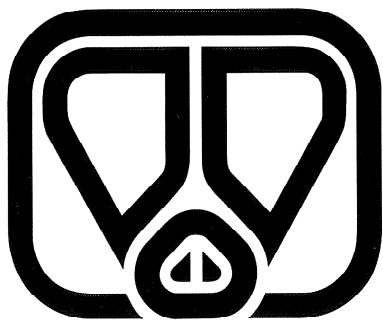


ing. P.F.M.M. Roelofs
ing. J.G. Plagge

Reinigen van varkensstallen na inweken met schuim of met water; kosten en kwaliteit

*Cleaning of rooms for pigs
after soaking with foam or
water; costs and quality*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Varkensproefbedrijf
"Noord- en Oost-Nederland"
Drosteweg 8
8101 NB Raalte
tel. 0572 - 35 21 74

Proefverslag nummer P 1.216
december 1998
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	8
2	TECHNIEKEN VOOR HET METEN VAN HYGIËNE	10
2.1	Visuele beoordeling	10
2.2	ATP-test	10
2.3	Kiemgetalbepaling	11
3	MATERIAAL EN METHODE	12
3.1	Proefbehandelingen	12
3.2	Waarnemingen	12
3.3	Verwerking gegevens	13
3.3.1	Werktijd en waterverbruik	13
3.3.2	Kwaliteit van het reinigen	14
3.4	Economische evaluatie	14
4	RESULTATEN	16
4.1	Samenhang tussen de waarnemingen	16
4.2	Invloed van inweekmethode op het reinigen	16
4.3	Invloed van inweekmethode op het reinigingsresultaat	17
4.4	Invloed van inweekmethode op het kiemgetal na desinfectie	18
4.5	Kosten en baten van inweken met schuim	18
5	DISCUSSIE	20
5.1	Meetmethoden voor het bepalen van de hygiëne	20
5.1.1	Benodigd aantal meetplaatsen per waarneming	20
5.1.2	Samenhang tussen ATP-waarde en kiemgetal	20
5.1.3	Bruikbaarheid van ATP-test en kiemgetalbepaling	21
5.2	Invloed van inweekmethode op het reinigingsproces en -resultaat	21
5.2.1	Reinigingsproces	21
5.2.2	Reinigingsresultaat	22
5.3	Betekenis voor de praktijk	24
6	CONCLUSIES	26
	LITERATUUR	27
	BIJLAGEN	29

SAMENVATTING

Op het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" in Raalte is van februari 1996 tot maart 1997 een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de inweekmethode op de benodigde werktijd en het waterverbruik voor het reinigen van varkensstallen en op de hygiënestatus van de hokken na het reinigen. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met DiversyLever. Het vond plaats in traditionele kraamafdelingen en biggenopfokafdelingen. De volgende twee inweekmethoden zijn met elkaar vergeleken:

WATER: De afdeling nat spuiten met schoon water en gedurende 1,5 uur nat houden.

SCHUIM: De afdeling inschuimen met een inweekmiddel (Stafilax Schuim@; minimale inweekperiode 15 minuten) en gedurende 50 minuten laten inweken.

Voorafgaand aan het inweken werden de afdelingen bezemschoon gemaakt. Na het inweken werden ze gereinigd met een hogedrukspuit (150 tot 200 atmosfeer en 16 liter per minuut) en vervolgens chemisch gedesinfecteerd met het desinfectiemiddel Quat®. De te reinigen afdelingen werden ingeweekt volgens proefbehandeling **WATER** Of **SCHUIM**.

De eerste keer werd per afdeling ad random bepaald welke proefbehandeling moest worden uitgevoerd, daarna werden de proefbehandelingen afwisselend toegepast. Gedurende het onderzoek is het reinigen zoveel mogelijk door dezelfde persoon uitgevoerd. Voorafgaand aan het reinigen werd aan de hand van een beoordelingslijst visueel een bevuilingsscore vastgesteld. Rond het reinigen werden onder andere de werktijd en het waterverbruik gemeten. Na het reinigen werden ATP-tests uitgevoerd om de hoeveelheid achtergebleven organisch vuil te bepalen. Na het desinfecteren werden kiemgetal-bepalingen uitgevoerd, als maat voor de bacteriële verontreiniging.

Er zijn geen publicaties bekend waarin de ATP-test is toegepast in varkensstallen. Om inzicht te krijgen in de bruikbaarheid van deze test in varkensstallen is de samenhang tussen (visuele) bevuilingsscore vóór het reinigen, ATP-waarde na het reinigen en kiemgetal na het desinfecteren bepaald.

Het meten van hygiëne

Er is een sterke correlatie tussen de bevuilingsscores van dezelfde hok-onderdelen die zijn bepaald in verschillende hokken in één afdeling. Ook tussen de verschillende onderdelen in één hok is samenhang, maar het is toch aan te bevelen meerdere onderdelen per hok (zoals voerbak, vloeren, hok-afscheidings) te beoordelen. Ook de ATP-waarden (een maat voor de hoeveelheid achtergebleven organisch materiaal) van verschillende hok-onderdelen hangen sterk samen. Voor kiemgetallen geldt dit in veel mindere mate. De bevuilingsscore vóór het reinigen hangt nauwelijks samen met de ATP-waarde of het kiemgetal na reinigen respectievelijk desinfecteren. Ook tussen ATP-waarden en kiemgetallen is er nauwelijks samenhang.

Geconcludeerd wordt dat ATP-test en kiemgetalbepaling allebei geschikte tests zijn om hygiëne in varkensstallen te beoordelen. Ze meten verschillende aspecten (respectievelijk de hoeveelheid organisch vuil en het aantal kiemen dat kan groeien op een voedingsbodem) en vullen elkaar aan.

Invloed op werktijd en waterverbruik

Het gebruik van een schuimend inweekmiddel heeft een gunstige invloed op de werktijd en op het waterverbruik tijdens het reinigen van de afdelingen. Reinigen van kraamafdelingen na inweekmethode **WATER** Of **SCHUIM** kostte respectievelijk 11,6 minuten en 9,5 minuten per hok ($p < 0,01$) en respectievelijk 180 liter en 135 liter water per hok ($p < 0,01$). Het reinigen van biggenopfokafdelingen na inweekmethode **WATER** Of **SCHUIM** kostte respectievelijk 7,2 minuten en 6,4 minuten per hok (n.s.) en respectievelijk 102 liter water en 90 liter water per hok ($p < 0,1$). Bij een waardering voor arbeid van f 38,54 per uur en mestafzetkosten van f 24,30 per m³ bedragen de kosten voor arbeid, water en mestafzet in kraamafdelingen na inweekmethode **WATER** en **SCHUIM** respectievelijk f 11,86 en f 9,70 per hok ($p < 0,01$) en in biggenopfokafdelingen respectievelijk f 7,03

en f 6,33 per hok ($p < 0,01$). Inclusief de kosten van het schuimende inweekmiddel bedraagt de besparing in kraamafdelingen en biggenopfokafdelingen respectievelijk f 1,74 per hok ($p < 0,01$) en f 0,28 per hok (niet significant). Op basis van deze resultaten en van eerder onderzoek wordt ook voor vleesvarkensafdelingen een kostenbesparing en een arbeidsbesparing verwacht als er wordt ingeweekt met schuim in plaats van met water.

Naast deze economische waardering spelen ook de arbeidsomstandigheden en het reinigingsresultaat een rol. Het reinigen van stallen is fysiek belastend werk onder slechte arbeidsomstandigheden. Vanwege de verkorting van de werktijd zal gebruik van een schuimend inweekmiddel voor veel varkenshouders aantrekkelijk zijn.

Invloed op reinigingsresultaat

Het gemiddelde waarderingscijfer, gebaseerd op kiemgetallen en berekend zoals de Gezondheidsdienst voor Dieren dat doet, was na beide proefbehandelingen zeer goed. In de biggenopfokafdelingen was er toch nog een tendens naar een beter waarderingscijfer na **SCHUIM** en reinigen dan na **WATER** en reinigen.

De ATP-waarde op de vloeren in de kraamafdelingen was na **SCHUIM** en reinigen een factor zeven lager ($p < 0,05$) dan na **WATER** en reinigen. Op alle onderdelen van de kraamhokken was de mediaan van de waargenomen ATP-waarden na **SCHUIM** en reinigen lager dan na **WATER** en reinigen, maar

over de hokken als geheel berekend was de afname niet significant. In de biggenopfokafdelingen was de ATP-waarde na **SCHUIM** en reinigen lager ($p < 0,05$) dan na **WATER** en reinigen op de voerbakjes, de roostervloeren en de hokafscheidingen. Ook hier was het waargenomen verschil over de gehele hokken niet significant.

Op de meeste meetplaatsen in de kraam- en biggenopfokhokken was ook het waargenomen kiemgetal lager na **SCHUIM**, maar dit verschil was veel kleiner en meestal niet significant. Blijkbaar is het mogelijk materialen aan de oppervlakte te ontsmetten. De kans bestaat echter dat daaronder nog veel kiemen aanwezig zijn, zeker indien het oppervlak niet visueel schoon is.

Op basis van de huidige kennis is de kwaliteit van het reinigen niet economisch te waarderen. Wel voorkomt goed reinigen dat een besmetting wordt overgebracht van de ene ronde naar de volgende ronde. Bovendien is het aannemelijk dat het gunstig is wanneer biggen bij de geboorte of na verplaatsen in een schoon hok terecht komen. Ze zijn in die periode extra gevoelig voor ziektekiemen, en zullen in een schoon hok minder snel ziek worden en daardoor beter doorgroeien dan in een minder schoon hok.

Op basis van de genoemde effecten (minder kosten, lagere ATP-waarden en, hoewel slechts in enkele gevallen significant, lagere kiemgetallen) wordt het gebruik van een schuimend inweekmiddel aanbevolen boven inweken met alleen water.

SUMMARY

Between February 1996 and March 1997 an experiment was conducted at the Experimental Farm for Pig Husbandry "North- and East-Netherlands" at Raalte. The aim of the experiment was to study the effect of the soaking procedure on working hours and water consumption, needed to clean rooms after all in-all out and on the quality of the cleaning process. The study was done in cooperation with DiversylLever. The next two soaking procedures were studied in farrowing rooms and rooms for weaned piglets:

WATER: To drench the room with clear water and to keep it wet for 1.5 hours.

FOAM: To soak the room with a foaming soaking detergent (Stafilax Schuim@; minimum soaking period is 15 minutes) and to leave it for 50 minutes.

Before soaking, the pens and passages were swept clean. After soaking, they were cleaned by using a high pressure cleaner (150 - 200 atm. and 16 litres per minute), and by disinfecting them with a detergent (Quat®).

The rooms were soaked according the **WATER** or **FOAM** procedure. For the first cleaning in each room, which soaking procedure would be used was randomly chosen. The following cleanings **WATER** and **FOAM** were carried out alternately. During the experiment almost all cleanings were done by the same person. Prior to the cleaning, a visual 'dirtyness-score' of the pens was made, on the basis of an assessment record. Working hours and water consumption for cleaning were measured. After cleaning, ATP-bioluminescence tests were done to determine the amount of remaining organic material, and disinfection was checked by using Rodac discs. No literature was available on the use of ATP tests in pig houses. To get insight into their usefulness, correlations between several tests were determined.

Determining hygiene

A high correlation between visual dirtyness-scores of the same parts of different pens in one room was found. Although there was

also a considerable correlation between different parts in one pen, it is advised to assess more parts of the pens (e.g. feeders, floors, pen partitions). Also the results of ATP-tests correlated, but the results of the Rodac-tests hardly did. No correlation was found between ATP-test and Rodac-test. It can be concluded, therefore, that ATP-test and Rodac test are both useful for hygiene control in rooms for pigs. They are complementary tests, measuring different aspects of hygiene (the amount of organic material (RLU) and the number of colony forming units (CFU), respectively).

Effect on working hours and water consumption

FOAM decreased working hours and water consumption for cleaning, if compared to **WATER**. In farrowing rooms, cleaning after **WATER** or **FOAM** lasted 11.6 and 9.5 minutes per pen respectively ($p < 0.01$). Water consumption was 180 litres and 135 litres per pen respectively ($p < 0.01$). In rooms for weaned piglets, cleaning after **WATER** or **FOAM** lasted 7.2 and 6.4 minutes per pen respectively (n.s.), and water consumption was 102 and 90 litres per pen respectively ($p < 0.1$). For Dutch conditions, costs of labour, water and manure distribution decrease from Dfl 11.86 to Dfl 9.70 per pen and from Dfl 7.03 to Dfl 6.33 per pen in farrowing rooms and rooms for weaned piglets respectively, if the rooms are soaked with **FOAM** instead of **WATER**. Including the costs of the detergent, the costs decrease by Dfl 1.74 per pen in farrowing rooms ($p < 0.01$) and Dfl 0.28 per pen in rooms for weaned piglets (not significant). Also in rooms for growing and finishing pigs it is expected that the use of a foaming detergent saves money. Besides the economic value, working conditions and quality of the cleaning process are important. The use of high pressure cleaning involves heavy physical work under poor working conditions. Due to the reduction in working hours, **FOAM** will be extra attractive to many farmers.

Effect on quality of cleaning

The average hygiene rating, calculated according to the Animal Health Service and based on CFU-counts was clearly good after WATER as well as after FOAM.

ATP-tests were done after cleaning, but before disinfection. In the farrowing pens, the ATP-value on floors was seven times lower after FOAM than after WATER ($p < 0.05$), and total ATP-value in farrowing pens was two times lower (n.s.). In pens for weaned piglets, the ATP-value for feeders, slatted floors and pen partitions was ten times lower after FOAM than after WATER ($p < 0.05$) and total ATP-value in pens for weaned piglets was nine times lower (n.s.).

After cleaning and disinfection, on most parts of the pens also the number of colony forming units was lower after FOAM than after WATER, but the difference was very small and not significant. It is possible to disinfect the

surface of materials well. However, underneath this surface there might be many micro-organisms, especially when visual contamination can be seen.

On the basis of current knowledge, an adequate economic assessment of hygiene cannot be done. Adequate cleaning and disinfecting can, however, prevent micro-organisms transferring from one batch of pigs or piglets to another, so as to infect them. Moreover, it is likely to be favourable that piglets come in a clean pen after birth or after being moved to other housing, since during this period they are extra sensitive to diseases. Probably fewer piglets will get a disease and performance will be better when pens are cleaned better.

Based on the effects mentioned before it is advised to use a foaming detergent for soaking instead of soaking with only water.

1 INLEIDING

Op 98% van de 438 zeugenbedrijven die in 1996 hebben deelgenomen aan een onderzoek naar gezondheidsmanagement wordt all in-all out toegepast en worden de afdelingen gereinigd. 70% van de varkenshouders ontsmet de afdelingen na het reinigen (Ter Elst-Wahle et al., 1998). Deze en andere maatregelen worden genomen om de bedrijfshygiëne op een zodanig niveau te brengen dat de varkens optimaal kunnen produceren.

In lang niet alle gevallen wordt er echter goed gereinigd en gedesinfecteerd. Bij kiemgetalbepalingen in gereinigde vleesvarkensafdelingen van Nederlandse praktijkbedrijven scoorde 26% van de afdelingen slecht, 43% matig en 31% goed (Hulsen, 1991). In een soortgelijk Frans onderzoek werden op 18% van de monsters geen kieren gevonden en raakte 13% van de monsters geheel overgroeid (Madec, 1997). Een probleem bij het motiveren van varkenshouders om goed te reinigen en desinfecteren is dat de kosten wel zichtbaar zijn, maar dat het effect van het reinigen niet goed zichtbaar is. De kosten bestaan uit kosten voor arbeid, water, een eventueel reinigingsmiddel, reinigingsapparatuur, mestopslag en mestafvoer. Bovendien is het reinigen van varkensstallen een regelmatig terugkerend werk dat fysiek belastend is voor de varkenshouder en arbeidspijken veroorzaakt.

Dit onderzoek is gericht op verbetering van de kwaliteit van het reinigen en desinfecteren Roelofs et al. (1993) hebben de invloed van inweekmethode, debiet, waterdruk en type nozzle op de kosten voor het reinigen onderzocht. In vleesvarkensafdelingen kwam inweken met schuim als beste naar voren. Ook in vermeerderingsafdelingen werden gunstige resultaten met inschuimen gevonden, maar vanwege het geringe aantal herhalingen konden deze resultaten niet statistisch worden onderbouwd. In het onderzoek van Roelofs et al. (1993) is het reinigingsresultaat alleen visueel beoordeeld.

Reinigen en desinfecteren zijn verschillende werkzaamheden. Het schoonmaken schept

de voorwaarde voor effectief desinfecteren. Schoonmaken en desinfecteren dienen dan ook niet gecombineerd te worden, maar achtereenvolgens te worden uitgevoerd met voldoende tussentijd (Rohde, 1992).

Ook bij de beoordeling van het resultaat moet onderscheid gemaakt worden tussen het reinigen en het desinfecteren. In de praktijk wordt de kwaliteit van het reinigen alleen visueel beoordeeld en wordt de kwaliteit van het desinfecteren incidenteel gemeeten. Een visuele beoordeling is subjectief en is ongeschikt voor kwaliteitscontrole of normering. In de levensmiddelenindustrie wordt de ATP-test toegepast voor het meten van de kwaliteit van het reinigen (Stekelenburg, 1988). Met deze methode voor het meten van de hoeveelheid achtergebleven organisch materiaal zijn in varkensstallen nog geen ervaringen beschreven. Met het beoordelen van de kwaliteit van het desinfecteren is in de varkenshouderij wel ervaring opgedaan. De Gezondheidsdienst voor Dieren beoordeelt de hygiëne op varkensbedrijven mede op basis van kiemgetal bepalingen met behulp van contactafdrukken.

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig:

- 1 Bepalen van de invloed van inweken met een schuimend inweekmiddel in plaats van inweken met water op het waterverbruik en de benodigde werktijd voor reinigen en op de kwaliteit van het reinigen.
- 2 Bepalen van de bruikbaarheid van de ATP-test voor het meten van de kwaliteit van het reinigen van varkensstallen. Met 'bruikbaarheid' wordt bedoeld dat de test voldoende onderscheidend vermogen heeft en dat de test praktisch uitvoerbaar is.

Aan de meeste inweekmiddelen zijn grondstoffen toegevoegd die de oppervlaktespanning verlagen en vetten emulgeren. Om inweekmiddelen op de markt te kunnen brengen is geen toelatingsprocedure vereist, zoals voor desinfectiemiddelen. Effecten van het gebruik van (schuimende) inweekmiddelen op de gezondheid van varkenshouders en op de levensduur van de stalrichting

vallen buiten dit onderzoek.
Het onderzoek is uitgevoerd door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij. Er is samen-

gewerkt met DiversyLever, leverancier van de gebruikte inweek- en desinfectiemiddelen en van de gebruikte ATP-test.



Inweken met schuim van kraamhokken

2 TECHNIEKEN VOOR HET METEN VAN HYGIËNE

Bij onderzoek naar reinigingsmethoden voor varkensstallen is behalve het waterverbruik en de werktijd ook de kwaliteit van het reinigen van belang. Om de invloed van de reinigingsmethode op de kwaliteit van het reinigen te bepalen moet deze objectief worden gemeten.

Corstiaensen (1990) onderscheidt voor slachterijen onder andere de volgende drie technieken: visuele beoordeling, ATP-test en kiemgetalbepaling door middel van agar-contactafdrukken. De kiemgetalbepaling is een vorm van bacteriologisch onderzoek, de ATP-test is een zogenaamde afgeleide bepaling (Nijskens, 1995).

Als blijkt dat deze drie technieken in varkensstallen functioneren, hebben ze ieder hun eigen voor- en nadelen. De visuele beoordeling is dezelfde methode die varkenshouders en diervverzorgers toepassen tijdens het reinigen en is snel en goedkoop, maar zeer subjectief. De ATP-test geeft ook vrij snel informatie over de kwaliteit van het reinigen, is objectief maar vrij duur. De agar-contactafdrukken ("kiemgetalbepalingen") geven informatie over het aantal levensvatbare kiemen na desinfectie, zijn minder duur dan de ATP-test maar geven pas na een etmaal een uitslag.

2.1 Visuele beoordeling

Bij een visuele beoordeling wordt zonder meetapparatuur gekeken of een afdeling goed schoon is. Om gestructureerd te kijken kan als hulpmiddel een beoordelingslijst worden gebruikt.

Visuele beoordeling aan de hand van een goede beoordelingslijst geeft informatie die voldoende objectief is om beoordelingen op verschillende momenten en plaatsen en zelfs door verschillende personen te kunnen vergelijken (Corstiaensen, 1990). Een goede beoordelingslijst bevat minimaal: (1) de plaats van beoordeling; (2) het moment van beoordeling en (3) de mate van bevuilding, waarbij gekozen moet worden uit gedefinieerde categorieën. De categorie 'matig' mag niet voorkomen. Voor monitoring van de kwaliteit van een reinigingsproces acht

Corstiaensen (1990) ook een totaalscore van belang.

Volgens Essens (1991) is het echter zeer moeilijk om visueel te beoordelen of een afdeling bacterieel schoon is. Bij een onderzoek op vijf praktijkbedrijven waren de afdelingen na het reinigen op alle bedrijven visueel ongeveer even schoon, maar bleken er aanzienlijke verschillen tussen de kiemgetallen te zijn.

2.2 ATP-test

Met de ATP-test wordt gemeten hoeveel organisch vuil er op een oppervlak aanwezig is. De test meet dus iets anders dan de kiemgetalbepaling (paragraaf 2.3) en dient, in tegenstelling tot de kiemgetalbepaling, vóór het desinfecteren te worden uitgevoerd. De naam van de ATP-test is afgeleid van adenosine-tri-fosfaat (ATP), de energiedrager in alle levende organismen. Met behulp van een wattenstaafje (swab) wordt het vuil van een bepaald oppervlak genomen. Alle levende cellen in dit monster bevatten ATP. Het monster wordt in contact gebracht met een reagens waardoor het ATP wordt omgezet in adenosine-mono-fosfaat (AMP). Bij deze chemische reactie komt licht vrij. De hoeveelheid licht, uitgedrukt in RLU's (relative light units), is een maat voor de mate van biologische verontreiniging. De meetprocedure duurt enkele minuten.

Door naast elkaar een universeel en een selectief reagens te gebruiken kan onderscheid gemaakt worden tussen de totale hoeveelheid ATP en de hoeveelheid somatisch ATP. Somatisch ATP is alleen afkomstig van weefselcellen (Stekelenburg en Corstiaensen, 1987). Het verschil tussen de hoeveelheden totaal en somatisch ATP is de hoeveelheid bacterieel ATP. Een nadeel van de meetprocedure met een selectief reagens is dat deze ongeveer 45 minuten langer duurt dan die voor het meten van de totale hoeveelheid ATP.

Volgens Stekelenburg en Corstiaensen (1987) kan de hoeveelheid bacterieel ATP redelijk betrouwbaar worden bepaald vanaf ongeveer 10^4 bacteriën per cm^2 .

Corstiaensen (1990) vindt de methode daarom te grof voor bepaling van het aantal bacteriën op oppervlakken in de vleesindustrie. Duidelijke afwijkingen in de hygiëne kunnen er wel mee wordenesignaleerd (Stekelenburg en Corstiaensen, 1987). Verder vindt Corstiaensen (1990) de ATP-test toepasbaar voor periodieke controle van het schoonmaken van sanitaire-, sociale- en kantoorruimten. Ook Booltink en Braak (1990) vinden de ATP-test geschikt voor schoonmaakbeheer in sanitaire en sociale ruimten, onder voorwaarde dat de metingen gedurende een langere periode plaatsvinden. Dan kan achterhaald worden of fouten in het schoonmaakproces veroorzaakt worden door de schoonmakers, het gebruikte materiaal of de toegepaste schoonmaakmethode. Bell et al. (1994) gebruikten de ATP-test om de hygiëne van melktankauto's te controleren. Ze hebben kritieke plaatsen op deze auto's vastgesteld, die een goede indicatie geven van de hygiëne van de auto in zijn geheel. Volgens Wiegersma et al. (1997) zal het opstellen van een protocol, het vinden van kritieke plaatsen en het opstellen van normen voor het testen van melkinstallaties op Nederlandse melkveebedrijven moeilijk zijn. Dit komt door de grote variatie tussen bedrijven. Ze vinden de ATP-test wel geschikt voor het objectief vergelijken van installaties en om veehouders zwakke plekken in de reiniging te tonen.

2.3 Kiemgetalbepaling

Door middel van een kiemgetalbepaling wordt er gemeten hoeveel bacteriën, die zich op een bepaalde voedingsbodem kunnen vermenigvuldigen, er op een oppervlak aanwezig zijn. De kiemgetal bepaling moet worden uitgevoerd na desinfectie. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de swab-methode en de Rodac-methode. Bij de swab-methode wordt het te bemonsteren oppervlak met een vochtig wattenpropje aan een staafje afgestreken. Vervolgens wordt het staafje intensief geschud in een verdunningsvloeistof. Het aantal kiemen dat binnen een bepaalde tijd in de vloeistof uitgroeit tot een kolonie is een maat voor de hygiëne. Bij

de Rodac-methode ('Replicate Organism Detection and Counting') wordt een schijfje agar op het te bemonsteren oppervlak gedrukt. De schijfjes kunnen met een steriel mes van een worst worden afgesneden of er worden kleine petrishaaltjes gebruikt met een agar-voedingsbodem. Door gerichte keuze van de voedingsbodem wordt de aanwezigheid van bepaalde groepen bacteriën gemeten. Om desinfectiemiddelen die op het te bemonsteren oppervlak aanwezig kunnen zijn te neutraliseren kunnen stoffen aan de agar worden toegevoegd. Na de monsternamen worden de schijfjes of schaal-tjes gedurende 24 uur bebroed bij 37 graden Celsius. Daarna wordt het kiemgetal (uitgedrukt in kolonievormende eenheden per cm^2 ; KVE/ cm^2) door telling bepaald. De swab-methode en de Rodac-methode zijn niet met elkaar vergelijkbaar. De resultaten van beide metingen moeten worden vergeleken met normen. Het vaststellen van normen is echter moeilijk omdat daarvoor standaardisatie van de meetmethoden nodig is. Standaardisatie geeft problemen door verschillen in ruwheid van te bemonsteren oppervlakken (Harrewijn, 1982), moment en plaats van de monsternamen, monsternemer en bebroeding (Corstiaensen, 1990). De Stichting Gezondheidsdienst voor Dieren in Zuid-Nederland heeft al veel kiemgetalbepalingen in varkensstallen uitgevoerd en op basis hiervan een normering opgesteld (Essens, 1991).

Het doel van kiemgetalbepalingen is het controleren van de desinfectie en niet van het reinigen. Een laag kiemgetal hoeft namelijk niet te betekenen dat er goed is schoongemaakt. Het is zelfs mogelijk dat er veel bacteriën in het dieper gelegen vuil zitten en worden beschermd tegen de aantonnings-techniek (Corstiaensen, 1990). Tenslotte moet worden bedacht dat de kiemgetal-bepaling alleen informatie geeft over bacteriën die kunnen groeien op de gekozen agar-voedingsbodem. De aanwezigheid van andere bacteriesoorten of (micro-)organismen (zoals virussen of worm-eieren) wordt niet gemeten.

3 MATERIAAL EN METHODE

Het onderzoek is uitgevoerd in de gangbare kraam- en biggenopfokafdelingen van het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte, die 'normaal' zijn gebruikt. Het onderzoek is uitgevoerd in tien verschillende kraamafdelingen en acht verschillende biggenopfokafdelingen, met zes tot veertien hokken per afdeling. Sommige afdelingen waren recent verbouwd. De eerste schoonmaakronde na verbouwing van een afdeling is niet in het onderzoek meegenomen.

3.1 Proefbehandelingen

Nadat een afdeling leeg kwam werd deze bezemschoon gemaakt (verwijderen van los zittend vuil) en ingeweekt volgens één van de hierna omschreven proefbehandelingen. Er is voor gezorgd dat de afdelingen tijdens de inweekperiode niet opdroogden. Zonodig werd de afdeling opnieuw natgemaakt. Daarna is er met een hogedrukspuit (met een vlakstraalnozzle, 150 tot 200 atmosfeer en 16 liter/minuut) gereinigd totdat de afdeling visueel schoon was. Na het reinigen is de afdeling "drooggemaakt" door eventuele plassen water met een trekker te verwijderen en voerbakken waar water in stond te ledigen, waarna er is ontsmet. De ontsmetting is uitgevoerd met een hogedrukspuit, bij een werkdruk van 100 atm. Er werd een spuitlans met voorraadvat op de spuit aangesloten en het vat werd gevuld met 250 cc desinfectiemiddel (Quat®, DiversyLever, Maarsse). De wateropbrengst van de spuitlans is proefondervindelijk vastgesteld op 10 liter per minuut. Om het desinfectiemiddel gelijkmatig en in de juiste concentratie (2 tot 4%) over de hele afdeling te verspreiden, moest de afdeling in ongeveer 2 minuten worden gedesinfecteerd.

De proefbehandelingen verschillen qua inweekmethode en zijn als volgt omschreven:

WATER: Inweken met water, reinigen met water en desinfecteren.
Gedurende minimaal 60 minuten inweken met water en direct daarna reinigen. De afdeling mocht tijdens of na het inweken niet opdrogen. Na het

reinigen en droogmaken van de afdeling (en de ATP-test) zijn de afdelingen gedesinfecteerd.

SCHUIM: Inweken met Stafilax Schuim® (DiversyLever), reinigen met water en desinfecteren.
De afdeling eerst nat maken met water en aansluitend het schuimende inweekmiddel aanbrengen en gedurende minimaal 15 minuten laten inweken. Per afdeling met tien hokken werd een liter schuimmiddel gebruikt. Direct na het inweken werd er gereinigd. Na het reinigen en droogmaken van de afdeling (en de ATP-test) zijn de afdelingen gedesinfecteerd.

De te reinigen afdelingen werden gereinigd volgens proefbehandeling **WATER** Of **SCHUIM**. Om verstregeling tussen afdeling en proefbehandeling te voorkomen werden in elke afdeling beide proefbehandelingen uitgevoerd. De eerste keer werd per afdeling ad random de proefbehandeling bepaald, daarna werden de proefbehandelingen afwisselend toegepast. De afdelingen werden gereinigd door ervaren personen en beide proefbehandelingen in één afdeling moesten door dezelfde persoon zijn uitgevoerd.

3.2 Waarnemingen

Er zijn waarnemingen verricht op afdelingsniveau en op hokniveau. Van elke te reinigen afdeling zijn geregistreerd:

* Voor het reinigen op afdelingsniveau:

- visuele bevuilingscore, volgens protocol Scoren van hokbevuiling ten behoeve van schoonmaakonderzoek' (bijlage 1);
- naam dierversorger; proefbehandeling; het aantal te reinigen hokken;
- het wel of niet opfokken van biggen in de kraamafdeling; het aantal dagen leegstand voor het reinigen; de afdelingstemperatuur voor het reinigen.

* Tijdens en rond het reinigen op afdelingsniveau:

- waterverbruik en werktijd voor het

bezemschoon maken, inweken, reinigen en desinfecteren.

* Na het reinigen op hokniveau:

- 10 ATP-bemonsteringen (Biotrace, DiversylLever, Maarssen) op de in bijlage 2 weergegeven plaatsen in één hok. De ATP-tests werden kort na het reinigen, maar voor het desinfecteren uitgevoerd. De afdeling mocht nat zijn, maar er mochten geen plassen in staan.
- 10 kiemgetalbepalingen volgens de Rodac-methode (Biotrading Benelux B.V., Mijdrecht). De contactafdrukken werden genomen na het desinfecteren en op dezelfde plaatsen waar de ATP-tests werden verricht, maar in een ander hok aan dezelfde kant van de voergang. Hierdoor werd uitgesloten dat het uitvoeren van de ATP-test de kiemgetalbepaling zou beïnvloeden. De metingen zijn uitgevoerd volgens het KH-plan (RUU, 1988), door de persoon die ook de ATP-tests heeft uitgevoerd. Er zijn Rodac-plaatjes met TSA+tween+lecithine voedingsbodems gebruikt. TSA (tryptone soy agar) is rijker aan voedingsstoffen dan het eveneens veel gebruikte PCA. Tween en lecithine inactiveren de meeste groeiremmende stoffen, zoals zeepresten.

3.3 Verwerking gegevens

Verschillen zijn statistisch significant als $p < 0,05$. Als $0,05 < p < 0,1$ is dat aangegeven als een tendens, bij hogere p-waarden zijn geen significante verschillen aangetoond. Aan de hand van de visuele beoordelingen vóór het reinigen is met behulp van het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1994) bepaald of er tussen de proefbehandelingen systematische verschillen waren in bevuilding van de te reinigen hokken. Omdat de ATP-waarden en kiemgetallen volgens de Wilk-Shapiro toets (**PROC UNIVARIATE NORMAL**, SAS Institute Inc., 1989) niet normaal verdeeld waren, zijn ze eerst logaritmisch getransformeerd. De getransformeerde data waren wel normaal verdeeld. Om inzicht te krijgen in eventuele verbanden tussen de resultaten van de drie toegepaste methoden voor het meten van hygiëne is per meetmethode (bevuildingsscore, ATP-waarde

en kiemgetal) de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) tussen waarnemingen op verschillende plaatsen berekend. Tevens is per meetplaats de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) berekend tussen de bevuildingsscores vóór het reinigen en de ATP-waarden na het reinigen en tussen de ATP-waarden voor desinfectie en kiemgetallen na desinfectie. De correlaties zijn berekend met behulp van het statistische pakket SAS (**PROC CORR PEARSON**, SAS Institute Inc., 1989).

3.3.1 Werktijd en waterverbruik

Het onderzoek was gericht op de effecten van de twee inweekmethoden op de respons van de variabelen arbeid, waterverbruik, ATP-waarde en kiemgetal.

Bij de analyses is de reinigingsbeurt per afdeling beschouwd als experimentele eenheid. Werktijden en waterverbruik zijn per hok berekend. De werktijden en hoeveel heden verbruikt water per hok zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (**PROC GLM**, SAS Institute Inc., 1989), volgens model A.

Model A:

$$Y = C + Afd_i + Kwartaal_j + T_{afd} + Leegst + Tijds_{bezem} + Druk + Behand. + e$$

waarbij

- Y = werktijd (minuten per hok) of waterverbruik (liter per hok)
- C = constante
- Afd_i = afdeling
- Kwartaal_j = kwartaal waarin de waarneming is verricht, met $j = 1, 2, \dots, 9$
- T_{afd} = afdelingstemperatuur
- Leegst = leegstand (dagen x aantal hokken)
- Tijds_{bezem} = tijd voor bezemschoon maken (minuten)
- Druk = waterdruk (atm.)
- Behand. = proefbehandeling, met $k =$ 'inweken met water' of 'inweken met schuim'
- e = restterm ($\bar{e} = 0$ en variantie $= \sigma^2$)

Verklarende variabelen die onvoldoende bijdroegen aan de kwaliteit van het model zijn uit het model verwijderd.

3.3.2 Kwaliteit van het reinigen

De resultaten van de ATP-tests en van de kiemgetal bepalingen zijn afzonderlijk geanalyseerd, met behulp van statistische modellen. De werktijd en het waterverbruik zijn niet in het model opgenomen omdat ze het gevolg zijn van de proefbehandelingen.

Van de tien gemeten ATP-waarden op één datum in één hok is de mediaan berekend. Ook de medianen van waarnemingen op vergelijkbare plaatsen (hier is onderscheid gemaakt tussen voer- of drinkbakken, roostervloeren, dichte vloeren, hokafscheidingen en muren) zijn berekend. Vervolgens zijn de gelogtransformeerde ATP-waarden geanalyseerd met behulp van variantie-analyse, volgens model B.

Model B:

$$Y = C + Afd_i + Kwartaal_j + Leegst + Behand, + e$$

waarbij

$$Y = \ln(RLU)$$

$$C = \text{constante}$$

$$Afd_i = \text{afdeling}$$

$$Kwartaal_j = \text{kwaartal waarin de waarneming is verricht, met } j = 1, 2, \dots, 9$$

$$Leegst = \text{leegstand (dagen x aantal hokken)}$$

$$Behand, = \text{proefbehandeling, met } k = \text{'inweken met water' of 'inweken met schuim'}$$

$$e = \text{restterm (} e = 0 \text{ en variantie} = \sigma^2 \text{)}$$

Verklarende variabelen die onvoldoende bijdroegen aan de kwaliteit van het model ($p > 0,1$) zijn uit het model verwijderd. Uit de resultaten van deze analyses is per meetplaats en inweekmethode de mediaan van de meetresultaten berekend, alsmede de ratio tussen de aantallen RLU's na beide proefbehandelingen.

Van de kiemgetallen zijn op dezelfde manier gemiddelden berekend als van de resultaten van de ATP-tests en ook hier is logtransformatie uitgevoerd. De data zijn geanalyseerd volgens model C.

Model C:

$$Y = C + Afd_i + Kwartaal_j + t \text{ Behand} + e$$

waarbij

$$Y = \ln(\text{kiemgetal})$$

$$C = \text{constante}$$

$$Afd_i = \text{afdeling}$$

$$Kwartaal_j = \text{kwaartal waarin de waarneming is verricht, met } j = 1, 2, \dots, 9$$

$$Behand, = \text{proefbehandeling, met } k = \text{'inweken met water' of 'inweken met schuim'}$$

$$e = \text{restterm (} e = 0 \text{ en variantie} = \sigma^2 \text{)}$$

Verklarende variabelen die onvoldoende bijdroegen aan de kwaliteit van het model ($p > 0,1$) zijn uit het model verwijderd. Het resultaat van de ATP-test is niet in model C opgenomen omdat het statistisch model hierdoor niet verbeterde. Uit de resultaten van deze analyses is per meetplaats en inweekmethode de mediaan van de meetresultaten berekend, alsmede de ratio tussen de kiemgetallen na beide proefbehandelingen.

Om de kiemgetallen ook aan een norm te kunnen toetsen zijn per hok de gemiddelde waarderingscijfers berekend volgens de methode die de Gezondheidsdienst voor Dieren toepast en die is beschreven door Essens (1991). Deze waarderingscijfers variëren van 1 (zeer slecht) tot 10 (zeer goed). De waarderingscijfers zijn getoetst zoals de kiemgetallen, maar zonder logtransformatie.

3.4 Economische evaluatie

De economische consequenties van het met schuim inweken van de afdelingen zijn berekend op basis van de volgende uitgangspunten (prijzen exclusief BTW).

* Het inweekmiddel (Stafilax Schuim®) kost f 84,20 per 20 liter. Per kraam- of biggen-opfokafdeling met tien hokken is één liter inweekmiddel gebruikt.

Het desinfectiemiddel (Quat®) kost f 145,- per 20 liter en wordt gebruikt in een 0,5 tot 1% dosering.

* De prijs van water bedraagt in Nederland

gemiddeld f 2,30 per m³ (Projectgroep KWIN-V, 1998).

De gemiddelde afzetkosten voor mest, inclusief wegen en monsternamen (f 4,- per ton), bedragen f 22,- per m³ voor zeugenmest en f 23,50 per m³ voor vleesvarkensmest (Projectgroep KWIN-V, 1998). De totale kosten bedragen dan f 24,30 respectievelijk f 25,80 per m³ water.

* De arbeidskosten bedragen f 38,54 per uur. (LTO-Nederland, 1998).

De invloed van de inweekmethode op de kosten van het reinigen is getoetst met behulp van variantie-analyse, volgens het eerder beschreven statistisch model A.

4 RESULTATEN

Omdat er nog geen ervaring was met ATP-tests in varkensstallen, met name met de relaties tussen ATP-waarden en beoordelingen van hokbevuiling (bevuilingsscores) of kiemgetallen, is in paragraaf 4.1 de samenhang tussen de resultaten van deze metingen weergegeven. In paragraaf 4.2 staan de resultaten van het onderzoek naar de invloed van inweekmethode op waterverbruik en werktijd en in paragraaf 4.3 de resultaten van het onderzoek naar de invloed van inweekmethode op de kwaliteit van het reinigen.

4.1 Samenhang tussen de waarnemingen

Uit tabel 3.1 (bijlage 3) blijkt dat er een sterke samenhang is tussen de visuele beoordelingen van de hokbevuiling (bevuilingsscores) in de twee hokken per afdeling waarin de ATP-meting dan wel de kiemgetal-bepaling is uitgevoerd.

Er is nauwelijks verband tussen de bevuilingsscore vóór het reinigen en de natuurlijke logaritme (ln) van de ATP-waarde na reinigen (tabel 3.2, bijlage 3). Alleen op de voerbakken in de kraamafdelingen is er enige samenhang tussen deze waarnemingen. Ook tussen de bevuilingsscore vóór het reinigen en de natuurlijke logaritme van het kiemgetal na desinfecteren is er nauwelijks samenhang (tabel 3.3, bijlage 3). De enige significante uitzondering vormt de boxafscheiding van de kraamhokken.

De bevuilingsscores van de verschillende onderdelen in dezelfde hokken hangen wel sterk met elkaar samen (tabel 4.1, bijlage 4). In het algemeen is de correlatie met de bevuilingsscores van de voerbakken het hoogst en het meest significant. Als de voerbakken erg vuil zijn, zijn de andere onderdelen van de hokken meestal ook vrij vuil. In tabel 4.2 (bijlage 4) is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) tussen de ATP-waarden op de verschillende plaatsen in de kraamhokken weergegeven. De meetpunten in de kraamhokken vallen uiteen in twee blokken. Het ene blok bestaat uit de voerbakken en de buizen. Het andere bestaat uit de hokafscheidingen en de diverse

meetplaatsen op de vloer. Binnen deze blokken is de samenhang vrij sterk, tussen de blokken is de correlatie in het algemeen laag. (De correlatie tussen HI en BI, B2, B3 en BU is een uitzondering). In de biggenopfokhokken (tabel 4.3, bijlage 4) is de correlatie tussen de ln van de ATP-waarden binnen hokken in het algemeen hoog en zeer significant.

Er is nauwelijks samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) tussen de ln van de kiemgetallen op de verschillende plaatsen in de kraamhokken (tabel 4.4, bijlage 4) en in de biggenopfokhokken (tabel 4.5, bijlage 4). Dit geldt zelfs voor metingen op verschillende plaatsen op hetzelfde onderdeel, zoals de roostervloer. Alleen tussen de meetpunten op de dichte vloer in de biggenopfokhokken en tussen R1 en de andere meetpunten op de vloeren en roostervloeren is er wel sprake van een sterke correlatie.

Ook tussen de ln van de ATP-waarde en van het kiemgetal op dezelfde plaatsen in twee identieke hokken binnen één afdeling is nauwelijks samenhang (bijlage 5).

4.2 invloed van inweekmethode op het reinigen

Er zijn geen significante verschillen aangetoond in benodigde werktijd en waterverbruik voor het inweken van de afdelingen. In de kraamafdelingen duurde het inweken met schuim gemiddeld 0,9 minuten per hok en inweken met water 1,1 minuten per hok. Het waterverbruik voor het inweken was respectievelijk 12 en 14 liter per kraamhok. De inweekperiode, de tijd tussen het voor de eerste keer inweken en het reinigen, was respectievelijk 54 minuten (sd 67 minuten) en 92 minuten (sd 72 minuten). In de biggenopfokafdelingen duurde het inweken met schuim gemiddeld 1,0 minuut per hok en inweken met water 1,2 minuten per hok. Het waterverbruik voor het inweken was respectievelijk 12 en 13 liter per biggenopfokhok. De inweekperiode was 52 minuten (sd 34 minuten) respectievelijk 79 minuten (sd 59 minuten).

De werktijden en het waterverbruik die nodig waren voor het reinigen (exclusief inweken) van de hokken zijn per proefbehandeling en afdelingstype weergegeven in tabel 1.

In de kraamafdelingen waren de werktijd en het waterverbruik na inweken met schuim respectievelijk 18% en 25% lager dan na inweken met water. In de biggenopfokafdelingen wezen de behandelingseffecten in dezelfde richting, maar is geen significante afname aangetoond.

4.3 Invloed van inweekmethode op het reinigingsresultaat

Van de bevuildingsscores zijn per stalonderdeel en per proefbehandeling relatieve frequentieverdelingen gemaakt (bijlage 6). Met behulp van het drempelmodel volgens McCullagh (Oude Voshaar, 1994) konden geen systematische verschillen tussen de proefbehandelingen worden aangetoond in de mate van hokbevuilding van de te reinigen afdelingen.

De resultaten van de ATP-metingen per meetpunt in het hok zijn vermeld in bijlage 7. De medianen per onderdeel van het hok en per hok als geheel staan in tabel 2.

Uit tabel 2 blijkt dat het behandelingseffect op alle plaatsen in de kraam- en biggenop-

fokafdelingen dezelfde richting had (een lagere ATP-waarde na proefbehandeling **SCHUIM** dan na proefbehandeling **WATER**), maar dat de afname slechts op vijf van de elf onderscheiden onderdelen significant was. De mediaan van de waargenomen ATP-waarde in de kraamafdelingen en in de biggenopfokafdelingen was na proefbehandeling **SCHUIM** respectievelijk twee keer lager en negen keer lager dan na proefbehandeling **WATER**, maar ook deze verschillen waren niet significant.

Ook per meetpunt waren de medianen van de waargenomen ATP-waarden na proefbehandeling **SCHUIM** vrijwel overal lager dan na **WATER** (bijlage 7). In de kraamafdelingen was het verschil significant op de dichte vloer onder de middenhand van de zeugen. Er was een tendens naar een lagere ATP-waarde na **SCHUIM** op de dichte vloer van het biggenest en aan de buitenkant van de biggentrog.

In de biggenopfokafdelingen is op alle meetpunten, behalve de vloeren, een significant lagere ATP-waarde of een tendens naar een lagere ATP-waarde vastgesteld na proefbehandeling **SCHUIM**. Ook op alle zes de meetpunten op de vloeren was de waargenomen ATP-waarde na **SCHUIM** lager dan na **WATER**, maar slechts op één meetpunt was het verschil significant.

Tabel 1: De invloed van inweekmethode op werktijd en waterverbruik

	inweken met water	inweken met schuim	SEM ¹	significantie*
<i>Kraamafdelingen</i>				
aantal waarnemingen	18	18		
werktijd (minuten per hok)	11,6	9,5	0,4	**
waterverbruik (liter per hok)	180	135	9	**
<i>Biggenopfokafdelingen</i>				
aantal waarnemingen	9	7		
werktijd (minuten per hok)	7,2	6,4	0,3	n.s.
waterverbruik (liter per hok)	102	90	4	#

¹ SEM: gepoolde standard error van het gemiddelde

² significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); ** = ($p < 0,01$)

4.4 Invloed van inweekmethode op het kiemgetal na desinfectie

De resultaten van de kiemgetalbepalingen per meetpunt in het hok zijn vermeld in bijlage 8. De medianen per onderdeel van het hok en per hok als geheel staan in tabel 3.

De mediaan van de waarnemingen na proefbehandeling **SCHUIM** is vrijwel overall lager dan na **WATER**. In de kraamafdelingen verschilden echter alleen de waarnemingen op de dichte vloer onder de zeugen significant (bijlage 8). In de afdelingen voor gespeende biggen was de mediaan van de waarnemingen aan de binnenkant van de voerbak (bijlage 8 en tabel 3) en aan de hokafscheidingen of muren (tabel 3) significant lager na behandeling **SCHUIM** dan na behandeling **WATER**.

Waarderingscijfer

Het gemiddelde waarderingscijfer, berekend volgens de methode die de Gezondheids-

dienst voor Dieren hanteert, was in de kraamhokken na proefbehandeling **WATER** en na proefbehandeling **SCHUIM** respectievelijk 8,2 en 8,7 (niet significant). In de biggenopfokafdelingen waren deze cijfers respectievelijk 9,7 en 9,9 ($p < 0,1$). In beide afdelingstypen en na beide proefbehandelingen waren de waarderingscijfers dus zeer goed, maar na proefbehandeling **SCHUIM** net iets beter dan na **WATER**, met in de biggenopfokafdelingen een tendens naar een significant verschil.

De percentages afdelingen met een onvolgende waarderingscijfer (gemiddeld 16% van de kraamafdelingen en 0% van de biggenopfokafdelingen) zijn niet door de werkmethode beïnvloed.

4.5 Kosten en baten van inweken met schuim

Als er wordt ingeweekt met schuim zijn de kosten voor water, arbeid en mestafzet lager dan als er wordt ingeweekt met water. In

Tabel 2: De invloed van inweekmethode op de ATP-waarde (mediaan en ratio van de waarnemingen) in kraamhokken en biggenopfokhokken

	inweken met water ¹	inweken met schuim ¹	ratio	btbhi ²	sign. ³
<i>Kraamhokken</i>					
mediaan van het hele hok	959	434	0,45	0,107 - 1,908	n.s.
voer- en drinkbakjes	1.489	434	0,29	0,044 - 1,929	n.s.
dichte vloeren	2.236	331	0,15	0,025 - 0,894	*
roostervloeren	1.506	229	0,15	0,024 - 0,954	*
hokafscheidingen	295	119	0,40	0,086 - 1,907	n.s.
afdelingsmuren, tevens afscheiding	556	448	0,81	0,127 - 5,096	n.s.
buis zeugenbox	359	307	0,86	0,089 - 8,231	n.s.
<i>Biggenopfokhokken</i>					
mediaan van het hele hok	559	63	0,11	0,011 - 1,130	n.s.
voer- en drinkbakjes	770	51	0,07	0,006 - 0,686	*
dichte vloeren	506	124	0,24	0,014 - 4,250	n.s.
roostervloeren	985	72	0,07	0,007 - 0,797	*
noodroosters	459	172	0,37	0,027 - 5,300	n.s.
hokafscheidingen, muren	298	26	0,09	0,014 - 0,530	*

¹ berekende mediaan van de waarnemingen

² btbhi = 95% betrouwbaarheidsinterval van de ratio

³ sign. = significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); * = ($p < 0,05$)

kraamafdelingen namen deze kosten af van f 11,86 naar f 9,70 per hok ($p < 0,01$) en in biggenopfokafdelingen van f 7,03 naar f 6,33 per hok ($p < 0,01$). Het inweken met schuim brengt echter ook kosten met zich mee. In het onderzoek is per kraam- of biggenopfokafdeling één liter inweekmiddel

gebruikt. Dat is 0,1 liter per hok. De kosten hiervan bedroegen f 0,42 per hok. Inclusief deze kosten bedroeg de netto besparing in kraamhokken f 1,74 per hok ($p < 0,01$) en in biggenopfokhokken f 0,28 per hok (n.s.).

Tabel 3: De invloed van inweekmethode op het kiemgetal (mediaan en ratio van de waarnemingen) in kraamhokken en biggenopfokhokken

	inweken met water ¹	inweken met schuim ¹	ratio	btbhi ²	sign. ³
<i>Kraamhokken</i>					
mediaan van het hele hok	28	20	0,69	0,295 - 1,598	n.s.
voer- en drinkbakjes	28	20	0,71	0,185 - 2,721	n.s.
dichte vloeren	27	12	0,43	0,172 - 1,087	#
roostervloeren	15	9	0,60	0,203 - 1,791	n.s.
hokafscheidingen	5	6	1,43	0,445 - 4,567	n.s.
afdelingsmuren, tevens afscheiding	5	12	2,53	0,686 - 9,369	n.s.
buis zeugenbox	32	20	0,62	0,158 - 2,425	n.s.
<i>Biggenopfokhokken</i>					
mediaan van het hele hok	7	6	0,87	0,297 - 2,557	n.s.
voer- en drinkbakjes	9	1	0,10	0,022 - 0,443	**
dichte vloeren	8	13	1,62	0,538 - 4,901	n.s.
roostervloeren	10	11	1,12	0,229 - 5,487	n.s.
noodroosters	13	9	0,71	0,213 - 2,344	n.s.
hokafscheidingen, muren	3	1	0,42	0,194 - 0,900	*

¹ berekende mediaan van de waarnemingen

² btbhi = 95% betrouwbaarheidsinterval van de ratio

³ sign. = significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$)

5 DISCUSSIE

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 5.1 de meetmethoden voor het bepalen van de hygiëne bediscussieerd en komt in paragraaf 5.2 de effectiviteit van de inweekmethode met schuim aan de orde. Paragraaf 5.3 gaat in op de betekenis van dit onderzoek voor de praktijk.

5.1 Meetmethoden voor het bepalen van de hygiëne

5.1.1 Benodigd aantal meetplaatsen per waarneming

In dit onderzoek is telkens van zes onderdelen per te beoordelen hok een visuele beoordeling gemaakt en zijn op tien plaatsen per hok ATP-metingen of kiemgetalbepalingen uitgevoerd. Uit bijlage 4 blijkt dat de samenhang tussen de visuele scores sterk is. Een visuele beoordeling van alleen de voerbakken, eventueel aangevuld met een beoordeling van de hokafscheidingen, zou een goede indruk geven van de bevuilding van het hok als geheel. De visuele beoordeling is echter zo snel en goedkoop dat reductie van het aantal beoordelingspunten niet zinvol is.

De ATP-test kost aan reagentia ongeveer f 4,50 per monster. In dit onderzoek werden tien metingen per hok uitgevoerd. Dat kostte aan materiaal f 45,- per te bemonsteren hok. Ook bij deze test kan het aantal metingen per hok echter teruggebracht worden zonder dat er veel informatie verloren gaat. In de kraamhokken (tabel 4.2) is er een sterke correlatie tussen de meetplaatsen op de voer- en drinkbakken, tussen de meetplaatsen op de hokafscheidingen (inclusief zeugenbox) en tussen de meetplaatsen op de vloeren en roosters. In de biggenopfokhokken (tabel 4.3) is de correlatie tussen vrijwel alle meetplaatsen sterk. De kosten van de metingen kunnen worden verlaagd door halvering van het aantal metingen per hok. Een nog verdere beperking van het aantal meetplaatsen per hok lijkt niet verstandig. Bell et

al. (1994) hebben op melkwagens het aantal meetplaatsen wel beperkt tot slechts enkele kritische plaatsen, die een goede indicatie gaven van de hygiëne van de auto in zijn geheel. De melkwagens werden echter automatisch gereinigd, waardoor de moeilijkst bereikbare plaatsen goede meetpunten zijn. Het is echter onwaarschijnlijk dat dit ook in stallen geldt, omdat het reinigen van stallen geen geautomatiseerd proces is. De correlatie tussen de kiemgetallen in één hok is op de meeste meetpunten zwak (tabel 4.4 en 4.5). Vermindering van het aantal kiemgetalbepalingen per hok ligt daarom niet voor de hand. De lage correlatie tussen de kiemgetallen hoeft echter niet te betekenen dat de meetmethode onnauwkeurig is. In het onderzoek is gedesinfecteerd met een vat met desinfectiemiddel op de lans van de hogedrukspuit, omdat dit ook op praktijkbedrijven gebruikelijk is. Een nadeel van deze methode is dat het desinfectiemiddel zeer onnauwkeurig wordt gedoseerd, waardoor de kwaliteit van de desinfectie niet overal hetzelfde zal zijn (Peters, persoonlijke mededeling). Een betere, maar in de praktijk nauwelijks toegepaste methode is het in een voorraadvat oplossen van het desinfectiemiddel en daarna verspreiden.

5.1.2 Samenhang tussen ATP-waarde en kiemgetal

Volgens het onderzoek is er weinig samenhang tussen de ATP-waarde en het kiemgetal. Het is onwaarschijnlijk dat dit is veroorzaakt doordat de ATP-test en de kiemgetalbepaling in verschillende hokken zijn uitgevoerd, want de samenhang tussen de bevuildingsscores van hokken binnen één afdeling vóór het reinigen was sterk (tabel 3.1). Ook Bell et al. (1994) vonden bij een onderzoek met melkauto's een geringe samenhang tussen ATP-waarde en kiemgetal. Zij vonden wel enig verband, maar toch was een aanzienlijk deel van de wagens met een aanvaardbaar kiemgetal volgens de ATP-test

¹ De heer P. Peters is werkzaam bij de Gezondheidsdienst voor Dieren in Zuid-Nederland te Boxtel.

niet schoon genoeg. Bell et al. (1994) concluderen dat de ATP-waarde een betere maat is voor het beoordelen van de hygiënestatus van oppervlakken dan het kiemgetal. Kiemgetalbepalingen geven een te optimistisch beeld van hygiëne, doordat alleen levensvatbare micro-organismen die kunnen groeien op de gebruikte voedingsbodem worden aangetoond. Ook ander organisch vuil is echter schadelijk, doordat dit als voedingsbodem kan dienen voor micro-organismen die het schoonmaakproces hebben overleefd of die naderhand op het gereinigde voorwerp terecht komen.

5.1.3 Bruikbaarheid van ATP-test en kiemgetalbepaling

Uit het onderzoek blijkt dat ATP-test en kiemgetalbepaling allebei bruikbare informatie geven omtrent de hygiënestatus van varkenshokken. De ATP-test geeft informatie over de hoeveelheid organisch vuil die na het reinigen is achtergebleven. Het kiemgetal geeft informatie over het aantal levensvatbare kiemen dat na desinfectie nog aanwezig is. Een oriënterend onderzoek dat in 1994 door de Gezondheidsdienst voor Dieren (GD) is uitgevoerd, maar niet is gepubliceerd, gaf vergelijkbare resultaten (Peters, persoonlijke mededeling).

Uit het onderzoek blijkt dat de ATP-test voldoende onderscheidend vermogen heeft om voor onderzoeksdoeleinden in varkensstallen te worden ingezet. De uitslag van de test is direct bekend en het uitvoeren van de test kost weinig tijd. Voor toepassing in de praktijk moeten eerst normen worden opgesteld, en daarvoor is inzicht in mogelijke relaties tussen ATP-waarde en technische resultaten van de varkens gewenst.

De kiemgetalbepaling wordt al langer in de varkenshouderij toegepast en de Gezondheidsdienst voor Dieren heeft al zoveel metingen uitgevoerd dat zij daar inmiddels normen uit heeft afgeleid (Essens, 1991). Enkele beperkingen van de kiemgetalbepaling zijn dat alleen micro-organismen worden aangetoond die zich kunnen vermeerderen op de gebruikte voedingsbodem, dat het minimaal een etmaal duurt voordat de uitslag bekend is en dat het aflezen van de Rodac-plaatjes, vooral bij grote aantallen kiemen, veel tijd kost.

5.2 invloed van inweekmethode op het reinigingsproces en -resultaat

Het onderzoek is uitgevoerd in kraamafdelingen en in biggenopfokafdelingen. Dit is gedaan omdat de bezettingsduur per ronde in deze afdelingen relatief kort is, vergeleken met die in afdelingen voor vleesvarkens. De economische evaluatie van dit onderzoek is gebaseerd op de invloed op werktijd en waterverbruik. Er kan aangenomen worden dat de resultaten die zijn gevonden in kraam- en biggenopfokhokken, na correctie voor oppervlakte, tevens zullen gelden in vleesvarkensafdelingen. Deze aanname is gebaseerd op onderzoek waarin Roelofs et al. (1993) na inweken met schuim in vleesvarkensafdelingen een afname van het watergebruik en een tendens naar een kortere werktijd hebben vastgesteld in vergelijking met andere inweekmethoden. Bovendien zijn er geen redenen om aan te nemen dat de effecten die zijn aangetoond in kraamafdelingen en die in biggenopfokafdelingen wel zichtbaar maar niet significant waren, niet zouden optreden in afdelingen voor vleesvarkens.

52.1 Reinigingsproces

In afdelingen die waren ingeweekt met schuim kostte het reinigen in dit onderzoek minder werktijd en water voor het reinigen dan in stallen die waren ingeweekt met water. De afname in werktijd was in kraamafdelingen 2,1 minuten per hok (18%) en in biggenopfokafdelingen 0,8 minuten per hok (11%). De afname in waterverbruik was respectievelijk 45 liter per hok (25%) en 12 liter per hok (12%). De verschillen in de kraamafdelingen waren sterk significant, die in de biggenopfokafdelingen niet. Waarschijnlijk speelt het aantal waarnemingen, dat in de biggenopfokafdelingen ongeveer half zo hoog was als in de kraamafdelingen, hier een rol.

De werktijd en het waterverbruik voor het inweken zelf zijn nauwelijks beïnvloed door de inweekmethode. In de kraamafdelingen en biggenopfokafdelingen was de werktijd voor het inweken volgens beide methoden 1 minuut per hok. In de kraamafdelingen was het waterverbruik voor het inweken met water 15 liter per hok en voor het inweken

met schuim 12 liter per hok. In de biggen-opfokafdelingen was 13 liter respectievelijk 12 liter per hok nodig. Deze resultaten zijn redelijk in overeenstemming met die van Roelofs et al. (1993). In hun onderzoek leek het gebruik van een schuimend inweekmiddel een gunstige invloed te hebben op werktijd en waterverbruik, maar waren er onvoldoende herhalingen om conclusies te trekken. Volgens Kurzweg en Steiger (1985) is de reinigingstijd voor varkensstallen na inweken met een inweekmiddel korter dan na één, twee of drie uur inweken met water. Zij gebruikten echter geen schuimend inweekmiddel.

Opgemerkt dient te worden dat er door bedrijfsomstandigheden bij beide proefbehandelingen vrij lang is ingeweekt. Na het bezemschoon maken werden de afdelingen met water stofvrij gemaakt, vanaf een in de nok van de stal gelegen bezoekersgang. Daarna werd de afdeling vanaf de grond ingeweekt met water of met schuim. Omdat een deel van de afdeling al nat werd tijdens het stofvrij maken is de gehele tijdsduur beschouwd als inweekperiode.

De voorgeschreven minimale inweektijd met schuim was 15 minuten en de verwachting was dat er dan snel zou worden begonnen met reinigen. De gemiddelde inweektijd in de ingeschuimde afdelingen was echter ruim 50 minuten (sd 59 minuten). Ook de afdelingen die met water werden ingeweekt zijn langer ingeweekt dan voorgeschreven. Hier was de gemiddelde inweektijd bijna 1,5 uur (sd 66 minuten), terwijl minimaal 1 uur was voorgeschreven.

Bij beide inweekmethoden is ervoor gezorgd dat de afdelingen tijdens het inweken niet zijn opgedroogd. Zonodig werd de afdeling tijdens de inweekperiode opnieuw natgemaakt. Bij inweken met water is bekend dat tot een inweektijd van 3,5 uur de benodigde werktijd voor het reinigen afneemt naarmate er langer wordt ingeweekt (Werkgroep stalhygiëne (1974), geciteerd door Roelofs et al., 1993). In de praktijk wordt er zelden zo lang ingeweekt, omdat dit doorgaans slecht inpasbaar is in de werkplanning. Tijdens dit onderzoek zal het overschrijden van de voorgeschreven inweektijd met water een gunstig effect gehad hebben op de benodigde werk-

tijd en het waterverbruik voor het reinigen. Het is niet bekend of overschrijding van de gewenste inweektijd met een schuimend inweekmiddel invloed heeft op de werktijd en het waterverbruik voor het reinigen.

Of het gebruik van het schuimende inweekmiddel financieel aantrekkelijk is hangt af van het arbeidsaanbod op het bedrijf. Bij het reinigen van kraamhokken worden de meerkosten van het schuimmiddel ruimschoots gedekt door de afname van de water- en mestafzetkosten. Bij biggenopfokhokken resteert een tekort van bijna f 0,15 per hok. Daarboven wordt bespaard op arbeid. Als deze wordt gewaardeerd conform het Landelijk Biggenprijsenschema (LTO-Nederland, 1998) nemen de totale reinigingskosten bij gebruik van Stafilax Schuim® in kraamhokken en biggenopfokhokken af met respectievelijk f 1,74 ($p < 0,01$) en f 0,28 (n.s.) per te reinigen hok. De relatieve afname van de reinigingskosten is dan 15% respectievelijk 4%.

5.2.2 Reinigingsresultaat

In de kraamafdelingen was de ATP-waarde op de dichte vloeren en op de roostervloeren na proefbehandeling SCHUIM in de kraamafdelingen lager ($p < 0,05$) dan na proefbehandeling WATER. In de biggenopfokafdelingen is dezelfde afname aangetoond ($p < 0,05$) op de voer- en drinkbakjes, de roostervloeren en de hokafscheidingsmuren. Op de andere hokonderdelen waar op metingen zijn verricht wezen de resultaten in dezelfde richting (tabel 2), maar waren de waargenomen verschillen niet significant. Zo was in de kraamafdelingen de mediaan van de waargenomen ATP-waarden per hok na proefbehandeling SCHUIM ruim twee keer lager (n.s.) en in biggenopfokafdelingen ongeveer negen keer lager (n.s.) dan na WATER. Omdat alle resultaten in dezelfde richting wijzen wordt op basis van dit onderzoek, ondanks dat slechts een deel van de gevonden verschillen significant was, aangenomen dat er na reinigen inclusief inweken met schuim minder organisch vuil in de hokken achterblijft dan na reinigen inclusief inweken met water. Grondig reinigen is een voorwaarde om goed te kunnen ontsmetten, omdat het ontsmettingsmiddel het te desin-

fecteren materiaal moet kunnen bereiken (Kurzweg en Steiger, 1985). Door zeer goed te reinigen worden de groeimogelijkheden van ziektekiemen die het reinigingsproces, inclusief ontsmetten, overleven of die na het ontsmetten op het oppervlak terecht komen beperkt.

Met betrekking tot de kiemgetallen zijn er alleen significante invloeden van de inweekmethode aangetoond in de biggenopfokhokken, waar het kiemgetal op de voer- en drinkbakjes en op de muren en hokafscheidingen lager was na **SCHUIM** dan na **WATER**. Verder was er een tendens naar lagere kiemgetallen op de dichte vloeren van de kraamhokken (tabel 3 en bijlage 8). Ook de mediaan van de waarnemingen per hok was na **SCHUIM** lager dan na **WATER**, maar dit verschil is niet significant en er zijn zelfs hokonderdelen waar de mediaan van de waargenomen kiemgetallen na **SCHUIM** (niet significant) hoger was dan na **WATER**. Het geheel van waarnemingen vormt een aanwijzing dat het inweken met schuim in plaats van water een gunstige invloed heeft op het kiemgetal, maar dat de invloed van de inweekmethode op het kiemgetal veel kleiner is dan die op de ATP-waarde. Dit duidt er op dat onvolkomenheden in het reinigen, resulterend in meer achtergebleven organisch vuil, door een goede desinfectie kunnen worden gecamoufleerd.

Uit het onderzoek blijkt dat afdelingen die zijn ingeweekt met Stafilax Schuim@ na het reinigen beter schoon zijn dan afdelingen die zijn ingeweekt met water. Dit resultaat lijkt in conflict met de conclusie van Essens (1991), die stelt dat het gebruik van een vloeibaar inweekmiddel (Veagro stalreiniger of Vuilbreker) de kwaliteit van het reinigen meestal niet verbetert. Na inweken met een inweekmiddel, reinigen en desinfecteren was het kiemgetal niet lager dan na hetzelfde reinigingsproces, maar inclusief langdurig (3,5 uur) inweken met water. Hiervoor zijn meerdere verklaringen mogelijk. Het kan zijn dat het reinigingsresultaat na 3,5 uur inwe-

ken in plaats van 1,5 uur inweken inderdaad vergelijkbaar is met dat na inweken met een inweekmiddel. Een andere verklaring is dat een schuimend inweekmiddel effectiever is dan een vloeibaar inweekmiddel. Tenslotte kan de meetmethode een rol spelen, want Essens (1991) heeft alleen kiemgetal bepalingen uitgevoerd. Vóór het desinfecteren vond hij een beter waarderingscijfer na gebruik van een inweekmiddel dan na inweken met water, maar na het desinfecteren was dat verschil verdwenen. Het hier uitgevoerde onderzoek geeft echter aanwijzingen dat verschillen in hoeveelheid achtergebleven vuil met een kiemgetalbepaling niet altijd worden aangetoond. Het is daarom mogelijk dat Essens (1991) met ATP-tests wel een effect van de inweekmethode gevonden zou hebben.

Booltink en Braak (1990) merken op dat ATP-waarden in specifieke situaties vertekend kunnen worden. Zo resulteert de aanwezigheid van quaternaire ammoniumverbindingen of chloorverbindingen in te lage ATP-waarden, doordat de chemische reactie wordt verstoord. In dit onderzoek zijn echter inweekmiddelen gebruikt die geen quaternaire ammoniumverbindingen of chloorverbindingen bevatten (Oude Groen, persoonlijke mededeling)*. Bovendien wordt er tijdens het reinigen zoveel water gebruikt dat het onwaarschijnlijk is dat er resten van het inweekmiddel op de te bemonsteren oppervlakken achterblijven.

Uit onderzoek van Wildbrett en Sauerer (1990) blijkt dat er na het reinigen altijd een fractie van het vuil achterblijft. Hoe groot deze fractie is hangt onder andere af van de reinigingsmethode. Dit betekent dat er, afhankelijk van de reinigingsmethode, een evenwichts-bevuilingsniveau ontstaat. Verandering van de reinigingsmethode geeft dan aanvankelijk een onderschatting van het behandelingseffect, omdat er eerst een nieuw evenwicht moet ontstaan. Hierdoor wordt het volledige effect van het overschakelen naar een betere of slechtere reini-

² De heer Oude Groen is werkzaam bij DiversylLever.

gingsmethode pas na een aantal herhalingen zichtbaar.

In dit onderzoek zijn in elke afdeling beide inweekmethoden afwisselend toegepast. Het is daarom waarschijnlijk dat de invloed van de inweekmethode op de ATP-waarde en het kiemgetal enigszins is onderschat. Deze proefopzet is toegepast doordat de afdelingen waarin het onderzoek is uitgevoerd allemaal verschillend waren. Als per afdeling telkens dezelfde proefbehandeling was uitgevoerd zouden eventuele behandelingseffecten verstrengeld geweest zijn met afdelingseffecten en konden er geen conclusies meer getrokken worden.

Op basis van de huidige kennis is de kwaliteit van het reinigen niet economisch te waarderen. Wel voorkomt goed reinigen dat een besmetting wordt overgebracht van de ene ronde naar de volgende ronde. De meeste ziekte-uitbraken zijn niet het gevolg van blootstelling aan enkele specifieke pathogenen, maar van blootstelling aan een overmaat aan micro-organismen (Madec, 1997). Uit onderzoek van Hutschemaekers et al. (1976) blijkt dat biggen in kraamafdelingen en afdelingen voor gespeende biggen met een betere (subjectief bepaalde) algemene hygiëne, hygiëne rond de voerbak of hygiëne rond de drinkwatervoorziening minder last hadden van diarree en beter groeiden dan biggen in afdelingen met een slechtere hygiëne. Volgens Mehlhorn (1983) is de uitval onder vleesvarkens die afkomstig zijn van vermeerderingsbedrijven met een hoge 'hygiënestatus' lager dan die onder varkens die afkomstig zijn van bedrijven met een lagere hygiënestatus. Mehlhorn (1983) gebruikt een ruime definitie van 'hygiënestatus', die naast het reinigen en desinfecteren nog een groot aantal aspecten omvat. Volgens onderzoek op een groot Italiaans varkensbedrijf is de kans op luchtwegaandoeningen bij varkens bij continu opleggen 50% hoger dan bij toepassing van het all in - all out systeem. Als er bovendien wordt gereinigd en ontsmet is de kans op ziekte twee tot drie keer kleiner dan bij continu opleggen (Anonymus, 1998). Gesteld kan worden dat biggen die pas zijn geboren of verplaatst extra gevoelig zijn voor ziektekiemen en daarom in een scho-

ner hok eerder gezond zullen blijven en beter zullen doorgroeien dan in een vuil hok.

5.3 Betekenis voor de praktijk

Uit het onderzoek blijkt dat de ATP-meting en de kiemgetal bepaling meetmethoden zijn die gezamenlijk een goed beeld geven van de hygiëne van gereinigde oppervlakken in stallen. Tijdens het reinigen beoordelen varkenshouders hun werk visueel. Door periodiek een ATP-meting en een kiemgetalbepaling te laten uitvoeren creëren ze een referentiekader, waarmee ze kunnen beoordelen of hun routinematige reiniging en desinfectie zorgvuldig genoeg wordt uitgevoerd.

Eventuele onvolkomenheden in hun werkmethoden komen zo aan het licht. Met name in productieketens die gericht zijn op de kwaliteit van het productieproces voor varkensvlees lijken dergelijke metingen zinvol. Op zo'n manier worden tevens voldoende metingen uitgevoerd om op termijn normen te kunnen ontwikkelen.

Het gebruik van een schuimend inweekmiddel, in dit onderzoek Stafilax Schuim®, heeft in kraamafdelingen en biggenopfokafdelingen een gunstige invloed op werktijd en waterverbruik. Op basis van dit onderzoek en van eerder uitgevoerd onderzoek (Roe-lofs et al., 1993) is het aannemelijk dat het gebruik van een schuimend inweekmiddel ook in vleesvarkensafdelingen aantrekkelijk is. In tabel 4 is berekend welk financieel effect verwacht kan worden van inweken met een schuimend inweekmiddel in vleesvarkensstallen. Vleesvarkenshokken zijn ongeveer 75% groter dan kraamhokken, waardoor er meer middel nodig zal zijn.

Volgens tabel 4 zal de besparing op water- en mestafzetkosten de kosten van het middel in de meeste gevallen al dekken. Alleen in afdelingen voor gespeende biggen resulteert een negatief effect van f 0,13 per hok. Het inschuimen van de afdelingen resulteert tevens in een afname van de werktijd van circa 15%. Afhankelijk van de situatie op het bedrijf, zoals het al dan niet aanwezig zijn van een arbeidsoverschot of van extern personeel, kan dit resulteren in een verdere kostenbesparing voor het reinigen.

Als de arbeidskosten, net als in het Biggen-prijzenschema (LTO-Nederland, 1998), worden gewaardeerd conform de CAO en de mest moet worden afgezet is inweken met schuim in alle afdelingstypen financieel aantrekkelijker dan inweken met water. Voor een bedrijf met 210 zeugen komt het saldo van kosten voor het inweekmiddel en besparing op water en mestafzet neer op een besparing van ongeveer f 300,- per jaar in de kraamstal en daarboven een arbeidsbesparing van 16 uur (f 615,-). In de biggenopfokstal bedragen de extra uitgaven f 60,- en de arbeidsbesparing 6 uur (f 230,-) per jaar. Op een bedrijf met 2.600 vleesvarkens (8 varkens per hok) bedraagt de te verwachten jaarlijkse besparing f 640,- naast een arbeidsbesparing van 50 uur (f 1.925,-). Een probleem bij de introductie van inweekmiddelen is echter dat de kosten vooraf, direct en zeer goed zichtbaar zijn, terwijl een eventuele besparing indirect zichtbaar is en meestal achteraf komt. Ook is niet bekend in hoeverre het inweekmiddel tijdens het reinigen in de nevel van water- en mestdruppels wordt ingeademd, en of dat de gezondheid van de varkenshouder of werknemer beïnvloedt.

Bij de keuze voor het wel of niet inschuimen spelen echter ook andere factoren een rol. Varkenshouders ervaren het reinigen van stallen als fysiek één van de zwaarste bewerkingen op het bedrijf (Hartman et al., 1999). De arbeidsomstandigheden tijdens het reinigen zijn slecht, met een natte nevel van water, mestdeeltjes en eventuele reinigingsmiddelen in de afdeling en veel lawaai. Bovendien is het vies werk, als gevolg van opspattend water met mest. De varkenshouder zich kan beschermen met persoonlijke beschermingsmiddelen (spuitoverall, half- of volgelaatsmasker en gehoorbescherming), maar het werk blijft onaangenaam. De genoemde factoren maken het extra aantrekkelijk om de tijd die nodig is voor het reinigen te beperken.

Een andere belangrijke factor die een rol speelt is het resultaat van het reinigen. De afdelingen waren na reinigen inclusief een uur inweken met een schuimend inweekmiddel schoner dan na reinigen inclusief anderhalf uur inweken met water. Biggen die pas zijn geboren of verplaatst, zijn extra gevoelig voor ziektekiemen. In een schoon hok is de kans dat ze gezond blijven en goed door-groeien groter dan in een minder schoon hok.

Tabel 4: De invloed van inweken met schuim in plaats van water op de totale reinigingskosten

kosten schuimmiddel per hok		waterbesparing		arbeidsbesparing	
		m ³ per hok	invloed op reinigingskosten	minuten per hok	invloed op reinigingskosten
kraam hok	+ f 0,42	0,045	- f 1,09	21,	- f 1,35
biggenopfokhok	+ f 0,42	0,012	- f 0,29	08,	- f 0,51
vleesvarkenshok ¹	+ f 0,72	0,053	- f 1,36	30,	- f 1,93

¹ Schatting; gemiddelde relatieve afname in kraamhokken en biggenopfokhokken geprojecteerd op waterverbruik en werktijd voor het reinigen van een vleesvarkenshok met halfroostervloer volgens Roelofs et al. (1993)

6 CONCLUSIES

De ATP-test en de kiemgetalbepaling geven inzicht in twee verschillende aspecten van hygiëne. De ATP-test, die wordt uitgevoerd na het reinigen en voor het desinfecteren, meet hoeveel organisch vuil er op een oppervlak is achtergebleven. De kiemgetalbepaling, die wordt uitgevoerd na het desinfecteren, meet hoeveel kiemen (die kunnen groeien op de gekozen voedingsbodem) er op een oppervlak zijn achtergebleven.

Kraamhokken en biggenopfokhokken die zijn gereinigd na een uur inweken met een schuimend inweekmiddel zijn schoner dan afdelingen die zijn gereinigd na anderhalf uur inweken met water. Op onderdelen was de ATP-waarde na reinigen inclusief inweken met schuim significant lager dan na reinigen inclusief inweken met water. In de kraam- en biggenopfokhokken als geheel was de ATP-waarde een factor twee lager (n.s.) respectievelijk een factor negen lager (n.s.).

De invloed van de inweekmethode op het kiemgetal na desinfectie is veel kleiner dan die op de ATP-waarde na reinigen. Zowel in kraamafdelingen als in biggenopfokafdelingen was de mediaan van de kiemgetallen na reinigen inclusief inweken met schuim lager (maar in slechts enkele gevallen significant) dan na reinigen inclusief inweken met water.

In kraamafdelingen en biggenopfokafdelingen kost het reinigen na een uur inweken met een schuimend inweekmiddel minder water dan na anderhalf uur inweken met water. De gemeten afname van het waterverbruik bedroeg 25% ($p < 0,01$) respectievelijk 12% ($p < 0,05$).

In kraamafdelingen en biggenopfokafdelingen kost het reinigen na een uur inweken met een schuimend inweekmiddel minder tijd dan na anderhalf uur inweken met water. De gemeten afname van de werktijd bedroeg 18% ($p < 0,01$) respectievelijk 11% (n.s.).

De kosten van het in dit onderzoek gebruikte schuimende inweekmiddel worden in kraamafdelingen ruimschoots gecompenseerd door besparingen op water en mestafzet (netto besparing f 0,67 per hok). In biggenopfokafdelingen waren de besparingen niet toereikend ($-f$ 0,13 per hok). Inclusief arbeid bedragen de netto besparingen f 1,74 ($p < 0,01$) respectievelijk f 0,28 (niet significant) per hok. Op basis van aannames is voor vleesvarkens een totale besparing van f 2,57 per hok berekend.

LITERATUUR

Anonymus, 1998. *Keeping cleaner*. In: Pig International (28), nr. 11, pp. 25 - 26.

Bell, C., P.A. Stallard, SE. Brown and J.T.E. Standley 1994. *ATP-Bioluminescence techniques for assessing the hygienic condition of milk transport tankers*, In: International Dairy Journal (4), pp. 629-640.

Booltink, A. en S. Braak 1990. *Toepassing van de ATP-methode bij het schoonmaakbeheer Onderzoek bij sanitair, centrale keukens en afdelingskeukens*. Stageverslag Hogeschool Nijmegen, studierichting voeding en diëtik.

Corstiaensen, G. 1990. *Controle van reiniging en desinfectie*. In: Vleesdistributie en vlees technologie (25), nr. 8, pp. 22-25.

Elst-Wahle, E.R. ter, M.A. Vaessen, H.J.P.M. Vos, G.P. Binnendijk, R.B.M. Huirne en G.B.C. Backus 1998. *Gezondheidsmanagement op zeugenbedrijven*. Proefverslag PI ,200, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Essens, J. 1991. *Kiemgetalbepalingen van staloppervlakken na reiniging en desinfectie in de vleesvarkenshouderij*. Stichting Gezondheidsdienst voor Dieren in Zuid-Nederland, Boxtel, rapport no. 91.004.

Harrewijn, G.A. 1982. *Eenvoudige technieken voor de bepaling van de besmetting van oppervlakken*, In: De Ware(n)-Chemicus, nr. 12, pp. 85-96.

Hartman, E., P.F.M.M. Roelofs en H.H.E. Oude Vrielink, 1999. *Arbeidsbelasting, fysieke klachten en ziekteverzuim bij varkenshouders*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag PI .217

Hulsen, P. 1991. *Ervaringen bij het gebruik van een hygiëne-analysemodel op vleesvarkensbedrijven*. Stichting Gezondheidsdienst voor Dieren in Zuid-Nederland, Boxtel, Rapportnr. 91 ,017.

Hutschemaekers, L.W.H., F.H.J. Jaartsveld, CC. Oosterlee, M.J.M. Tielen en M.W.A. Verstegen 1976. *Hygiëne bij de biggenopfok*. In: Tijdschrift voor Diergeneeskunde (101), afl. 7, pp. 355-364.

Kurzweg, W. und A. Steiger 1985. *Reinigung und Desinfection in der modernen Tierproduktion*. In: Monatshefte für Veterinärmedizin (40), nr. 4, pp. 109-112.

LTO-Nederland 1998. *Landelijk Biggenprijzenschema*. Ingangsdatum 6 juli 1998.

Madec, F. *How clean is your nursery?* In: Pig International (27), nr. 8, pp. 21-24.

Mehlhorn 1983. *Die Hygienekennziffer als Ausdruck der quantitativen Umweltbewertung in der Schweineproduktion*. In: Regionale Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Nederland, 25 jaar varkensgezondheidszorg in Nederland. Samenvatting van de inleidingen tijdens het Symposium "Hygiëne in en om het varkensbedrijf" op 11 november 1983.

Nijskens, J. 1995. *Hygiëne in het varkens-transport*. Informatie en Kenniscentrum Landbouw, afdeling Varkenshouderij, Rosmalen, rapport nr. G22.

Projectgroep KWIN-V 1998. *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1998- 1999*. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.

Roelofs, P.F.M.M., A.I.J. Hoofs en G.P. Binnendijk 1993. *De invloed van inweekmethode, waterdruk, debiet en nozzle op waterverbruik en werktijd voor het reinigen van varkensstallen met een hogedrukreiniger* Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag P 1.103.

Rohde, B.L. 1992. *Een besmette wereld*. In: Voedingsmiddelentechnologie, nr. 4, pp. 13-15.

RUU 1988. *Bacteriologische controle op reiniging en desinfectie; de Agar afdruckmethode; KH-plan (kwaliteits- en hygiëneplan) vlees en vleeswarenindustrie*. Vakgroep voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong, Rijksuniversiteit Utrecht.

SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STAT Users Guide, Version 6, Fourth Edition*. Cary, NC, USA.

Stekelenburg, F.K. en G.P. Corstiaensen 1987. *Toepasbaarheid van ATP-metingen voor de hygiënecontrole in slachterijen*. CIVO-TNO rapport T 87.453, Zeist.

Stekelenburg, F.K. 1988. *Nieuwe snelle microbiologische onderzoekmethoden vergeleken* In: *Vleesdistributie en vlees technologie* (23), nr 3, pp 6-7.

Wiegersma, W.,B. Slaghuis, F. Nieuwenhof en A. Engelbertink 1997. *Snelle controle reiniging melkwinningsapparatuur met ATP-metingen*, In: *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden* (10), nr. 4, pp 25-27.

Wildbrett, G. and V. Sauerer 1990. *The multi-use test for determining the effectiveness of cleaning in place*. In: *Milchwissenschaft* (45), nr 12, pp 763-766.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Protocol “scoren van hokbevuiling ten behoeve van schoonmaakonderzoek”

In dit protocol is beschreven hoe hokbevuiling kan worden vastgelegd ten behoeve van onderzoek naar het reinigen van varkensstallen.

Definities

De volgende stalelementen worden onderscheiden: dichte vloer, roostervloer, noodrooster, wanden, muren, buizen en voerbakken. Niet alle stalelementen komen in elke afdeling voor. De elementen zijn als volgt gedefinieerd:

Dichte vloer : betonnen, metalen of kunststof vloergedeelte dat dicht is.

Roostervloer : betonnen, metalen of kunststof rooster, onder andere bedoeld als mestplaats.

Noodrooster : extra rooster, niet bedoeld als mestplaats (anders is het een tweede roostervloer).

Wanden : hokafscheidingen tussen twee hokken of tussen hok en (voer-)gang.

Muren : afscheidingen tussen twee afdelingen, vaak tevens (gedeeltelijk) hokafscheiding.

Buizen : ligboxen voor fixatie van zeugen, zoals in kraamhokken of voor drachtige zeugen.

Voerbakken : droogvoerbakken, brijbakken, troggen enzovoorts, inclusief eventuele drinkwatervoorziening.

De definitie van “bevuiling” wijkt af van die in het milieu-onderzoek, waar men alleen is geïnteresseerd in de emitterende oppervlakte. Bij het definiëren van “bevuiling” in het schoonmaakonderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen bevuiling van vloerelementen (dichte vloer, roostervloer en noodrooster) en andere elementen (wanden, muren, buizen en voerbakken). Op de vloerelementen is er sprake van bevuiling als er enigszins opgedroogde mest vast op zit. Mestkoeken vormen het meest extreme voorbeeld, maar ook andere mest die niet onmiddellijk met de gangbare hogedrukspuit kan worden weggespoten wordt tot bevuiling gerekend. Voergangen en een centrale gang worden niet bij de beoordeling meegenomen. Op de andere elementen is sprake van bevuiling als het oppervlak niet schoon is (stof uitgezondert), dus als het oppervlak minimaal eenmaal goed geraakt moet worden met de hogedrukspuit om het visueel schoon te maken.

Beoordeling

Beoordeling vindt plaats kort voor het reinigen van de afdeling. De varkens zijn uit de afdeling, maar deze is nog niet ingeweekt. Voor aanvang van het onderzoek wordt bepaald wie gedurende de hele onderzoeksperiode de bevuiling scoort. Als de afdelingen telkens door dezelfde persoon worden gereinigd (exclusief vakantie en ziekte) kan de dierversorger scoren. Als dat niet altijd kan of niet gewenst wordt, scoort de (regionale) onderzoeker de bevuiling.

Het bevuilde oppervlak wordt gerelateerd aan het oppervlak van het gehele betreffende stalelement.

Er wordt voor elk hok afzonderlijk een schatting gemaakt van het percentage van het stalelement dat volgens bovenstaande definitie is bevuild. Bij roostervloeren wordt alleen de bovenkant van de roosters in aanmerking genomen.

³ Dit protocol is afgeleid van het “Protocol Hokbevuiling”. Dat protocol is in 1995 door ir. N. Verdoes opgesteld ten behoeve van onderzoek ter beperking van de ammoniakemissie uit varkensstallen, dat door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij wordt uitgevoerd.

Er wordt bij de beoordeling in principe geen onderscheid gemaakt tussen diarree en andere vormen van bevuilding. Als er sprake is van vette diarree die moeilijk is te verwijderen kan dit echter als extra opmerking op het invulformulier worden genoteerd.

De waargenomen percentages worden omgezet in een score, volgens tabel 1.1.

Tabel 1.1: Bevuildingsscore per stalelement, afhankelijk van het percentage bevuilding

Percentage bevuilding	score
0	0
1 - 25	1
26 - 50	2
51 - 75	3
76 - 99	4
100	5

Verwerking van de gegevens

Het bepalen van de bevuilding tijdens schoonmaakonderzoek dient ervoor om te controleren of de situatie voordat er met reinigen is begonnen vergelijkbaar is (vergelijken van reinigingsmethoden) of om te onderzoeken of er aan het ene materiaal minder vuil hecht dan aan het andere materiaal (onderzoek naar de invloed van stalrichting).

In beide gevallen begint de verwerking van de gegevens met het voor elk afzonderlijk stalelement berekenen van de relatieve frequentieverdeling van de scores per proefbehandeling. Bij de statistische analyse wordt per stalelement door middel van logistische regressie-analyse getoetst of er tussen de proefbehandelingen een duidelijk verschil is in de verdeling van de bevuildingsscores (drempelmodel van McCullagh). Hierbij wordt nagegaan of er een duidelijke verschuiving is van de bevuildingsscores in afdelingen die zijn toegekend aan de ene proefbehandelingen naar de bevuildingsscores in de afdelingen die zijn toegekend aan de andere proefbehandeling. (Dit heeft als gevolg dat een situatie waarin score 0 en 5 regelmatig voorkomen niet anders wordt beoordeeld dan een situatie waarin 2 en 3 vaak voorkomen, Als bij de ene proefbehandeling bijvoorbeeld score 0 en 1 veel voorkomen en bij de andere 3 en 4, is het verschil waarschijnlijk wel aantoonbaar.)

Bijlage 2: Meetpunten voor bepaling van ATP-waarden en kiemgetallen

In elke gereinigde kraam- en biggenopfokafdeling worden op vaste plaatsen tien ATP-tests (na het reinigen) en kiemgetalbepalingen (na het desinfecteren) uitgevoerd. De ATP-tests en kiemgetalbepalingen worden uitgevoerd in verschillende hokken aan dezelfde kant van de afdeling. Welke hokken worden bemonsterd wordt per afdeling ad random bepaald bij de eerste reiniging in het kader van dit onderzoek. De metingen na de tweede reiniging (volgens de andere proefbehandeling) vinden plaats in dezelfde hokken als na de eerste reiniging. In deze bijlage worden de meetpunten in de hokken vastgesteld.

Kraamafdelingen

In de schematische weergave van de kraamafdelingen (pagina 32) is aangegeven op welke plaatsen de ATP-tests en de kiemgetalbepalingen worden uitgevoerd.

Voerbak:

B1: buitenkant trog zeug (voorkant van de trog)

B2: binnenkant trog zeug (zijkant van de trog, ver van eventuele drinknippel verwijderd)

B3: binnenkant voerbakje biggen

Buis zeugenbox:

BU: boven roostervloer, binnen-zijkant van de onderste boxafscheiding

Hokafscheiding:

H1: achter de zeugenbox, circa 20 cm hoogte

H2: voorkant van het kraamhok (meestal bezette muur), circa 20 cm hoogte

Rooster:

R1: onder het achterste1 van de zeug

R2: voor in biggennest (vaak is dit een dichte vloer)

Vloeren:

V1: onder de middenhand van de zeug (vaak is dit een roostervloer)

V2: achter in biggennest

Biggenopfokafdelingen

In de schematische weergave van de biggenopfokafdelingen (pagina 32) is aangegeven op welke plaatsen de ATP-tests en de kiemgetalbepalingen worden uitgevoerd.

De meetresultaten worden opgeschreven op de lijst, waarbij ze worden genummerd volgens onderstaand overzicht:

Voerbak:

B: binnenkant bak (zijkant van de trog, ver van eventuele drinknippel verwijderd)

Drinkbakje:

D: binnenkant drinkbakje (indien niet aanwezig binnenkant voerbak, dicht bij drinknippel)

Hokafscheiding:

H1 : boven de (grote) roostervloer, circa 20 cm hoogte

H2: boven bolle vloer (indien aanwezig, anders boven ligruimte), circa 20 cm hoogte

Rooster:

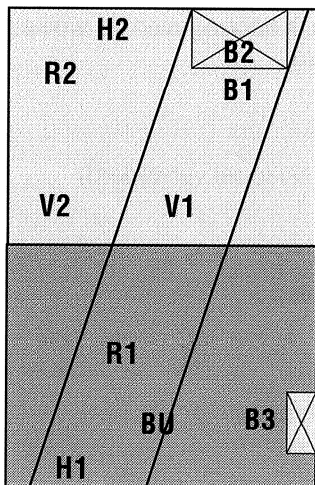
R1: op het grote (mest)rooster, indien afwezig op een rooster tegenover R3

R2: op het grote (mest)rooster, indien afwezig op een rooster tegenover R4
R3: op het kleine (nood)rooster, indien aanwezig dichtbij de voer- of drinkplaats
R4: op het kleine (nood)rooster, indien aanwezig ver van de voer- of drinkplaats

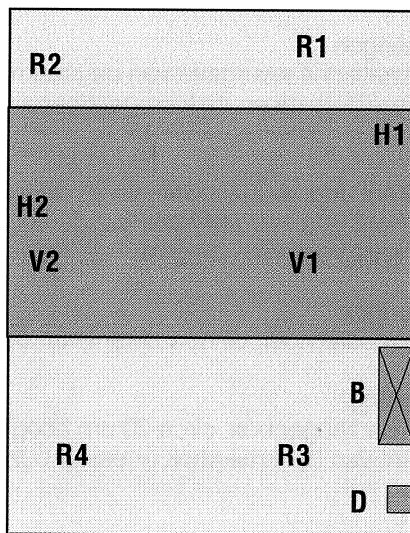
Vloeren:

VI: op dichte vloer, aan de kant van de drinknippel

V2: op dichte vloer, zo ver mogelijk van VI



Schema kraamafdelingen



Schema biggenopfokafdelingen

Bijlage 3: Samenhang tussen en met bevuilingsscores

In tabel 3.1 is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) weergegeven tussen de visuele beoordelingen van de hokbevuiling (bevuilingsscores) in de twee hokken per afdeling waarin de ATP-meting danwel de kiemgetalbeplating zijn uitgevoerd.

Tabel 3.1: Correlatie tussen de bevuilingsscores per onderdeel in twee te reinigen hokken in dezelfde afdeling

onderdeel van het hok	kraamafdeling		biggenopfokafdeling	
	correlatie	significantie'	correlatie	significantie'
dichte vloer	0,48	**	0,84	***
roostervloer	0,49	**	0,81	***
noodrooster	-.2		0,66	*
wanden	0,92	***	0,74	**
boxafscheiding	0,75	***	0,73 ⁻³	
muren	0,66	***		**
voerbakken	0,46	**		**

1 significantie: * = (p < 0,05); ** = (p < 0,01); *** = (p < 0,001)

2 in kraamafdelingen zijn geen noodroosters aanwezig

3 in biggenopfokhokken zijn geen boxafscheidingen aanwezig

In tabel 3.2 is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) weergegeven tussen de bevuilingsscore voor het reinigen en de natuurlijke logaritme van de ATP-waarde na het reinigen.

Tabel 3.2: Correlatie tussen de bevuilingsscore voor het reinigen en de ln van de ATP-waarde (RLU) na het reinigen van hokonderdelen in één afdeling

	correlatie	significantie'
<i>kraamafdelingen</i>		
vloer	-0,05	n.s.
roostervloer	0,31	n.s.
wanden	0,17	n.s.
boxafscheiding	-0,31	#
dichte muren	-0,01	n.s.
voerbakken	0,36	
<i>biggenopfokafdelingen</i>		
dichte vloer	0,57	#
roostervloer	0,46	#
noodrooster	0,07	n.s.
wanden	0,25	n.s.
muren	0,47	#
voerbakken	0,41	n.s.

1 significantie: n.s. = niet significant (p > 0,1); # = (p < 0,1); * = (p < 0,05)

In tabel 3.3 is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) weergegeven tussen de bevuilingsscore voor het reinigen en de natuurlijke logaritme van het kiemgetal na het desinfecteren.

Tabel 3.3: Correlatie tussen de bevuilingsscore voor het reinigen en de ln van het kiemgetal na het desinfecteren van hokonderdelen in één afdeling

	correlatie	significantie ¹
<i>kraamafdelingen</i>		
vloer	0,03	n.s.
roostervloer	-0,23	n.s.
wanden	0,07	n.s.
boxafscheiding	-0,38	*
dichte muren	0,18	n.s.
voerbakken	-0,08	n.s.
<i>biggenopfokafdelingen</i>		
dichte vloer	0,22	n.s.
roostervloer	-0,30	n.s.
noodrooster	-0,05	n.s.
wanden	0,03	n.s.
muren	0,14	n.s.
voerbakken	0,10	n.s.

¹ significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); * = ($p < 0,05$)

Bijlage 4: Waarnemingen volgens één meetmethode in één hok

In tabel 4.1 is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) weergegeven tussen de visuele beoordelingen (bevuilingsscores) van de in het onderzoek onderscheiden onderdelen in kraam- of biggenopfokhokken.

Tabel 4.1: Correlatie tussen bevuilingsscores van verschillende onderdelen van kraam- of biggenopfokhokken

	dichte vloer	rooster- vloer	nood- rooster	wanden	muren	buizen	voer- bakken
<i>kraamhokken</i>							
dichte vloer	1,00						
roostervloer	0,57**	1,00					
wanden	0,60***	0,57***		1,00			
muren	0,64***	0,56**		0,71***	1,00		
buizen	0,43*	0,32#		0,54**	0,69***	1,00	
voerbakken	0,65***	0,39*		0,74***	0,57**	0,53**	1,00
<i>biggenopfokhokken</i>							
dichte vloer	1,00						
roostervloer	0,75**	1,00					
noodrooster	0,80**	0,86***	1,00				
wanden	0,44‡	0,72**	0,48‡	1,00			
muren	0,46‡	0,58*	0,34‡	0,73**	1,00		
voerbakken	0,95***	0,78***	0,77**	0,46#	0,46#		1,00

significantie: ‡ = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$); *** = ($p < 0,001$)

In tabel 4.2 en 4.3 is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) weergegeven tussen de ATP-waarden op de verschillende onderdelen in kraamhokken respectievelijk biggenopfokhokken.

Tabel 4.2: Correlatie tussen ATP-waarden (ln(RLU)) op verschillende meetpunten¹ in hetzelfde kraamhok

	B1	B2	B3	BU	H1	H2	R1	R2	V1	V2
B1	1,00									
B2	0,77***	1,00								
B3	0,70***	0,61***	1,00							
BU	0,73***	0,83***	0,58***	1,00						
H1	0,55***	0,65***	0,50**	0,77***	1,00					
H2	0,12‡	0,27#	0,31#	0,47**	0,58***	1,00				
R1	0,31#	0,39*	0,37*	0,59***	0,66***	0,74***	1,00			
R2	0,36*	0,49**	0,42**	0,62***	0,53***	0,70***	0,83***	1,00		
V1	0,36*	0,33*	0,32*	0,49**	0,43**	0,44**	0,60***	0,67***	1,00	
V2	0,05‡	0,26‡	0,01‡	0,41*	0,31#	0,36#	0,50**	0,57***	0,64***	1,00

¹ zie bijlage 2 voor de betekenis van de afkortingen voor de onderscheiden meetpunten.
significantie: ‡ = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$); *** = ($p < 0,001$)

Tabel 4.3: Correlatie tussen ATP-waarden op verschillende meetpunten¹ in hetzelfde biggenopfokhok

	B	D	H1	H2	R1	H2	R3	R4	V1	V2
B	1,00									
D	0,96***	1,00								
H1	0,91***	0,91***	1,00							
H2	0,93***	0,85***	0,87***	1,00						
R1	0,93***	0,89***	0,91***	0,89***	1,00					
R2	0,80***	0,82***	0,85***	0,78***	0,86***	1,00				
R3	0,86***	0,79***	0,73**	0,88***	0,87***	0,83***	1,00			
R4	0,69**	0,65**	0,58*	0,66**	0,73**	0,73**	0,77***	1,00		
V1	0,77***	0,83***	0,75***	0,67**	0,70**	0,76***	0,61*	0,67**	1,00	
V2	0,79***	0,76**	0,61**	0,69**	0,78***	0,68**	0,77***	0,85***	0,83***	1,00

¹ zie bijlage 2 voor de betekenis van de afkortingen voor de onderscheiden meetpunten.

significantie: * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$); *** = ($p < 0,001$)

De samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) tussen de kiemgetalbepalingen op de verschillende onderdelen in kraam- of biggenopfokhokken staat in tabel 4.4 en 4.5.

Tabel 4.4: Correlatie tussen natuurlijke logaritmen van kiemgetallen op verschillende meetpunten¹ in hetzelfde kraamhok

	B-1	B2	B3	BU	H1	H2	R1	R2	V1	V2
B1	1,00									
B2	0,32*	1,00								
B3	0,30#	0,07‡	1,00							
BU	0,13‡	-0,07‡	-0,08‡	1,00						
H1	0,35*	0,20‡	0,15‡	0,22‡	1,00					
H2	0,21‡	0,21‡	0,27‡	0,12‡	0,15‡	1,00				
R1	0,26‡	0,10‡	0,49**	0,15‡	0,15‡	0,22‡	1,00			
R2	0,49**	0,13‡	0,37*	0,17‡	0,14‡	0,05‡	0,55***	1,00		
V1	0,27#	-0,02‡	0,22‡	0,53***	0,11‡	0,04‡	0,43**	0,55***	1,00	
V2	0,27#	-0,05‡	0,36*	0,15‡	-0,01*	0,23‡	0,25‡	0,26‡	0,29#	1,00

¹ zie bijlage 2 voor de betekenis van de afkortingen voor de onderscheiden meetpunten.

significantie: ‡ = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$); *** = ($p < 0,001$)

Tabel 4.5: Correlatie tussen natuurlijke logaritmen van kiemgetallen op verschillende meetpunten¹ in hetzelfde biggenopfokhok

	B	D	H1	H2	R1	R2	R3	R4	V1	V2
B	1,00									
D	0,07‡	1,00								
H1	0,27‡	0,40‡	1,00							
H2	0,08‡	0,44#	0,26‡	1,00						
R1	-0,47#	0,35‡	0,37‡	0,53*	1,00					
R2	-0,39‡	0,24‡	0,35‡	0,52#	0,88***	1,00				
R3	-0,01‡	0,24‡	0,51*	0,47#	0,68**	0,77**	1,00			
R4	0,14‡	0,22‡	0,39‡	0,35‡	0,58*	0,64*	0,82***	1,00		
V1	-0,55*	0,39‡	0,38‡	0,33‡	0,83***	0,60*	0,43#	0,32‡	1,00	
V2	-0,48#	0,65**	0,27‡	0,58*	0,82***	0,71**	0,52*	0,29‡	0,74***	1,00

¹ziebijlage2 voor de betekenis van de afkortingen voor de onderscheiden meetpunten.
significantie: ‡= niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$); *** = ($p < 0,001$)

Bijlage 5: Samenhang tussen ATP-waarde en kiemgetal

In tabel 5.1 is de samenhang (Pearson correlatiecoëfficiënt) weergegeven tussen de ln van de ATP-waarde en van het kiemgetal op dezelfde plaatsen in twee identieke hokken in één afdeling.

Tabel 5.1: Correlatie tussen ATP-waarde en kiemgetal op dezelfde meetpunten¹ in twee hokken in één kraam- of biggenopfokafdeling

kraamafdeling			biggenopfokafdeling		
meetpunt	correlatie	significantie ²	meetpunt	correlatie	significantie ²
B1	0,07	n.s.	B	0,44	#
B2	0,03	n.s.	D	0,12	n.s.
B3	-0,01	n.s.	H1	-0,10	n.s.
BU	0,08	n.s.	H2	0,06	n.s.
H1	0,13	n.s.	R1	-0,25	n.s.
H2	0,09	n.s.	R2	-0,08	n.s.
R1	0,26	n.s.	R3	-0,18	n.s.
R2	0,36		R4	-0,09	n.s.
V1	0,42	**	V1	-0,64	**
V2	0,27	#	V2	-0,09	n.s.

¹ zie bijlage 2 voor de betekenis van de afkortingen voor de onderscheiden meetpunten.

² significantie: ‡ = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$)

Bijlage 6: Relatieve frequentieverdeling bevuilingsscores

Tabel 6.1: Relatieve frequentieverdelingen van bevuilingsscores, bepaald vóór het reinigen, in kraam- en in biggenopfokafdelingen, per inweekmethode

		Kraamafdelingen		Biggenopfokafdelingen	
	hygiëne-score	inweken met water	inweken met schuim	inweken met water	inweken met schuim
dichte vloer	0	27	23	44	75
	1	47	57	38	0
	2	20	17	6	25
	3	7	3	13	0
	4	0	0	0	0
roostervloer	0	12	16	17	0
	1	42	38	39	83
	2	39	38	6	17
	3	6	9	33	0
	4	0	0	6	0
noodrooster	0	50	31	44	50
	1	50	56	38	50
	2	0	13	19	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
wand	0	32	16	28	33
	1	44	56	33	58
	2	18	28	39	8
	3	6	0	0	0
	4	0	0	0	0
muur	0	11	4	6	8
	1	71	54	22	67
	2	11	43	44	25
	3	7	0	28	0
	4	0	0	0	0
buis zeugenbox ¹	0	19	16		
	1	69	50		
	2	6	34		
	3	6	0		
	4	0	0		
voer- en drinkbakken	0	22	13	6	21
	1	44	67	69	36
	2	28	20	12	43
	3	6	0	13	0
	4	0	0	0	0

¹ komt in biggenopfokhokken niet voor

Bijlage 7: ATP-waarde per meetpunt in het hok

In tabel 7.1 zijn de medianen en betrouwbaarheidsintervallen van de ATP-waarden per meetpunt in de kraamhokken weergegeven, In tabel 7.2 staan dezelfde gegevens per meetpunt in de biggenopfokhokken.

Tabel 7.1: De invloed van inweekmethode op de ATP-waarde (mediaan en ratio van de waarnemingen) in kraamhokken

	inweken met water ¹	inweken met schuim ¹	ratio	btbhi ²	sign. ³
B1 (buitenkant zeugentrog)	1.246	332	0,27	0,047 - 1,516	n.s.
B2 (binnenkant zeugentrog)	1.240	408	0,33	0,032 - 3,415	n.s.
B3 (buitenkant biggentrog)	1.704	355	0,21	0,037 - 1,158	#
BU (buis van zeugenbox)	359	307	0,86	0,089 - 8,231	n.s.
H1 (hokafscheiding achter zeug)	295	119	0,40	0,086 - 1,907	n.s.
H2 (voorkant kraamhok)	462	530	1,15	0,175 - 7,515	n.s.
R1 (rooster onder achterste1 zeug)	1.202	325	0,27	0,051 - 1,428	n.s.
R2 (voor in biggenest)	1.974	551	0,28	0,044 - 1,764	n.s.
VI (onder middenhand zeug)	2.274	338	0,15	0,028 - 0,796	*
V2 (achter in biggenest)	1.764	378	0,21	0,036 - 1,272	#

¹ berekende mediaan van de waarnemingen

² btbhi = 95% betrouwbaarheidsinterval van de ratio

³ sign. = significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$)

Tabel 7.2: De invloed van inweekmethode op de ATP-waarde (mediaan en ratio van de waarnemingen) in biggenopfokhokken

	inweken met water ¹	inweken met schuim ¹	ratio	btbhi ²	sign. ³
B (binnenkant voerbak)	770	51	0,07	0,006 - 0,686	*
D (binnenkant drinkbakje)	1.230	42	0,03	0,003 - 0,449	*
H1 (hokafscheiding boven rooster)	585	22	0,04	0,006 - 0,267	**
H2 (hokafscheiding boven vloer)	152	30	0,20	0,033 - 1,196	#
R1 (mestrooster, tegenover R3)	900	52	0,06	0,005 - 0,685	*
R2 (mestrooster, tegenover R4)	1.078	100	0,09	0,007 - 1,175	#
R3 (noodrooster, bij voerbak)	441	124	0,28	0,019 - 4,183	n.s.
R4 (noodrooster, ver van voerbak)	477	238	0,50	0,026 - 9,455	n.s.
VI (dichte vloer, bij drinknippel)	1.137	100	0,09	0,005 - 1,605	n.s.
v2 (dichte vloer, ver van drinknippel)	241	153	0,64	0,039 - 10,725	n.s.

¹ berekende mediaan van de waarnemingen

² btbhi = 95% betrouwbaarheidsinterval van de ratio

³ sign. = significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$)

Bijlage 8: Kiemgetal per meetpunt in het hok

In tabel 8.1 zijn de medianen en betrouwbaarheidsintervallen van de kiemgetallen per meetpunt in de kraamhokken weergegeven. In tabel 8.2 staan dezelfde gegevens per meetpunt in de biggenopfokhokken.

Tabel 8.1: De invloed van inweekmethode op het kiemgetal (mediaan en ratio van de waarnemingen) in kraamhokken

		inweken met water ¹	inweken met schuim ¹	ratio	btbhi ²	sign. ³
B1	(buitenkant zeugentrog)	48	39	0,82	0,212 - 3,203	n.s.
B2	(binnenkant zeugentrog)	61	51	0,84	0,312 - 2,249	n.s.
B3	(buitenkant biggentrog)	21	9	0,43	0,124 - 1,465	n.s.
BU	(buis van zeugenbox)	56	46	0,82	0,280 - 2,387	n.s.
H1	(hokafscheiding achter zeug)	11	7	0,62	0,223 - 1,726	n.s.
H2	(voorkant kraamhok)	7	20	2,69	0,903 - 7,996	#
R1	(rooster onder achterstel zeug)	19	11	0,56	0,254 - 1,216	n.s.
R2	(voor in biggennest)	52	18	0,35	0,114 - 1,051	#
V1	(onder middenhand zeug)	48	10	0,21	0,063 - 0,732	*
V2	(achter in biggennest)	21	19	0,91	0,253 - 3,238	n.s.

¹ berekende mediaan van de waarnemingen

² btbhi = 95% betrouwbaarheidsinterval van de ratio

³ sign. = significantie; n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$)

Tabel 8.2: De invloed van inweekmethode op het kiemgetal (mediaan en ratio van de waarnemingen) in biggenopfokhokken

		inweken met water ¹	inweken met schuim ¹	ratio	btbhi ²	sign. ³
B	(binnenkant voerbak)	9	1	0,10	0,022 0,443	**
D	(binnenkant drinkbakje)	14	3	0,23	0,024 2,261	n.s.
H1	(hokafscheiding boven rooster)	3	1	0,47	0,177 1,270	n.s.
H2	(hokafscheiding boven vloer)	3	1	0,37	0,127 1,073	#
R1	(mestrooster, tegenover R3)	9	13	1,33	0,298 5,963	n.s.
R2	(mestrooster, tegenover R4)	11	8	0,74	0,182 3,018	n.s.
R3	(noodrooster, bij voerbak)	13	8	0,59	0,173 1,999	n.s.
R4	(noodrooster, ver van voerbak)	12	11	0,85	0,235 3,073	n.s.
V1	(dichte vloer, bij drinknippel)	6	14	2,41	0,780 7,444	n.s.
V2	(dichte vloer, ver van drinknippel)	11	12	1,09	0,326 3,667	n.s.

¹ berekende mediaan van de waarnemingen

² btbhi = 95% betrouwbaarheidsinterval van de ratio

³ sign. = significantie; n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = ($p < 0,1$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$)