze maatregelen dragen bij tot het laag houden van het aantal potentiële ziekteverwekkers in de directe omgeving van het dier.

2.2 Vrijwaren van infectieziekten

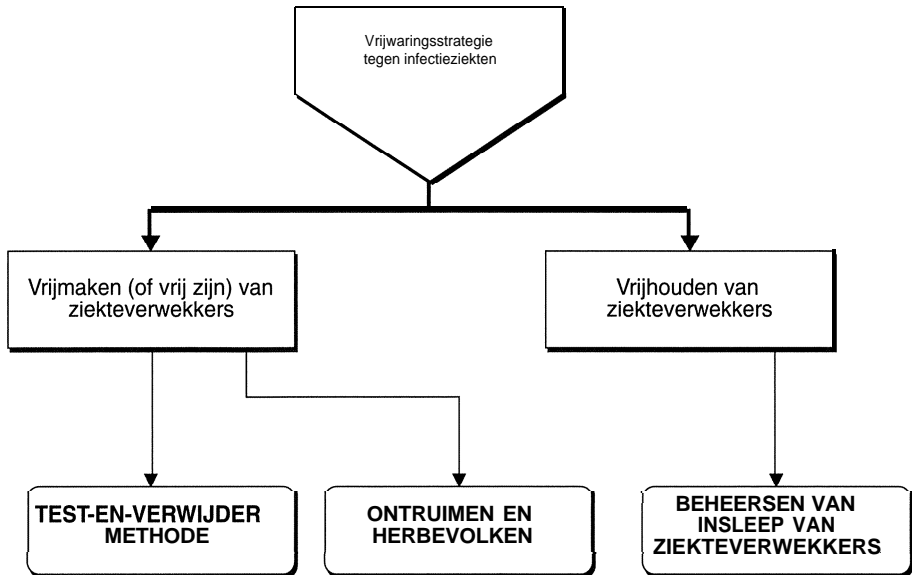
In Nederland wordt de vrijwaringsstrategie verplicht tegen de verwekkers van veewetziekten toegepast. Uitbraken van veewetziekten veroorzaken enorme schade voor het getroffen bedrijf, de omliggende bedrijven én als gevolg van exportbeperkingen de gehele sector. Een vrijwaringsstrategie kan echter ook worden toegepast tegen verwekkers van infectieziekten die vooralsnog niet onder de veewet vallen. Dit kan zowel in het kader van een landelijk vrijwaringsprogramma als op het individuele bedrijf.

2.2.1 Methoden voor het vrijmaken van bedrijven

Voor het vrijmaken van bedrijven van ziekteverwekkers kunnen twee wezenlijk verschillende methoden worden onderscheiden (figuur 2).

De eerste methode berust op het testen van individuele dieren in een populatie en het vervolgens verwijderen van de positieve dieren; de 'test-en-verwijder' methode. In deze methode kan men zowel actief als passief (natuurlijk verloop of selectie) mogelijke dragers van de ziekteverwekker verwijderen. De tweede methode voor vrijmaken omvat procedures die berusten op het ontruimen en vervolgens herbevolken van een bedrijf (figuur 2).

Het kenmerkende van de 'test-en-verwijder' methode is dat het een onderdeel is van een vrijwaringsprogramma tegen één specifieke ziekteverwekker. Voor het identificeren van mogelijke dragers, die vervolgens verwijderd worden, zijn diagnostische testen vereist met een hoge analytische specificiteit.



Figuur 2: Een vrijwaringsstrategie tegen infectieziekten bestaat enerzijds uit methoden voor het vrijmaken van niet-vrije bedrijven én anderzijds uit kennis over het beheersen van insleep van ziekteverwekkers. Bij ziektevrije bedrijven hoeft alleen de insleep van ziekteverwekkers te worden beheerst. Voor het vrijmaken van ziekteverwekkers kan gebruik worden gemaakt van de 'test-en-verwijder' methode of procedures gebaseerd op 'ontruimen-en-herbevolken' methode van het bedrijf.

teit en hoge analytische gevoeligheid (sensitiviteit). De kwaliteit van de diagnostische test is uitermate belangrijk, omdat het verwijderen van “vals” positieven en het aanhouden van “vals” negatieven extra kosten en risico's met zich meebrengt. In het geval dat de mate van voorkomen (prevalentie) van de natuurlijke ziekteverwekker op een bedrijf hoog is kan een vaccinatieschema gebruikt worden voor het verlagen van de overdracht (transmissie) van de specifieke ziekteverwekker binnen het bedrijf. De gebruikte test mag echter geen hinder ondervinden van het vaccin. Dit betekent dat in een serologische test, de antilichamen (immunoglobulinen) tegen het vaccin onderscheiden moeten kunnen worden van antilichamen tegen de natuurlijke ziekteverwekker.

Bij de tweede methode, het ‘ontruimen-en-herbevolken’, kan een ondernemer ofwel het bedrijf herbevolken met dieren afkomstig van bedrijven met de gewenste ziekte-vrij-status ofwel een ziekte-vrije schaduwpopulatie creëren uit de bestaande populatie. Voor het creëren van ziekte-vrije schaduwpopulaties zijn in de literatuur een aantal procedures beschreven (Dial et al., 1992). In al deze procedures worden ziekte-vrije schaduwpopulaties gecreëerd door het aanbrengen van een scheiding tussen ouderdieren en nakomelingen. De nakomelingen worden vervolgens op een bedrijf met de gewenste ziekte-vrij-status geplaatst. Hiermee wordt de verticale transmissie, de overdracht tussen ouder en nakomeling, doorbroken. Het onderscheid tussen deze procedures ligt bij het tijdstip rondom de geboorte waarop scheiding tussen ouder en nakomeling plaatsvindt.

Ten eerste kunnen biggen voor de geboorte gescheiden worden van de zeug met behulp van een keizersnede, hysterectomie of embryo-transplantatie. De via een keizersnede of hysterectomie geboren biggen kunnen in een steriele omgeving worden geplaatst. Bij het toepassen van embryo-transplantatie kunnen embryo's in draagzeugen met de gewenste ziekte-vrij-status worden gebracht. Voor de geboorte worden biggen normaliter niet blootgesteld aan ziekteverwekkers. Dit is eenvoudig te controleren omdat pasgeboren biggen voor de

eerste biestopname geen antilichamen hebben tegen ziekteverwekkers. De via keizersnede of hysterectomie verkregen populaties hebben een primaire SPF-status. In de praktijk wordt het van een primaire SPF-populatie afkomstig diermateriaal ook aangeduid met andere benamingen zoals secundair SPF, Minimal Disease (MD) en Super Health Status (SHS). Deze populaties hebben gemeenschappelijk dat zij gegarandeerd vrij zijn van een aantal bij de status gedefinieerde ziekteverwekkers. Afhankelijk van het gebruiksdoel van het van de primaire SPF-populatie afkomstig diermateriaal kunnen deze nakomelingen worden blootgesteld aan één of meerdere ‘gewenste’ ziekteverwekkers. Hiermee wordt voorkomen dat zich op een later tijdstip, bijvoorbeeld na verplaatsing naar een (sub)fok- of vermeerderingsbedrijf, problemen voordoen.

Het tweede tijdstip waarop biggen gescheiden kunnen worden van de zeug is vlak na de geboorte. De biggen worden als het ware bij de geboorte weggevangen (piglet snatching) en vervolgens naar een steriele omgeving of een omgeving met de gewenste ziekte-vrij-status overgebracht. Deze methode heeft enig risico omdat de big tijdens of kort na het geboorteprocés geïnfecteerd kan raken met bij de zeug aanwezige ziekteverwekkers. Vanwege het risico op infectie moet de koppel biggen bij voorkeur worden getest op de aanwezigheid van dragers van ziekteverwekkers voordat zij geplaatst worden bij andere ziekte-vrije koppels biggen.

Het derde moment waarop scheiding plaats kan vinden ligt in de eerste weken na de geboorte. Bij bepaalde ziekteverwekkers vindt horizontale transmissie, overdracht van dier naar dier of van omgeving naar dier, niet of nauwelijks plaats tijdens de zoogperiode. Hoe eerder na de geboorte de biggen van het bedrijf verwijderd worden, hoe groter de kans dat de biggen nog vrij zijn van ziekteverwekkers. Door de biggen te medicineren probeert men het aantal ziekteverwekkers sterk te reduceren en de kans op het overgaan van ziekteverwekkers van zeug naar nakomeling te verkleinen. Het gebruik van diergeneesmiddelen is echter alleen effectief bij vrijwaringsprogramma's tegen bacteriële infecties, bij-

voorbeeld DNT+ *P. multocida* en *A. pleuropneumoniae*. De in het NRLO-Taakgroep-rapport (1995) genoemde Medicated Early Weaning, Isolated Farrowing en Isowean-3-site, zijn allen procedures waarbij de biggen na de geboorte op jonge leeftijd van de zeug worden gescheiden en onmiddellijk worden verplaatst naar een bedrijf met de gewenste ziekte-vrij-status. Voor de laatst genoemde procedures geldt dat de kans van slagen in mindere mate gegarandeerd is dan bij procedures waarbij de biggen vóór of vlak na het werpen van de zeug worden gescheiden. Dit betekent dat het belang van het testen op aanwezigheid van ongewenste ziekteverwekkers toeneemt. Het voordeel van het op een later tijdstip scheiden van zeug en biggen ligt voornamelijk in de lagere kosten voor het vrijmaken van de populatie.

2.2.2 Methoden voor het vrijhouden van bedrijven

Tijdens en na het vrijmaken van bedrijven van één of meerdere infectieziekten moet de insleep van de bijbehorende ziekteverwekkers op deze bedrijven worden voorkomen. Insleep van ziekteverwekkers kan plaatsvinden via verschillende kanalen.

Een *eerste* kanaal is het op het bedrijf aangevoerde diermateriaal. De aangevoerde dieren kunnen drager zijn van pathogene bacteriën en virussen zonder zelf klinische verschijnselen te vertonen. In de Nederlandse varkenshouderij worden veelvuldig varkens verplaatst tussen bedrijven. Bij het toepassen van een vrijwaringsstrategie mogen ofwel geen dieren aangevoerd worden (gesloten systeem) ofwel alleen van gecertificeerd ziekte-vrije bedrijven.

Veewagens, transportmiddelen, personen en materialen vormen een *tweede* kanaal van verspreiding van verwekkers van infectieziekten tussen bedrijven. De Nederlandse varkenshouderij wordt gekenmerkt door een intensief contact tussen varkenshouders met leveranciers, afnemers, dierenartsen, voorlichters, stalinrichters, etc. Uit deze groep vormen de veewagens het grootste risico omdat excreta van varkens na transport achterblijven. In Nederland worden een aantal maatregelen genomen die gericht

zijn tegen insleep van ziekteverwekkers via dit kanaal. Enkele voorbeelden zijn: het toepassen van het 'schone weg - vuile weg' principe, hygiënesluis, bedrijfskleding met bijbehorende laarzen en ontsmettingsbakken, het schoonmaken en desinfecteren van veewagens tussen transporten, etc. Bij toepassing van een vrijwaringsprogramma tegen infectieziekten zullen deze maatregelen stringent moeten worden uitgevoerd. Daarnaast zal waarschijnlijk de logistiek tussen bedrijven en bedrijf en omgeving strak moeten worden georganiseerd. Dit betekent dat veewagens, transportmiddelen en personen zich ofwel moeten bewegen tussen bedrijven met eenzelfde ziekte-vrij-status ofwel van bedrijven met een hoge naar een lage ziekte-vrij-status.

Een derde kanaal van insleep van verwekkers van infectieziekten wordt gevormd door ongedierte (ratten, muizen, insecten en vogels) en huisdieren. De grootste bedreiging wordt waarschijnlijk gevormd door ratten en muizen. Deze kunnen drager zijn van een groot aantal ziekteverwekkers, zoals het Aujeszky-virus, verwekkers van veewetziekten, *Salmonella* spp., *S. hyodysenteria*, etc (Le Moine et al., 1987; Ministerie van VROM, 1991). Ook insecten en mijten worden verdacht van het verspreiden van infectieziekten, aangeduid als 'arthropod borne diseases' (Day et al., 1990; Kramer et al., 1990; Mellor et al., 1990; Sellers en Maarouf et al., 1990a en 1992b). *Salmonella* spp. kunnen via vogels met het uitscheiden van de mest verspreid worden tussen bedrijven. Daarnaast zijn vogels ook actieve verspreiders van nestfauna, zoals: mijten, teken, vlooiën en luizen (Ministerie van VROM, 1991). Tot slot kunnen ook huisdieren infectieziekten tussen bedrijven overdragen. Insleep van verwekkers van infectieziekten kan worden voorkomen door adequate bestrijdingsprogramma's tegen ongedierte bij huisdieren en het weren van huisdieren uit stallen.

Voer en drinkwater vormen het *vierde* kanaal waarlangs insleep van verwekkers van infectieziekten op bedrijven kan plaatsvinden. Met name bij de verspreiding van *Salmonella* spp. kan het voer een belangrijke rol spelen. In Nederland wordt echter verondersteld dat de microbiologische kwa-

liteit van voer en drinkwater goed is. Mengvoederfabrikanten voeren standaard een microbiologische controle uit op de grondstoffen. Daarnaast wordt het aantal ziekteverwerkers gereduceerd als gevolg van het pelleren van voeders bij 60 tot 70°C. De kwaliteit van het drinkwater wordt bewaakt door het uitvoeren van bacteriologische controles op drinkwaterbedrijven. Naar verwachting hoeven in een vrijwaringsstrategie geen extra maatregelen genomen te worden tegen verspreiding van verwekkers van infectieziekten via voer en drinkwater.

Het vijfde kanaal van insleep van verwekkers van infectieziekten wordt gevormd door de lucht. Bacteriën en virussen kunnen zich gehecht aan fysische dragers zoals stofdeeltjes, vochtdruppeltjes, huidschilfers, mestdeeltjes, etc. via de lucht verplaatsen. Of ziekteverwekkers zich via de lucht kunnen verplaatsen, en de mogelijke afstand die ziekteverwekkers kunnen afleggen is afhankelijk van de fysische drager en de weersomstandigheden. Verplaatsing van ziekteverwekkers via de lucht kan rechtstreeks plaatsvinden tussen bedrijven of indirect via een externe bron (bijvoorbeeld veewagens, transportmiddelen of personen). In het rapport van de projectgroep 'Beheersen aerogene infectieroute' (1994) is een groep deskundigen gevraagd de kans op aerogene verspreiding tussen bedrijven in te schatten voor een aantal verwekkers van infectieziekten. Alle deskundigen waren van mening dat het Aujeszky-virus, Lelystad-virus, Mond- en Klauwzeer-virus, Influenza-virus, DNT+ P. multocida, M. hyopneumoniae en A. pleuropneumoniae aerogeen verspreid kunnen worden.

Uit het voorgaande blijkt dat bij toepassing van een vrijwaringsstrategie verschillende kanalen van insleep van ziekteverwekkers beheerst moeten worden. Afhankelijk van de ziekte-vrij-status en de bedrijfssituatie zal het beheersen van insleep van ziekteverwekker(s) aanpassingen in de bedrijfsvoering en (of) bedrijfsuitrusting vragen op het varkensbedrijf. Deze aanpassingen zullen specifiek gericht zijn op het vrijhouden van een bedrijf van de bij een ziekte-vrij-status gedefinieerde ziekteverwekkers. Een bijkomend voordeel is dat de bedrijfsaanpassin-

gen ook bijdragen tot het verminderen van de insleep van ziekteverwekkers waartegen het bedrijf een beheersingsstrategie toepast.

2.3 Bestaande vrijwaringsprogramma's

Naast de Europese vrijwaringsprogramma's tegen veewetziekten wordt de vrijwaringsstrategie op een aantal Nederlandse varkensbedrijven toegepast tegen de verwekkers van Atrofische Rhinitis (AR) en de Ziekte van Aujeszky.

De vrijwaringsstrategie tegen de verwekker van AR, DNT⁺ P. multocida, is enkele jaren geleden gestart op (sub)fokbedrijven. Een groot aantal (sub)fokbedrijven waren reeds vrij van DNT⁺ P. multocida en hoefden alleen maatregelen te nemen gericht op het vrijhouden van het bedrijf. In het geval de verwekker van AR aangetroffen werd, kon het bedrijf vrijgemaakt worden door ontruiming en herbevolking met dieren afkomstig van bedrijven met een AR-vrije status of uit een gecreëerde AR-vrije schaduwpopulatie. De AR-vrije schaduwpopulatie is afkomstig van de geïnfecteerde zeugenpopulatie, waarvan via keizersnede verkregen biggen bij pleegzeugen op een bedrijf met een AR-vrije status zijn gelegd. Op deze manier kan het (sub)fokbedrijf na ontruimen worden herbevolkt met hetzelfde genetisch diermateriaal.

Voor een vrijwaringsprogramma tegen het Aujeszky-virus wordt in de praktijk gebruik gemaakt van een combinatie van vaccinatie en de 'test-en-verwijder'-methode. Op varkensbedrijven worden de zeugen driemaal per jaar voor de voet weg en de vleesvarkens één of twee maal per ronde gevaccineerd met het gE-negatief vaccin. Dit stringent vaccinatieschema is noodzakelijk voor het beheersen van het Aujeszky-virus dat schadelijke gevolgen heeft voor alle diercategorien. Door de zeugen een derde, en vleesvarkens een tweede maal te vaccineren wordt bovendien de vermenigvuldiging, uitscheiding en transmissie van het Aujeszky-virus tegengegaan. De aan een vrijwaringsprogramma deelnemende zeugenbedrijven controleren meestal na het werpen of de individuele zeug antilichamen draagt tegen het Aujeszky-virus door het nemen van een bloed- of biestmonster. In het geval

dat de uitslag van de test gE-positief is, dat wil zeggen de zeug is geïnfecteerd met het veldvirus, wordt de zeug geruimd en daarmee als mogelijke drager van het Aujeszky-virus van het bedrijf verwijderd. Nadat een bedrijf vrijgemaakt is van het Aujeszky-virus en gedurende een periode vrij blijft wordt het gecertificeerd. In principe zou bij certificering gestopt kunnen worden met het vaccinatieprogramma. Bij het Aujeszky-virus brengt het stoppen met vaccineren risico's met zich mee, omdat het Aujeszky-virus vanuit omliggende bedrijven gemakkelijk via de lucht het bedrijf kan binnendringen. Dit zou een enorme virusvermeerdering met de bijkomende schadelijke gevolgen veroorzaken op het Aujeszky-vrije bedrijf. Insleep van het Aujeszky-virus via andere kanalen wordt op deze bedrijven voorkomen door het stringent uitvoeren van de daarvoor op het bedrijf doorgevoerde maatregelen.

2.4 Perspectief voor vrijwaringsprogramma's

Vrijwaringsprogramma's gebaseerd op 'ont-ruimen-en-herbevolken' bieden veel mogelijkheden voor ondernemers die het bedrijf in één keer van meerdere ziekteverwekkers willen vrijmaken. Hiervoor zal de ondernemer echter moeten kunnen kiezen uit een aantal programma's met verschillende ziekte-vrij-statussen. De uiteindelijke keuze zal ondermeer afhangen van de ligging van het bedrijf, de bedrijfsstructuur, de ruimte voor het doen van investeringen en de doelstellingen van de ondernemer. Het voordeel voor de ondernemer ligt in het verkrijgen van een erkende ziekte-vrij-status en het verbeteren van technische resultaten van zeugen en vleesvarkens. Praktijkgegevens van Deense bedrijven en van Dalland subfokbe-

drijven met een hoge ziekte-vrij-status geven een verbetering in technische resultaten van 10 tot 15%, en een verlaging in veterinaire kosten tot 30% in vergelijking met conventionele bedrijven (Mandrup en Madsen, 1980; De Vrey, 1990; Kuiper en Martens, 1994). Daarnaast is het voor de bedrijven met een hoge ziekte-vrij-status wellicht mogelijk een hogere opbrengstprijis af te dwingen wanneer zij besluiten in strak georganiseerd ketenverband de vleesproducten, levende vleesvarkens of biggen met gezondheids garanties af te zetten. Betere technische resultaten, lagere veterinaire kosten en een hogere opbrengstprijis zullen afgewogen moeten worden tegen de kosten voor het 'ont-ruimen-en-herbevolken' en vervolgens vrijhouden van een varkensstapel met een hoge ziekte-vrij-status. Daarnaast zullen de risico's voor insleep van de uitgebannen ziekteverwekkers, en daaruit voortvloeiend verlies van de ziekte-vrij-status moeten worden meegewogen in de besluitvorming.

Voor een vrijwaringsprogramma tegen één specifieke ziekteverwekker is het in theorie mogelijk procedures die berusten op 'ont-ruimen-en-herbevolken' toe te passen. In de praktijk heeft deze toepassing echter als groot nadeel dat de kosten voor het vrijmaken van één specifieke ziekteverwekker, in verhouding tot het bedrijfseconomisch voordeel onevenredig hoog zullen zijn. Dit geldt met name voor vermeerderings- en vleesvarkensbedrijven. Derhalve zal de 'test-en-verwijder' methode meer geschikt zijn voor (landelijke) vrijwaringsprogramma's tegen één specifieke ziekteverwekker. Deze methode heeft als voordeel dat het ook ingezet kan worden op bedrijven die geen hoge ziekte-vrij-status willen of kunnen nastreven

3 ZIEKTEVERWEKKERS IN DE BAN

In de Nederlandse varkenshouderij komen een aantal verwekkers van infectieziekten met een hoge prevalentie voor. Een aantal van deze ziekteverwekkers zorgt daarnaast met regelmaat voor ziekteproblemen op bedrijven, omdat zij niet op eenvoudige wijze te beheersen is. Het gevolg is dat varkensbedrijven te frequent zowel preventief als curatief gebruik moeten maken van diergeneesmiddelen. Uitgaande van de criteria: 1) prevalentie in de Nederlandse varkenshouderij en 2) belang voor: de volksgezondheid, bedrijfseconomie of export, is een

selectie gemaakt uit ziekteverwekkers van bekende infectieziekten bij varkens (tabel 1).

Alle in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers komen in principe in aanmerking voor uitbanning met behulp van een vrijwaringsprogramma. Derhalve is voor elk van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers een verwachting uitgesproken ten aanzien van de bedreiging voor de volksgezondheid, de economische schade voor het bedrijf en de bedreiging voor de export ofwel de economische schade voor de sector. De uitge-

Tabel 1: Verwachting van de mate van belang van verwekkers van infectieziekten bij varkens voor de volksgezondheid, bedrijfseconomie en export¹.

Ziekteverwekker	Volksgezondheid ²	Bedrijfseconomie ²	Export ²
Bacteriën			
A. pleuropneumoniae	-	++	-
C. jejuni ³	+	-	-
E. coli	-	++	-
M. hyopneumoniae	-	+	-
DNT+ P. multocida	-	++	+
Salmonella spp.	++	-	+
S. hyodysenteriae	-	+	-
S. suis	+	+	-
Ectoparasieten			
Sarcoptes suis	-	+	-
Virussen			
Aujeszky-virus	-	+	++
Influenza-virus	+	+	-
Lelystad-virus	-	+	+
Parvo-virus	-	+	-
Virale diarree (TGE-/PED-/rotavirus)	-	+	-
Veewetziekten	wisselend ⁴	++	++

¹ De ziekteverwekkers zijn geselecteerd door de programmagroep "ISV-varken" op basis van de criteria 1) prevalentie in de Nederlandse varkenshouderij (met uitzondering van de verwekkers van veewetziekten) en 2) belang voor de volksgezondheid, bedrijfseconomie of export.

² Verklaring van symbolen: "-" = geen bedreiging of niet schadelijk, "+" = bedreiging of schadelijk en "++" = grote bedreiging of zeer schadelijk.

³ Niet te verwarren met Campylobacter Like Organisms = ileal symbiont intracellularis (de verwekker van het Porcine Intestinal Adenomatosis (PIA)-complex)

⁴ De verwekkers van veewetziekten vormen niet allen een bedreiging of ernstige bedreiging voor de volksgezondheid.

sproken verwachting geeft geen absoluut maar een relatief beeld. Op deze manier is geprobeerd onderscheid aan te brengen tussen de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers

Van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers zijn *Salmonella* spp. het meest bedreigend voor de volksgezondheid. Van de overige ziekteverwekkers zijn de bacteriën *C. jejuni*, *S. suis* en het influenza-virus in beperkte mate bedreigend voor de volksgezondheid. Naast de verwekkers van veewetziekten wordt het Aujeszky-virus als meest bedreigend beschouwd voor de export. Andere exporterende landen zoals Denemarken, Groot-Brittannië en delen van Frankrijk zijn reeds vrij van het Aujeszky-virus. Duitsland, de grootste afnemer van Nederlandse varkens en eindprodukten, heeft aangekondigd voor 1 januari 1996 enkele deelstaten tot Aujeszky-vrij gebied te willen verklaren. Gezien deze ontwikkelin-

gen is het voor Nederland van groot belang het reeds gestarte vrijwaringsprogramma tegen het Aujeszky-virus zo snel mogelijk op alle varkensbedrijven door te voeren. Een groot aantal bacteriën, de ectoparasiet *Sarcoptes suis* en alle in tabel 1 opgenomen virussen zijn in meer of mindere mate schadelijk voor het bedrijfseconomisch resultaat van het varkensbedrijf. Hierbij is uitgegaan van de huidige situatie op de varkensbedrijven waar uitbraken van infectieziekten worden beheerst met hygiënische maatregelen en preventief gebruik van diergeneesmiddelen. Van de meest schadelijke ziekteverwekkers wordt tegen DNT+ *P. multocida*, de verwekker van AR, een vrijwaringsprogramma toegepast op (sub)fokbedrijven. Dit is niet het geval voor *A. pleuropneumoniae* en *E. coli* die bij uitbraken veel schade veroorzaken respectievelijk op vleesvarkens- en zeugenbedrijven.

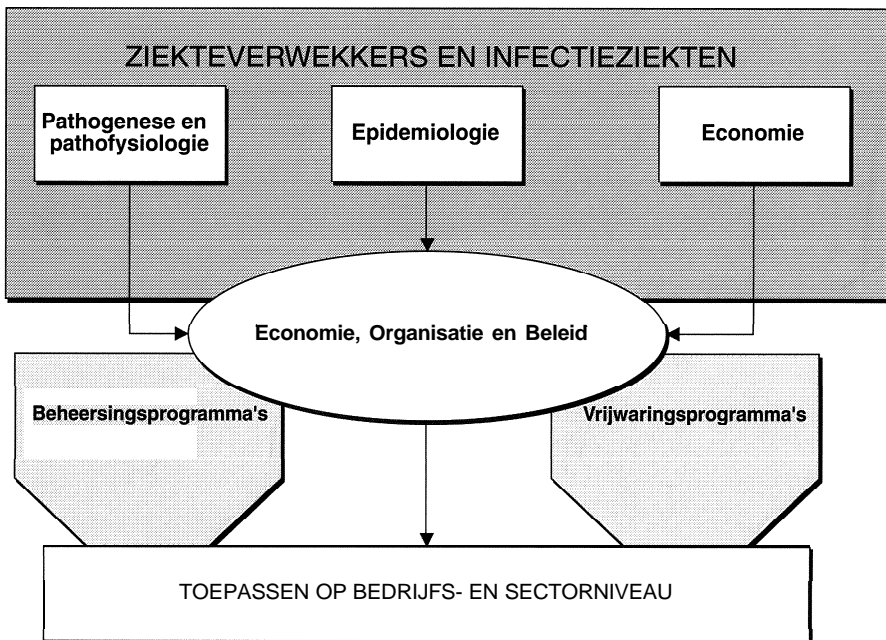
4 KENNIS OVER ZIEKTEVERWEKKERS, INFECTIEZIEKTEN EN VRIJWARINGSPROGRAMMA'S

Voordat een vrijwaringsprogramma in de praktijk toegepast kan worden, is kennis over ziekteverwekkers en bijbehorende infectieziekten vereist vanuit pathogenetisch en pathofysiologisch, epidemiologisch en economisch onderzoek. Dit is weergegeven in het organisatieschema van het onderzoeksprogramma "ISV-varken" (figuur 3). In elk van de in figuur 3 getoonde onderzoeksvelden wordt intensief samengewerkt tussen het fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek (bijlage 1).

In het pathogenetisch en pathofysiologisch onderzoek worden in vitro de pathogenese van ziekteverwekkers in relatie tot de afweersystemen van de gastheer betrokken.

Dit levert kennis op over de pathogenese van de ziekteverwekker, virulentiefactoren, vaccinaties, interventies, onderscheid tussen pathogene en niet-pathogene micro-organismen binnen een species en afweermechanismen van de gastheer. De in vivo aspecten worden in het kader van dierexperimenteel onderzoek bestudeerd. Het doel van deze fundamentele benadering is het ontwikkelen van nieuwe diagnostische testen.

Voor het onder geconditioneerde omstandigheden toetsen cq. valideren van de ontwikkelde diagnostische testen moeten diermodellen of operationeel gemaakt of ontwikkeld worden. Na ontwikkeling en validatie wordt de waarde van de diagnostische test



Figuur 3: De organisatiestructuur van het onderzoeksprogramma "Integrale Structuur voor Vrijwaring van infectieziekten bij varkens (ISV-varken)". Het pathogenetisch/pathofysiologisch, epidemiologisch en een deel van het economisch onderzoek richt zich op specifieke ziekteverwekkers en de bijbehorende infectieziekten. In haalbaarheidsstudies naar vrijwaringsprogramma's wordt kennis over ziekteverwekkers en infectieziekten aangevuld met zowel technische en economische informatie als organisatorische en beleidsmatige aspecten. In het onderzoeksprogramma wordt intensief samengewerkt tussen fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek (zie bijlage 1).

in de praktijk bepaald. Door terugkoppeling van de resultaten kan een diagnostische test verder ontwikkeld worden voor gebruik in de praktijk.

In het epidemiologisch onderzoek worden risico's voor insleep en transmissie van verwekkers van infectieziekten respectievelijk op, en tussen en binnen bedrijven gekwantificeerd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van ziekte(risico)modellen. De betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de uitkomsten van een epidemiologische analyse is sterk afhankelijk van de nauwkeurigheid van de in de modellen gebruikte epidemiologische parameters. Deze parameters zullen aangeleverd moeten worden vanuit het fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek (onder andere transmissie-experimenten) en het toegepast onderzoek (onder andere epidemiologische veldstudies).

In het economisch onderzoek vindt nauwe samenwerking plaats met de epidemiologie. Hiermee wordt gegarandeerd dat de gebruikte modellen voor epidemiologische en economische analyses op elkaar zijn afgestemd. Zoals in de epidemiologie zijn de betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de economische modellen sterk afhankelijk van de nauwkeurigheid van de in de modellen gebruikte parameters. Deze parameters zullen worden aangeleverd vanuit fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek en toegepast onderzoek op zowel proefbedrijven als in het veld. Na het aanleveren van de model parameters voor ziekte(risico)modellering en economische analyses kan een gevoeligheidsanalyse van de modellen inzicht verschaffen in de mate van invloed van elk van de parameters op de uitkomsten. De gevoeligheidsanalyse kan daarmee mede richting geven aan fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast vervolgonderzoek.

Naast onderzoek naar de economische aspecten van ziekteverwekkers en infectieziekten zal het economisch onderzoek zich toeleggen op haalbaarheidsstudies van vrijwaringsprogramma's tegen één of meerdere ziekteverwekkers. Hiervoor zal de vanuit de drie bovengenoemde onderzoeksvelden geleverde kennis over ziekteverwekkers en infectieziekten worden geïntegreerd (figuur

3). Daarnaast zal vanuit fundamenteel, toepassingsgericht onderzoek (onder andere stofwisselingsonderzoek) en toegepast onderzoek op proefbedrijven en in het veld technische parameters over vrijwaringsprogramma's geleverd worden voor de in de economische analyse gebruikte modellen. In de haalbaarheidsstudies zullen ook organisatorische en beleidsmatige aspecten van het toepassen van vrijwaringsprogramma's in de praktijk worden betrokken (figuur 3). De samenhang tussen enerzijds het onderzoek naar ziekteverwekkers en infectieziekten en anderzijds de haalbaarheidsstudies van vrijwaringsprogramma's kan worden gewaarborgd door beiden parallel uit te voeren. In de haalbaarheidsstudies zullen voor het beantwoorden van organisatorische en beleidsmatige vraagstukken vertegenwoordigers van de sector en het beleid betrokken worden. Hiermee wordt gegarandeerd dat de door het onderzoek opgeleverde vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten op bedrijfs- en/of sectorniveau kunnen worden toegepast binnen een door de sector en beleid gewenste structuur van de Nederlandse varkenshouderij.

4.1 Diagnostiek

In algemeenheid kan worden gesteld dat de beschikbare diagnostiek (agensdetectie en serologie) voor de in tabel 2 opgenomen ziekteverwekkers niet geschikt is voor het aantonen van elk individueel geïnfected dier op een bedrijf. Dit wordt deels veroorzaakt door een onvoldoende specificiteit en sensitiviteit van sommige methodieken, deels door het feit dat bij vele aandoeningen 'dragers' een rol spelen of kunnen spelen. Voor het identificeren van dragers zijn of geen goede detectiemethoden beschikbaar of de informatie omtrent de waarde van de bestaande technieken is onvoldoende. Het bovenstaande geldt wellicht niet voor de Ziekte van Aujeszky.

Dit betekent dat het vrijmaken van bedrijven met behulp van de 'test-en-verwijder' methode, al of niet gecombineerd met maatregelen die passen binnen een beheersingsstrategie, zoals vaccinatie, voor vrijwel alle in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers vooralsnog niet mogelijk lijkt. Voor het op termijn mogelijk maken van een

'test-en-verwijder' methode én voor het aandraagen van gegevens ter onderbouwing van de kans van succes van een dergelijke aanpak is veel onderzoek nodig.

Voor een aantal van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers wordt ingeschat dat diagnostiek aanwezig is op basis waarvan onderscheid gemaakt kan worden tussen geïnfecteerde en niet-geïnfecteerde bedrijven. Hiervoor moet op bedrijven een steekproef van voldoende omvang, al of niet her-

haald met een bepaald interval, genomen worden. Met diagnostiek voor een specifieke ziekteverwekker kan op deze bedrijven met een grote of redelijke mate van betrouwbaarheid worden vastgesteld dat de prevalentie van geïnfecteerde dieren beneden een bepaald, laag niveau ligt. Dergelijke diagnostiek lijkt geschikt voor het definiëren van de ziektevrij-status voor een aantal van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers. Voor het merendeel van de ziekteverwekkers zal de waarde van testen op

Tabel 2: Inventarisatie van beschikbare diagnostische testen die gebruikt kunnen worden voor het aantonen van verwekkers van infectieziekten op varkensbedrijven.

Ziekteverwekker	Agensdetectie ^{1,3}	Serologie ^{1,3}	Inzetbaarheid ^{2,3}
Bacteriën			
A. pleuropneumoniae	ja* (C)	ja** (E*,O)	ja**
C. jejuni ⁴	ja (C)	nee	nee
E. coli	ja (C,E)	ja (E)	onv.
M. hyopneumoniae	ja* (C,P)	ja* (E)	onv.
DNT+ P. multocida	ja (C,P)	nee	ja
Salmonella spp.	ja (C)	onv. (E)	ja
S. hyodysenteriae	ja* (C,I,P)	ja* (E)	onv.
S. suis	ja (C,P*)	nee	onv.
Ectoparasieten			
Sarcoptes suis	onv.	onv.	onv.
Virussen			
Aujeszky-virus	ja*** (VI)	ja (E)	ja
Influenza-virus	ja***	ja**	ja**
Lelystad-virus	ja*** (VI)	ja (E)	ja
Parvo-virus	ja*** (VI)	ja (E)	ja
Virale diarree (TGE/PED/rotavirus) ⁵	ja (E)	ja (E)	ja
Veewetziekten	ja	ja	ja

¹ Verklaring afkortingen: C = cultureel onderzoek, E = ELISA, I = immuno fluorescentie test (IFT), P = polymerase chain reaction (PCR), VI = virusisolatie en O = overigen. Een "ja" of "nee" geeft aan of methoden ontwikkeld én gevalideerd zijn. Een "onv." (= onvoldoende) geeft aan dat methoden ontwikkeld zijn, maar onvoldoende gevalideerd.

² Een "ja" of "nee" geeft aan of de ontwikkelde methoden inzetbaar zijn voor het op bedrijfsniveau aantonen van de aan- of afwezigheid van een ziekteverwekker. Een "onv." (= onvoldoende) geeft aan dat meer onderzoek nodig is voordat een methode ingezet kan worden.

³ Een "*" geeft aan dat onvoldoende informatie aanwezig is voor het onder praktijkomstandigheden inzetten van de diagnostiek. Een "***" geeft aan dat diagnostiek aanwezig is, zij het inzetbaar voor slechts een aantal serotypen. Een "****" geeft aan dat de diagnostiek wel in de praktijk gebruikt kan worden, maar niet geschikt is voor grootschalig gebruik.

⁴ Niet te verwarren met Campylobacter Like Organisms zoals ileal symbiont intracellularis, de verwekker van PIA/haemorrhagic bowel syndrome.

⁵ Antilichamen tegen PRCV kunnen verward worden met antilichamen tegen de verwekkers van TGE.

bedrijfsniveau moeten worden geëvalueerd of zullen nieuwe technieken ontwikkeld moeten worden.

In tabel 2 is voor elke ziekteverwekker ingeschat of diagnostiek beschikbaar is voor het op bedrijfsniveau aantonen van de ziekteverwekker. Met betrekking tot de specificiteit en sensitiviteit van alle methodieken, kan in algemene termen worden gesteld dat alle culturele methoden een specificiteit van 100% hebben. Omtrent de sensitiviteit van de culturele methoden bestaan geen harde gegevens. Voor vrijwel alle infectieziekten zal, in relatie tot de bijbehorende agensdetectiemethoden, onderzoek nodig zijn: voor

het vaststellen van de minimale prevalentie op een bedrijf, de waarde van herhaald bemonsteren en testen, of continu danwel intermitterend wordt uitgescheiden, etc. Op dit moment is de diagnostiek onvoldoende voor het in de praktijk monitoren van bedrijven die vrij of vrijgemaakt zijn van een groot aantal van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers

4.2 Epidemiologische risicomodellering en transmissie

In de afgelopen jaren zijn de diergezondheidsproblemen op bedrijven en in de sector vaak het uitgangspunt geweest voor

Tabel 3: Inschatting van beschikbare kennis die gebruikt kan worden voor het kwantificeren voor de risico's van insleep en transmissie van verwekkers van infectieziekten respectievelijk op en binnen varkensbedrijven.

Ziekteverwekker	Beschrijvend onderzoek (veld/experimenteel) ¹	Relatiediagram opgesteld (hypothese) ¹	Kwantitatieve parameters voor risicofactoren en transmissie-waarden ¹
Bacteriën			
A. pleuropneumoniae	ja	ja	onv.
C. jejuni ²	onv.	ja ²	nee
E. coli (big)	ja	ja	nee
M. hyopneumoniae	onv.	nee	nee
DNT ⁺ P. multocida	ja	onv.	onv.
Salmonella spp.	onv.	ja ²	nee
S. hyodysenteriae	ja	nee	nee
S. suis	ja	nee	nee
Ectoparasieten			
Sarcoptes suis	ja	onv.	onv.
Virussen			
Aujeszkij-virus	ja	onv.	onv.
Influenza-virus	ja	nee	nee
Lelystad-virus	ja	onv.	nee
Parvo-virus	ja	nee	nee
Virale diarree (TGE/PED/rotavirus)	ja	nee	nee
Veewetziekten	ja	nee	onv.

¹ Een "ja" of "nee" geeft aan of kennis over het deelgebied van het epidemiologisch en transmissie onderzoek in voldoende mate beschikbaar is. Een "onv." (= onvoldoende) geeft aan dat de beschikbare kennis onvoldoende is.

² De beschikbare kennis is afgeleid van een andere diersoort, bijvoorbeeld pluimvee

onderzoek naar de verwekkers van infectieziekten Het merendeel van dit onderzoek richtte zich op dierexperimenteel werk, zoals pathogenese van infecties, diagnostiek en specifieke immuunrespons van de gastheer. Daarnaast is ook observationeel onderzoek verricht, dat voornamelijk beschrijvend ofwel empirisch van aard was. Dergelijk onderzoek is onvoldoende voor het ontwikkelen van vrijwaringsprogramma's die in de praktijk gebruikt kunnen worden, omdat de nodige kwantitatieve kennis daartoe ontbreekt.

4.2.1 Epidemiologische analyse

Bij infectieziekten speelt de kans op transmissie van de ziekteverwekker tussen landen, tussen bedrijven en binnen bedrijven een grote rol. Voor het kwantificeren van deze kansen is onvoldoende kennis voorhanden, en aldus voor het "zichtbaar" maken van infectierisico's en het prioriteren van acties inzake risicobeheersing. Zowel binnen als buiten bedrijven zijn vele factoren en condities denkbaar, die op enigerlei wijze de kans op infectie-overdracht en ziekte-optreden beïnvloeden. In figuur 4 staan enkele van deze factoren vermeld onder de noemer "risicofactoren". Niet voor elke infectieziekte zijn al deze factoren geïdentificeerd. Evenmin is bekend, wat de bijdrage aan infectie-overdracht en ziekte-optreden van deze factoren is, in kwantitatieve zin en bij onderlinge interacties tussen factoren. Als deze factoren gekwantificeerd zijn, kunnen zij gerangschikt worden naar belangrijkheid van hun bijdrage. Voor de identificatie van risicofactoren en voordat hun bijdrage kan worden gekwantificeerd en de risico's kunnen worden gemodelleerd, is het zaak een relatie-diagram op te stellen. Hierin worden alle relevante factoren met hun onderlinge interacties samengebracht. Diverse methoden kunnen worden gevolgd voor het ontwerpen van een relatie-diagram. Echter, veelal zijn deze relatie-diagrammen niet voorhanden (tabel 3). Voor het samenstellen van een relatie-diagram kunnen resultaten van beschrijvend onderzoek (veld/experimenteel) gebruikt worden,

Deze kennis is voor een groot aantal van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers beschikbaar, zij het fragmentarisch (tabel

3). Het relatie-diagram staat ten dienste van zowel interventie (waarop dient de bedrijfsvoering zich te richten ter oplossing/preventie), als van de risicofactor-identificatie (veldstudies) en ziekte(risico)modellering. Ziekte(risico)modellering is van belang voor het simuleren en mathematisch formuleren van de dynamiek van infecties in populaties en de mechanismen van infectie-overdracht, in bepaalde gedefinieerde omstandigheden en onder wisselende niveaus van infectie. Met behulp van deze modellen kunnen verschillende interventies worden getoetst (zie figuur 4) en waar bestaande interventies niet voldoen kunnen nieuwe worden ontwikkeld. Tevens kan worden onderzocht waar kennis ontbreekt op diverse deelterreinen (zoals bijv. infectie-overdracht, diagnostiek, huisvesting en klimaat) en dus aanvullend onderzoek nodig is. Tenslotte dienen deze modellen als basis voor de economische modellering en implementatie van strategieën.

4.2.2 Epidemiologie en vrijwaringsprogramma's

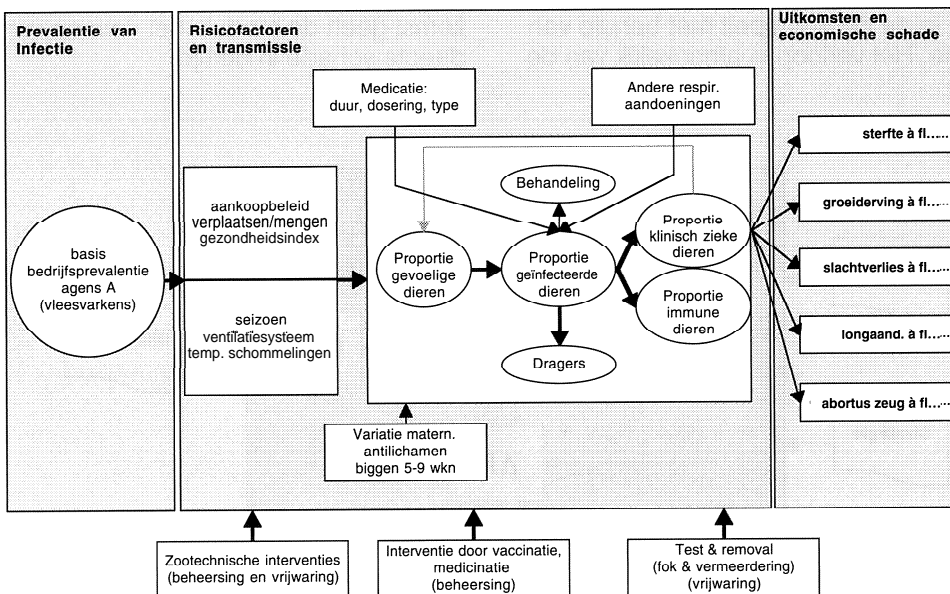
Voor vrijgemaakte of vrije bedrijven moeten scenario's ontwikkeld worden voor het vrijhouden van het individuele bedrijf, de keten of de sector. Deze scenario's moeten gebaseerd worden op kwantitatief onderzoek inzake de op infectie-overdracht van invloed zijnde factoren. Deze factoren liggen vooral op het terrein van de bedrijfsvoering en omgeving (zie paragraaf 2.2.2). Interventies ten behoeve van het vrijhouden dienen te zijn gebaseerd op ziektekundige effectiviteit en economische haalbaarheid. Naast toetsing van mogelijke interventies in het veld, is het aantrekkelijk dit ook (tevooren) te doen met behulp van mathematische modellen. Vrijmaken betekent dat de transmissie op bedrijven zodanig wordt beperkt dat de ziekteverwekker uit de gastheerpopulatie verdwijnt ($RO < 1$; dat wil zeggen dat gemiddeld één geïnfecteerd dier de ziekte overdraagt aan minder dan één niet-geïnfecteerd dier). Als onderdeel van de epidemiologische risicomodellering kan worden nagegaan, hoe het model reageert op bestaande of nog te ontwikkelen interventies Deze interventies kunnen inspelen op zowel de insleep van ziekteverwekkers op het bedrijf als de transmissie van ziektever-

wekkers tussen en binnen het bedrijf. Als voorbeeld is in figuur 4 een algemeen relatie-diagram, verwerkt in een eenvoudig epidemiologisch risicomodel, weergegeven. In deze figuur kan worden aangegeven dat vanuit verschillende onderzoeksgebieden instrumenten ontwikkeld moeten worden voor ondermeer detectie van de ziekteverwekker en het kwantificeren van risicoparameters en transmissiewaarden. Daarnaast zijn voorbeelden gegeven van mogelijke interventies, waarvan de effectiviteit met behulp van het risicomodel getoetst kan worden. Deze interventies kunnen passen binnen een beheersingsstrategie, een vrijwaringsstrategie of beiden. Op de overeenkomsten en verschillen tussen de strategieën is reeds ingegaan in hoofdstuk 2. Zoals aangegeven in figuur 4 kan het epidemiologische risicomodel ook een kwantitatieve schatting geven van de mogelijke terugval in technische resultaten van de klinisch zieke dieren. Door in het epidemiologisch risicomodel opgenomen technische kengetallen te waarderen is het mogelijk de economische schade van een ziekteverwekker te berekenen. Hiermee wordt illustratief dat het epidemiologisch risicomodel tevens een bruikbaar instrument kan zijn voor het economisch onderzoek.

ker te berekenen. Hiermee wordt illustratief dat het epidemiologisch risicomodel tevens een bruikbaar instrument kan zijn voor het economisch onderzoek.

4.3 Economie

De economische analyse van infectieziekten is op te splitsen in twee delen. Het eerste deel bestaat uit directe effecten ten gevolge van het uitbreken en (of) subklinisch aanwezig zijn van een ziekte. Het tweede deel betreft de indirecte effecten ten gevolge van exportmaatregelen bij uitbraken van besmettelijke ziekten. Deze tweedeling geldt zowel voor de individuele ondernemer als de gehele sector en ook de nationale economie. De genoemde effecten leiden doorgaans tot kosten en (of) schade, bijvoorbeeld terugvallende technische resultaten op bedrijven en prijsdalingen bij grenssluitingen. In sommige gevallen echter, kunnen deze effecten ook betrekking hebben op baten cq. voordelen. Een ondernemer kan economisch gezien profiteren van een grootschalige uitbraak van een infectieziek-



Figuur 4: Een voorbeeld van een, in een epidemiologisch ziekte(risico)model verwerkt relatie-diagram. In een epidemiologisch ziekte(risico)model kan de dynamiek van infecties met behulp van wiskundige formules gesimuleerd worden. In het model kunnen ook interventies die passen binnen een beheersings- en vrijwaringsstrategie getoetst worden.

te, bijvoorbeeld PRRS, mits het eigen bedrijf de ziektevrij-status behoudt. De hele sector kan voordeel hebben van prijsstijgingen mits de grenzen open blijven.

4.3.1 Economisch analyseschema

Voor de economische analyse kan het schema opgesteld door Buijtels et al. (1994) gebruikt worden (figuur 5). In het analyseschema worden vier onderling afhankelijke modules onderscheiden die gezamenlijk de uitkomsten (output) produceren op basis van een bepaalde invoer van gegevens (input) en van de door de ondernemer of sector gekozen strategie. De invoer heeft betrekking op verscheidene demografische gegevens van de betreffende regio's (veedichtheid, aantallen en soorten contacten tussen bedrijven, overige contacten, totaal aanbod van produkten, verspreidingsgraad ziekte, etc.). De gekozen strategie valt binnen een beheersings- en (of) vrijwaringsprogramma. Na invoer van gegevens worden deze als volgt door het economische analysemodel verwerkt:

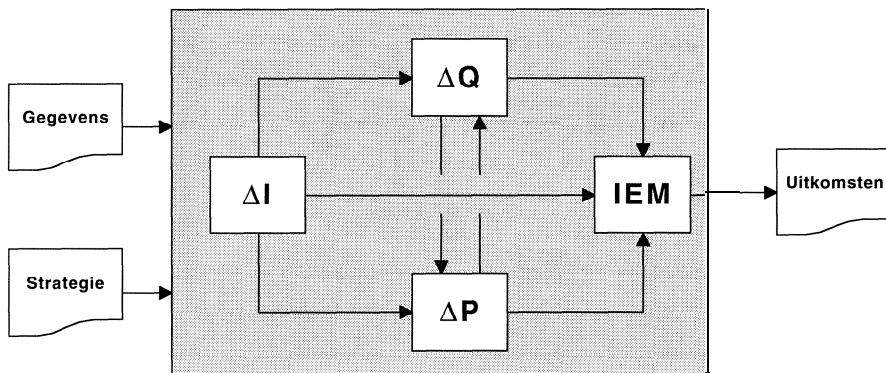
Verandering van infectie.

In module 1 wordt het verloop van een infectie in de tijd voorspelt met behulp van simulatie. Het verloop is afhankelijk van de

aard van de infectie (transmissie-waarden), de risico's voor insleep op de niet-geïnfecteerde bedrijven (risicofactoren) en de effectiviteit van de gebruikte beheersings- en (of) vrijwaringsstrategieën. Als uitkomst wordt gegeven het aantal bedrijven dat na verloop van tijd geïnfecteerd zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen oud en nieuw geïnfecteerde bedrijven. Deze module van het economisch analysemodel komt sterk overeen met een epidemiologisch risicomodel. Derhalve is tabel 3 ook illustratief voor de hoeveelheid beschikbare economische kennis voor elk van de in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers. Op dit vlak kan intensief worden samengewerkt door de onderzoeksgebieden "epidemiologische risicomodellering en transmissie" en "economie".

Verandering in produktie.

In module 2 worden de verandering in produktie (technische resultaten) gesimuleerd aan de hand van het infectieverloop, de geldende risico's en de gebruikte strategieën. Allereerst worden de veranderingen in technische resultaten gesimuleerd op bedrijfsniveau en daarna op sectorniveau. Als uitkomst geeft de module het verloop van de directe schade in de tijd.



Figuur 5: Economisch analyseschema voor berekenen van de economische gevolgen van een uitbraak van infectieziekten op bedrijfs- en sectorniveau (Buijtels et al., 1994). Het analyseschema is opgebouwd uit 4 modules. In module 1 wordt de verandering van infectie in de tijd berekend (ΔI). In modules 2 en 3 worden tegelijkertijd, respectievelijk de verandering in produktie (ΔQ) en prijs (ΔP) in de tijd berekend. In module 4 worden de uitkomsten van modules 1, 2 en 3 verwerkt in een geïntegreerd economisch model (IEM).

Verandering in prijzen.

In module 3 wordt op basis van de in module 2 berekende veranderingen in productie, het verloop van de ontwikkelingen in prijzen vastgesteld. Prijzen kunnen veranderen ten gevolge van veranderingen in geproduceerde hoeveelheden (module 2) en grenssluitingen op exportmarkten. Wat dit laatste betreft vindt de simulatie plaats in een zogenaamd "marktevenwichtmodel". Het moge duidelijk zijn dat er een sterke wisselwerking bestaat tussen modules 2 en 3, omdat het aanbod de prijzen beïnvloedt en omgekeerd. Beide modellen moeten dus tegelijkertijd gedraaid worden.

Integrerend economisch model

In module 4 wordt de eindbalans opge maakt van de uitkomsten van modules 1, 2 en 3. Door de uitkomsten in te voeren in module 4 kan de totale directe en indirecte schade berekend worden. Hierbij moeten wel bepaalde vaste kosten, bijvoorbeeld kosten voor infrastructuur, in acht genomen worden. Het resultaat van module 4 geeft informatie over het verloop van de directe economische schade op bedrijfs- en sector-niveau. Daarnaast wordt een totaal beeld gegeven van het gemiddeld te verwachten inkomen met de daarbij behorende spreiding (standaardafwijking). Door het economisch analysemodel meerdere malen te draaien kunnen de voor de ondernemer en sector beschikbare strategieën tegen elkaar worden afgewogen. Voor nog te ontwikkelen strategieën moet met behulp van experimenteel en observationeel onderzoek informatie verkregen worden, voordat de effectiviteit kan worden bepaald in een economisch analysemodel.

Het economisch model van Buijters et al. (1994) wordt ingezet voor het simuleren op bedrijfs- en sectorniveau. Voor het beantwoorden van vragen die betrekking hebben op het individuele bedrijf kan het door Jalvingh (1993) ontwikkelde TACT-model gebruikt worden. TACT is een model waarin individuele dieren gevolgd worden. Derhalve is het uitstekend geschikt voor het vaststellen van het verloop van een infectieziekte binnen een bedrijf én de effectiviteit van mogelijke beheersingsmaatregelen. De uitkomsten van TACT omvatten zowel technische als economische resultaten.

4.3.2 Economie en vrijwaringsprogramma's
De uitwerking van de economische analyse kan worden gedaan voor de in paragraaf 2.2.1 besproken methoden voor het vrijmaken van infectieziekten, te weten 'test-en-verwijder' en 'ontruimen-en-herbevolken'.

Test en verwijder.

Het startpunt van de economische analyse van de test-en-verwijder methode is een bepaald percentage geïnficeerde bedrijven in de populatie. Bij ongewijzigd beleid heeft een infectie directe en indirecte economische schade tot gevolg. In een tweede stap wordt de 'test-en-verwijder' methode toegepast. Toepassing van deze methode geeft zowel vaste kosten (ontwikkelen van diagnostiek en deletievaccin) als variabele kosten (vaccinatieschema). Als gevolg van de methode neemt het aantal geïnficeerde dieren af voor de deelnemende bedrijven. Dit heeft een gunstige uitwerking op de schadebedragen. Bij een bepaald percentage geïnficeerde dieren op een bedrijf kan besloten worden tot het in één keer vervangen van alle dragers van de ziekteverwekker. Het economisch optimale moment is afhankelijk van het algemene prijsniveau. Het is ook mogelijk dat het economisch aantrekkelijker is dragers van de ziekteverwekker via natuurlijk verloop af te voeren of op het moment van spenen. Elke variant heeft economisch gezien voor- en nadelen. De keuze van de variant is, behalve van economische aspecten, afhankelijk van het bedrijf. Het kan bijvoorbeeld voor top- en subfokkers kan het aantrekkelijker zijn alle dragers in een keer te verwijderen dan voor vermeerderaars.

Ontruimen en herbevolken.

De economische analyses van procedures gebaseerd op 'ontruimen-en-herbevolken' en de 'test-en-verwijder' methode zijn volledig verschillend. Bij 'ontruimen-en-herbevolken' wordt het bedrijf geheel of in delen ontruimd en vervolgens, na een periode voor reinigen en leegstand, herbevolkt. Ook deze methode kennen meerdere varianten. Een ondernemer heeft de keuze in het moment van ontruimen, bijvoorbeeld bij lage prijzen. Ook heeft de ondernemer de mogelijkheid de zeugenstapel te laten verouderen, alvorens tot ontruimen over te gaan. Voor het

herbevolken van het bedrijf heeft de ondernemer keuze uit de in paragraaf 2.2.1 genoemde procedures. Bij al deze procedures geldt dat de ondernemer dieren aan kan kopen van een ziektevrrije populatie of zelf een schaduwpopulatie kan aanleggen vanuit de eigen zeugenstapel. Bij het herbevolken kan de ondernemer het bedrijf in een keer volleggen of kiezen voor een geleidelijke instroom van fokzeugen met een hoge ziektevrrij-status. Voor vleesvarkenshouders geldt dat zij over kunnen gaan tot bedrijfs all in -allout en het afdeling na afdeling opleggen van vleesbiggen met een hoge ziektevrrij-status. De economisch optimale variant voor elk bedrijf zal afhankelijk zijn van de specifieke bedrijfssituatie en in beeld moeten worden gebracht voor de ondernemer.

Door gebruik te maken van de in paragraaf 4.3.1. genoemde modellen kan in de economische effecten van beide strategieën, inclusief mogelijke varianten, inzicht worden

verkregen. Met het model van Buijtsels et al. (1994), waarin de kans op verspreiding van een ziekteverwekker tussen bedrijven met behulp van een RO-waarde (zie paragraaf 4.2) wordt gemodelleerd, is het mogelijk vrij nauwkeurig inzicht te krijgen in regionale of nationale effecten en de gevolgen voor export. Hierbij kan binnen regio's of Nederland een onderscheid gemaakt worden tussen hoog- en laagproductieve of groot- en kleinschalige bedrijven. Het TACT-model (Jaalvingh, 1993) kan gebruikt worden voor het bepalen van de effectiviteit van een 'test-en-verwijder' methode op het individuele bedrijf. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen bijvoorbeeld het aantal ge'infecteerde hoog- en laagproductieve dieren of de pariteit van de ge'infecteerde dieren. In de economische analyse wordt gebruik gemaakt van modelparameters, gegevens en strategieën geleverd vanuit andere onderzoeksgebieden.

5 DISCUSSIE

Het in dit rapport gepresenteerde onderzoek is uitgevoerd door vertegenwoordigers uit alle geledingen van het onderzoek. Hiermee is de basis gelegd voor een geïntegreerd onderzoeksprogramma met als doel het ontwikkelen en toetsen van vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten bij varkens. Het in de praktijk toepassen van vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten moet de varkenshouders in staat stellen de gezondheidszorg op hun bedrijven te verbeteren. Daarnaast zullen de vrijwaringsprogramma's bijdragen aan een positief imago van Nederlandse varkens en vleesproducten.

5.1 Prioritering van verwekkers van infectieziekten

In dit onderzoek is een inventarisatie gemaakt van verwekkers van infectieziekten die in aanmerking komen voor een aanpak via vrijwaringsprogramma's (tabel 1). Behalve de verwekkers van veewetziekten hebben deze ziekteverwekkers als gemeenschappelijk kenmerk dat ze met hoge prevalentie in de Nederlandse varkenshouderij voorkomen.

Een onderscheid tussen de ziekteverwekkers is gemaakt door een relatieve inschat-

Tabel 4: Rangschikking van ziekteverwekkers op basis van algemene bedreiging of schade voor de Nederlandse varkenshouderij¹.

Ziekteverwekker	Algemene schade of bedreiging*
Veewetziekten ³	++++ (b,e)
Aujeszky-virus	+++ (b,e)
DNT+ <i>P. multocida</i>	+++ (b,e)
<i>Salmonella</i> spp.	+++ (v, e)
Lelystad-virus	++ (b,e)
<i>A. pleuropneumoniae</i>	++ (b)
<i>S. suis</i>	++ (b,v)
<i>E. coli</i>	++ (b)
Influenza-virus ⁴	+ (b)
<i>C. jejuni</i> ⁵	+ (b)
<i>M. hyopneumoniae</i>	+ (b)
<i>S. hyodysenteriae</i>	+ (b)
<i>Sarcoptes suis</i>	+ (b)
Parvo-virus	+ (b)
Virale diarree (TGE-/PED-/rots-virus)	+ (b)

1 Aantal plussen is een optelling van de plussen gegeven voor de deelcriteria schade of bedreiging voor respectievelijk volksgezondheid, bedrijfseconomie en export (zie tabel 1).

2 Tussen haakjes is aangegeven op welke van de drie deelcriteria volksgezondheid (v), bedrijfseconomie (b) en export (e) de ziekteverwekker invloed heeft.

3 De score van verwekkers van veewetziekten op de volksgezondheid is wisselend en niet meegenomen in de optelling.

4 Voor het inschatten van de algemene bedreiging van het influenza-virus werd de "+" bij bedreiging voor volksgezondheid (zie tabel 1) als te gering beschouwd. Derhalve is deze niet meegenomen in de optelling.

5 Niet te verwarren met *Campylobacter Like Organisms* = ileal symbiont intracellularis (de verwekker van het PIA-complex)

ting te maken van het belang van de ziekteverwekkers voor de volksgezondheid, bedrijfseconomie en export. De in tabel 1 opgenomen ziekteverwekkers zijn in tabel 4 gerangschikt naar algemene bedreiging of schade voor de Nederlandse varkenshouderij. Voor deze inschatting zijn de invloeden van de ziekteverwekkers op de deelcriteria volksgezondheid, bedrijfseconomie en export op eenzelfde niveau ingewogen. Daarnaast is in tabel 4 ook aangegeven op hoeveel van de drie deelcriteria de betreffende ziekteverwekkers invloed uitoefenen

Uit de rangschikking in tabel 4 is af te lezen dat de verwekkers van veewetziekten de hoogste prioriteit krijgen voor aanpak via de vrijwaringsstrategie. Aan deze ziekteverwekkers is de afgelopen jaren ook het meeste onderzoek verricht (tabellen 2 en 3). Tegen de verwekkers van veewetziekten worden vrijwaringsprogramma's gebaseerd op de 'stamping out' methode toegepast binnen Nederland en de overige bij de EU aangesloten landen.

Na de verwekkers van veewetziekten zijn het Aujeszky-virus, *Salmonella* spp. en DNT+ *P. multocida* als hoogste gerangschikt. Na de verwekkers van veewetziekten vormt het Aujeszky-virus de grootste bedreiging voor de export Zoals blijkt uit tabellen 2 en 3 is relatief veel onderzoek verricht naar het Aujeszky-virus en de bijbehorende Ziekte van Aujeszky. Gezien de bedreiging van het Aujeszky-virus voor de Nederlandse varkenshouderij is het belangrijk dat het bestaande vrijwaringsprogramma op grote schaal in de praktijk wordt toegepast. Ook van de ziekteverwekker DNT+ *P. multocida* wordt in de toekomst een bedreiging voor de export verwacht. Daarnaast richt deze ziekteverwekker veel schade aan op varkensbedrijven. Vanwege het bedrijfseconomische belang heeft het onderzoek (tabellen 2 en 3) een voor de praktijk bruikbaar vrijwaringsprogramma tegen DNT+ *P. multocida* opgeleverd. Dit programma wordt echter alleen op (sub)fokbedrijven toegepast.

De *Salmonella* spp. worden voornamelijk bedreigend of schadelijk geacht voor de volksgezondheid en export. Bedrijfsecono-

misch richten de *Salmonella* spp. geen schade van betekenis aan. Uit tabel 2 valt af te leiden dat diagnostische kennis beschikbaar is voor het vaststellen van de aan- of afwezigheid van *Salmonella* spp. op bedrijven Ook is enige kennis beschikbaar over insleep en transmissie van *Salmonella* spp. en het optreden van *Salmonella* infecties (tabel 3). Deze kennis is echter voornamelijk afkomstig uit onderzoek met pluimvee.

Na de eerder genoemde groep ziekteverwekkers volgt een groep van vier verwekkers van infectieziekten, waarvoor eenzelfde mate van bedreiging of schade voor de Nederlandse varkenshouderij wordt ingeschat. Van het Lelystad-virus en *S. suis* worden naast bedrijfseconomische schade, in de toekomst ook een bedreiging voor respectievelijk de export en volksgezondheid verwacht. De andere twee ziekteverwekkers, *A. pleuropneumoniae* en *E. coli* zijn allen in hoge mate schadelijk op bedrijfsniveau. De beschikbare diagnostische kennis is onvolledig voor deze groep ziekteverwekkers (tabel 2). Alleen voor het Lelystad-virus is diagnostiek beschikbaar die in de praktijk kan worden toegepast voor het vaststellen van de aan- of afwezigheid van de betreffende ziekteverwekker op een bedrijf. Dit geldt ook voor een aantal serotypen van *A. pleuropneumoniae*. Voor *S. suis* en *E. coli* zijn wel diagnostische testen ontwikkeld, maar deze zijn vooraansnogen niet inzetbaar. De kennis over risicofactoren voor insleep en transmissie van deze ziekteverwekkers en het optreden van infecties is onvolledig en eveneens variabel (tabel 3). Het meeste onderzoek is verricht naar *A. pleuropneumoniae* en het Lelystad-virus. De kennis over *S. suis* is beperkt tot enig dierexperimenteel en veldonderzoek. In vergelijking met de anderen is relatief veel bekend over de ziekteverwekker *E. coli*, zij het specifiek voor de diercategorie biggen.

Het Influenza-virus is apart vermeld. Hoewel deze ziekteverwekker in principe schadelijk kan zijn voor de volksgezondheid, wordt op korte termijn geen bedreiging van betekenis voor de export verwacht. Derhalve is de inschatting op het deelcriterium volksgezondheid (zie tabel 1) in de optelling buiten beschouwing gelaten. Voor het vaststellen

van de aan- of afwezigheid van het Influenza-virus op bedrijven zijn diagnostische testen ontwikkeld (tabel 2). In vergelijking met de diagnostische kennis is slechts een beperkte hoeveelheid epidemiologische kennis beschikbaar. Tot nu toe is alleen beschrijvend en dierexperimenteel onderzoek naar het Influenza-virus uitgevoerd (tabel 3).

In de laatste groep zijn alleen ziekteverwekkers vertegenwoordigd die schadelijk geacht worden voor de bedrijfsresultaten. Toch is ook van deze groep ziekteverwekkers enige kennis beschikbaar ten aanzien van diagnostiek en risicofactoren voor insleep en transmissie van ziekteverwekkers en het optreden van infectieziekten. Zoals ook in de vorige groep is de hoeveelheid kennis over diagnostiek relatief het hoogst voor de virale ziekteverwekkers (tabel 2). Daarentegen is de hoeveelheid epidemiologische kennis relatief groter voor de bacteriële ziekteverwekkers en de ectoparasiet *Sarcoptes suis* (tabel 3).

5.2 Conclusies

Uit deze studie blijkt dat de afgelopen jaren met name onderzoek verricht is naar de verwekkers van veewetziekten, de Ziekte van Aujeszky en AR. Deze ziekteverwekkers zijn van belang voor de volksgezondheid, export en/of bedrijfseconomie. Nederland is vrij van veewetziekten en bij uitbraak wordt de 'stamping out' methode toegepast. Het onderzoek naar de Ziekte van Aujeszky heeft een landelijk vrijmakingsprogramma opgeleverd, dat gebaseerd is op de 'test-en-verwijder' methode in combinatie met een vaccinatieschema. Het onderzoek naar AR daarentegen heeft een vrijwaringsprogramma opgeleverd voor (sub)fokbedrijven dat gebaseerd is op 'ontruimen-en-herbevolken'. De kennis over insleep en transmissie van het Aujeszky-virus en DNT+ *P. multocida* respectievelijk op, en tussen en binnen bedrijven is onvolledig. Ook het economisch onderzoek naar beide ziekteverwekkers is nog niet afgesloten. Naar de overige verwekkers van infectieziekten is duidelijk minder onderzoek uitgevoerd. De voornaamste reden hiervoor is dat met uitzondering van *Salmonella* spp.

en DNT+ *P. multocida*, al deze ziekteverwekkers op korte termijn geen bedreiging vormen voor volksgezondheid en/of export. Voor de Nederlandse varkensbedrijven echter is onderzoek naar deze ziekteverwekkers gewenst, omdat zij veel economische schade kunnen veroorzaken op varkensbedrijven.

5.3 Het onderzoeksprogramma "ISV-varken"

Gezien de beschikbare kennis over verwekkers van veewetziekten, de Ziekte van Aujeszky en AR zal in het onderzoek naar ziekteverwekkers en infectieziekten binnen het onderzoeksprogramma "ISV-varken" de hoogste prioriteit gegeven worden aan *Salmonella* spp en daarna Lelystad-virus, *S. suis* en *A. pleuropneumoniae*. Hoewel de ziekteverwekker *E. coli* eenzelfde mate van bedreiging vormt voor de Nederlandse varkenshouderij als de laatstgenoemde drie ziekteverwekkers (zie tabel 4) krijgt deze een lagere prioriteit in het onderzoeksprogramma. De bacterie *E. coli* komt namelijk op vrijwel alle Nederlandse varkensbedrijven voor en verspreidt zich gemakkelijk via verschillende transmissieroutes. Derhalve verwacht de programmagroep "ISV-varken" dat de moeilijkheidsgraad voor het vrijmaken en met name het vrijhouden van bedrijven van *E. coli* onevenredig hoog zal zijn. De overige ziekteverwekkers in tabel 4 worden vooralsnog niet meegenomen in het onderzoek naar ziekteverwekkers en infectieziekten binnen het huidige onderzoeksprogramma.

De beschikbare kennis over de ziekteverwekker DNT+ *P. multocida* en de bijbehorende infectieziekte AR, maakt het mogelijk het bestaande vrijwaringsprogramma voor (sub)fokbedrijven verder te ontwikkelen voor toepassing op vermeerderings- en vleesvarkensbedrijven. In de haalbaarheidsstudies binnen het onderzoeksprogramma "ISV-varken" zal worden nagegaan welke andere ziekteverwekkers uit tabel 1 tezamen met DNT+ *P. multocida* kunnen worden opgenomen in één of meerdere vrijwaringsprogramma's. Bij het groeperen zal ondermeer rekening worden gehouden met overeenkomsten tussen ziekteverwekkers ten aan-

zien van de te gebruiken vrijmakingsprocedures bij insleep op bedrijven en transmissieroutes tussen en binnen bedrijven. Bij het onderzoek naar groepen ziekteverwekkers zal het toegepast onderzoek op proefbedrijven en in het veld een belangrijke rol vervullen. In het toegepast onderzoek op proefbedrijven zal onder optimale houderijomstandigheden worden nagegaan in welke mate vrijwaringsprogramma's tegen groepen ziekteverwekkers de technische resultaten kunnen verbeteren en het gebruik van diergeneesmiddelen kunnen verminderen. In

het toegepast veldonderzoek zal worden gekeken in hoeverre de prevalentie van groepen ziekteverwekkers de gezondheid en technische resultaten van varkens beïnvloedt. De resultaten van het toegepast onderzoek zullen worden gebruikt in de economische analyses. Naar verwachting zal het onderzoeksprogramma "ISV-varken" de toepassing van vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten op varkensbedrijven stimuleren én daarmee de 'diergezondheid' in de varkenssector in beweging brengen.

6 LITERATUUR

- Buijtsels, J.A.A.M., M.C.M. de Jong, A. van Nes, R.B.M. Huirne and A.A. Dijkhuizen 1994. *A flexible framework to support policy making in the control of Pseudorabies*. Proceedings of the 7th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Kenya. pp. 451-453.
- Day, J.F., G.A. Curtis and J.D. Edman 1990. *Rainfall directed oviposition behaviour of Culex nigripalpus (Diptera Culicidae) and its influence on St. Louis encephalitis virus transmission in Indian River Country, Florida*. Journal of Medical Entomology, 27:43-50.
- Dial, G.D., B.S. Wiseman, P.R. Davies, W.E. Marsh, T.W. Molitor, R.B. Morrison and D.G. Thawley 1992. *Strategies employed in the USA for improving the health of swine*. Pig News and Information, 13:111N-123N.
- Jalvingh, A.W. 1993. *Dynamic livestock modelling for on-farm decision support*. Proefschrift, Vakgroepen Agrarische Bedrijfseconomie en Veefokkerij, Landbouwniversiteit Wageningen, 161 pp.
- Julicher, C.H.M., E.G.M. van Klink, G. de Peuter, D.L. Schumer en G.H.J.M. Versteijken 1993. *De toekomst van de diergezondheid: wie zal het een zorg zijn?* Projectgroep diergezondheid in beweging. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage, 29 pp.
- Kemp, B. en J.W.G.M. Swinkels 1994. *Integrale structuur voor vrijwaring van dierziekten bij varkens*. Notitie van de Vakgroep Veehouderij, Landbouwniversiteit Wageningen en het Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, 8 pp.
- Kramer, W.L., R.H. Jones, F.R. Holbrook, T.E. Walton and C.H. Calisher 1990. *Isolation of arboviruses from Culicoides midges (Diptera: Cera topogonidae) in Colorado during an epizootic of vesicular stomatitis in New Jersey*, Journal of Medical Entomology, 27: 487-493.
- Kuiper, C.J. en M.R.Th.M. Martens 1994. *Specifieke pa thogeen-vrije gezondheidsprogramma's*, Tijdschrift voor Diergeneeskunde, 119:390-393.
- Le Moine, V., P. Vannier and A. Jestin 1987. *Microbiological studies of wild rodents in farms as carriers of pig infectious agents*. Preventive Veterinary Medicine, 4:399-408.
- Mandrup, M. en K.S. Madsen 1980. *Development and results of the Danish SPF-pig production system*. Proceedings of the 6th meeting of the International Pig Veterinary Society, Copenhagen, Denmark. pp. 364.
- Mellor, P.S., J. Boned, C. Hamblin and S. Graham 1990. *Isolations of African horse sickness virus from vector insects made during the 1988 epizootic in Spain*. Epidemiological Infections, 105:447-454.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij 1992. *Informatiebundel wijzigingen van de Veewet (varkenspestmaatregelen)*. Rapport nr. S21, IKC Veehouderij.
- Ministerie van VROM 1991. *Hoofdstuk 6: De bestrijding van ongedierte*. In Syllabus A. Stichting Vakopleiding Ongediertebestrijding, Wageningen.
- Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek taakgroep "Vrijwaring van specifieke ziektekiemen in de varkenshouderij" 1995. *Op weg naar vrijwaring van infectieziekten in de varkenshouderij*. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, 's-Gravenhage (in druk).
- Noordhuizen, J.P.T.M., A.M. Henken, W. Mocking, C.T.H. Vrolijk en P. van Voorthuizen 1994. *Oorzaken van variatie in het gebruik van antimicrobiële middelen in de vleesvarkenshouderij*. Tijdschrift voor Diergeneeskunde, 119:423-424.

Projectgroep 'Beheersen aerogene infectieroute' 1994. *De aerogene infectieroute (Microbiologische zuivering van binnenkomende ventilatielucht bij varkensstallen)*. Rapport G 13, Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Wageningen, 78 pp.

Rougoor, C.W., W.H.M. Baltussen, J.M. van Leeuwen en A.A. Dijkhuizen 1994. *Diergezondheid en diergeneesmiddelengebruik in de varkens en pluimveehouderij*. Vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie, Wageningen, 67 pp.

Sellers, R.F. and A.R. Maarouf 1990a. *Trajectory analysis of winds and eastern equine encephalitis in USA, 1980-5*. *Epidemiological Infections* 104, 329-343.

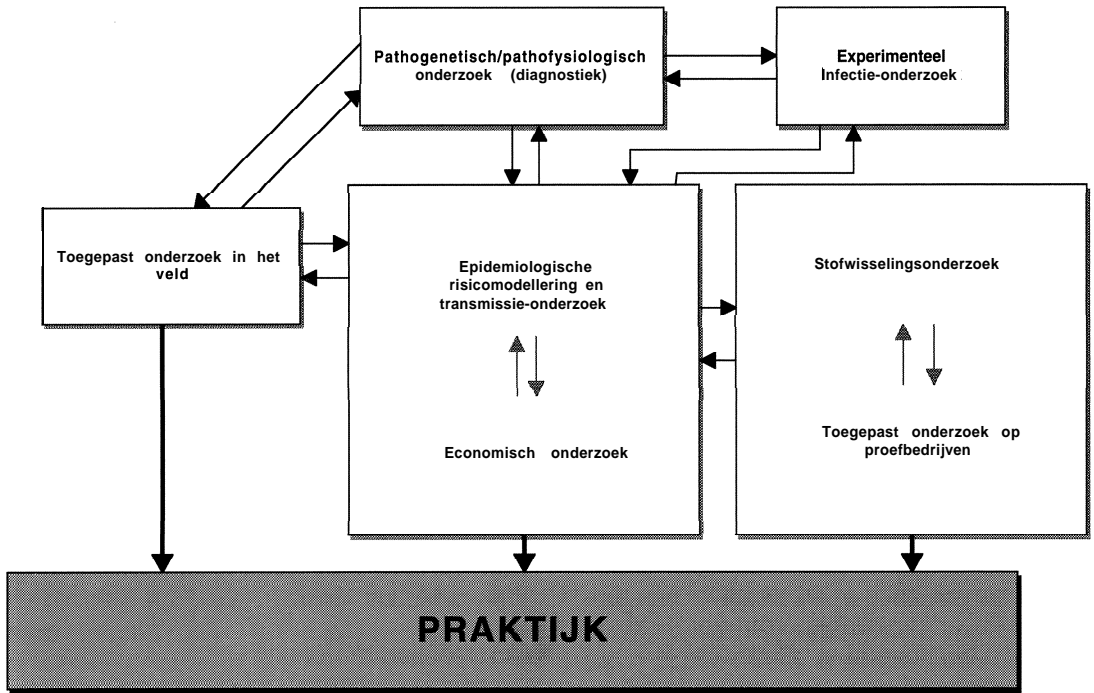
Sellers, R.F. and A.R. Maarouf 1990b. *Trajectory analysis of winds and vesicular stomatitis in North America, 1982-5*. *Epidemiological Infections* 104, 313-328.

Swinkels, J.W.G.M., P.C.M. Vesseur en C.N. Huysman 1993. *Aandacht voor de gezondheidszorg op het varkensbedrijf*. Notitie voor de bestuursvergadering van december 1993. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, 16 pp.

Vrey, P. de 1990. S.P.F. dierhouderij. *Productiviteit, kwaliteit en afzet van rood vlees en pluimveevlees*. Verslag van de contactdag "Naar den vleze", Dienst Landbouwkundig Onderzoek 30 mei 1990, Ede, pp. 5-11.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Onderzoeksprogramma "ISV-varken"



In het onderzoeksprogramma "Integrale Structuur voor Vrijwaring van infectieziekten bij varkens "ISV-varken" wordt samengewerkt en informatie uitgewisseld tussen fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek. Voor het ontwikkelen van diagnostische testen, epidemiologische ziekte(risico)modellen en economische analysemodellen wordt informatie aangeleverd vanuit het experimenteel infectie-onderzoek,

stofwisselingsonderzoek en toegepast onderzoek op de proefbedrijven en in het veld. Het in het kader van het onderzoeksprogramma "ISV-varken" uitgevoerde fundamenteel, toepassingsgericht en toegepast onderzoek levert ook informatie op over ziekteverwekkers die in de praktijk gebruikt kan worden bij het toepassen van de beheersingsstrategie.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P 1.81

"Het effect van de uitvoering van de zeugenbox in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen". G.P. Binnendijk; Hoofs, A.I.J.; Vermeer, H.M., november 1992.

Proefverslag P 1.82

"Het effect van vloertype in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen". E.R. ter Elst-Wahle; Hoofs, A.; Vermeer, H.M.; Rooy, A.M.A. van, november 1992.

Proefverslag P 1.83

"Vergelijking van 1,0,1,3 en 1,4 m lengte dichte vloer in kraamopfokhokken". E.R. Wahle; Vermeer, H.M.; Plagge, J.H.; Rooy, A.M.A. van, november 1992.

Proefverslag P 1.84

"Een vergelijking tussen zes typen kraamopfokhokken aan de hand van technische resultaten van zeugen en de uitval van biggen". E.R. ter Elst-Wahle; Vermeer, H.M.; Plagge, J.G., november 1992.

Proefverslag P 1.85

"Waterdamp in varkensstallen met diepstrooisel". C.E. van 't Klooster; Greutink, G.J., november 1992.

Proefverslag P 1.86

"Bruikbaarheid van een sensor voor meting van de hoeveelheid ventilatie in natuurlijk geventileerde stallen". D. Berckmans; Klooster, C.E. van 't; Vranken, E., november 1992.

Proefverslag P 1.87

"Verkleinen van de spreiding in aflevergewicht van vleesvarkens". R. Hoste; Baltussen, W.H.M., november 1992.

Proefverslag P 1.88

"Analyse van het interval spenen - eerste inseminatie". R.H.J. Scholten; Vesseur, P.C.; Kemp, B., februari 1993.

Proefverslag P 1.89

"KASVA Knelpunten analyse systeem varkenshouderij". W.H.M. Baltussen; Breembroek, J.A.; Elst-Wahle, E.R. ter; Ven, E.P.H.E. van de, januari 1993.

Proefverslag P 1.90

"Het effect van microbiel fytages in het voer op de opfokresultaten van gespeende biggen". C.M.C. van der Peet-Schwering, april 1993.

Proefverslag P 1.91

"Onderzoek aan een diepstrooiselsysteem op praktijkbedrijven". C.N. Huysman; Greutink, G.J.; Schellekens, J.J.M.; Pompe, J.C.A.M.; Vos, H.W., juli 1993.

Bijlage proefverslag P 1.91a

"Onderzoek aan een diepstrooiselsysteem op praktijkbedrijven". C.N. Huysman; Greutink, G.J.; Schellekens, J.J.M.; Pompe, J.C.A.M.; Vos, H.W., juli 1993.

Proefverslag P 1.92

"Rioleringsstelsel voor de afvoer van mest". J.G.M. Thelosen; Cuyck, J.H.M. van; Voermans, J.A.M., juli 1993.

Proefverslag P 1.93

"Ervaringen met biowassers op vleesvarkensbedrijven in PROPRO". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., juni 1993.

Proefverslag P 1.94

"Mestpannen in kraamstallen". N. Verdoes; Cuyck, J.H.M. van; Brok, G.M. den; Heitlager, B.P., augustus 1993.

Proefverslag P 1.95

"Reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen door mestspoelen met beluchte spoelvoelstof". P. Hoeksma; Oosthoek, J.; Verdoes, N.; Voermans, J.A.M., september 1993.

Proefverslag P 1.96

"Arbeid en arbeidsomstandigheden in diepstrooiselsystemen voor vleesvarkens".

P.F.M.M. Roelofs; Binnendijk, G.P.; Romein, H.J.; Sande-Schellekens, A.L.P. van de, augustus 1993.

Proefverslag P 1.97

"Wel of niet bedrijfsmatig bijvoeren van zogende biggen met vast voer". A. Hoofs, juli 1993.

Proefverslag P 1.98

"Extra waterverstrekking aan lacterende zeugen". J.H.M. van Cuyck; Baeten, P., oktober 1993.

Proefverslag P 1.99

"Ervaringen met biobedden op vleesvarkensbedrijven in PROPRO". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., augustus 1993.

Proefverslag P 1.100

"Poliklinische kraamafdelingen in combinatie met zoogafdelingen voor zeugen". A.I.J. Hoofs, februari 1994.

Proefverslag P 1.101

"Bedrijfsinpasbaarheid van vrijdragende afdekkingen op mestsilos; een enquête onder veehouders". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., september 1993.

Proefverslag P 1.102

"Ervaringen met diepstrooisel op een varkensbedrijf in PROPRO". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C.; Bokma, Sj., september 1993.

Proefverslag P 1.103

"De invloed van inweekmethode, waterdruk, waterdebiet en nozzle op het waterverbruik en de werktijd voor het reinigen van varkensstallen". P.F.M.M. Roelofs; Hoofs, A.I.J.; Binnendijk, G.P., december 1993.

Proefverslag P 1.104

"Ultrasone meting van spekdikte bij groeiende vleesvarkens en latere classificatieresultaten". W. Zhang; Huiskes, J.H.; Ramaekers, P.J.L., oktober 1993.

Proefverslag P 1.105

"Temperatuurbehoefte van lacterende zeugen in relatie tot voeropname, productie en energieverbruik". C.A. Makkink; Peet-Schwering, C.M.C. van der; Klooster, C.E. van 't; Versteegen, M.W.A.; Schrama, J.W., februari 1994.

Proefverslag P 1.106

"Vergelijking diepstrooiselsystemen met een traditioneel huisvestingssysteem; praktische ervaringen". J.G.M. Thelosen; Cuyck, J.H.M. van; Voermans, J.A.M., maart 1994.

Proefverslag P 1.107

"Gescheiden mesten van borgen en zeugen". C.M.C. van der Peet-Schwering; Binnendijk, G.P., april 1994.

Proefverslag P 1.108

"Het effect van biggenblazers op de uitval van zuigende biggen". G.M. den Brok; Hoofs, A.I.J., april 1994

Proefverslag P 1.109

"Het aantal nakomelingen van de eerste en van de tweede inseminatie, 24 uur na de eerste, bij zeugen die vier, vijf of zes dagen na spenen berig worden". P.C. Vesseur; Binnendijk, G.P., 1994.

Proefverslag P 1.110

"Basis Registratie Gezondheid". E.R. ter Elst-Wahle; Vesseur, P.C.; Fuchs, J.J.M.; Vernooij, J.C.M.; Haas-Klink, K.H. de; Huysman, C.N., juli 1994.

Proefverslag P 1.111

"MILIV: Milieu-investeringen op vleesvarkensbedrijven; een rekenmodel". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., 1994.

Proefverslag P 1.112

"Economische effecten van structuurbeïnvloedende maatregelen op de varkenshouderij in Nederland". G.B.C. Backus; Baltussen, W.H.M.; Bens, P.A.M., juni 1994.

Proefverslag P 1.113

"Moederloze opfok of verlenging van de zoogperiode van biggen met "Emma". C.N. Huysman; Roelofs, P.F.M.M.; Plagge, J.G.; Hoofs, A.I.J., 1994.

Proefverslag P 1.114

"Het beperkt voeren van borgen aan een brijbak". C.M.C. van der Peet-Schwering, Hoofs, A.I.J., 1994.

Proefverslag P 1.115

"De Turbomat voerautomaat voor gespeende biggen in vergelijking met een droogvoerbak". A.I.J. Hoofs en J.G. Plagge, 1994.

Proefverslag P1.116

"Gezondheidsproblemen van zeugen in groepshuisvesting". F.J. van der Wilt, L. Velenga en H.M. Vermeer, 1994.

Proefverslag P1. 117

"Technisch Model Varkensvoeding." Informatiemodel. C.M.C. van der Peet-Schwering e.a., 1994.

Proefverslag P1.118

"Het effect van de groeps grootte bij gespeende biggen op technische- en economische resultaten". H.M. Vermeer en A.I.J. Hoofs, 1994.

Proefverslag P1. 119

"Onderzoek naar mogelijkheden tot bepaling van de vlees kwaliteit van koppels vleesvarkens door benutting van lichtreflectiemeting". M.J.H.M. Klein Breteler, W.M. Wes, J.H. Huiskes, E. Kanis en P. Walstra, 1994.

Proefverslag P1. 120

"Vergelijking van het één-, twee- en drie-weekse produktiesysteem voor vermeerderingsbedrijven". P.F.M.M. Roelofs en P.M.H.K. Verbaarschot, 1994.

Proefverslag P1. 121

"Literatuurstudie naar de problematiek rondom het mesten van beertjes". R.H.J. Scholten, J.H. Huiskes en P.C. Vesseur, 1994.

Proefverslag P1. 122

"Mogelijkheden tot productie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesproducten hiervan". R.H.J. Scholten, J.H. Huiskes, W.H.M. Baltussen, R. Hoste, J.G.M. Thelosen en A.W. Vermeer, 1994.

Proefverslag P1. 122a

"Handleiding Rekenmodel BeerBorg + dis-kette". R.H.J. Scholten en J.H. Huiskes, 1994.

Proefverslag P1. 123

"Automatische bepaling van het individuele lichaamsgewicht van in groepen gehuisveste vleesvarkens met een voorhandweegsysteem". P.J.L. Ramaekers, J.H. Huiskes, M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, P.C. Vesseur en J.W.G.M. Swinkels, 1994.

Proefverslag P1. 124

"Varkenssector op kruispunt; drie mogelijke toekomstbeelden voor 2005". P.A.M. Bens, G.B.C. Backus en I.A.M.A. Jahae, november 1994.

Proefverslag P1. 125

"Studie naar klimatisering dekstal in relatie tot emissie en energie". I.A.A.C. Mouwen en J.G. Plagge, januari 1995.

Proefverslag P1. 126

"Relatie tussen speendiarree en het ijzer- en zinkgehalte in speenvoer bij biggen". J.W.G.M. Swinkels, G.P. Binnendijk en C.M.C. van der Peet-Schwering, februari 1995.

Proefverslag P1. 127

"Gebruikswaarde van kunststof roosters in kraamhokken met volledig roostervloer". A.I.J. Hoofs, maart 1995.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door *f* 18,50 per verslag (m.u.v. P1.117, deze kost *f* 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen *f* 20,- per P I-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én *f* 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P1. 117, deze kost *f* 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor *f* 250,- per jaar.