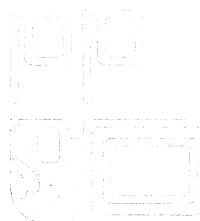


# **ENERGIEVERBRUIK BIJ NH<sub>3</sub>-EMISSION ARME HUISVESTINGSYSTEMEN VOOR VLEESKUIKENS**

*J.H. van Middelkoop  
J. van Harn  
C.J.M. van der Hoorn*

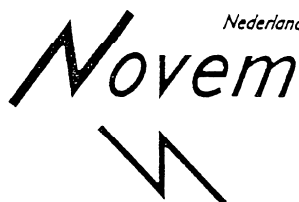
Eindrapportage  
September 1993



**ENERGIEVERBRUIK BIJ NH<sub>3</sub>-EMISSION ARME  
HUISVESTINGSSYSTEMEN VOOR  
VLEESKUIKENS**

***J.H. van Middelkoop  
J. van Ham  
C.J.M. van der Hoorn***

Eindrapportage  
september 1993



*Nederlandse maatschappij voor energie en milieu bv*



PP-uitgave no. 09

september 1993

Losse nummers van de PP-uitgaven, het periodiek "Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij" en de onderzoekverslagen zijn verkrijgbaar door f. 10,00 over te maken op girorekening 3839554 of bankrekeningnummer 30X3.04.837 t.n.v. Stichting Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij onder vermelding van PP-uitgave no.. . of periodiek no.. . of onderzoekverslag no...

PP-uitgave is een publikatie van het Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij

**Redactie en administratie**

Postbus 15

7360 AA Beekbergen

Tel.nr.: 05766-6111

Fax.nr.: 05766-3250

Overname:

Geheel of gedeeltelijk overnemen van de inhoud uit deze uitgave is toegestaan, mits de bron wordt vermeld.

ISBN:90-74489-09-5

ISSN: 0928-2076

Novem projecten: 3521211020 (fase 1)  
: 35212/1050 (fase 2)

## VOORWOORD

De vleeskuikenhouderij in Nederland heeft te maken met vele ontwikkelingen op het gebied van fokkerij, voeding, huisvesting en management. Belangrijke aandachtspunten voor het praktijkonderzoek in de vleeskuikenhouderij zijn de thema's milieu, kwaliteit, gezondheid en welzijn. Bij de planning en uitvoering van het onderzoek in bedrijfsverband is het van groot belang, niet alleen te kijken naar de thema's afzonderlijk, maar ook naar hun onderlinge samenhang. Zo wordt bij het onderzoek naar huisvestings- en verzorgings-systemen niet alleen gelet op de vermindering van de milieubelasting, maar bijvoorbeeld eveneens op de mogelijkheden tot verbetering van de gezondheid van pluimvee en de kwaliteit van vlees en eieren.

Het onderzoek naar het energieverbruik bij  $\text{NH}_3$ -emissie-arme huisvestingssystemen voor vleeskuikens is vanuit deze achtergrond uitgevoerd. In de Nota Energiebesparing formuleert de overheid de doelstelling, dat de agrarische sector in het jaar 2000 ten opzichte van 1989 een energiebesparing van 30% realiseert. De vraag diende zich aan, wat de voor- en nadelen zijn van mestbehandeling op de boerderij met betrekking tot een verantwoord energieverbruik bij de vleeskuikenproductie. Dankzij een goede samenwerking met en een financiële bijdrage van de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu (Novem) kon PP dit onderzoek doen.

Voor de resultaten van het onderzoek verwijs ik naar de inhoud van deze eindrapportage. Behalve via deze PP-uitgave worden de resultaten verspreid via publikaties in de vakpers, wetenschappelijke uitgaven, via bijdragen aan studiedagen en conferenties, en in directe contacten met het bedrijfsleven en de overheid.

Ir. G.H. W. Heusinkveld,  
Adjunct-directeur COVP-DL0 en  
Secretaris PP

# INHOUDSOPGAVE

|                                                                                                     | Blz |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Samenvatting en aanbevelingen</b> .....                                                          | 3   |
| <b>Inleiding</b> .....                                                                              | 4   |
| <b>Fase 1: <u>Enereieverbruik emissie-arme huisvestingssystemen</u></b> .....                       | 6   |
| 1.1. <u>Proefaccommodatie</u> .....                                                                 | 6   |
| 1.2. <u>Proefopzet eerste fase</u> .....                                                            | 6   |
| 1.3. <u>Resultaten eerste fase</u> .....                                                            | 7   |
| 1.3.1. Technische resultaten .....                                                                  | 8   |
| 1.3.2. Reductie ammoniakuitstoot . . . . .                                                          | 9   |
| 1.3.2.1 .Droge-stof percentage van het strooisel en de mest . . . . .                               | 9   |
| 1.3.2.2. Ammoniakemissie . . . . .                                                                  | 10  |
| 1.4. <u>Het energieverbruik</u> . . . . .                                                           | 12  |
| 1.4.1. Stalklimaat en huisvestingssysteem .....                                                     | 12  |
| 1.4.2. Electriciteitsverbruik . . . . .                                                             | 12  |
| 1.4.3. Gasverbruik . . . . .                                                                        | 13  |
| 1.5. <u>Neveneffecten</u> . . . . .                                                                 | 14  |
| 1.5.1. Arbeid en hygiëne .....                                                                      | 14  |
| 1.6. <u>Investering....</u> . . . . .                                                               | 15  |
| 1.7. <u>Conclusieseerstefase en opmerkingen</u> . . . . .                                           | 16  |
| <b>Fase 2: <u>Energie-efficiëntie verhoogde strooiselvloer en gebruik vloerverwarming.</u></b> .... | 18  |
| 2.1. <u>Proefaccommodatie</u> ..... . . . .                                                         | 18  |
| 2.2. <u>Proefopzettweedefase</u> . . . . .                                                          | 18  |
| 2.3. <u>Resultaten tweede fase en discussie</u> .....                                               | 19  |
| 2.3.1. Technische resultaten .....                                                                  | 19  |
| 2.3.2. Energieverbruik . . . . .                                                                    | 20  |
| 2.4. <u>Hoeveelheid mest en samenstelling</u> .....                                                 | 23  |
| 3. Discussie .....                                                                                  | 23  |
| 4. Conclusies .....                                                                                 | 27  |
| 5. Referenties .....                                                                                | 28  |
| 6. <b>Bijlagen 1 t/m 7a.</b>                                                                        |     |

## SAMENVATTING EN AANBEVELINGEN.

Het verminderen van de ammoniakemissie met 90% bij de vleeskuikenhouderij op bedrijfsniveau is technisch gezien haalbaar.

Vanwege de maatschappelijke discussie over het dierlijk welzijn lijkt het niet verstandig verder te gaan met onderzoek naar het houden van vleeskuikens op een volledig of gedeeltelijk trampolinevloer; ook economisch en bedrijfsmatig voldoen deze systemen niet.

Het elektriciteitsverbruik wordt bij de verhoogde strooiselvloer vanwege de ventilatoren voor het beluchten, bijna verdubbeld. Aanbevolen wordt te onderzoeken of het minimaal te installeren vermogen niet kan worden verlaagd en in hoeverre de mate van beluchten kan worden verminderd.

De temperatuursverdeling in een stal met een verhoogde vloer is gunstig als gevolg van de recirculatie van de stallucht door het strooisel. Dit is waarschijnlijk de verklaring voor het feit dat bij de verhoogde vloer voor de verwarming ongeveer 10 % minder gas nodig is.

Wordt het elektriciteits- en het gasverbruik uitgedrukt in Joules, dan blijkt dat de toename in elektriciteit goed wordt gemaakt door de besparing aan gas.

Invoering van de verhoogde vloer in de praktijk zal afhangen van de economische haalbaarheid en het oplossen van een aantal knelpunten. Uit berekeningen over de eerste 5 rondes komen Van Home en Van Ham (1993) tot de conclusie dat ongeveer de helft van de investeringskosten via de mestresultaten kan worden terug verdiend. Energetisch lijkt het systeem aantrekkelijk. Niet alleen vanwege de droge mest, maar ook vanwege de energie-efficiëntie. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de CO<sub>2</sub> ontwikkeling uit de strooiselmest bij de traditionele huisvesting. Het mesten van vleeskuikens op een verhoogde vloer vraagt echter een speciale verzorging en daar is niet genoeg over bekend. Aanbevolen wordt onderzoek te doen naar het gewenste temperatuurschema in de stal en het verbeteren van de energie-efficiëntie bij het beluchten.

Het houden van vleeskuikens op een verhoogde vloer heeft in de zomer het voordeel, dat daarbij niet snel sprake is van hittestress of zich problemen voordoen met de afvoer van overvloedige warmte. Naar aanleiding hiervan wordt aanbevolen meer onderzoek te doen naar verbetering van het stalklimaat bij vleeskuikens.

Het gebruik van vloerverwarming kan duidelijk besparen op stookkosten, maar geeft geen vermindering van de ammoniakemissie en voldoet daardoor niet aan het gestelde doel. Energetisch gezien is het gebruik van vloerverwarming aantrekkelijk.

## **INLEIDING**

De overheid heeft duidelijke doelstellingen geformuleerd met betrekking tot het terugdringen van de  $\text{NH}_3$ -emissie. Hierin wordt gesteld, dat in 1994 de  $\text{NH}_3$ -emissie met 30 % en in 2000 met 50 % moet zijn teruggedrongen ten opzichte van 1980. Gestreefd wordt echter naar een reductie van 70% . Overheid en bedrijfsleven hebben het onderzoek naar het verminderen van de ammoniak-emissie versneld met de vorming van het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA) en de Stimuleringsregeling Praktijk gericht onderzoek Oplossingen van de Milieuproblematiek (SPOM). Het onderzoek naar het oplossen van het mestoverschot en het verminderen van de ammoniakuitstoot werd voortvarend aangepakt, zowel op bedrijfsniveau als via mestverwerking en mestaanwending.

Ehlhardt et al. (1991) stellen bij hun proeven vast, dat door het gebruik van alternatieve vloeren boven de bestaande betonvloer in vleeskuikenstallen in combinatie met mestdroging en mestverwijdering, het mogelijk is om de uitstoot van ammoniak met 95 % te verminderen. Het beperken van de ammoniakemissie kan echter leiden tot een toename in het energiegebruik. Een toename van het energieverbruik past echter niet in de doelstellingen van het milieubeleid. De Nota Energiebesparing vertaalt de doelstellingen van het Nationaal Milieubeleidsplan op het gebied van  $\text{CO}_2$ -uitstoot in energiebeleid. Van de agrarische sector wordt verwacht, dat in het jaar 2000 per eenheid produkt 30% minder energie gebruikt wordt, dan in 1989.

De vraag doet zich voor wat de voor- en nadelen zijn van mestbehandeling op de boerderij met betrekking tot een verantwoord energiegebruik bij de vleeskuikenproductie. Het Ministerie van Economische Zaken geeft via de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu (Novem) steun en sturing aan het onderzoek naar verbetering van de energieefficiëntie. Het Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij heeft met steun van Novem onderzoek verricht naar het energieverbruik bij het gebruik van  $\text{NH}_3$ -emissie-arme huisvestingssystemen bij vleeskuikens. Onderzocht werd de mogelijkheid het energieverbruik te verminderen of te verbeteren met behoud van de beoogde reductie van de ammoniak-emissie op stalniveau.

Door microbiële omzettingen in de mest wordt uit het urinezuur via ureum ammoniak gevormd. Bij die afbraak van urinezuur worden water en zuurstof verbruikt en ontstaan ammoniak en kooldioxide. Door de geproduceerde mest snel te drogen worden de microbiële processen zoveel mogelijk voorkomen en daarmee de ammoniakontwikkeling . Op basis van dit principe wordt bij de alternatieve huisvestingssystemen voor vleeskuikens de verse mest geforceerd gedroogd. Het drogen wordt bereikt door de mest voortdurend te beluchten Wanneer de mest gescheiden wordt opgevangen, zoals dat bij de trampolinevloer het geval is, dan wordt lucht over de mest geblazen In geval van een verhoogde strooiselvloer wordt de verse mest gedroogd door voortdurend lucht door het strooisel te voeren

Het onderzoek naar het energieverbruik bij  $\text{NH}_3$ -emissie-arme stalsystemen werd uitgevoerd in de periode van januari 1992 t/m maart 1993 en bestond uit twee fases.

In de eerste fase werden twee verschillende emissie-arme huisvestingssystemen voor vleeskuikens vergeleken met het traditionele systeem van huisvesting op volledig strooisel. Dit betrof:

- \* huisvesting op gedeeltelijk trampoline en
- \* huisvesting op een verhoogde strooiselvloer.

In de tweede fase was het onderzoek geconcentreerd op het energieverbruik bij huisvesting van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer. Daarnaast werd ook onderzocht wat het effect is van het gebruik van vloerverwarming bij de gewone strooiselvloer.



## **FASE 1: ENERGIEVERBRUIK EMISSIE-ARME HUISVESTINGSSYSTEMEN.**

Het energieverbruik van twee verschillende emissie-arme huisvestingssystemen voor vleeskuikens werd vergeleken met huisvesting op volledig strooisel. Het doel is inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden om een huisvestingssysteem voor vleeskuikens te ontwikkelen, waarbij zowel de ammoniakemissie als het energieverbruik minimaal zijn.

### **1.1 Proefaccommodatie.**

De proef met ammoniakreducerende huisvestingssystemen is uitgevoerd in de vleeskuikenstal van het Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij. De stal wordt mechanisch geventileerd. Hij bestaat uit een aantal afdelingen van elk 150 m<sup>2</sup>. Iedere afdeling heeft haar eigen klimaatregeling. Per afdeling werden per ronde steeds 20 kuikens per m<sup>2</sup> geplaatst. Iedere afdeling is voorzien van drie ventilatoren in de nok; de middelste ventilator is voorzien van een recirculatieklep. De luchtinlaat wordt geregeld door de ventilatiekleppen in de zijwanden. **De** proefstal heeft een centrale verwarming; in elke afdeling hangen 6 plaatradiatoren. De kuikens werden steeds volop gevoerd, waarbij het voer werd verstrekt via voerpannen. Voor de drinkwater-voorziening werden nippels gebruikt. **De** bezetting was 83 kuikens per voerpan en 13 kuikens per nippel. Een lichtschema werd niet toegepast; de kuikens hadden continu licht, dat wil zeggen: 23 uur licht en 1 uur donker.

### **1.2. Proefopzet eerste fase.**

De eerste fase van de proef bestond uit drie rondes en werd uitgevoerd in de periode van januari t/m juli 1992.

De proef is uitgevoerd in drie afdelingen; per afdeling zijn 2480 kuikens opgezet bij een bezetting van 20 kuikens per m<sup>2</sup>.

De afdelingen waren als volgt ingericht:

- a) 1 afdeling met volledig strooisel (2 kg strooisel/m<sup>2</sup>).  
Dit is de controle-afdeling .
- b) 1 afdeling met gedeeltelijk trampolinevloer (Floranavloer; bijlage 6 en 6a). Bij het trampoline gedeelte waren onder de trampolinevloer mestbanden met beluchting aangebracht. Vanaf twee weken werd de mest op de banden belucht en werd er éénmaal per week afgemest. Op het strooiselgedeelte lag 2 kg strooisel per m<sup>2</sup>. De verhouding trampoline/strooisel bedroeg 50/50. De drinknippelleidingen waren boven de trampolinevloer geplaatst.
- c) 1 afdeling met verhoogde strooiselvloer met beluchting, zoals deze is ontwikkeld door Hendrix' Voeders (bijlage 7 en 7a).  
Boven de bestaande vloer is een verhoogde vloer aangebracht, bestaande uit metalen roosters met daarop een luchtdoorlatend doek. Op het doek kwam het strooisel te

liggen ( $1 \text{ kg/m}^2$ ). Twee ventilatoren brachten de stallucht vanuit de afdeling onder de vloer en door de overdruk werd de lucht door het doek met strooisel geperst. Op deze manier wordt het strooisel met de mest voortdurend gedroogd om zodoende microbiële omzettingen zoveel mogelijk te voorkomen.

Naast het verzamelen van de gangbare mest- en slachresultaten zijn per afdeling de ammoniakemissie en het energieverbruik gemeten. Terwille van de vergelijkbaarheid van de resultaten is bij alle afdelingen steeds eenzelfde temperatuurschema aangehouden. Doordat geventileerd werd op basis van de standaard gewichtstoename van de kuikens en staltemperatuur was in principe de ventilatiehoeveelheid per afdeling hetzelfde. De regeling van de mate van beluchting van de verhoogde strooiselvloer is op basis van de visuele beoordeling van de strooiselkwaliteit. Als aanvulling op de visuele beoordeling werd wekelijks het droge-stofgehalte bepaald.

De ammoniakemissie wordt verkregen door de ammoniakconcentratie in de afdeling te vermenigvuldigen met het ventilatiedebiet. De concentratie is gemeten met een  $\text{NO}_x$ -analyser. De ventilatiehoeveelheid is bepaald met behulp van meetventilatoren.

Om het energieverbruik te bepalen zijn per afdeling warmteverbruik- en electriciteitsmeters geïnstalleerd. Dit is gebeurd vanaf de tweede ronde. Er zijn aparte electriciteitsmeters geïnstalleerd voor het meten van het stroomverbruik voor de ventilatie per afdeling en voor de beluchting. De hoeveelheid beluchting wordt geregeld met behulp van frequentieregelaars. De regelaar werd afhankelijk van een visuele beoordeling van het strooisel, het drogestofpercentage van de strooiselmest en de mestproductie ingesteld.

### **1.3. Resultaten eerste fase.**

Emissie-arme huisvestingsstemen voor vleeskuikens zijn alleen interessant als ze in de praktijk toegepast zullen of kunnen worden. Alternatieve systemen zullen alleen ingang vinden als ze economisch haalbaar zijn en met het systeem goed valt te werken. Het is daarom van belang dat bij gebruik van emissie-arme systemen

- goede technische resultaten behaald kunnen worden;
- de beoogde reductie van de ammoniakuitstoot bereikt wordt;
- het systeem geen onevenredige toename van het energieverbruik veroorzaakt of andere ongewenste neveneffecten.

Terwille van de leesbaarheid en de relatie naar fase 2 van het onderzoek, worden bij fase 1 de resultaten na ieder onderwerp kort samengevat.

### 1.3.1. Technische resultaten

De gemiddelde technische resultaten staan vermeld in tabel 1; de resultaten per ronde zijn weergegeven in bijlage 1. Gemiddeld over 3 rondes komen de afdelingen met verhoogde strooiselvloer en gedeeltelijk strooiselvloer beter naar voren dan de controle-afdeling. Voor groei en uitvalpercentage is dit significant ( $p < 0,05$ ). De groei en voerconversie bij eerder onderzoek met beide typen vloeren (Ehlhardt et al., 1991) waren ook goed.

**Tabel 1: Mestresultaten gemiddeld over de eerste 3 rondes.**

|                             | Controle          | Gedeeltelijk trampoline | Verhoogde vloer   |          |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|----------|
| Mestduur (dgn)              | 42                | 42                      | 42                |          |
| Eindgewicht (g)             | 1968 <sup>a</sup> | 1998 <sup>ab</sup>      | 2033 <sup>b</sup> | $p=0.04$ |
| Uitval (%)                  | 5.3 <sup>a</sup>  | 4.0 <sup>b</sup>        | 3.8 <sup>b</sup>  | $p=0.03$ |
| VC-praktijk                 | 1.78              | 1.76                    | 1.77              | $p=0.72$ |
| Technische VC <sup>*)</sup> | 1.76              | 1.75                    | 1.76              | $p=0.83$ |
| VC-2000 <sup>**) )</sup>    | 1.79              | 1.76                    | 1.76              | $p=0.45$ |
| WATERVERBRUIK (l)           | 5.87              | 5.82                    | 5.89              | $p=0.55$ |
| Waterlvoer-verh.            | 1.77              | 1.73                    | 1.70              | $p=0.07$ |

<sup>\*)</sup> technische VC is de VC-praktijk gecorrigeerd voor uitval.

<sup>\*\*) )</sup> VC-2000 is de VC-praktijk gecorrigeerd naar een standaardgewicht van 2000 gram.

De afdeling met de verhoogde strooiselvloer komt de eerste ronde relatief slechter naar voren dan bij de andere twee rondes. Ronde 1 speelde in een koude en ronde 2 en 3 daarentegen in warmere perioden met enkele zeer hete dagen. De resultaten zijn blijkbaar afhankelijk zijn van het jaargetijde/seizoen waarin de kuikens gehouden worden.

Zowel bij de verhoogde strooiselvloer als bij de gedeeltelijk trampolinevloer komt minder uitval voor als gevolg van 'hittestress' (ronde 2 en 3). Bovendien heeft er geen groeidepressie plaats gevonden in de zeer warme perioden.

*Samengevat komt het er op neer, dat bij het houden van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer en op gedeeltelijk trampoline goede technische resultaten behaald kunnen worden.*

### 1.3.2. Reductie van de ammoniakuitstoot

De ontwikkeling van de ammoniakvorming wordt bij de onderzochte systemen geremd door de verse mest zo snel mogelijk te drogen en bij de gedeeltelijk trampolinevloer ook regelmatig te verwijderen. Het resultaat van het drogen van de mest kan worden afgelezen aan het droge-stof percentage van het strooisel en de mest. Meer dan een indicatie is het echter niet, omdat de mest en het strooisel ook droog kunnen worden als gevolg van broei. Uiteindelijk gaat het om de gerealiseerde vermindering van de ammoniak-emissie.

#### *1.3.2.1. Drogestof percentage van het strooisel en de mest*

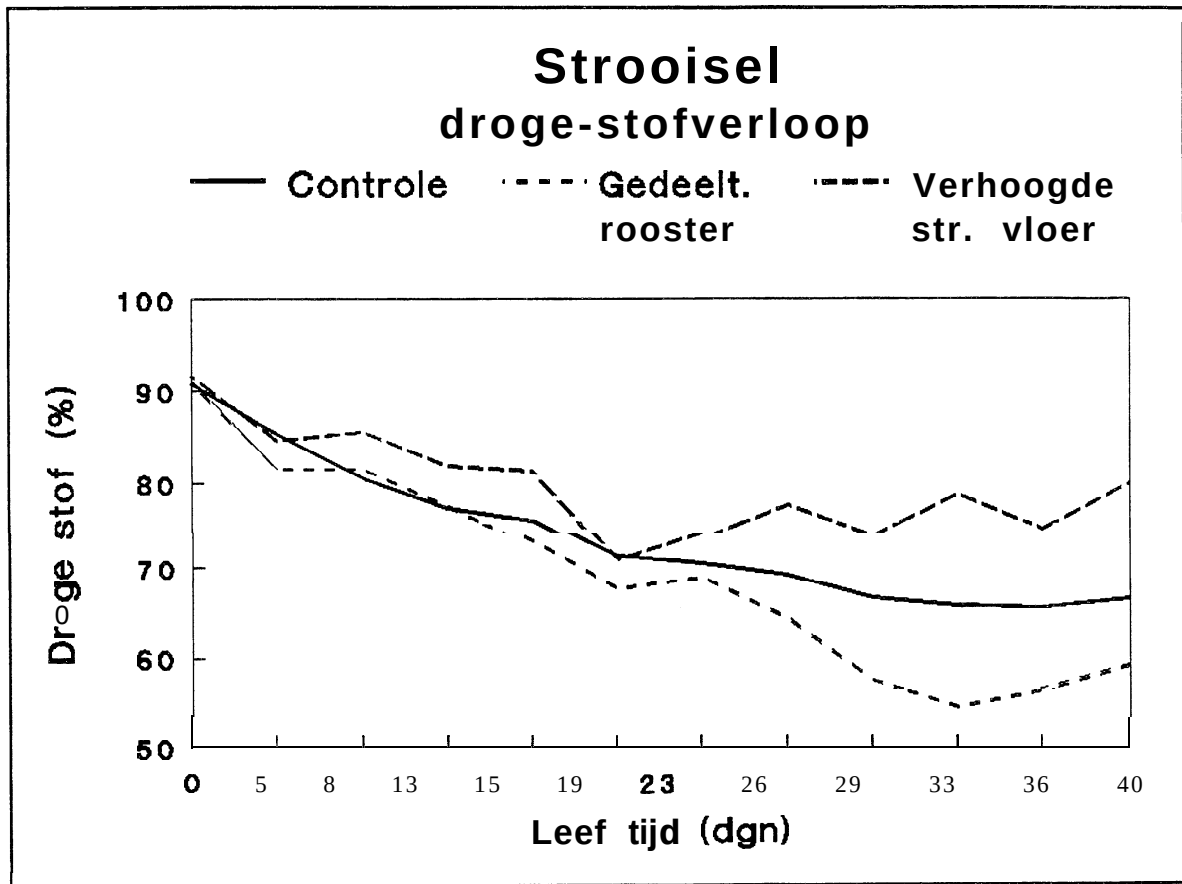
Het droge-stof percentage (ds%) in het strooisel bij het afleveren was het hoogst bij de afdeling met de verhoogde strooiselvloer, n.l. 80 procent (tabel 2).

Het ds% van het strooisel in de afdeling met gedeeltelijk trampoline/gedeeltelijk strooisel kwam als laagste naar voren, n. 1. 69 procent. Dit kwam waarschijnlijk doordat het strooisel bij deze afdeling op een gladde (vochtafstotende) ondergrond lag. Bij de controle-afdeling lag het strooisel op een betonvloer, waar wel vocht door kan worden opgenomen.

Het verloop van het ds % tijdens de mestperiode, gemiddeld over alle drie ronden, is weergegeven in figuur 3. Het ds% van de mest op de mestbanden varieerde van **60** procent op twee weken (eerste maal afmesten) tot 45 procent op 6 weken.

**Tabel 2: Percentage drogestof van het strooisel per ronde en gemiddeld over drie ronden.**

|                          | Ronde 1 | Ronde 2 | Ronde 3 | Gemiddeld |
|--------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| Controle-afdeling        | 77      | 75      | 71      | 74        |
| Gedeeltelijk trampoline  | 71      | 72      | 66      | 69        |
| Verhoogde strooiselvloer | 83      | 81      | 77      | 80        |



**Figuur 3: Verloop ds% van het strooisel gemiddeld over alle drie rondes van fase 1.**

#### 1.3.2.2. Ammoniakemissie

De gemiddelde ammoniakconcentratie in de uitgaande lucht was bij de verhoogde strooiselvloer zeer laag, n. 1. gemiddeld over 3 rondes 0,8 ppm. Ten opzichte van de gemiddelde concentratie van de controle-afdeling is dit een reductie van 90 procent (zie tabel 3).

De gedeeltelijk trampolinevloer gaf gemiddeld over 3 rondes een concentratie van 4,1 ppm ammoniak. Dit is 46 procent minder ten opzichte van de controle-afdeling (tabel 3). Het strooiselgedeelte werd met belucht. Omdat de voer- en drinkwatervoorziening gelijkmatig over het hele hok verdeeld is, wordt aangenomen dat de **ammoniakvorming** in het strooiselgedeelte overeenkomt met de ammoniakvorming in de strooiselmest bij de controle-afdeling. De hoeveelheid ammoniak uit de strooiselmest als percentage van de controle is evenredig het aandeel strooisel van het totale vloeroppervlak. Aangezien het trampoline-gedeelte 50 procent was van het vloeroppervlak komt de ammoniakconcentratie ten opzichte van de controle neer op een vermindering van 92% bij het trampoline-gedeelte. Ehlhardt et al. (1991) vonden bij hun proeven met half strooisel/half trampolinevloer met mestbanden en mestbandbeluchting een ammoniakreductie van 72%. Het is mogelijk, dat zij die hoge reductie bereikten doordat het ds% van het strooisel veel hoger bleef dan het ds % van de strooiselmest bij hun controle-afdeling.

**Tabel 3: Ammoniakconcentratie per ronde en gemiddeld over 3 rondes in percentage van de controle-afdeling (=100).**

|                          | Ronde 1 | Ronde 2 | Ronde 3 | Gemiddeld |
|--------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| Controle-afdeling        | 100     | 100     | 100     | 100       |
| Gedeeltelijk trampoline  | 48      | 73      | 54      | 54        |
| Verhoogde strooiselvloer | 6       | 4       | 20      | 10        |

De resultaten bij de verhoogde strooiselvloer weken in de derde ronde sterk af van de eerste twee rondes. Dit is veroorzaakt doordat de stand van de ventilator voor de strooiselbeluchting te laat werd opgevoerd. Hierdoor werd het strooisel vochtig en begon zich plakvorming voor te doen, met name onder de drinknippelleidingen. Bovendien begon het strooisel dicht te slaan, waardoor de beluchting niet goed functioneerde. Hoe vreemd dat op het eerst gezicht misschien ook lijkt, het risico voor een hoge ammoniakvorming komt juist door het beluchten. Immers wanneer het strooisel met de mest iets te vochtig wordt dan worden de microbiële omzettingen juist bevorderd door een goede zuurstofvoorziening. Dit is een van de zwakke plekken van het systeem met betrekking tot risico op een averechts effect op de ammoniakontwikkeling.

De gemiddelde ammoniakconcentratie van de gedeeltelijk trampolinevloer in ronde 2 bedroeg 6,9 ppm. Vooral aan het einde van ronde 2 ging de concentratie in deze afdeling omhoog; dit ondanks het feit dat er meer belucht is in ronde 2 dan in ronde 1 en 3.

De ammoniakemissie wordt berekend uit het ventilatie-debiet en de ammoniakconcentratie van de afgevoerde lucht. Het is een probleem het ventilatiedebiet nauwkeurig te bepalen. Ook bij het gebruik van meetventilatoren moet rekening worden gehouden met een meetfout tot 20% (voor ventilatiedebieten per ronde zie figuur 5a t/m 5e). Daarom wordt in dit verslag volstaan met het weergeven van de gemiddelde ammoniak-emissie over alle drie rondes. De gemiddelde reductie van de geëmitteerde hoeveelheid ammoniak ten opzichte van de controle-afdeling bedroeg bij gedeeltelijk trampolinevloer 34% en bij de verhoogde strooiselvloer 84%. Bij beide systemen is de reductie minder dan werd verwacht op basis van het onderzoek van Ehlhardt et al, 1991.

*Samengevat kan worden gesteld, dat bij huisvesting op gedeeltelijk trampoline de beoogde reductie van de ammoniakemissie van 50-70 % niet is gehaald. Huisvesting op een verhoogde strooiselvloer voldoet aan het gestelde doel.*

### **1.4. Het energieverbruik**

De stookkosten en, daarmee het energieverbruik, hangen samen met de warmte-afvoer via ventilatie. De minimale ventilatie-behoefte wordt mede bepaald door de eisen die aan het klimaat in het hok gesteld worden.

#### *1.4. 1. Stalklimaat en huisvestingssysteem.*

Voor het instellen van de ventilatie is bij de opzet van de proef uitgegaan van de gangbare normen. Deze normen gaan uit van een minimum-ventilatie van  $0,6\text{--}1,0\text{ m}^3/\text{kg}$  diergewicht/uur en een maximale ventilatie van  $3,6\text{ m}^3/\text{kg/uur}$ . Bij deze normen is bij het berekenen van de minimumventilatie omwille van de vochtafvoer, uitgegaan van een vochtproduktie van 75 % van de wateropname (Ketelaars, 1988). Dit is een zeer veilige norm, omdat daarbij ervan wordt uitgegaan dat vrijwel al het water, dat niet in het dier wordt vastgelegd op de een of andere manier in de stallucht terecht komt.

De vochtafvoer is afhankelijk van de ventilatie, de luchtafvoer, en het verschil in vochtgehalte van de stallucht en de buitenlucht. De vochtafvoer is daardoor sterk afhankelijk van het weer. Als gevolg hiervan kan de minimumventilatie hierdoor zeer sterk variëren.

In de afdeling met de verhoogde strooiselvloer is sprake van een verbetering van de luchtsamenstelling dankzij een sterk gereduceerde ammoniakontwikkeling. Als gevolg hiervan behoeft in feite minder geventileerd te worden. Anderzijds ontstaat er een hoge RV in de afdeling door het verdampen van het water uit de mest, waardoor juist meer geventileerd moet worden. Bij deze proef was de ventilatie in alle afdelingen zodanig ruim dat de ammoniakconcentratie ook bij de controle-afdeling voldoende laag bleef. De RV bij de afdeling met de verhoogde strooiselvloer liep echter zo hoog op, dat de ventilatie bij deze afdeling tijdens de mestperiode zelfs iets sneller opgevoerd moest worden. De RV bleek dus meer de bepalende factor bij het ventileren dan de ammoniakconcentratie. Dit komt overeen met waarnemingen met de verhoogde strooiselvloer in de praktijk en bij proeven van het Praktijkonderzoek met eenden (De Buissonjé, 1993).

Het probleem van een verhoogde RV gold in mindere mate voor de afdeling met gedeeltelijk trampolinevloer. Dit is ook met verwonderlijk, omdat deze afdeling in feite voor 50 % hetzelfde is als de controle afdeling.

*Samengevat kan worden gesteld, dat bij de alternatieve huisvestingssystemen in principe evenveel geventileerd moet worden als bij de controle-afdeling vanwege het beheersen van het vochtgehalte in de lucht.*

#### *1.4.2. Electriciteitsverbruik*

Het electriciteitsverbruik wordt vooral bepaald door de ventilatiebehoefte en de mate van beluchting van het strooisel en de mest. Uit tabel 4 blijkt dat het totale electriciteitsverbruik in kWh voor de afdelingen met gedeeltelijk trampolinevloer en verhoogde strooiselvloer in ronde 2, tweemaal zoveel bedraagt dan voor de controle-afdeling. In ronde 3, die in de zomerperiode viel, is beduidend meer geventileerd dan in ronde 2 om de overvloedige

warmte uit de stal af te voeren. Voor het beluchten van het strooisel, c.q. de mest, is gemiddeld ongeveer dezelfde hoeveelheid energie verbruikt als in de tweede ronde. Dit werd ook verwacht, omdat dat verband houdt met de mestproductie en het vochtgehalte van de mest. De mate van beluchting is wel enigszins afhankelijk van het seizoen, omdat de vochtafgifte beïnvloed wordt door het vochtgehalte van de stallucht.

Gemiddeld over deze twee ronden komen we op een elektriteitsverbruik uit dat 1,5 tot 2 maal zo hoog ligt voor de afdelingen met gedeeltelijk trampolinevloer en verhoogde strooiselvloer ten opzichte van de controle. Wanneer we uitgaan van een kWh-prijs van 0,17 ct/kWh komen de extra energiekosten uit op  $\pm 2$  ct. per kuiken. Terwille van een efficiënt energieverbruik zal nagegaan moeten worden in hoeverre het elektriciteitsverbruik voor de recirculatie verminderd kan worden met behoud van de gewenste ammoniakreductie.

**Tabel 4: Elektriciteitsverbruik in kWh per afdeling en per ronde van fase 1.**

|              | <b>Controle vloer</b> |     |            | <b>Gedeeltelijk trampolinevloer</b> |      |            | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |      |            |
|--------------|-----------------------|-----|------------|-------------------------------------|------|------------|---------------------------------|------|------------|
| <i>Ronde</i> | 2                     | 3   | <i>gem</i> | 2                                   | 3    | <i>gem</i> | 2                               | 3    | <i>gem</i> |
| Ventilatie   | 336                   | 672 | <b>504</b> | 399                                 | 861  | <b>630</b> | 332                             | 664  | <b>498</b> |
| Beluchting   | nvt                   | nvt | nvt        | 412                                 | 298  | <b>355</b> | 332                             | 378  | <b>355</b> |
| Totaal       | 336                   | 672 | 504        | 811                                 | 1159 | 985        | 664                             | 1042 | 853        |

*Samengevat komt het er op neer dat bij de drogen van de geproduceerde mest het elektriciteitsverbruik toeneemt vanwege de ventilatoren voor het beluchten. Onderzocht zal moeten worden wat het minimale te installeren vermogen daarvoor moet zijn.*

#### *1.4.3. Gasverbruik*

Het gasverbruik is afhankelijk van de hoeveelheid stookwarmte, die nodig is om de gewenste minimale staltemperatuur te bereiken en te handhaven. Van het gasverbruik zijn bij de eerste fase alleen gegevens bekend van ronde 3. Op basis van gegevens van één ronde kunnen geen betrouwbare uitspraken gedaan worden, vanwege seizoenseffecten op de resultaten. Hierom wordt bij de eerste fase volstaan met een toelichting op het verwachte gas(warmte)verbruik.

In de controle-afdeling, waar in het strooisel broei optreedt, draagt deze warmte-ontwikkeling bij aan het verwarmen van de stallucht. In de zomer wordt het warmte-overschot daardoor nog groter en moet extra geventileerd worden. In koude perioden behoeft daarentegen minder bijverwarmd te worden. De temperatuur in het strooisel in de controle-afdeling loopt door het broeien vanaf 2-3 weken op tot 32-33 graden. In natte plekken waar zich minder zuurstof bevindt is dat 26-28 graden.



Bij de verhoogde strooiselvloer vindt geen broei van het strooisel plaats, omdat het strooisel continu belucht wordt en daardoor droog blijft. De strooisellaag heeft daardoor vrijwel dezelfde temperatuur als de stallucht; soms is het 1-2 graden hoger. Door het achterwege blijven van broei zal in koude periode meer bijverwarmd moeten worden dan bij de controle-afdeling.

In warme perioden werkt de beluchting bij de afdeling met verhoogde strooiselvloer als 'verkoelend', in koude perioden wordt de beluchting ervaren als 'tocht'. Zeker is dat er sprake is van een 'seizoeneffect'.

### **1.5. Neveneffecten.**

Het houden van vleeskuikens in emissie-arme stallen is een geheel andere manier van houderij en betekent daardoor een ingrijpende verandering op bedrijfsniveau. Invoering in de praktijk is mede afhankelijk van de investeringskosten, de gevolgen voor het werk en veterinaire aspecten met betrekking tot het reinigen en ontsmetten.

#### *1.5.1. Arbeid en hygiëne*

##### **\* Stof**

Door de continue beluchting van het strooisel bij de verhoogde vloer om het strooisel zo droog mogelijk te houden komt er veel stof in de stallucht. Dit is een bezwaar bij het werken in de stal. De vraag is of er wel naar gestreefd moet worden om het strooisel zo droog mogelijk te houden of dat het niet beter is om minder te beluchten met het risico, dat het strooisel dicht slaat.

Tot nu toe is uit onze waarnemingen niet gebleken, dat deze stofontwikkeling longproblemen geeft bij de kuikens.

##### **\* Tussentijdse mestafvoer.**

Bij de gedeeltelijk trampoline vloer werden de mestbanden onder de mat wekelijks afgedraaid. Dit bracht bij onze proefopstelling veel werk met zich mee, omdat de afgedraaide mest handmatig uit de stal moest worden afgevoerd. Twee personen waren ongeveer 1,5 uur per keer bezig met het afdraaien van de mest. Terwille van het reduceren van de ammoniakemissie was het beter geweest om de mest vaker af te draaien. Bij leghennen op batterijen met mestbanden met beluchting bleek de ammoniakemissie toe te nemen, wanneer de mestbanden minder dan 1x per 5 dagen werden afgedraaid.

##### **\* Kuikens laden en mestafvoer.**

In de praktijk kan het doek op de verhoogde strooiselvloer en de trampolinemat bij het laden van de kuikens automatisch afgedraaid worden. Hierbij komen de kuikens (en bij de verhoogde strooiselvloer ook het strooisel) naar voren. Het laden van de kuikens gaat daardoor sneller en er zijn minder mensen nodig. Door het afdraaien van de mat wordt tijdens het laden tevens de mest afgevoerd en bespaart daardoor arbeid. In onze kleine afdelingen was deze uitvoering praktisch en financieel niet haalbaar.

\* Reinigen van de stal en het ontsmetten.

Bij de gedeeltelijk trampolinevloer gaat het niet alleen om de tijd voor het reinigen van de trampolinemat, maar ook het om reinigen van de mestbanden en beluchtingspijpen. Bij de proefopstelling moest het volledige systeem worden afgebroken om alles goed te kunnen reinigen. Alleen het opbouwen en afbreken van dit systeem kost al 6 uur per ronde (met twee personen) extra in vergelijking met de andere systemen.

Een nadeel van het werken met de verhoogde strooiselvloer of met de trampolinevloer, is het probleem, dat deze stallen zo moeilijk zijn te reinigen en goed te ontsmetten. De tijd benodigd voor het reinigen van de afdeling met verhoogde strooiselvloer bedroeg tweemaal zoveel in vergelijking met de controle-afdeling. Ook uit de ervaringen van praktijkbedrijven die werken met de verhoogde strooiselvloer blijkt, dat er meer tijd nodig is voor het reinigen van de stal.

Bij de verhoogde strooiselvloer doet zich daarnaast nog het probleem voor van het stof dat tijdens de mestperiode onder de verhoogde vloer neer slaat. Deze stofafzetting, die ongeveer 50g per kuiken bedraagt, geeft problemen bij het schoonmaken.

## 1.6. Investeringskosten

Voor de verhoogde strooiselvloer moet gerekend worden met een extra investering van f 6,- per vleeskuikenplaats. Dit resulteert in zo'n 17 ct. per kuiken per ronde aan extra huisvestingskosten en betekent uit berekeningen van Van Home en Van Ham (1993) een verdubbeling van de normale inventariskosten (zie bijlage 3). De extra investering bestaat uit de roosters voor de verhoogde vloer, het doek, de recirculatiekokers en de regelaar voor de recirculatie.

Voor de gedeeltelijk trampolinevloer (in de praktijksituatie) komen we uit op een extra investering van minimaal f 10,- per vleeskuikenplaats. Deze extra kosten zitten in de trampolinevloer zelf, de mestbanden met beluchtingspijpen en de regelaar voor de beluchting.

### **1.7. Conclusies eerste fase en opmerkingen.**

Zowel met de verhoogde strooiselvloer als met de gedeeltelijk trampolinevloer zijn technisch gezien goede resultaten te behalen. Bij de verhoogde strooiselvloer lijkt het resultaat afhankelijk te zijn van de periode waarin de mestronde plaats vindt. Met name in perioden met hete dagen komt de verhoogde strooiselvloer goed uit; er is minder uitval als gevolg van hittestress. Ook treedt er in warme perioden geen groeidepressie op, omdat de dieren minder last hebben van de warmte. In koude perioden wordt de continue beluchting bij dit systeem door de kuikens als 'onaangenaam' ervaren; met als gevolg minder groei en een slechtere voederconversie. De invloed van temperatuur op de kuikens is afhankelijk van de luchtsnelheid en het vochtgehalte van de stallucht. Dit wordt de effectieve temperatuur genoemd (zie ook Ellen, 1992). De vraag in hoeverre de luchtstroom bij de kuikens terwille van het drogen van de mest gunstig is, is vooral afhankelijk van de vraag in hoeverre en hoe de stallucht afwijkt van de optimale temperatuur voor de kuikens. Het is echter niet bekend wat de optimale staltemperatuur is bij vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer.

Met de verhoogde strooiselvloer valt een zeer goede reductie van de  $\text{NH}_3$ -emissie te behalen. Wel moet men oppassen voor 'het dichtslaan' van de strooisellaag. Dit ontstaat wanneer het strooisel te vochtig wordt, b.v. als gevolg van te weinig beluchten of het te hoog oplopen van de RV van de stallucht.

Bij de gedeeltelijk trampolinevloer staat de reductie van de ammoniakemissie in verhouding tot het aandeel van de trampolinevloer van de staloppervlakte en de kwaliteit van het strooisel.

De ammoniakreductie ging bij beide systemen gepaard met een verhoging van het elektriciteitsverbruik terwille van de beluchting. In deze proef was het elektriciteitsverbruik 1,5 tot 2 maal het verbruik van de controle-afdeling. In Nederland wordt bij de kostprijs-berekening uitgegaan van 3 cent per opgehoekt kuiken aan electriciteit (KWIN, 92/93) en 7 cent aan gas voor de verwarming. De toename aan kosten voor electriciteit komt daarmee neer op  $\pm 2$  ct./opgehoekt kuiken. In de praktijk wordt bij de verhoogde strooiselvloer ook wel een hogere temperatuur ( $\pm 2$  °C) aangehouden, dan bij een traditioneel systeem. Vanwege de vergelijkbaarheid tussen de proefafdelingen is dat in deze fase van de proefneming niet gedaan. Enerzijds is hierdoor bespaard op stookkosten, anderzijds kan het zijn dat de kuikens daardoor meer voer opgenomen hebben. Er spelen dus veel factoren mee die bepalen of er wel of niet bespaard kan worden op de energiekosten.

Het reinigen van de afdeling na afloop van de mestronde kostte bij beide ammoniakbeperkende systemen meer arbeid. Bij de gedeeltelijk trampolinevloer komt ook de extra tijd voor het wekelijks afdraaien van de mestbanden tijdens de mestperiode. Bij de verhoogde strooiselvloer komt een flinke hoeveelheid stof vrij, hetgeen een bezwaar is voor de gezondheid van de pluimveehouder en een probleem is bij het schoonmaken. Dit stof wordt gezien als een belemmering voor het invoeren van dit systeem in de praktijk en daarom zal daar een afdoende oplossing voor gezocht moeten worden.

De extra kosten van investering en exploitatie van ammoniakbeperkende huisvestingssystemen moeten op de een of andere manier uit de opbrengsten komen of uit een besparing in (energie-)kosten, wil het systeem economisch haalbaar zijn. Ook de mestafzetkosten zijn hierbij eveneens van belang.

De verhoogde strooiselvloer biedt vanuit 'NH<sub>3</sub>-oogpunt' meer mogelijkheden voor de toekomst, dan de gedeeltelijk trampolinevloer. Wel is duidelijk dat er nog een aantal knelpunten opgelost moeten worden en verbeteringen aangebracht. Gezien het geheel eigen klimaat bij een verhoogde strooiselvloer zal het gangbare ventilatie- en temperatuurschema op diverse punten herzien moeten worden. Enkele van de aandachtspunten daarbij zijn de slechtere resultaten in koudere perioden en de vraag hoe de energie-efficiëntie verbeterd kan worden, zonder dat dit ten koste gaat van de vereiste reductie aan ammoniakemissie. In samenwerking met de praktijk zal met aanvullende proeven onderzocht worden in hoeverre deze knelpunten opgelost kunnen worden.

Op basis van de gegevens uit de drie ronden van fase 1, zijn we tot de conclusie gekomen dat de gedeeltelijk trampolinevloer in Nederland geen alternatief is voor de huidige huisvesting. Het systeem is duur, vraagt zeer veel arbeid en levert daarvoor maar een matige reductie aan ammoniakemissie op. Hoewel de reductie van de ammoniakemissie bij een volledig trampolinevloer veel hoger is (Ehlhardt et al., 1991), lijkt dit systeem met het oog op dierlijk welzijn niet haalbaar voor de toekomst. Ook de Cehavé, die als eerste de (volledig) trampolinevloer in de praktijk in Nederland uittestte, is inmiddels gestopt met dit systeem (Pluimveehouderij, 1992). Zij zijn inmiddels bezig met het ontwikkelen van een ander systeem. Om deze redenen wordt in het vervolgonderzoek in de tweede fase de gedeeltelijk trampolinevloer niet langer onderzocht. Overigens moet vermeld worden, dat in Duitsland op het Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung van de Universität Hohenheim het onderzoek met huisvesting van vleeskuikens op een trampolinevloer wel wordt voortgezet.

## **FASE 2: ENERGIE-EFFICIËNTIE 'VERHOOGDE STROOISELVLOER EN GEBRUIK VLOERVERWARMING.**

Onderzoek naar het verbeteren van de energie-efficiëntie bij huisvesting vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer en het effect van het gebruik van vloerverwarming. Het onderzoek hangt nauw samen met de eerste fase, omdat twee van de drie proefbehandelingen een voortzetting zijn van de behandeling bij fase 1.

### **2.1 Proefaccommodatie.**

Het onderzoek werd evenals bij fase 1 uitgevoerd in de vleeskuikenstal van het Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij en wordt daarom voor nadere gegevens over de proefaccommodatie verwezen naar de omschrijving onder punt 1.1. (pag 6).

### **2.2 Proefopzet tweede fase.**

De tweede fase van het onderzoek bestond evenals fase 1 ook uit drie rondes en viel in de periode september 1992 tot maart 1993.

De proef is uitgevoerd in vier afdelingen; per afdeling zijn 3000 kuikens opgezet bij een bezetting van 20 kuikens/m<sup>2</sup>.

De afdelingen waren als volgt ingericht:

- a) 1 afdeling met volledig strooisel (1,5 kg strooisel/m<sup>2</sup>). Dit is de controle-afdeling.
- b) 1 afdeling, die eerst was voorzien van een gedeeltelijk trampolinevloer, werd weer ingericht als een traditionele stal met volledig strooisel (1,5 kg strooisel/m<sup>2</sup>) en voorzien van vloerverwarming.
- c) 1 afdeling met een verhoogde strooiselvloer met beluchting, zoals deze is ontwikkeld door Hendrix'Voeders (bijlage 7 en 7a).
- d) 1 afdeling met een verhoogde strooiselvloer met beluchting. Bij deze afdeling was echter de ventilatiekoker op de verhoogde vloer verlengd tot in de nok. Door deze koker te verlengen werd de warme lucht uit de nok aangezogen voor het beluchten van de strooiselmest.

Naast het verzamelen van de gangbare mest- en slachresultaten zijn per afdeling de ammoniakemissie en het energieverbruik gemeten. Terwille van de vergelijkbaarheid van de resultaten is bij alle afdelingen eenzelfde temperatuurschema aangehouden, met uitzondering van 1 afdeling met een verhoogde vloer bij de laatste ronde. Doordat geventileerd werd op basis van de standaard gewichtstoename van de kuikens en **staltemperatuur** was in principe de ventilatiehoeveelheid per afdeling hetzelfde. De regeling van de mate van recirculatie (beluchting) van de verhoogde strooiselvloer is op basis van de visuele beoordeling van de strooiselkwaliteit. Als aanvulling op de visuele beoordeling werd ook wekelijks het droge-stof gehalte bepaald.

De vloerverwarming is ingesteld op 35°C bij plaatsing; er werd daarna in overeenstemming met de praktijk een temperatuur aangehouden die 5°C hoger ligt dan de **staltemperatuur**. Na 3 weken werd de vloerverwarming uitgezet. Gedurende de laatste ronde is in analogie van bedrijven in de praktijk voor de afdeling met een verhoogde strooiselvloer (afd. C) een hogere temperatuur aangehouden. De temperatuur in deze afdeling werd 2°C hoger gehouden, dan in de andere afdelingen (bijlage 4).

## **2.3. Resultaten tweede fase en discussie.**

### **2.3.1. Technische resultaten.**

Het onderzoek in deze fase betrof vooral het houden van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer in vergelijking met de traditionele strooiselvloer, al dan niet met vloerverwarming. De mestresultaten van de kuikens, gemiddeld over de eerste twee rondes in deze fase, worden weergegeven in tabel 5.

Ronde 3 (tabel 6) wordt apart behandeld, vanwege de afwijkende temperatuursinstelling van één van de twee afdelingen met een verhoogde strooiselvloer.

De mestresultaten op de verhoogde strooiselvloer zijn net als in de eerste fase gelijk of beter dan met de traditionele strooiselvloer. In de derde ronde (Tabel 6) zijn de resultaten op de verhoogde strooiselvloer duidelijk beter voor groei en voerconversie, maar niet ten aanzien van uitval. De tendens naar een hogere uitval werd ook waargenomen in de voorgaande twee rondes. In de eerste fase van het onderzoek leek het er juist op, dat bij de verhoogde vloer minder uitval voorkwam, hetgeen ook werd verwacht vanwege een beter microklimaat bij de kuikens.

**Tabel 5: Mestresultaten fase 2 over de eerste 2 rondes.**

|                  | <b>Controle</b> | <b>Controle +<br/>vloerver-<br/>warming</b> | <b>verhoogde<br/>vloer</b> | <b>verhoogde<br/>vloer +<br/>verl.koker</b> |
|------------------|-----------------|---------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|
| Mestduur (dgn)   | 42              | 42                                          | 42                         | 42                                          |
| Eindgewicht (g)  | 2032            | 2044                                        | 2103                       | 2096                                        |
| Uitval (%)       | 3.6             | 4.0                                         | 5.0                        | 4.3                                         |
| VC-praktijk      | 1.83            | 1.84                                        | 1.86                       | 1.84                                        |
| VC-2000          | 1.82            | 1.82                                        | 1.82                       | 1.80                                        |
| Wateropn./kuiken | 6.38            | 6.36                                        | 6.36                       | 6.49                                        |
| Water/voer-verh. | 1.78            | 1.77                                        | 1.71                       | 1.76                                        |

**Tabel 6: Mestresultaten fase 2 van de derde ronde.**

|                          | Controle    | Controle + vloerverwarming | verhoogde vloer + 2 °C | verhoogde vloer + verl.koker |
|--------------------------|-------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| Mestduur (dgn)           | 42          | 42                         | 42                     | 42                           |
| Eindgewicht (g)          | 2090        | 2088                       | 2190                   | 2239                         |
| Uitval (%)               | 3.8         | 3.1                        | 5.5                    | 5.7                          |
| VC-praktijk              | 1.82        | 1.83                       | 1.80                   | 1.81                         |
| vc-2000                  | 1.78        | 1.80                       | 1.72                   | 1.71                         |
| <b>Wateropn. /kuiken</b> | <b>6.45</b> | <b>6.37</b>                | <b>6.49</b>            | <b>6.66</b>                  |
| Waterlvoer-verh.         | 1.77        | 1.72                       | 1.74                   | 1.74                         |

### 2.3.2. Energieverbruik

Het energieverbruik wordt onderscheiden in de stookkosten en het electriciteitsverbruik. Aangezien per afdeling evenveel kuikens geplaatst werden, wordt het verbruik aangegeven per afdeling.

Uit de resultaten in tabel 7 en 8 is te zien, dat de vloerverwarming geen bijdrage levert aan het verminderen van de ammoniak-emissie, maar wel een duidelijke besparing geeft van pl.m. 25 % op het gasverbruik. In deze afdeling is echter meer geventileerd, omdat het klimaat niet 'fris' was; in verhouding met de controle-afdeling 'stonk' het er. Het electriciteitsverbruik was echter opvallend veel hoger dan bij de andere afdelingen. Waarom dit verbruik en vooral bij de laatste ronde zoveel hoger was, is niet goed duidelijk. In ieder geval vermindert dit extra electriciteitsverbruik voor de ventilatie het voordeel van een lager gasverbruik bij het gebruik van vloerverwarming. Niettemin blijft er erp saldo sprake van een duidelijk energetisch voordeel.

Bij de verhoogde strooiselvloer blijkt het beluchten van het strooisel terwille van de reductie van de ammoniak-emissie het verbruik aan electriciteit meer dan te verdubbelen. In fase 1 was het electriciteitsverbruik bij de verhoogde vloer minder sterk toegenomen. Het mate van beluchten om het strooisel op de verhoogde vloer goed droog te houden is sterk afhankelijk van het seizoen. Toekomstig onderzoek zal moeten aangeven in hoeverre de beluchting van het strooisel verminderd kan worden en daarmee ook het electriciteitsverbruik. Op basis van de proefresultaten blijkt nu per kuiken 0.18 kWh electriciteit te zijn verbruikt voor het verminderen van de ammoniak-emissie met 90%. Indien alle vleeskuikenstallen in Nederland een dergelijk systeem zouden hebben dan betekent dit een toename van het electriciteitsverbruik met 6,5 miljoen kWh op jaarbasis.

**Tabel 7: Energieverbruik per afdeling over de eerste twee rondes van fase 2 en de gerealiseerde ammoniakreductie.**

|                                              | Controle   | Controle + vloerverwarming | verhoogde vloer | verhoogde vloer + verl.koker |
|----------------------------------------------|------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|
| Ruimteverwarming (m <sup>3</sup> gas)        | 555        | 281                        | 506             | 469                          |
| Vloerverwarming (m <sup>3</sup> gas)         | nvt        | 115                        | nvt             | nvt                          |
| <b>Totaal verwarming (m<sup>3</sup> gas)</b> | <b>555</b> | <b>396</b>                 | <b>506</b>      | <b>469</b>                   |
| Nokventilatoren (kWh)                        | 392        | 519                        | 408             | 416                          |
| Strooiselbeluchting (kWh)                    | nvt        | nvt                        | 526             | 734                          |
| <b>Totaal electriciteit (kWh)</b>            | <b>392</b> | <b>519</b>                 | <b>934</b>      | <b>1150</b>                  |
| Totaal energieverbruik (GJ)                  | 21,2       | 16,0                       | 21,4            | 20,8                         |
| als % van controle afdeling                  | <b>100</b> | <b>76</b>                  | <b>101</b>      | <b>98</b>                    |
| NH <sub>3</sub> -reductie (%)                | 0          | 0                          | 91              | 96                           |
| Ds strooisel (%)                             | 60         | 64                         | 65              | <b>70</b>                    |

Het gasverbruik bij de verhoogde strooiselvloer is circa 10% lager ten opzichte van de controle. Dit komt vermoedelijk doordat de temperatuurverdeling in de stal beter is. Via de ventilatorkoker op de verhoogde vloer wordt de warme lucht bij de kuikens gebracht. Wordt de ventilatorkoker verlengd, waardoor de lucht helemaal boven bij de nok wordt aangezogen, dan blijkt het gasverbruik nog eens met 9% verder te af te nemen. Er is steeds naar gestreefd de hoeveelheid beluchting bij beide afdelingen zoveel mogelijk gelijk te houden. Gezien het energieverbruik is er toch een verschil in de mate van recirculatie tussen de beide afdelingen met een verhoogde vloer. Niettemin wordt het verschil in gasverbruik toch meer toegeschreven aan het verschil in lengte van de recirculatiekoker, dan aan de mate van recirculeren.

In de laatste ronde is bij de afdeling met de verhoogde vloer met de korte pijp een hogere staltemperatuur aangehouden van twee graden. Dit werd gedaan, omdat in de praktijk men het idee heeft dat bij een verhoogde vloer een iets hogere temperatuur moet worden aangehouden i.v.m. de voerconversie. In deze ronde was de voerconversie gelijk aan die bij de kuikens in de andere afdeling met de verhoogde vloer met de verlengde koker. De voerconversie was duidelijk gunstiger dan in de afdelingen met de gewone strooiselvloer. Energetisch gezien betekent een hogere hoktemperatuur een verhoging van het gasverbruik met ongeveer 15 %. In de zomerperiode zal dat verschil waarschijnlijk minder groot zijn. Tegelijkertijd wordt via het voer een besparing aan indirecte energie verkregen van 3%.



Vanuit energetisch oogpunt gezien kunnen de besparingen, c.q. de toename van het gebruik van de diverse energiebronnen vergelijkbaar gemaakt worden door het electriciteits- en het gasverbruik uit te drukken in gigajoules (GJ;  $1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ J}$ ). Het energieverbruik bij de verschillende huisvestingssystemen komt er dan anders uit te zien (tabel 7 en 8). Uit deze tabellen is te zien, dat de toename in het electriciteitsverbruik bij de verhoogde strooiselvloer dan vrijwel gelijk is aan de besparing aan aardgas. Het aanzuigen van de circulatielucht hoog uit de afdeling geeft een optimale **temperatuurverdeling**, hetgeen vooral in koude periodes een besparing op het energieverbruik zal geven. Bij de derde ronde was het totale energieverbruik bij de afdeling met de verlengde koker 10% lager dan bij de controle afdeling. Dit wordt toegeschreven aan de besparing aan gas.

Op bedrijfsniveau zal de pluimveehouder berekenen wat financieel voor hem het beste is. Vanuit het streven van de overheid naar een verbetering van de energie-efficiëntie kan men, afhankelijk van de wegingsfactoren, tot een andere conclusie komen

**Tabel 8: Energieverbruik per afdeling in de laatste (derde) ronde van fase 2 en de gerealiseerde ammoniakreductie.**

|                                              | Controle   | Controle + vloerverwarming | verhoogde vloer + 2°C | verhoogde vloer + verl.koker |
|----------------------------------------------|------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Ruimteverwarming (m <sup>3</sup> gas)        | 980        | 640                        | 1024                  | 802                          |
| Vloerverwarming (m <sup>3</sup> gas)         | nvt        | 108                        | nvt                   | nvt                          |
| <b>Totaal verwarming (m<sup>3</sup> gas)</b> | <b>980</b> | <b>748</b>                 | <b>1024</b>           | <b>802</b>                   |
| Nokventilatoren (kWh)                        | 378        | 608                        | 364                   | 300                          |
| Strooiselbeluchting (kWh)                    | nvt        | nvt                        | 561                   | 780                          |
| <b>Totaal electriciteit (kWh)</b>            | <b>378</b> | <b>608</b>                 | <b>925</b>            | <b>1080</b>                  |
| Totaal energieverbruik (GJ)                  | 36,2       | 28,8                       | 39,8                  | 32,4                         |
| <b>als % van controle afdeling</b>           | <b>100</b> | <b>80</b>                  | <b>110</b>            | <b>90</b>                    |
| NH <sub>3</sub> -reductie (%)                | 0          | 0                          | 95                    | 89                           |
| Ds strooisel (%)                             | 62         | 60                         | 68                    | 68                           |

## **2.4. Hoeveelheid mest en samenstelling**

Naar schatting produceert een vleeskuiken gedurende de totale mestperiode ongeveer 4,1 kilo mest met een droge stofgehalte van **23 %** (Van Middelkoop, 1993). Wanneer tijdens de mestperiode geen verliezen door allerlei omzettingen zouden optreden, dan komt dat overeen met 1.5 kg met 62 % ds (controle) of met 1.4 kg met 68 % (verhoogde vloer). In de controle afdeling is voor het plaatsen van de kuikens 1.5 kg houtkrullen per m<sup>2</sup> gebruikt; bij de verhoogde strooiselvloer was dat 1 kg. Bij een bezetting van 20 kuikens per m<sup>2</sup> is dat resp. 0,075 kg en 0.050 kg strooisel per kuiken. Op basis van het bovenstaande mag verwacht worden dat uit de afdelingen met de verhoogde strooiselvloer minder gewicht aan mest hoeft te worden afgevoerd als de verliezen door compostering (broei) verwaarloosd zouden mogen worden. De mest van de laatste ronde is per systeem apart gewogen om een beeld te krijgen van de invloed van huisvesting op de hoeveelheid mest (in gewicht). Alhoewel het hierbij slechts om een indruk gaat, was het toch opvallend, dat uit de afdeling met een gewone strooiselvloer minder mest kwam, dan uit een afdeling met een verhoogde vloer. Het verschil kan niet worden verklaard uit het verschil in voeropname. Via een rekenkundige benadering wordt het verlies door broei bij de traditionele huisvesting geschat op 10% (Van Middelkoop, 1993). Voor de praktijk wordt de hoeveelheid mest die moet worden afgevoerd en de samenstelling van het produkt steeds belangrijker. Uit analyses van de mestmonsters blijkt, dat het fosforgehalte in de strooiselmest bij de verhoogde strooiselvloer 10 % lager is, dan in de monsters van de strooiselmest bij de traditionele manier van huisvesten (zie bijlage 5). Dit kan ten dele worden verklaard, doordat bij de verhoogde strooiselvloer veel minder organische stoffen verloren gaan door microbiële omzettingen (broei). Door het beperken van de microbiële omzettingen wordt de ammoniakemissie afgeremd. Op basis hiervan wordt verwacht, dat het stikstofgehalte in de strooiselmest hoger is bij de verhoogde vloer. Dit bleek bij de ene ronde inderdaad het geval, maar bij een andere ronde weer niet. Een goede verklaring kan hiervoor vooralsnog niet worden gegeven. In volgend onderzoek zullen hier meer gegevens over verzameld worden en moet ook gelet worden op de C/N-verhouding.

## **3. DISCUSSIE.**

Het onderzoek is opgezet om na te gaan in hoeverre het mogelijk is de energie-efficiëntie bij het houden van vleeskuikens in emissie-arme stallen te verbeteren. De ammoniakemissie wordt gereduceerd door de microbiële omzettingen zoveel mogelijk te voorkomen. Dit wordt bereikt door de geproduceerde mest zo snel mogelijk te drogen en/of de mest af te voeren. In de eerste fase van het onderzoek zijn twee emissie-arme huisvestingssystemen onderzocht ten opzichte van de traditionele strooiselvloer. Dit betrof een afdeling met een verhoogde strooiselvloer en een met gedeeltelijk trampoline/gedeeltelijk strooisel. De laatste is in de tweede fase van het onderzoek niet verder onderzocht en wordt daarom niet verder besproken.

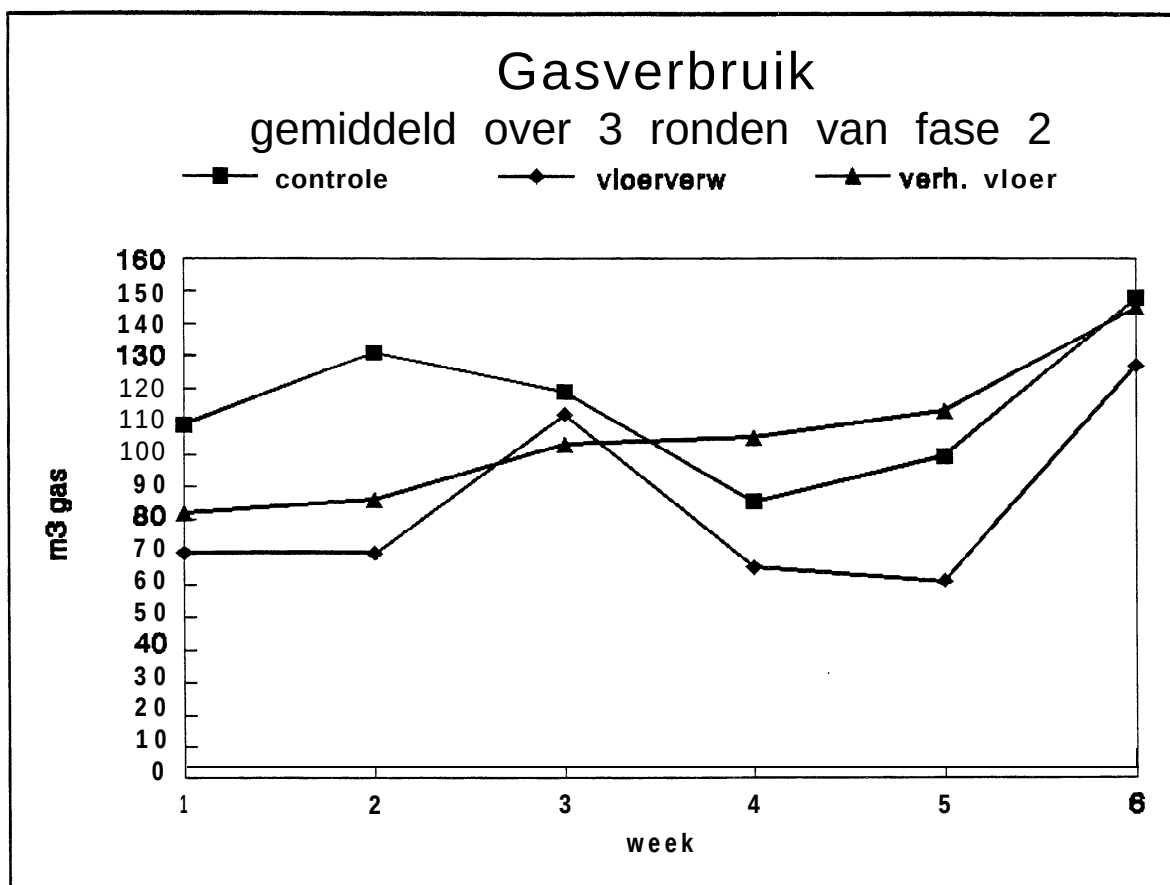
Door het voortdurend beluchten van het strooisel bij de verhoogde vloer, wordt de geproduceerde mest meteen gedroogd. Voor het drogen van de mest moet per ronde per kuiken ongeveer 3 liter water verdampt worden. Bij de traditionele huisvesting verdampt tijdens de mestperiode bijna net zoveel water, maar dit voornamelijk als gevolg van broei in de strooiselmest en niet ten koste van externe energie-toevoer. De warmteproductie als gevolg van broei kan worden benaderd aan de hand het onderzoek van Van Beek (1993). Op grond hiervan wordt de warmte productie van de strooiselmest in de controle-afdeling geschat op 500 W/m<sup>3</sup>. Bij een laagdikte van 5 cm en een vloeroppervlak van 150 m<sup>2</sup> is er 7,5 m<sup>3</sup> strooiselmest in de afdeling aanwezig. Omgerekend naar J/dag bedraagt de warmteproductie door broei 324 MJ/dag. Gelet het temperatuurverloop van het strooisel gedurende de mestperiode, wordt voor dit verslag aangenomen dat de broei de eerste twee weken verwaarloosd mag worden. Gedurende een ronde van 6 weken wordt de warmteproductie door broei in het strooisel bij de controle-afdeling aldus geschat op 11340 MJ.

Het is daarom interessant eens na te gaan hoe het warmteverbruik bij de verschillende huisvestingssystemen verloopt tijdens de mestperiode. De regeling van de staltemperatuur is afgestemd op de behoefte van het kuiken en de normen daarvoor zijn bepaald bij huisvesting op volledig strooisel. De staltemperatuur wordt ingesteld op 33°C bij opzet en neemt daarna regelmatig af tot 20°C op 34 dagen (bijlage 4). De benodigde stookwarmte om dit te bereiken is o.a. afhankelijk van de warmteproductie in de stal en de warmte-afvoer via ventilatie en transmissie. De warmteproductie in de stal is het resultaat van de warmte-afgifte van de kuikens, door broei in het strooisel en de stookwarmte.

Het gemiddelde gasverbruik per afdeling, per week over alle drie rondes van fase 2 wordt weergegeven in figuur 4. Het blijkt, dat het gasverbruik bij de controle-afdeling eerst toe neemt om vanaf de tweede week af te nemen. Na 4 weken neemt het verbruik weer toe. Dit patroon wordt als volgt verklaard:

De ventilatie neemt toe met het ouder worden van de kuikens omdat de minimum ventilatie is ingesteld op basis van het lichaamsgewicht. Wanneer de staltemperatuur te hoog wordt of het vochtgehalte te hoog oploopt, dan wordt de ventilatie opgevoerd. Hierdoor wordt met het verloop van de mestperiode steeds meer warmte afgevoerd. Vanaf twee á drie weken is de microbiële ontwikkeling in het strooisel volop op gang gekomen waarbij veel warmte vrij komt. Deze warmteproductie in het strooisel neemt in het begin

sneller toe dan de warmte-afvoer, tezamen met het verlagen van de streefwaarde voor de staltemperatuur tot 20°C. Na 4 weken is bij de controle-afdeling de warmte-afvoer zodanig toegenomen als gevolg van de noodzakelijke ventilatie, dat in de koude periode waarin fase 2 viel, weer meer moest worden bijverwarmd.



Figuur 4: Gemiddeld gasverbruik per week over alle drie rondes van fase 2.

Het gasverbruik bij de afdeling met vloerverwarming is aanzienlijk lager, dan bij de andere huisvestingssystemen. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat bij vloerverwarming de eerste twee weken minder aanvullende ruimteverwarming nodig is om op kuikenniveau de gewenste temperatuur te bereiken. Dit is het gevolg van een beter temperatuurgradiënt in de stal tezamen met een geringe luchtbeweging. Ook na 4 weken is het warmteverbruik lager en zelfs minder dan bij de controle-afdeling. Misschien was er sprake van een verschil in broei tussen deze twee afdelingen. Het energieverbruik was weliswaar zeer gunstig, maar de ammoniakemissie was niet minder t.o.v. de controle. Hierdoor wordt niet voldaan aan de gestelde milieu-doelstelling ten aanzien van de ammoniakemissie.

Het gasverbruik bij de verhoogde strooiselvloer is de eerste twee weken minder en daarentegen op 4 en 5 weken meer dan bij de controle-afdeling. Het voordeel bij de eerste weken wordt verklaard door de goede lucht- en daarmee een goede temperatuursverdeling door de hele stal als gevolg van de recirculatie van de stallucht door de verhoogde vloer. De luchtbeweging door het strooisel wordt in het begin van de mestperiode als een bezwaar gezien, omdat dit een afkoelend effect heeft op de kuikens. Het is onvoldoende bekend hoe dit bezwaar het beste kan worden opgelost. Het is in ieder geval aan te bevelen om met meteen bij het opzetten te beginnen met het beluchten. Het lijkt verstan-

dig om te proberen het vochtgehalte van de lucht te verhogen, waardoor het afkoelend effect minder wordt (Van Beek, 1988; Ellen 1992). In de tweede helft van de mestperiode neemt het warmteverbruik in het koude seizoen toe in vergelijking met de controle. De toename in warmteverbruik wordt toegeschreven aan de energie die nodig is voor het drogen van de strooiselmest en het wegvallen van de warmte-afgifte van het strooisel als gevolg van broei. Het verdampen van 3 liter water per kuiken voor het drogen van de geproduceerde mest kost ca. 7500 kJ. Per afdeling van 3000 kuikens, komt dat neer op 22.500 MJ. Hierbij komt nog het wegvallen van de warmteafgifte als gevolg van broei (11.340 MJ). Het is niet goed bekend in hoeverre beide posten bij elkaar geteld moeten worden; in elk geval vertegenwoordigen zij samen een theoretische energiewaarde van 33.840 MJ. Afgezien van het feit dat dit een benadering is, kan deze post niet in mindering van de totale stookbehoefte gebracht worden. Het grootste deel van het water dat verdampt moet worden en de warmteproductie als gevolg van broei valt in het tweede deel van de mestperiode. Juist in dat deel produceren de kuikens zelf veel warmte. In de zomerperiode ontstaat daardoor eerder een probleem met het afvoeren van de warmte; in de winterperiode is het wel nodig om bij te verwarmen en dat zal bij de verhoogde vloer meer warmte vragen. Bij de laatste ronde die in de winter viel, werd bij de verhoogde vloer tijdens de laatste 3 weken ruim 10% meer gas verbruikt voor het bijverwarmen, dan bij de controle-afdeling in diezelfde tijd. Op zich is dat niet zoveel, gezien de hoeveelheid water die moet worden verdampt en het achterwege blijven van broei.

#### **4. CONCLUSIES.**

- \* Gebruik van vloerverwarming vermindert het energieverbruik, maar geeft geen verlaging van de ammoniak-emissie.
- \* Het houden van vleeskuikens op een gedeeltelijk trampolinevloer is geen goed alternatief voor de traditionele manier van huisvesten.
- \* Het verminderen van de ammoniakuitstoot op bedrijfsniveau geeft een verhoging van het elektriciteitsverbruik.
- \* Het verminderen van de ammoniakemissie met 90% door vleeskuikens op een verhoogde vloer te houden, kan het elektriciteitsverbruik per kuiken verhogen met 0.18 kWh. Het gasverbruik neemt daarbij echter af met 8-10 % bij eenzelfde temperatuurschema. In energetisch opzicht is de toename van het elektriciteitsverbruik vrijwel gelijk aan de besparing aan aardgas. Het lijkt echter goed mogelijk het energieverbruik te verminderen en de energie-efficiëntie te verbeteren met behoud van de beoogde ammoniakreductie. Dit kan worden bereikt door de energie-efficiëntie bij het beluchten te verbeteren en het bepalen van de optimale klimaatregeling voor het houden van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer.

## **5. REFERENTIES.**

Beek, G. van, 1988.

Klimaatonderzoek bij pluimvee. In: COVP Uitgave 483, 1-18. ISBN 90-71463-21-4

Beek, G. van, 1993.

De leeflaag heeft een andere temperatuur dan de stal. Pluimveehouderij nr.23 ,18-19.

Buisonjé, F.E. de, 1993.

Eenden op de verhoogde strooiselvloer. Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij, 93/1, 22-23.

Ehlhardt, D.A., R.A. van Emous en W. Kroodsmas, 1991.

Nieuwe huisvestingssystemen voor slachtkuikens om de ammoniak-uitstoot te beperken. In: Spelderholt Uitgave 554, 39-45. ISBN 90-7 1463-47-8.

Ellen, H.H., 1992.

Hitteschade is voor een groot deel te voorkomen. Pluimveehouderij nr. 19, 8-9.

KWIN, 1992-1993.

Kwantitatieve Informatie Veehouderij. Publikatie nr. 6-92. Informatie en Kermis Centrum Veehouderij.

Horne, P. van, 1993.

Verhoogde vloer nog te duur. Pluimveehouderij nr. 13 , 15.

Horne, P. van, en J. van Harn, 1993.

Investerings in verhoogde strooiselvloer voor de helft terugverdiend. Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 93/2, 13-16.

Ketelaars, E.H., 1988.

Efficiëntieverbetering via klimaatsbeheersing . In: Pluimveehouderij , theorie en praktijk, 75- 115. Uitgeverij Transmondial. ISBN 90-7 1920-02-X.

Middelkoop, J.H. van, 1993.

Hoeveel mest produceert een kip? Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 93/3, 7-9.

Pluimveehouderij, 1992.

Cehavé is gestopt met trampolinevloer. Pluimveehouderij nr. 9, p.5.

## **BIJLAGE 1. TECHNISCHE RESULTATEN EERSTE FASE.**

**Tabel 1.1: Mestresultaten eerste ronde.**

|                       | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk trampoline</b> | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Mestduur (dgn)        | 42              | 42                             | 42                              |
| Eindgewicht (g)       | 1968            | 2011                           | 1971                            |
| Uitval (%)            | 2.9             | 2.2                            | 3.3                             |
| VC-praktijk           | 1.76            | 1.77                           | 1.81                            |
| Technische VC *)      | 1.75            | 1.76                           | 1.79                            |
| vc-2000 **)           | 1.77            | 1.77                           | 1.82                            |
| WATERVERBRUIK (1)     | 5.86            | 5.83                           | 5.80                            |
| Water/voer-verhouding | 1.75            | 1.67                           | 1.68                            |

\*) technische VC is de VC-praktijk gecorrigeerd voor uitval.

\*\*) VC-2000 is de VC-praktijk gecorrigeerd naar een standaardgewicht van 2000 gram.

**Tabel 1.2: Mestresultaten tweede ronde.**

|                       | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk trampoline</b> | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| mestduur (dgn)        | 42              | 42                             | 42                              |
| Eindgewicht (g)       | 1982            | 1974                           | 2094                            |
| Uitval (%)            | 6.1             | 4.7                            | 4.4                             |
| VC-praktijk           | 1.76            | 1.69                           | 1.72                            |
| Technische VC *)      | 1.74            | 1.68                           | 1.71                            |
| VC-2000 **)           | 1.77            | 1.70                           | 1.69                            |
| WATERVERBRUIK (1)     | 5.74            | 5.71                           | 5.90                            |
| Water/voer-verhouding | 1.75            | 1.80                           | 1.71                            |

\*) technische VC is de VC-praktijk gecorrigeerd voor uitval.

\*\*) VC-2000 is de VC-praktijk gecorrigeerd naar een standaardgewicht van 2000 gram.



**Tabel 1.3: Mestresultaten derde ronde.**

|                       | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk<br/>trampoline</b> | <b>Verhoogde<br/>strooiselvloer</b> |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Mestduur (dgn)        | 42              | 42                                 | 42                                  |
| Eindgewicht (g)       | 1955            | 2007                               | 2032                                |
| Uitval (%)            | 6.8             | 5.0                                | 3.6                                 |
| VC-praktijk           | 1.82            | 1.81                               | 1.79                                |
| Technische VC *)      | 1.79            | 1.80                               | 1.78                                |
| VC-2000 **)           | 1.84            | 1.81                               | 1.78                                |
| Waterverbruik (l)     | 6.02            | 5.91                               | 5.96                                |
| Water/voer-verhouding | 1.82            | 1.71                               | 1.70                                |

\*) technische VC is de VC-praktijk gecorrigeerd voor uitval.

\*\*) VC-2000 is de VC-praktijk gecorrigeerd naar een standaardgewicht van 2000 gram.

## **BIJLAGE 2. SLACHTRESULTATEN EERSTE FASE.**

**Tabel 2.1: Slachtresultaten eerste ronde.**

|                      | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk trampoline</b> | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Gewicht (g)          | 1954            | 1943                           | 1995                            |
| Grillerrendement (%) | 70.4            | 70.0                           | 70.0                            |
| Filet (%)            | 15.9            | 15.7                           | 16.2                            |
| Dijen (%)            | 13.9            | 14.2                           | 14.2                            |
| Drum (%)             | 10.1            | 10.4                           | 10.0                            |
| Vleugels (%)         | 8.0             | 7.8                            | 8.0                             |

N.B.:

- Alle rendementen zijn uitgedrukt als percentage van het levend gewicht.
- De slachtresultaten zijn bepaald bij een steekproef die van te voren uit het hok is gehaald.

**Tabel 2.2: Slachtresultaten tweede ronde.**

|                      | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk trampoline</b> | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Gewicht (g)          | 1873            | 1898                           | 1946                            |
| Grillerrendement (%) | 69.1            | 69.3                           | 68.8                            |
| Filet (%)            | 15.8            | 15.1                           | 15.4                            |
| Dijen (%)            | 13.7            | 13.9                           | 13.9                            |
| Drum (%)             | 9.8             | 10.1                           | 9.9                             |
| Vleugels (%)         | 8.0             | 8.0                            | 7.9                             |

N.B.:

- Alle rendementen zijn uitgedrukt als percentage van het levend gewicht.
- De slachtresultaten zijn bepaald bij een steekproef die van te voren uit het hok is gehaald.

**Tabel 2.3: Slachtresultaten derde ronde.**

|                      | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk trampoline</b> | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Gewicht (g)          | 1835            | 1945                           | 1889                            |
| Grillerrendement (%) | 69.4            | 69.9                           | 70.0                            |
| Filet (%)            | 15.0            | 15.3                           | 15.2                            |
| Dijen (%)            | 14.4            | 14.3                           | 14.4                            |
| Drum (%)             | 10.1            | 10.1                           | 10.2                            |
| Vleugels (%)         | 8.2             | 8.0                            | 8.3                             |

N.B.:

- Alle rendementen zijn uitgedrukt als percentage van het levend gewicht.
- De slachtresultaten zijn bepaald bij een steekproef die van te voren uit het hok is gehaald.

**Tabel 2.4: Slachtresultaten gemiddeld over de eerste 3 ronden.**

|                      | <b>Controle</b> | <b>Gedeeltelijk trampoline</b> | <b>Verhoogde strooiselvloer</b> |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Gewicht (g)          | 1887            | 1929                           | 1943                            |
| Grillerrendement (%) | 69.6            | 69.7                           | 69.6                            |
| Filet (%)            | 15.8            | 15.4                           | 15.6                            |
| Dijen (%)            | 14.0            | 14.1                           | 14.2                            |
| Drum (%)             | 10.0            | 10.2                           | 10.0                            |
| Vleugels (%)         | 8.1             | 7.9                            | 8.1                             |

N.B.:

- Alle rendementen zijn uitgedrukt als percentage van het levend gewicht.
- De slachtresultaten zijn bepaald bij een steekproef die van te voren uit het hok is gehaald.

### BIJLAGE 3: KOSTPRIJSVERHOGING VERHOOGDE STROOISELVLOER.

(Van Horne en Van Harn, 1993)

De berekening van de kostprijsverhoging van de verhoogde vloer is ten opzichte van het traditionele strooiselsysteem. Met "+" wordt aangegeven dat de kostprijs (in centen per opgehokt kuiken per ronde) voor de verhoogde vloer hoger wordt.

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| Investering                        | + 17     |
| Technisch resultaat (voerwinst)    | - 4      |
| Strooisel                          | - 2      |
| Laden                              | - 2      |
| Gezondheidszorg                    | - 1      |
| Electra                            | + 3      |
| Kwaliteit                          | - 2      |
| KOSTPRIJSVERHOGING PER KUI-<br>KEN | + 9 cent |

Uit de tabel blijkt dat ongeveer de helft van de hogere jaarkosten voor de verhoogde vloer wordt terugverdiend door het beter technisch resultaat, lagere kosten en een iets hogere opbrengstprijis. Maar volgens Van Horne (1993) is de verhoogde voer nog te duur.

**BIJLAGE 4: TEMPERATUURSCHEMA (°C).**

| Dagnummer | Verhoogde vloer | Overige systemen |
|-----------|-----------------|------------------|
| 1         | 35              | 33               |
| 2         | 34              | 32               |
| 3         | 33              | 31               |
| 4         | 32              | 30               |
| 5         | 32              | 30               |
| 6         | 31              | 29               |
| 7         | 31              | 29               |
| 8         | 30              | 28               |
| 9         | 30              | 28               |
| 10        | 29              | 27               |
| 11        | 29              | 27               |
| 12 t/m 15 | 28              | 26               |
| 16 t/m 19 | 27              | 25               |
| 20 t/m 23 | 26              | 24               |
| 24        | 25              | 23               |
| 25        | 25              | 23               |
| 26        | 25              | 23               |
| 27        | 25              | 23               |
| 28        | 24              | 22               |
| 29        | 24              | 22               |
| 30        | 24              | 22               |
| 31        | 24              | 22               |
| 32        | 23              | 21               |
| 33        | 23              | 21               |
| 34 t/m 42 | 22              | 20               |

## **BIJLAGE 5: SAMENSTELLING STROOISELMEST.**

Bij de tweede ronde van fase 2 is het stikstof(N)- en fosfor(P)-gehalte in de strooiselmest bepaald. Dit is gedaan toen de kuikens 2, 4 en 6 weken oud waren, om een inzicht te krijgen in het verloop van de samenstelling. De gemiddelde resultaten zijn vermeld in tabel 5.1. Deze cijfers moeten beschouwd worden als een indicatie en niet gehanteerd als absolute getallen. Het is bekend dat het moeilijk is om uit een stal een representatief monster van de strooiselmest te nemen. Daar komt nog bij, dat het bepalen van het N-gehalte beïnvloed kan worden door de wijze van monstervoorbereiding. Het P-gehalte is beter vast te stellen.

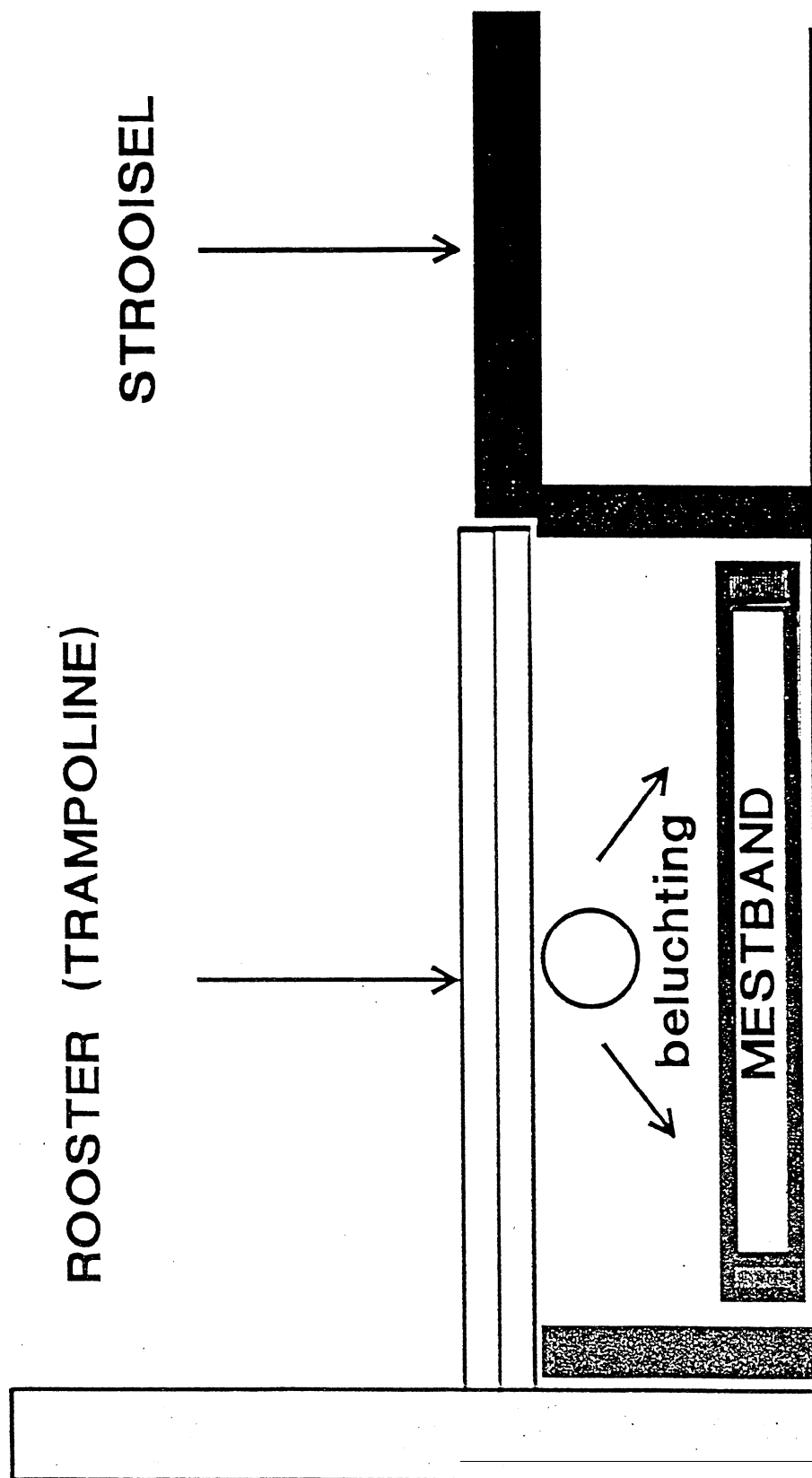
Het P-gehalte in de mest was op 6 weken bij de verhoogde vloer lager dan bij de gewone strooiselvloer (resp. 0,85 % en 0,98 %). Analyse van de mest bij de volgende ronde gaf hetzelfde beeld, alhoewel de absolute waarden hoger lager (resp. 1,12% en 1,26%). Deze waarnemingen komen overeen die van praktijkbedrijven met een verhoogde vloer. Het lagere P-gehalte in de mest kan voor een deel worden verklaard uit het feit, dat er geen broei was, waardoor geen noemenswaardige verlies aan organische stof was opgetreden. Het gemiddelde verlies aan strooiselmest bij vleeskuikens door broei wordt bij de traditionele huisvesting geschat op circa 10 % en hierdoor wordt het P-gehalte, relatief gezien, evenredig hoger. Wanneer dit de enige oorzaak zou zijn voor het lagere P-gehalte bij de verhoogde vloer, dan is de totale hoeveelheid P die met de mest moet worden afgevoerd niet minder. Het lagere P-gehalte kan ook voor een gedeelte worden verklaard door een betere groei van de kuikens op de verhoogde vloer aan het einde van de mestperiode. In de betrokken proef waren de kuikens op de verhoogde vloer 80 gram zwaarder. De voerconversie was echter niet beter, ook niet na terugrekenen naar hetzelfde gewicht.

Het N-gehalte in de mest bij de verhoogde vloer was hoger. Dit werd ook verwacht, omdat verliezen door ammoniakemissie met 90 % zijn teruggebracht. Echter bij de volgende ronde was het N-gehalte in de mestmonsters niet hoger, maar juist lager. Het is niet bekend hoe dat moet worden verklaard.

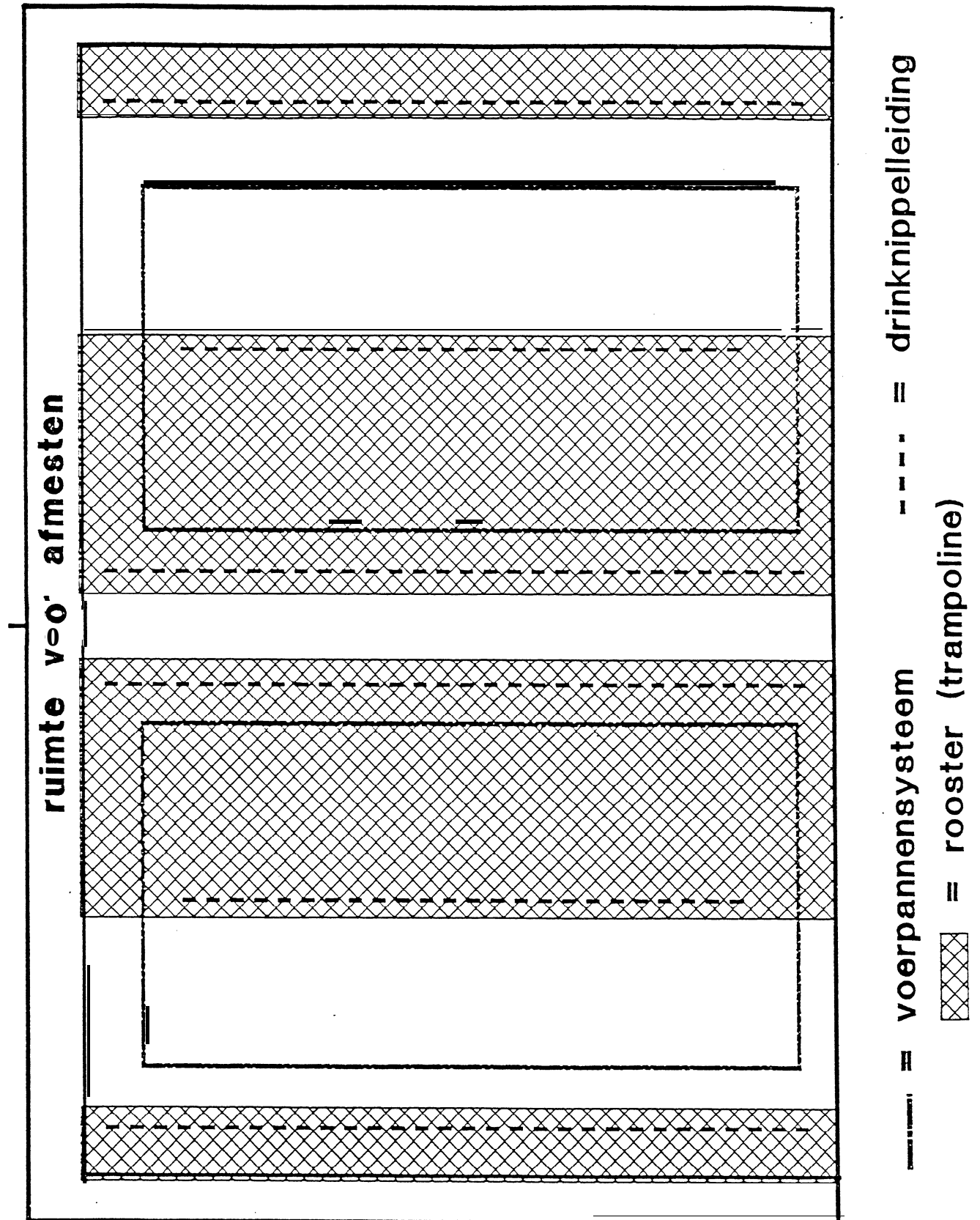
**Tabel 5.1:** N en P-gehalte op basis van droge stof in steekproeven strooiselmest van vleeskuikens.

| fase mestperiode | verhoogde vloer |        | gewone vloer (controle) |        |
|------------------|-----------------|--------|-------------------------|--------|
|                  | stikstof        | fosfor | stikstof                | fosfor |
| 2 weken          | 2.9             | 0.17   | 2.4                     | 0.12   |
| 4 weken          | 42.             | 0.30   | 46.                     | 0.29   |
| 6 weken          | 67.             | 0.85   | 56.                     | 0.98   |

**BIJLAGE 6:      SCHEMATISCHE WEERGAVE GEDEELTELIJK TRAMPOLINE-  
NEVLOER.**

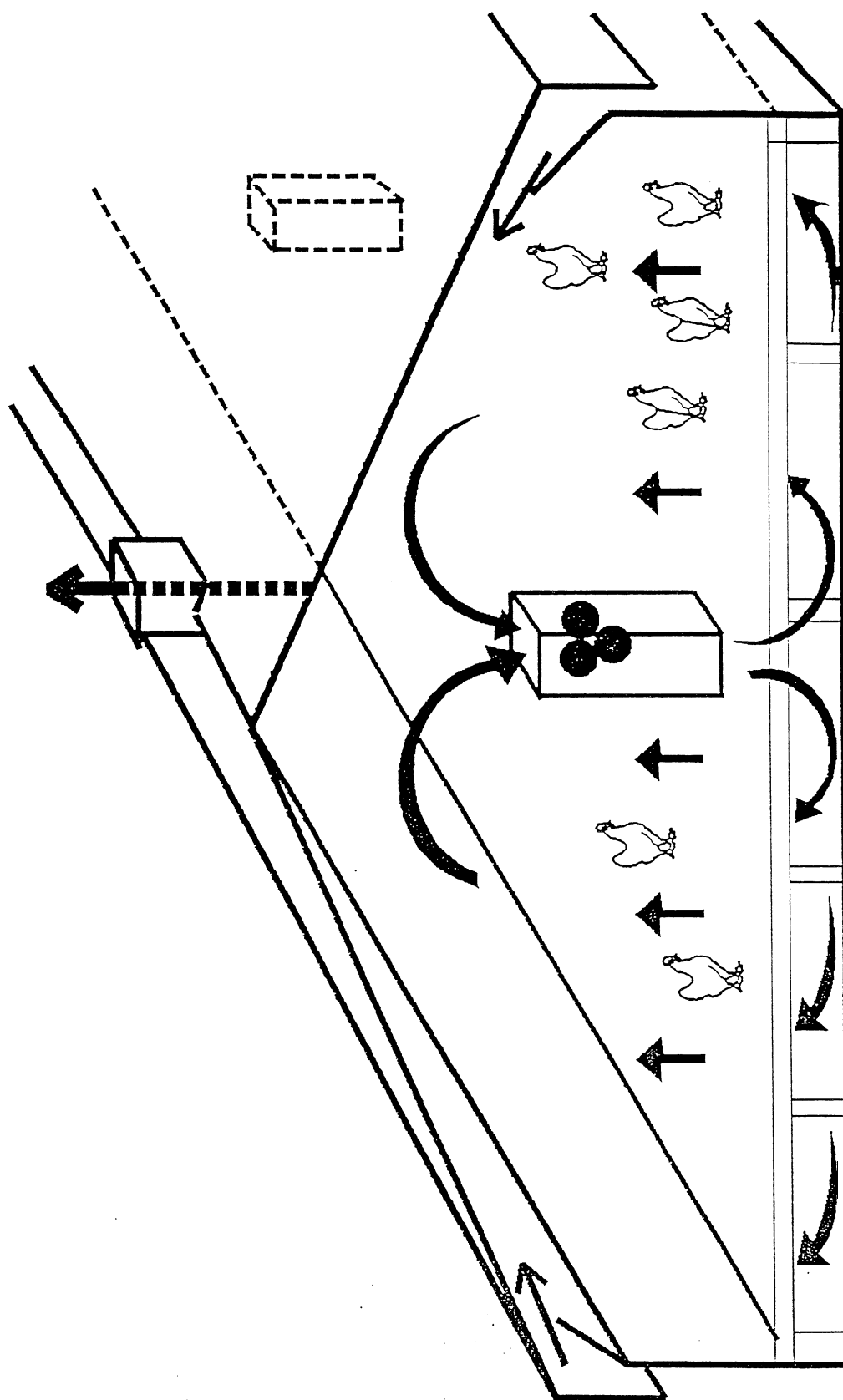


**BIJLAGE 6a: OVERZICHT VERDELING TRAMPOLINE EN STROOISEL EN DE PLAATSING VAN DE VOER- EN DRINKWATERVOORZIE-  
NING.**





**BIJLAGE 7: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN EEN STAL MET EEN VERHOOGDE STROOISELVLOER.**



**BIJLAGE 7a: OVERZICHT PLAATSING VENTILATOREN VOOR DE STROOISELBELUCHTING EN VOER- EN DRINKWATERVEROORZIENING OP DE VERHOOGDE STROOISELVLOER**

