

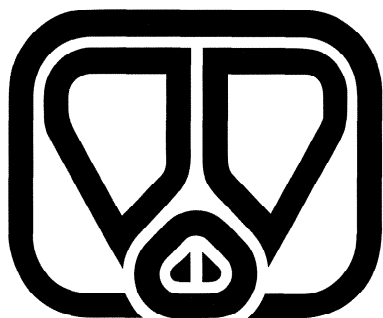
ir. N. Verdoes
ing. M.G. Telle¹
ir. I.A.A.C. Mouwen
ir. J.H.G. Tuinte²
ing. M.G.M. Vrielink
ir. C.E.P. van Brakel

¹ IMAG-DLO

² Informatie en Kennis Centrum
voor de Landbouw

Klimaatregeling met koude-opslag in vleesvarkensstallen

*Climate control in
pig houses using
groundwater*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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



Proefverslag nummer P 1.161
oktober 1996
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATT'ING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	8
1.1	Achtergrond	8
1.2	Voorstudie	8
1.3	Doel	8
2	WETTELIJKE ASPECTEN VAN GRONDWATERGEBRUIK	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Wetgeving met betrekking tot koude-opslag	9
2.2.1	Wet op de waterhuishouding	9
2.2.2	Wet Bodembescherming	10
2.2.2.1	Het Lozingsbesluit Bodembescherming	10
2.2.2.2	Het Infiltratiebesluit Bodembescherming	10
2.2.3	Grondwaterwet	10
2.2.3.1	Algemeen	10
2.2.3.2	Milieu-effect rapportage	11
2.2.3.3	Vergunningsverlening	11
2.2.3.4	Heffing	12
2.2.3.5	Schade	13
2.3	Beleid van rijk en provincies	13
3	MATERIAAL EN METHODE	14
3.1	Afdelingen	14
3.1.1	Staluitvoering	14
3.1.2	Hokbevuiling	14
3.1.3	Voer en drinkwater	14
3.1.4	Technische resultaten	15
3.2	Grondwaterunit	15
3.2.1	Beschrijving	15
3.2.2	Klimaatregeling	16
3.2.3	Temperatuurregistratie	16
3.2.4	Energiemetingen	17
3.2.5	Monsternamen grondwater	17
3.3	Meting ammoniakemissie	17
4	RESULTATEN	18
4.1	Functioneren van het systeem	18
4.2	Energieverbruik	18
4.2.1	Temperaturen	18
4.2.2	Elektriciteit	19
4.2.3	Bronwater	20
4.2.4	Verwarming	20
4.3	Grondwatermonsters en grondwaterstand	21
4.4	Ammoniakemissie	24
4.5	Prestatie dieren	25
4.5.1	Hokbevuiling	25
4.5.2	Waterconsumptie	25
4.5.3	Technische resultaten	26

5	ECONOMISCHE EVALUATIE	28
6	DISCUSSIE	32
7	CONCLUSIES	35
	REFERENTIES	36
	BIJLAGE	37
	REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN	40

SAMENVATTING

Grondwater kan worden benut om in de zomer warmte en in de winter koude in de bodem op te slaan en deze warmte of koude in een later stadium weer te benutten. Dit fenomeen wordt koude-opslag genoemd. Aan het gebruik van grondwater zijn wettelijke aspecten verbonden. In dit onderzoeksverslag wordt hierover de voorzover bekende informatie beschreven. Er blijken nog de nodige kennisleemten te zijn bij de provincies, die de vergunningverlening moeten uitvoeren. Dit leidt ertoe dat, hoewel de provincies zich in het algemeen positief opstellen, zij voornamelijk vaak werken met een tijdelijke vergunning voor bijvoorbeeld vijf jaar. Wel zijn de provincies hard bezig de problematiek te bestuderen algemene aanbevelingen op te stellen en onderlinge afstemming te bereiken. Het doel is te komen tot een maatregelenpakket met regels en aanbevelingen ten aanzien van grondwater en infiltratiebronnen. Hiermee hoopt men tot een standaardisatie te komen voor kleine objecten zoals die veel in de land- en tuinbouw voorkomen. Dit geeft duidelijkheid voor de agrariër, minder werk voor de provincies en uniformiteit in de vergunningverlening.

Naast een studie naar het wettelijk kader, is er ook een onderzoek uitgevoerd naar koeling en opwarming van ventilatielucht met behulp van grondwater in een afdeling met 60 vleesvarkens op het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte. De proef heeft twee mestronden geduurd: van mei 1994 tot en met januari 1995. De doelstelling was om het effect van de grondwater-unit op het energieverbruik en de ammoniakemissie te bepalen.

De proefafdeling was uitgerust met een grondwater-warmtewisselaar om de inkomende lucht te verwarmen of te koelen. In de zomer werd de buitenlucht gekoeld en in de winter opgewarmd. Wanneer de temperatuur achter de warmtewisselaar boven 19°C kwam, werd de pomp ingeschakeld om grondwater door het systeem te pompen. Dit gebeurde ook als de temperatuur achter de warmtewisselaar onder 8°C kwam.

In het eerste geval werd de binnenkomende lucht gekoeld tot ongeveer 14,5°C. In het tweede geval werd de binnenkomende lucht opgewarmd tot ongeveer 9°C. De buitenlucht werd door de warmtewisselaar via een kanaal boven het ventilatieplafond met geperforeerde gootjes gebracht. De grondwater-warmtewisselaar werd geregeld door een aparte regelaar, los van de regeling in de afdeling. De referentieafdeling had een directe luchtinlaat boven het ventilatieplafond. De voorverwarming van de referentieafdeling werd ingeschakeld als de binnenkomende lucht kouder was dan 4°C.

Het grondwater werd uit een aanvoerbron van 20 m diepte opgepompt en na gebruik in een retourbron (ook 20 m diep) geïnjecteerd. Bij de onttrekkingsbron en de infiltratiebron zijn geen storingen waargenomen. Er zijn geen verontreinigingen aangetroffen in het teruggevoerde grondwater. De grondwaterkoeler heeft naar tevredenheid gefunctioneerd. Het systeem dient wel zodanig aangelegd te worden dat het circuit goed op druk gehouden kan worden om corrosievorming te vermijden.

Tijdens warme dagen (buitentemperatuur 20 - 25°C) is gebleken dat de klimaatinstallatie in de proefafdeling goed werkte. De afdelingstemperatuur kwam niet boven 24,5°C. Ten opzichte van het gemiddelde van de referentieafdeling is dit 1,7°C lager. Op koude dagen is de klimaatinstallatie eveneens in vol bedrijf. De voorverwarming en de ruimteverwarming worden hierdoor overbodig.

Het elektriciteitsverbruik voor ventilatie blijkt bij de gebruikte klimaatsinstellingen in beide afdelingen 4 tot 4,3 kWh per 24 uur per afdeling te bedragen. Van de gemeten verschillen tussen beide afdelingen is niet aangetoond dat de klimaatinstallatie daarvan de oorzaak was. Vloerverwarming was in beide afdelingen slechts in de eerste dagen van een nieuw opgelegde ronde nodig.

Het minimum energieverbruik van de bronpomp was 0,28 kWh per etmaal. Dit basis-

verbruik was nodig voor het op druk houden van het circuit wanneer er geen vraag naar grondwater is. Het maximum elektriciteitsverbruik van de bronpomp op de warmste dagen was 10 kWh en op de koudste dagen 8,2 kWh per etmaal. Door het verbruik van de bronpomp was het totale energieverbruik in de proefafdeling hoger dan in de referentieafdeling. Het waterverbruik was dan ook op de warmste dagen en op de koudste dagen het hoogst, respectievelijk 103 en 58 m³ per 24 uur. Op dagen van gemiddeld 5 tot 10°C buitentemperatuur was het verbruik minimaal. De temperatuur van het aanvoerde bronwater varieerde van 9,8 tot 10,9°C. Het bronwater warmde in de zomer gemiddeld 1,3°C op bij het passeren van de warmtewisselaar. In de winter was de temperatuurverandering van het bronwater niet meetbaar (minder dan 0,5°C).

De uitvoering van het systeem en de constructie van het luchtkanaal waren zodanig dat de door de installatie afgekoelde buitenlucht voor een groot gedeelte weer werd opgewarmd voordat deze de dieren bereikte. Dit verklaart dat er geen verschillen in technische resultaten van de dieren gevonden zijn tussen de afdeling, aangesloten op de luchtconditioner en de afdeling met directe luchtinlaat. In de afdeling waar werd

gekoeld is meer hoesten waargenomen. Dit is mogelijk een gevolg van een te lage vochtigheid en een te hoog CO₂-gehalte. Tocht kan als oorzaak worden uitgesloten. De bevulling van het smalle rooster, de dichte vloer, het grote rooster en de dieren is bij de afdeling, aangesloten op de luchtconditioner, iets minder ernstig dan bij de afdeling met directe luchtinlaat.

Er is geen verschil gevonden in de ammoniakemissie tussen de proef- en de controleafdeling. Het ventilatiedebiet in de proefafdeling was begrensd op 70% van de maximale ventilatie. De ammoniakconcentratie in de proefafdeling was echter beduidend hoger.

Economische berekeningen laten zien dat een luchtconditioner in verbouwsituaties niet rendabel is in de vleesvarkenshouderij. In nieuwbouwsituaties kan het een aantrekkelijk alternatief zijn, met name omdat met een eenvoudig ventilatieplafond volstaan kan worden. Het systeem dient dan zodanig aangelegd te worden dat de gekoelde lucht niet weer wordt opgewarmd. Een vervolgonderzoek naar een andere opstelling van de luchtconditioner, waarmee de koele lucht naar de varkens gebracht wordt via een grondkanaal onder de voergang, is inmiddels elders uitgevoerd.

SUMMARY

Groundwater can be used to store heat in summer and cold in winter underground. This heat or cold can then be used in different processes. In the Netherlands the use of groundwater is controlled by law. In this report the state of the art with respect to legal aspects is described. There are some gaps in the knowledge of the provinces the body responsible for granting permits. In general provinces are obliging, although they tend to grant temporary permits (for instance for 5 year). At the moment the provinces are working on general recommendations and are trying to take the same course of action in similar situations. Their aim is to reach a uniform set of measures and recommendations for groundwater and wells. In this way the provinces hope to make the actions more understandable to farmers, standardise the granting of permits and decrease the amount of work involved in dealing with permits.

Besides a study on the legal aspects, research was carried out into using groundwater to cool and warm the ventilation air of a room for 60 fattening pigs on the Experiment Farm for Pig Husbandry in Raalte. The research was conducted during two fattening periods: from May 1994 until January 1995. The purpose was to investigate the effect of cooling/warming the air on energy consumption and ammonia volatilization.

In the research compartment a groundwater heat exchanger was built to heat or cool the fresh ventilation air. In the summer the fresh air was cooled and in the winter the air was heated. When the temperature behind heat exchange became higher than 19°C the pump in the well started to pump groundwater through the heat exchanger. This also happened when the temperature behind the heat exchanger decreased to below 8°C. In the first case the fresh air was cooled to about 14.5°C. In the second case the fresh air was heated to about 9°C. This air was led through an air channel to a buffer with perforated gutters above the ventilation ceiling. The experimental room was compared with

a control room with direct air inlet and the same ceiling ventilation. The preheating of the fresh air in the control compartment was started when the temperature of the air was lower than 4°C.

The groundwater was pumped from a well at a depth of 20 m and injected into another well (also 20 m depth). No disturbances were observed at the extraction well and the infiltration well. No pollution was observed in the recycled groundwater. The cooler worked well. The whole installation was mounted in such a way that there was pressure in the system, to avoid rust development.

At high temperatures (20 - 25°C outdoor temperature) the installation could limit the room temperature to 24.5°C. On average the room temperature was 1.7°C lower than that in the control room. On cool days the installation also worked continuously. Additional heating in the cooled room was not necessary.

The energy consumption of the fan in both compartments was 4 to 4.3 kWh per 24 hour. It is not clear whether the measured differences between both rooms were caused by the climate control system. Floor heating is only used during the first days of a fattening period in both compartments. The minimum energy consumption of the well pump was 0.28 kWh per day. This basic consumption is needed to maintain the pressure in the system when the pump does not work. The maximum energy consumption of the well pump on the hottest days was 10 kWh and on the coolest days 8.2 kWh per day. This was the reason why the total energy consumption in the research compartment was higher than in the control compartment. The quantity of used groundwater was 103 m³ on the hottest days and 58 m³ on the coolest days. At an outside temperature of between 5 and 10°C (in the mean) the water quantity is minimal. The temperature of the groundwater varied from 9.8 to 10.9°C. The groundwater warmed up by 1.3°C in summer. In the winter the fluctuations in the groundwater temperature were less than 0.5°C.

The layout of the system and the construction of the air channel were not optimal. In the air channel the cooled air was partly reheated before reaching the animals. This was the reason why no differences in performance of the animals was found. The number of lung infections seems to be higher in the cooled room. This is probably a consequence of a low humidity and high CO₂-content. The dirtiness of the pens (on slats, concrete solid floor and the animals themselves) was less severe in the cooled room.

There was no decrease in ammonia volatilization in the room with heat exchanger. The ventilation in the research room was limited to 70% of the maximum ventilation but the

ammonia concentration in the outlet air was much higher.

Calculations show that in rebuilding situations the air cooler is not profitable for fattening pigs. In new buildings it can be an attractive alternative, especially due to the fact that a simple ventilation ceiling is sufficient. Important is the fact that the air is not reheated in the path from cooler to animals, for instance with an air channel under the control path. Demo research has been carried out on a heat exchanger that is placed in the wall of the building. The cooled air is led to the animals through a channel beneath the control path of the compartment.

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Overheid en bedrijfsleven streven naar een verlaging van het energieverbruik. Er is behoefte aan inzicht in hoeverre het gebruik van grondwater als thermische buffer, en daarmee als duurzame energiebron, kan bijdragen aan de realisatie van deze doelstelling bij de doelgroep veehouderij. In andere sectoren (winkelcentra, kantoorcomplexen en ziekenhuizen) wordt de techniek van koude- en warmteopslag veelvuldig toegepast. Ook streven overheid en bedrijfsleven naar systemen die de uitstoot van ammoniak verminderen. Op dit gebied zijn inmiddels goede resultaten geboekt (Verdoes, 1996). De ammoniakuitstoot uit stallen is voor het grootste deel uit de mestopslag onder de roostervloer afkomstig. Circa 30% van de ammoniakemissie is afkomstig van de vloer in de stal. De bevuilding en daarmee de ammoniakuitstoot van de vloer is hoog als de temperatuur in de stal hoog is. Daarom is het van belang dat de temperatuur in de stal, met name aan het einde van de mestperiode, niet te hoog oploopt. Eén van de mogelijkheden daartoe is koeling van de binnenkomende lucht met behulp van grondwater. Ook mag verwacht worden dat de ammoniakuitstoot lager is als het ventilatiedebiet kleiner is. Met luchtkoeling is dit lagere debiet te realiseren. In de praktijk van de varkenshouderij wordt met de ventilatielucht veel warmte uit de stallen afgevoerd. Als een vermindering van ammoniakuitstoot kan worden gerealiseerd door het gebruik van grondwater, dan kan deze combinatie van verlagen van energieverbruik en van ammoniakemissie voor varkenshouders extra aantrekkelijk zijn.

Om dit te onderzoeken is een project uitgevoerd (voor maximaal twee mesttronden) onder contract met de Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu b.v. (Novem) in het kader van het programma "Agrarische Sector", dat gefinancierd wordt door het Ministerie van Economische Zaken. Ook de Provincie Overijssel gaf een financiële bijdrage aan dit project. Een voorstudie naar deze

problematiek is ook bekostigd door de Provincie Overijssel.

1.2 Voorstudie

Door IF Technology b.v. te Arnhem is een voorstudie verricht naar de mogelijke energiebesparing van grondwaterkoeling bij diverse diercategorieën in de varkenshouderij (Bakema, 1993). Hieruit bleek dat koude- en warmteopslag - onder de gehanteerde uitgangspunten - bij vleesvarkens een energetisch voordeel van ongeveer 10 procent oplevert en bij lacterende zeugen een voordeel van 5 procent. Voor de diergroepen gespeende biggen en drachtige zeugen zou koude-opslag energetisch negatief zijn ten opzichte van de huidige situatie in de praktijk. De besparingen op energie bij vleesvarkens en lacterende zeugen waren echter niet zodanig dat de benodigde investeringen binnen vijf jaar terugverdiend zouden worden. Het perspectief van koeling is daarom afhankelijk van de verwachte voordelen ten aanzien van de ammoniakemissiereductie. Besloten werd de verwachte emissiereductie bij vleesvarkens in kaart te brengen. Vervolgens heeft IF Technology een geohydrologische beschrijving en een effectenstudie opgesteld van de situatie in de omgeving van het Varkensproefbedrijf te Raalte. Ook is het aangeleverde technisch ontwerp van de koelinstallatie beoordeeld (Bakema, 1994).

1.3 Doel

De doelstelling van dit onderzoek is te bepalen in hoeverre verlaging van de energiekosten en van de ammoniakuitstoot mogelijk is, wat de investeringskosten zijn en hoe groot het mogelijk gunstige effect van het gebruik van grondwater voor de klimaatbeheersing in een vleesvarkensstal is op de groei en de gezondheid van vleesvarkens. Omdat het beleid rondom het grondwatergebruik nogal ondoorzichtig en per provincie verschillend is, hebben de financiers mede verzocht het wettelijk kader bij het grondwatergebruik voor de klimaatbeheersing van stallen te inventariseren.

2 WETTELIJKE ASPECTEN VAN GRONDWATERGEBRUIK

2.1 Inleiding

Opslag van koud water in de bodem is een techniek waarmee winterkoude kan worden bewaard voor gebruik in de zomer. Omgekeerd kan ook de zomerwarmte worden opgeslagen om deze te benutten in de winter. Het gaat dus in feite om koude- én warmteopslag. Kortheidshalve wordt hierna de term "koude-opslag" gebruikt. Met behulp van koude-opslag kan koeling en verwarming van gebouwen en ook de afvoer van warmte in diverse processen verzorgd worden

Koude-opslag in de bodem is een techniek die veel voordelen heeft ten opzichte van andere koeltechnieken, zoals koelmachines en doorstroomkoeling met grondwater. Bij koude-opslag wordt het grondwater na onttrekking van warmte of koude weer teruggebracht in de bodem. Er wordt dus geen grondwater verbruikt, in tegenstelling tot doorstroomkoeling waarbij grondwater na onttrekking van warmte of koude op oppervlaktewater wordt geloosd. Andere voordelen van koude-opslag kunnen zijn: lager energieverbruik en minder gebruik van milieugevaarlijke stoffen. De verwachting is dat de toepassing van koude-opslag in de toekomst zal toenemen. Ook de landbouw is geïnteresseerd in deze techniek.

Voor koude-opslag in de bodem is een vergunning nodig van de provincie in het kader van de Grondwaterwet. De vergunningverlening van koude-opslagprojecten is nog onduidelijk. Dit komt enerzijds doordat de aanvragers veelal nog onbekend zijn met de procedures en anderzijds omdat koude-opslag in de bodem een nieuw fenomeen is waarvan men milieu-effecten vreest. Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de wettelijke aspecten van het gebruik van grondwater en de vergunningverlening. Ook wordt een beeld gegeven van de voorschriften die provincies kunnen opnemen bij de vergunningverlening.

2.2 Wetgeving met betrekking tot koude-opslag

De Grondwaterwet is zonder meer de belangrijkste wet aangaande koude-opslag. Koude-opslag heeft echter ook raakvlakken met andere - meestal minder specifieke - wetten. Voor een volledig overzicht zullen deze eerst in het kort behandeld worden.

2.2.1 Wet op de waterhuishouding

Het voornaamste doel van de Wet op de waterhuishouding (Wwh, 1989) is het tot stand brengen van een samenhangend en doelmatig beleid en beheer van grond- en oppervlaktewater van de Nederlandse waterhuishouding in haar geheel. Het grondwater is voor de kwantiteitsaspecten onderworpen aan de Grondwaterwet, terwijl de Wet Bodembescherming de kwaliteitsaspecten van grondwater regelt.

Binnen de Wwh worden beleid en uitvoering betreffende grondwater en oppervlaktewater gezamenlijk geregeld in een aantal plannen, te weten:

- | | |
|-------------|---|
| Rijk: | - nota voor de waterhuishouding (1 x per 4 jaar) |
| | - beheersplan rijkswateren (1 x per 4 jaar) |
| Provincie: | - plan voor de waterhuishouding |
| | - beheersplan provinciale wateren, inclusief grondwaterplan |
| Waterschap: | - beheersplan overige wateren (oppervlaktewater). |

Centraal bij de uitvoering van de Wwh staat de Nota Waterhuishouding. In 1989 is de derde Nota Waterhuishouding verschenen. Ingevolge de Wwh zijn de provincies verplicht een provinciaal waterhuishoudingsplan op te stellen, dat ze kunnen afleiden van de Nota Waterhuishouding. Aan de hand van de provinciale waterhuishoudingsplannen wordt een beheersplan, inclusief een grondwaterplan, opgesteld dat operationele maatregelen bevat. Het grondwaterplan

fungeert bij de vergunningverlening als beleidsnorm voor Gedeputeerde Staten (GS).

2.2.2 Wet Bodembescherming

De Wet Bodembescherming (Wbb) is in 1987 in werking getreden. Het is een kaderwet, wat wil zeggen dat de regelgeving geleidelijk tot stand komt via AMvB's en provinciale verordeningen. De Wbb heeft als doel de kwaliteit van de bodem en het grondwater te beschermen. Zo kunnen er regels worden gesteld met betrekking tot de kwaliteit van het te infiltreren water. Aan infiltratie van grondwater is in de Wbb nog geen invulling gegeven. De algemene zorgplichtbepaling van de Wbb is wel altijd van toepassing. De Wbb is dus relevant voor koude-opslagprojecten. De Wbb is aan de orde bij de grondwaterbeschermingsgebieden rond de winning van water voor de openbare drinkwatervoorziening.

Het beschermingsbeleid is een zaak van het provinciaal bestuur. De provincie kan regels stellen die strenger zijn dan de landelijk geldende voorschriften. Provinciale Staten stellen provinciale verordeningen vast, gebaseerd op de Wet milieubeheer. Over het algemeen zijn deze verordeningen van toepassing in milieubeschermingsgebieden (waaronder grondwater- en bodembeschermingsgebieden). In deze door GS vastgestelde zones gelden eisen of verbodsbepalingen om pompputten te maken en te exploiteren of leidingen te leggen. Dit houdt in dat voor het realiseren van een koude-opslagproject een ontheffing nodig is die moet worden aangevraagd bij GS. Diverse specifieke bodemzaken worden geregeld in aparte besluiten. Twee daarvan worden nu behandeld.

2.2.2.1 Het Lozingenbesluit Bodembescherming

In juli 1990 is het Lozingenbesluit Bodembescherming in werking getreden. Deze Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) is gericht op het *definitief* in de bodem brengen van vloeistoffen, waaronder koelwater. Het Lozingenbesluit is bij koude-opslagprojecten alleen van toepassing wanneer water wordt gerecirculeerd én het water niet in dezelfde laag wordt teruggebracht als waaruit het werd opgepompt. Het Lozingenbesluit geldt

in de praktijk dus hoogstens voor een klein deel van de koude-opslagprojecten.

Zo'n situatie kan óók optreden bij calamiteiten met koude-opslag, waarbij het opgepompte grondwater geloosd moet worden. Provincies kunnen via een doelvoorschrift bepalen dat bij calamiteiten lozing op het riool of oppervlaktewater dient plaats te vinden. Opgemerkt wordt dat het in de landbouw, vanwege de kleinschaligheid van de projecten, steeds zal gaan om relatief geringe debieten.

2.2.2.2 Het Infiltratiebesluit Bodembescherming

Dit besluit is voor koude-opslag niet van toepassing, omdat het uitsluitend betrekking heeft op het infiltreren van oppervlaktewater.

2.2.3 De Grondwaterwet

2.2.3.1 Algemeen

De Grondwaterwet (Gww, 1981) is de belangrijkste wet in relatie tot koude-opslag. Deze wet regelt het doelmatig gebruik en de bestemming van de hoeveelheid grondwater in Nederland. De Gww vormt het algemeen landelijk beleid, zowel voor het onttrekken van grondwater als het infiltreren van water. Dit gebeurt ter aanvulling van het grondwater met het oog op het onttrekken daarvan. Hier zijn tal van belangen bij betrokken. De uitvoering van de Gww berust bij het provinciaal bestuur. Iedere provincie heeft zijn eigen waterhuishoudingsplan en daarmee een eigen grondwaterverordening. Hierin kan ondermeer worden vastgelegd onder welke voorwaarden onttrekkingen wél of niet vergunning- of registratieplichtig zijn. Uit praktisch oogpunt is in de meeste verordeningen een minder vergaande vorm van registratie geïntroduceerd: de meldingsplicht. Iedere provincie heeft een eigen beleid voor meldings-, registratie- of vergunningplicht.

Infiltreren is volgens de Grondwaterwet: het in de bodem brengen van water ter aanvulling van het grondwater met het oog op het onttrekken daarvan. Het infiltreren van water bij koude-opslag kan als zodanig worden beschouwd. Infiltreren van water in de bodem is een vergunningplichtige activiteit. Een vergunning wordt alleen verleend als er

geen gevaar is voor verontreiniging van het grondwater. Ook onttrekkingen zijn registratie- en vergunningplichtig. De provinciale verordeningen bevatten voor het overige geen bepalingen die specifiek zijn voor koude-opslag. Voor bronbemaling van bouwputten, proefinstallaties, watervoorziening, beregenings- en bevoeiingsdoeleinden, grondwatersanering en andere onttrekkingen gelden steeds verschillende grenzen met betrekking tot de meldings- en registratieplicht. In tabel 1 zijn de grenswaarden van "overige onttrekkingen" gegeven (grondwatergebruik voor koude-opslag wordt beschouwd als overige onttrekking).

2.2.3.2 Milieu-effect rapportage

Voor grondwateronttrekking op agrarische bedrijven bestaat vanwege de kleinschaligheid, in het kader van het Besluit milieu-effect-rapportage 1994 geen M.E.R.-plicht.

2.2.3.3 Vergunningverlening

Voor de procedure van een vergunningaanvraag in het kader van de Grondwaterwet wordt verwezen naar figuur 1.

Een aanvrager doet er verstandig aan eerst overleg te plegen met de provincie; de aanvraag wordt dan later gemakkelijker ontvankelijk verklaard. Dit is van belang om de proce-

dure binnen zes maanden af te kunnen ronden. Een vlotte afwikkeling van de aanvraag is vervolgens een taak van de provincie.

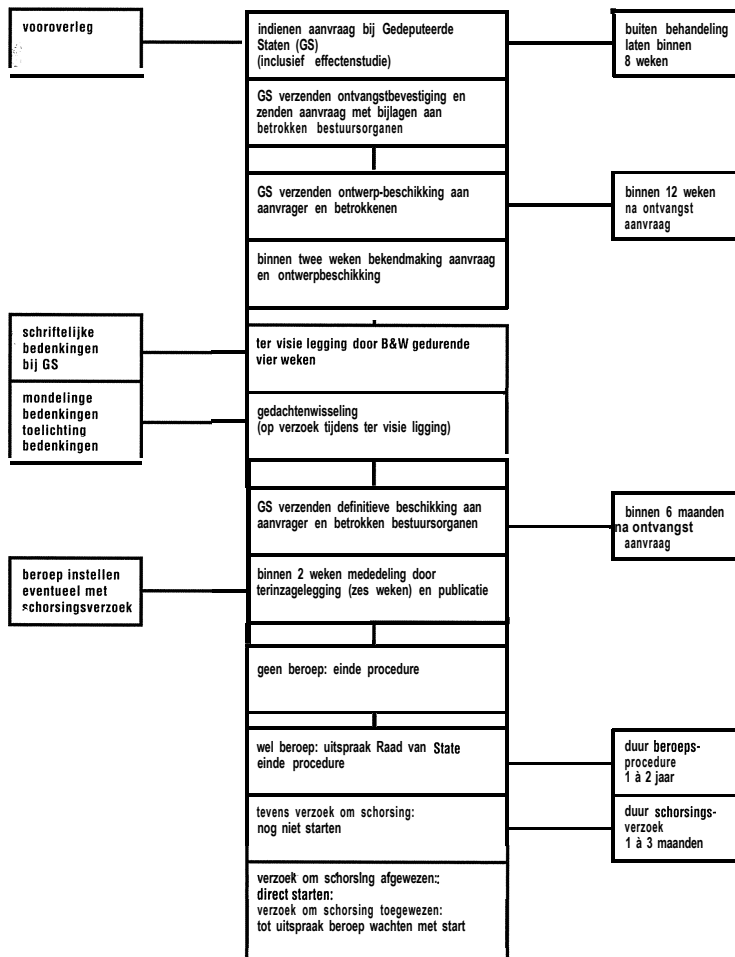
De eisen waaraan een aanvraag moet voldoen zijn omschreven in de provinciale grondwaterverordening. De provincie kan de vergunning verlenen onder bepaalde voorschriften. Deze voorschriften kunnen bestaan uit algemene en specifieke voorschriften. Algemene voorschriften kunnen zijn: het in oorspronkelijke staat terugbrengen van de pomp- en infiltratieputten na beëindiging van de winning, het meten van de grondwaterstand en het meten en de wijze van meten van de kwaliteit en hoeveelheid van het opgepompte (en geïnfilterde) water. Specifieke voorschriften bij koude-opslag kunnen betrekking hebben op: de te hantieren overdruk, het schoonmaken/schoonhouden van de infiltratieput, het terugspoelen, een neutrale energiebalans, et cetera. Een bijzonder voorschrift kan een beperking van de duur van de vergunning zijn. Een vergunning voor een proefperiode mag alleen verleend worden indien de gevolgen van het onttrekken/infiltreren van grondwater onvoldoende beoordeeld kunnen worden. Na de proefperiode moet dan een nieuwe vergunning worden aangevraagd.

Tabel 1: Overzicht van debieten* bij wateronttrekking voor koude-opslagdoeleinden waarbij meld-, registratie- en vergunningplicht geldt

Provincie	Melding bij meer dan	Registratie bij meer dan	Vergunning bij meer dan
Groningen	-	10 m ³ /uur	30 m ³ /uur + 10.000 m ³ /mnd
Friesland	1 m ³ /uur	10 m ³ /uur + 1.000 m ³ /mnd	10 m ³ /uur + 1.000 m ³ /mnd
Drenthe	10 m ³ /uur	10 m ³ /uur + 1.000 m ³ /mnd	10 m ³ /uur + 1.000 m ³ /mnd
Overijssel	altijd	1.000 m ³ /mnd	1.000 m ³ /mnd + bij warmte-onttrekking
Gelderland	1 m ³ /uur	10 m ³ /uur + 12.000 m ³ /kwrt	35 m ³ /uur + 12.000 m ³ /kwrt
Flevoland	1 m ³ /uur	12.000 m ³ /kwrt + **	12.000 m ³ /kwrt + **
Utrecht	altijd	35 m ³ /uur + 12.000 m ³ /kwrt	35 m ³ /uur + 12.000 m ³ /kwrt
Noord-Holland	1 m ³ /uur	10 m ³ /uur	50.000 m ³ per jaar (10.000 m ³ in 't Gooi)
Zuid-Holland	altijd	10 m ³ /uur + 1.000 m ³ /mnd	12.000 m ³ per jaar
Zeeland	-	5 m ³ /uur	10 m ³ /uur + 200 m ³ /mnd
Noord-Brabant	10 m ³ /uur	10 m ³ /uur	10 m ³ /uur
Limburg	5 m ³ /uur	100 m ³ /uur	100 m ³ /uur

* betreft het totaal van alle installaties op een bedrijf

** eveneens alle onttrekkingen > 30 m beneden maaiveld



Figuur 1: Procedure bij vergunningverlening Grondwaterwet

De provincie is bevoegd een eerder verleende vergunning in te trekken of de vergunningvoorschriften te wijzigen. De vergunninghouder kan in dat geval, indien bijvoorbeeld de wijziging een onredelijke (lasten) verzwaring betekent, aanspraak maken op schadevergoeding. Provincies kunnen in perioden van waterschaarste een tijdelijk verbod instellen op het onttrekken van grondwater, ondanks het bestaan van een vergunning.

2.2.3.4 Heffing

Provinciale Staten kunnen op grond van de Grondwaterwet (Gww) een heffing instellen op het onttrekken van grondwater. Als grondslag voor deze heffing geldt de ont-

trokken hoeveelheid grondwater. Met infiltraties die zijn opgenomen in de vergunning krachtens de Gww wordt rekening gehouden door een vermindering van de heffing toe te passen. Iedere provincie kan zelf de hoogte van de heffing en de drempels van de hoeveelheid opgepompt grondwater bepalen. De heffing in 1995 lag bijvoorbeeld tussen de 0,5 en 2 cent per m³. Koudeopslag valt onder deze heffing.

Sinds 1 januari 1995 is er de belasting op milieugrondslag. Grondwater maakt onderdeel uit van deze belasting. De belasting wordt namens het rijk geïnd door de belastingdienst. Voor grondwater bedraagt de belasting 34 cent per m³ voor drinkwater-

onttrekkers en 17 cent per m³ voor overige grondwateronttrekkers. Echter, koude-opslag is vrijgesteld van deze belasting!

2.2.3.5 *Schade*

Een onttrekking waarvoor vergunning is verleend, moet worden gedoogd. De vergunninghouder is echter verplicht om de schade die iemand door een onttrekking of infiltratie kan ondervinden te ondervangen of als dit niet mogelijk is te vergoeden. Als echter de schade zó groot zou worden dat een eigenaar niet of nauwelijks meer het door hem gewenste gebruik van zijn land kan maken, dan kan hij van de vergunninghouder vorderen het eigendom te kopen. Voorbeelden van schade tengevolge van een grondwateronttrekking of infiltratie zijn opbrengstvermindering van landbouwgewassen door vochttekort of wateroverlast, gebouwschade door zettingen, schade voor natuur en wateroverlast in woningen.

2.3 Beleid van rijk en provincies

Het algemene beeld is dat alle provincies

positief staan tegenover het principe van koude-opslag, echter onder randvoorwaarden. Als belangrijkste randvoorwaarden worden genoemd het veilig stellen van het drinkwaterbelang (uitsluiten van grondwater-/milieubeschermingsgebieden of uitsluiting van bepaalde watervoerende pakketten) en meer algemeen het in de afweging betrekken van andere bij het grondwaterbeheer betrokken belangen. Veel provincies hebben nog vraagtekens over de precieze kwaliteitseffecten van de techniek. De meeste provincies willen een actieve en stimulerende rol spelen ten aanzien van koude-opslag; geen enkele provincie wil de ontwikkeling tegengaan. Wel zijn veel provincies enigszins terughoudend vanwege de onbekendheid met een aantal aspecten van koude-opslag. Dit betreft enerzijds kwaliteitsaspecten (kwaliteitsrisico's, thermische effecten en de gevolgen daarvan) en daarnaast vragen over de kwantitatieve mogelijkheden (aantal gegadigden en beslaglegging op het grondwatersysteem). In bijlage 1 is per provincie weergegeven wat het beleid is met betrekking tot koude-opslag.

3 MATERIAAL EN METHODE

Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte gedurende twee mestronden (een zomerronde van 18 mei 1994 tot en met 12 september 1994 en een winterronde van 27 september 1994 tot en met 30 januari 1995). In deze proef is een afdeling, uitgerust met een klimaatregeling die gebruik maakt van koeling en verwarming met behulp van grondwater, vergeleken met een afdeling met een traditionele klimaatregeling.

3.1 Afdelingen

3.1.1 Staluitvoering

De beide afdelingen bestonden uit zes hokken voor elk tien vleesvarkens. De hokken waren 2,00 m breed en 3,95 m diep. De voergang was 1 m breed. De hokindeling was als volgt uitgevoerd (vanaf de voergang gezien): 0,50 m smal betonrooster, 1,85 m betonnen bolle vloer en 1,60 m groot rooster inclusief een mestspleet van 10 cm. Het grote rooster bestond uit 0,50 m betonrooster met daarachter 1 m metalen kamstaalroosters (doorsnede balk en spleetbreedte beide 10 mm). De dieren werden gevoerd via een brijbak die voor in het hok, in een hoek op het smalle rooster, stond. De diepte van het mestkanaal was circa 60 cm. De

opslagduur van de mest was circa twee maanden. De mestafvoer geschiedde met een rioleringssysteem.

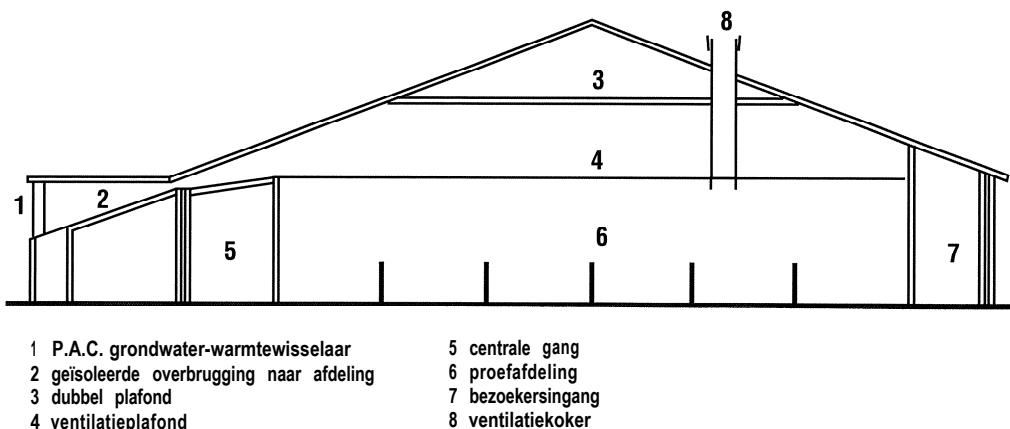
3.1.2 Hokbevuiling

In de proefperiode is één keer per week de mate van bevuiling vastgelegd in alle zes hokken van de twee afdelingen, om eventuele pieken in de ammoniakemissie te kunnen verklaren. De mate van bevuiling is beoordeeld van het smalle rooster, de bolle vloer, het grote rooster en de dieren. Deze bevuiling is uitgedrukt in een score van 0 tot en met 5. Score 0 betekende geen bevuiling, score 5 betekende ernstige bevuiling. Deze gegevens zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse van het statistisch pakket SAS.

3.1.3 Voer en drinkwater

De dieren werden ad lib gevoerd (startvoer: EW 1,08, ruw eiwit 175 g/kg, darmverteerbaar lysine 8,4 g/kg; afmestvoer: EW 1,07, ruw eiwit 160 g/kg, darmverteerbaar lysine 7,0 g/kg) via één brijbak per hok. In deze brijbak stond middels een drinknippel drinkwater onbepert ter beschikking. Het waterverbruik van de dieren werd per afdeling gemeten met watermeters waarvan eens per week de stand werd genoteerd.

Proefafdeling



Figuur 2: Dwarsdoorsnede proefafdeling

3.1.4 Technische resultaten

De beide afdelingen werden gelijktijdig, gemengd naar sexe en op basis van erfelijke gelijkheid opgelegd. Er werd naar gestreefd om dieren op te leggen die tussen de 22 en 28 kg wogen. De meeste dieren hadden een GY_s-beer als vader. De dieren werden bij opleg gewogen. De verstrekte voerhoeveelheden werden per hok geregistreerd. Ook werden uitval en gezondheidsstoornissen geregistreerd. Tevens zijn de individuele gegevens van het slachthuis gebruikt voor eindgewicht, vleespercentage, classificering van karkas en long- en leveraandoeningen. Met behulp van de variantieanalyse van het statistische pakket SAS is geanalyseerd of de gemeten verschillen significant waren.

3.2 Grondwaterunit

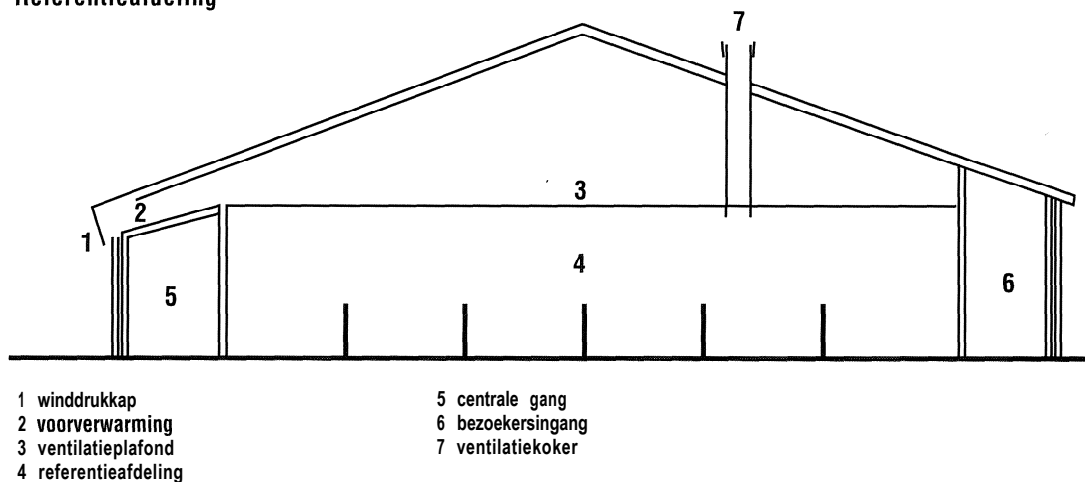
3.2.1 Beschrijving

De proefafdeling was uitgerust met een grondwater-warmtewisselaar (Pig Air Conditioner van Heva Koeltechniek) om de inkomende lucht te verwarmen of te koelen. De grondwater-warmtewisselaar bestond uit horizontale metalen buisjes waar grondwater door gepompt werd. Het aanstroomoppervlak van de warmtewisselaar was 1 m². Langs de metalen buisjes werd buitenlucht aangezogen zodat warmte-uitwisseling

plaatsvond. In de zomer werd de buitenlucht gekoeld en in de winter opgewarmd. De luchtconditioner had een capaciteit van 5.000 m³ lucht per uur bij een tegendruk van 45 Pa. Het grondwater werd uit een aanvoerbron van 20 m diepte opgepompt en na gebruik in een retourbron (ook 20 m diep) geïnjecteerd. De retourbron lag 35 m van de aanvoerbron, loodrecht op de stroomrichting van het grondwater. Het grondwater werd maximaal 2°C opgewarmd of afgekoeld tijdens het passeren van de warmtewisselaar. Corrosievorming in de leidingen werd voorkomen door het systeem op overdruk te houden. Hierdoor kon geen zuurstof het systeem binnendringen. In een rapport van IF Technology bv (Bakema, 1994) is het systeem uitgebreid beschreven.

De grondwater-warmtewisselaar was twee meter van de stalgevel op dakgoothoogte geplaatst, omdat het systeem in een bestaande situatie ingepast moest worden. De afstand tussen de warmtewisselaar en de stal werd overbrugd door een kanaal dat geïsoleerd was met 8 cm polyurethaanplaat. De buitenlucht werd door de warmtewisselaar via een kanaal boven het ventilatieplafond met geperforeerde gootjes (Custers Air Control) gebracht. De grootte van de openingen werd geregeld naar aanleiding van seizoen en luchtsnelheid. Boven het ventila-

Referentieafdeling



Figuur 3: Dwarsdoorsnede referentieafdeling

tieplafond was in de nok een tweede plafond aangebracht voor extra isolatie. De totale nok was geïsoleerd met 8 cm polyurethaan. Het tweede plafond bestond eveneens uit 8 cm polyurethaanplaat. De lucht werd op 2 m hoogte in de afdeling afgezogen door een ventilator met een diameter van 45 cm. In figuur 2 is een schematische doorsnede van de proefopstelling weergegeven.

De referentieafdeling had een directe luchtinlaat boven het ventilatieplafond. Boven de centrale gang waren verwarmingsbuizen (met vinnen) aangebracht om de buitenlucht, indien nodig, voor te verwarmen. De referentieafdeling was evenals de proefafdeling uitgerust met een Custers Air Control ventilatieplafond. De lucht werd in beide afdelingen door een ventilator (diameter 45 cm) op 2 m hoogte afgezogen. In figuur 3 is een schematische doorsnede van de referentieafdeling weergegeven.

3.2.2 Klimaatregeling

De grondwater-warmtewisselaar werd geregeld door een aparte regelaar, los van de regeling in de afdeling. Wanneer de temperatuur achter de warmtewisselaar boven 19°C kwam, werd de pomp ingeschakeld om grondwater door het systeem te pompen. Dit gebeurde ook als de temperatuur achter de warmtewisselaar onder 8°C kwam (vóór oktober 1994 was dit 6°C, maar dit is verhoogd vanwege condensvorming in de afdeling). In het eerste geval moest de binnenkomende lucht gekoeld worden tot ongeveer 13°C. In het tweede geval werd de binnenkomende lucht opgewarmd tot onge-

veer 10°C. Als de temperatuur achter de warmtewisselaar onder 4°C daalde, werd het alarm ingeschakeld om schade door vorst te voorkomen. Afhankelijk van de temperatuur achter de warmtewisselaar werd de pomp met behulp van een frequentieregelaar aangestuurd. De pomp kon minimaal 9 en maximaal 15 m³ grondwater per uur door het systeem pompen.

De voorverwarming van de referentieafdeling werd ingeschakeld wanneer de binnenkomende lucht kouder was dan 4°C. Deze regeling was van het "aan-uit"-type en werd aangestuurd door een aparte regelaar. Het klimaat werd in beide afdelingen geregeld met behulp van de ventilatiehoeveelheid, de ruimteverwarming en de vloerverwarming. In de proefafdeling was er de mogelijkheid om de lucht te preconditioneren met behulp van de warmtewisselaar en in de referentieafdeling was er de mogelijkheid om de lucht voor te verwarmen. De klimaatregelaar was voor beide afdelingen gelijk ingesteld, behalve voor de maximale ventilatiehoeveelheid. De ventilatiehoeveelheid bedroeg in de referentieafdeling maximaal 100% en in de proefafdeling maximaal 70% ten opzichte van de capaciteit van de ventilator (6.000 m³/h). Dit betekent dat bij gelijke temperaturen er altijd minder werd geventileerd in de proefafdeling. De band breedte varieerde tussen 4 en 6°C, afhankelijk van het verschil tussen staltemperatuur en buitentemperatuur. In tabel 2 zijn de instellingen van de klimaatcomputers weergegeven.

3.2.3 Temperatuurregistratie

Voor beide afdelingen werd continu op de

Tabel 2: Instellingen klimaatcomputers

knippunt dagnummer	ruimtetemperatuur in °C	temperatuur vloer- verwarming in °C	minimum ventilatie in m ³ /h
1	22	40	600
5	22	40	600
15	21	35	600
30	19	15	600
60	19	15	900
95	19	15	1.200
150	19	15	1.200

volgende plaatsen de temperatuur gemeten met behulp van thermokoppels en weggeschreven naar een dataaker:

- lucht direct onder het plafond,
- lucht in de ventilatorkoker,
- water vóór de radiator in de centrale gang,
- water na de radiator in de centrale gang,
- water vóór de vloerverwarming en
- water na de vloerverwarming.

Daarnaast werden de temperatuur en de luchtvochtigheid gemeten in de buitenlucht (met rotronics; temperatuursrange -30 tot +70°C; RV 0 - 100%) en in de beide afdelingen met temperatuur- luchtvochtigheidsopnemers (rotronics; temperatuursrange 0 - 100°C; RV 0 - 100%). Ter controle werd de temperatuur op dierhoogte boven het midden van de dichte vloer éénmaal per week in ieder hok gemeten met behulp van een digitale thermometer van Noronix.

3.2.4 Energiemetingen

Voor de bepaling van het rendement van de koeling en verwarming werden de temperaturen van aanvoer- en retourwater continu gemeten, evenals de temperatuur van de lucht voor en na de koeler. Dit gebeurde met twee thermokoppels (PT 100; uitgangssignaal 0 - 5 V; 0 - 10 V). Het elektriciteitsverbruik van de bronwaterpomp werd afzonderlijk gemeten met een kWh-meter met pulsenteller. Een flowmeter met elektronisch uitgangssignaal (VMT-MCE Qn; 1,5 m³/h) is gebruikt om de hoeveelheid opgepompt grondwater vast te leggen.

Het energieverbruik per afdeling werd continu vastgelegd via kWh-meters met pulsentellers (type EMT-G2). De signalen van de pulsentellers werden ingelezen door een dataaker. Het warmteverbruik van de verwarmingselementen op de centrale gang en de vloerverwarming in de afdelingen is met warmtemeters (MCE DN; 20 mm; 1,5 m³/h) gemeten en in een dataaker vastgelegd. De meters werden éénmaal per week afgelezen en bijgehouden.

De energiemetingen konden pas gestart worden op 15-07-94, enige weken na het opleggen van de dieren. Van alle energie-

verbruikers, van de binnen- en buitentemperaturen en van de ventilatiehoeveelheden en bronpompdebieten zijn de meetwaarden continu bepaald met flowtransmitters en als gemiddelde uurwaarden in datafiles weggeschreven.

3.2.5 Monstername grondwater

Eens per maand werden twee monsters van het grondwater, op 20 m diepte, genomen (één bij de onttrekkingsbron en één bij de infiltratiebron) via aftappunten. De monsters zijn bewaard in de diepvries en vervolgens op het Milieulaboratorium van IMAG-DLO geanalyseerd op de aanwezigheid van verontreinigende stoffen, zoals totaal stikstof en oliecomponenten. Voor de bepaling van oliecomponenten is een gravimetrische bepaling gebruikt. De recovery van de oliecomponenten bedraagt bij deze lage concentraties in principe 50%. Dit betekent dat maximaal de helft van de oliecomponenten wordt aangetoond. Het laboratorium vermenigvuldigt de geanalyseerde waarde daarom met twee.

Gedurende de tweede mestronde is éénmaal per week het grondwaterpeil bepaald in vier peilbuizen (op 5 en 15 m diepte bij beide bronnen) met behulp van een peilklokje (diameter 17 mm, met meetband) ter controle van het functioneren van de bronnen. Het peilen geschiedde als de pomp niet in bedrijf was.

3.3 Meting ammoniakemissie

De ammoniakconcentratie van de uitgestoten lucht en van de buitenlucht werd continu in beide afdelingen gemeten met een NDIR-gasmonitor, zoals beschreven in het meetprotocol van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). Het ventilatiedebiet is vastgelegd met meetventilatoren en pulsentellers. De ammoniakemissie is berekend als product van de ammoniakconcentratie en ventilatiehoeveelheid. De emissie is uitgedrukt als kg ammoniak per dierplaats per jaar en is gecorrigeerd voor een bezettingsgraad van de dieren van 90% en voor de achtergrondbelasting van 0,2 mg ammoniak per m³ lucht.

4 RESULTATEN

4.1 Functioneren van het systeem

Voor de start van de proef werd door de installateur berekend dat de maximum ventilatiehoeveelheid van 100 m³ per dier per uur gereduceerd kon worden tot 50 m³ per dier per uur. Door de slechte luchtkwaliteit in de afdeling (het CO₂-gehalte was boven de norm voor varkensstallen van 0,20 volume-procent; Anonymus 1993) is de maximale ventilatiehoeveelheid begrensd op 60 m³ per dier per uur. Bij hoge buitentemperaturen liep de temperatuur in de proefafdeling echter op tot 26,4°C. Besloten werd om de maximum ventilatiehoeveelheid te verhogen tot 70% (= 70 m³ per dier per uur) en de minimale koeltemperatuur te verlagen naar 13°C.

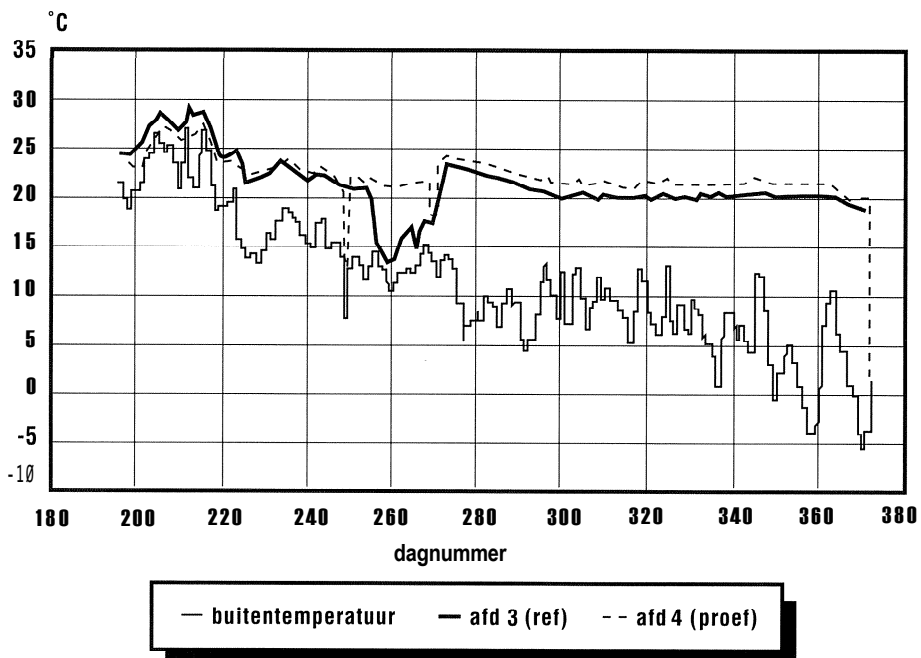
Het luchtconditioneringssysteem heeft over het algemeen goed gefunctioneerd. Gedurende het onderzoek heeft zich één storing voorgedaan. Het bleek namelijk dat vóór het uitschakelen van de pomp er niet voldoende druk in de leidingen werd opgebouwd. Dit had ijzervorming tot gevolg.

Tevens bleek een klep te lekken, waardoor de pomp soms onnodig weer aansloeg. In oktober 1994 is dit opgelost door het aanbrengen van een schakelrelais in de frequentieregelaar. Voordat de pomp wordt uitgeschakeld, stuurt de frequentieregelaar de pomp nu eerst naar 100% om druk op te bouwen. Hierdoor valt de druk in de leiding niet meer weg. Vanaf mei 1994 tot en met oktober 1994 is er door het conditioneringssysteem dan ook meer energie verbruikt dan noodzakelijk was. De meetwaarden voor het pompvermogen (tabel 4) zijn hiervoor gecorrigeerd.

4.2 Energieverbruik

4.2.1 Temperaturen

In figuur 4 is voor de buitentemperatuur en de temperatuur in de afdelingen het verloop van de etmaalgemiddelden weergegeven. Op de x-as staan dagnummers overeenkomstig de kalender. Dag 196 is 15-07-1994 en dag 255 is 12-09-1994 (het einde van de eerste ronde). De tweede ronde duurde van dag 270 tot dag 396 (31-01-1995).



Figuur 4: Buitentemperatuur en staltemperaturen

De waarnemingen begonnen met een aantal warme dagen tussen dag 199 en 219. De gemiddelde etmaaltemperatuur varieerde in deze periode van 20 tot 26°C. De klimaatinstallatie van de proefafdeling kwam meteen in vol bedrijf voor het koelen van de aangevoerde lucht. Enige koude dagen met etmaalgemiddelden onder het vriespunt van -5 tot 0°C zijn gemeten tussen dag 338 en 342 en tussen dag 350 en 354. Op dit soort koude dagen is de klimaatinstallatie eveneens in vol bedrijf. Het grondwater wordt dan met een temperatuur van circa 10°C als voorverwarming van de buitenlucht benut.

Alle gemeten dagen zijn naar het etmaalgemiddelde van de buitentemperatuur ingedeeld in klassen met een interval van 5°C. Vervolgens zijn per klasse de gemiddelden en de standaardafwijkingen van alle gemeten uurwaarden in die klasse bepaald. Hiervan is tabel 3 het resultaat.

De klimaatinstallatie zorgde in het traject van -5 tot +15°C voor een hogere ruimtetemperatuur (circa 1°C) en in de klasse van 20 tot 25°C voor een lagere ruimtetemperatuur in de proefafdeling ten opzichte van de controleafdeling (1,7°C). Dit laatste is ook zichtbaar in figuur 4 op de dagen 196 tot 216. In de klasse van 15 tot 20°C zijn de gemiddelde temperaturen in beide stallen gelijk. In de proefafdeling heerste dus een gelijkmatiger temperatuur. In de klasse van -5 tot 0°C is in beide afdelingen de staltemperatuur hoger dan in de klasse 0 tot 5 en 5 tot 10°C. Hierbij moet bedacht worden dat in de tijd dat de buitentemperatuur onder het vriespunt lag

zware dieren in de afdeling lagen, die veel warmte produceerden. Het aantal uren dat in deze klasse is gemeten kan ook mede een licht vertekend beeld geven.

In de klassen beneden 10°C ontlopen de standaardafwijkingen van de beide afdelingen elkaar niet veel. Blijkbaar is in de referentiestal onder die omstandigheden de ventilatieregeling, eventueel gecombineerd met de vloer- en ruimteverwarming, in staat de staltemperatuur op een vergelijkbare constante waarde te handhaven. In de klassen boven 10°C zijn de standaardafwijkingen van de temperatuur in de gekoelde afdeling aanmerkelijk lager dan die in de controleafdeling.

4.2.2 Elektriciteit

Het energieverbruik is getransformeerd naar een verbruik per etmaal. Door dit te relateren aan de gemiddelde etmaaltemperatuur worden bouwstenen verkregen voor een schatting van het jaarrondverbruik of voor het verbruik in een bepaalde periode. In tabel 4 is hiervan een samenvatting gegeven.

Het elektriciteitsverbruik voor ventilatie blijkt in de klassen boven 10°C in beide afdelingen 4 tot 4,3 kWh per 24 uur per afdeling te bedragen, ondanks het feit dat de verplaatste hoeveelheid ventilatielucht in de proefafdeling minder is dan in de referentieafdeling (zie tabel 7). Dit kan wijzen op meer weerstand als gevolg van het feit dat de lucht de warmtewisselaar moet passeren. Bij lagere buitentemperaturen ligt in de gekoelde afdeling het verbruik circa 30% hoger. Dat het

Tabel 3: Gemiddelde staltemperaturen en standaardafwijkingen

klasse-indeling buitentemp. in °C	freq. uren	gem. buitentemp. in klasse in °C	temp. contr.- afdeling in °C	temp. proef- afdeling in °C	std afw. buiten- temp.	std afw. controle- afdeling	std afw. proef- afdeling
-5 tot 0	188	-2,4	20,3	21,3	2,5	07,	06,
0 tot 5	501	3,1	18,3	19,4	3,2	37,	3,3
5 tot 10	1.204	7,4	19,7	20,9	2,8	29,	2,8
10 tot 15	1.229	14,0	21,8	22,7	2,9	09,	0,6
15 tot 20	650	17,3	23,3	23,3	3,4	1,7	06,
20 tot 25	335	22,3	26,2	24,5	4,5	2,4	0,7

Tabel 4: Elektriciteitsverbruik tegen gemiddelde buitentemperatuur

klasse indeling buitentemp. in °C	freq. uren	proef- afdeling ventilator in kWh/d	proef- afdeling bronpomp in kWh/d	proef- afdeling totaal in kWh/d	controle- afdeling ventilator in kWh/d
-5 tot 0	188	4,1	4,1	8,2	31
0 tot 5	501	3,2	2,1	5,3	2,5
5 tot 10	1.204	3,5	1,4	4,9	3,0
10 tot 15	1.229	4,0	1,7	5,7	4,0
15 tot 20	650	4,2	3,0	7,2	4,2
20 tot 25	335	4,3	5,7	10,0	4,3

verbruik bij beide afdelingen in de klasse -5 tot 0°C hoger is dan in de klasse 0 tot 5 en 5 tot 10°C kan mogelijk ook verklaard worden zoals bij tabel 3, namelijk door de zware dieren in die periode en het geringe aantal uren in de klasse.

Het minimumverbruik van de bronpomp ligt op circa 1,4 kWh per 24 uur. Het grootste deel van dit basisverbruik is nodig voor het onder druk houden van het circuit. Het maximumverbruik is voor de warmste dagen berekend op gemiddeld 10 kWh en voor de koudste dagen op gemiddeld 8,2 kWh per etmaal.

4.2.3 Bronwater

Het bronwaterverbruik is, gesommeerd naar m³ per etmaal en afhankelijk van de gemiddelde etmaaltemperatuur van de buitenlucht in figuur 5 uitgezet

Zowel voor het koelen op warme dagen als voor het voorverwarmen van de ventilatielucht op koele dagen wordt bronwater opgepompt. Het verbruik is dan ook op de warmste dagen en op de koudste dagen het hoogst (zie figuur 4). Op dagen met een buitentemperatuur van gemiddeld 5 tot 10°C (bijvoorbeeld dag 250 tot 260) is het verbruik het laagst.

4.2.4 Verwarming

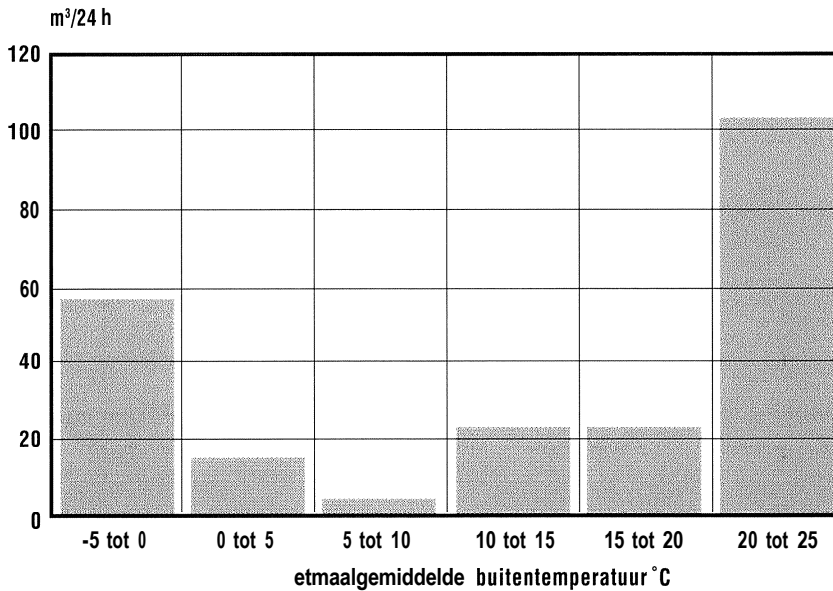
Vloerverwarming

De vloerverwarming is weinig gebruikt. Daardoor werd een storing in de opnemer van de gekoelde afdeling te laat ontdekt

toen deze op het cruciale moment niet bleek te werken. De vloer- en ruimtetemperaturen van beide afdelingen zijn echter dermate identiek, dat aangenomen mag worden dat de warmtevraag voor de vloeren in beide afdelingen gelijk is. De vloerverwarming is slechts actief gebruikt tussen dag 270 en dag 296. Dit waren de eerste dagen van een nieuw opgelegde ronde. De gewenste ruimtetemperatuur (zie figuur 4) en vloertemperatuur werden tijdelijk hoger ingesteld en geleidelijk afgebouwd. In deze periode na het opleggen is per afdelingsvloer een hoeveelheid warmte van 1.016 kWh gedurende circa vier weken toegediend. Dit zou bij een verbeterd-rendementketel met een rendement van 70% overeenkomen met 163 m³ aardgas. Het verdient aanbeveling om deze warmtehoeveelheid in volgende oplegonden handmatig (wekelijks) na het opleggen te registreren om uitspraken te kunnen doen over het jaarrond warmteverbruik van de vloeren.

Ruimteverwarming

De ruimteverwarming van de proefafdeling is verzorgd door de warmtewisselaar voor klimatisering. Er is in deze afdeling geen extra warmte via radiatoren geleverd. De ruimteverwarming van de controle-afdeling bestond uit een speciaal aangebrachte buis die de ventilatielucht voorverwarmde. Deze heeft slechts incidenteel gewerkt op enkele van de koudste dagen in de klasse -5 tot 0°C. In totaal werd 146 kWh (21 m³ aardgas) in 54 uren toegediend.



Figuur 5: Bronwaterverbruik ten opzichte van de buitentemperatuur

Warmtewisselaar

De temperatuur van het aangevoerde bronwater bedroeg op dag 196 10,9°C. Op dag 376 was dit gedaald tot 9,8°C. In de zomer werd de aangevoerde lucht ongeacht de buitentemperatuur gekoeld tot 14,5°C. In de winter werd ze voorverwarmd tot 9°C. Het bronwater warmde in de zomer gemiddeld 1,3°C op. In de winter was de temperatuurverandering van het bronwater niet meetbaar (minder dan 0,5°C).

Opwarming van de ventilatielucht na de warmtewisselaar

Geconstateerd is dat er opwarming plaatsvindt in het traject dat de lucht moet afleggen vanaf de warmtewisselaar tot de dieren. Zie hiervoor figuur 6 en 7. Deze grafieken zijn ontstaan uit de bewerking van temperatuurmetingen op drie plaatsen:

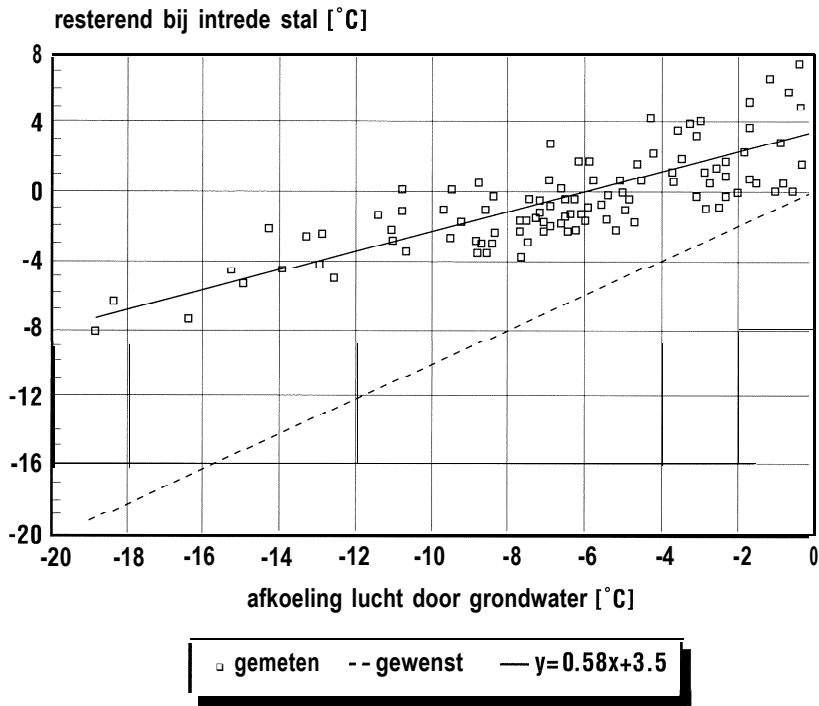
- 1 buiten;
- 2 onmiddellijk na de warmtewisselaar aan het begin van het luchtkanaal;
- 3 aan het eind van het luchtkanaal boven het stalplafond.

Figuur 6 geldt bij werkende koeling en draaiende ventilatie. De horizontale as bevat het koeffect van de koeler uitgedrukt als het

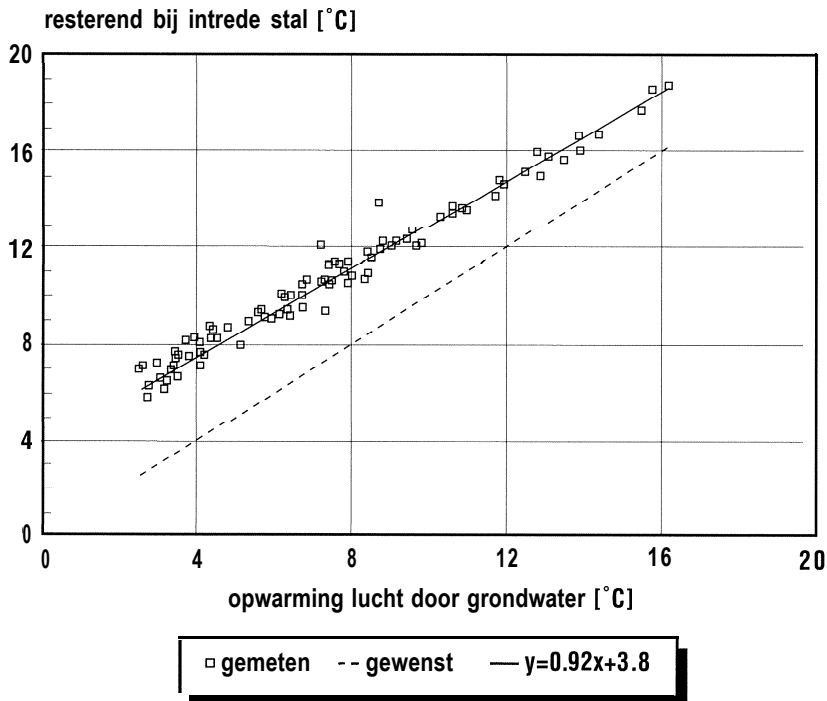
aantal graden waarmee de temperatuur van de buitenlucht afneemt tijdens het passeren door de koeler. De verticale as geeft het aantal graden aan waarmee de ventilatielucht aan het eind van het traject boven het plafond arriveert. De gestippelde lijn is het gewenste resultaat, namelijk dezelfde temperatuur boven het plafond als na de warmtewisselaar. De puntenwolk en de erdoor getrokken rechte lijn geeft het gemeten respectievelijk afgeleide effect. Er bleek dus opwarming van de afgekoelde lucht plaats te vinden. Uit figuur 7 blijkt dat de door de warmtewisselaar opgewarmde lucht onderweg extra wordt opgewarmd. In beide figuren is de afstand tussen de gestippelde en de getrokken lijn het resultaat van luchtlekkage, transmissie van warmte door wanden en/of opwarming door straling.

4.3 Grondwatermonsters en grondwaterstand

De gegevens van de analyse van de grondwatermonsters zijn in tabel 5 opgenomen. In de tabel valt ten eerste op dat het Fe-gehalte van het grondwater rondom het proefbedrijf hoog is. De norm van 0,2 mg Fe



Figuur 6: Opwarming van de gekoelde ventilatielucht



Figuur 7: Extra opwarming van de opgewarmde ventilatielucht

per liter wordt steeds overschreden. De waarden voor totaal stikstof (Nkj) zijn laag. De waarden voor oliecomponenten laten zien dat er geen verontreiniging door het systeem in het grondwater zijn terechtgeko-

men. Een aantal malen is het as-gehalte van met name de onttrekkingsbron hoog. Dit wijst op het oppompen van zand.

In tabel 6 is de grondwaterstand vermeld.

Tabel 5: Analyse grondwatermonsters

datum	bron	Nkj ¹ mg/kg	ds* g/kg	as ³ %ds	Fe ⁴ mg/l	oliecomponenten mg/l
01-08-94	Onttrekking	3	0,8	40,0	2,20	2,6
	Infiltratie	3	0,7	40,0	2,40	2,1
13-09-94	Onttrekking	4	0,8	75,0	1,65	0,7
	Infiltratie	1	0,7	50,0	1,67	0,5
13-10-94	Onttrekking	0	1,0	71,4	3,80	1,1
	Infiltratie	0	0,8	20,0	3,80	0,6
09-11-94	Onttrekking	0	1,0	66,7	3,80	0,6
	Infiltratie	0	1,2	57,1	1,53	1,0
20-12-94	Onttrekking	0	1,3	50,0	2,30	0,8
	Infiltratie	0	1,3	37,5	2,20	0,4
24-01-95	Onttrekking	1	0,9	50,0	1,22	0,9
	Infiltratie	0	0,7	50,0	1,79	0,6

¹Nkj = totaal stikstof

²ds = droge stof

³as = anorganische stof

⁴Fe = ijzer

Tabel 6: Grondwaterstand (in m onder maaiveld) van onttrekkingsbron en infiltratiebron

datum	Onttrekkingsbron		Infiltratiebron	
	peil 5 m	peil 15 m	peil 5 m	peil 15 m
11-10-94	2,00	1,95	1,76	1,66
25-10-94	2,19	2,13	1,94	1,84
02-11-94	1,78	1,71	1,53	1,42
08-11-94	1,98	1,91	1,72	1,62
15-11-94	1,48	1,43	1,23	1,14
22-11-94	1,42	1,41	1,21	1,13
29-11-94	1,57	1,54	1,35	1,26
06-12-94	1,69	1,66	1,48	1,38
20-12-94	1,63	1,60	1,41	1,31
30-12-94	1,13	1,10	0,90	0,80
03-01-95	1,19	1,16	0,95	0,85
10-01-95	1,25	1,23	1,02	0,93
17-01-95	1,41	1,39	1,18	1,10
24-01-95	1,18	1,15	0,95	0,86
gem.	1,60	1,56	1,36	1,27

Hieruit blijkt dat het gemiddeld niveau van het grondwater in de peilbuizen van de infiltratiebron hoger ligt dan dat van de onttrekkingsbron. Bij de onttrekkingsbron bestaat er een gemiddeld verschil van 4 cm tussen de peilgegevens op 5 en 15 m diepte. Als de infiltratiebron aan de onderzijde niet goed zou functioneren door dichtslibben, zou het grondwater bij de peilbuis van 5 m diepte omhoog komen. Bij de infiltratiebron bestaat er een gemiddeld verschil van 9 cm tussen beide peilbuizen en het niveau bij 5 m ligt dieper dan bij 15 m. Dit wijst op een goede afvoer van het water.

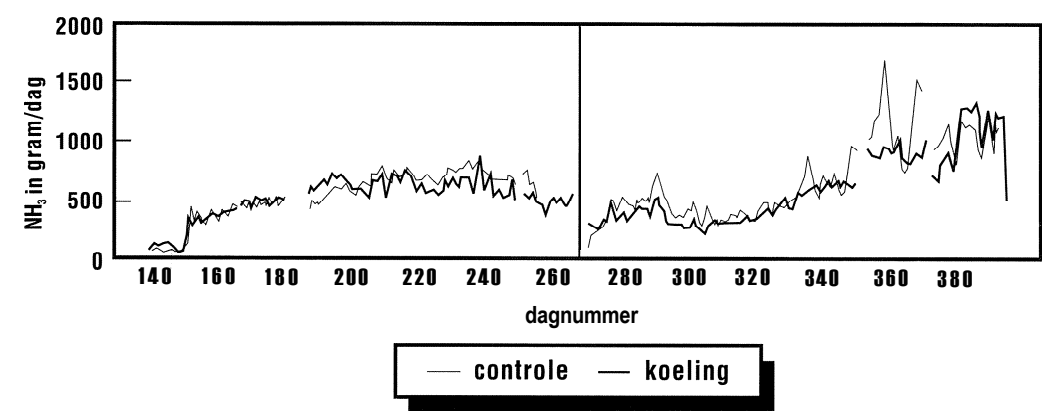
4.4 Ammoniakemissie

De ammoniakemissie van beide mestronden is weergegeven in figuur 8. Uit deze figuur blijkt dat de verwachte grote

emissiereductie is uitgebleven. Om de gegevens nader te analyseren zijn in tabel 7 de gegevens van de ammoniakemissiemetingen weergegeven.

In de zomerronde bleek de temperatuur van de uitgaande lucht nagenoeg gelijk te zijn. In de winterroude was vanwege de opwarming met grondwater de temperatuur in de proefafdeling ruim 1°C hoger. In de zomerronde was het ventilatiedebiet in de gekoelde afdeling 37% lager. In de winter is het verschil kleiner, maar nog steeds aanwezig (15%). Vanwege het lagere debiet was in de zomer de ammoniakconcentratie in de proefafdeling duidelijk hoger. Dit alles resulteert in de volgende emissiereducties:

- in de zomerronde: 6,2%
- in de winterroude: 11,5%
- totaal: 9,6%



Figuur 8: Ammoniakemissie in proef- en controleafdeling gedurende twee mestronden (mei 94 -jan. 95)

Tabel 7: Gegevens ammoniakemissie

ronde	proef		controle	
	1	2	1	2
temperatuur (°C)	21,2	20,6	21,1	19,4
ventilatiedebiet (m³/u)	2.418	1.767	3.808	2.070
NH ₃ -concentratie (mg/m³)	8,75	15,23	5,97	14,66
emissie (g/d)	512	596	545	672
emissie (kg/plaats/jr)	2,74	3,21	2,88	3,63
CO ₂ -concentratie (mg/m³)	2.250	3.362	1.732	3.272
aantal waarnemingen/dag	6,4	12,9	6,5	13,0

Opmerkelijk was dat in beide afdelingen in ronde 2 gedurende een bepaalde tijd de ammoniakconcentratie opliep tot 35 - 40 mg/m³. In die periode waren de dieren aan het eind van de mestperiode en was de buitentemperatuur onder het vriespunt, waardoor er weinig werd geventileerd. Ook het CO₂-gehalte liep toen tot hoge waarden op (circa 6.000 mg/m³). Het gemiddelde CO₂-gehalte is in de gekoelde afdeling (vooral in de zomerronde) duidelijk hoger vanwege het lagere ventilatie-debiet.

4.5 Prestatie dieren

4.5.1 Hokbevuiling

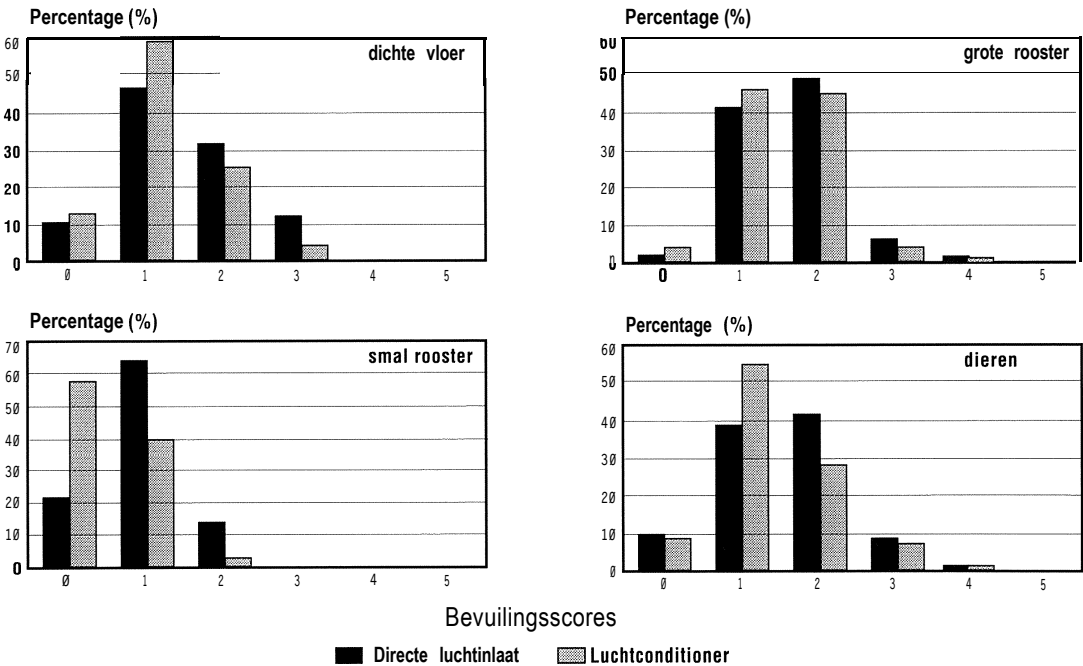
In figuur 9 staat de procentuele verdeling van de bevuilingsscores van de dichte vloer, het grote rooster, het smalle rooster en de dieren weergegeven. Na statistische analyse is gebleken dat er tussen beide proefbehandelingen geen significant verschil is aangetoond in bevuiling van het grote rooster. Wel bestaat er een tendens (p = 0,07) dat het grote rooster in de afdeling met directe luchtinlaat meer bevuild wordt dan in de af-

deling aangesloten op de luchtconditioner. Verder is gebleken dat de dichte vloer in de afdeling aangesloten op de luchtconditioner significant (p < 0,01) schoner is dan de dichte vloer in de afdeling met directe luchtinlaat. Dit geldt ook voor het smalle rooster voor in het hok (p < 0,001) en voor de dieren (p = 0,02).

4.5.2 Waterconsumptie

In tabel 8 staat de waterconsumptie per dier per dag weergegeven.

Tijdens ronde 1 (zomerronde) lag de waterconsumptie in de afdeling aangesloten op de luchtconditioner 0,5 liter per dier per dag lager dan in de afdeling met directe luchtinlaat. Dit kan mogelijk verklaard worden door het kleinere aantal temperatuurpieken in de proefafdeling. Wat betreft de waterconsumptie komt er tijdens deze ronde dus 0,52 liter per dier per dag x 60 vleesvarkens x 114 mestdagen = 3,56 m³ minder mest in de kelder. Tijdens ronde 2 (winterperiode) was de waterconsumptie in beide afdelingen weer nagenoeg gelijk. Gemiddeld is er in beide



Figuur 9: Bevuilingsscores per hokonderdeel in proef- en controleafdeling (score 0 betekent geen bevuiling, score 5 betekent ernstige bevuiling)

afdelingen sprake van een lage voeropname (tabel 9) en een krappe water/voer-verhouding.

4.5.3 Technische resultaten

In tabel 9 staan de technische resultaten van beide behandelingen over twee proefronden weergegeven. De technische resultaten zijn berekend op basis van het berekend eindgewicht en zijn gecorrigeerd voor de uitgevallen dieren. Opgemerkt moet worden dat er tijdens ronde 1 in beide afdelingen in hok 5 een ander onderzoek werd uitgevoerd. De technische resultaten van deze hokken zijn niet opgenomen in tabel 9.

Uit onderstaande tabel blijkt dat er geen significante verschillen bestaan in de groei, de voeropname, de voederconversie, de EW-opname en de EW-conversie tussen de twee proefbehandelingen. Er bestaat een tendens ($p = 0,0619$) dat het vleespercentage gunstiger is bij gebruik van de luchtconditioner. In de afdeling met directe luchtinlaat zijn in totaal zes dieren uitgevallen: twee vanwege kreupelheid, één vanwege staartbijten, twee omdat ze in het begin van de mestperiode vast kwamen te zitten in de mestspleet en één dier door overlijden met onbekende oorzaak. In de afdeling aange-

Tabel 8: Waterconsumptie (in liter per dier per dag) over twee proefronden

	Directe luchtinlaat	Luchtconditioner
Ronde 1	3,82	3,30
Ronde 2	3,71	3,66
Gemiddeld	3,77	3,48

Tabel 9: Technische resultaten van de twee proefronden

	Directe luchtinlaat	Luchtconditioner	
Aantal ronden	2	2	
Aantal dieren opgelegd	110	110	
Uitvalspercentage (aantal)	5,5 (6)	0,9 (1)	Tendens**
Sterftepercentage (aantal)	2,7 (3)	0,9 (1)	
Opleggewicht (kg)	25,9	24,9	
Beginleeftijd (dgn)	72	74	
Geslacht gewicht (kg)	83,7	83,8	
Berekend eindgew. (kg)	108,6	108,7	
Eindleeftijd (dgn)	185	189	
Groei (gr/dier/dag)	729	738	ns*
Voeropname (kg/dag)	2,02	1,98	ns
Vc (kg voer/kg groei)	2,77	2,68	ns
EW-opname (EW/dag)	2,16	2,12	ns
EW-conv. (EW/kg groei)	2,97	2,87	ns
Vleespercentage	55,0	55,5	Tendens**
Type AA (aantal)	19	21	
Type A (aantal)	76	82	ns
Type B (aantal)	8	6	
Type C (aantal)	0	0	

* ns: niet significant ($p < 0,05$)

** Tendens als $0,05 < p < 0,10$

sloten op de luchtconditioner is één dier door een onbekende oorzaak gestorven.

Wat betreft de gezondheidsstoornissen moet worden opgemerkt dat er in de proefafdeling vijftien dieren zijn behandeld tegen longaandoeningen: veertien dieren in ronde 1 en één dier in ronde 2. In ronde 1 werden tien dieren uit hetzelfde hok tegen longaandoeningen behandeld. Per dier werden gemiddeld 2,6 behandelingen uitgevoerd. In de referentieafdeling zijn geen dieren behandeld tegen longaandoeningen. Een mogelijke verklaring voor de vele behandelde die-

ren in de proefafdeling in de zomerronde kan de droge lucht zijn die de afdeling binnenkwam. Tijdens de zomerronde werd de warme lucht afgekoeld tot 13°C. Hierbij vond condensatie plaats op de luchtconditioner. De afgekoelde lucht werd vervolgens weer opgewarmd in het luchtkanaal boven de centrale gang en boven het ventilatieplafond. Dit had tot gevolg dat de lucht een lage relatieve vochtigheid (RV) had. Door deze droge lucht zijn mogelijk de luchtwegen van de dieren geïrriteerd geraakt, wat hoesten tot gevolg had. Tegen dit hoesten zijn vervolgens behandelingen uitgevoerd.

5 ECONOMISCHE EVALUATIE

In dit hoofdstuk wordt een economische beschouwing gegeven over het gebruik van grondwater om lucht te koelen. Alle bedragen zijn exclusief BTW. De rente is gesteld op 7% van het gemiddeld geïnvesteerd vermogen. De uitgangspunten voor het investeringsbedrag en de berekening van de jaar-kosten staan voor bestaande stallen in tabel 10 en voor nieuwbouw in tabel 11. Voor de referentiestal zijn de uitgangspunten genomen uit Bens et al. (1994). Deze referentiestal heeft ruimteverwarming en een ventila-

Tabel 10: Meer-investeringsbedrag en percentages voor afschrijving en onderhoud voor een bestaande stal met plafondventilatie

	aantal plaatsen		afschrijving (%) ₀₀	onderhoud (%) ₀₀
	1.000	2.000		
+ Pig Air Conditioner	32.000,-	48.000,-	10	1
+ putten slaan	5.000,-	7.500,-	10	1
+ bronpompen	2.500,-	5000,-	10	1
+ voorziening luchtinlaat	1.500,-	3.000,-	5	0
+ dubbel plafond	18.000,-	36.000,-	5	0
+ vergunning/leges*	4.650,-	9.180,-	5	0
Tot. investeringsbedrag:	63.650,-	108.680,-		
Investeringsbedrag/plaats:	63,65	54,34		

* - legeskosten: < 200.000 m³/jaar: f 1.650,-; > 200.000 m³/jaar: f 6.180,-
- kosten publicatie: f 3.000,-
(Overijssel)

Tabel 11: Meer-investeringsbedrag en percentages voor afschrijving en onderhoud voor een nieuwe stal met plafondventilatie

	aantal plaatsen		afschrijving (%) ₀₀	onderhoud (%) ₀₀
	1.000	2.000		
+ Pig Air Conditioner	32.000,-	48.000,-	10	1
+ putten slaan	5.000,-	7.500,-	10	1
+ bronpompen	2.500,-	5.000,-	10	1
+ dubbel plafond	18.000,-	36.000,-	5	0
- gootjes-plafond	-40.000,-	-80.000,-	5	3
+ folie-plafond	5.000,-	10.000,-	10	5
- ruimteverwarming	-30.000,-	-52.500,-	10	1
- winddrukken	-1 6.250,-	-35.500,-	5	3
- kleinere ventilatoren	-2000,-	-4.000,-	10	3
+ vergunning/leges	4.650,-	9.180,-	5	0
Tot. investeringsbedrag:	-21.100,-	-56.320,-		
Investeringsbedrag/plaats:	-21,10	-28,16		

tieplafond met gootjes. Uitgangspunt was dat voor grondwaterkoeling bij nieuwbouw geen ventilatieplafond met gootjes noodzakelijk was, maar volstaan kon worden met een goedkoper folieplafond, omdat de temperatuur van de inkomende lucht in de afdeling constanter is. Ook is er van uitgegaan dat geen ruimteverwarming nodig is voor grondwaterkoeling bij nieuwbouw. Voor het benodigde dubbele plafond is dezelfde eenheidsprijs als bij dakisolatie genomen. In hoofdstuk 2 is genoemd dat het beleid aangaande grondwater per provincie verschilt. Voor legeskosten en dergelijke zijn de bedragen genomen die gelden in de provincie Overijssel.

In tabel 11 is er vanuit gegaan dat er geen ruimteverwarming noodzakelijk is. Dit geeft alleen een risico bij storing aan de luchtconditioner. Echter in geval van storing kan volstaan worden met bijvoorbeeld een hetelucht-

kanon op de voergang. Uit beide bovenstaande tabellen kunnen de jaarkosten van de investering worden berekend (zie tabel 12).

Naast de jaarkosten van de investering moeten ook de exploitatiekosten worden berekend. Daartoe is als klimaatsverwachting genomen het gemiddelde van dertig jaar (1961 - 1990, opgave KNMI). Dit geeft de verdeling volgens tabel 13.

De heffing op grondwater in de provincie Overijssel is:

- bij gebruik van < 100.000 m³/jaar:
0 ct/m³/jaar
- bij gebruik van > 100.000 m³/jaar:
0,5 ct/m³/jaar.

Voor zestig vleesvarkensplaatsen is 7.887,3 m³ bronwater verbruikt (combinatie van figuur 5 en tabel 13). Dit betekent 131,5 m³ per plaats per jaar. Er is dus geen heffing verschuldigd.

Tabel 12: Jaarkosten (meerkosten) van de investering per vleesvarkensplaats per jaar

	aantal plaatsen	
	1.000	2.000
bestaande stal	7,78 (12,2%)	6,43 (11,8%)
nieuwe stal	-2,57 (12,2%)	-3,75 (12,6%)

Tabel 13: Klimaatsverwachting (uitgangspunt)

klasse-indeling (°C)	aantal dagen/jaar
-5 tot 0	35 (9,6%)
0 tot 5	73 (20,0%)
5 tot 10	90 (24,7%)
10 tot 15	98 (26,8%)
15 tot 20	58 (15,9%)
20 tot 25	11 (3,0%)
	365 (100%)

Tabel 14: Meewerbruik elektra (kWh) in proefafdeling versus controle-afdeling

klasse-indeling (°C)	bronnepomp	ventilatie	verwarming
-5 tot 0	143,5	35,0	-311,4*
0 tot 5	153,3	51,1	0
5 tot 10	126,0	45,0	0
10 tot 15	166,6	0	0
15 tot 20	174,0	0	0
20 tot 25	62,7	0	0
Totaal verbruik:	826,1	131,1	-311,4
Verbruik/plaats/jaar:	13,8	2,2	-5,2
Kosten/plaats/jaar:	2,48	0,39	-0,93

* = 146 kWh in 54 uur = 4,78 dagen x 64,9 kWh/dag = 311,4 kWh/jaar

Tabel 15: Totaaloverzicht exploitatiekosten (f/jaar)

	aantal plaatsen	
	1.000	2.000
Grondwaterheffing:	657,28	1.314,55
Elektra: - bronnepomp:	2.478,30	4.956,60
- ventilatie:	393,30	786,60
- ruimteverwarming:	-934,23	-1.868,46
Kosten totaal/jaar:	2.594,65	5.189,29
Kosten/plaats/jaar:	2,59	2,59

Tabel 16: Totaaloverzicht meer- en minderkosten per jaar bij gebruik grondwaterkoeler

	aantal plaatsen	
	1.000	2.000
<i>Bestaande stal:</i>		
Jaarkosten totaal/jaar:	7.780,25	12.867,80
Jaarkosten/plaats/jaar:	7,78	6,43
Jaar- + exploitatiekosten/jaar:	10.374,90	18.057,09
Jaar- + exploitatiekosten/plaats/jaar:	10,37	9,03
<i>Nieuwe stal:</i>		
Jaarkosten totaal/jaar:	-2.571,-	-7.092,20
Jaarkosten/plaats/jaar:	-2,57	-3,55
Jaar- + exploitatiekosten/jaar:	23,65	-1.902,91
Jaar- + exploitatiekosten/plaats/jaar:	0,02	-0,95

In tabel 14 is uitgewerkt (uit gegevens van tabel 4 en tabel 13) welk extra verbruik van elektra er voor zestig vleesvarkensplaatsen nodig is in een gekoelde afdeling ten opzichte van de controle-afdeling, bij een kWh-prijs van f 0,18 (= gemiddeld tarief KWIN, 1994-1995).

Uit de tabel kan afgelezen worden dat de extra kosten voor elektra per vleesvarkensplaats per jaar f 1,94 zijn ($2,48 + 0,39 - 0,93$).

Uiteindelijk resulteert dit in het overzicht van de exploitatiekosten volgens tabel 15. Er is gerekend met een grondwaterheffing, omdat het verbruik groter is dan 100.000 m³/jaar. In

tabel 16 zijn de kostenberekeningen samengevat. Hieruit blijkt dat voor nieuwbouwsituaties een luchtconditioner weinig extra kosten met zich meebrengt voor een bedrijf met 1.000 vleesvarkensplaatsen. Op bedrijven met 2.000 vleesvarkensplaatsen of meer kan het zelfs een besparing opleveren,

Uit tabel 16 blijkt dat het voor bestaande stallen niet rendabel is te investeren in een luchtconditioner. Bij nieuwbouw is dit wel rendabel vanaf ongeveer 1.000 vleesvarkensplaatsen. Bij een bedrijfsgrootte van ongeveer 2.000 plaatsen kan bij nieuwbouw f 0,95 per plaats bespaard worden (dit is totaal f 1.900,- per jaar).

6 DISCUSSIE

Thermoneutraliteit

Vanwege de korte duur van het onderzoek kon niet vastgesteld worden of het systeem thermoneutraal is ten opzichte van het grondwater. Daarmee wordt bedoeld dat het grondwater in de zomer wordt opgewarmd en dat in de winter eenzelfde hoeveelheid energie weer aan het grondwater wordt onttrokken. Het systeem kan wel thermoneutraal bedreven worden als het product van de hoeveelheid opgepompt grondwater maal het temperatuursverschil (onttrekking-infiltratie) in beide seizoenen gelijk is. Dit is te regelen door de hoeveelheden te gebruiken water in de zomer en in de winter in te stellen.

Klimaatregeling

Bij de proefafdeling werd de grondwaterunit ingeschakeld als de lucht achter de unit op de centrale gang beneden 8°C kwam (vóór oktober 1994 was dit 6°C). In de controleafdeling werd de voorverwarming ingeschakeld als de binnenkomende lucht kouder was dan 4°C. Dit maakt de vergelijking niet geheel correct. Het kan een oorzaak zijn voor het feit dat de staltemperatuur in de proefafdeling iets hoger was dan in de controleafdeling (zie tabel 3). Ook het energieverbruik in de proefafdeling kan hierdoor onnodig verhoogd zijn (zie tabel 4).

Stabiliteit temperaturen

In de afdeling met grondwaterkoeling bleek bij lage buitentemperaturen de afdelings temperatuur hoger en bij hoge buitentemperaturen de afdelingstemperatuur lager te zijn. Ook de standaardafwijking in de staltemperatuur was in de proefafdeling kleiner dan in de controleafdeling. Dit wijst op een gelijkmatiger klimaat. Voor de beoordeling van het functioneren van de luchtconditioner was het wellicht beter geweest om de het verschil in gerealiseerde en ingestelde afdelingstemperatuur te nemen. Bij een goed functioneren van de luchtconditioner zal dit verschil in elke klasse van de buitentemperatuur klein zijn.

Energieverbruik in beide afdelingen

Hoewel de ventilator in de proefafdeling op maximaal 70% van de capaciteit draaide, bleek het energieverbruik van de ventilatoren nagenoeg gelijk te zijn bij een buitentemperatuur van 5 tot 25°C. Dit kan mogelijk verklaard worden door de hogere weerstand door de warmtewisselaar in de proefafdeling. Voor het feit dat in de klasse -5 tot 0°C het energieverbruik in de proefafdeling hoger was dan in de controleafdeling is geen duidelijke verklaring gevonden. Mogelijk geeft het geringe aantal waarnemingen in die klasse een vertekend beeld. Vermoed wordt dat ook individuele verschillen in de ventilatoren een rol gespeeld hebben. Dit speelt met name bij lage debieten bij een grotere tegendruk. Doch zelfs als het energieverbruik van de ventilator in de proefafdeling lager geweest zou zijn, is het totale energieverbruik in de proefafdeling toch hoger vanwege het verbruik van de grondwaterpomp. Hoewel in dit onderzoek de grondwaterpomp meer energie gebruikt heeft dan strikt noodzakelijk was, wordt niet verwacht dat het energieverbruik van de proefafdeling lager geweest zou zijn dan dat van de controleafdeling.

Opwarming van de gekoelde lucht

Tussen de buiten opgestelde warmtewisselaar en het plafond van de gekoelde afdeling legt de ventilatielucht een lange weg af en komt daarbij in aanraking met de geïsoleerde kanaalwanden en ook met de scheidingswanden van de aangrenzende stallen. Door de opstelling van de ventilator aan de uittredeszijde van de afdeling staan zowel de afdeling als het toevoerkanaal van de ventilatielucht onder onderdruk. Bij niet hermetische afdichting zal vermenging van gekoelde ventilatielucht met buitenlucht of lucht uit het gebouw kunnen plaatsvinden. Dit kan mogelijk opgetreden zijn. Met name blijkt echter dat er opwarming van de gekoelde lucht plaatsvindt bij de passage van het ventilatieplafond. Op een afstand van een aantal centimeters onder het ventilatiepla-

fond blijkt de lucht in beide afdelingen reeds de temperatuur aangenomen te hebben van de afdeling. Als deze opwarming niet had plaatsgevonden en de ventilator niet begrensd zou zijn, zou de temperatuur in de proefafdeling lager geweest zijn, ook in de warme perioden.

Ammoniakemissie

Omdat de afdelingstemperatuur niet bleek te verschillen, mag er ook geen groot effect verwacht worden op de ammoniakemissie. Alleen bij zeer warme dagen was de temperatuur in de proefafdeling lager dan in de controle-afdeling. Echter ook in de proefafdeling kwam de temperatuur boven de comfortzone van de varkens, wat hokbevuiling tot gevolg heeft. Verder bleek uit rookproeven dat in de referentieafdeling lucht uit een centraal mestkanaal via een schrobputje in de afdeling werd gezogen. Bij de proefafdeling is dit niet waargenomen. De genoemde emissiereducties kunnen dus overschat zijn. Dat in de winter de emissiereductie groter was dan in de zomer lijkt ook daardoor veroorzaakt te zijn: in de winterperiode blijken enkele pieken in de emissie op te treden in de controle-afdeling (figuur 8).

Technische resultaten

Doordat er maar van twee ronden gegevens zijn, is het zeer moeilijk om de gerealiseerde technische resultaten en de gevonden gezondheidsstoornissen toe te schrijven aan een bepaalde behandeling. Aangezien de uitval van vier dieren (kreupelheid en vastzitten in mestspleet) zeker niet aan het luchtbehandelingssysteem toegeschreven kunnen worden, lijkt er geen verschil in uitval tussen de proefgroepen aanwezig te zijn.

Waterverbruik

Hoewel de afdelingstemperatuur dus weinig verschilde tussen de afdelingen, hebben de dieren in de proefafdeling in de zomerronde minder water gedronken. Mogelijk is de warme periode te kort geweest om de voeropname te drukken en een duidelijke groei-depressie waar te nemen. Het is ook mogelijk dat de dieren het voeropnamepatroon enigszins verschoven hebben naar de koe-

lere nacht. Het lagere waterverbruik is daarom niet meegenomen in de economische evaluatie. Als we een gevoeligheidsanalyse zouden toepassen komt het volgende beeld naar voren. Uitgangspunt is dat voor mestopslag de investeringskosten f 80,- per m³ en de jaarkosten f 11,- per m³ zijn. Als het lagere waterverbruik wordt meegenomen, worden daardoor bij nieuwbouw het investeringsbedrag per dierplaats f 4,60 lager en de jaarkosten van de investering per dierplaats f 0,51 lager. De exploitatiekosten verminderen bij zowel nieuw- als verbouw met f 0,81 per dierplaats vanwege de mestafzet en f 0,11 vanwege besparing op drinkwater. Dit resulteert voor bestaande stallen in een besparing van f 0,92 per dierplaats. Voor nieuwbouw is de besparing f 1,42 per dierplaats per jaar.

Diercategorie

Op basis van een voorstudie is de keuze gemaakt om grondwaterkoeling te onderzoeken bij vleesvarkens vanwege het beoogde energetische voordeel en een beoogde reductie van de ammoniakemissie. Beide aspecten leverden geen positieve uitkomst. Deze resultaten mogen niet vertaald worden naar andere diercategorieën. Met name bij lacterende zeugen is grondwaterkoeling mogelijk wel interessant, vanwege het hoge energieverbruik en het positieve effect van koelere lucht op de voeropname van de zeugen (en daarmee op de productiecijfers). Ook bij guste en dragende zeugen wordt grondwaterkoeling in de praktijk regelmatig toegepast.

Mogelijke verbetering

Er dient voor gezorgd te worden dat de gekoelde lucht niet meer opgewarmd wordt. Een verbeterd koelingseffect kan bereikt worden door de warmtewisselaar tegen de stalmuur te plaatsen en de lucht niet meer via een ventilatieplafond binnen te brengen. De lucht zou direct in een grondkanaal onder de controlegang in de afdeling moeten uitkomen en over de hokafscheiding heen direct de dieren moeten bereiken. In combinatie met onderafzuiging en een klimaatregeling op dierniveau zijn mogelijk betere resultaten te behalen. Dit kan tot uiting ko-

men in een lager energieverbruik van de ventilator, betere technische resultaten, lager waterverbruik en een lagere ammoniak-emissie. Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel is inmiddels een vergelijking uitgevoerd tussen een vleesvarkensafdeling met grondkanaal en grondwaterkoeler en een afdeling met grondkanaal en grondbuizen (Huijben et al., 1996). Vanwege de andere proefopzet geeft dat onderzoek echter geen antwoord op de resterende vragen uit dit onderzoek.

Economische evaluatie

In de kostenberekening is uitgegaan van de situatie in de provincie Overijssel. Hoewel de legeskosten kunnen verschillen, zal dit wei-

nig effect hebben op de uitkomsten. Omdat in de praktijk de situatie in de stallen sterk verschilt, is in de kostenberekening geen rekening gehouden met het feit dat er voorzieningen (bijvoorbeeld een steunventilator) nodig zijn om een gewenste luchtverdeling te verkrijgen als de luchtconditioner voor meerdere afdelingen wordt gebruikt. Dit dient zonodig toegevoegd te worden. Uit de berekeningen blijkt dat het van groot belang is welke minderkosten zijn aangenomen in nieuwbouwsituaties. Met name het overschakelen van een gootjesplafond naar een folieplafond en het afwezig zijn van ruimteverwarming geven uiteindelijk de doorslag naar een gering positief resultaat voor grotere bedrijven.

7 CONCLUSIES

- Bij de provincies, die de vergunningverlening voor grondwatergebruik uitvoeren, zijn nog kennisleemten over deze materie. Wel stellen de provincies zich in het algemeen positief op. Ze zijn hard bezig de problematiek te bestuderen, algemene aanbevelingen op te stellen en onderlinge afstemming te bereiken.
- Analyse van grondwatermonsters heeft geen verontreiniging van het grondwater als gevolg van koelingssysteem kunnen aantonen.
- De grondwaterkoeler heeft vrijwel storingsvrij gefunctioneerd. Het systeem dient wel zodanig aangelegd te worden dat het circuit goed op druk gehouden kan worden.
- Het elektriciteitsverbruik voor ventilatie blijkt in beide afdelingen nagenoeg gelijk te zijn, hoewel in de proefafdeling een maximum was ingesteld. De reden is de extra weerstand van de grondwaterunit.
- Tijdens zeer warme dagen is gebleken dat door de klimaatinstallatie in de proefafdeling de afdelingstemperatuur niet boven 24,5°C kwam (dit is 1,7°C lager dan in de referentieafdeling).
- In de zomer werd de aangevoerde lucht ongeacht de buitentemperatuur teruggekoeld tot 145°C en in de winter voorverwarmd tot 9°C. Het bronwater warmde in de zomer gemiddeld 1,3°C op. In de winter was de temperatuurverlaging van het bronwater niet meetbaar (minder dan 0,5°C).
- Op koude dagen wordt het grondwater als voorverwarming benut. Hierdoor is ruimteverwarming bij vleesvarkens overbodig.
- Het totale energieverbruik was in de afdeling met de grondwaterunit hoger, met name vanwege het verbruik van de bronpomp.
- De vloerverwarming bij vleesvarkens wordt slechts gebruikt tijdens de eerste dagen van een nieuw opgelegde ronde. Dan wordt te weinig energie verbruikt om hierop substantieel te kunnen besparen.
- Er zijn geen verschillen in technische resultaten gevonden tussen beide afdelingen. Het aantal longaandoeningen lijkt wel hoger te zijn geweest in de afdeling waar werd gekoeld. Dit is mogelijk een gevolg van een te lage vochtigheid en een te hoog CO₂-gehalte.
- De bevuilding van de vloeren en de dieren is in de gekoelde afdeling iets minder dan in de afdeling met directe luchtinlaat.
- Er is geen duidelijk verschil gevonden in de ammoniakemissie bij de proef- en de controleafdeling.
- De uitvoering van het ventilatiesysteem was zodanig dat de afgekoelde buitenlucht voor een groot gedeelte weer werd opgewarmd. Hierdoor zijn de effecten van een koelere lucht in dit onderzoek niet goed tot uiting gekomen. Een grondkanaal lijkt een betere oplossing te zijn dan een luchtaanvoerkanaal naar de buffer boven het ventilatieplafond.
- Economisch gezien kan een luchtconditioner rendabel zijn voor grote bedrijven in nieuwbouwsituaties.

REFERENTIES

- Anonymus 1993. *Handboek voor de varkenshouderij*. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Afdeling Varkenshouderij, Publicatie nr. 37, Rosmalen.
- Bakema, G. 1993. *Verwarming en koeling van ventilatielucht in de varkenshouderij met behulp van grondwater* (Oriënterende studie). IF Technology bv, Arnhem.
- Bakema, G. 1994. *Klimaatregeling in vleesvarkensstallen met behulp van grondwater in relatie tot energieverbruik en ammoniak-uitstoot op het Varkensproefbedrijf te Raalte* (Geohydrologische beschrijving, Effectenstudie, Beoordeling systeemontwerp). IF Technology bv, Arnhem.
- Bens, P.A.M., A.G. Altena, G.B.C. Backus, B.H.P. Frederix, A.W. de Vos en G.J.M. van der Zanden 1994. *Afschrijven van varkensstallen: afschrijvingskosten van varkensstallen met verschillende ontmestingsystemen*. (R2 rapport), Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.
- Huijben, J.J.H., A.I.J. Hoofs en P.J.W.M. Geurts 1996. *Effect van grondbuizen en grondwaterunit op de temperatuur op dierniveau bij vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, proefverslag in voorbereiding, Rosmalen
- Klooster, CE. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, verslag P3.92, Rosmalen
- KWIN: Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1994- 1995. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij. Ede
- Verdoes, N. 1996. *Beschikbare Groen Labelstallen voor varkens en de kosten*. In: Studiedag Techniek: Energie en Milieu van de Nederlandse Vereniging Techniek in de Landbouw, Ede.
- VROM. *Inventarisatie bodembeschermingsaspecten koudeopslag*; 332.88 10 9326/GV

BIJLAGE

Bijlage1 : Het beleid van Rijk en provincies met betrekking tot koude-opslag.

Beleid van Rijk en provincies

In deze bijlage wordt in hoofdlijnen het algemene beleid en de opstelling van Rijk en provincies met betrekking tot koude-opslag weergegeven. Een en ander is afgestemd op grootschaliger projecten dan in de landbouw (zullen) voorkomen. Het ligt voor de hand dat kleinschaliger toepassingen van koude-opslag in de landbouw soms soepeler benaderd kunnen worden.

Rijk

VROM ziet koude-opslag in principe als een positieve milieumaatregel in het kader van het NMP+, als CO₂-bestrijding. Het beleid is er tevens op gericht om gebruik van grondwater voor laagwaardige doeleinden terug te dringen. Wetgeving die expliciet van belang zou zijn voor koude-opslag zal er van VROM-zijde binnen afzienbare tijd niet komen; de provincies blijven deze taak autonoom vervullen.

Groningen

De provincie staat zeer positief tegenover koude-opslag, zeker waar koude-opslag het bestaand gebruik van grondwater voor koel-doeleinden vervangt. Men wil het laagwaardig gebruik van grondwater (bijvoorbeeld doorstroomkoeling) terugdringen. Men staat positief tegenover vergunningverlening, eventueel voor een proefperiode.

Friesland

Het beleid is gericht op het terugdringen van het gebruik van grondwater voor laagwaardige doeleinden. Bij koude-opslag denkt de provincie vooral aan opslag in gebieden waar ondiep, zout grondwater aanwezig is.

Drenthe

De provincie staat positief tegenover koude-opslag, mits derden geen hinder ondervinden. Bedrijfseconomische aspecten en het totale milieu-effect worden bezien. Per geval moet de situatie bekeken worden. Vergunningverlening gebeurt voor een

proefperiode van tien jaar, waarbij aan technische en organisatorische eisen moet worden voldaan.

Overijssel

De provincie Overijssel staat zeer positief tegenover koude-opslag in de bodem. Vergunningverlening kan eventueel zonder proefperiode plaatsvinden, afhankelijk van het gebied. Met uitzondering van het oosten van de provincie zijn er voldoende mogelijkheden. Speciale aandacht wordt besteed aan effecten voor drinkwater- en industriële watervoorziening, natuur, wateroverlast, bodemverontreiniging en bodem. De bodem en het grondwater dienen na stopzetting van een koude-opslagproject weer multi-functieel inzetbaar te zijn. In de vergunningsvoorschriften wordt dit vastgelegd. Naar aanleiding van een evaluatie kunnen later verdergaande eisen worden gesteld. Verwacht wordt dat in de agrarische sector koude-opslag mogelijk op grote schaal toegepast gaat worden. Standaardisatie van vergunningsvoorwaarden is daarvoor nodig. Volgens de provincie zijn centraal opgestelde criteria nodig, omdat chemische en biologische effecten nog niet geheel duidelijk zijn. De provincie stimuleert momenteel koude-opslag. In de toekomst zal dit zelfs kunnen overgaan in een meer dwingend opleggen van koude-opslag.

Gelderland

De provincie staat positief tegenover koude-opslag, onder andere omwille van het terugdringen van energieverbruik en het gebruik van grondwater voor laagwaardige doeleinden. De provincie ziet vooral mogelijkheden voor toepassing van koude-opslag in de landbouwsector. Vereist is onder andere dat de waterbalans en de warmtebalans op jaarbasis in evenwicht zijn en dat er geen verspreiding van warmte naar de omgeving plaatsvindt. Koude-opslag wordt niet toegestaan in grondwater-beschermings- en drinkwaterreserveringsgebieden. Verder wordt er sterk op gelet dat geen milieuge-

vaarlijke stoffen in het milieu terecht kunnen komen. De installatie moet zodanig zijn gebouwd dat er directe controleerbaarheid is wanneer zich calamiteiten voordoen. Infiltratiebronnen dienen bovenstrooms van de eigen onttrekkingsbronnen te worden gesitueerd.

Flevoland

Koude-opslag is mogelijk op locaties waar het grondwater niet gereserveerd is voor de openbare drinkwatervoorziening of andere hoogwaardige doeleinden. Het is niet mogelijk in milieubeschermingsgebieden, totdat een beter inzicht is verkregen. Voor Oostelijk Flevoland en de Noordoostpolder zijn er mogelijkheden. Vergunningverlening is twijfelachtig; zo ja, dan altijd met een proefperiode. Daarbij wordt een groot aantal technische voorwaarden gesteld, met name ook aan de controleerbaarheid en monitoring.

Utrecht

De provincie staat om reden van energiebesparing in principe positief tegenover koude-opslag. Koude-opslag wordt niet toegestaan in pakketten die gereserveerd zijn voor de drinkwatervoorziening; ook niet in aangrenzende drinkwaterpakketten wanneer daar beïnvloeding plaatsvindt. Verder mogen er geen nadelige effecten zijn ten aanzien van natuur, landbouw of bebouwing, en mag geen warmte-uitwisseling plaatsvinden met de omgeving. Voorwaarden worden gesteld op basis van het onderzoek naar de chemische en thermische effecten. Een vergunning wordt niet verleend voor het eerste watervoerend pakket en slechts bij uitzondering voor het tweede watervoerend pakket.

Noord- Holland

De provincie Noord-Holland heeft reeds ervaring met koude-opslag. Koude-opslag is daar waar het grondwater brak tot zout is meestal geen probleem. Een probleemgebied is het Gooi; hier treedt verdroging op en is sprake van diffuus verontreinigd grondwater. Bij infiltratie mag geen menging van zoet met zout water plaatsvinden en bij verontreinigd grondwater wordt alleen "vuil in vuil" of "schoon in schoon" toegestaan. Koude-opslag wordt gestimuleerd via vergunningverlening en voorlichting aan bedrij-

ven De vergunningverlening is gebiedsafhankelijk. Er wordt rekening gehouden met de effecten van onttrekking en infiltratie op ondergrond en omgeving. Voorschriften worden gesteld ten aanzien van de technische voorzieningen. Noord Holland streeft naar algemene, landelijke richtlijnen om grote verschillen tussen provincies te voorkomen en om duidelijkheid te scheppen voor de vergunningaanvragers.

Zuid-Holland

De provincie staat in algemene zin positief tegenover koude-opslag; het verdient op basis van de huidige kennis de voorkeur boven andere vormen van grondwateronttrekking. Zuid-Holland heeft reeds enige ervaring met vergunningverlening bij koude-opslag, maar heeft nog geen specifiek beleid met betrekking tot koude-opslag ontwikkeld. Wel worden er randvoorwaarden gesteld met betrekking tot temperatuur en kwaliteit van het te infiltreren water. De kwaliteit van het onttrokken/te infiltreren water dient gelijk te blijven. In enkele delen van Zuid-Holland speelt de menging van zout en zoet grondwater en de zettingsproblematiek een rol. Vergunningverlening vindt vaak plaats op tijdelijke basis omdat de effecten van koude-opslag op langere termijn nog onbekend zijn. Nadelige effecten die merkbaar worden op langere termijn zullen leiden tot nadere voorwaarden en aanpassing van de vergunning.

Zeeland

Zeeland zal koude-opslag waarschijnlijk positief benaderen bij eventuele aanvragen, maar heeft nog geen beleid vastgesteld. Wel worden de mogelijkheden voor koude-opslag beperkt ingeschat, met het oog op de aanwezigheid van zout, veelal ijzerhoudend grondwater.

Noord-Brabant

Noord-Brabant stelt zich terughoudend positief op ten aanzien van koude-opslag. De terughoudendheid houdt verband met het ontbreken van voldoende praktische kennis en ervaring. De provincie ziet vooral mogelijkheden voor koude-opslag in het eerste watervoerend pakket. Beleid terzake is noodzakelijk en in voorbereiding/ontwikkeling. Bij

een opslag op hogere temperatuur zal een vergunning voor een proefperiode worden gehanteerd. Bij de vergunningverlening biedt de Grondwaterwet volgens de provincie geen problemen, maar de Wet Bodembescherming geeft aanleiding tot het afgeven van tijdelijke vergunningen. Er worden uitgebreide technische voorwaarden gesteld.

Limburg

Koude-opslag in de bodem wordt door de provincie als een positief alternatief gezien voor vermindering van het laagwaardig grondwatergebruik. Limburg stimuleert

koude-opslag in de ondiepe pakketten, maar niet in grondwaterbeschermingsgebieden. Onttrekking en infiltratie dienen in hetzelfde watervoerend pakket te worden uitgevoerd. De waterbalans dient in evenwicht te zijn en te blijven. Op relatief korte termijn is een permanente vergunning haalbaar; hieraan worden een aantal voorwaarden verbonden, die vooral betrekking hebben op de technische installatie, monitoring, bemeting, et cetera. Speciale aandacht is er voor de vraag of input van warmte geen ongewenste chemische en/of bacteriële reacties in de bodem veroorzaakt.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag Pl. 146

Ammoniakemissie in een vleesvarkensstal bij gebruik van een vloeibare afdeklaag in de mestkelder. ER. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, mei 1996.

Proefverslag Pl. 147

Economische evaluatie van het voeren van natte bijproducten aan vleesvarkens. C.E.P. van Brakel, Scholten, R.H.J. en Backus, G.B.C., april 1996.

Proefverslag P1. 148

Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren. J.G.L. Hendriks en Vrielink, M.G.M., mei 1996.

Proefverslag Pl. 149

Zware vleesvarkens en luchtgedroogde ham. J.H. Huiskes, Binnendijk G.P. en Trigt, P.H. van, juni 1996.

Proefverslag P1. 150

Microbieel aanzuren van vleesvarkensmest J.G.L. Hendriks en Vrielink, M.G.M., juni 1996.

Proefverslag P1. 151

Onbeperkte wa teropname van dragende zeugen in groepshuisvesting. H.M. Vermeer, Peet-Schwering, C.M.C. van der en Wilt, F.J. van der, juli 1996.

Proefverslag Pl. 152

Gedoseerde wa terverstrekking aan individueel gehuisveste dragende zeugen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Voermans, M.P. en Vermeer, H.M., augustus 1996.

Proefverslag P1. 153

Automatisch geregelde na tuurlijke ven tila tie bij vleesvarkens. I.A.A.C. Mouwen, Geurts, P.J.W.M., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, augustus 1996.

Proefverslag Pl. 154

Effect van voeruitvoering op hokbevuilding en ammoniakemissie bij vleesvarkens. E. R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, augustus 1996.

Proefverslag Pl. 155

Effect van mestkoeling op de ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal. G.M. den Brok en Verdoes, N., augustus 1996.

Proefverslag P1. 156

Het effect van tarweras op de technische resultaten, de slachtkwaliteit, de gezondheid en de mestsamenstelling van vleesvarkens. R.H.J. Scholten, Plagge, J.G. en Peet-Schwering, C.M.C. van der, augustus 1996.

Proefverslag Pl. 157

Aardappeleiwit (Protamyl® PF en Protastar®) in voer voor gespeende biggen. J.G. Plagge en Peet-Schwering, C.M.C. van der, september 1996.

Proefverslag Pl. 158

Het grupstalsysteem voor guste en dragende zeugen in relatie tot ammoniakemissie. M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., september 1996.

Proefverslag P1. 159

Speendiarree bij biggen: de factoren voeding en Escherichia coli. E.M.A.M. Bruininx en Peet-Schwering, C.M.C. van der, september 1996.

Proefverslag P1.160

PVE/IKB-Productinformatie Biggen. Informatie-uitwisseling tussen vermeerderders en vleesvarkenshouders. J.B. van der Fels en Huiskes, J.H., september 1996.

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