



PP-uitgave no. 28

VERBETERING ENERGIE-EFFICIËNTIE BIJ VLEESKUIKENS
OP EEN VERHOOGDE STROOISELVLOER:
Invloed temperatuurschema en wijze van beluchten

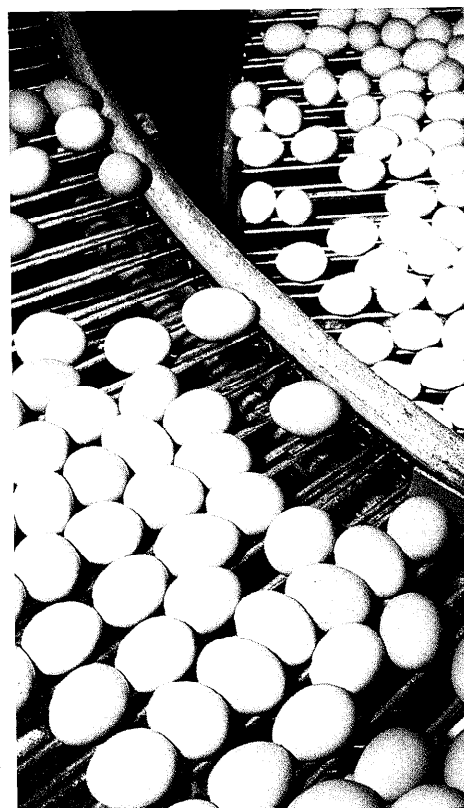
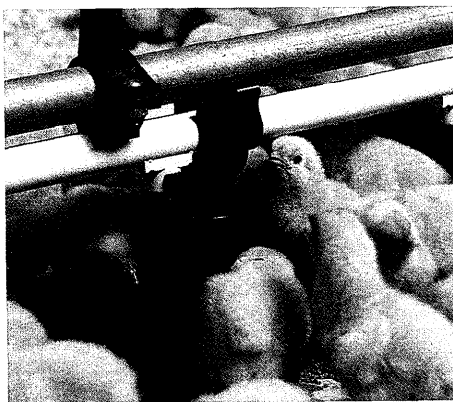
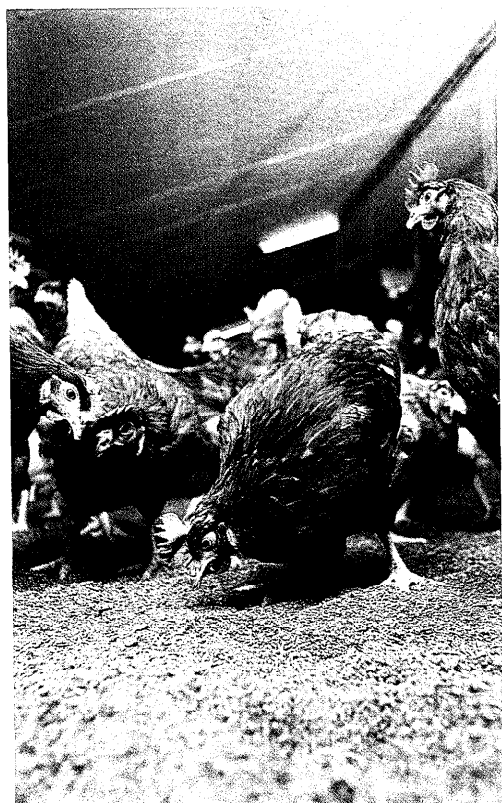
Novem
↘

Dr. Ir. J.H. van Middelkoop

Ing. J. van Harn

hendrix' voeders

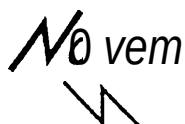
Juni 1995



**VERBETERING ENERGIE-EFFICIËNTIE BIJ VLEESKUIKENS OP
EEN VERHOOGDE STROOISELVLOER:**
Invloed temperatuurschema en wijze van beluchten

**Dr. Ir. J.H. van Middelkoop
Ing. J. van Harn**

Juni 1995



Praktijkonderzoek Pluimveehouderij

PP-uitgave no. 28

PP-uitgave no. 28.
Juni 1995.

Losse nummers van de PP-uitgaven zijn verkrijgbaar door f. 10,00 over te maken op girorekening 3839554 of bankrekeningnummer 30.83.04.837 t.n.v. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij onder vermelding van PP-uitgave no.

PP-uitgave is een publikatie van het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij

Redactie en administratie

Postbus 31
6360 AA Beekbergen
Tel.nr. 05766-6500
Fax.nr. 05766-4858

Overname:

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

ISSN: 09282076
NOVEM : projectnummer 335222 / 3302

VOORWOORD

Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij wil via systematisch onderzoek in bedrijfsverband haar bijdrage leveren aan het verminderen van de milieubelasting. Het reduceren van de ammoniakemissie uit pluimveestallen en het verminderen van de mestproblematiek is een belangrijk item in verband met terugdringen van de milieubelasting. Daarnaast is het nationale beleid er op gericht om de energie-efficiëntie te verbeteren en het energieverbruik te verlagen. Het verminderen van de ammoniakemissie bij de verhoogde strooiselvloer berust op het voortdurend beluchten van de strooiselmest. Dit betekent echter een toename van het elektriciteitsverbruik op bedrijfsniveau. Het is mogelijk dat de toename in het elektriciteitsverbruik beperkt kan blijven, wanneer beter bekend is hoe de vleeskuikens het beste op een verhoogde strooiselvloer gehouden kunnen worden. Bovendien is het mogelijk dat een verdere optimalisatie laat zien dat de energie-efficiëntie van de **pluimveevlees**productie hetzij op bedrijfs- hetzij op kolomniveau bij dit huisvestingssysteem verder verbeterd kan worden. Het optimaliseren en het zoeken naar oplossingen voor de gesignaleerde knelpunten zijn van belang bij de invoering van dit systeem in de praktijk. Het onderzoek tot nu toe was onvoldoende voor het beantwoorden van de resterende vragen omtrent het houden van vleeskuikens op een verhoogde vloer. Het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan betreft haar aandeel van een gezamenlijk onderzoek met Hendrix' Voeders. Het project is uitgevoerd 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.

De resultaten van het onderzoek dragen bij tot een beter inzicht in de energie-huishouding in de vleeskuikenhouderij en tot meer inzicht in het belang van de klimaatsbeheersing op kuikenniveau. Hierdoor heeft de bijdrage van dit onderzoek een grotere reikwijdte dan alleen de huisvesting van vleeskuikens op een verhoogde vloer.

Gaarne bedank ik alle betrokkenen die aan de realisering van dit onderzoek hebben meegewerkt.

Juni 1995,
Ir. G.W.H. Heusinkveld,
directeur.

SAMENVATTING	6
1. INLEIDING	8
2. MATERIAAL EN METHODEN	10
2.1 Algemeen	10
2.2 Huisvesting en verzorging	10
2.2.1 Algemeen	10
2.2.2 Ventilatie	10
2.2.3 Verwarming	10
2.2.4 Verlichting	10
2.2.5 Voer- en drinkwatervoorziening	10
2.3 Diermateriaal	11
2.4 Entingen	11
2.5 Proefbehandelingen	11
2.6 Proefopzet	11
2.6.1 Eerste proef	11
2.6.2 Tweede proef	12
2.6.3 Waarnemingen:	13
- Per subafdeling	13
- Per hoofdafdeling	13
3. RESULTATEN	15
3.1 Eerste proef	15
3.1.1 Technische resultaten	15
3.1.2 Strooiselkwaliteit	16
3.1.3 Stof	16
3.1.4 Hoeveelheid strooiselmest	17
3.1.5 Analyse resultaten:	17
- Strooiselmest	18
- Stof	18
3.1.6 Temperatuur	18
3.1.7 Ammoniakemissie	18
3.1.8 Koolzuurgasconcentratie	19
3.1.9 Energieverbruik:	19
- Gas	20
- Elektra	20
3.1.10 Samenvatting resultaten eerste proef	21

SAMENVATTING

In 1994 heeft het PP in samenwerking met Hendrix' Voeders en Novem gedurende twee rondes onderzoek gedaan naar de energie-efficiëntie bij vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer. Uit voorgaand onderzoek m.b.t. de verhoogde vloerkwam naar voren, dat het elektriciteitsverbruik bijna verdubbeld werd als gevolg van het voortdurend drogen van het strooisel. De vraag was in hoeverre het geïnstalleerde vermogen van de vloerventilatoren en de mate (=tijdsduur) van beluchten verminderd kan worden om het energieverbruik te verminderen. Daarnaast is het van belang een oplossing te vinden voor de hoge stofconcentratie in de stallucht en de stofophoping onder de verhoogde vloer. Op basis van dit onderzoek en **onderzoek/ervaringen** van Hendrix' Voeders zal door Hendrix' Voeders een handboek worden opgesteld voor het houden van vleeskuikens op een verhoogde vloer.

In de proeven bij het PP is onderzoek gedaan naar de wijze van beluchten en de mate van beluchten. De wijze van beluchten betreft het toepassen van standaard beluchting in vergelijking met omgekeerde beluchting. Bij de standaard beluchting wordt de mest gedroogd door de stallucht met behulp van vloerventilatoren onder de verhoogde vloer te brengen. Hierdoor ontstaat onder de verhoogde vloer een overdruk waardoor de lucht door het doek en de strooisellaag wordt gedrukt. In geval van het toepassen van omgekeerde beluchting wordt de lucht onder de verhoogde vloer afgezogen en boven in de stalruimte geblazen. Onder de verhoogde vloer ontstaat daardoor onderdruk; hierdoor loopt de luchtstroom door de strooisellaag van boven naar beneden en zou de strooisellaag als een filter voor het stof in de stallucht kunnen werken. De mate van beluchten heeft betrekking op het voortdurend beluchten in vergelijking met het intermitterend beluchten van de strooiselmest. In de eerste proefronde werd nagegaan wat de invloed is van het hanteren van een hogere staltemperatuur op het energieverbruik.

In beide proeven is naast het energieverbruik ook onderzocht wat de invloed van de toegepaste proefbehandeling is op de ammoniakemissie en de technische resultaten. Het gaat immers om onderzoek in bedrijfsverband en de praktische implementatie. Bovendien gaat het niet alleen om de efficiëntie van de directe energie, maar om het geheel van directe en indirecte energie.

Uit de resultaten van beide proeven blijkt dat bij het verbeteren van de energie-efficiëntie bij huisvesting van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer zich een aantal beperkende factoren voordoen.

Door het toepassen van intermitterende beluchting is het mogelijk het elektriciteitsverbruik te verminderen. Het intermitterend beluchten vraagt echter meer aandacht om de ammoniakemissie ten opzichte van de ecologische richtlijn voldoende te reduceren. Zoals verwacht moet de beluchting voldoende blijven om de strooiselmest goed te drogen, ook aan het eind van de groeiperiode.

Wanneer standaard beluchting wordt toegepast kan volstaan worden met gebruik van een

geringer geïnstalleerd vermogen dan wanneer omgekeerde beluchting wordt toegepast en dezelfde ammoniakreductie wordt nagestreefd.

Het omgekeerd beluchten vermindert de stofconcentratie in de stallucht, terwijl de ammoniakemissie toch met 90% gereduceerd kan worden. Dit is belangrijk bij de acceptatie van dit soort huisvestingssystemen in de praktijk. Bovendien lijkt het erop, dat de technische resultaten in positieve zin beïnvloed worden, hetgeen van belang is voor de economische haalbaarheid van de verhoogde vloer en de energie-efficiëntie van de indirecte energie. In energetisch opzicht is het omgekeerd beluchten in termen van het directe energieverbruik nadelig omdat het een toename betekent van het elektriciteitsverbruik voor de strooiselbeluchting wanneer daar zware ventilatoren (meer geïnstalleerd vermogen) met een toerental van 3600 omwentelingen per minuut voor gebruikt worden. Daar komt nog bij dat het er op lijkt dat het energieverbruik voor de stalvetverwarming hoger is dan bij de standaard beluchting. Wanneer het **elektriciteits-** en het gasverbruik bij elkaar genomen worden, dan kost het omgekeerd beluchten circa 30% meer directe energie.

Het stof dat zich onder de verhoogde vloer ophoopt, is bij het omgekeerd beluchten niet minder dan bij de standaard beluchting. Ook bij het intermitterend beluchten is de hoeveelheid stof niet minder. Het blijkt dus dat de stofophoping onder het strooisel niet wordt beïnvloed door de wijze en mate van beluchten.

Het verhogen van de staltemperatuur bij de verhoogde vloer leidt tot een toename in de uitval en ook in energetisch opzicht is dat niet gunstig en wordt op grond daarvan afgeraden.

1. INLEIDING

ALGEMEEN

Hendrix' Voeders heeft een milieustal voor vleeskuikens ontwikkeld. Dit is een Groen Label stal waarbij de ammoniakemissie met 90% wordt gereduceerd. Het verminderen van de ammoniakemissie berust op het voortdurend drogen van de strooiselmest. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde verhoogde strooiselvloer. Bij het ID-DL0 Beekbergen (voorheen COVP) is aangetoond, dat dit systeem goed werkt (Ehlhardt et al., 1991; Leenstra en Ehlhardt, 1994). Aansluitend hierop is door het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij (PP) onderzoek gedaan naar de bedrijfsinpasbaarheid van een verhoogde strooiselvloer bij vleeskuikens. In 1992/1993 heeft het PP dankzij een financiële bijdrage van de Novem onderzoek gedaan naar de NH₃-emissie en het energieverbruik bij emissie-arme huisvestingssystemen voor vleeskuikens (Van Middelkoop et al., 1993). Hierbij is veel aandacht besteed aan de verhoogde strooiselvloer. Uit dit onderzoek blijkt, dat in de vleeskuikenhouderij een vermindering van de ammoniakemissie op bedrijfsniveau met 90 procent mogelijk is. Het elektriciteitsverbruik bij de verhoogde strooiselvloer wordt, vanwege het continu drogen van het strooisel, bijna verdubbeld. Het leek erop dat bij eenzelfde temperatuurschema, er bij de verhoogde vloer minder gas nodig is voor de stalverwarming.

Invoering van de verhoogde strooiselvloer in de praktijk zal echter afhangen van de economische haalbaarheid en het oplossen van een aantal knelpunten. Daarnaast vraagt het houden van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer een speciale verzorging en daarover was nog niet genoeg bekend. Met name over het te hanteren temperatuurschema in de stal en de manier van beluchten is onvoldoende bekend. Op basis van het onderzoek in 1992/1993 kwam de vraag naar voren in hoeverre het geïnstalleerde vermogen en de mate van beluchten verminderd kan worden.

WIJZE VAN BELUCHTEN

Normaliter wordt bij de milieustal de (strooisel-)mest gedroogd door de stallucht met behulp van vloerventilatoren onder de verhoogde vloer te brengen, hierdoor ontstaat onder de verhoogde vloer een overdruk waardoor de lucht door het doek en de strooiselmest wordt gedrukt; dit wordt de **standaard beluchting** genoemd. In de loop van de ronde hoopt zich een laagje van 1 à 2 cm stof op onder de verhoogde vloer; dit wordt door de praktijk als een probleem ervaren. Bovendien wordt het fijne stof uit de strooiselmest omhoog geblazen, hetgeen leidt tot hoge stofconcentratie in de stallucht. Door de luchtstroom om te keren (omgekeerde **beluchting, reverse**), dus door de lucht aan te zuigen vanuit de ruimte onder de verhoogde vloer, werkt de strooisellaag mogelijk als een filter voor het stof in de stallucht. Op deze manier zou de stofophoping onder de verhoogde vloer en de stofconcentratie in de stallucht sterk verminderd of voorkomen kunnen worden. De vraag is echter in hoeverre de stallucht gelijkmatig door de strooisellaag gezogen wordt en een gelijkmatige droging wordt verkregen. Ook is het vraag of het doek op deze manier niet dicht gaat zitten waardoor de strooiselbeluchting geblokkeerd wordt. Bovendien is het van belang na te gaan of het strooisel op de verhoogde vloer voldoende wordt gedroogd in verband met de ammoniakemissie. Het systeem moet tenminste Groen Label waardig blijven. Verder is

nagegaan in hoeverre het stofprobleem verminderd kan worden door het toepassen van omgekeerde beluchting en wat het effect is op het energieverbruik.

MATE VAN BELUCHTEN

Het doel van het beluchten van de strooiselmest is het drogen en het droog houden van de geproduceerde mest zodat er geen ammoniakemissie ontstaat. Het is bekend, dat de mest hiertoe gedroogd moet worden tot minimaal 70% droge stof. In het begin van de mestperiode zijn de krullen (88% ds) en de stallucht al zo droog dat het beluchten van het strooisel eigenlijk niet nodig is. Dit is vooral in de winterperiode het geval als de buitenlucht sterk moet worden opgewarmd. Daar staat echter tegenover, dat door het beluchten van het strooisel het microklimaat in de stal op kuikenniveau wordt verbeterd en een betere temperatuursverdeling in de stal verkregen wordt. Onderzocht zal worden wat de optimale mate is van beluchten. Hierbij kan gedacht worden aan verschil tussen dag en nacht (verschil in mate van beluchting), of het beluchten koppelen aan een tijdschakeling (aan-/uitschakeling), c.q. verlichtingsschema. In dit onderzoek werd de beluchting gekoppeld aan een tijdschakeling. De intensiteit van de beluchting werd opgevoerd naarmate de kuikens ouder werden.

TEMPERATUURSCHEMA

Door het voortdurend drogen van de geproduceerde mest worden de bacteriële omzettingen geremd. Hierdoor kan er geen broei ontstaan en dus ook geen warmte-ontwikkeling en komt deze warmtebron daarmee te vervallen (Van Middelkoop et al., 1993). In de zomerperiode is dat gunstig, terwijl dat in de winter aanleiding kan zijn tot hogere stookkosten in de tweede helft van de groeiperiode. Dit is afhankelijk van het ingestelde temperatuurschema. Daar komt nog bij dat luchtbeweging een afkoelend effect heeft, waardoor de kuikens in de winterperiode meer voer gaan opnemen. Hierdoor wordt verwacht dat de begintemperatuur hoger moet zijn dan bij de traditionele stallen. Het is daarom van belang vast te stellen wat het optimale temperatuurschema is bij de verhoogde strooiselvloer. Het microklimaat bij de kuikens op een verhoogde strooiselvloer is daardoor niet te vergelijken met het microklimaat bij traditionele huisvesting. Het gewenste temperatuurschema hangt niet alleen af van de leeftijd van de kuikens, maar ook van het vochtgehalte van de stallucht.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek dat het PP heeft uitgevoerd in samenwerking met Hendrix' Voeders en Novem naar de invloed van het omgekeerde en/of intermitterend beluchten en het hanteren van een hoger temperatuurschema op de technische resultaten, het energieverbruik en de ammoniakemissie. Dit onderzoek moet informatie geven voor het verbeteren van de energie-effiëntie voor het houden van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer. Op basis hiervan en het onderzoek dat door Hendrix' Voeders zelf is uitgevoerd zullen zij een handboek opstellen voor het houden van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 Algemeen

De proef bestond uit twee rondes. De eerste ronde liep van 25 januari tot 8 maart 1994 en de tweede ronde van 28 april tot 9 juni 1994.

2.2 Huisvesting en verzorging

2.2.1 Algemeen

De proef is uitgevoerd in 4 klimaatgescheiden hoofdafdelingen van de vleeskuikenstal P1. Een schematisch overzicht van het hok en de indeling wordt gegeven in de bijlagen 1 en 2. In alle vier de hoofdafdelingen zijn verhoogde strooiselvloeren geïnstalleerd die alle voorzien zijn van een lange koker, zodat de recirculatielucht hoog uit de stal wordt aangezogen. De beschikbare ruimte per hoofdafdeling is 150 m^2 , zodat bij een bezetting van 20 kuikens/m^2 in totaal 3.000 kuikens per afdeling zijn geplaatst. Elke afdeling is met een gazen afscheiding verdeeld in 2 subafdelingen. Als strooisel zijn witte houtkrullen gebruikt (1 kg/m^2).

2.2.2 Ventilatie

De stal wordt mechanisch geventileerd. Daartoe zijn in de zijwanden van de stal mechanisch bediende ventilatiekleppen aangebracht; z.g. kantelkleppen. Aan de buitenwanden van de stal zijn winddrukknappen aangebracht. De ventilatoren (**3/afdeling**) zijn in de nok geplaatst; de middelste ventilator is voorzien van een recirculatieklep.

2.2.3 Verwarming

De verwarming geschiedde middels een C.V.-installatie; in elke afdeling hingen 6 plaatradiatoren (capaciteit 21 kW). Voor alle afdelingen werd het temperatuurschema als in bijlage 3 gehanteerd.

2.2.4 Verlichting

Voor de verlichting is gebruik gemaakt van dimbare hoogfrequente TL-buizen. Elke afdeling is voorzien van 4 lampen van 32 Watt, kleur 93 HV.

2.2.5 Voer- en drinkwa tervoorziening

Het voer werd verstrekt via **Minimax** voerpannen (Fidi-voersysteem). Per subafdeling zijn 18 voerpannen geïnstalleerd; dit gaf een bezetting van 83 kuikens per **voerpan**. Voor de drinkwatervoorziening zijn nippels met lekbakjes (zgn. drip cups, bijlage 4) geïnstalleerd. Per subafdeling zijn 3 lijnen met in totaal 118 nippels, gemonteerd (aantal **nippels/lijn**, resp. 42-31-45; bijlage 5). Dit kwam neer op circa 13 kuikens per nippel.

2.3 Diermateriaal,

Per ronde zijn 12.000 ééndagskuikens (Ross) opgezet. Hiervoor werden broedeieren aangekocht. De broedeieren waren afkomstig van één vermeerderingsbedrijf.

2.4 Entingen

De kuikens zijn volgens het entschema van "Het Spelderholt" geënt. Dit entschema ziet er als volgt uit:

Leeftijd (dagen)	Soort enting	Toediening
1	I.B./N.D.(MA5+Clone30)	Spray
17	Gumboro (078)	Drinkwater
21	N.D. (Clone30)	Spray

2.5 Proefbehandelingen

De proeffactoren bestonden uit:

- standaard of omgekeerde beluchting;
- voortdurend of intermitterend beluchten (mate van beluchten);
- temperatuurschema.

2.6 Proefopzet

De aard en opzet van de proef liet geen ruimte voor het opnemen van herhalingen, waardoor de resultaten niet statistisch getoetst kunnen worden. De interpretatie van de verkregen gegevens blijft daardoor onder dit voorbehoud en is gebaseerd op de waarde van de absolute getallen op zich.

2.6.1 Eerste proef

In de eerste proef werden vier methoden van het houden van kuikens op de verhoogde strooiselvloer beproefd. Deze methoden waren:

1. Standaard beluchting, continu. Hierbij wordt de stallucht continu onder de strooiselvloer geblazen, zodat er een overdruk onder de strooiselvloer ontstaat, waardoor de stallucht door het strooisel wordt geperst.
2. Standaard beluchting, als 1, maar nu met een 2 °C hogere staltemperatuur;
3. Standaard beluchting, intermitterende schema, d.w.z. het strooisel werd niet continu belucht doch gedurende bepaalde perioden. Naarmate de kuikens ouder werden, werd de beluchtingsintensiteit (samenhang met mest-/vochtproductie kuikens) opgevoerd.

De luchtbeweging door het strooisel lijkt een te groot afkoelend effect op de jonge kuikens te hebben. Daarom wordt aanbevolen om niet meteen bij het opzetten te beginnen met het beluchten (Van Middelkoop et al, 1993). Op basis hiervan werd bij de standaard beluchting pas vanaf de vijfde dag na opzet van de kuikens begonnen met het beluchten. Bij de omgekeerde beluchting werd wel meteen bij plaatsing van de kuikens begonnen, omdat in dat geval de warme lucht boven in de stal beter bij de kuikens komt.

De kuikens kregen onbeperkt voer en water bij een lichtschema van 23 uur licht en 1 uur donker. Het voer was een commercieel 3-fasen voer.

De instellingen per afdeling bij de eerste proef zijn weergegeven in de onderstaande tabel:

Afdeling	Wijze van beluchting*)	Temperatuur-schema	Gebruikte ventilatoren (rpm)	Totale max. luchtopbrengst (m ³ /uur)
2	Standaard continu, vanaf dag 5	Standaard	2 * 1800	ca. 7.000
3	Standaard intermitterend, vanaf dag 5	Standaard	2 * 3600	ca. 8.200
4	Standaard continu, vanaf dag 5	+ 2 °C	2 * 3600	ca. 9.000
1	Reverse continu vanaf opzet	Standaard	2 * 1800	ca. 7.000

- * zie bijlage 6 voor de gehanteerde instellingen (tabel 1) en recirculatiehoeveelheden (tabel 2 en 3) gedurende het verloop van de ronde

2.6.2 *Tweede proef*

Op basis van de resultaten uit de eerste proef is voor de tweede proef die startte op 28 april gekozen voor de volgende proeffactoren:

De instellingen per afdeling bij de tweede proef zijn weergegeven in de tabel op pagina 10.

1. Standaard beluchting, continu;
2. Standaard beluchting, intermitterend;
3. Omgekeerde beluchting (reverse), continu;

In tegenstelling tot de eerste proef werd een intermitterend lichtschema van afwisselend 1 uur licht en 2 uur donker (8*(1 L:2D)) gehanteerd. In de afdelingen waar intermitterend belucht werd, was de beluchting zoveel mogelijk tijdens de lichtperiode.,

De instellingen per afdeling bij de eerste proef zijn weergegeven in de onderstaande tabel:

Afdeling	Wijze van beluchting*)	Gebruikte ventilatoren (rpm)	Totale max. luchtopbrengst (m ³ /uur)
1	Standaard continu, vanaf dag 5	2 * 1800	ca. 7.000
2	Standaard intermitterend	2 * 1800	ca. 7.000
4	Reverse continu, vanaf dag 0	2 * 3600	ca. 9.000
3	Reverse intermitterend	2 * 3600	ca. 8.200

* zie bijlage 7 voor de gehanteerde instellingen (tabel 1) en de recirculatiehoeveelheden (tabel 2 en 3) gedurende het verloop van de ronde

De kuikens kregen onbeperkt voer en water.

2.6.3 *Waarnemingen*

Per sub-afdeling:

- **Gewicht**
Door vaststelling van het gemiddeld begingewicht en het eindgewicht (het eindgewicht heeft betrekking op alle afgeleverde dieren) werd de groei in de mestperiode vastgesteld. Daarnaast werd op twee en vier weken leeftijd de uniformiteit van de koppel vastgesteld door individuele **weging** van ca. 75-100 kuikens.
- **Voer- en wateropname**
Het voer- en waterverbruik werd dagelijks bijgehouden.
- **Uitval**
Dagelijks werd de uitval en het gewicht van de uitgevallen dieren geregistreerd. Bij alle uitgevallen kuikens is sectie uitgevoerd voor het vaststellen van de oorzaak van uitval.
- **Strooiselkwaliteit**
Vanaf dag 0 zijn wekelijks strooiselmonsters genomen voor het bepalen van het drogestofgehalte. Daarnaast is wekelijks de strooiselkwaliteit door een panel bestaande uit 3-4 personen visueel beoordeeld op rulheid en vochtigheid.
- **Analyses strooiselmest**
Op 6 weken werd het drogestof- (ds), het totaal **stikstof-** (N), het totaal fosfor- (P) en het asgehalte van de strooiselmest bepaald. De analyses zijn verricht door laboratorium Tritium b.v. in Eindhoven.

Per hoofdafdeling:

- **Relatieve luchtvochtigheid en temperatuur in de stal**
Deze gegevens zijn dagelijks bijgehouden middels de Fancom klimaatscomputer.
- **Koolzuurgasconcentratie (CO₂)**
De concentratie aan koolzuurgas werd 2-3 keer per week op kuikenniveau bepaald met behulp van Kitagawa-detectiebuisjes.
- **Beluchtingsdebiet**

Het debiet van de ventilatoren die zorgden voor de strooiselbeluchting werd bepaald door het meten van de luchtsnelheid in de koker met behulp van een Lambrechts thermische anemometer.

- Ammoniakemissie

De ammoniakemissie werd bepaald aan de hand van de ammoniakconcentratie in de uitgaande lucht en het ventilatiedebiet. De ammoniakconcentratie werd continu bepaald m.b.v. ammoniakconverters en een NO_x -analyser. De ammoniakconverters zetten de ammoniak (NH_3) om in stikstofoxide (NO_x). De lucht voor het bepalen van de ammoniakconcentratie werd aangezogen uit de ventilatiekoker. Voor het bepalen van het ventilatiedebiet werd gebruik gemaakt van meetventilatoren in de ventilatiekokers. Dit alles geheel conform de Handleiding meetmethode ammoniakemissie uit mechanisch geventileerde stallen (Bleijenberg en Ploegaert, 1994)

- Verticale temperatuutverdeling in de stal

Met behulp van temperatuurloggers werd het temperatuurverloop op kuikenhoogte (ca. 40 cm) en op "manshoogte" (ca. 150 cm) bepaald. Bij de eerste proef werd het temperatuurverloop onder de verhoogde vloer ook bepaald (-20 cm).

- Energieverbruik aan gas (verwarming) en elektra (ventilatie en beluchting)

Het gasverbruik werd bepaald m.b.v. warmteverbruiksmeters. Het elektriciteitsverbruik m.b.v. E-meters.

- Strooiselverbruik en hoeveelheid geproduceerde mest

Bij opzet van de kuikens werd de hoeveelheid ingestrooid strooisel vastgesteld en na aflevering van de kuikens werd de hoeveelheid mest, zowel op produktbasis als op drogestofbasis, bepaald.

- Stofmetingen

Vanaf de 3^e week werden wekelijks stofmetingen verricht. Het meten van de concentratie 'totaal stof' is in overeenstemming met de richtlijnen van de Arbeidsinspectie (P 145). De stofbemonstering geschiedde met behulp van draagbare luchtmonsteringspompjes van het type Gilair 5 waarvan het debiet was ingesteld op 2 liter per minuut. Aan een luchtmonsteringspompje werd, door een kunststofslang (lengte ca. 90 cm), een filterhouder (PAS 6) gekoppeld. Deze PAS 6 filterhouder, door TNO ontwikkeld, zorgt ervoor dat de luchtsnelheid in de aanzuigopening 1,25 m/s bedraagt bij een debiet van 2 l/min ($=0,12\text{m}^3/\text{uur}$). Deze luchtsnelheid in de aanzuigopening is een vereiste bij het meten van 'totaal stof'. Als filtermateriaal werden cellulose-ester filters gebruikt met een diameter van 0,8 m. Het filter werd voor en na de monsternamname gedurende 1 nacht in een excicator geplaatst alvorens te wegen op een analytische balans (nauwkeurigheid 0,1 mg). De concentratie 'totaal stof', aangeduid in milligrammen per m^3 werd volgens onderstaande formule berekend:

$$Y = [(X_1 - X_0) / (T * Q)] * 1000$$

Waarbij: Y = Totaal stof (in mg/m^3)

X₁ = Massa filter na bemonstering (in mg)

X₀ = Massa filter voor bemonstering (in mg)

T = Bemonsteringsperiode (in minuten)

Q = Debiet van luchtmonsteringspomp (in l/min)

3. RESULTATEN

3.1 Eerste proef

3.1.1 Technische resultaten

De technische resultaten zijn weergegeven in tabel 1. Het gemiddeld eindgewicht was 2167 gram bij een voederconversie van 1,67. Zoals te zien is, was de groei en voederconversie bij alle groepen goed. Dit geldt echter niet voor de uitval. De uitval was bij de groep waarbij werd gestreefd naar een hogere staltemperatuur zo hoog, dat daar moest worden ingegrepen. Het bleek dat na het verlagen van de hoktemperatuur met 2 °C de uitval meteen afnam. Werd na een paar dagen de temperatuur weer opgevoerd dan nam de uitval meteen weer toe. Uiteindelijk is besloten om gedurende de tweede helft van de groeiperiode de hoktemperatuur 0,5 °C hoger aan te houden dan bij de andere afdelingen. Op bijlage 8 (tabel 1) wordt per behandeling een overzicht gegeven van de aantallen dieren met daarbij het aantal per reden van uitval.

Geheel volgens verwachting was de voeropname het laagste bij de afdeling met de hoge hoktemperatuur. Opvallend is dat bij deze afdeling de wateropname per opgehoekt kuiken eveneens het minste was, terwijl de hoktemperatuur hoger was; de verhouding tussen de water- en voeropname was niet anders dan bij de andere behandelingen. Kennelijk was de temperatuur weer niet zo hoog dat de kuikens extra gingen drinken. De wateropname bij de afdeling met de omgekeerde beluchting was het hoogste. Bij deze groep was de water/voerverhouding ook hoger en werd in relatieve zin meer water opgenomen.

In bijlage 9 (tabel 1 en 3) wordt een overzicht gegeven van voer- en wateropname per week en de gewichtsontwikkeling in de groeiperiode.

Tabel 1: technische resultaten per behandeling, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Mestduur (dgn)</i>	42	42	42	42
<i>Eindgewicht (g)</i>	2163	2190	2161	2153
<i>Voederconversie</i>	1,73	1,74	1,72	1,74
<i>VC(2000 g)</i>	1,67	1,67	1,66	1,68
<i>Uitval (%)</i>	5,2	5,1	8,1	4,2
<i>Waterverbruik (ml) *</i>	6368	6578	6213	6614
<i>Voerverbruik (g) *</i>	3557	3627	3420	3595
<i>Water/voer</i>	1,79	1,81	1,82	1,84
<i>Productiegetal</i>	276	279	269	277

* per opgezet kuiken

3.1.2 Strooiselkwaliteit

In tabel 2 is het gemiddelde droge stofgehalte en de gemiddelde visuele score voor rulheid en vochtigheid van het strooisel weergegeven. Uit tabel 2 blijkt dat het gemiddelde droge-stofgehalte van de strooiselmest het hoogste was bij de afdeling met een hogere hoktemperatuur en het laagste bij de afdeling met intermitterende beluchting. Bij de opzet van de proef werd verwacht dat bij de omgekeerde beluchting het strooisel op de verhoogde vloer niet overal evengood zou drogen en daardoor de strooiselkwaliteit het slechtste zou zijn. In deze proef kwam dat niet naar voren. De visuele beoordeling van de strooiselkwaliteit op rulheid en vochtigheid van het strooisel komt goed overeen met het gemeten droge-stofgehalte. Voor het tegengaan van de ammoniakontwikkeling is het streven er op gericht dat het droge stof-gehalte van het strooisel steeds minimaal 70 procent is; liefst zelfs minimaal 75 procent. Het verloop van de strooiselkwaliteit gedurende de groeiperiode wordt weergegeven op bijlage 10 (figuur 1, 2 en 3).

Tabel 2: strooiselkwaliteit per behandeling, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Gem. droge stofgehalte (%)</i>	77,8	73,9	81,2	77,7
<i>Gem. score rulheid *</i>	3,6	4,2	3,1	3,7
<i>Gem. score vocht *</i>	3,1	3,8	2,6	3,3

* Panel-score: panel bestaande uit 4 personen; score 1 (goed) - 9 (zeer slecht)

3.1.3 Stof

Vanwege het niet op tijd beschikbaar zijn van de apparatuur kon de stofconcentratie in de stallucht niet volgens planning bepaald worden. De waarnemingen zijn hierdoor beperkt tot het tweede deel van de groeiperiode (meest essentiële fase in de praktijk) en tot twee afdelingen. Uit de waarnemingen blijkt dat bij omgekeerde beluchting minder stof in de stallucht zit dan bij de standaard beluchting (Tabel 3).

Tabel 3: stofconcentratie in de stallucht aan het eind van de groeiperiode en de hoeveelheid stof onder de verhoogde vloer, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Gem. stofconcentratie in de stallucht (%)</i>	100	niet bepaald	niet bepaald	80
<i>Stof onder de verhoogde vloer (kg)</i>	204	niet bepaald	niet bepaald	226

Uit tabel 3 blijkt verder dat, dit was geheel tegen de verwachting, de hoeveelheid stof dat zich "ophoopt" onder verhoogde vloer bij het omgekeerd beluchten niet minder is, maar in deze proef zelfs iets meer was. Het stof onder de verhoogde vloer is kennelijk zo fijn dat het door de mat naar beneden 'valt'. De hoeveelheid stof onder de verhoogde vloer bedroeg gemiddeld 72 gram per opgezet kuiken.

3.1.4 Hoeveelheid strooiselmest

De hoeveelheid afgevoerde strooiselmest per afdeling wordt weergegeven in tabel 4. De mestproductie per opgezet kuiken is ongeveer 1,2 kg. Wordt het opgehoopte stof onder de verhoogde vloer bij de mestproductie geteld, dan komt het totaal op ca. 1,3 kg per opgezet kuiken. Uitgaande van de voeropname was de verwachte hoeveelheid mest 1,3-1,4 kg met een droge stofgehalte van 65 procent .

Tabel 4: hoeveelheden afgeleverde mest per behandeling (excl. stof), eerste proef.

	Standaard	Standaard +Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Hoeveelheid mest (kg)</i>	3630	3747	3460	3500

3.1.5 Analyse resultaten

Strooiselmest

Het drogestofgehalte van de strooiselmest was het laagste bij de afdeling met intermitterende beluchting en wordt direct daarna gevolgd door die met omgekeerde beluchting (Tabel 5). Het is niet duidelijk waar de verschillen in asgehalte door veroorzaakt worden. Temeer niet, omdat de asgehaltes niet parallel lopen met het fosfaatgehalte in de strooiselmest.

Tabel 5: analyse-resultaten strooiselmest per behandeling bij einde eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Droge stof (%)</i>	64,9	55,0	66,5	59,5
<i>As in ds (%)</i>	24,8	24,0	21,1	28,4
<i>Fosfaat in ds (%)</i>	3,4	4,0	3,6	4,0
<i>Stikstof in ds (%)</i>	5,7	6,0	5,4	5,9

Stof

Uit de analyseresultaten van het stof onder de verhoogde vloer (tabel 6) blijkt dat de gehalten aan fosfaat en stikstof anders zijn dan de gevonden waarden in de strooiselmest (tabel 5). Het stikstofgehalte in het stof is duidelijk hoger en het fosfaat- en asgehalte lager, waaruit blijkt dat het stof onder de vloer wat anders van samenstelling is dan de strooiselmest.

Tabel 6: analyse-resultaten stof onder de verhoogde vloer, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5°C	Reverse
<i>Drogestof (%)</i>	89,6	--	--	89,0
<i>As in ds (%)</i>	15,8	--	--	15,6
<i>Fosfaat in ds (%)</i>	2,9	--	--	2,9
<i>Stikstof in ds (%)</i>	9,3	--	--	8,9

3.1.6 Temperatuur

Het verloop van de temperatuur gedurende de groeiperiode op de verschillende meetpunten was niet bij alle afdelingen hetzelfde (zie bijlage 11, figuur 1 t/m 4). Het blijkt dat de temperatuur onder de verhoogde vloer bij de afdelingen met de standaard, continu beluchting hetzelfde patroon volgde als de temperatuur op kuikenniveau. De temperatuur onder de verhoogde vloer bleef bij de intermitterende beluchting in het begin duidelijk achter. In de tweede helft van de groeiperiode werd de beluchting opgevoerd en bleek de temperatuur onder de vloer het verloop van de temperatuur boven de vloer te gaan volgen. Bij het omgekeerd beluchten bleef de temperatuur onder de verhoogde vloer de eerste vier weken steeds een paar graden onder de staltemperatuur op kuikenniveau. De laatste twee weken van de groeiperiode bleek de temperatuur onder verhoogde vloer sterk te stijgen. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de warmte-afgifte door de kuikens en/of broei in het strooisel.

3.1.7 Ammoniakemissie

De ammoniakemissie was bij de afdeling met de omgekeerde beluchting hoger dan bij de standaard beluchting (tabel 7). Zoals te zien uit het verloop van ammoniakemissie gedurende de groeiperiode, blijkt dat de toename pas de laatste week voor afleveren werd waargenomen (zie bijlage 12, figuur 1 t/m 3). Deze toename in ammoniakemissie in die afdeling viel samen met de sterke stijging van de temperatuur onder de verhoogde vloer.

De vraag is echter niet bij welk systeem de meeste reductie wordt bereikt, maar bij welk systeem de energie-efficiëntie het beste is, op voorwaarde dat voldaan wordt aan de drempelwaarde voor een erkenning voor Groen Label. Deze drempelwaarde is gesteld op 70% van de ecologische richtlijn voor vleeskuikens, dit is 15 gram NH_3 per dierplaats per jaar. Wanneer de gemeten ammoniakemissie bij deze proef wordt vergeleken met de ecologische richtlijn dan was de gerealiseerde reductie in deze ronde bij de omgekeerde

beluchting 77% en voldoet daarmee aan de gestelde randvoorwaarde.

Tabel 7: ammoniak-emissie per behandeling, eerste proef

Eerste proef	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>NH₃ -emissie (g/dpl/ronde)</i>	1,1	0,9	0,4	1,9
<i>NH₃-emissie (g/dpl/jaar) *</i>	6,4	5,2	2,1	11,7
<i>Reductie t. o. v. ecologische richtlijn (%)</i>	87	90	96	77

* uitgaande van 6 ronden per jaar (Groen Label) en zonder tussentijds uitladen

3.1.8 Koolzuurconcentratie

De CO₂-concentratie lag per afdeling gedurende de gehele groeiperiode min of meer op hetzelfde niveau (bijlage 13, figuur 1). Er wordt geen verband waargenomen tussen de verschillende proefbehandelingen en de koolzuurgasconcentratie.

3.1.9 Energieverbruik

Gas

Het gasverbruik per afdeling met 3000 dierplaatsen wordt per week weergegeven in tabel 8a. Het gasverbruik per dierplaats bleek het laagste bij de standaard beluchting (tabel 8b). Mogelijk wordt dit veroorzaakt door de constante **menging/circulatie** van de stallucht. Er was geen verschil in gasverbruik tussen de afdeling met de vloer met intermitterende beluchting en die met de omgekeerde beluchting. Het gasverbruik was bij de afdeling met een verhoogde hoktemperatuur bijna verdubbeld.

Tabel 8a: gasverbruik in m³ per afdeling (met 3060 kuikens) per week per behandeling, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Week 1</i>	92	105	116	117
<i>Week 2</i>	92	115	123	126
<i>Week 3</i>	136	176	215	206
<i>Week 4</i>	158	239	280	237
<i>Week 5</i>	43	99	144	85
<i>Week 6</i>	4	3	42	3
Totaal	524	737	921	775

Tabel 8b: gasverbruik in m³ per dierplaats per behandeling, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Gasverbruik/dpl/ronde (m³)</i>	0,17	0,24	0,30	0,25
<i>Gaskosten (ct/dpl/ronde) *</i>	8,6	12,0	15,0	12,7

* uitgaande van een aardgasprijs van f 0,50/m³

Elektra

Het verbruik aan elektriciteit wordt onderscheiden in de energie die nodig is voor het ventileren en de energie voor het beluchten van de strooiselmest. Het elektriciteitsverbruik wordt weergegeven in tabel 9a en 9b. Het verbruik voor de ventilatie was bij alle vier afdelingen hetzelfde (tabel 9c).

De verhoogde vloer was bij de afdelingen met intermitterende beluchting en met een hogere staltemperatuur voorzien van zwaardere ventilatoren (3600 rpm i.p.v. 1800 rpm) dan bij de andere afdelingen. Wanneer het elektriciteitsverbruik bij deze twee afdelingen met elkaar wordt vergeleken, dan blijkt het verbruik voor het drogen van de strooiselmest bij intermitterende beluchting te zijn gehalveerd. Dit is ook logisch, omdat de ventilatoren bij het intermitterend beluchten minder gebruikt worden. Bij het vergelijken van het elektriciteitsverbruik tussen de andere twee afdelingen wordt geen verschil gezien in energieverbruik tussen de standaard en de omgekeerde beluchting. Het omgekeerd beluchten leidt op zich dus niet tot een verhoging van het elektriciteitsverbruik.

Tabel 9a: elektriciteitsverbruik vloerventilatoren (kWh) per week per behandeling, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Toerental van tilatoren</i>	1800 rpm	3600 rpm	3600 rpm	1800 rpm
Week 1	15,4	0,8	4,2	16,7
Week 2	25,9	5,5	86,7	26,1
Week 3	35,7	26,5	101,0	33,8
Week 4	40,3	41,7	115,2	44,5
Week 5	44,1	74,8	134,8	48,7
Week 6	45,9	136,0	151,9	49,3
Totaal	207,3	285,3	593,8	219,1

Tabel 9b: elektriciteitsverbruik ventilatie (kWh) per week per behandeling, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Toeren tal ven tila toren</i>	1800 rpm	3600 rpm	3600 rpm	1800 rpm
<i>Week 1</i>	28,6	20,9	29,1	21,6
<i>Week 2</i>	45,0	36,8	36,0	37,6
<i>Week 3</i>	97,6	97,9	95,1	101,6
<i>Week 4</i>	64,9	61,8	57,9	63,3
<i>Week 5</i>	98,1	92,5	85,1	94,4
<i>Week 6</i>	139,6	126,2	111,1	118,3
Totaal	473,8	436,1	414,3	436,8

Tabel 9c: elektriciteitsverbruik (kWh) per behandeling dierplaats, eerste proef.

	Standaard	Standaard + Interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse
<i>Toerental ventilatoren (rpm)</i>	1800	3600	3600	1800
<i>E-beluchting/dpl/ronde (kWh)</i>	0,07	0,09	0,19	0,07
<i>E-ventilatie/dpl/ronde (kWh)</i>	0,15	0,14	0,14	0,14
<i>Tot. E-verbruik/dpl/ronde (kWh)</i>	0,22	0,23	0,33	0,21
<i>E-kosten (ct/dpl/ronde) *</i>	3,6	3,8	5,3	3,4

* uitgaande van een elektriciteitsprijs f 0,16/kWh

3.1.10 Samenvatting resultaten eerste proef

- Omgekeerd beluchten heeft geen effect op het elektriciteitsverbruik.
- Intermitterend beluchten vermindert het elektriciteitsverbruik.
- Zowel bij omgekeerde als bij intermitterende beluchting wordt voldaan aan de voorwaarde, dat de ammoniakemissie minimaal met **70%** wordt gereduceerd t.o.v. de ecologische richtlijn. Dit is immers de drempelwaarde bij het toekennen van een Groen Label bij vleeskuikens.
- Omgekeerd beluchten geeft minder stof in de stallucht.
- Omgekeerde beluchting leidde niet tot minder stofophoping onder de verhoogde vloer.
- Intermitterende of omgekeerde beluchting hadden geen effect op de technische resultaten.
- Het toepassen van een hogere staltemperatuur gaf weliswaar droger strooisel en een hogere ammoniakreductie, maar leidde ook tot meer uitval en een hoger gasverbruik. Het toepassen van het hogere temperatuurschema wordt daarom afgeraden.

3.2 Tweede proef

3.2.1 Algemeen

Uit de gegevens van de eerste proef bleek, dat het omgekeerd beluchten leidde tot minder stof in de stallucht. Dit is met name voor de pluimveehouder belangrijk. Het omgekeerd beluchten had geen effect op de technische resultaten en het elektriciteitsverbruik. De NH_3 -emissie, was bij het omgekeerd beluchten wel hoger dan de standaard wijze van beluchting, maar bleef onder de grens van 15 gram per dierplaats per jaar, die geldt als drempelwaarde voor Groen Label bij vleeskuikens.

Het intermitterend beluchten lijkt ook perspectieven te hebben. Naast besparing op elektriciteitskosten lijkt het er op, dat de technische resultaten in vergelijking met de standaard wijze van beluchten positief worden beïnvloed.

Gelet op het hoge energieverbruik en de hoge uitval bij de eerste proef bij de afdeling met een hogere staltemperatuur, werd besloten deze behandeling in de tweede proef te laten vervallen.

Op basis van de resultaten uit de eerste proef, ziet de opzet van de tweede proef er als volgt uit:

1. Standaard beluchting, continu;
2. Standaard beluchting, intermitterend;
3. Omgekeerde beluchting (reverse), continu;
4. Omgekeerde beluchting (reverse), intermitterend.

In tegenstelling tot de eerste proef werd nu een intermitterend lichtschema toegepast van afwisselend 1 uur licht en 2 uur donker ($8 \times (1\text{L}:2\text{D})$). Het toepassen van een intermitterend lichtschema verlaagt het energieverbruik voor verlichting en heeft een gunstige invloed op de gezondheid van de kuikens. Bij de afdelingen waar intermitterende beluchting werd toegepast was het intermitterend beluchten zoveel mogelijk tijdens de lichtperiode. Ervaringen in de vorige proef toonden aan dat de beluchtingsintensiteit toen te langzaam is opgevoerd. Om deze reden moest in de tweede proef de beluchtingsintensiteit sneller worden opgevoerd. De mate van beluchting was afhankelijk van de strooiselkwaliteit.

De verhoogde vloer in de afdelingen waar omgekeerde beluchting werd toegepast waren voorzien van zwaardere ventilatoren dan die bij de standaard beluchting (toerental resp. **3600** rpm versus 1800 rpm), omdat deze ventilatoren meer tegendruk aankunnen. In de praktijkproef was gebleken dat de 1800 toeren ventilatoren stil gingen staan bij een te grote tegendruk. De luchtopbrengst van de ventilatoren in de proef was $3500 \text{ m}^3/\text{uur}$ voor de 1800 rpm ventilatoren en $4100 \text{ m}^3/\text{uur}$ en $4600 \text{ m}^3/\text{uur}$ voor de ventilatoren met een toerental van 3600 rpm.

3.2.2 Technische resultaten

Een samenvatting van de technische resultaten wordt weergegeven in tabel 10. Voor een

overzicht van de voer- en wateropname en het gewichtsverloop gedurende de groeiperiode wordt verwezen naar bijlage 9 (tabel 2 en 4). In tabel 2 op bijlage 8 wordt de uitval gegeven per behandeling naar oorzaak van uitval.

De dieren op de verhoogde vloer met omgekeerde beluchting waren gemiddeld 77 gram zwaarder dan met de standaard beluchting. Bij de eerste proef werd geen verschil gevonden.

De voederconversie lijkt bij de omgekeerde beluchting gunstiger te zijn dan bij de standaard beluchting, ook na correctie voor verschil in eindgewicht. Bij de eerste proef werd geen verschil in voederconversie gevonden tussen de omgekeerde en de standaard beluchting. Het intermitterend beluchten schijnt bij omgekeerde beluchting een nadelige effect te hebben op de resultaten. Bij de standaardbeluchting was het effect van het intermitterend beluchten op de technische resultaten minder duidelijk. Bij de eerste proef werd ook geen effect waargenomen van het intermitterend beluchten op de technische resultaten.

Tabel 10: technische resultaten per behandeling, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Mestduur (d)</i>	42	42	42	42
<i>Eindgewicht (g)</i>	2136	2106	2227	2170
<i>Voederconversie</i>	1,69	1,71	1,66	1,69
<i>vc (2000 g)</i>	1,64	1,67	1,57	1,63
<i>Uitval (%)</i>	6,2	4,6	6,3	6,6
<i>Waterverbruik (ml) *)</i>	6193	6312	6505	6307
<i>Voerverbruik (g) *)</i>	3398	3437	3465	3432
<i>Water/voer</i>	1,82	1,84	1,88	1,84
<i>Productiegetal</i>	276	274	294	280

* per opgezet kuiken

3.2.3 Strooiselkwaliteit

Het drogestofgehalte van de strooiselmest was bij de intermitterende beluchting gemiddeld 4% lager dan bij de continu beluchting (tabel 11). Het verloop van het drogestofgehalte en van de visuele beoordeling van de strooiselmest gedurende de groeiperiode tijdens de tweede proef wordt weergegeven in bijlage 10, figuur 4 t/m 6.

Het drogestofgehalte was bij de omgekeerde beluchting gemiddeld 3% hoger in vergelijking met de standaard beluchting. Deze waarnemingen komen overeen met visuele beoordeling. Het verschil in drogestofgehalte wordt vooral toegeschreven aan het verschil in de gebruikte ventilatoren. In de eerste proefronde, waarbij dezelfde ventilatoren gebruikt werden, was er geen verschil in het drogestofgehalte van het strooisel tussen de standaard en de **reverse** beluchting. In de tweede proefronde waren de ventilatoren bij de omgekeerde beluchting zwaarder, omdat ze meer tegendruk aan moesten kunnen en ze hadden daardoor een betere

droogcapaciteit, hetgeen ook blijkt uit de waarnemingen.

Op basis van deze beide proeven wordt vastgesteld, dat het voortdurend drogen van de strooiselmest op de verhoogde vloer ook goed mogelijk is wanneer de luchtstroom wordt omgedraaid, dus met omgekeerde beluchting.

Tabel 11: strooiselkwaliteit per behandeling, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Gem. drogestofgehalte (%)</i>	77,4	72,1	79,3	76,2
<i>Gem. score ruïheid *</i>	4,4	5,2	3,8	4,2
<i>Gem. score vocht *</i>	3,8	4,4	3,3	3,7

* Panel-score: panel bestaande uit 4 personen; score 1 (goed) - 9 (zeer slecht)

3.2.4 Stof

De stofconcentratie in de stallucht was gemiddeld met de helft verminderd bij de afdelingen met omgekeerde beluchting (tabel 12). Het verloop van de stofconcentratie in de stallucht gedurende de groeiperiode wordt weergegeven bijlage 14.

Tabel 12: stofconcentratie in de stallucht, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Gem. stofconcentratie (mg/m³)</i>	13,4	13,9	6,8	6,1
<i>Stof onder de verhoogde vloer (kg)</i>	289	287	niet bepaald	niet bepaald

De hoeveelheid stof onder de verhoogde vloer was bij het intermitterend beluchten niet minder dan bij het voortdurend beluchten (Tabel 12). De hoeveelheid stof onder de verhoogde vloer was gemiddeld 96 gram per dier. Dit was nog meer dan de vorige keer. Evenals bij de eerste proef blijkt ook nu dat de beluchting op zich van weinig invloed is op de hoeveelheid stof die onder de verhoogde vloer terecht komt. De verwachting was, dat door een andere manier van beluchten zich minder stof onder de verhoogde vloer zou ophopen. Op die manier zou het probleem met het stof onder de verhoogde vloer worden verminderd. Het stof is niet alleen een probleem bij het reinigen en het ontsmetten, maar geeft ook problemen met de afvoer daarvan.

Op basis van de resultaten van de eerste en tweede proef wordt vastgesteld, dat het omgekeerd beluchten belangrijk is voor het verminderen van de stofconcentratie in de stallucht. Omgekeerde of intermitterende beluchting is geen oplossing is voor het verminderen van de ophoping van stof onder de verhoogde vloer.

3.2.5 Hoeveelheid strooiselmest

De hoeveelheden afgeleverde mest per behandeling is weergegeven in tabel 13.

Tabel 13: hoeveelheden afgeleverde mest per behandeling (excl. stof), tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Hoeveelheid mest (kg)</i>	3360	3497	3460	3747

De mestproduktie per opgezet kuiken op produktbasis was 1,2 kg (Tabel 13) en 1,3 kg wanneer het stof onder de vloer erbij geteld wordt, hetgeen ook in de vorige proef werd gevonden.

3.2.6 Analyse-resultaten

Strooiselmest

In tabel 14 zijn de analyse-resultaten van de strooiselmest weergegeven.

Tabel 14: analyse-resultaten strooiselmest bij afleveren per afdeling, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Drogestof (%)</i>	66,4	61,2	69,5	69,8
<i>As in ds (%)</i>	26,5	27,3	28,6	23,4
<i>Fosfaat in ds (%)</i>	2,0	2,1	2,2	2,1
<i>Stikstof in ds (%)</i>	5,4	5,6	5,6	4,9

Uit tabel 14 blijkt dat het strooisel het droogst is bij de omgekeerde beluchting. In de eerste proef was de strooiselkwaliteit bij de standaard en bij de omgekeerde beluchting tot aan de vijfde week vrijwel gelijk, maar daarna liep het drogestofgehalte bij de omgekeerde beluchting terug, terwijl dat bij de standaard beluchting langer goed bleef.

Het feit, dat bij de tweede proef bij de omgekeerde beluchting het drogestofgehalte het hoogste was, wordt toegeschreven aan de krachtigere ventilatoren. Bij de eerste proef waren zowel bij de standaard en als bij de omgekeerde beluchting ventilatoren gebruikt met een toerental van 1800 rpm, terwijl bij de tweede proef bij de **reverse** beluchting 3600 toeren ventilatoren gebruikt waren.

Stof

Uit de analyse-resultaten van het stof (tabel 15) blijkt dat het stof onder de verhoogde vloer een andere samenstelling heeft dan de strooiselmest.

Tabel 15: analyse-resultaten stof onder de verhoogde vloer, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Drogestof (%)</i>	86,1	86,5	88,0	87,8
<i>As in ds (%)</i>	19,4	18,0	18,6	18,2
<i>Fosfaat in ds (%)</i>	2,9	2,7	2,6	2,5
<i>Stikstof in ds (%)</i>	8,4	8,1	10,3	9,9

3.2.7 Ammoniakemissie

Het verloop van de NH_3 -concentratie, het ventilatiedebiet en de ammoniakemissie gedurende de groeiperiode wordt weergegeven in bijlage 12 (figuur 4, 5 en 6).

De ammoniakemissie is bij de standaard beluchting hoger dan bij de omgekeerde beluchting (tabel 16). Dit kan gedeeltelijk worden verklaard door het gebruik van zwaardere ventilatoren met een betere droogcapaciteit op de verhoogde vloer en daardoor een betere droging van de strooiselmest bij het omgekeerd beluchten.

Tabel 16: ammoniakemissie per behandeling, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>NH_3 -emissie (g/dpl/ronde)</i>	2,0	3,3	0,8	3,2
<i>NH_3 -emissie (g/dpl/jaar) *</i>	11,7	19,8	4,9	18,9
<i>Reductie t.o.v. ecologische richtlijn (%)</i>	77	61	90	62

* uitgaande van 6 ronden per jaar (Groen Label)

De emissie was hoger bij het intermitterend beluchten. Wanneer de emissie wordt vergeleken met de ecologische richtlijn dan is de reductie minder dan 70%, hetgeen als een randvoorwaarde voor groen label wordt gezien. Om daar aan te voldoen zal de beluchting opgevoerd moeten worden.

Hef blijkt dat de ammoniakemissie ten opzichte van de ecologische richtlijn ook bij omgekeerde beluchting met 90% verminderd kan worden, mits voldoende ventilatiecapaciteit wordt geïnstalleerd om de strooiselmest snel genoeg te kunnen drogen.

3.2.8 Koolzuurgasconcentratie

De CO₂-concentratie lag per afdeling gedurende de gehele groeiperiode min of meer op hetzelfde niveau (bijlage 13, figuur 2). Er werd geen verband waargenomen tussen de verschillende proefbehandelingen en de koolzuurconcentratie.

3.2.9 Energieverbruik

Gas

Het gasverbruik per week per afdeling met 3040 dieren wordt weergegeven in tabel 17a. Een overzicht van het totaal verbruik per dierplaats is samengevat in tabel 17b. In tegenstelling tot de vorige proef was het gasverbruik bij deze ronde lager bij de afdelingen met intermitterende beluchting. Dit is geheel tegen de verwachting en ook moeilijk te verklaren. Gemiddeld genomen over continu en intermitterende beluchting, was het gasverbruik bij de omgekeerde beluchting hoger dan bij de standaard beluchting. Bij de eerste proef waarbij bij de omgekeerde beluchting, continu belucht werd, was het gasverbruik hoger, dan bij de afdeling met continu standaard beluchting. In de tweede proef werd dat niet gevonden. Daar was alleen de standaard beluchting in het voordeel bij intermitterende beluchting. Het is niet duidelijk waar dat door wordt veroorzaakt en kan ook niet op basis van deze proef beantwoord worden.

Tabel 17a: gasverbruik in m³ per behandeling (=afdeling) per week, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
Week 1	125	79	111	109
Week 2	82	67	85	85
Week 3	31	18	35	18
Week 4	38	20	28	17
Week 5	24	9	21	13
Week 6	5	3	3	2
Totaal	305	196	283	244

Tabel 17b: gasverbruik in m³ per behandeling, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
Gasverbruik/dpl/ronde (m ³)	0,10	0,07	0,09	0,08
Gaskosten (ct/dpl/ronde)*	5,0	3,2	4,7	4,0

* uitgaande van een aardgasprijs van f 0,50/m³

Electra

Het elektriciteitsverbruik wordt onderscheiden in energie voor de vloerbeluchting en ventilatie. Het verbruik per week per afdeling met 3040 dieren wordt gegeven in tabel 18a en 18b en een overzicht van het verbruik per dierplaats in tabel 18c. Het elektriciteitsverbruik voor de vloerventilatoren was bij de omgekeerde beluchting hoger dan bij standaard beluchting. Dit werd veroorzaakt door het verschil in gebruikte ventilatoren. Gemiddeld was het energieverbruik ruim drie keer zo hoog. Het intermitterend beluchten gaf gemiddeld weliswaar een besparing van ongeveer 50% op het elektriciteitsverbruik, maar de ammoniakreductie was bij intermitterend beluchten net niet genoeg. De ammoniakemissie kan wel verder gereduceerd worden, maar dan zal vaker en meer belucht moeten worden en neemt de besparing aan elektriciteitsverbruik evenredig af.

Het gebruik van de ventilatoren met een toerental van 3600 rpm bij de omgekeerde beluchting leidde tot een hoger elektriciteitsverbruik. Aangezien bij het omgekeerd beluchten in de tweede proef geen 1800 rpm ventilatoren gebruikt zijn, kan geen uitspraak gedaan worden over het elektriciteitsverbruik als gevolg van het omgekeerd beluchten op zich. Gezien de resultaten van de eerste proef lijkt het omgekeerd beluchten op zich geen extra energie te vragen. Bij de eerste proef lijkt het er echter wel op, dat de 1800 rpm ventilatoren waarschijnlijk te weinig droogcapaciteit hebben doordat ze onvoldoende tegendruk aankunnen voor het omgekeerd beluchten

Op basis van de conclusie dat voor het omgekeerd beluchten zwaardere ventilatoren nodig zijn om de strooiselmest ook aan het eind van de groeiperiode voldoende te kunnen drogen, kan gesteld worden dat het omgekeerd beluchten leidt tot een hoger elektriciteitsverbruik.

Tabel 18a: elektriciteitsverbruik (kWh) vloerventilatoren per week per behandeling (=afdeling), tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Toerental ventilatoren</i>	1800 rpm	1800 rpm	3600 rpm	3600 rpm
<i>Week 1</i>	21,9	2,2	69,5	5,6
<i>Week 2</i>	26,8	4,2	87,7	14,4
<i>Week 3</i>	26,9	10,3	94,7	32,7
<i>Week 4</i>	30,4	14,8	107,7	38,6
<i>Week 5</i>	40,5	37,9	156,5	100,2
<i>Week 6</i>	34,3	33,2	142,0	101,3
<i>Totaal</i>	180,8	102,6	658,1	292,8

Tabel 18b: elektriciteitsverbruik (kWh) ventilatie per week per behandeling (=afdeling), tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>Toeren tal ven tila toren</i>	1800 rpm	1800 rpm	3600 rpm	3600 rpm
<i>Week 1</i>	80,1	69,7	64,3	68,4
<i>Week 2</i>	102,1	97,1	98,7	98,6
<i>Week 3</i>	115,9	111,4	118,4	112,0
<i>Week 4</i>	128,1	123,3	129,2	124,1
<i>Week 5</i>	145,0	140,5	135,0	138,1
<i>Week 6</i>	132,4	129,7	122,3	124,4
Totaal	703,6	671,7	667,9	665,6

Tabel 18c: elektriciteitsverbruik (kWh) per behandeling, tweede proef.

	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
<i>E-beluchting/dpl (kWh)</i>	0,06	0,03	0,22	0,10
<i>E- ven tila tie/dpl (kWh)</i>	0,23	0,22	0,22	0,22
<i>E-verbruik/dpl (kWh)</i>	0,29	0,25	0,44	0,32
<i>E-kosten (ct/dpl/ronde)*</i>	4,7	4,1	7,0	5,0

* uitgaande van een elektriciteitsprijs f 0,16/kWh

3.2.10 Samenvatting resultaten tweede proef

- Intermitterende beluchting verlaagt het gasverbruik en het elektriciteitsverbruik.
- Omgekeerde beluchting geeft in deze proef een vergelijkbaar gasverbruik, terwijl dat bij de eerste proef duidelijk meer was (8,6 vs 12,7 ct). Dit verschil kan komen doordat in de tweede proef zwaardere ventilatoren gebruikt zijn en daardoor sprake was van een betere temperatuursverdeling in de stal.
- Omgekeerde beluchting leidt tot een verhoging van het elektriciteitsverbruik bij gebruik van zwaardere ventilatoren.
- Omgekeerde beluchting, mits gezorgd wordt voor voldoende beluchtingscapaciteit geeft voldoende vermindering van de ammoniakemissie om te voldoen aan de eisen voor een Groen Label stal.
- Intermitterende beluchting geeft een lagere ammoniakreductie dan continu beluchting van het strooisel. In deze proef werd de grenswaarde voor Groen Label niet gehaald.
- Omgekeerde beluchting lijkt in deze proef een positieve invloed te hebben op de techni-

sche resultaten en daarmee een positieve invloed op de energie-efficiëntie (indirecte energie).

- Omgekeerde **beluchting** vermindert het stof in de stallucht bij gebruik van een verhoogde strooiselvloer.

4. CONCLUSIES

Uit de resultaten van beide proeven blijkt dat bij het verbeteren van de energie-efficiëntie bij huisvesting van vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer zich een aantal beperkende factoren voordoen.

Door het toepassen van intermitterende beluchten is het mogelijk het elektriciteitsverbruik te verminderen. Het intermitterend beluchten vraagt echter meer aandacht om de ammoniakemissie ten opzichte van de ecologische richtlijn voldoende te reduceren. Zoals verwacht moet de beluchting voldoende blijven om de strooiselmest goed te drogen, ook aan het eind van de groeiperiode.

Wanneer omgekeerde beluchting wordt toegepast en dezelfde ammoniakreductie wordt nagestreefd als bij de standaard beluchting, moeten zwaardere ventilatoren en daardoor meer vermogen geïnstalleerd worden.

Het omgekeerd beluchten vermindert duidelijk de stofconcentratie in de stallucht, terwijl de ammoniakemissie toch met 90% gereduceerd kan worden. Dit is belangrijk bij de acceptatie van dit soort huisvestingssystemen in de praktijk. Bovendien lijkt het erop, dat de technische resultaten in positieve zin beïnvloed worden, hetgeen van belang is voor de economische haalbaarheid van de verhoogde vloer. In energetisch opzicht is het omgekeerd beluchten in termen van het directe energieverbruik nadelig omdat het een toename betekent van het elektriciteitsverbruik voor de strooiselbeluchting, doordat daar zwaardere ventilatoren voor gebruikt moeten worden. Daar komt nog bij dat het er op lijkt dat het energieverbruik voor de stalverwarming hoger is dan bij de standaard beluchting. Wanneer het elektriciteits- en het gasverbruik bij elkaar genomen worden, dan kost het omgekeerd beluchten circa 30 procent meer directe energie. Klaarblijkelijk staat het energieverbruik bij omgekeerde beluchting op gespannen voet met het verminderen van de stofconcentratie in de stallucht.

Het stof dat zich onder de verhoogde vloer ophoopt is bij het omgekeerd beluchten niet minder dan bij de standaard beluchting. Ook bij het intermitterend beluchten is de hoeveelheid stof onder de vloer niet minder. Het is dus niet mogelijk door het toepassen van omgekeerde beluchting de hoeveelheid stof onder de verhoogde vloer te reduceren.

Het verhogen van de staltemperatuur bij de verhoogde vloer leidt tot een toename in de uitval en ook in energetisch opzicht is dat niet gunstig als gevolg van een hoger gasverbruik.

Aanbevelingen

- Vanwege de positieve invloed op het stof in de stallucht wordt aanbevolen om omgekeerde beluchting toe te passen.
- Gezien de toename van het directe energieverbruik bij de omgekeerde beluchting als gevolg van het gebruik van zwaardere ventilatoren op de verhoogde vloer, zou onderzocht moeten worden of het niet mogelijk is om efficiënter met gebruik van de ventilatoren om te gaan.

- Het effect van het toepassen van een lichtschema in combinatie met intermitterende beluchting op het energieverbruik zou verder onderzocht moeten worden.
- Het hanteren van een hogere staltemperatuur gedurende de gehele mestperiode wordt afgeraden.

REFERENTIES

- Bleijenberg, R. en J.P.M. Ploegaert, 1994.
Rapport IMAG-DL0 94-1, Wageningen, 76 pp.
- Ehlhardt, D.A., R.A. van Emous en W. Kroodsma, 1991.
Nieuwe huisvestingssystemen voor slachtkuikens om de ammoniak-uitstoot te beperken. Spelderholt uitgave 554, p.39-45.
- Leenstra, F.R. en D.A. Ehlhardt, 1994.
Vleeskuikenstal met beperkte NH_3 -emissie. Spelderholt uitgave 611, 12 pp.
- Middelkoop, J.H. van, J. van Harn en C.J.M. van der Hoorn, 1993.
Energieverbruik bij NH_3 -emissie-arme huisvestingsystemen. PP-uitgave no. 09. 28 pp.

Publikaties in het kader van dit project

- Hendrix' Voeders, 1995.
Verbetering energie-efficiëntie bij vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer.
- Horne, P.C.M. van en T. Veldkamp, 1995.
Ventilated litter floor system increases **cost price**. World Poultry, 11 (1995)2, p.47.
- Middelkoop, J.H. van, 1993.
Energieverbruik bij huisvesting vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer. Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 93/4, p. 10-13.
- Middelkoop, J.H. van en J. van Harn, 1993.
Het vleeskuikenonderzoek. Studiemiddag vleeskuikenhouderij, kalkoenhouderij, pelsdierenhouderij en leghennenhoudery. 14 t/m 17 sept. 1993. PP-uitgave no. 06. p.9-16.
- Middelkoop, J.H. van en G. van Beek, 1993.
Mestsamenstelling soms anders dan verwacht; vleeskuikens op een verhoogde strooiselvloer. Pluimveehouderij 23 (1993)41, p.21.
- Middelkoop, J.H. van, J. van Harn en C.J.M. van der Hoorn, 1993.
Energieverbruik bij NH_3 -emissie-arme huisvestingsystemen. PP-uitgave no. 09. 28 pp.
- Middelkoop, J.H. van en F.R. Leenstra, 1993.
Energie en de vleeskuikenproductie. In: Lezingen Themadag Energie in de Pluimveesector. Spelderholt Uitgave 590, p. 19-28.
- Middelkoop, J.H., J. van Harn en C.J.M. van der Hoorn, 1993.
Verhoogde strooiselvloer bij vleeskuikens en energieverbruik. In: Lezingen Themadag Energie in de Pluimveesector. Spelderholt Uitgave 590, p. 51-58.
- Middelkoop, J.H. van, 1994.
Verloop energieverbruik op een verhoogde strooiselvloer. Praktijkonderzoek 94/1 (Praktijkonderzoek Pluimveehouderij): p. 29-31.
- Middelkoop, J.H. van, 1994.
New concept in poultry housing - the ventilated litter floor. World Poultry 10 (1994)3, p.22-23.
- Middelkoop, J.H., T. Veldkamp, R. Meijerhof, and F.E. de Buissonjé, 1994.
Reduction of ammonia-emission by housing on a ventilated litter floor. In: Proc. 9th European Poultry Conference, Glasgow, UK, Vol. II, 197-200.

Middelkoop, J.H. van, 1995.

Verhoogde strooiselvloer van Hendrix' Voeders; omgekeerde beluchting verhoogt energieverbruik. Pluimveehouderij, 25 (1995) 13, p.22-23.

Middelkoop, J.H. van, 1995.

Poultry grows efficiently on a ventilated litter floor. World Poultry 11(1995)2, p.44-45.

Middelkoop, J.H. van, 1995.

Interview, Ventilated litter floors. Poultry International, February 1995, p. 14-16.

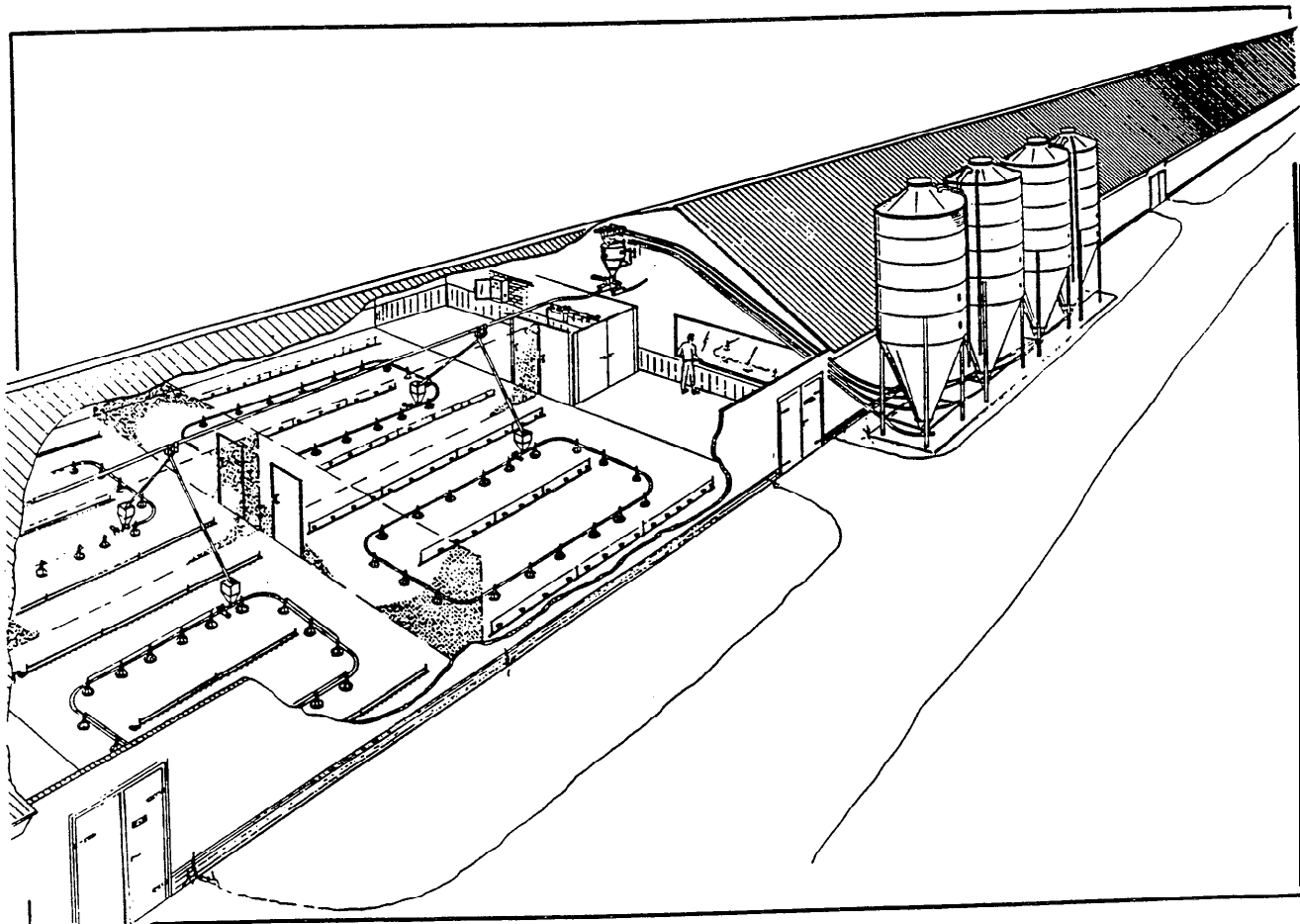
BIJLAGEN

Bijlage 1

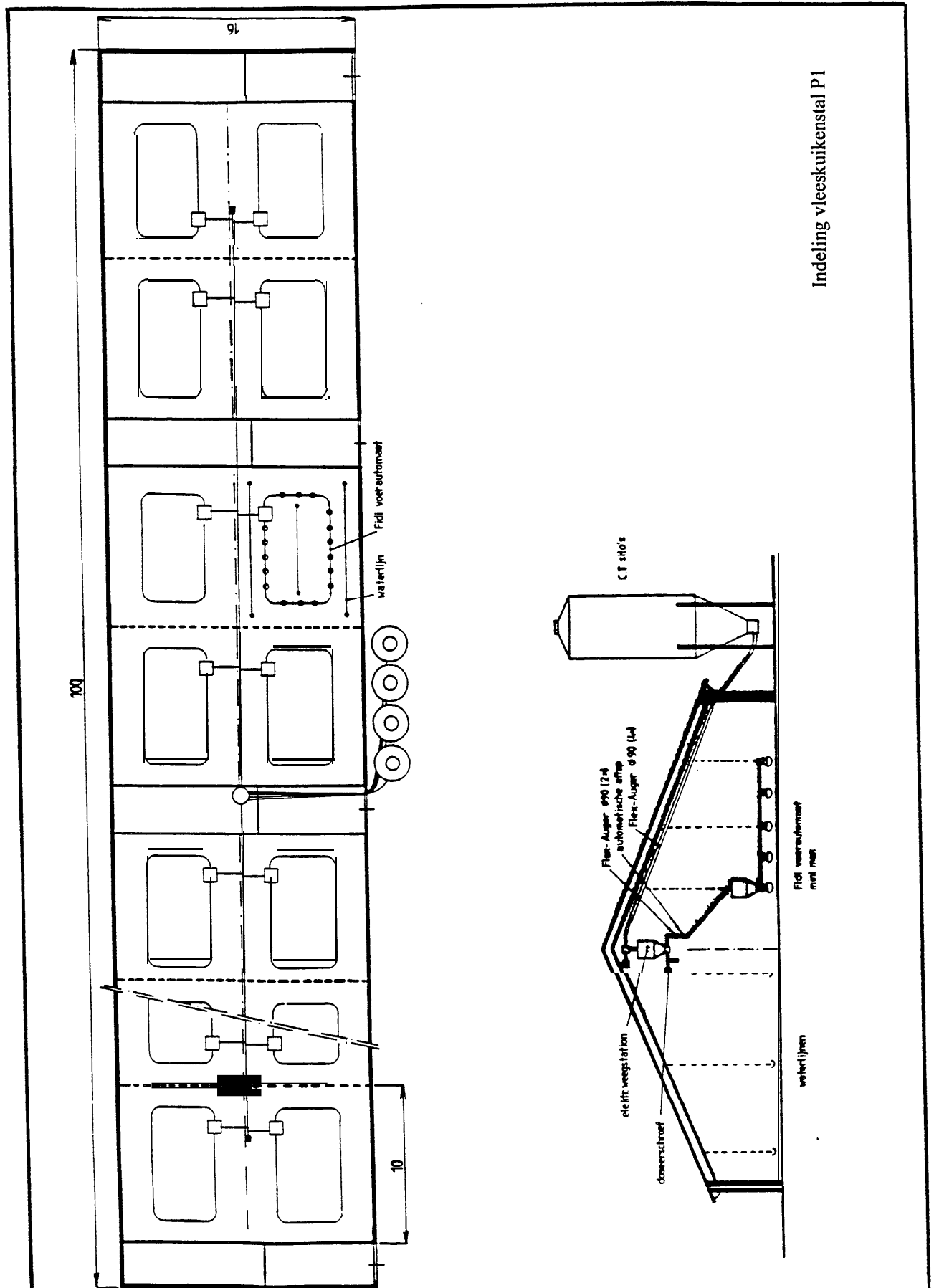
Vleeskuikenstal P1

Afmetingen:	100m*16m.
Indeling:	8 hoofdafdelingen/ 16 subafdelingen; 4 hoofdafdelingen zijn ingericht met de zgn. verhoogde strooiselvloer
Aantal kuikens:	24.000, verdeeld over 16 subafdelingen.
Voerverstrekking:	voerpannen, 24 pannen/subafdeling.
Voeropslag:	4 silo's (inhoud/silo ca. 10 ton).
Waterverstrekking:	drip cups (= nippel met opvangschoteltje); 12 kuikens/nippel.
Ventilatie:	mechanisch, 3 nokventilatoren. Luchtinlaat via inlaatklep in zijgevels.

Schematische weergave:



Bijlage 2



Bijlage 3

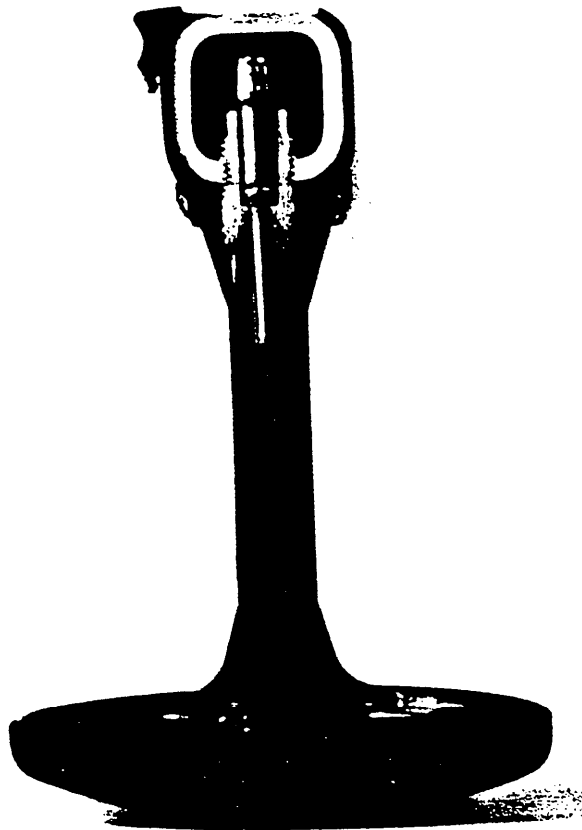
Het gehanteerde temperatuurschema in de eerste en tweede proef

Dagnummer	Streeftemperatuur (°C)
1	33
2	32
3	31
4	30
5	30
6	29
7	29
8	28
9	28
10	27
11	27
12	26
13	26
14	26
15	26
16	25
17	25
18	25
19	25
20	24
21	24
22	24
23	24
24	23
25	23
26	23
27	23
28	22
29	22
30	22
31	22
32	21
33	21
34 - 42	20

Noot: In de eerste proef werd in één afdeling, bij standaard **beluchting** en een hogere staltemperatuur, een temperatuur aangehouden die gedurende de eerste 7 dagen van de mestperiode 2°C boven het bovenvermeld schema lag, daarna was de temperatuur (tot het eind van de mestperiode) 0,5°C hoger.

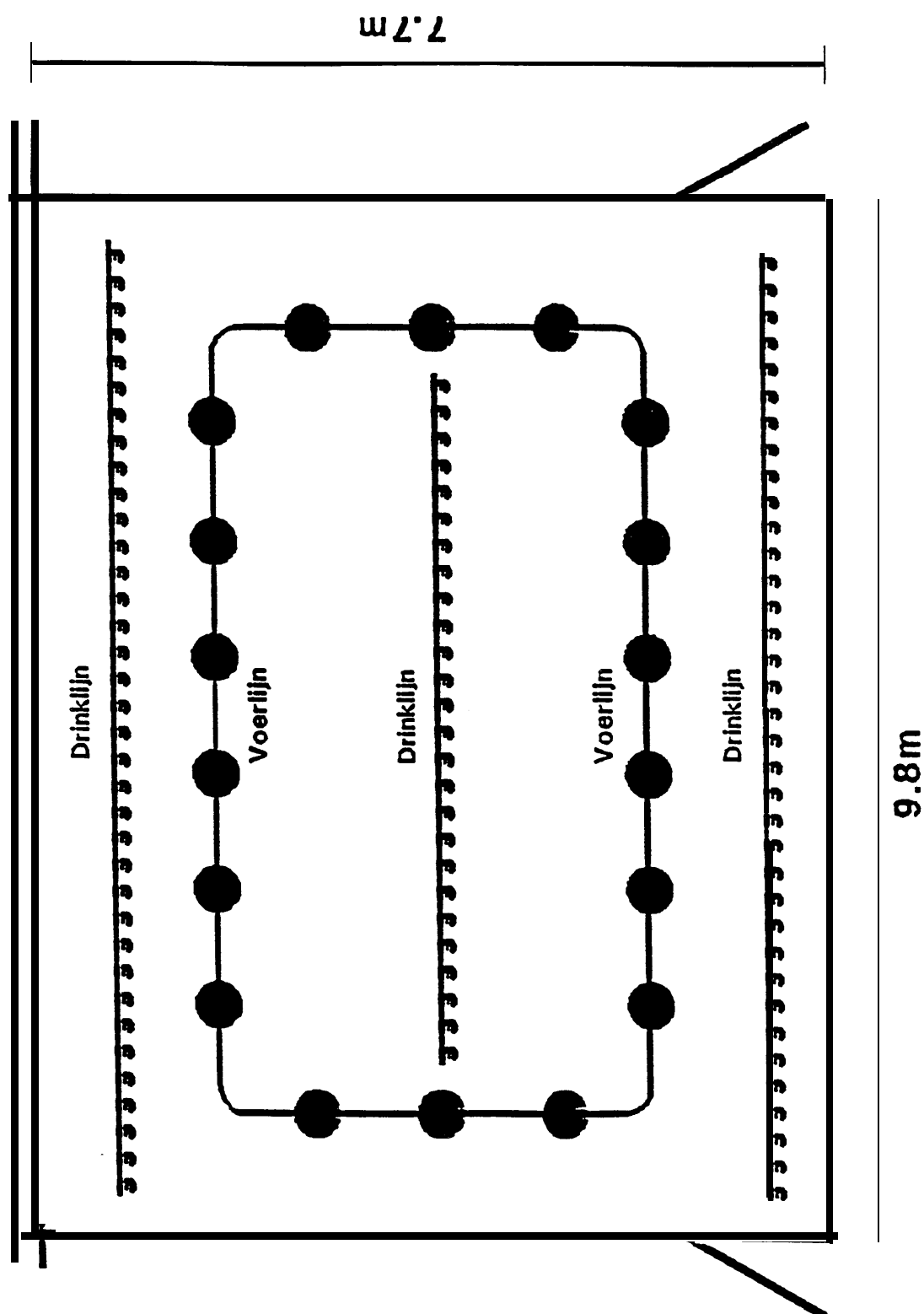
Bijlage 4

Doorsnede drip cup



Bijlage 5

Indeling afdeling



Bijlage 6

Tabel 1: instellingen beluchting verhoogde strooiselvloeren, eerste proef.

Datum (dagnr.)	Afd.1	Afd.2	Afd.3	Afd.4
25-01-1994 (5)	Opzet kuikens; 3060 per afdeling			
30-01-1994 (5)	30 v	30 v	15 %; 4*uur	90 v
03-02- 1994 (9)	40 v	40 v	25 %	110 v
08-02- 1994 (14)	40 v	40 v	30 %; 8*1uur	110 V
11-02-1994 (17)	57 v	57 v	35 %	120v
15-02- 1994 (21)	70 v	70 v	40 %	130v
16-02- 1994 (22)	90 v	90 v	40 %	130v
18-02- 1994 (24)	110 V	110 v	40 %; 8*1 uur	130v
21-02-1994 (27)	130v	130v	45 %	135v
22-02- 1994 (28)	130v	130v	45 %; 8*2uur	135 V
23-02- 1994 (29)	145 V	145 V	55 %	145v
01-03- 1994 (35)	145 V	145V	67%; Continu	145 v
07-03- 1994 (42)	Aflevering kuikens			

Afd. 1 = omgekeerd beluchten

Afd. 2 = continu beluchten

Afd. 3 = Intermitterend beluchten

Afd. 4 = continu beluchten + 0,5 °C

Tabel 2: hoeveelheid recirculatielucht per kuiken (m³/uur), in de afdelingen met standaard en omgekeerde continu beluchting, eerste proef.

Datum	Theoretisch		Werkelijk	
	<i>Reverse con tinu</i>	<i>Standaard contin u</i>	<i>Reverse contin u</i>	<i>Standaard con tinu</i>
25-01-1994	Opzet kuikens; 3060 per afdeling			
30-01-1994	0,60	0,74	*	*
03-02- 1994	0,75	0,93	0,74	0,90
08-02- 1994	0,75	0,93	*	*
11-02-1994	1,12	1,20	1,03	1,12
15-02- 1994	1,36	1,30	*	*
16-02- 1994	1,66	1,58	*	*
18-02- 1994	1,82	1,67	1,62	1,44
21-02-1994	1,86	1,70	*	.
23-02- 1994	1,98	1,74	1,31	1,26
07-03- 1994	1,98	1,74	1,18	1,02
07-03- 1994	Aflevering kuikens			

Opmerkina:

Theoretisch = gemeten (onbelast) debiet vóór plaatsing kuikens

Werkelijk = gemeten debiet tijdens mestperiode

Tabel 3: **hoeveelheid recirculatielucht per kuiken (m^3/uur), in de afdeling met standaard intermitterende en een $0,5^\circ\text{C}$ hogere staltemperatuur, eerste proef.**

Datum	Theoretisch		Werkelijk	
	<i>Standaard interm.</i>	<i>Standaard + $0,5^\circ\text{C}$</i>	<i>Standaard interm.</i>	<i>Standaard + $0,5^\circ\text{C}$</i>
25-01-1994	Opzet kuikens; 3060 per afdeling			
30-01-1994	1,18	1,00	*	*
03-02-1994	1,80	1,48	1,74	1,39
08-02-1994	2,11	1,48	*	*
11-02-1994	2,41	1,66	*	*
15-02-1994	2,72	2,08	*	*
16-02-1994	2,72	2,08	*	*
18-02-1994	2,72	2,08	2,11	1,86
21-02-1994	2,81	2,18	*	*
23-02-1994	3,00	2,42	*	*
01-03-1994	3,10	2,42	*	*
07-03-1994	3,10	2,42	2,77	1,73
07-03-1994	Aflevering kuikens			

Opmerking:

Theoretisch = gemeten (onbelast) debiet vóór plaatsing kuikens

Werkelijk = gemeten debiet tijdens mestperiode

Bijlage 7

Tabel 1: instellingen recirculatie verhoogde strooiselvloeren, tweede proef.

Datum (dagnr.)	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse interm.	Reverse continu
28-04-1994 (0)	Opzet kuikens; 3040 per afdeling			
28-04-1994 (0)	0	0	0	100 V
30-04-1994 (2)	0	0	100 V; 8*uur	100 V
04-05-1994 (6)	110 V	110 V; 8*uur	110 V; 8*uur	100 V
09-05-1994 (11)	110 V	130 V; 8*uur	130 V; 8*uur	110 V
11-05-1994 (13)	110 V	145 V; 8*1uur	145 V; 8*1uur	110 V
13-05-1994 (15)	110 V	150 V; 8*1uur	150 V; 8*1uur	110 V
17-05-1994 (19)	110 V	155 V; 8*1uur	155 V; 8*1uur	110 V
20-05-1994 (22)	130v	170 V; 8*1uur	155 V; 8*1uur	110 V
21-05-1994 (23)	130v	170 V; 8*1uur	155 V; 8*1uur	130v
24-05-1994 (26)	150v	170 V; 8*1uur	155 V; 8*1uur	150v
25-05-1994 (27)	190 V; 8*1uur	170 V; 8*1uur	155 V; 8*1uur	150 V
27-05-1994 (29)	175v	175 V; continu	150 V; continu	150v
30-05-1994 (32)	180V	180 V; continu	170 V; continu	170v
09-06-1994 (42)	Aflevering kuikens			

Tabel 2: hoeveelheid recirculatielucht per kuiken (m³/uur), in de afdelingen met standaard continu en standaard intermitterende beluchting, tweede proef.

Datum (dagnr.)	Theoretisch		Werkelijk	
	<i>Standaard continu</i>	<i>Standaard in term.</i>	<i>Standaard con tinu</i>	<i>Standaard in term.</i>
28-04-1994 (0)	Opzet kuikens; 3040 per afdeling			
28-04-1994 (0)	0	0	0	0
30-04-1994 (2)	0	0	*	*
04-05-1994 (6)	1,83	1,83	*	*
09-05-1994 (11)	1,83	1,86	.	*
11-05-1994 (13)	1,83	1,89	1,80	1,83
13-05-1994 (15)	1,83	1,92	*	*
17-05-1994 (19)	1,83	1,95	*	*
20-05-1994 (22)	1,86	2,04	*	*
21-05-1994 (23)	1,86	2,04	*	*
24-05-1994 (26)	1,92	2,04	*	*
25-05-1994 (27)	1,92	2,10	1,44	1,32
27-05-1994 (29)	2,05	2,05	*	*
30-05-1994 (32)	2,10	2,10	*	*
03-06-1994 (36)	2,10	2,10	1,16	1,12
07-06-1994 (40)	2,10	2,10	0,96	0,94
09-06-1994 (42)	Aflevering kuikens			

Opmerking:

Theoretisch = gemeten (onbelast) debiet vóór plaatsing kuikens

Werkelijk = gemeten debiet tijdens mestperiode

Tabel 3: hoeveelheid recirculatielucht per kuiken (m^3/uur), in de afdelingen met omgekeerd continu en intermitterende beluchting, tweede proef.

Datum (dagnr.)	Theoretisch		Werkelijk	
	<i>Reverse interm.</i>	<i>Reverse continu</i>	<i>Reverse interm.</i>	<i>Reverse con tinu</i>
28-04-1994 (0)	Opzet kuikens; 3040 per afdeling			
28-04-1994 (0)	0	1,20	0	1,21
30-04-1994 (2)	1,20	1,20	*	*
04-05-1994 (6)	1,45	1,20	*	*
09-05-1994 (11)	1,93	1,48	*	*
11-05-1994 (13)	2,38	1,48	2,12	1,40
13-05-1994 (15)	2,50	1,48	*	*
17-05-1994 (19)	2,66	1,48	*	*
20-05-1994 (22)	2,66	1,48	*	*
21-05-1994 (23)	2,66	2,08	*	*
24-05-1994 (26)	2,66	2,56	2,35	2,11
25-05-1994 (27)	2,66	2,56	*	*
27-05-1994 (29)	2,50	2,56	*	*
30-05-1994 (32)	3,02	2,74	*	*
03-06-1994 (36)	3,02	2,74	2,79	2,40
07-06- 1994 (40)	3,02	2,74	2,57	2,34
09-06-1994 (42)	Aflevering kuikens			

Opmerking:

Theoretisch = gemeten (onbelast) debiet vóór plaatsing kuikens

Werkelijk = gemeten debiet tijdens mestperiode

Bijlage 8

Tabel 1: aantallen per oorzaak van uitval, eerste proef.

Uitvalsoorzaak	Standaard	Standaard Intermitt.	Standaard + 5 °C	Reverse
<i>Navel-/dooierontsteking</i>	15	18	16	9
<i>Entreactie/luchtwegaandoening</i>	72	48	158	53
<i>Doodgroeier</i>	17	23	12	28
<i>Heart Failure Syndrome</i>	13	14	9	8
<i>Ascites</i>	7	9	16	6
<i>Coli</i>	4	4	1	1
<i>Achterblijver</i>	9	13	10	4
<i>Arthritis</i>		3	5	2
<i>Draaipoot</i>	2		8	2
<i>Uitdroger</i>	2	1	1	
<i>Malabsorption Syndrome</i>	1			
<i>Kliermaagafwijking</i>	1	4	3	5
<i>Verbloeding vaa truptuur</i>	2	2	3	1
<i>Vergaan</i>	2	2	1	
<i>Overige redenen</i>	12	15	6	10
Totaal	159	156	249	129
<i>Totaal aantal opgezet</i>	3060	3060	3060	3060

Tabel 2: aantallen per oorzaak van uitval, tweede proef.

Uitvalsoorzaak	Standaard	Standaard Intermitt.	Reverse	Reverse Intermitt.
<i>Na vel-/dooierontsteking</i>	17	12	14	41
<i>Entreactie/luchtwegaandoening</i>	35	29	24	32
<i>Doodgroeier</i>	19	8	22	6
<i>Heart Failure Syndrome</i>	15	3	17	13
<i>Ascites</i>	11	9	12	11
<i>Coli</i>	26	43	50	50
<i>Achterblijver</i>	8	7	9	10
<i>Arthritis</i>	77	7	20	9
<i>Draaipoot</i>	5	2	4	6
<i>Uitdroger</i>	6		4	4
<i>Malabsorption Syndrome</i>	1	2		2
<i>Niet onderzocht</i>	9	7	4	7
<i>Vergaan</i>	1	1	1	
<i>Overige redenen</i>	17	11	9	9
Totaal	187	141	190	200
<i>Totaal aantal opgezet</i>	<i>3040</i>	<i>3040</i>	<i>3040</i>	<i>3040</i>

Bijlage 9

Tabel 1: cumulatieve voer- en wateropname per dier gedurende de groeiperiode, eerste proef.

Week	Standaard continu		Standaard interm.		Standaard + 0.5 °C		Reverse continu	
	voer	water	voer	water	voer	water	voer	water
1	165	234	165	241	168	246	164	235
2	512	755	498	777	479	766	507	762
3	1035	1690	1032	1738	1005	1707	1025	1719
4	1812	3105	1819	3194	1770	3129	1796	3157
5	2790	4862	2809	5006	2726	4874	2789	4954
6	3854	6717	3822	6932	3722	6764	3753	6904

Tabel 2: cumulatieve voer- en wateropname per dier gedurende de groeiperiode, tweede proef.

Week	Standaard continu		Standaard interm.		Reverse continu		Reverse interm.	
	voer	water	voer	water	voer	water	voer	water
1	143	242	166	238	144	242	156	258
2	456	761	450	758	449	777	468	801
3	1012	1670	978	1676	1023	1770	1003	1754
4	1722	2939	1708	2970	1780	3143	1786	3094
5	2619	4631	2635	4676	2701	4923	2706	4817
6	3620	6497	3603	6616	3696	6937	3673	6750

vervolg bijlage 9

Tabel 3: overzicht steekproefwegingen, eerste proef.

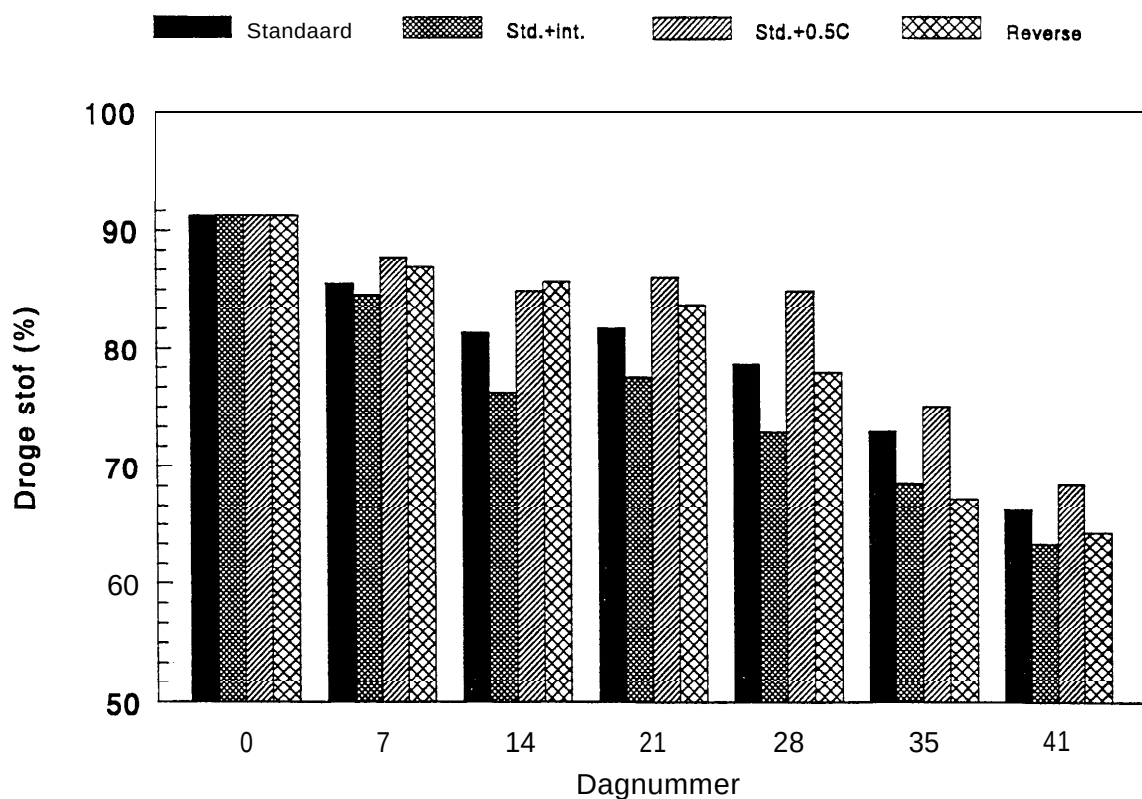
Leeftijd	Standaard continu	Standaard interm.	Standaard + 0,5 °C	Reverse continu
2 wk	342 g	346 g	338 g	346 g
4 wk	1080 g	1081 g	1084 g	1085 g
<i>Aflevergewicht</i>	<i>2163 g</i>	<i>2190 g</i>	<i>2161 g</i>	<i>2153 g</i>

Tabel 4: overzicht steekproefwegingen, tweede proef.

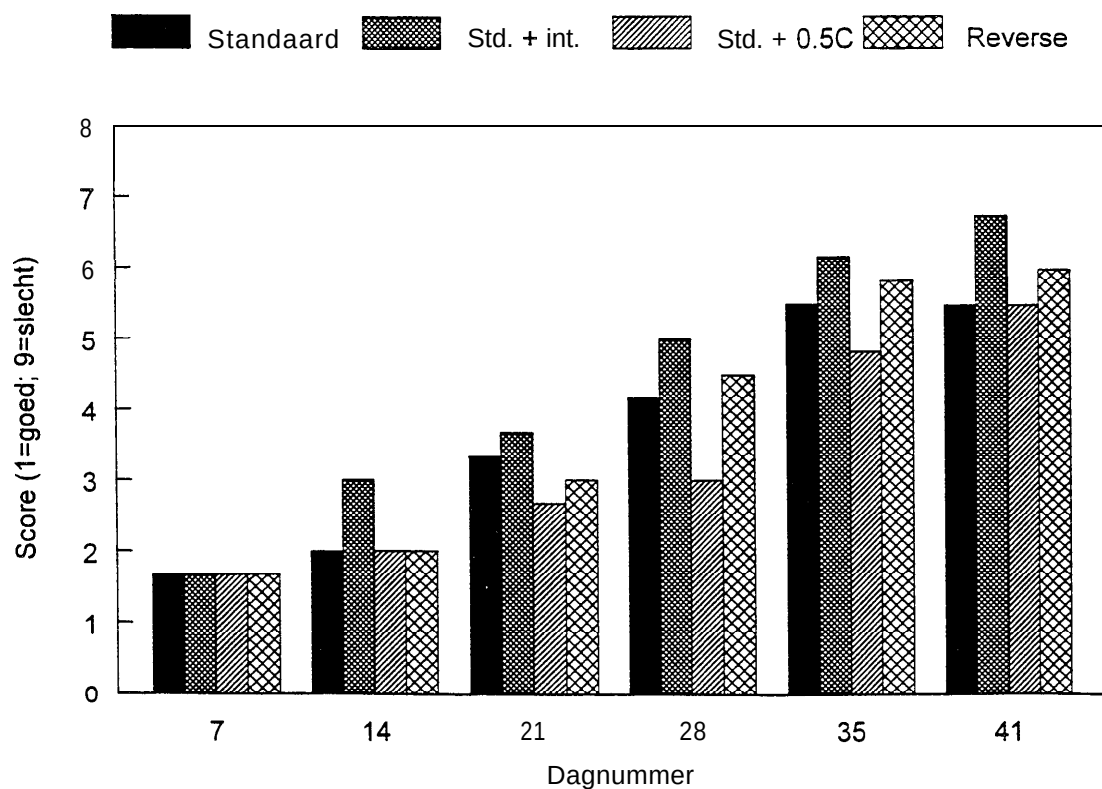
Leeftijd	Standaard continu	Standaard interm.	Reverse continu	Reverse interm.
2 wk	351 g	351 g	354 g	348 g
4 wk	1113 g	1125 g	1117 g	1141 g
<i>Aflevergewicht</i>	<i>2136 g</i>	<i>2106 g</i>	<i>2227 g</i>	<i>2170 g</i>

Bijlage 10

Figuur 1: Droge stofgehalte strooiselmest per behandeling, eerste proef

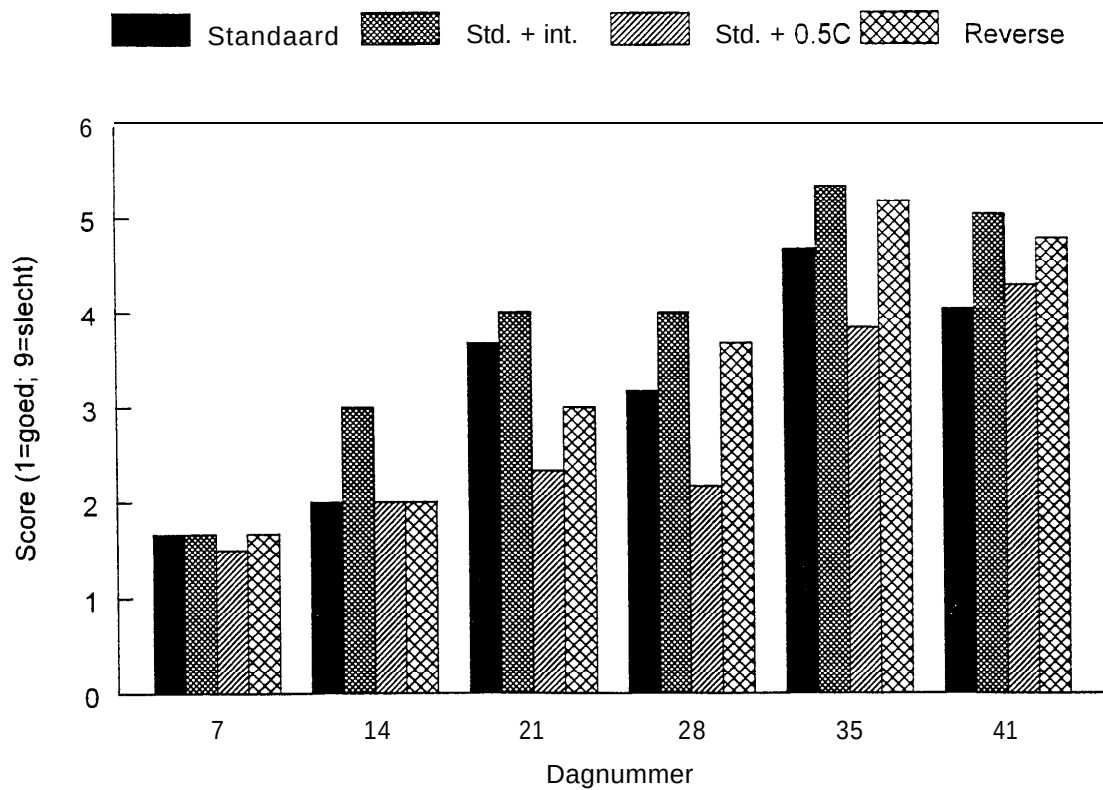


Figuur 2: Visuele beoordeling strooisel - Rulheid (eerste proef)

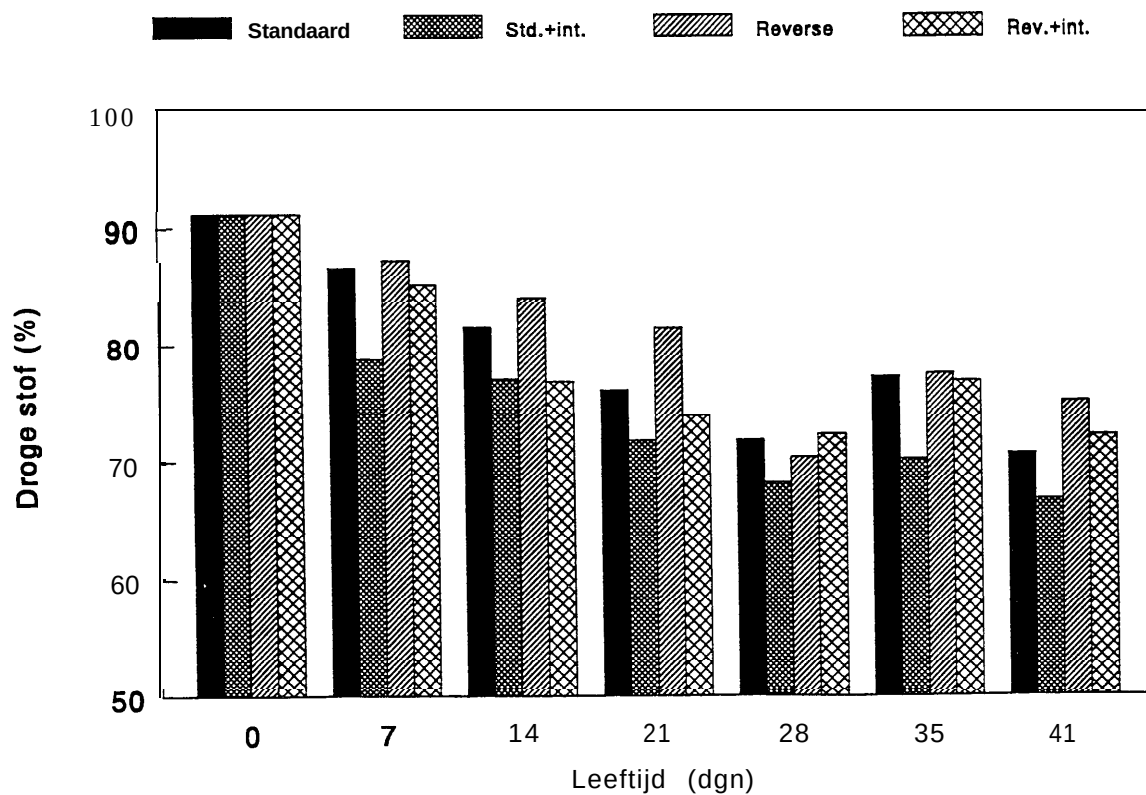


Vervolg bijlage 10

Figuur 3: Visuele beoordeling strooisel • Vochtigheid (eerste proef)

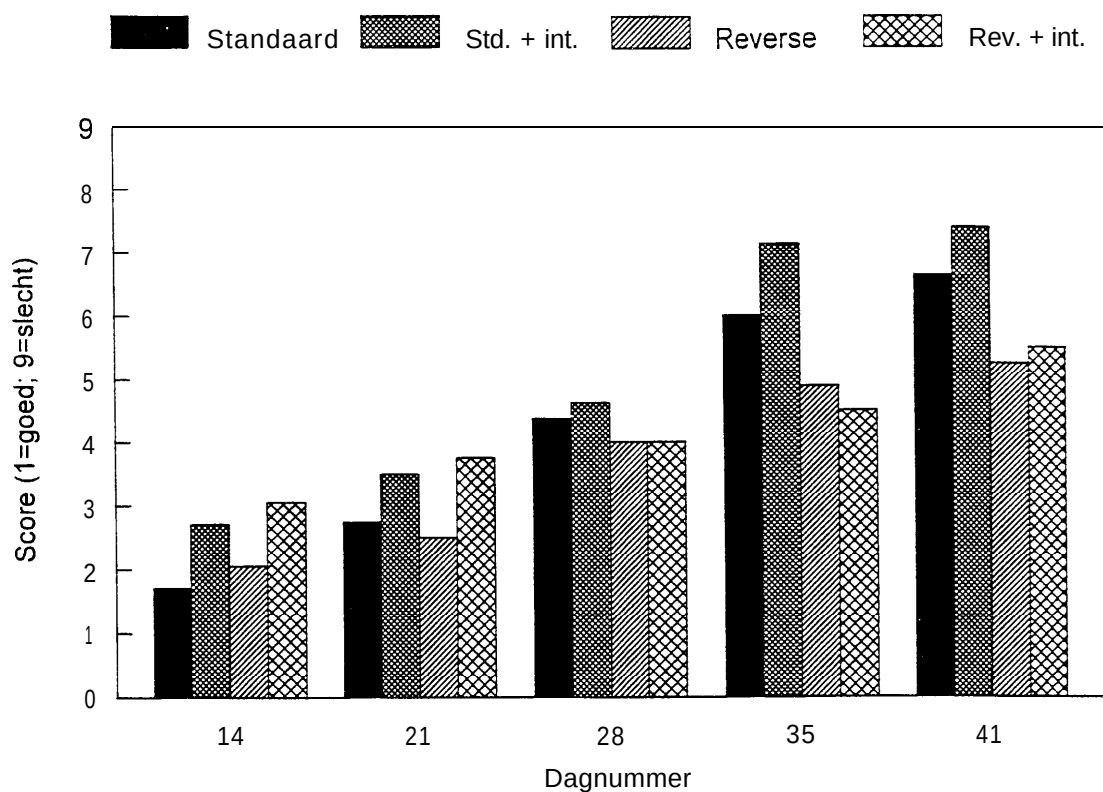


Figuur 4: Droge stofgehalte strooiselmest per behandeling, tweede proef

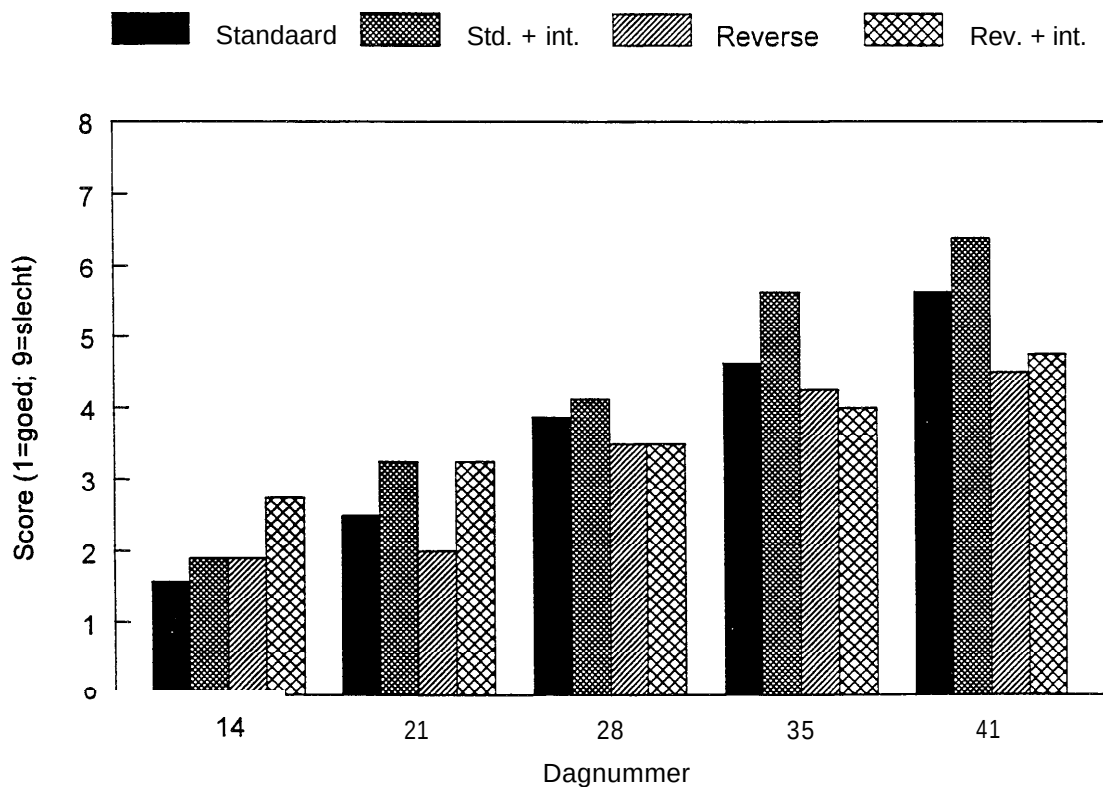


Vervolg bijlage 10

Figuur 5: Visuele beoordeling strooisel - Rulheid (tweede proef)

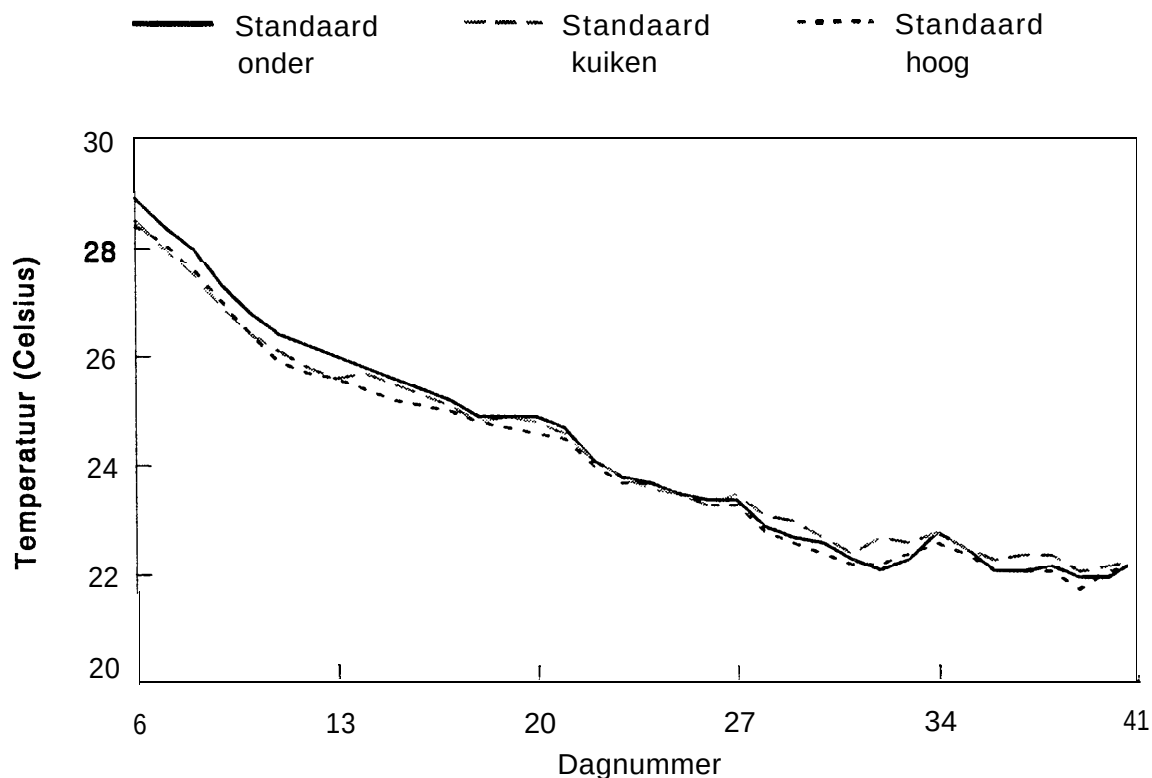


Figuur 6: Visuele beoordeling strooisel - Vochtigheid (tweede proef)

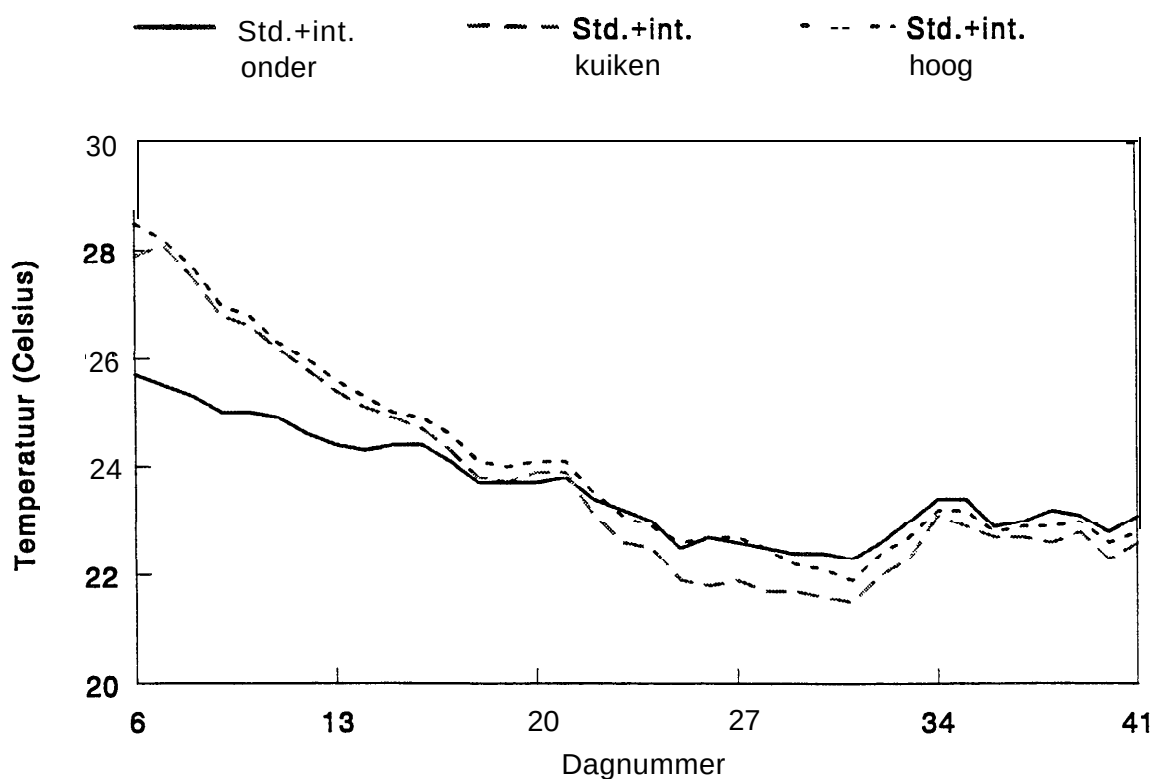


Bijlage 11

Figuur 1: Gerealiseerde temperatuur, bij standaard beïchting, op 3 verschillende hoogten, eerste proef

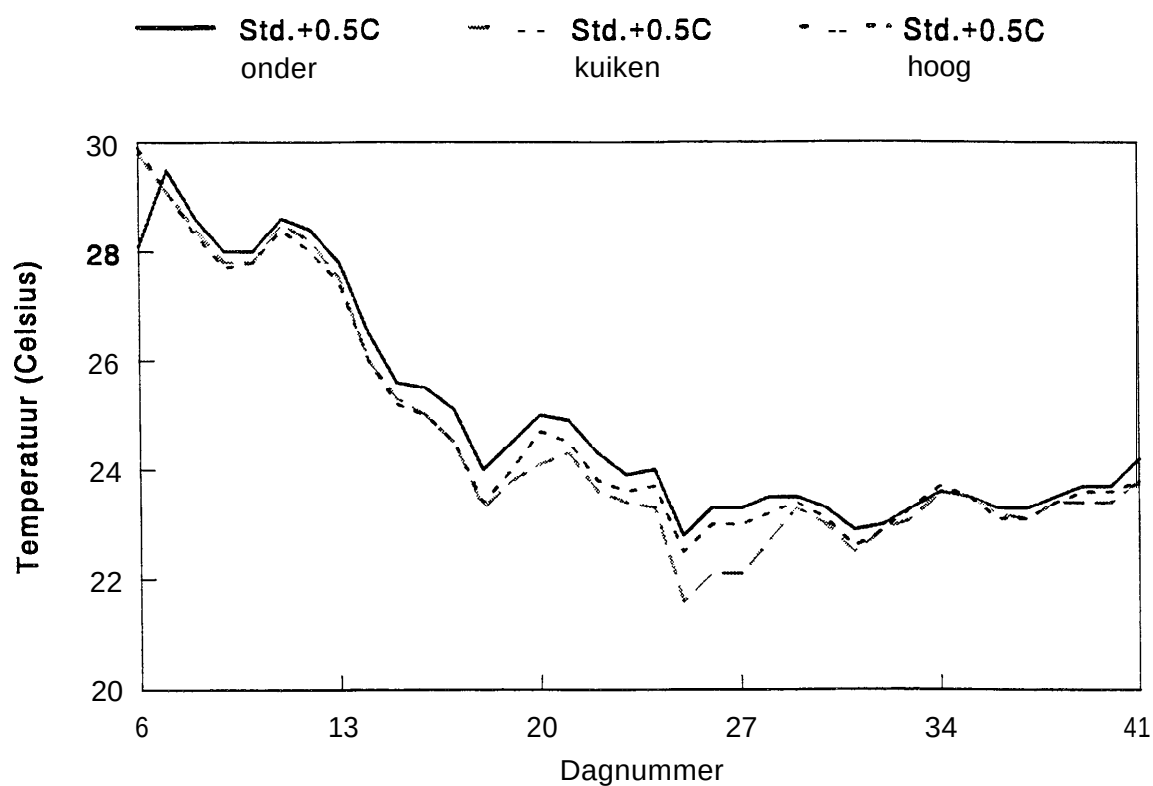


Figuur 2: Gerealiseerde temperatuur bij standaard intermitterende beïchting op 3 verschillende hoogten, eerste proef

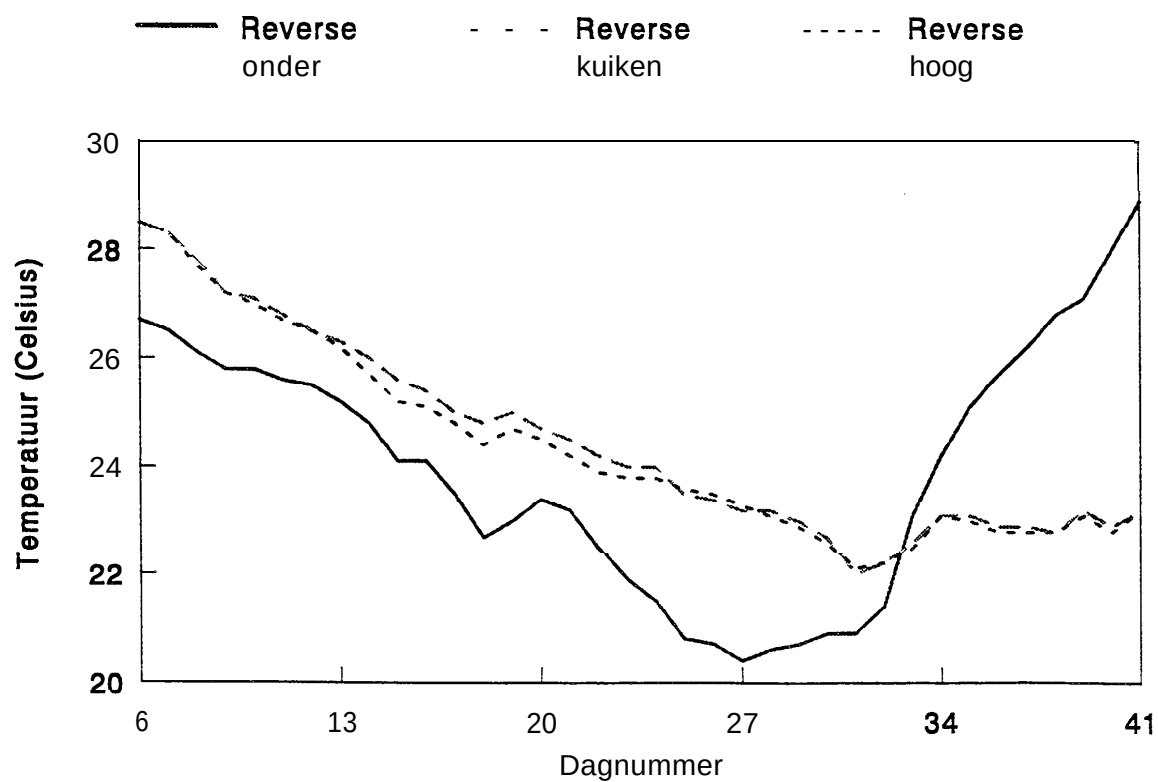


Vervolg bijlage 11

Figuur 3: Gerealiseerde temperatuur bij standaard continue beïchting doch met een hogere staltemperatuur op 3 verschillende hoogten, eerste proef

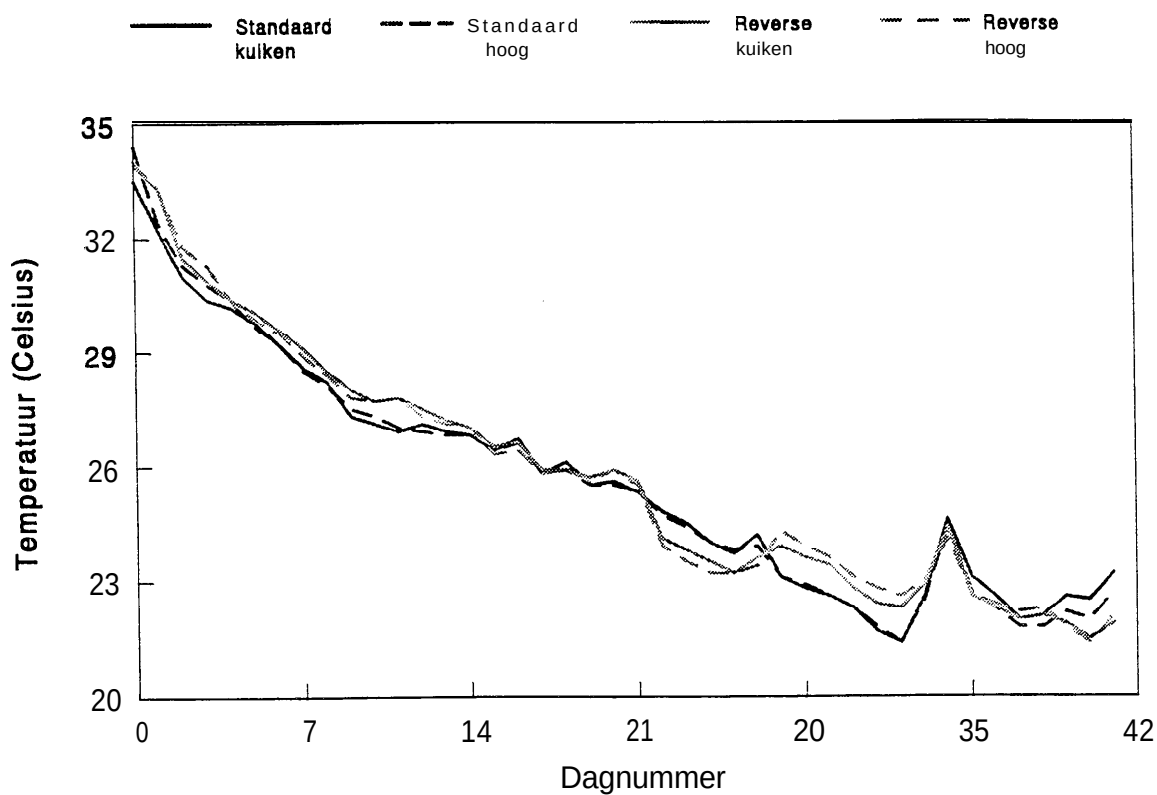


Figuur 4: Gerealiseerde temperatuur bij de omgekeerde beluchting op 3 verschillende hoogten, eerste proef

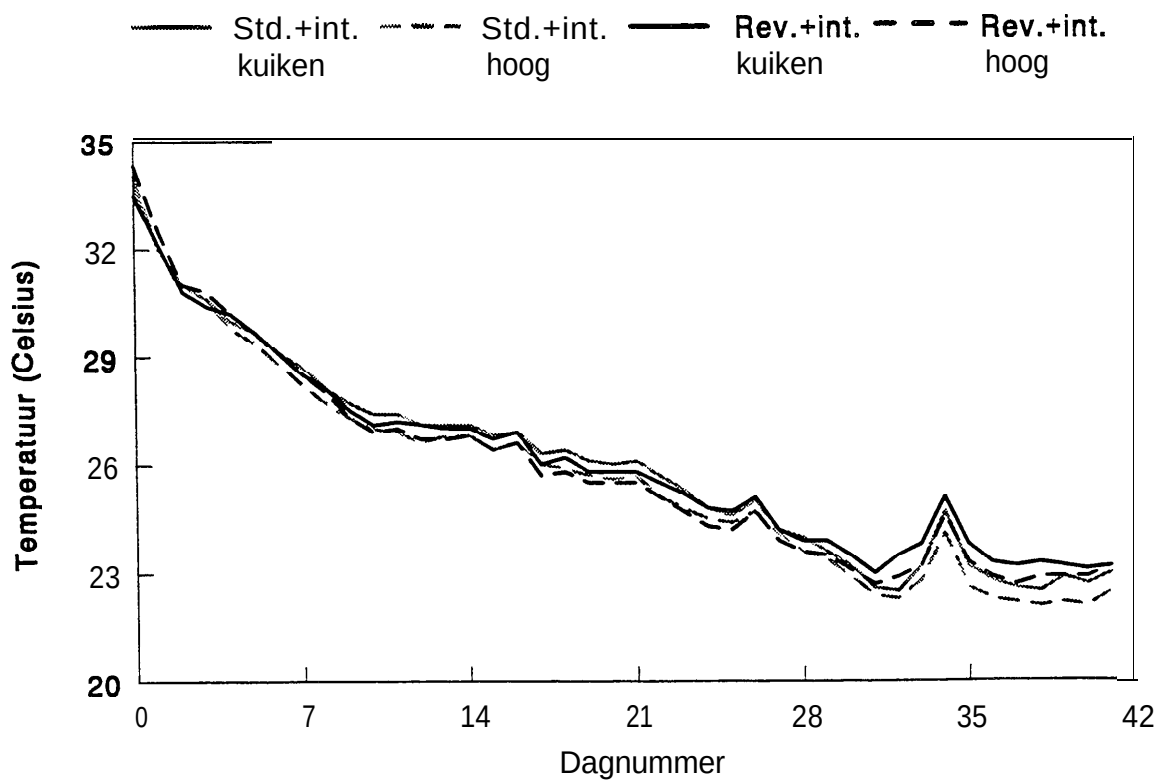


Vervolg bijlage 11

Figuur 5: Gerealiseerde temperatuur bij zowel standaard als omgekeerde continu beluchting op 2 verschillende hoogten, tweede proef

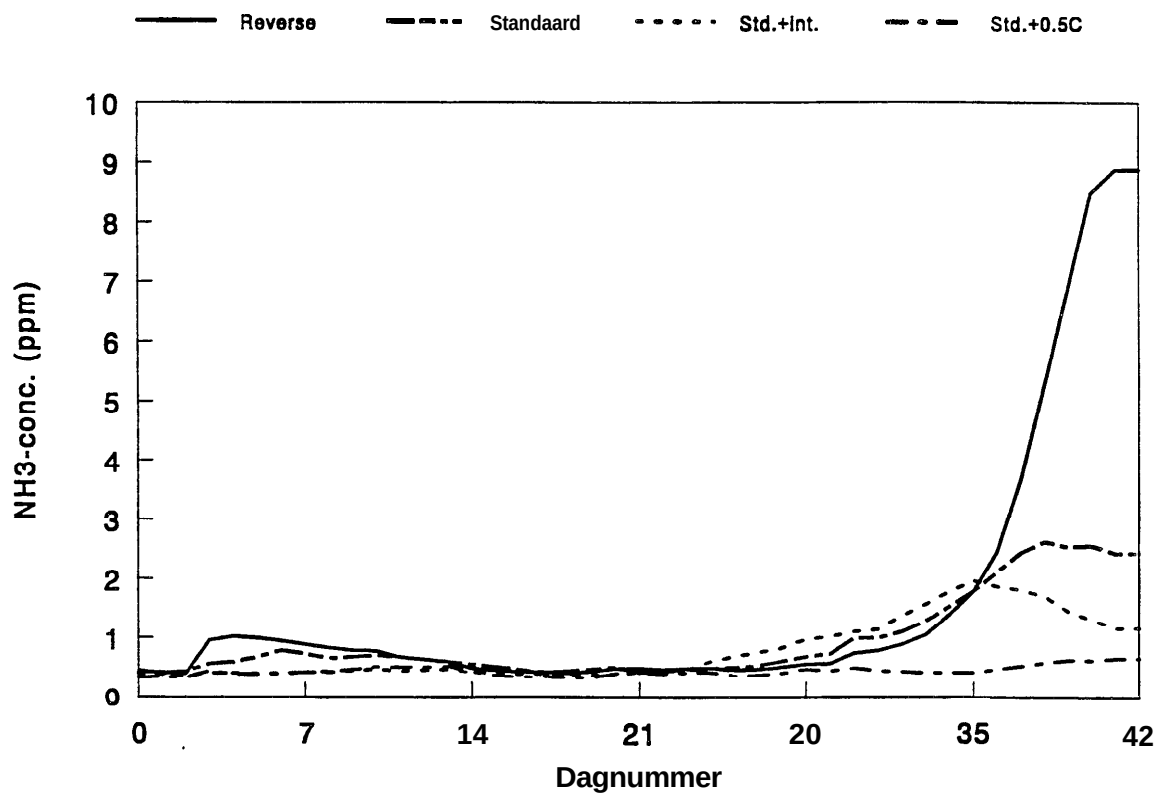


Figuur 6: Gerealiseerde temperatuur bij zowel standaard als omgekeerde intermitterende beluchting op 2 verschillende hoogten, tweede proef

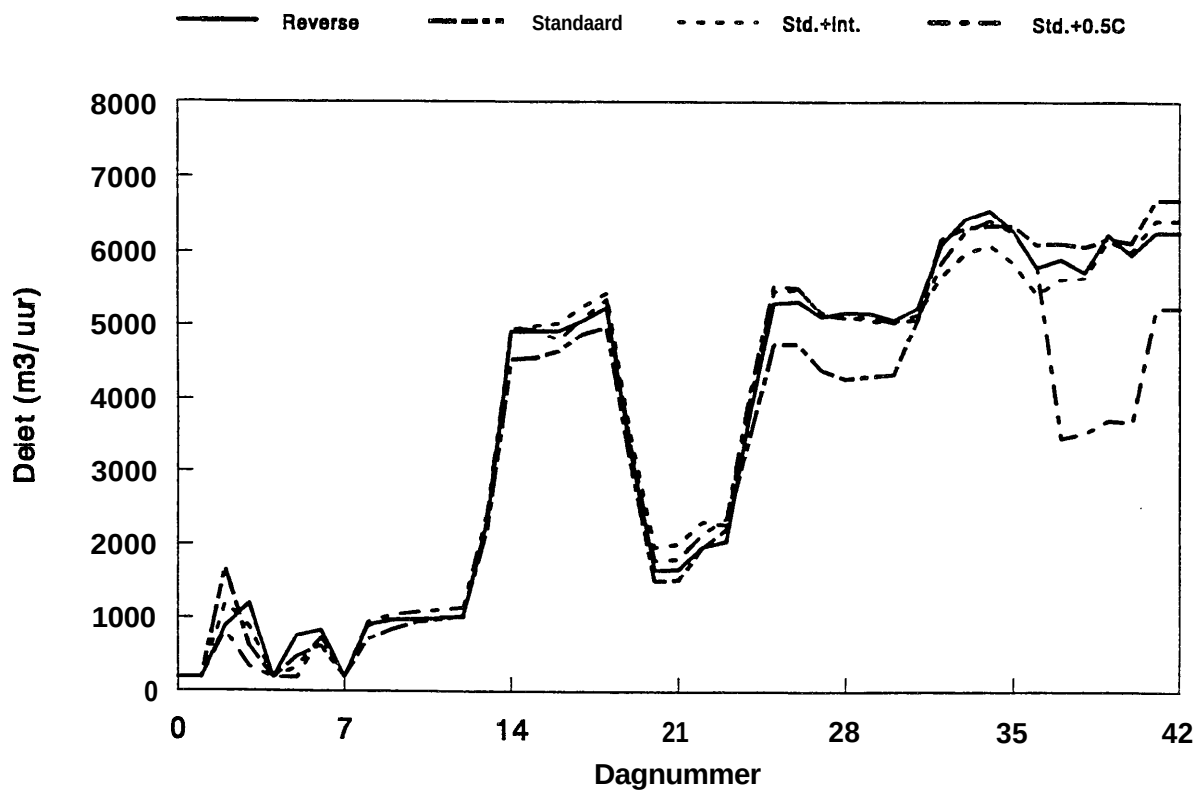


Bijlage 12

Figuur 1: Ammoniak concentratie, eerste proef

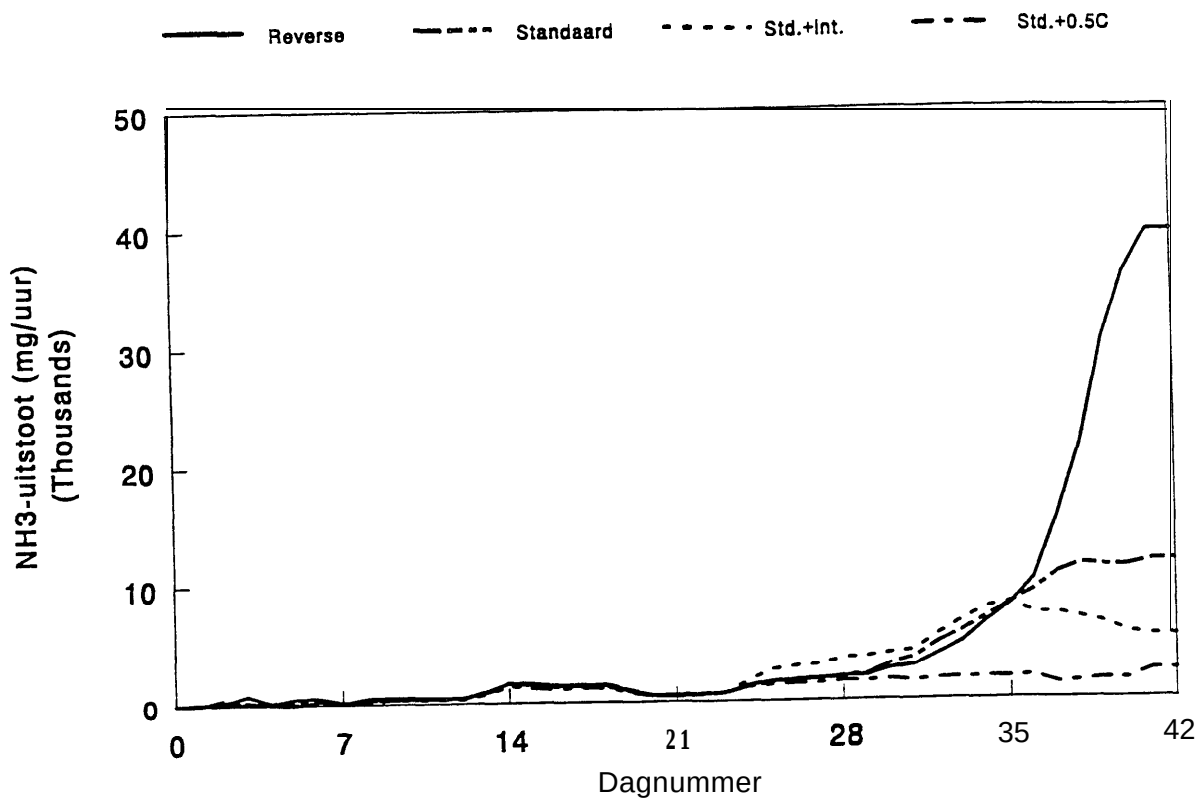


Figuur 2: Ventilatie-debiet, eerste proef

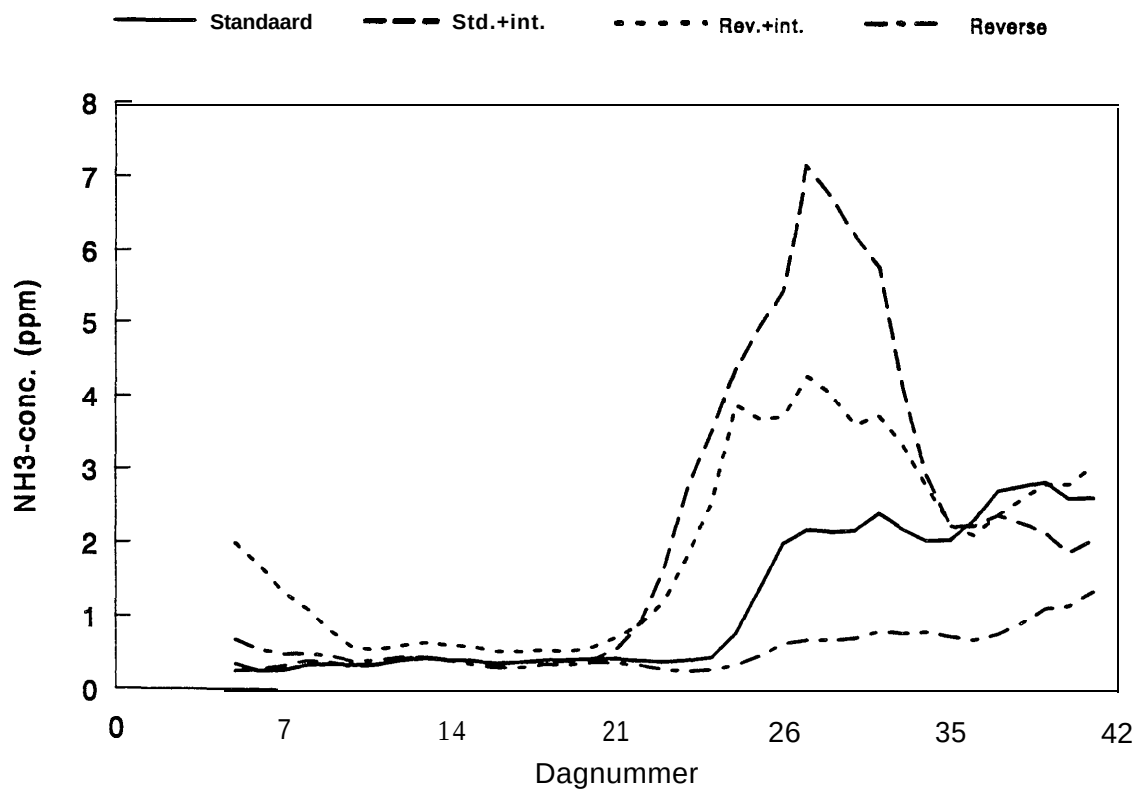


Vervolg bijlage 12

Figuur 3: Ammoniakemissie, eerste proef

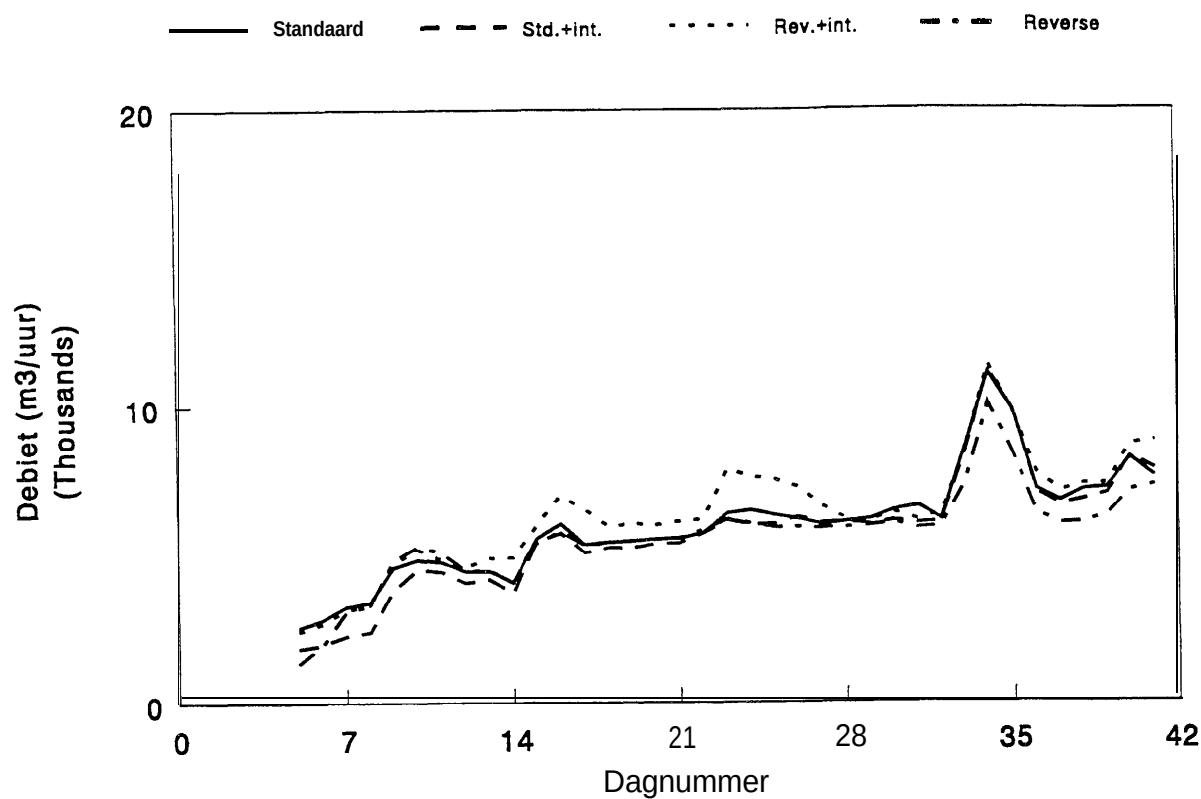


Figuur 4: Ammoniak concentratie, tweede proef

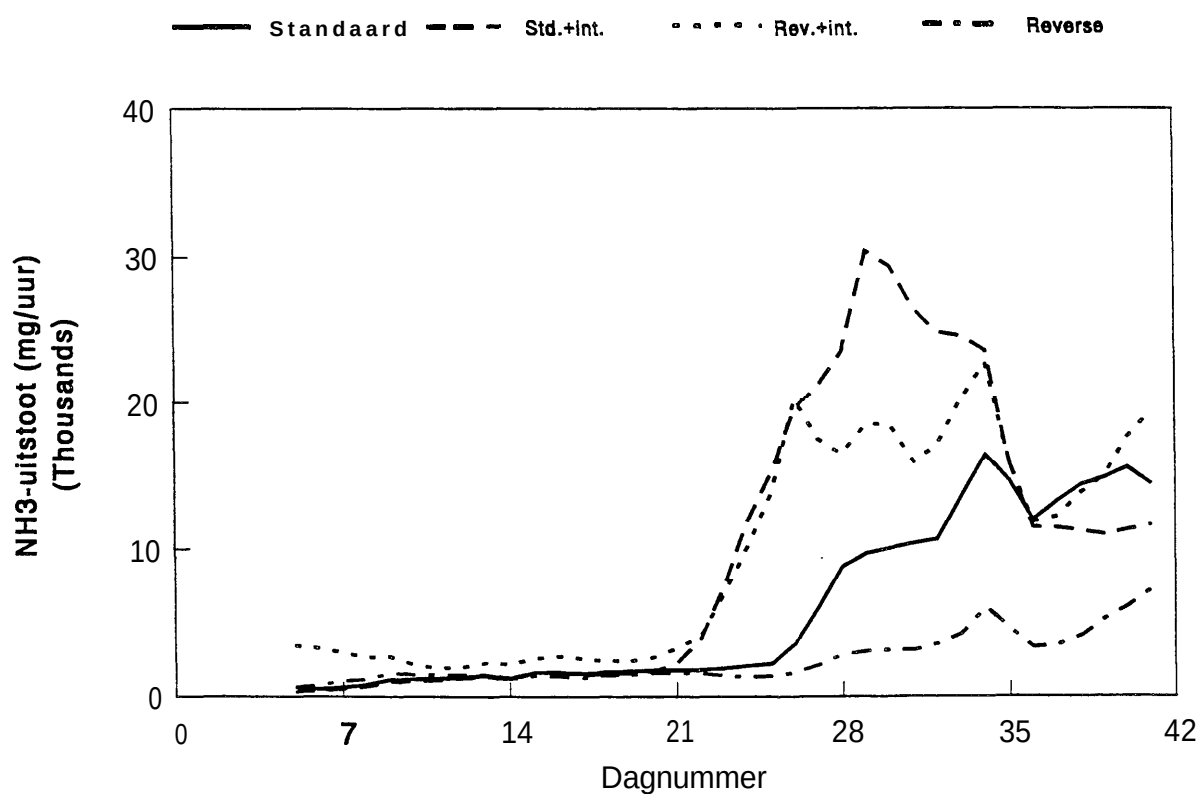


Vervolg bijlage 12

Figuur 5: Ventilatie-debiet, tweede proef

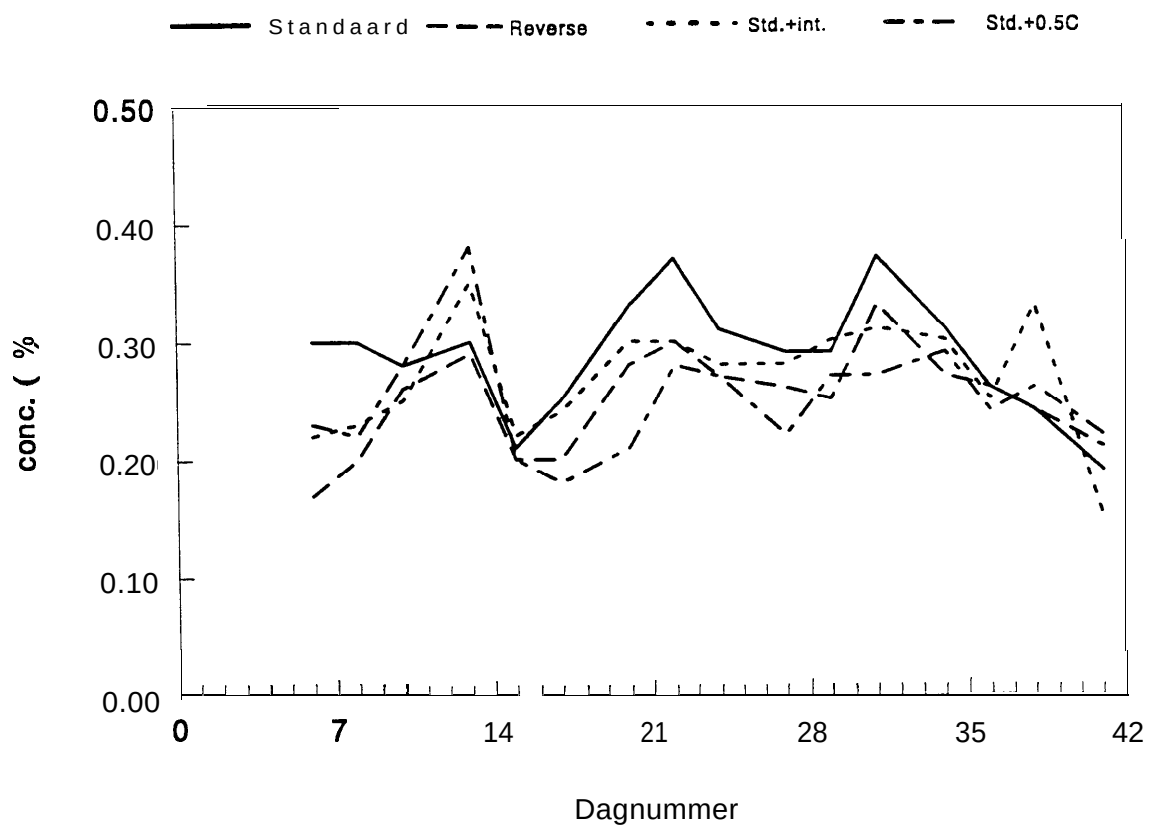


Figuur 6: Ammoniakemissie, tweede proef

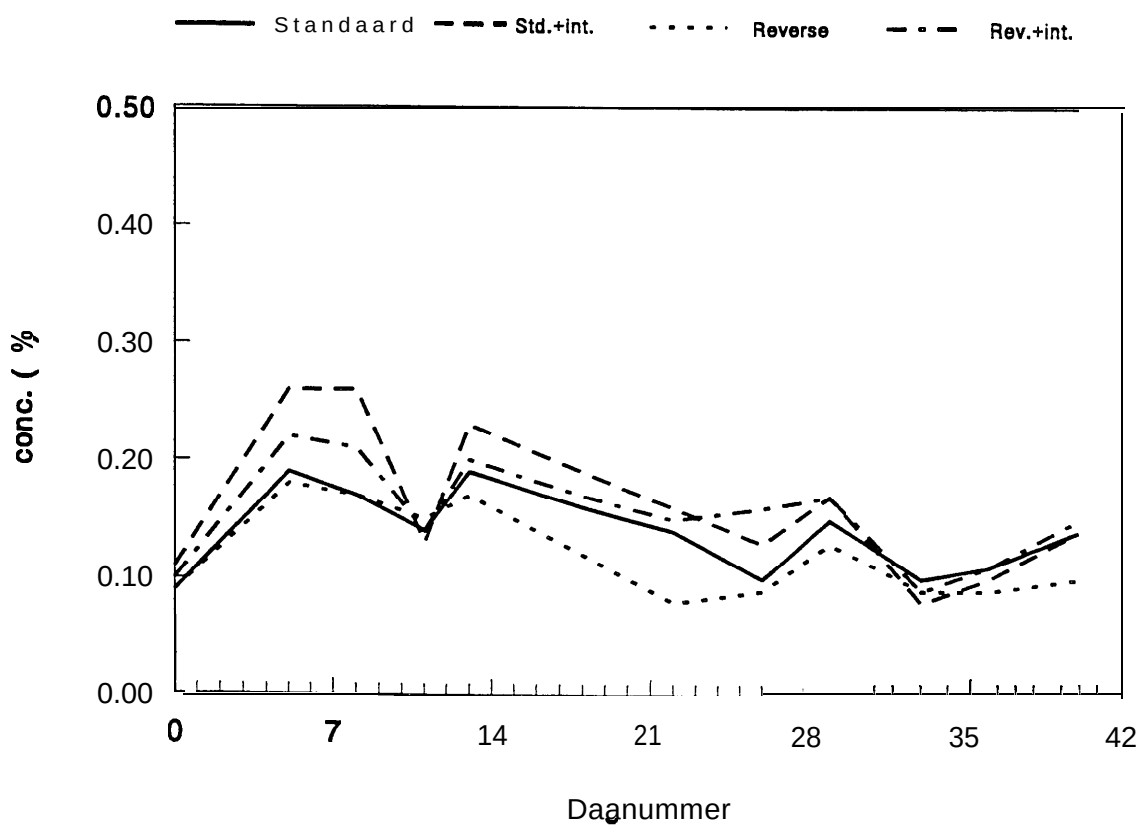


Bijlage 13

Figuur 1: Verloop CO₂-concentratie, eerste proef



Figuur 2: Verloop CO₂-concentratie, tweede proef



Verloop stofconcentratie in stallucht, tweede proef

