



PraktijkRapport Pluimvee 14

# Inrichting, verlichting, ammoniak en stof bij volièreonderzoek (2e proef)



Juli 2004

**Pluimvee**





## Colofon

### Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek  
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad  
Telefoon 0320 - 293 211  
Fax 0320 - 241 584  
E-mail [info.po.asg@wur.nl](mailto:info.po.asg@wur.nl)  
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

### Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

### © Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

### Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

### Bestellen

ISSN 1570-8624  
Eerste druk 2003/oplage 120  
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

### Abstract

The Applied Research of Animal Husbandry conducted a study into two aviary systems. The effects of different layouts and illumination on technical performance, ammonia emission and dust concentration were considered.

Key words: laying hens, aviary systems, layout, illumination, technical results, ammonia, dust

### Referaat

ISSN 1570-8624  
R.A. van Emous, H.H. Ellen en Th.G.C.M. Fiks- van Niekerk (Praktijkonderzoek)  
Layout-, verlichtings-, ammoniak en stofonderzoek bij volière (2e proef) (2004)  
PraktijkRapport Pluimvee 14  
49 pagina's, 12 figuren, 8 tabellen

Het Praktijkonderzoek heeft onderzoek gedaan naar twee volièresystemen. Hierbij is gekeken naar de effecten van verschillende inrichtingen en verlichting op technische resultaten, ammoniakemissie en stofconcentratie.

Trefwoorden: leghennen, volièresystemen, inrichting, verlichting, technische resultaten, ammoniak, stof



PraktijkRapport Pluimvee 14

# Inrichting, verlichting, ammoniak en stof bij volièreonderzoek (2e proef)

## Layout, illumination, ammonia and dust in an aviary study

R.A. van Emous  
H.H. Ellen  
Th.G.C.M. Fiks-van Niekerk

Juli 2004

## Voorwoord

De laatste 15 jaar is veel aandacht en onderzoek uitgegaan naar het ontwikkelen van volwassen alternatieven voor de legbatterij. Begin jaren '90 is een omvangrijk onderzoeksproject afgerond, waarbij volièrehuisvesting als alternatief voor de batterij werd gepresenteerd. Hoewel het onderzoek ertoe geleid heeft dat het volièresysteem werd beschouwd als een alternatief voor het batterijsysteem, is in eerste instantie een beperkt aantal bedrijven met het volièresysteem aan de slag gegaan. Bijna alle praktijkbedrijven met volièresystemen hebben na verloop van tijd uitloop voor de hennen gecreëerd en verkopen de eieren niet als volière-ei, maar als 'eieren van dieren met vrije uitloop'. De reden is duidelijk: de opbrengst wordt hierdoor hoger. Omdat deze eieren overwegend naar Duitsland worden geëxporteerd moet men aan de Duitse KAT-regels voldoen. Deze regels stellen onder andere eisen aan de inrichting van de stal.

In 1999 is de Europese richtlijn voor de houderij van leghennen gewijzigd, met als gevolg dat de batterij in het jaar 2012 verboden is. De wijziging in de EU-richtlijn heeft een prikkel gegeven aan de belangstelling voor onderzoek naar volièresystemen. De laatste jaren is vooral in Nederland een enorme belangstelling ontstaan voor alternatieve systemen (zowel scharrel als volière). Toch zijn alle problemen op het gebied van met name arbeidsaspecten nog niet opgelost.

In opdracht van het Productschap voor Pluimvee en Eieren en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft het Praktijkonderzoek in 2002 een nieuw project gestart om knelpunten van volièrehuisvesting voor leghennen op te lossen. Twee systeemfabrikanten, Jansen Poultry Equipment en Big Dutchman, en een fabrikant van verlichtingssystemen, Hato B.V., hebben met de verstrekking van bedrijfsinrichting bijgedragen aan de realisatie van dit project. In dit rapport staan de resultaten van de tweede proefronde. Het streven naar duurzame houderijsystemen blijkt uit de diverse invalshoeken van het onderzoek. Naast dierenwelzijn heeft het Praktijkonderzoek ook aandacht gegeven aan milieu- en arbeidsaspecten (stof). De gepresenteerde resultaten vormen de basis voor vervolgonderzoek, maar verschaffen ook informatie aan ondernemers die overwegen te investeren in een alternatief huisvestingssysteem in de leghennenhouderij. Het Praktijkonderzoek levert hiermee een bijdrage aan de verdere ontwikkeling en introductie van volièrehuisvesting in de praktijk.

Ir. N. Verdoes  
Clustermanager Huisvesting en Techniek

## Samenvatting

Ter vervanging van de legbatterij voor leghennen worden in de Europese richtlijn (1999/74) van 19 juli 1999 twee andere houderijsystemen genoemd. Het ene is een nieuw type houderijsysteem, de verrijkte kooi. Het andere wordt gevormd door scharrel- en volièresystemen, samen de alternatieve systemen genoemd. Hoewel deze systemen al enige tijd in de praktijk gebruikt worden, zijn er een aantal knelpunten, die toepassing op grotere schaal tot nu toe tegenhouden. Deze knelpunten liggen op het gebied van arbeid, stof, ammoniakemissie en economie. Door een aantal veranderingen in regelgeving is de noodzaak tot onderzoek aan deze systemen sterk toegenomen. Bij de opzet van het onderzoek is getracht op twee veranderingen in regelgeving in te spelen:

1. op de inrichting van het systeem (EU en KAT)
2. op de regels voor snavelbehandelingen (EU en Ingrepbesluit) en

Daarnaast besteden we aandacht aan ammoniakemissie en arbeid.

In de zomer van 2000 is een proef opgestart met leghennen op twee nieuwe volièresystemen gevolgd door een herhaling van de proef die in het voorjaar van 2002 aanving. In dit rapport wordt verslag gedaan van de ervaringen van de tweede proef waarbij regelmatig wordt teruggekeken naar de eerste proef.

### Inrichting

De nieuwe EU-regelgeving maakt geen onderscheid tussen scharrel- en volièresystemen, maar schaaft beide onder de noemer "alternatieve systemen". Behalve de EU-regels heeft de Nederlandse pluimveehouder te maken met de Duitse KAT-normen, die bepalen op welke wijze alternatieve eieren geproduceerd moeten zijn, als ze in Duitsland verkocht worden. Veel huidige scharrel- en volièresystemen voldoen niet aan de toekomstige EU-regels en/of de KAT-normen. Op dit moment worden dan ook veel wijzigingen bedacht en doorgevoerd. De effecten van de aanpassingen en wijzigingen op de houderij van leghennen en op buitennesteieren (bne's), arbeid, stof en ammoniak zijn echter nog niet goed duidelijk.

In het onderzoek zijn twee volièresystemen vergeleken: Natura Nova en Comfort/Compact. De eerstgenoemde was een ruim opgezet systeem met een relatief groot strooiseloppervlak. Het laatstgenoemde systeem was compacter. Beide systemen hadden in het systeem geïntegreerde legnesten.

Er waren geen verschillen in technische resultaten tussen de beide volièresystemen. Het voerverbruik van het totale koppel lag op een gemiddeld niveau en het koppel heeft met gemiddeld 320 eieren per opgehokt hen goed geproduceerd. Dit ondanks de wat hoge uitval. Gemiddeld viel 14% van de dieren uit. Het percentage bne's lag gemiddeld voor beide systemen op hetzelfde niveau als in de vorige proef (1,4%). Het percentage tweede soort eieren was veel lager dan in de vorige proef (4,5 t.o.v. 12%).

### Verlichting

Het verbod op snavelkappen in Nederland is voor de alternatieve huisvestingssystemen voor leghennen uitgesteld met 5 jaar, mits dit op de meest diervriendelijke methode wordt toegepast. Dit betekent dat bij scharrel en volièr het voorlopig mogelijk blijft om snavels van leghennen voor 10 dagen leeftijd (mild) te behandelen. Uit diverse proeven met ongekapte en op jonge leeftijd behandelde leghennen is gebleken dat licht een belangrijke rol speelt bij het ontstaan van verenpikken en kannibalisme (de lichtverdeling, lichtsterkte en de soort verlichting; met name het kleurenspectrum).

Om de invloed van de verlichting te onderzoeken is in de volièresystemen gebruik gemaakt van twee verlichtingsbronnen. Eén type verlichting bestond uit standaard gloeilampen (40 Watt), die aan plafonds en wanden waren gehangen. Om een goede verlichting in het systeem te verkrijgen, waren op diverse plaatsen strenge slangverlichting (een soort gloeilamp) aangebracht. Het andere type verlichting bestond uit verticale hoogfrequente (HF) TL-lampen. Bij dit laatste systeem is, als ondersteuning van de hoofdverlichting, ook gebruik gemaakt van slangverlichting.

Er zijn geen verschillen in technische resultaten gevonden tussen beide verlichtingssystemen. Het percentage bne's was bij de afdelingen met gloeilampen gemiddeld 1,5 en bij de HF TL-lampen 1,3%. Dit lag op hetzelfde niveau als in de vorige proef. Verder was er ook geen verschil in uitval tussen beide verlichtingssystemen.

### Ammoniak

Ammoniak is naast NO<sub>x</sub> en SO<sub>x</sub> een van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De Nederlandse overheid heeft tot doel gesteld dat de ammoniakemissie in het jaar 2005 met 70% moet zijn afgenomen.

In de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) was bij volièresystemen voor leghennen tot april 2004 alleen de norm van 90 gram NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar voor de ammoniakuitstoot opgenomen. Deze norm is gebaseerd op metingen aan volièresystemen waarbij minimaal 50% van de leefruimte bestaat uit rooster en eenmaal per week afdraaien van de mest. Door de KAT-richtlijn (16 dieren per m<sup>2</sup> vloeroppervlak; 9 dieren per m<sup>2</sup> bruikbaar oppervlak) ontstond de situatie dat stallen die aan die richtlijn willen voldoen, niet aan de 50% roosternorm van de Rav voldoen.

Bedrijven met minder dan 50% roosternorm krijgen dan automatisch de norm voor grondhuisvesting van 315 gram NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar. Dit is binnen de milieuvergunning vaak een onmogelijke zaak. Daarom worden stallen noodgedwongen uitgerust met 50% rooster, terwijl dit voor de bezetting niet nodig is. Op die manier worden voor de milieuvergunning inefficiënte stallen ingericht. In de praktijk is dus behoefte aan een norm voor stallen die uitgerust zijn met voliëresystemen met minder dan 50% rooster.

Bij de eerste proef werd gebruik gemaakt van een flinke hoeveelheid lucht voor de mestbeluchting. Dit gaf een hoog stroomverbruik en daarmee samenhangende kosten. In de laatst afgesloten proef is daarom de mest, tijdens de voorgeschreven meetperioden, voornamelijk 's nachts (van 23.00 tot 11.00 uur) belucht met 0,7 m<sup>3</sup> lucht per dierplaats per uur. Buiten de voorgeschreven meetperioden werden twee andere beluchtingsmethoden vergeleken met continu beluchting met 0,7 m<sup>3</sup> lucht per dierplaats per uur.

Alleen 's nachts beluchten (23.00 - 11.00 uur met 0,7 m<sup>3</sup>/hen/uur) gaf ten opzichte van continu beluchten met 0,7 m<sup>3</sup>/hen/uur een besparing op de elektriciteitskosten van 55%. De ammoniakemissie ging echter met ongeveer 40% omhoog. Het drogestofgehalte van de mest is lager waardoor de kosten voor mestafzet stijgen. Afhankelijk van de prijzen voor energie en mestafzet is het de vraag of minder beluchten economisch zinvol is. Continu beluchten met 0,35 m<sup>3</sup> lucht/dier/uur leverde een energiebesparing van gemiddeld ruim 40% op, maar ook circa 70% hogere ammoniakemissie. De beluchtingsmethode met 0,85 m<sup>3</sup> in 10 uur('s nachts) gaf een verhoging van de ammoniakemissie met 75%, terwijl de energiebesparing op circa 50% uit kwam. Alle emissiewaarden bleven beneden de emissiefactor van 90 gram per dierplaats per jaar. Ook met minder dan 50% rooster én minder beluchten is deze emissiefactor dus haalbaar.

### **Stof**

In voliëresystemen voor leghennen is in het verleden een aantal knelpunten met betrekking tot arbeidsaspecten geconstateerd. Naast het rapen van bne's is de hoge concentratie stof in voliëresystemen een behoorlijke arbeidsbelasting waar nog geen goede oplossing voor is. Blootstelling aan hoge stofconcentraties kan een negatieve invloed hebben op de gezondheid van de pluimveehouder en van de dieren.

Tijdens het afgesloten onderzoek waren de gemiddelde stofconcentraties hoog. Vooral die van het inhaleerbaar stof. De waarde hiervan lag bij alle factoren gemiddeld boven de MAC-waarde van 10 gr/m<sup>3</sup>. Gemiddeld over alle metingen was de concentratie 15,7 gr/m<sup>3</sup>. De gemiddelde waarde voor respirabel stof lag gemiddeld op 3,3 gr/m<sup>3</sup> (MAC-waarde = 5 gr/m<sup>2</sup>).

De stofconcentratie (zowel inhaleerbaar als respirabel) bij het wel of niet aanstaan van de mestbandbeluchting verschilde nauwelijks van elkaar.

Bij het toepassen van extra schemerperiodes waren duidelijk lagere stofconcentraties te zien tijdens deze periodes. Ze lijken een mogelijkheid te bieden om te gebruiken bij werkzaamheden in de dierruimte. Wel moet het voldoende licht zijn om de werkzaamheden uit te voeren.

De gemiddelde stofconcentratie bij normaal ventileren of laag afzuigen was niet verschillend voor inhaleerbaar stof. Bij respirabel stof was er echter een klein verschil in het voordeel van laag afzuigen.

## Summary

To replace the traditional battery cages for laying hens two other types of systems are mentioned in the EU-Directive 1999/74 of 19 July 1999. One is a new type of housing, the enriched cage. The other type of systems are the aviary and deep litter systems, together called 'alternative systems'. Although these systems are already being used on commercial farms for some time, there are some problems that prevent the use of these systems on large scale. These problems relate to labour, dust, ammonia emission and economical traits. The changes in legislation lead to new research questions. When setting up this study two changes in legislation were mainly looked at:

1. Changes in layout of the system (EU and KAT regulations);
  2. Ban on beak trimming (EU and Dutch legislation). Ammonia emission and labour were also taken into account.
- In the summer of 2000 an experiment was started with laying hens in two new aviary systems followed by a repeated experiment, which was started in the spring of 2002. This report describes the results of the second experiment, while the first experiment is regularly looked back on.

### System layout

The new EU-Directive does not distinguish between deep litter systems and aviaries, but mentions them together as 'Alternative systems'. Apart from the EU-Directive the Dutch farmer has to meet the German KAT-regulations, that determine how alternative eggs should be produced if they are to be sold in Germany. Many deep litter- and aviary houses do not meet both EU and KAT regulations (consequent). Therefore, the lay-out of these systems has to be changed and the adapted systems have to be tested on commercial farms. The effects of these changes in layout on floor eggs, labour, dust and ammonia are not very clear.

Two different types of aviary systems were tested: Natura Nova and Comfort/Compact. The first was a widely set up system with a relatively large litter area. The second was built more compact. Both systems had the nestboxes integrated in the system.

No differences could be found in technical performance between the two aviary systems. Feed consumption of the total flock was average and the flock produced well at an average of 320 eggs per engaged hen, despite slightly too high a level of mortality (14%). The percentage of outside-nest eggs was at the same level as in the first experiment (1.4%) on average for both systems. The percentage of second-rate eggs was much lower than in the first experiment (4.5 compared with 12%).

### Lighting systems

The Dutch ban on beak trimming has been postponed for 5 years, provided the beak treatment will be performed as mild as possible. This means that in deep litter systems and aviaries beak trimming will be allowed if it is done before 10 days of age. Several trials with non beak-trimmed hens and mildly beak-trimmed hens showed that light plays an important role in preventing feather pecking and cannibalism. Important aspects are light distribution, light intensity, and type of light (colours). To investigate the influence of light the aviaries were illuminated with two different systems: 1. standard light bulbs (40 Watt) on the ceiling and the walls and light tubes between the wire floor levels; 2. vertical Fluorescent Lighting tubes.

No differences were found in technical results between the two illumination systems. The percentage of outside-nest eggs was 1.5% in compartments with bulbs and 1.3% on average in compartments with HF neon light, which was the same as in the first experiment. There was not any difference in mortality between the two illumination systems either.

### Ammonia emission

Besides  $\text{NO}_x$  and  $\text{SO}_x$ , ammonia is one of the most important acidifying components in our environment. The goal of the Dutch government is to realise a reduction in ammonia emission of 70% in the year 2005.

In Dutch legislation the ammonia emission for aviaries with laying hens has been set on till April 2004 only one single figure (90 grams per henplace per year). This is based on an aviary with at least 50 % of the liveable area consisting of wire floors and manure removal once a week. The KAT-regulations (16 hens/m<sup>2</sup> floor surface, 9 hens/m<sup>2</sup> usable area) caused a situation that many henhouses that want to meet those rules, will not meet the requirement of at least 50 % wire floor. In the Dutch legislation no figures are mentioned for these systems. If the wire floor area is less than 50% the figures for deep litter systems are used: 315 grams per henplace per year. Within the environmental permissions of farms this mostly can not be realised, so farms tend to build in at least 50% wire floor, even if they don't need it for stocking density. This however means that the henhouses are not furnished in the most efficient way. An ammonia emission figure for aviary systems with less than 50% wire floor is needed.

In the first experiment a considerable amount of air was used for aerating manure, which led to a high energy consumption and related costs. In the latest experiment the manure was therefore aerated mainly at night during the measuring periods (from 11 pm to 11 am) with 0.7 m<sup>3</sup> of air/animal/h. Outside these measuring periods two other aerating methods were compared with continuous aerating with 0.7 m<sup>3</sup> animal/h.

With aerating only at night (from 11 pm to 11 am with 0.7 m<sup>3</sup>/hen/h) a decrease in energy costs could be realised of 55% compared with continuous aerating with 0.7 m<sup>3</sup>/hen/h. Ammonia emission increased, however, by approximately 40%. Dry matter content of the manure was lower, due to which the costs of manure disposal increased. Depending on the prices of energy and manure disposal it can be questioned whether aerating less is economically profitable.

Continuous aerating with 0.35 m<sup>3</sup> of air/animal/h resulted in an energy reduction of on average over 40%, but also in a 70% higher ammonia emission. The aerating method with 0.85 m<sup>3</sup> in 10 hours (at night) resulted in an increased ammonia emission of 75%, while energy reduction was approximately 50%. All emission values remained below the emission factor of 90 g/animal place/yr. Thus, this emission factor is also feasible with less than 50%- slats and less aerating.

### **Dust**

In aviary systems for laying hens several problems with regard to labour conditions are pointed out, that make application of these system on commercial farms less attractive. Apart from collecting floor eggs the high concentration of dust in aviary systems is a negative aspect that hasn't yet been solved. High dust levels can affect the health of both farmer and birds.

During the experiment the average dust concentrations were high. Particularly the inhalable dust value was high, above the MAC-value of 10 g/m<sup>3</sup> for all factors. The average concentration was 15.7 g/m<sup>3</sup> for all measurements. The average value for respirable dust was 3.3 g/m<sup>3</sup> (MAC-value = 5 g/m<sup>3</sup>). The dust concentration (inhalable as well as respirable) did not show much difference, whether or not the manure belt aerating system was on.

When applying extra half-light periods, dust concentrations were clearly lower during these periods. They can possibly be applied when work has to be done in the animal facilities, but there should be sufficient light to carry out these activities.

The average dust concentration at normal ventilation or low-level exhaustion was not different for inhalable dust. In case of respirable dust there was, however, a small difference in favour of low-level exhaustion.



# Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methode</b> .....	<b>4</b>
2.1	Proefaccommodatie .....	4
2.2	Diermateriaal .....	5
2.3	Proefbehandelingen .....	5
2.4	Verzorging .....	6
2.5	Waarnemingen .....	7
2.6	Statistiek .....	9
<b>3</b>	<b>Resultaten</b> .....	<b>10</b>
3.1	Inrichting en verlichting .....	10
3.2	Ammoniakonderzoek .....	16
3.3	Stof .....	20
<b>4</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Praktijktoepassing</b> .....	<b>24</b>
	<b>Literatuur</b> .....	<b>25</b>
Bijlage 1	Schematische weergave van de twee volièresystemen .....	27
Bijlage 2	Details van de volièresystemen .....	28
Bijlage 3	Verenkleedbeoordeling per verlichting en verschillende leeftijden .....	29
Bijlage 4	Berekening percentage faeces in strooisel .....	30
Bijlage 5	Technische resultaten per week Natura Nova .....	31
Bijlage 6	Technische resultaten per week Comfort/Compact .....	33
Bijlage 7	Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Natura Nova) .....	35
Bijlage 8	Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact) .....	39
Bijlage 9	Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per meetperiode .....	43
Bijlage 10	List of tables and figures .....	48

## 1 Inleiding

Zowel in Nederland als in Europa wil het beleid de traditionele legbatterij uitbannen. Ter vervanging van dit type huisvesting worden in de Europese richtlijn (1999/74) van 19 juli 1999 twee andere houderijsystemen genoemd. Het ene is een nieuw type houderij, de verrijkte kooi. Het andere wordt gevormd door scharrel- en volièresystemen. Scharrel en volièr worden samen de alternatieve systemen genoemd. Hoewel men deze systemen al enige tijd in de praktijk gebruikt, zijn er een aantal knelpunten, die toepassing op grotere schaal tot nu toe tegenhouden. Deze knelpunten liggen op het gebied van arbeid, stof, ammoniakemissie en economie. Eind jaren '80 en begin jaren '90 is veel onderzoek gedaan naar volièresystemen en het gebruik ervan in de praktijk. Gebrek aan financiering heeft het volièreonderzoek enige tijd stilgelegd. Door een aantal veranderingen in regelgeving is de behoefte aan onderzoek aan deze systemen weer sterk toegenomen. Doordat ook de financiers van het Praktijkonderzoek dit zeer wenselijk achtten, konden we het volièreonderzoek vervolgen. Op 30 juli 2001 is de eerste proef afgesloten en dit rapport behandelt de vervolproef.

Bij de opzet van dit vervolg is getracht op twee veranderingen in regelgeving in te spelen: 1. op de systeem-layout (EU en KAT) en 2. op de snavelbehandelregels (EU en Ingrepenbesluit). Verder besteden we aandacht aan ammoniakemissie en arbeid.

### Inrichting

De nieuwe EU-regelgeving maakt geen onderscheid tussen scharrel- en volièresystemen, maar schaaft beide onder de noemer "alternatieve systemen". Uit berekeningen van het LEI komt naar voren dat de toekomstige "alternatieve systemen" waarschijnlijk veel gelijkenis vertonen met volières. Behalve de EU-regels heeft de Nederlandse pluimveehouder te maken met de Duitse KAT-normen, die bepalen op welke wijze alternatieve eieren geproduceerd moeten zijn, als ze in Duitsland verkocht worden. Veel huidige scharrel- en volièresystemen voldoen niet aan de toekomstige EU-regels en/of de KAT-normen. Op dit moment bedenken pluimveehouders met "alternatieve systemen" veel wijzigingen en voeren deze door. Ook de fabrikanten van volièresystemen spelen in op de nieuwe regelgeving en komen met nieuwe systeeminrichtingen. De effecten van de aanpassingen en wijzigingen op de houderij van leghennen zijn echter nog niet goed duidelijk. Veel fabrikanten kiezen op dit moment voor een volièresysteem met een geïntegreerd legnest (niet naast, maar in de stellingen). Vaak wordt de watervoorziening in de buurt van het legnest geplaatst, wat een verlagend effect moet hebben op het aantal buitennesteieren (bne's). Deze 'nieuwe generatie' volières is echter nog niet goed onderzocht op hun effect op bne's, arbeid, stof en ammoniak.

In de voorgaande proef hebben we geen aantoonbare verschillen aangetroffen tussen de verschillende systemen en lag het percentage bne's met gemiddeld 1,3% op een laag niveau.

### Verlichtingsonderzoek

Tot nu toe werden de snavels van volièrehennen meestal op 6 weken leeftijd gekapt. Verenpikken veroorzaakte in deze systemen dan ook nauwelijks schade. Zowel de nieuwe EU-regelgeving (EU-verordening, 1999) als het Nederlandse Ingrepenbesluit (1996) verbieden het snavelkappen echter. Het Ingrepenbesluit verbiedt op termijn elke snavelbehandeling, maar omdat dat op dit moment nog niet haalbaar bleek, is dit verbod voor de alternatieve huisvestingssystemen voor leghennen uitgesteld met 5 jaar. Er mag voorlopig dus een snavelbehandeling worden toegepast, mits dit op de meest diervriendelijke methode gebeurt. Dit betekent dat bij scharrel en volièr het voorlopig mogelijk blijft om snavels van leghennen te behandelen. De Europese regelgeving stelt dat het behandelen van de snavels slechts tot 10 dagen leeftijd is toegestaan. Daarom zijn in de afgesloten proef de snavels van de dieren op jonge leeftijd (8 dagen) met een V-vormig mes behandeld. De snavels van op jonge leeftijd behandelde hennen groeien echter behoorlijk aan, waardoor de dieren op latere leeftijd toch nog problemen met verenpikken en kannibalisme kunnen geven. Met name in grote groepen dieren is dit moeilijk in de hand te houden. Pluimveehouders met volièresystemen hebben in de toekomst naar verwachting dus meer behoefte aan informatie over het voorkómen van verenpikken en kannibalisme.

Uit diverse proeven met niet gekapte en op jonge leeftijd behandelde leghennen is gebleken dat licht een belangrijke rol speelt op pikkerij. Te denken valt aan de lichtverdeling, lichtsterkte en de soort verlichting (met name het kleurenspectrum).

Tijdens de eerste proef hadden de dieren te maken met verschillende uitvalsoorzaken. Flink problemen met verenpikken en kannibalisme waren echter meer het gevolg van de milde snavelbehandeling en niet zo zeer van de verlichtingssystemen. Verder waren de dieren tijdens de eerste proef direct vanaf de aanvang van de legperiode schrikkerig. Naast bloedluizen zijn er IB- en E. Coli-infecties geweest, die de productie nadelig hebben beïnvloed. Bij beide verlichtingssystemen werden deze problemen evenredig aangetroffen. Door de hiervoor genoemde gezondheidsproblemen viel gemiddeld bijna 22% van de dieren uit. Met betrekking tot de technische resultaten, uitvalsoorzaken, percentage bne's en kwaliteit van het verenkleed waren er geen verschillen tussen beide verlichtingssystemen.

### Ammoniakonderzoek

Als belangrijkste verzurende componenten van ons milieu noemen we: zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ),  $\text{NO}_x$  (stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ )), ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) en hun reactieproducten  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$ .

In Nederland werd in 1993 86% van de verzuring veroorzaakt door  $\text{NH}_x$  afkomstig uit eigen land en kwam 92% daarvan uit de landbouw. Het aandeel  $\text{NH}_x$  aan de totale verzuring in Nederland is in 1993 geschat op 47% (Heij en Schneider, 1995). De overheid heeft als doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau van 1980 in het jaar 2005 met 70% moet zijn afgenomen (Notitie Mest- en Ammoniakbeleid, 1993).

In de Rav (Regeling ammoniak en veehouderij) van 1 mei 2002 is bij volièresystemen voor leghennen maar één norm (90 gram  $\text{NH}_3$  per dierplaats per jaar) voor de ammoniakuitstoot opgenomen. Deze norm is gebaseerd op 11 metingen aan verschillende volièresystemen zonder mestbandbeluchting en één met mestbandbeluchting. Sinds april 2004 is daar een tweede norm bijgekomen van 55 gram.

De norm in de Rav gaat uit van een systeem waarbij minimaal 50% van de leefruimte bestaat uit rooster met daaronder mestbanden (Staatscourant, 2002). Ook staat aangegeven dat de mestbanden minimaal eenmaal per week moeten worden afgedraaid en de roosters moeten minimaal in twee etages zijn gesitueerd. Er is geen eis gesteld voor het toepassen van mestbandbeluchting. In het verleden was de 50% roosternorm nooit een probleem, omdat bij praktijkstallen met volièresystemen meestal meer dan 20 dieren per  $\text{m}^2$  vloeroppervlak werden opgezet. Door de KAT-richtlijn (16 dieren per  $\text{m}^2$  vloeroppervlak; 9 dieren per  $\text{m}^2$  bruikbaar oppervlak) is de situatie ontstaan dat veel stallen die aan die richtlijn willen voldoen, niet aan de 50% roosternorm van de Rav voldoen. In de Rav zijn naast de 90 gram norm geen andere ammoniakuitstootnormen voor volièresystemen opgenomen. Bedrijven die niet voldoen aan de 50% roosternorm, krijgen dan automatisch de norm voor grondhuisvesting van 315 gram  $\text{NH}_3$  per dierplaats per jaar. Dit is binnen de milieuvergunning vaak een onmogelijke zaak en daarom worden stallen noodgedwongen uitgerust met 50% rooster, terwijl dit voor het aantal dieren niet nodig is. Op die manier richt men voor de milieuvergunning inefficiënte stallen in. In de praktijk is dus behoefte aan een norm voor stallen die uitgerust zijn met volièresystemen met minder dan 50% rooster en voorzien zijn van mestbandbeluchting met  $0,7 \text{ m}^3/\text{dier}/\text{uur}$ .

De huidige volièresystemen worden veel minder intensief gebruikt dan waarvoor ze in eerste instantie bedoeld waren. Het volièresysteem is namelijk ontwikkeld als alternatief voor de batterij en moest dus een hoge bezetting dieren per vierkante meter vloeroppervlak hebben (meer dan 20 dieren). Bij de huidige systemen houdt men meestal minder dieren per vierkante meter, wat minder mest in het strooisel geeft en dus een dunnere strooisellaag. Dit moet een verbetering van de strooiselconditie tot gevolg hebben. Praktisch gezien betekent dit dat bij de nieuwe volièresystemen (met een lage bezetting) een hoger drogestofgehalte haalbaar moet zijn (meer dan 80%). Tevens kan het gebruik van mestbandbeluchting nog een extra reductie geven op de ammoniakuitstoot. In gedroogde mest verlopen de afbraakprocessen van urinezuur (component van de faeces van de kip) minder snel zodat minder ammoniak ontstaat (Groot Koerkamp, 1993).

In de vorige proef werden voor de systemen van Big Dutchman (31,5% rooster) en Jansen Poultry Equipment (56,7% rooster) respectievelijk ammoniakuitstoten van 25 en 41 gram per dierplaats per jaar gevonden. Bij die proef werd gebruik gemaakt van een flinke hoeveelheid beluchtingslucht ( $0,7 \text{ m}^3$  lucht/hen/uur), wat zorgde voor een hoog stroomverbruik en daarmee samenhangende kosten. In de laatst afgesloten proef is daarom de mest, tijdens de voorgeschreven meetperioden, voornamelijk 's nachts (van 23.00 tot 11.00 uur) belucht met  $0,7 \text{ m}^3$  lucht/hen/uur. Dit om zo optimaal mogelijk gebruik te maken van het nachttarief voor stroom. Buiten de voorgeschreven meetperioden zijn twee andere beluchtingsmethoden onderzocht om het effect na te gaan op het drogestofgehalte van de mest op de mestbanden en de ammoniakemissie. De beluchtingsmethoden waren  $0,35 \text{ m}^3$  lucht per hen per uur continu-beluchting en  $0,85 \text{ m}^3$  lucht per hen per uur gedurende 10 uur ('s nachts; 23:00 tot 09:00 uur).

Beide proefinstellingen werden vergeleken met de controle:  $0,7 \text{ m}^3$  lucht/dier/uur gedurende 24 uur (instelling gelijk aan de vorige proef).

### Stofonderzoek

In volièresystemen voor leghennen zijn een aantal knelpunten met betrekking tot arbeid geconstateerd, die grootschalige toepassing van dit houderijsysteem in de praktijk belemmeren. Naast het rapen van buitennesteieren (bne's) is de hoge concentratie stof in volièresystemen een behoorlijke arbeidsbelasting waar nog geen afdoende oplossingen voor zijn. Blootstelling aan hoge stofconcentraties kan een negatieve invloed hebben op de gezondheid van de pluimveehouder en de dieren. Er wordt onderscheid gemaakt in de grootte van de deeltjes. Inhaleerbaar stof is de stoffractie die kan worden ingeademd en respirabel stof is de fractie die tot in de longblaasjes kan doordringen. Mogelijke bronnen van stof zijn voer, mest, strooisel, veren en huidschilfers. Uit metingen door IMAG-DLO (Drost et al., 1995) bleek dat de concentratie inhaleerbaar stof bij volièresystemen 7,56 tot  $16,92 \text{ mg}/\text{m}^3$  was.

Bij batterijsystemen werd een tien tot twintig maal lagere concentratie inhaleerbaar stof gevonden ( $0,68 \text{ mg/m}^3$ ). Voor respirabel stof werden waarden gevonden van  $3,69$  tot  $7,56 \text{ mg/m}^3$  voor volièresystemen en  $0,07 \text{ mg/m}^3$  voor batterijsystemen.

De Inspectiedienst van Sociale Zaken en Werkgelegenheid heeft MAC-waarden (Maximaal Aanvaardbare Concentratie) vastgesteld voor de stofconcentratie op werkplekken (Ellen, 1997). De MAC-waarden voor inhaleerbaar en respirabel stof zijn respectievelijk  $10$  en  $5 \text{ mg/m}^3$ . Deze waarden gelden voor een 8-urige werkdag en voor anorganisch stof. Stof in pluimveestallen bestaat voor 90% uit organische stof (schimmels, bacteriën, etc.). Het is hierdoor niet goed duidelijk of we de genoemde normen ook kunnen hanteren voor pluimveestallen.

Uit de vorige proef bleek dat, ondanks de lage bezetting, er nog veel inhaleerbaar stof werd ontwikkeld. Wel bleek de hoeveelheid respirabel stof wat lager zijn. In het laatste onderzoek is getracht om de stofontwikkeling te beperken door de minimum ventilatiebehoefte direct boven het strooisel af te zuigen. Dit gebeurde door een buizenstelsel (circa 30 cm boven het strooisel), aangesloten op een ventilator. Het idee was dat het stof dat uit het strooisel kwam direct werd afgezogen en niet de kans kreeg om zich in de stallucht te mengen. De hoop was om het stofniveau vooral op manshoogte te verlagen.

Een andere methode om de stofbelasting voor de pluimveehouder te verlagen was om tijdens controlerondes de lichtsterkte te verlagen. Uit het vorige onderzoek is gebleken dat als de dieren in rust kwamen (licht uit) het stofniveau in 15 minuten afnam naar circa 25% van het normale niveau. Om dit effect ten volle te benutten werd de lichtsterkte minimaal 15 minuten, voordat de proefbegeleiders in de afdelingen kwamen, sterk verlaagd. Dit werd bereikt door de hoofdverlichting uit te schakelen en de nokverlichting in te schakelen. Uit lichtsterktemetingen bleek dat het lichtniveau op het strooisel dan tussen de 0 en 1 lux was. Op de stellingen was de lichtsterkte dan tussen de 5 en 10 lux.

## 2 Materiaal en methode

In dit hoofdstuk behandelen we achtereenvolgens de proefaccommodatie, het gebruikte diermateriaal, de proefbehandelingen, de verzorging, de waarnemingen en de statistiek.

### 2.1 Proefaccommodatie

Het onderzoek is uitgevoerd in leghennenstal P5 van het Praktijkcentrum Pluimveehouderij "Het Spelderholt" te Beekbergen (zie figuur 1). Deze stal bestond uit acht afdelingen, allen volledig donker en met mechanische ventilatie. Iedere afdeling kon als een aparte stal worden beschouwd. De lucht kwam door een verlaagd ventilatieplafond in de afdeling en werd door twee ventilatoren per afdeling onderin de muur weer afgezogen (lengteventilatie).

Het ventilatieplafond had zes luchtinlaatkanalen; elk kanaal was voorzien van twee rijen regelbare gaatjes met een maximale grootte van 1 x 1 cm. De verlichting bestond uit dimbare verticale HF TL-lampen (ED58 en ED 2x36 van de firma Hato BV) of gloeilampen (40 Watt) aangevuld met slangverlichting. Elke afdeling was 8,15 m breed en 12,8 m lang.

Vier van de acht afdelingen van de legstal hebben we gebruikt voor het onderzoek naar volièrehuisvesting (figuur 1). In twee afdelingen stond een gecombineerd volièresysteem (Comfort 2A + 2 stellingen Compact 2) van de firma Jansen Poultry Equipment en in twee afdelingen was een Natura-Nova-systeem van Big Dutchman geplaatst. Gedetailleerde tekeningen en beschrijvingen van de beide systemen staan in bijlage 1.

#### **Jansen Poultry Equipment (Comfort 2-A + Compact 2):**

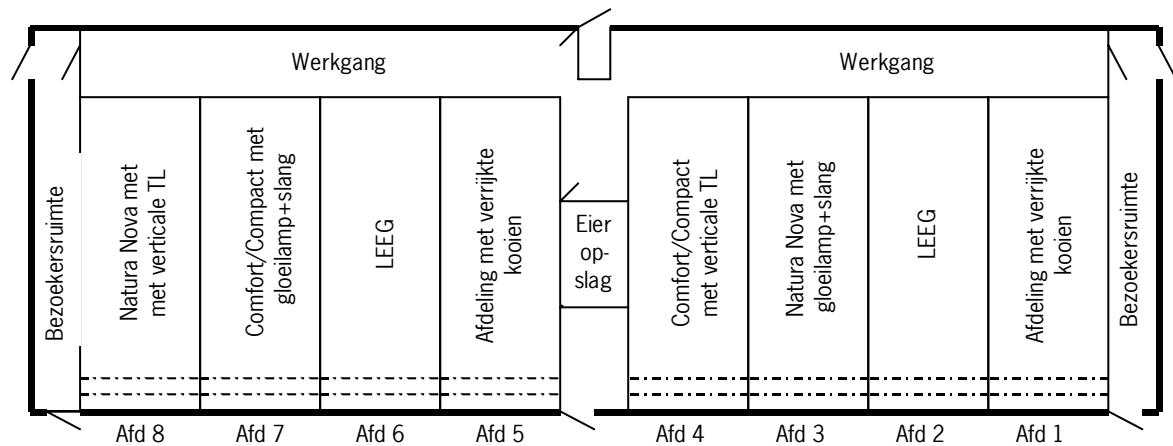
Het systeem van Jansen was een combinatie van één stelling Comfort 2-A (met geïntegreerd legnest) en twee stellingen van het Compact 2 systeem. Het systeem had 72 m<sup>2</sup> roosteroppervlak en 54,9 m<sup>2</sup> strooiseloppervlak. In totaal bestond het systeem uit 126,9 m<sup>2</sup> bruikbaar oppervlak en 56,7% van het bruikbare oppervlak bestond uit roosteroppervlak. De roosters voor de legnesten mochten we niet meetellen als bruikbaar oppervlak, omdat er geen mestbanden onder geplaatst waren. Voer kwam bij de dieren door middel van voergoten met een sleepketting en het water via drinknippels die voor het legnest hingen. Het legnest was geïntegreerd in het systeem (Comfort 2-A). Voor controle konden we het deksel van het legnest oplichten met behulp van een lier. De legnesten waren uitgerust met een bruine astroturf mat op de bodem en een uitdrijfsysteem. De eieren werden per rij legnesten apart afgedraaid en verzameld. Het systeem was uitgevoerd met mestbandbeluchting op alle etages. Verder waren in lengterichting houten zitstokken aangebracht.

#### **Big Dutchman Natura-Nova 2E:**

Het systeem van Big Dutchman bestond uit één stelling met zowel legnesten, etages en voer- en watersystemen bij elkaar. De basis was een breed rooster met aan de ene kant een opbouw met een smaller rooster met daarboven een zitstokgedeelte. In dit gedeelte was ook het voer- en watersysteem aangebracht. Aan de andere kant waren, boven elkaar, twee rijen legnesten geplaatst die van elkaar versprongen (bijlage 1). De legnesten hadden bruine astroturf bodems en een uitdrijfsysteem. Om de verdeling tussen de bovenste en onderste legnest te verbeteren, waren voor deze proef aan de achterkant van het onderste legnest openingen gemaakt. Hierdoor viel meer licht in het onderste legnest. Om stofeieren te voorkomen was de onderkant van de eierbanden bedekt met een mestband. Verder waren de opvoerstukken naar de raaptafel bedekt om stofaanslag te voorkomen. Het systeem bestond uit 31,4 m<sup>2</sup> roosteroppervlak (inclusief rooster voor bovenste legnest) en 68,4 m<sup>2</sup> strooiseloppervlak.

Twee afdelingen van de stal werden gebruikt voor het onderzoek naar verrijkte kooien en twee afdelingen stonden leeg. Met een luchtbehandelingskast konden we de hoeveelheid en de temperatuur van de lucht, die via de bandbeluchting in de afdeling kwam, worden instellen. De hoeveelheid lucht konden we in zeven stappen variëren. De binnenkomende buitenlucht kon verwarmd worden met een c.v.-installatie.

**Figuur 1** Plattegrond proefstal



## 2.2 Diermateriaal

Voor het onderzoek zijn op een leeftijd van 16 weken en 4 dagen (23 april 2002) 3.904 leghennen (Bovans Goldline) opgezet. In de afdelingen 3 en 8 (Natura Nova) werden per afdeling 898 leghennen geplaatst en in de afdelingen 4 en 7 (Comfort/Compact) 1.054 leghennen per afdeling. De dieren zijn op 28 december 2001 geboren en opgefokt op een commercieel opfokbedrijf met een volière opfokstelsel van Farmer Automatic. De snavels van de dieren zijn op jonge leeftijd (10 dagen) met een V-vormig mes behandeld. Van de snavelpunt werd (vanaf punt snavel tot neusgat) een hoeveelheid die in de praktijk gebruikelijk is verwijderd (circa 2/3). Op 74 weken leeftijd (2 juli 2003) zijn de dieren geruimd.

## 2.3 Proefbehandelingen

In deze paragraaf worden de proefbehandelingen per onderzoek apart behandeld.

### Verlichtingsonderzoek

Uitgangspunt van het volièreonderzoek was om inzicht te verkrijgen in de invloed van de verlichting op problemen met verenpikken, kannibalisme en buitennesteieren (bne's). Om dit een bredere toepasbaarheid te geven is gewerkt met twee typen volières. Er is gekozen voor twee extremen wat betreft verlichting. Bij beide volièresystemen werd een afdeling ingericht met gloeilampen en een afdeling met verticale hoogfrequente (HF) TL-lampen (figuur 1).

De verlichting met gloeilampen bestond uit standaard gloeilampen (vier rijen van vijf is 20 stuks), aan het plafond en zijwanden bevestigd. Om een goede verlichting te krijgen waren op enkele plaatsen onder of tussen de etages strengen slangverlichting gemonteerd. Het andere type verlichting bestond uit verticale HF TL-lampen (2 rijen met 3 en 1 rij met 2 TL-lampen). Door de verticale positie schenen ze ook tussen de etages. In afdeling 8 werden ten opzichte van de eerste proef voor aanvang van de legperiode naast het looppad in het systeem twee extra TL-lampen aangebracht. In de vorige proef was het namelijk te donker in en tussen het systeem.

### Ammoniakonderzoek

Voor het onderzoek naar de ammoniakuitstoot is gekeken naar het effect van een lage bezetting en het toepassen van mestbandbeluchting bij twee verschillende volièresystemen. Verder is gekeken naar het verschil in ammoniakemissie bij twee verschillende roostervloeroppervlakken. De mestbandbeluchting was gedurende de proef tijdens de voorgeschreven meetperioden steeds ingesteld op minimaal 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur tijdens de nachtperiode (tussen 23.00 en 11.00 uur). Buiten de voorgeschreven meetperioden is onderzoek gedaan naar andere beluchtingschema's om het energieniveau te minimaliseren bij een acceptabele beluchtingshoeveelheid:

- 0,35 m<sup>3</sup> lucht per hen per uur continu-beluchting
- 0,85 m<sup>3</sup> lucht per hen per uur gedurende 10 uur ('s nachts van 23:00 tot 09:00 uur)

Beide proefinstellingen werden vergeleken met de controle: 0,7 m<sup>3</sup> lucht/dier/uur gedurende 24 uur (instelling gelijk aan de vorige proef).

Het Natura Nova-systeem bestond slechts voor 31,5% uit rooster (van het totale bruikbare oppervlak), terwijl het Comfort/Compact-systeem een roosterpercentage van 56,7% had. De bezetting was voor het Natura Nova en het Comfort/Compact systeem bij aanvang van de proef respectievelijk 13,1 en 14,5 dieren per vierkante meter vloeroppervlak.

### Stofonderzoek

In het onderzoek is gekeken naar het effect van drie factoren op de stofconcentratie. Hieronder staan de drie factoren kort omschreven. De uitgebreidere proefopzet staat beschreven in het kader.

#### *Mestbandbeluchting*

De mest werd tijdens de meetperioden dat de mestbandbeluchting aan stond continu belucht met 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur. De andere instelling was dat de mestbandbeluchting uitstond.

#### *Lichtschema*

De volgende twee lichtschema's zijn toegepast tijdens het onderzoek:

Tijd	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
N	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(N= Normale lichtschema, E= Lichtschema met extra schemerperiodes, zwart = donker, grijs = schemer, wit = licht)

#### *Laag afzuigen*

In de afdelingen zijn verdeeld over de volle breedte buizen opgehangen om lucht af te zuigen. De hoeveelheid lucht was minimaal de minimum ventilatiebehoefte van de dieren (1 m<sup>3</sup>/dier/uur). De buizen hebben een diameter van 110 mm en zijn voorzien van een enkele rij gaatjes van 10 mm. De hoogte waarop ze hingen, was afhankelijk van de plaats en varieerde van 35 tot 42 cm (onderkant buis tot vloer). De buizen werden per afdeling aangesloten op een centrifugaalventilator. De lucht is rechtstreeks afgevoerd naar buiten, door één van de bestaande afvoerkanalen van de ventilatie. De in dit kanaal aanwezige ventilator werd tijdens de meetperiode uitgeschakeld.

#### *Metingen stofconcentratie*

De metingen naar de stofconcentratie zijn als volgt uitgevoerd:

- 1<sup>e</sup> meetperiode; 6 september - 4 oktober 2002
- 2<sup>e</sup> meetperiode; 3 januari - 31 januari 2003
- 3<sup>e</sup> meetperiode; 21 februari - 21 maart 2003
- 4<sup>e</sup> meetperiode; 11 april - 9 mei 2003
- 

## 2.4 Verzorging

De leghennen werden op 16 weken en 4 dagen leeftijd opgezet. De dieren hadden zo voldoende tijd om aan de systemen te wennen voordat de legperiode begon. Het opzetten vond overdag plaats en de dieren werden uit de containers direct op de etages geplaatst. De dieren waren nuchter aangeleverd en kregen na plaatsing direct de beschikking over water en voer. De eerste 8 dagen hebben we de dieren, voordat 's avonds de verlichting uitging, op de etages geplaatst.

De buitennesteieren (bne's) raapten we vanaf het begin van de leg vier- tot vijfmaal per dag. Bij het ouder worden van de dieren is dit teruggebracht naar tweemaal per dag. Bij het toenemen van het percentage bne's werd de frequentie weer opgevoerd.

In de strooiselruimte lag een dunne laag zand op de vloer (1 kg/m<sup>2</sup>).

Bij het Natura Nova-systeem was vanaf opzet tot 9 dagen na plaatsen de vloer onder de onderste etage afgesloten (bijlage 1) om te voorkomen dat de dieren hier eieren gingen leggen. Om dezelfde reden werd bij het Comfort/Compact-systeem de bovenste etage van de middelste stelling in dezelfde periode afgesloten.

### Voeding

Alle hennen kregen direct vanaf opzet super legmeel scharrel (fase 1) van ABCTA. Vanaf 61 weken leeftijd is 1% grit aan het voer gevoegd om de schaalsterkte op een goed niveau te houden. Er is niet overgeschakeld naar een andere fase.

Vanaf het begin van de legperiode kregen de dieren tijdens de lichtperiode iedere 1,5 uur voer. Per dag werd per hen ongeveer 1 gram gemengd graan (kuikenzaad 3) in de strooiselruimte gestrooid. Dit deden we in de middag omdat dan de meeste eieren waren gelegd en om de dieren tijdens het leggen niet te storen.

Bij alle afdelingen werd het water gedurende de donkerperiode afgesloten. Tijdens de lichtperiode kregen de dieren onbeperkt water.

### Verlichting

Het licht ging op 16 weken leeftijd om 07:00 uur aan en om 18:00 uur uit (tabel 1). Tot 21 weken leeftijd kwam er aan het einde van de lichtperiode ('s avonds) per week steeds een uur licht bij totdat een aaneengesloten lichtperiode was bereikt van 16 uur. Om "nachteieren" te voorkomen kregen de leghennen vanaf 20½ week leeftijd een uur schemerverlichting voor de hoofdverlichting. Vanaf 21 weken leeftijd werd de schemerverlichting uitgebreid naar 2 uur. Nadat het percentage bne's gemiddeld onder 1% kwam (na de topproductie) werd de lichtperiode vervroegd.

's Avonds werd de gedurende de gehele legperiode gebruik gemaakt van schemerverlichting (45 minuten) om de dieren naar de etages te lokken.

**Tabel 1** Verlichtingschema tijdens de legperiode

Leeftijd (wkn)	Hoofdverlichting		Daglengthe	Schemerverlichting <sup>1</sup>	
	Aan	Uit		Aan	Uit
16	07:00	18:00	11	-	-
17	07:00	19:00	12	-	-
18	07:00	20:00	13	-	-
19	07:00	21:00	14	-	-
20	07:00	22:00	15	-	-
20½	07:00	22:00	15	06:00	07:00
21	07:00	23:00	16	05:00	07:00
27½	06:00	22:00	16	04:00	06:00
28½ tot eind	05:00	21:00	16	03:00	05:00

<sup>1</sup> In de periode van 18 tot en met 25 weken waren er geen schemerperiodes

### Legnest

Op de laatste dag van de productieweek (maandag) hielden we iedere week zoveel mogelijk vaste raaptijden aan om grote fluctuaties in weekproducties te voorkomen. Tevens haalden we op de maandag, voor het eieren rapen, de legnesten leeg.

Nadat het eerste ei gevonden was, kregen de dieren direct de beschikking over de legnesten. De legnesten gingen 1 uur voordat de hoofdverlichting aanging open en 2 uur voordat het licht 's avonds uitging dicht. Vanaf 28½ week leeftijd gingen de legnesten 2 uur eerder open dan de hoofdverlichting aanging (vanaf 03:00 uur).

### Klimaat

De afdelingstemperatuur was bij aanvang van de ronde ingesteld op 20 °C.

De mestbandbeluchting was in alle afdelingen ingesteld op een temperatuur van 17 °C en minimaal 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/dag (binnen meetperiodes). De mest is de gehele legperiode eenmaal per week afgedraaid.

## 2.5 Waarnemingen

### Zoötechnisch

Dagelijks hebben we per afdeling geregistreerd:

- Voerverbruik per afdeling;
- Waterverbruik per afdeling;
- Aantal eerste soort, tweede soort en struifeieren per afdeling;
- Aantal buitennesteieren;
- Verdeling van het aantal eieren in de legnesten boven en onder bij de Natura Nova en bij het Comfort/Compact-systeem links en rechts;
- Diergewicht;
- De uitval en indien mogelijk door sectie de oorzaak van uitval.

Wekelijks hebben we per afdeling geregistreerd:

- Verdeling van de tweede soort eieren in kneus/breuk, vuilschalig, windeieren en overige.



Incidenteel hebben we per afdeling geregistreerd:

- Op een leeftijd van 34, 53 en 74 weken leeftijd zijn per afdeling 20 dieren individueel beoordeeld op de kwaliteit van het verenkleed.  
Hierbij werd een score gegeven voor de bevedering voor de achterkop, hals, borst, buik, rug, vleugel, staart, dijbeen en scheenbeen. De onderdelen werden gescoord van 0 (= gaaf) tot 5 (=kaal).
- De lichtsterkte hebben we de legperiode diverse malen gecontroleerd en bijgesteld. Hierbij werd steeds op vaste plekken op het strooisel (kophoogte hen) gemeten.

### Klimaat en mestbandbeluchting

In de stal en buiten zijn de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV) continu geregistreerd. In de stal vond dit plaats met een temperatuurvoeler van Fancom (type SF7) en een gecombineerde temperatuur- en RV-voeler (type RHM17) per afdeling. Deze hingen ongeveer 1,5 m boven de vloer. Voor de buitentemperatuur en RV werden gegevens gebruikt van het KNMI-weerstation dat geplaatst is op "Het Spelderholt". De temperatuur van de lucht die over de mest werd geblazen, is gemeten aan het begin van de kanalen met gaatjes.

### Ventilatie-debiet

Voor het bepalen van het ventilatie-debiet hebben we continu gebruik gemaakt van meetventilatoren. De pulsen van de meetventilator zijn continu weergegeven en iedere 10 -12 minuten geregistreerd door de TOLK-computer. De omrekeningsformule voor het debiet was:

ventilatie-debiet (m<sup>3</sup>/uur)= [(aantal pulsen/uur x 10 x F1)+/-F2]/aantal waarnemingen/uur]. F1 lag tussen 3,59 en 3,79 en F2 tussen -56 en +63.

### Ammoniakmetingen

Voor de ammoniakmetingen is gewerkt volgens het meetprotocol zoals beschreven is in de Beoordelingsrichtlijn Emissiearme stalsystemen van 1996. Voorheen werd dit protocol gebruikt voor Groen-Label metingen. Conform deze richtlijn hebben we gemeten in de zomerperiode (juni t/m augustus) en de winterperiode (oktober t/m december). Deze perioden vielen tussen 22 en 33 weken en 40 en 51 weken leeftijd van de leghennen (tabel 2). De klimatologische omstandigheden waren voor de zomerperiode warm en vochtig en voor de winterperiode koud en redelijk droog.

**Tabel 2** Overzicht meetperioden ammoniakonderzoek

Meetperiode	Begin- en einddatum	Begin- en eindleeftijd (weken)	Aantal meetdagen
Zomerperiode	1 juni - 24 augustus	22 - 33	85
Winterperiode	8 oktober - 31 december	40 - 52	85

De gegevens van de ammoniakmetingen zijn verzameld op een memorycard en vervolgens uitgelezen en overgezet op een PC. Daarna werden ze bewerkt met door PV ontwikkelde programmatuur.

Voor het bepalen van de ammoniakemissie werden het ventilatie-debiet en de ammoniakconcentratie gemeten in de afvoerlucht van een afdeling. NH<sub>3</sub>-NO<sub>x</sub>-converters en een NO<sub>x</sub>-analyzer (model 42 I) hebben we gebruikt voor het bepalen van de NH<sub>3</sub>-concentratie in de afgevoerde lucht (Bleijenberg en Ploegaert, 1994). De luchtmonsters werden getransporteerd door geïsoleerde en verwarmde monsternaleidingen (verwarmingslint 13 W/m en teflonslang FEP tubing 4,35 x 6,35 mm) naar de analyzer. Ook hebben we de ammoniakconcentratie gemeten van de buitenlucht (achtergrondconcentratie). Hiermee werd de ammoniakconcentratie gecorrigeerd voordat we de ammoniakemissie berekenden.

Om de ammoniakmetingen te kunnen controleren is van de meetopstelling een logboek bijgehouden. Tweemaal per week werd de analyzer gekalibreerd met een gecertificeerd kalibratiegas (±40 ppm NO in N<sub>2</sub>; 80 % van de schaal). Ook tweemaal per week werd in de stal de NH<sub>3</sub>-concentratie gemeten met behulp van Kitagawa gasdetectiebuisjes (tube no. 105 SD) en vergeleken met de waarde van de analyzer. Als we te grote afwijkingen constateerden, hing het IMAG een nieuwe gespoelde en gekalibreerde converter op. Was de waarde hierna goed, dan bleef de "nieuwe" converter hangen. IMAG controleerde de rendementen van de converters. Deze waren gemiddeld voor beide meetperioden achtereenvolgens 90, 92, 92, 91 en 90% voor de afdelingen 3, 4, 7, 8 en de buitenlucht. Daarnaast werd dagelijks de werking van de analyzer gecontroleerd. De ammoniakemissie is gecorrigeerd voor de omzettingsefficiëntie van de converters.

Om de ammoniakconcentratie per uur te berekenen is de volgende formule gebruikt:

[waarde : (5 monsters per seconde x 4095 bit)] x maximaal voltsignaal x schaalfactor = ppm NH<sub>3</sub>.

Gemiddelde concentratie per uur in ppm x 0,71 = concentratie in mg/m<sup>3</sup>/uur.

Uit de ammoniakconcentratie en het ventilatie-debiet werd de ammoniakemissie per dag berekend. Gedeeld door het aantal dierplaatsen (opgehokte hennen) geeft dit de ammoniakemissie in grammen per dierplaats per dag voor de desbetreffende periode. Per winter- en zomerperiode is vervolgens de cumulatieve ammoniakemissie berekend en weer omgerekend naar gram per dierplaats per jaar.

Beide meetperioden zijn samengevoegd en omgerekend naar de ammoniakemissie per dierplaats per jaar. Hierbij is gerekend met een legperiode van 59 weken en een leegstandsperiode van 2 weken overeenkomstig het meetprotocol.

Tevens werd een correctie uitgevoerd voor de hoge uitval. Hierbij werden de ammoniakemissies omgerekend naar het aantal aanwezige hennen in plaats van per opgehokte hennen (dierplaatsen).

### **Drogestofgehalte van mestbandenmest en strooisel en dikte strooisellaag**

Binnen de meetperioden zijn van de afdelingen eenmaal per week (op donderdag na 7 dagen drogen), bij het afdraaien van de mest, mestmonsters genomen. Tijdens de winterperiode 11 monsters en tijdens de zomerperiode 8 monsters. Hierbij is een strook mest over de volle breedte van de verschillende mestbanden genomen, gemengd en onderzocht op het drogestofgehalte.

Aan het begin, halverwege en aan het einde van de beide meetperioden is per afdeling op drie plaatsen een deelmonster van het strooisel genomen. Dit werd gemengd tot een totaal monster om het drogestofgehalte te bepalen.

Gelijktijdig met het verzamelen van de strooiselmonsters is ook de dikte van de strooisellaag gemeten. Deze metingen zijn verricht op dezelfde plaatsen waar het strooisel werd verzameld voor de strooiselmonsters.

### **Stofmetingen**

De stofconcentratie is gemeten met de gravimetrische methode (Ellen et al., 1996) Hierbij wordt een filter geplaatst in speciaal gevormde houders, één voor inhaleerbaar en één voor respirabel stof. Door de houder wordt een continue luchtstroom gezogen tijdens een gemeten tijd. Voor en na deze tijd weegt men het filter. De gewichtstoename gedeeld door de hoeveelheid lucht die door de houder is gegaan tijdens de meting, geeft de gemiddelde stofconcentratie over de meetperiode. De stofconcentratie is in de vier afdelingen steeds tegelijk gemeten. Per afdeling was er één meetpunt, ongeveer in het midden van de afdeling bij de voeler voor de temperatuur. Tijdens de eerste twee meetperioden zijn de metingen twee keer per week verricht, op maandag en donderdag, tijdens de laatste twee meetperioden eenmaal per week op woensdag.

De continue stofmetingen vonden de gehele meetperiodes in één afdeling plaats.

In de afdelingen met het Natura Nova-systeem werd rechts naast de stelling boven het strooisel gemeten (bijlage 1), bij het Comfort/Compact-systeem rechts naast de middelste stelling in het gangpad. Steeds werd op een gelijke afstand van de buitenmuur en vloer gemeten.

## **2.6 Statistiek**

De resultaten (niet de ammoniak- en stofgegevens) zijn geanalyseerd met een variantieanalyse en is als volgt opgesplitst (de hoofdeffecten zijn getoetst tegen de interactie):

Variatiebron	Aantal vrijheidsgraden
Systeem lay-out	1
Verlichtingssysteem	1
Systeem lay-out * verlichtingssysteem	1
Totaal	3

### 3 Resultaten

In dit hoofdstuk behandelen we de resultaten van de verschillende onderzoeken.

#### 3.1 Inrichting en verlichting

##### Technische resultaten

Er waren geen wezenlijke verschillen in technische resultaten tussen de beide volière- en verlichtingssystemen (tabel 3). Het voerverbruik van het totale koppel lag op een gemiddeld niveau (KWIN 2003; 121 gram/p.a.h./dag bij scharreldieren). Het koppel heeft met gemiddeld 320 eieren per opgehokte hen vier eieren boven de KWIN 2003 norm geproduceerd, ondanks de gemiddelde wat te hoge uitval. Gemiddeld viel 14% van de dieren uit. Het percentage bne's was bij de afdelingen met gloeilampen gemiddeld 1,5 en bij de HF TL-lampen 1,3%. Dit lag op hetzelfde niveau als in de vorige proef. Als we geen problemen hadden gehad met het toenemen van het percentage bne's na 50 weken leeftijd waren we rond de 1% uitgekomen. Dat is laag voor volièresystemen in kleine afdelingen zoals op het Spelderholt. Het percentage tweede soort eieren was veel lager dan in de vorige proef (4,5 t.o.v. 12%). De aanpassingen aan het Natura Nova-systeem om het percentage eieren bevuild met stof te verminderen, hebben goed geholpen. In vergelijking met de vorige proef speelde ook mee dat er veel minder hennen 's middags in het legnest schuilden. In de vorige proef kwam dit veelvuldig voor waardoor de nestbodems, en dus ook de eieren, flink vervuilden. In deze proef bleek uit drie tellingen van het aantal hennen (2 uur voordat de legnesten dichtgingen) dat niet meer dan 2% van de hennen in het legnest zat. In de vorige proef was dit gemiddeld 20%.

**Tabel 3** Technische resultaten per volière- en verlichtingssysteem

Isabrown 18-74 weken leeftijd	Volièresysteem		Verlichtingssysteem	
	Natura Nova	Comfort/Compact	Gloeilamp	HF TL-buis
Legpercentage	86,3	85,6	86,1	85,8
Eigewicht (g)	63,7	63,7	63,5	63,9
Eimassa (g/p.a.h./d) <sup>1</sup>	54,9	54,5	54,6	54,8
Voerverbruik (g/p.a.h./d) <sup>1</sup>	120,0	120,9	121,1	119,8
Kg voer/kg ei	2,18	2,22	2,22	2,19
Waterverbruik (ml/p.a.h./d) <sup>1</sup>	215,4	225,7	219,8	221,2
Water-voerverhouding	1,80	1,87	1,82	1,85
Aantal eieren p.a.h. <sup>1</sup>	338,3	335,4	337,4	336,4
Aantal eieren p.o.h. <sup>1</sup>	324,3	316,0	321,2	319,1
Kg ei p.o.h. <sup>1</sup>	20,7	20,1	20,4	20,4
Kg voer p.o.h. <sup>1</sup>	45,1	44,7	45,2	44,6
Uitval (%)	12,0	16,2	14,4	13,8
Buitennesteieren (%)	2,5	0,3	1,5	1,3
Tweede soort eieren (%) <sup>2</sup>	4,3	4,7	4,2	4,8
Kneus/breuk eieren (%) <sup>2</sup>	1,1	1,1	1,1	1,1
Vuilschalige eieren (%) <sup>2</sup>	1,8	2,2	1,7	2,4
Struifeieren (%) <sup>2</sup>	0,5	0,5	0,5	0,4
Windeieren (%) <sup>2</sup>	0,3	0,2	0,3	0,2
Overige 2 <sup>e</sup> soort eieren (%) <sup>2</sup>	1,7	1,9	1,8	1,7

<sup>1</sup> p.a.h = per aanwezige hen, p.o.h. = per opgehokte hen.

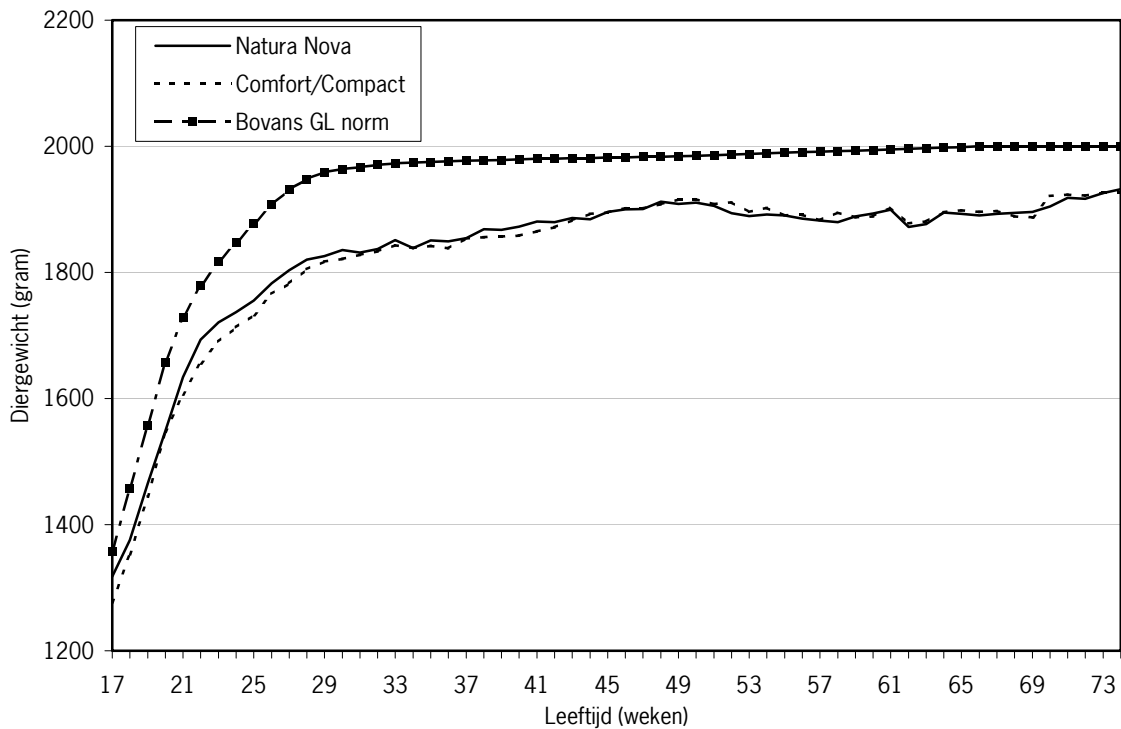
<sup>2</sup> tweede soort werd elke dag bepaald, kneus/breuk, vuilschalig, struif, wind en overige tweede soort eenmaal per week.

In het begin van de legperiode hadden de dieren (met name bij het Comfort/Compact-systeem) veel problemen met het vinden van de watervoorziening. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door de overgang van rode (opfok) naar gele drinknippels (leg). Verder bevonden de drinknippels zich tijdens de opfok in de etages, terwijl die zich bij het Comfort/Compact-systeem bij het legnest bevonden. Door de geschetste problemen was de wateropname en de water-voerverhouding tijdens de eerste weken erg laag, daarna steeg de wateropname en water-voerverhouding flink. Gemiddeld over de gehele legperiode kwamen de dieren uit op een water-voerverhouding van 1,84. Dit was in vergelijking met de vorige proef (1,64) hoog. Dit vonden we ook terug in natter strooisel en nattere mest op de mestbanden.

Dat de dieren in het begin van de legperiode slecht aan het water kwamen en daardoor ook minder voer opnamen, zagen we ook in het gewichtsverloop van het koppel. Vooral de dieren in het Comfort/Compact-systeem hadden een duidelijk tragere gewichtontwikkeling. Op 20 weken leeftijd hadden de dieren door de

matige start een achterstand op het normgewicht van 100 gram. Op 30 weken leeftijd was dit verschil toegenomen tot 135 gram. Naar het einde van de legperiode toe werd dit verschil niet meer ingehaald en bleef het diergewicht tussen de 70 en 110 gram onder de norm schommelen. Door de problemen met de wateropname kwam de productie ook wat later op gang dan de managementgids aangaf. Op 20 weken leeftijd hadden de dieren een gemiddelde productie van 21% t.o.v. van de managementgids die op dezelfde leeftijd 54% als norm had. Ondanks de wat tragere start kwamen de dieren daarna wel snel in productie en op 23 weken leeftijd bereikten ze al een gemiddelde weekproductie van ruim 95%. De dieren produceerden tijdens de gehele legperiode goed en gedurende 31 weken meer dan 90%.

**Figuur 2** Verloop diergewicht per systeem



#### Diergezondheid en uitvalsoorzaken

Het percentage uitval was met gemiddeld 14% aan de hoge kant (tabel 4), maar veel lager dan in de vorige proef. Toen viel gemiddeld 22% van de dieren uit door vooral buikholteproblemen (eileiderontstekingen en eileiderconcrementen). Verder viel in de eerste proef een flink deel van de dieren uit door problemen met verenpikken en kannibalisme.

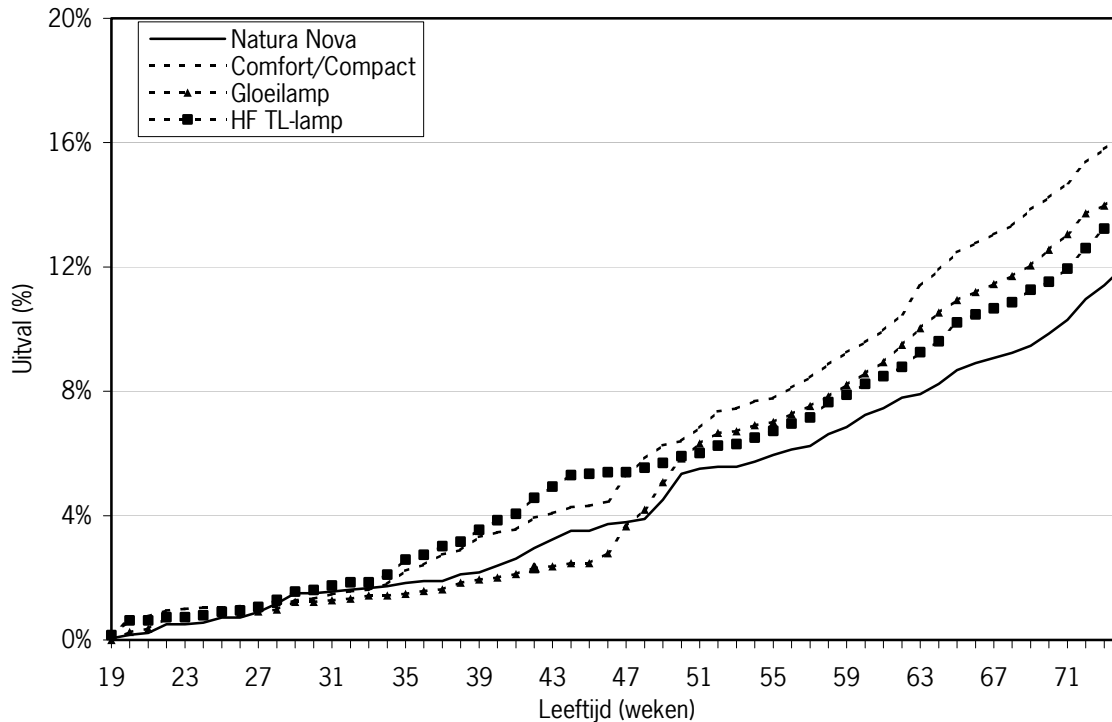
**Tabel 4** Uitvalsoorzaken (%) per voliëre- en verlichtingssysteem

Isabrown 18-74 weken leeftijd	Voliëresysteem		Verlichtingssysteem	
	Natura Nova	Comfort/Compact	Gloeilamp	HF TL-lamp
Tumoren	0,4	0,1	0,4	0,1
Maag/darm afwijkingen	0,1	0,0	0,1	0,0
Pootgebreken	0,4	0,5	0,5	0,4
<i>Eileiderontstekingen</i>	<i>5,1</i>	<i>5,7</i>	<i>6,1</i>	<i>4,7</i>
<i>Eileider- concrementen</i>	<i>1,6</i>	<i>2,4</i>	<i>2,1</i>	<i>2,0</i>
<i>Overige afw./ontst. buikholte</i>	<i>1,3</i>	<i>1,1</i>	<i>1,2</i>	<i>1,1</i>
Buikholte afw./ontst. totaal	8,0	9,2	9,4	7,8
Karkasafwijkingen	0,8	0,1	0,3	0,6
Bloedcirculatie	0,3	0,7	0,4	0,6
<i>Cloacapikkerij/kannibalisme</i>	<i>1,2</i>	<i>3,2</i>	<i>1,7</i>	<i>2,7</i>
<i>Rug/staart pikkerij</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>
Pikkerij totaal	1,3	3,2	1,8	2,7
Ongeluk	0,6	1,5	1,0	1,1
Overige uitval	0,1	0,9	0,5	0,5
Totaal uitval	12,0	16,2	14,4	13,8

Problemen met pikkerij en buikholteproblemen bleven tijdens de tweede proef veel langer uit en begonnen pas na 45 weken leeftijd de kop op te steken (figuur 3). Tot die leeftijd bleef de uitval onder de 0,15% per week, wat men in de praktijk nog aanvaardbaar vindt. Op 45 weken leeftijd was de totale uitval gemiddeld 3,9%. Als de uitval in dezelfde trend was doorgegaan, zou dit op ruim 8% uitkomen.

Op 45 weken leeftijd was de totale uitval bij de gloeilampen flink lager dan bij de TL-lampen. Maar rond de 50 weken leeftijd was dit verschil verdwenen. De oorzaak hiervoor hebben we niet kunnen achterhalen.

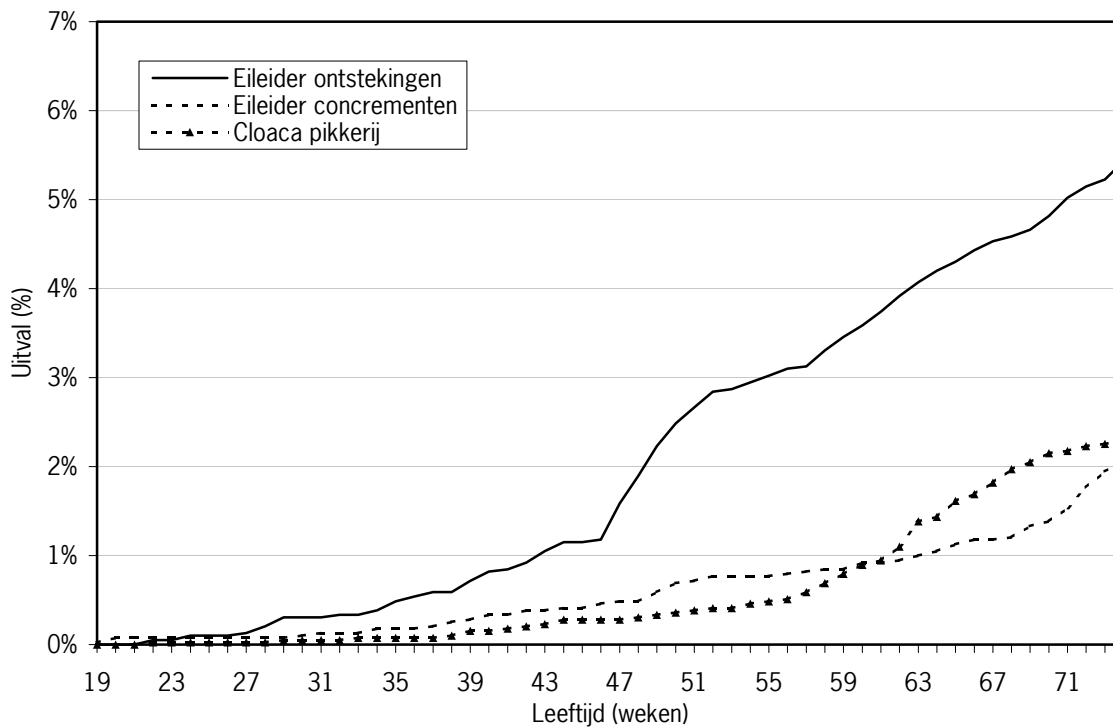
**Figuur 3** Verloop van het uitvalpercentage per voliëre- en verlichtingssysteem



In de laatste proef zagen we wederom dat buikholteproblemen de belangrijkste veroorzaker van uitval was. Absoluut gezien viel gemiddeld 8,6% (61% van de totale uitval) van de dieren hierdoor uit. Vooral eileiderontstekingen bleek een groot aandeel te hebben (38% van de totale uitval). Oorzaken van deze eileiderontstekingen waren hoogst waarschijnlijk dat ten gevolge van kannibalisme ontstekingen naar binnen "sloegen" en door E.coli als primaire besmetting.

Pikkerij en kannibalisme nam met 2,3% een bescheidener plaats (16%) in van de totale uitval dan in de vorige proef. Het pikken stak pas in een laat stadium van de leg (circa 55 weken leeftijd; figuur 4) de kop op. Tijdens de vorige proef hadden we daar de gehele legperiode problemen mee en begonnen de problemen al veel eerder.

Dat de dieren in deze proef minder pikkerig waren dan in de vorige proef bleek ook duidelijk uit de beoordeling van het verenpak op 34, 53 en 74 weken leeftijd (bijlage 3). Op 34 weken leeftijd zaten de dieren nog prachtig in de veren. Op 53 weken en 74 weken leeftijd ging de kwaliteit van het verenpak wel achteruit, maar toch bleven de dieren tot het einde toe een redelijk verenpak behouden. Verder heeft het verenkleed in vergelijking met de vorige proef een veel betere kwaliteit gehouden.

**Figuur 4** Verloop van de drie voornaamste uitvalsoorzaken

Tijdens de laatste proef hadden we minder problemen met pikkerij. Dit had mogelijk te maken met het merk leghennen. De Bovans Goldline voor de laatste proef staat bekend om zijn rustiger karakter. Rustigere dieren hebben waarschijnlijk minder de neiging om elkaar aan te pikken.

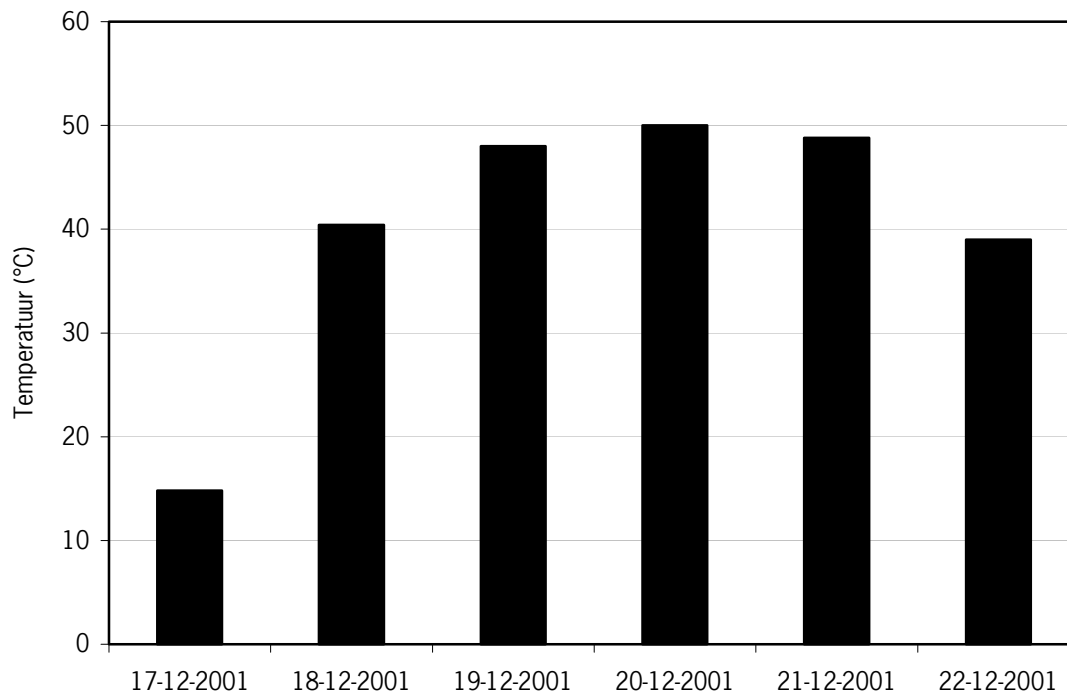
Dat de Bovans Goldline rustig is, bleek gedeeltelijk uit het percentage dieren dat uitviel door eileiderconcrementen (2%). Vooral bij schrikachtige en gestresste koppels dieren ziet men regelmatig een hoog percentage uitval door deze oorzaak. Dit zagen we ook in de vorige proef (gemiddeld 4,5% uitval door eileiderconcrementen). Echt problemen met schrikreacties en verhoogde uitval door eileierconcrementen zagen we pas ontstaan vanaf 69 weken leeftijd. Door schrikreacties, en vooral aan het einde van de dag, kunnen gemakkelijk eidooiers in de buikholtte terechtkomen. Aan het einde van de dag zitten de eidooiers losser doordat eieren rond die tijd in het trechtervormige gedeelte van het legapparaat moeten vallen.

### Bloedluisbehandeling

In de vorige proef hadden de dieren erg veel last van bloedluizen en daarom is voor deze ronde besloten om de bloedluizen tijdens de leegstand te bestrijden met de "Thermo-Kill" methode. De werking hiervan berust op het feit dat temperaturen boven de 45 °C en daarmee samenhangende lage RV, dodelijk zijn voor bloedluizen (Nordenfors, 1999). Op 17 december 2001 werden de verwarmingsbronnen (heaters op dieselolie) in de afdelingen geplaatst. De volgende morgen om 8 uur was het achterin de afdelingen gemiddeld 40 °C (figuur 5). De dag daarna (19 december) 's middags om 15.00 uur werd de 50 °C gemiddeld bereikt. Op 22 december hebben we de verwarmingsbronnen weer verwijderd.

De eerste bloedluizen namen we begin augustus 2002 (7½ maand na de Thermo Kill behandeling) waar en daarna leken ze sterk in aantal toe te nemen. Doordat we de behandeling 4 maanden voor opzet van de dieren toegepasten, hadden we maar een relatief korte periode tijdens de legperiode profijt van de behandeling (3,5 maand). In de praktijk wordt deze behandeling daarom ook vlak voor opzetten van het koppel uitgevoerd.

Na die tijd zijn er behandelingen (Solfac en uitdroogpoeder) toegepast, maar zonder afdoende resultaat.

**Figuur 5** Temperatuurverloop van de afdelingen tijdens opwarmen met de "Thermo-Kill"-methode.

### Buitennesteieren (bne's)

In het begin van de legperiode liep het percentage bne's snel terug (figuur 6). Dit kwam mede doordat we vanaf 20½ week leeftijd een schemerperiode voor de hoofdverlichting toepasten (tabel 1). Bij de vorige proef hadden we in het begin teveel last van "nachteieren" (eieren die voordat het licht aan gaat gelegd worden). Om dit te voorkomen hebben we bij de vorige proef (pas vanaf 25 weken leeftijd) een schemerperiode voor de dag ingesteld. Bij de tweede proef hebben we dit dus in een vroeger stadium gedaan (20½ week leeftijd), met als gevolg dat het percentage bne's op jongere leeftijd al snel terug liep.

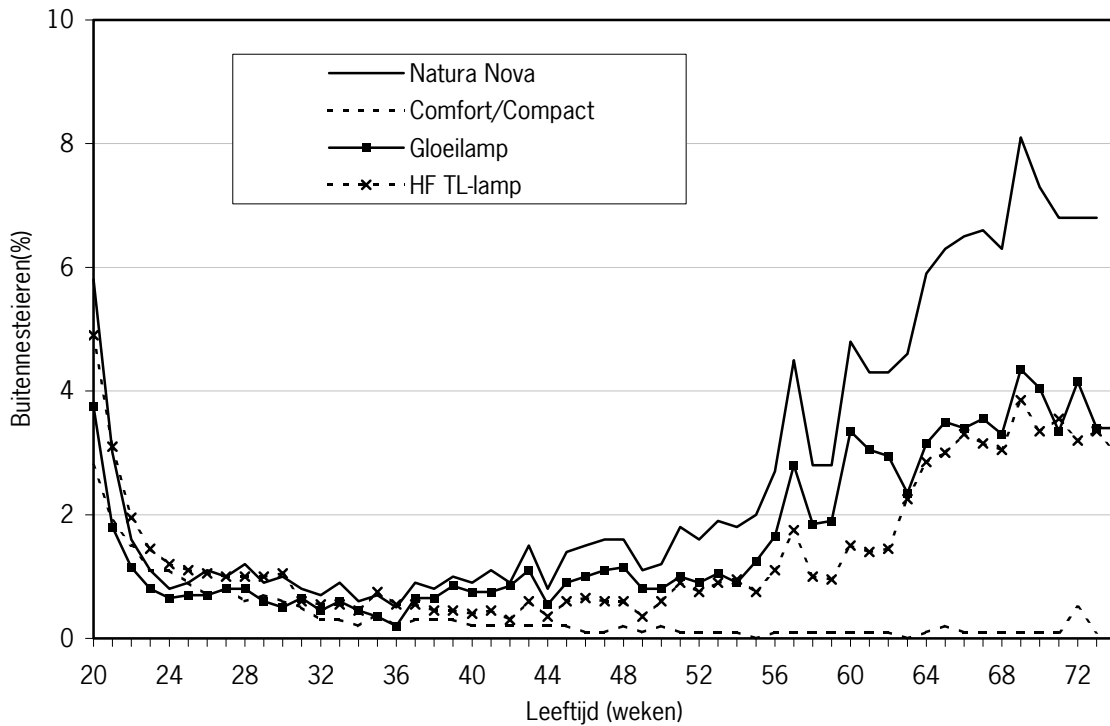
Ondanks dat het percentage bne's in het begin van de legperiode snel afnam, hadden we in vergelijking met de eerste proef bij de laatste ronde een te hoog percentage buitennesteieren met de Natura Nova (tabel 3). Op 40 weken leeftijd lag het weekpercentage buitennesteieren onder de 1% bij de Natura Nova en onder de 0,5% bij de Comfort/Compact. Vanaf week 37 veranderden we echter het lichtschema voor het stofonderzoek. Tijdens de daglichtperiode ging de hoofdverlichting driemaal uit en sprong de nokverlichting aan. We hadden in de vorige proef gezien dat het stofniveau snel daalde als de verlichting 's avonds uitging en de dieren in rust kwamen. Dit effect van afnemende stofconcentratie hebben we tijdens deze proef proberen na te bootsen. Helaas nam bij de Natura Nova het percentage buitennesteieren toe. Ruim 90% van de bne's vonden we in het strooisel. Op 40 weken viel de toename van het percentage buitennesteieren nog mee. Bij de tweede periode (vanaf 53 weken leeftijd) steeg het percentage buitennesteieren flink. Tijdens extra avondcontroles bleek dat ruim 10% van de dieren in de afdelingen met de Natura Nova op het strooisel overnachtte. Dit is waarschijnlijk ontstaan door het lichtschema tijdens de lichtperiode. Doordat de dieren gewend waren op het strooisel te overnachten, was de stap voor de dieren klein om de eieren ook maar in het strooisel te leggen. Verder zal meegespeeld hebben dat de strooisellaag ook steeds dikker werd (meer dieren op het strooisel) waardoor de mogelijkheid tot het maken van een nest in het strooisel steeds beter werd. De ruimte onder de etage bleek favoriet bij de dieren om hun eieren te leggen.

Doordat we ammoniakmetingen verrichtten, konden we de strooisellaag niet verminderen. Om het percentage buitennesteieren te verminderen hebben we tijdelijk de ruimte onder het systeem afgesloten en plaatsten we de dieren 's avonds op het systeem. De dieren bleven echter iedere avond op het strooisel terugkomen en het op het rooster zetten van de dieren had dus geen effect. Het percentage buitennesteieren bleef verder toenemen, tot zelfs 8% aan het einde van de legperiode.

Opvallend was dat we de toename van de buitennesteieren niet zagen bij het Comfort/Compact-systeem, ondanks dat dit systeem hetzelfde verlichtingsregime tijdens de lichtperiode had. Bij het Comfort/Compact-systeem bleef het percentage buitennesteieren onveranderd laag en kwam na 30 weken leeftijd nooit boven de 0,5%. Voor dit verschil tussen de systemen konden we geen goede verklaring vinden. Mogelijk dat de ruimte onder de etage bij het Natura Nova-systeem erg aantrekkelijk was voor de dieren om een buitennestei te leggen.

Betere verlichting onder de etage en tijdig de strooiseldikte verminderen kunnen in de toekomst problemen voorkomen.

**Figuur 6** Verloop percentage buitennesteieren bij inrichtingen en verlichtingsystemen



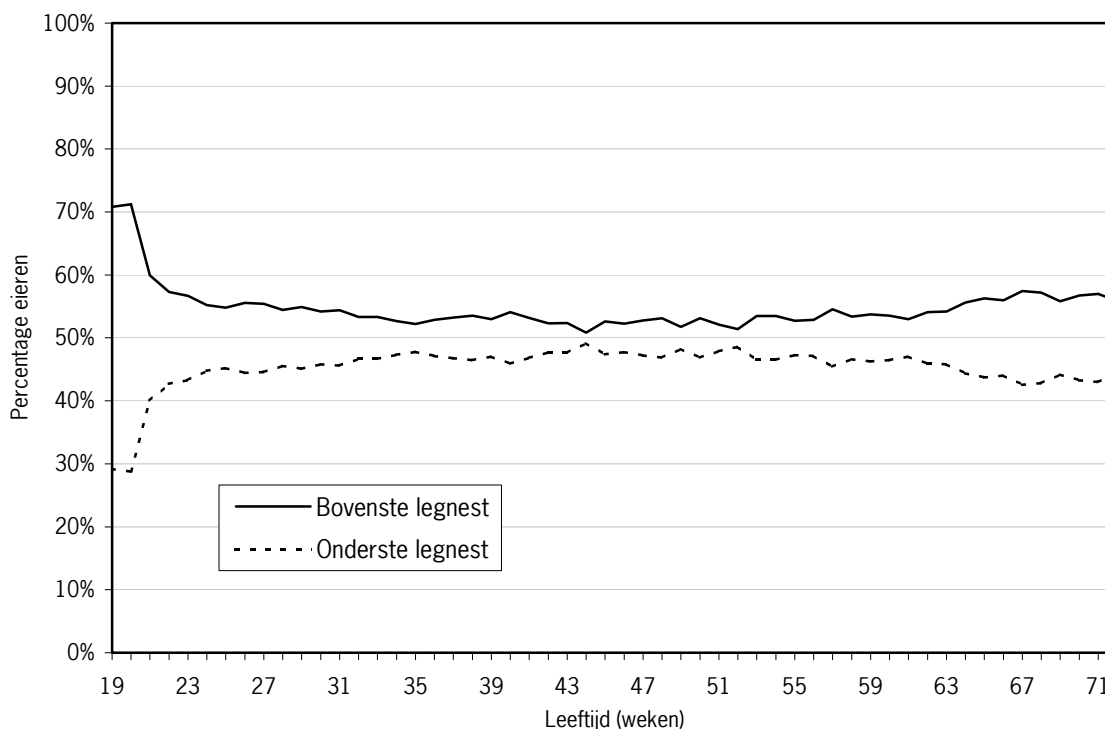
#### Verdeling eieren bovenste en onderste legnest Natura Nova

Tijdens de vorige proef bleek het bovenste legnest bij Natura Nova-systeem favoriet te zijn bij de kippen om hun ei te leggen, vooral het eerste legnest. Dit gaf problemen in de vorm van breuk/kneus eieren en zelfs uitval door verstikking. Dit is een bekend fenomeen bij legnesten die boven elkaar zijn gesitueerd. Vooral jonge hennen hebben de neiging om hun ei te leggen in het bovenste legnest en het liefst nog in het voorste bovenste legnest. In de vorige proef werden we geconfronteerd met uitval in dat bewuste legnest.

Om het verdelingsprobleem te voorkomen werden voor deze proef de onderste legnesten van de Natura Nova aangepast. In de achterwand van de legnesten hebben we gaten gemaakt zodat er meer licht in het legnest kwam.

Bij de vorige proef vonden we gemiddeld over beide afdelingen met de Natura Nova en de gehele legperiode 62,5% van het totaal aantal eieren in het bovenste legnest. Bij de laatste proef was dit gemiddeld 54,2% (figuur 7).



**Figuur 7** Verloop percentage eieren in bovenste en onderste legnest bij de Natura Nova

### 3.2 Ammoniakonderzoek

Het ammoniakonderzoek is verdeeld in het onderzoek binnen de voorgeschreven meetperioden en het onderzoek daarbuiten.

#### Drogestofgehalte mestbandenmest

In figuur 8 staan de gevonden drogestofgehalten van de mestbandenmest bij de twee volièresystemen. In tegenstelling tot de vorige proef was er nauwelijks een verschil in drogestofgehalten van de mestbandenmest tussen beide systemen. In de vorige proef lag het drogestofgehalte van de mest in de zomer- en winterperiode respectievelijk 5 en 3% lager bij het Natura Nova-systeem ten opzichte van het Comfort/Compact-systeem.

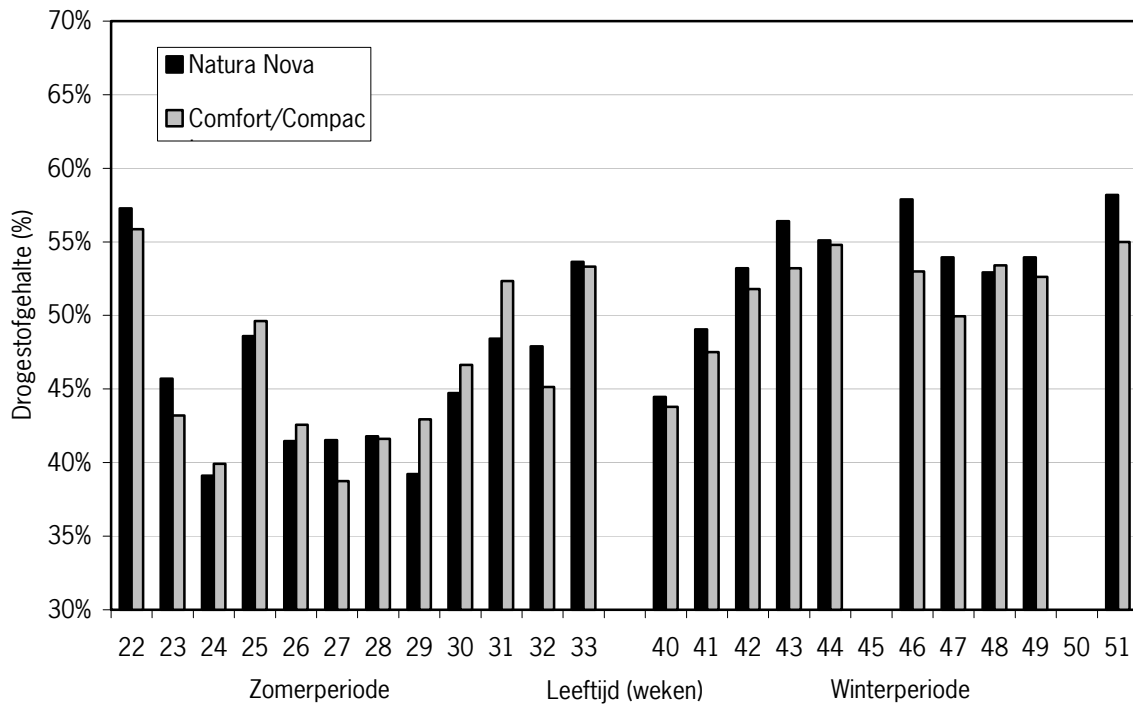
**Tabel 5** Gemiddelde drogestofgehalten van de mestbandenmest per meetperiode per volièresysteem

	Natura Nova	Comfort/Compact	Gemiddeld
Zomerperiode	45,8	46,0	45,9
Winterperiode	53,5	51,5	52,5
Gemiddeld	49,7	48,9	

In het algemeen kunnen we stellen dat het drogestofgehalte van de mestbandenmest tijdens de laatste proef veel lager was dan tijdens de vorige proef (49,3 t.o.v. 66,6%). Tijdens de zomerperiode was het drogestofgehalte gemiddeld 45,9% en tijdens de winterperiode 52,5% (tabel 5). Het verschil in drogestofgehalte met de vorige proef werd in eerste instantie veroorzaakt door het toegepaste beluchtingschema. Bij de laatste proef werd de mest op de mestbanden tussen 23:00 en 11:00 uur belucht in plaats van continu zoals tijdens de vorige proef. Toch was het volledige verschil niet helemaal te verklaren door het beluchtingschema. Het verschil in water-voerverhouding tussen beide proeven zal ook een belangrijk effect hebben gehad. De water-voerverhouding was tijdens de laatste proef flink hoger dan tijdens de eerste proef. Gemiddeld was de water-voerverhouding bij de laatste proef 1,84 terwijl die gedurende de eerste proef gemiddeld op 1,64 uit kwam. Dit verschil in wateropname zorgde ervoor dat de verse mest natter was en minder makkelijk indroogde. Tijdens de zomerperiode was het drogestofgehalte van de mestbandenmest duidelijk lager dan tijdens de winterperiode. Dit kwam door de hogere wateropname tijdens de zomer. Dit is een bevestiging van de stelling dat de water-voerverhouding een belangrijke rol speelt bij de totstandkoming van het drogestofniveau. Dat de dieren tijdens de zomerperiode meer water opnamen werd nog eens extra versterkt doordat de dieren de eerste 3 weken van de legperiode problemen hadden met het vinden van de watervoorziening. De dieren

probeerden dit tekort in de beginperiode te compenseren door extra water op te nemen. Dit had als gevolg dat de verse mest waarschijnlijk flink nat was. Dit blijkt ook uit figuur 9 waarin de drogestofgehalten van het strooisel zijn weergegeven. Eerst was het drogestofgehalte nog hoog, maar daalde daarna snel tot gemiddeld onder de 45% om pas weer aan het einde van de legperiode boven de 50% uit te komen (figuur 8). In de winterperiode lag het drogestofgehalte beduidend hoger, maar gemiddeld nog altijd onder de 55%.

**Figuur 8** Drogestofgehalten van mestbandenmest per meetperiode per voliëresysteem

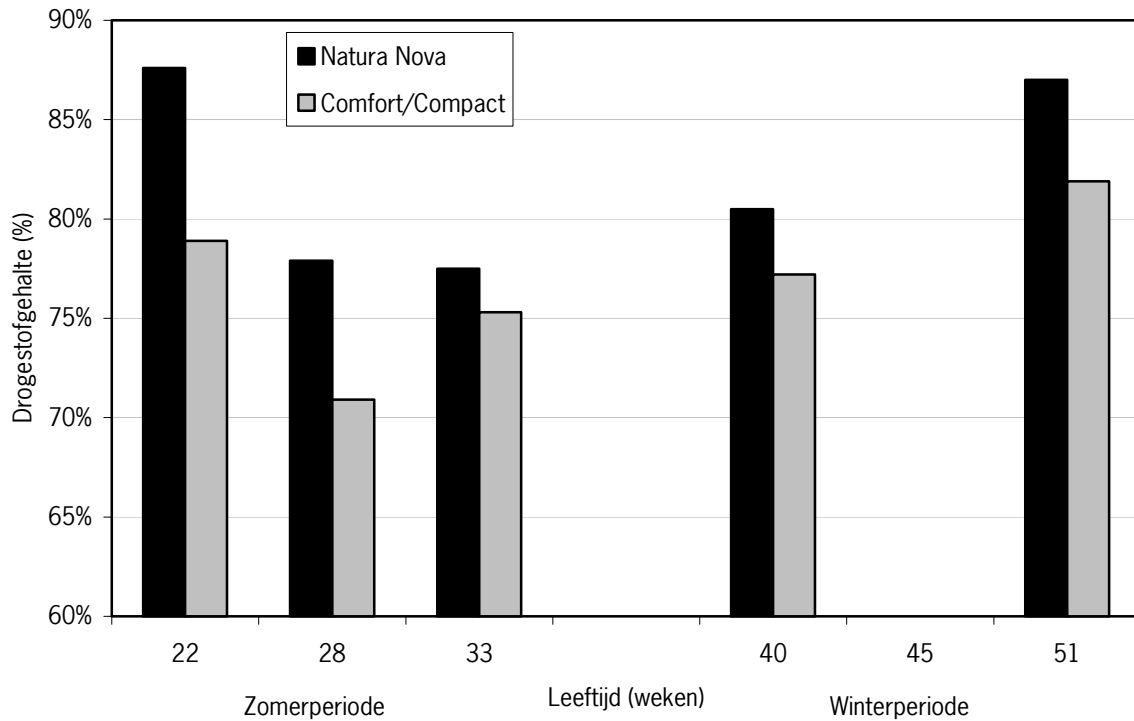


### Drogestofgehalte strooisel

In de vorige paragraaf zijn we zijdelings ingegaan op de drogestofgehalten van het strooisel. De drogestofgehalten tijdens de eerste waarneming (22 weken leeftijd) lagen op hetzelfde niveau als tijdens de vorige proef (figuur 9). Maar bij de tweede en derde waarneming (28 en 34 weken leeftijd) was het drogestofgehalte van het strooisel beduidend lager. Gemiddeld over alle bepalingen lag het drogestofgehalte op 82 en 77% voor de Natura Nova en Comfort/Compac. In de vorige proef was dit 85 en 81%. Het verschil in drogestofgehalte tussen de twee systemen bij de laatste proef kwam overeen met de vorige proef. Dit verschil werd veroorzaakt door de lagere bezetting en meer strooiseloppervlak per hen bij het Natura Nova-systeem. Bij dit systeem hadden de dieren 762 cm<sup>2</sup> strooisel per hen tot hun beschikking en bij het Comfort/Compac-systeem was dit 521 cm<sup>2</sup> per hen. Een lagere bezetting zal in absolute zin minder mest in het strooisel gegeven hebben. Verder zal de mest die op het strooisel viel meer verdeeld worden over het grotere oppervlak. Dit heeft gezorgd voor het snel indrogen van de mest wat erg belangrijk is voor het verminderen van de ammoniakvorming. Tegelijk is dit de verklaring voor het hogere drogestofgehalte ten opzichte van het Comfort/Compact-systeem. Bij dit systeem was een gedeelte van de vloer niet bedekt met strooisel (middelste stelling stond op de grond; bijlage 1) waardoor minder bufferend strooisel aanwezig was. Uit theoretische berekeningen (bijlage 4) bleek dat bij het Comfort/Compact-systeem 17% van de totaal geproduceerde verse mest in het strooisel terecht kwam. Bij het Natura Nova-systeem lag dit op 26%. Deze percentages liggen hoger dan door Groot Koerkamp en Reitsma (1997) gevonden bij het etagesysteem. Zij vonden bij een praktijkstal van 25.000 dieren (22,7 dieren/m<sup>2</sup> vloeroppervlak en 67% rooster) dat slechts 10% van de totaal geproduceerde verse mest in het strooisel terecht kwam. Een verklaring voor het hoge percentage bij de proef bij Praktijkonderzoek is de andere verhouding tussen strooisel- en roosteroppervlak. De systemen in het onderzoek hadden meer strooiseloppervlak, zodat de kans dat de dieren in het strooisel verblijven groter was en er dus ook meer mest geproduceerd werd. Voor het Natura Nova en Comfort/Compact systeem was respectievelijk 762 en 521 cm<sup>2</sup> strooisel per hen ter beschikking (bij opzet). Bij het hiervoor genoemde onderzoek van Koerkamp en Reitsma (1997) was per hen slechts 354 cm<sup>2</sup> per hen aanwezig. Verder is de kans groot dat bij een relatief lage bezetting een groter deel van de dieren op het strooisel verbleef en daar ook meer mest afscheidde.

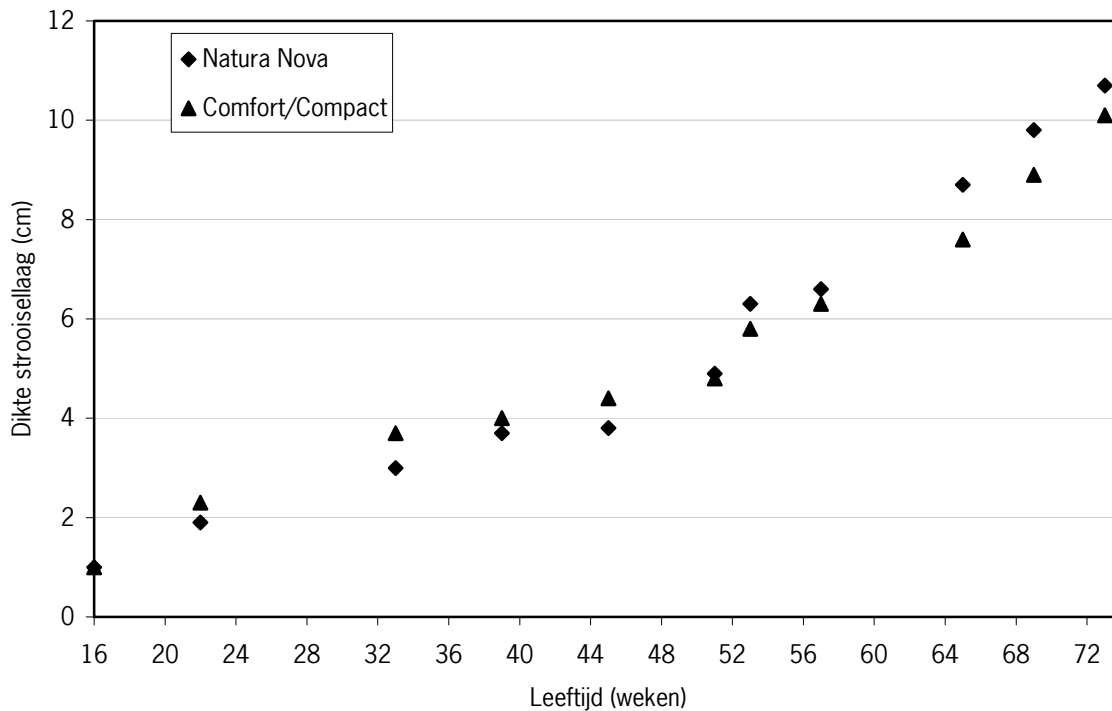
Bij het systeem met het hoogste drogestofgehalte van het strooisel (Natura Nova) kwam relatief gezien meer mest in het strooisel. Dit lijkt in tegenspraak met elkaar. Toch is in absolute zin bij het Natura Nova systeem, door de lagere bezetting, minder kilogrammen mest in het strooisel gekomen (bijlage 4).

**Figuur 9** Drogestofgehalten van strooisel per meetperiode per volièresysteem



**Dikte strooisellaag**

Uit figuur 10 blijkt dat de strooisellaag bij de Natura Nova tot 51 weken leeftijd gemiddeld lager was dan bij het Comfort/Compact-systeem. Dit was overeenkomstig met wat we vonden in de eerste proef. Echter vanaf 51 weken leeftijd groeide de strooisellaag bij de Natura Nova harder dan bij de Comfort/Compact, doordat ruim 10% van de dieren in het Natura Nova systeem de nacht in het strooisel doorbrachten. Hierdoor kwam meer mest in het strooisel wat zorgde voor de flinke toename van de strooisellaag.

**Figuur 10** Dikte van de strooisellaag

### Ammoniakemissie

In tabel 6 en 7 staan de gemiddelde ammoniakemissies en klimaatgegevens per meetperiode per huisvestingssysteem. In bijlage 7 en 8 staan de gegevens per dag. Omgerekend op jaarbasis was de ammoniakemissie voor de Natura Nova en Comfort/Compact respectievelijk 69 en 80 gram per dierplaats per jaar. Hiermee was de ammoniakemissie ten opzichte van de vorige proef (resp. 25 en 41) flink hoger. In de eerste plaats zal dit veroorzaakt zijn door het relatief lage drogestofgehalte van het strooisel. Bij een drogestofgehalte van 75% zijn de omstandigheden voor de vorming van ammoniak optimaal (Groot Koerkamp et al., 2000). Onder en boven de 75% is de ammoniakvorming doorgaans lager. Tijdens onze proef lag het drogestofgehalte bij de waarnemingen op 28, 33 en 40 weken leeftijd rond het drogestofgehalte dat ideaal is voor ammoniakvorming.

Verder werd de mest op de mestbanden alleen gedurende de nacht belucht, waardoor deze ook natter was en meer ammoniak emitterde. In vergelijking met de voorgaande proef waarbij de mest de gehele dag werd belucht, zal deze methode ook een deel van de verhoogde ammoniakemissie veroorzaakt hebben.

Bij beide systemen was de ammoniakconcentratie tijdens de winterperiode hoger dan tijdens de zomerperiode. Dit zagen we ook in de voorgaande proef, alleen lag het absolute niveau bij de laatste proef flink hoger. De mest van 23.00 tot 11.00 uur beluchten gaf ten opzichte van 24 uur per dag beluchten (met 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur) een 2,5 tot 4 maal hogere ammoniakconcentratie.

Het debiet was tijdens de winterperiode flink lager en ondanks de hogere ammoniakconcentratie was de ammoniakemissie tijdens de winter lager dan in de zomer. Bij de vorige proef was dit precies andersom. Het hoge ventilatiedebiet zal hierbij een belangrijke rol hebben gespeeld. Tijdens de vorige proef werd zomers gemiddeld 2,9 m<sup>3</sup> lucht per dierplaats per uur geventileerd. Bij de laatste proef was dit gemiddeld 4,0 m<sup>3</sup>. Meer ventileren betekent altijd meer ammoniakemissie doordat de ammoniak bij een hoger ventilatiedebiet gemakkelijk uit de mest ontsnapt.

**Tabel 6** Ammoniakemissie en klimaatgegevens bij het Natura Nova voliëresysteem met mestbeluchting tussen 23.00 - 11.00 uur met 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur en eenmaal per week afdraaien van mest

Periode	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /dierplaats/ uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dierplts/ dag)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dierplts /jaar)	Staltemperatuur (°C)	Stal RV (%)	Mestbeluchting temperatuur (°C)	Buiten-temperatuur (°C)	Buiten RV (%)
Zomer	3,56	4,1	0,222	79	22,0	66	19,7	14,9	88,5
Winter	8,22	1,3	0,168	59	19,7	59	16,7	4,7	77,1
Gem.	5,89	2,7	0,195	69	20,9	63	18,2	9,6	82,8

**Tabel 7** Ammoniakemissie en klimaatgegevens bij het Comfort/Compact voliëresysteem met mestbeluchting tussen 23.00 - 11.00 uur met 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur en eenmaal per week afdraaien van mest

Periode	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /dierplaats/ uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dierplts/ dag)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dierplts /jaar)	Staltemperatuur (°C)	Stal RV (%)	Mestbeluchting temperatuur (°C)	Buiten-temperatuur (°C)	Buiten RV (%)
Zomer	4,31	3,9	0,251	89	22,1	68	19,7	14,9	88,5
Winter	9,86	1,3	0,200	71	20,0	59	17,2	4,7	77,1
Gem.	7,09	2,6	0,226	80	21,1	64	18,5	9,6	82,8

### Ammoniakonderzoek buiten de voorgeschreven meetperioden

Buiten de voorgeschreven meetperioden is gekeken naar het effect van verschillende beluchtingmethoden en het effect ervan op het drogestofgehalte van de mest en de ammoniakemissie. De ammoniakemissie bij de controle-instelling (0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur) lag ten opzichte van de vorige proef duidelijk hoger (ca. 35%). Dit was een aanwijzing dat de droogomstandigheden tijdens de laatste proef beduidend slechter waren. Dit blijkt ook uit het drogestofgehalte van de mestbandenmest (tabel 8). Bij een gelijk beluchttingsregime (0,7 m<sup>3</sup>/hen/uur) ontstond er tijdens de laatste proef, in vergelijking met de vorige proef, relatief meer ammoniak.

Het beluchttingsregime van 0,35 m<sup>3</sup> lucht per hen per uur gedurende continu beluchting gaf een verhoging van de ammoniakemissie met gemiddeld 67%. Het beluchttingsregime met 0,85 m<sup>3</sup> verhoogde de ammoniakemissie met 75%. In absolute zin kwamen de ammoniakemissies uit op 75 en 83 gram per dierplaats per jaar (gemiddeld over beide systemen).

Het energieverbruik is niet gemeten, maar we schatten de besparing op energie bij de beluchting met 0,35 m<sup>3</sup> per hen per uur op circa 35% en de beluchting met 0,85 op circa 50%.

**Tabel 8** Ammoniakemissie en drogestofgehalte van mestbandenmest bij beluchttingschema's en per voliëresystemen

	Natura Nova			Comfort/Compact		
	0,7 m <sup>3</sup> / 24 uur	0,35 m <sup>3</sup> / 24 uur	0,85 m <sup>3</sup> / 10 uur	0,7 m <sup>3</sup> / 24 uur	0,35 m <sup>3</sup> / 24 uur	0,85 m <sup>3</sup> / 10 uur
Ammoniakemissie (gram/dierplaats/jaar)	43	73	76	49	81	85
Drogestofgehalte mestbandenmest (%)	62	53	50	59	52	49

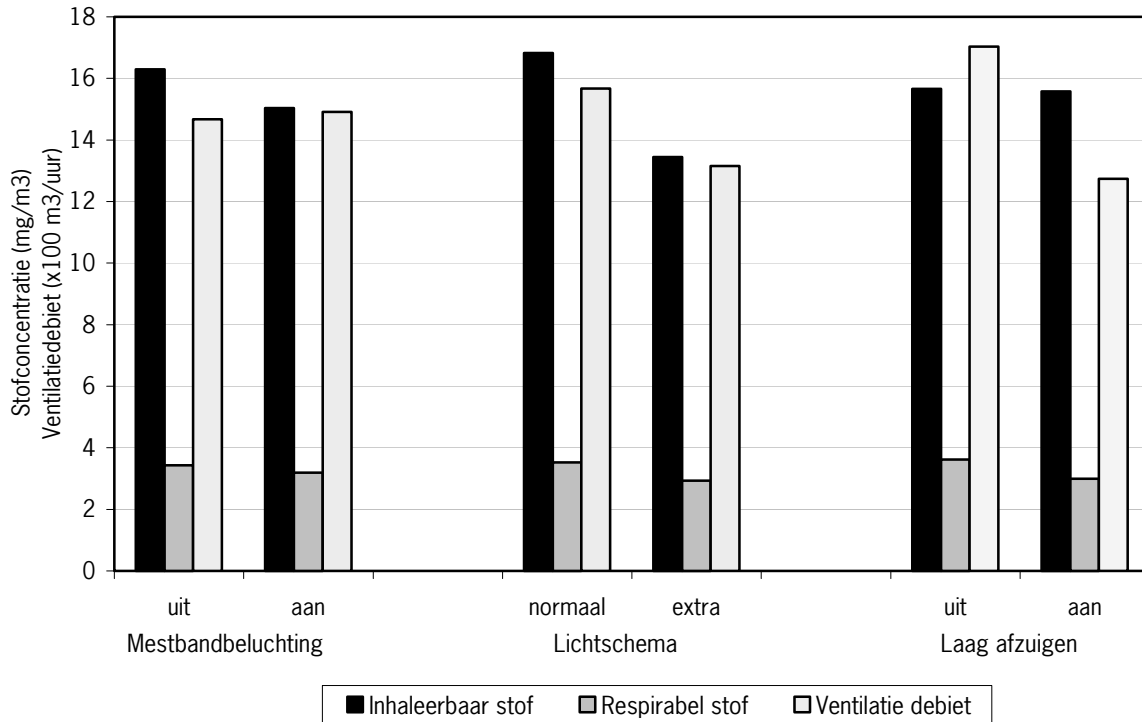
### 3.3 Stof

Tijdens de meetperioden zijn een deel van de metingen weggefallen, onder andere door storingen in de meetapparatuur en het niet meer meenemen van het extra lichtschema. Het aantal beschikbare meetwaarden per onderzoeksfactor werd daarom te klein om de resultaten statistisch verantwoord te toetsen. Toch willen we hier de resultaten geven. In figuur 11 staan van de drie proeffactoren de gemiddelde waarden voor de stofconcentratie over de meetperioden en de vier afdelingen. Omdat dit een grote invloed heeft op de stofconcentratie is ook het ventilatiedebiet in de grafiek opgenomen. Per factor geven we een korte discussie over de resultaten.

Uit figuur 11 blijkt dat ook in deze ronde de stofconcentraties hoog waren, vooral die van het inhaleerbaar stof. De waarde hiervan lag bij alle factoren gemiddeld boven de MAC-waarde van 10 gr/m<sup>3</sup>. Er zijn waarden gemeten van boven de 30 gr/m<sup>3</sup>. Gemiddeld over alle metingen is de concentratie 15,7 gr/m<sup>3</sup>. De gemiddelde waarde voor respirabel stof ligt voor alle factoren beneden de MAC-waarde van 5 gr/m<sup>3</sup>. Over alle metingen is de gemiddelde concentratie 3,3 gr/m<sup>3</sup>.

De MAC-waarden gelden voor anorganisch stof. Stof in pluimveestallen is van organisch materiaal. Mogelijk dat de MAC-waarde daarom niet de juiste is om toe te passen. In de Verenigde Staten worden voor het werken in pluimveestallen de grenswaarden van 2,4 gr/m<sup>3</sup> voor inhaleerbaar en 0,16 gr/m<sup>3</sup> voor respirabel stof geadviseerd. De gemiddelde concentraties in deze proef liggen ver boven deze waarden. Slechts twee metingen voor respirabel stof kwamen beneden deze grenswaarde. Alle andere lagen boven deze grens.

**Figuur 11** Stofconcentraties bij verschillende behandelingen in de voliërestal



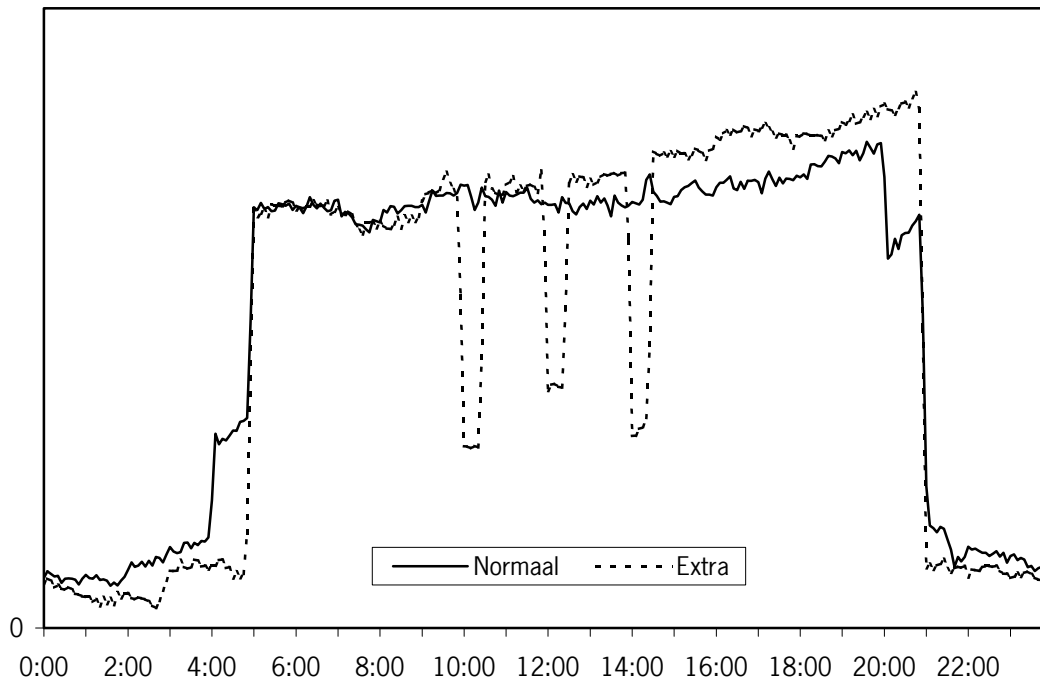
#### *Mestbandbeluchting*

De stofconcentratie bij het wel of niet aanstaan van de mestbandbeluchting verschilt nauwelijks van elkaar (figuur 11). Dit geldt voor zowel inhaleerbaar als respirabel stof. Op basis van de metingen lijkt het zelfs zo dat de stofconcentratie lager is als de mestbandbeluchting aan staat. Mogelijk dat er een bepaalde luchtstroom ontstond waarbij schone lucht langs het meetpunt kwam. Ook bij voliëresystemen heeft het aanstaan van de mestbandbeluchting geen invloed op de stofconcentratie.

#### *Lichtschema*

Bij het toepassen van de extra schemerperiodes waren we vooral geïnteresseerd in het verloop van de stofconcentratie. In figuur 11 lijkt het echter dat de totale stofconcentratie in de afdeling ook lager is als er meer schemerperiodes op een dag zijn. Blijkbaar is de stofconcentratie tijdens de extra schemerperiodes zo laag dat ook de gemiddelde stofconcentratie lager uitvalt.

In figuur 12 is het verloop van de stofconcentratie weergegeven van de beide behandelingen over een dag. Hierin zijn duidelijk de lagere stofconcentraties te zien tijdens de extra schemerperiodes. Het zijn geen absolute stofconcentraties, maar de waarden van het signaal die zijn opgeslagen in een datalogger. De waarden zijn gemiddelden van een aantal meetdagen met dezelfde instelling. Uit het feit dat de stofconcentratie niet zo laag komt als tijdens de donkerperiode, blijkt dat de dieren toch enigszins actief blijven. Naar aanleiding van de lagere stofconcentraties tijdens de schemerperiodes, lijkt het mogelijk deze te gebruiken voor het indelen van de werkzaamheden. Voor het uitvoeren van werk in de dierruimte kan men dan een lagere stofconcentratie creëren. Het lichtniveau moet natuurlijk wel voldoende blijven om bijvoorbeeld de dieren goed te kunnen controleren en de buitennesteieren te rapen. Gezien onze ervaring met de toename in het aantal buitennesteieren is het niet aan te bevelen om 's ochtends een extra schemerperiode toe te passen.

**Figuur 12** Verloop stofconcentratie bij normaal en extra lichtschema*Laag afzuigen*

De gemiddelde stofconcentratie over de vier afdelingen bij het normaal ventileren of het laag afzuigen was niet verschillend voor het inhaleerbaar stof (figuur 11). Bij het respirabel stof is er een klein verschil in het voordeel van laag afzuigen. Wat verder opvalt is het grote verschil in ventilatie-debiet tussen beide behandelingen. In de perioden met normale ventilatie is veel meer geventileerd dan in de perioden met laag afzuigen. Dit komt voor een deel omdat de 'normale' perioden vielen in weken met toevallig een hoge buitentemperatuur, dus meer ventilatie in een stal. Bekend is dat bij een hoger ventilatieniveau de stofconcentratie lager is. Helaas kunnen we niet voor het verschil in ventilatie-debiet corrigeren om een indruk te krijgen wat dan het verschil in stofconcentratie is. Onze verwachting is dat bij gelijke ventilatie-debieten de stofconcentratie bij laag afzuigen lager zal zijn dan bij normale ventilatie. Het verschil bij respirabel stof wordt dan ook groter.

De investeringskosten voor het aanleggen van een systeem voor laag afzuigen zal schatten we rond de € 1,- per kip. Inclusief extra elektriciteitskosten bedraagt het systeem zo'n 15 eurocent per kip per jaar.

## 4 Conclusies

### **Systeem en verlichting**

Er waren geen verschillen in technische resultaten tussen de twee verschillende volièresystemen of de beide verlichtingssystemen.

### **Ammoniak**

De dieren hadden een hoog waterverbruik. Hierdoor had de verse mest een laag drogestofgehalte met als gevolg: lage drogestofgehalten aan mest en strooisel en een hogere ammoniakemissie.

Alleen 's nachts beluchten (23.00 - 11.00 uur met 0,7 m<sup>3</sup>/hen/uur) geeft ten opzichte van continu beluchten met 0,7 m<sup>3</sup>/hen/uur een besparing op de elektriciteitskosten van 55%. De ammoniakemissie stijgt echter met zo'n 40%. Het drogestofgehalte van de mest is lager, waardoor de kosten voor mestafzet stijgen. Afhankelijk van de prijzen voor energie en mestafzet is het de vraag of minder beluchten economisch zinvol is.

Het halveren van de hoeveelheid lucht die over de mest wordt geblazen, levert weliswaar een energiebesparing van gemiddeld ruim 40% op, maar ook een circa 70% hogere ammoniakemissie. De beluchtingsmethode met continu minder lucht (0,35 m<sup>3</sup>) geeft een beter resultaat dan dezelfde hoeveelheid lucht in kortere periode over de mest blazen (0,85 m<sup>3</sup> in 10 uur).

Alle emissiewaarden bleven beneden de emissiefactor van 90 gram per dierplaats per jaar. Ook met minder dan 50% rooster én minder beluchten is deze emissiefactor dus haalbaar.

### **Stof**

Gemiddeld over alle metingen was de gemiddelde concentratie van het inhaleerbaar stof 15,7 gr/m<sup>3</sup>. De gemiddelde waarde voor respirabel stof lag gemiddeld op 3,3 gr/m<sup>3</sup> (MAC-waarde = 5 gr/m<sup>2</sup>).

De stofconcentraties (zowel inhaleerbaar als respirabel) bij het wel of niet aanstaan van de mestbandbeluchting verschilden nauwelijks van elkaar.

Bij het toepassen van extra schemerperiodes waren duidelijk lagere stofconcentraties te zien tijdens de schemerperiodes. Deze schemerperiodes lijken een mogelijkheid te bieden om te gebruiken bij werkzaamheden in de dierruimte. Wel moet het voldoende licht zijn om de werkzaamheden uit te voeren.

De gemiddelde stofconcentratie bij het normaal ventileren of het laag afzuigen was niet verschillend voor het inhaleerbaar stof. Bij het respirabel stof was er echter een klein verschil in het voordeel van laag afzuigen.



## 5 Praktijktoepassing

### Systeem

Doordat er nauwelijks verschillen waren tussen beide soorten inrichtingen is het moeilijk om hiervoor een eenduidig advies te geven. Wel is gebleken dat de overgang van de opfok naar de leg een kritiek moment is waarbij het belangrijk is dat de inrichting van het systeem tijdens de opfok overeenkomt met de inrichting van het systeem in de legstal. Vooral de kleur en de plaats van de drinknippels is een belangrijk item om de start van een nieuw koppel zo soepel mogelijk te laten verlopen.

Een brede etage direct boven de grond lijkt een mogelijke bron van extra buitennesteieren. Het is verstandig om deze wat hoger te plaatsen en/of regelmatig strooisel hieronder vandaan te halen.

### Verlichting

We kunnen aan de hand van het onderzoek niet aangeven welk verlichtingstype onze voorkeur heeft. Wel moet men streven naar een zo egaal mogelijke verdeling van het licht in de stal (ook tussen etages).

### Ammoniak

Om onder de 90 gram ammoniakuitstoot te blijven is het niet nodig om de mest op de mestbanden 24 uur te beluchten. Door alleen 's nachts te beluchten (lage tarief) kan men voldoen aan de emissiefactor van 90 gram per dierplaats per jaar voor voliëresystemen. Ook met minder dan 50% rooster én minder beluchten is deze emissiefactor haalbaar.

### Stof

Het wel of niet toepassen van mestbandbeluchting heeft geen effect op de stofconcentratie.

Naar aanleiding van de lagere stofconcentraties tijdens de schemerperiodes, lijkt het mogelijk deze te gebruiken voor het indelen van de werkzaamheden. Voor het uitvoeren van werk in de dierruimte kan dan een lagere stofconcentratie worden gecreëerd. Het lichtniveau moet natuurlijk wel voldoende blijven om bijvoorbeeld de dieren goed te kunnen controleren en de buitennesteieren te rapen. Gezien onze ervaring met de toename in het aantal buitennesteieren is het niet aan te bevelen om 's ochtends een extra schemerperiode toe te passen.

Het toepassen van laag afzuigen geeft een iets lagere concentratie aan respirabel stof.

De kosten per kip per jaar worden geschat op zo'n 15 eurocent.

## Literatuur

Beoordelingsrichtlijn Emissiearme stalsystemen, uitgave maart 1996.

Bleijenberg, R. en J.P.M. Ploegaert, 1994. Handleiding meetmethode ammoniakemissie uit mechanische geventileerde stallen. IMAG-DLO rapport 94-1.

Drost, H., D.W. van der Drift en H.H.E. Oude Vrielink, 1995. Arbeidshygiëne. In: H.J. Blokhuis en J.H.M. Metz (red.), Volièrehuisvesting voor leghennen. ID-DLO Spelderholt uitgave 627, Beekbergen en IMAG-DLO rapport 95-5, Wageningen, p. 107-121.

Ellen, H.H., A.W. Meekhof en J.H. van Middelkoop 1996. Handleiding voor het meten van stofconcentraties in de lucht van pluimveestallen. Intern PP-verslag nr. 6.

Ellen, H.H., 1997. Stofconcentraties. Streven naar verlaging. Pluimveehouderij 27(12), pag. 30.

EU-richtlijn 1999/74, 1999. Richtlijn 1999/74/EG van de raad van 19 juli 1999 tot vaststelling van minimumnormen voor de bescherming van legkippen. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L203, pag. 53-57.

Groot Koerkamp, P.W.G., 1993. Ammoniakuitstoot uit volièrestal kan omlaag; Kwestie van mest afdraaien en strooisel drooghouden. Pluimveehouderij 23(43): pag. 20-21.

Groot Koerkamp, P.W.G. en B. Reitsma, 1997. De ammoniakemissie uit een volièrestal voor leghennen met het etagesysteem. IMAG-DLO rapport 97-05.

Groot Koerkamp, P.W.G., J.H. van Middelkoop en E. Evers, 2000. Ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen toegenomen. Pluimveehouderij 30(21) pag. 10-11.

Heij, G.J. en T.Schneider, 1995. Dutch priority programme on acidification. Final report third phase Additional programme on acidification no. 300-05.

Ingrepenbesluit, 1996. Besluit van 25 januari 1996, houdende aanwijzingen van en regelen omtrent toegestane ingrepen bij dieren (ingrepenbesluit). Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 1996, 139. pag. 1-18.

KWIN-Veehouderij, 2003. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2003-2004.

Middelkoop, J.H. van 1993, Hoeveel mest produceert een kip? In: Periodiek/Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 93/3, pag. 7-9.

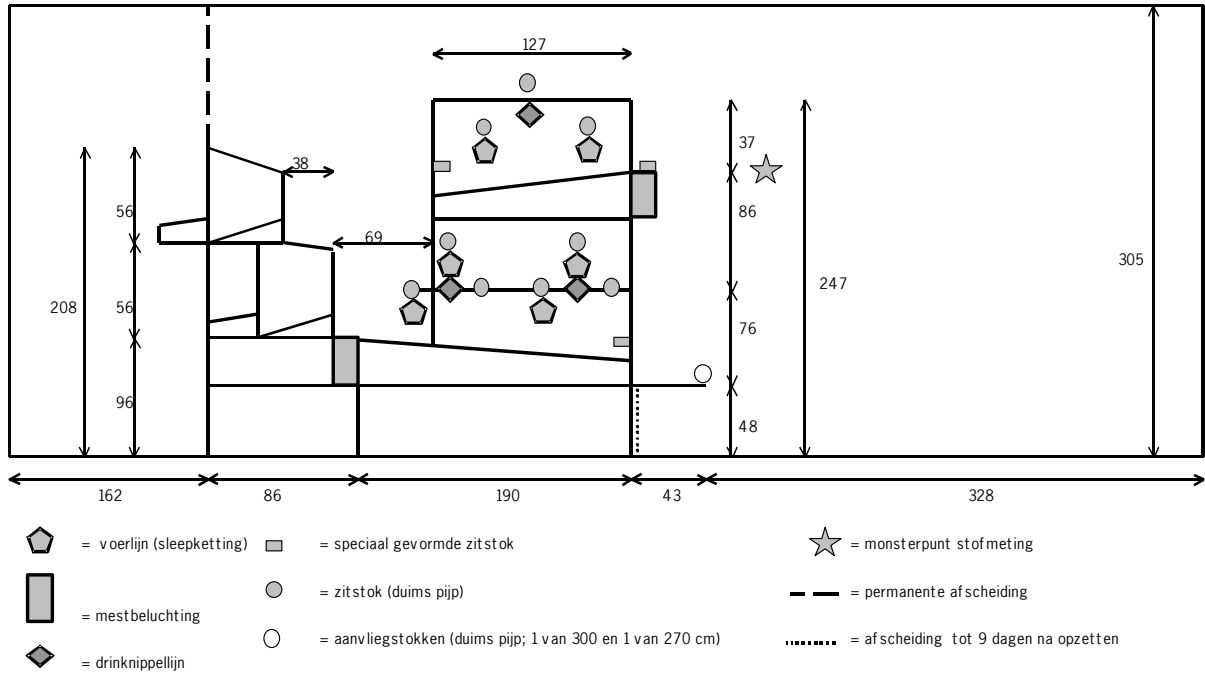
Nordenfors, H., J. Höglund en A. Ugglå, 1999. Effect of Temperature and Humidity on Oviposition, Molting and Longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Journal of Medical Entomology*, 36: 68-72.

Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase, 1993. Tweede Kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr. 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage.

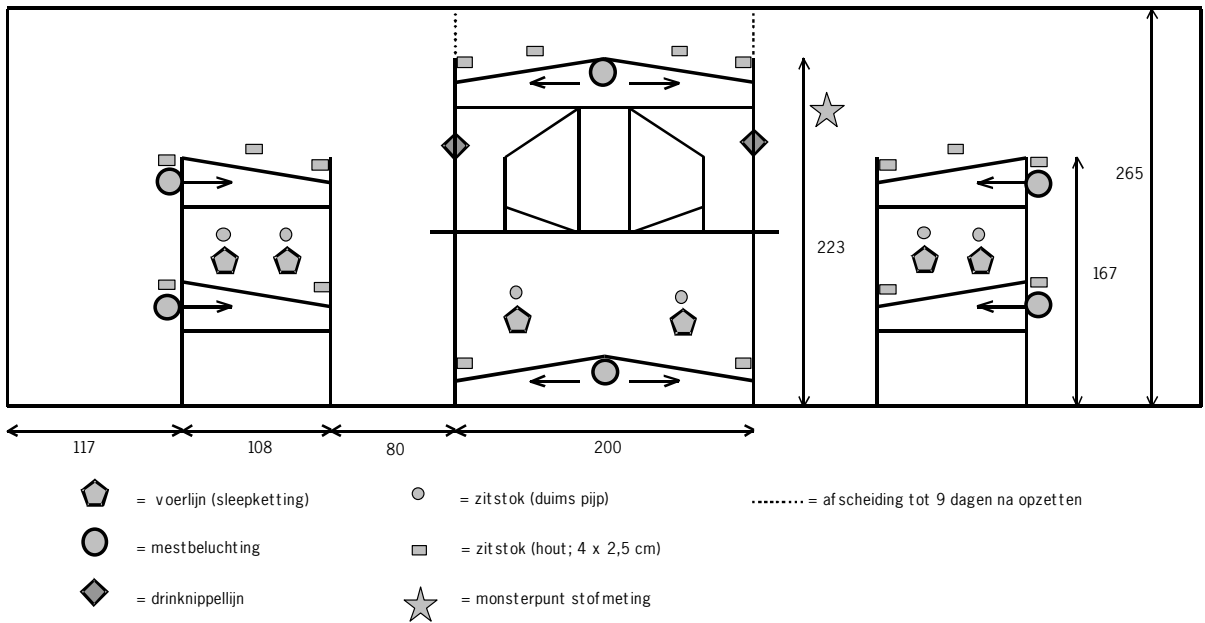


Bijlage 1 Schematische weergave van de twee voliëresystemen

Natura Nova (Big Dutchman)



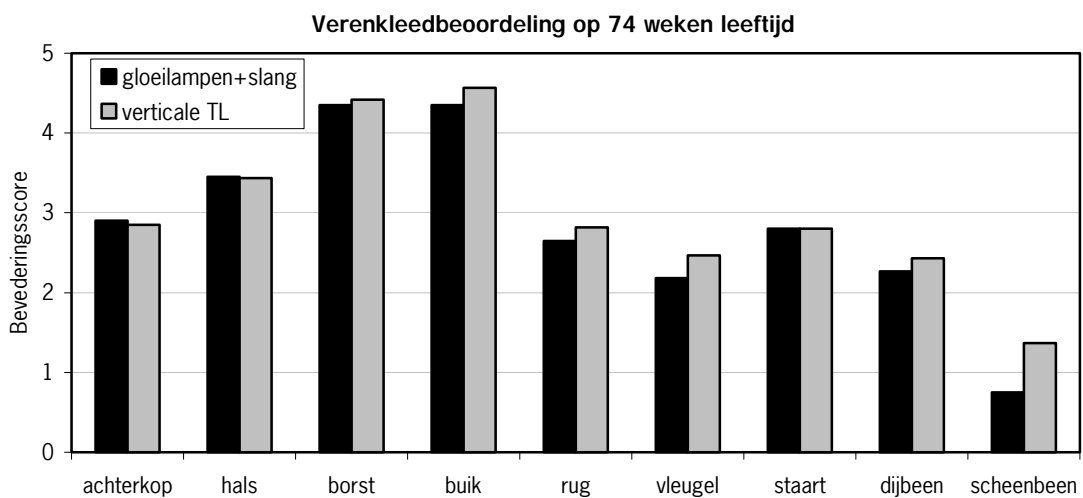
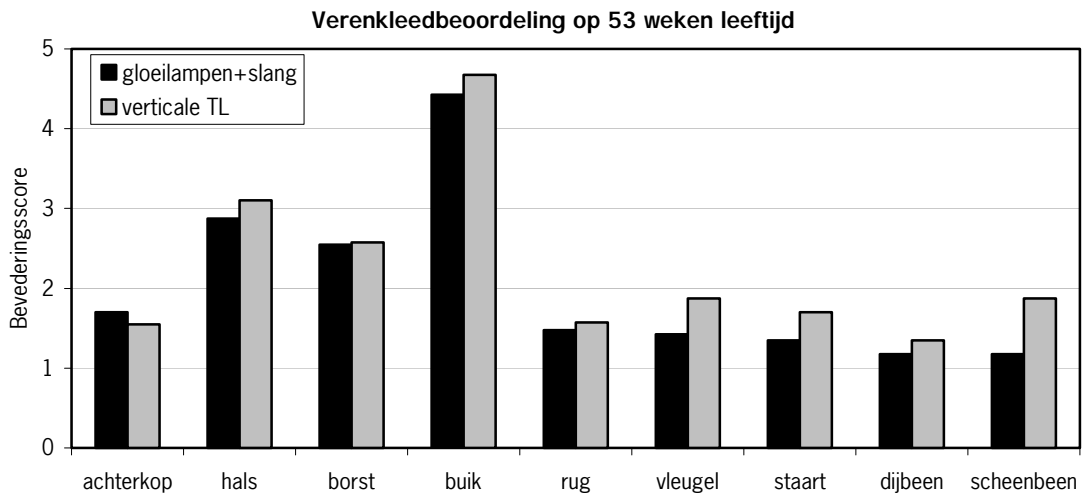
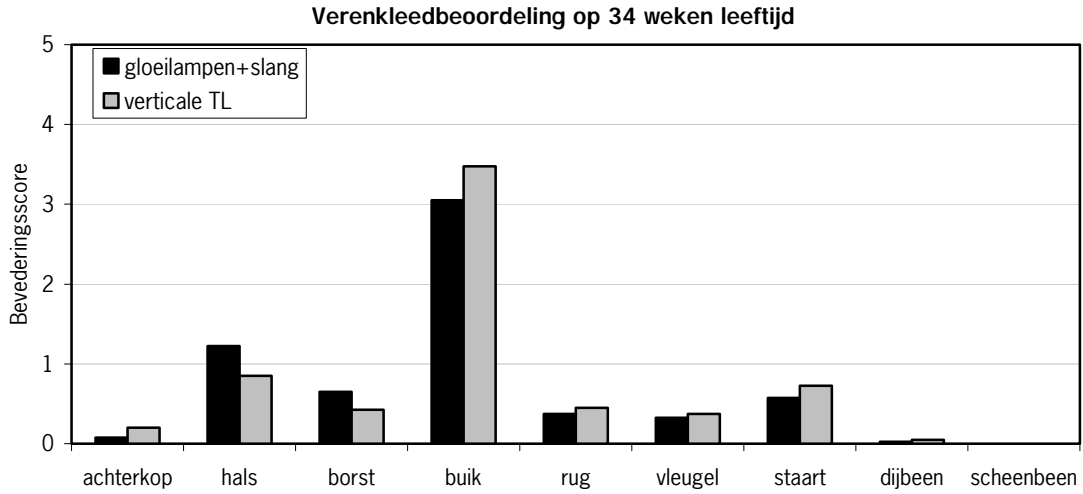
Comfort/Compact (Jansen Poultry Equipment)



**Bijlage 2 Details van de voliëresystemen**

	<b>Jansen: Comfort 2A + Compact 2</b>	<b>Big Dutchman: Natura NOVA 2E</b>
Aantal hennen per afdeling	1054	898
Model systeem	3 bokken met in de middelste het legnest	totaal geïntegreerd systeem
Aantal secties	6 van 1,5 meter = 9 m lengte totaal systeem	3,5 van 2,41 meter = 8,44 m lengte totaal systeem
Voersysteem	sleepketting/3 rondgaande lijnen	sleepketting/3 rondgaande lijnen
Voerhoeveelheid per....	voerlijn	voerlijn
Watervoorziening	drinknippels (Val)	drinknippels (Lubing)
Verlichtingssysteem	verticale TL of gloeilampen+ slangverlichting	verticale TL of gloeilampen+ slangverlichting
Mestbandbeluchting	op alle mestbanden	op alle mestbanden
Beluchting (gaatjes/afstand)	gaatjes van 6 mm op 20 cm afstand	gaatjes van 8 mm op 10 cm afstand
Legnest	4 stuks 2,44 m = 9,76 m (steekt vooraan door)	3,5 van 2,41 meter = 8,44 m
Uitdrijfsysteem nest	aanwezig	aanwezig
Zitstokken	houten = 16 lengtes; duimspijp = 6 lengtes	duimspijp = 9 stuks + 3 speciaal gevormde ijzeren + aanvliegsticken + geïntegreerd in rooster
Leefniveau's	3 stuks	4 stuks (inclusief zitstokken)
<b>Afmetingen:</b>		
lengte eetgoet/hen	54 meter x 2 / 1054 hennen = 10,2 cm	50,64 m x 2 / 898 hennen = 11,3 cm
lengte zitstok/hen	22 x 9 m = 198 m / 1054 hennen = 18,8 cm	12 x 8,44 + 5,7 = 107,0 / 898 = 11,9 cm + geïntegreerde zitstokken in rooster
drinkwatervoorziening	2 lijnen met in totaal 98 nippels	3 lijnen met in totaal 98 nippels
legnestdiepte	45 cm	45 cm
<b>Oppervlakten:</b>		
totale vloeroppervlak	9 x 8,1 = 72,9 m <sup>2</sup>	8,44 x 8,1 = 68,4 m <sup>2</sup>
strooiseloppervlak	(8,1-2,0) x 9 = 54,9 m <sup>2</sup>	8,44 x 8,1 = 68,4 m <sup>2</sup>
roosteroppervlak	((4x1) + (2x2)) x 9 = 72,0 m <sup>2</sup>	1,368+1,964+0,383 = 3,715 x 8,44 = 31,4 m <sup>2</sup>
totaal bruikbare oppervlak	54,9 + 72,0 = 126,9 m <sup>2</sup>	68,4 + 31,4 = 99,8 m <sup>2</sup>
legnestoppervlak	9,76 x 2 x 0,45 m = 8,78/1054 = 83,3 cm <sup>2</sup> /hen	8,44 x 2 x 0,45 m = 7,60/898 = 84,6 cm <sup>2</sup> /hen
strooiseloppervlak	54,9 m <sup>2</sup> /1054 = 521 cm <sup>2</sup> /hen	68,4 m <sup>2</sup> /898 = 762 cm <sup>2</sup> /hen
<b>Bezetting:</b>		
vloeroppervlak	1054/72,9 = 14,5 hen/m <sup>2</sup>	898/68,4 = 13,1 hen/m <sup>2</sup>
legnestoppervlak	1054/8,78 = 120,0 hen/m <sup>2</sup>	898/7,60 = 118,2 hen/m <sup>2</sup>
bruikbaar oppervlak	1054/126,9 = 8,3 hen/m <sup>2</sup>	898/99,8 = 9,0 hen/m <sup>2</sup>
hennen per nippel	1054/98 = 10,8 hen/nippel	898/98 = 9,2 hen/nippel
<b>Verhoudingen:</b>		
Percentage rooster	72 m <sup>2</sup> /126,9 m <sup>2</sup> = 56,7 %	31,4 m <sup>2</sup> /99,8 m <sup>2</sup> = 31,5 %
Percentage strooisel	54,9 m <sup>2</sup> /126,9 m <sup>2</sup> = 43,3 %	68,4 m <sup>2</sup> /99,8 m <sup>2</sup> = 68,5 %

**Bijlage 3 Verkleedbeoordeling per verlichting en verschillende leeftijden**



## Bijlage 4 Berekening percentage faeces in strooisel

### Uitgangspunten en aannamen:

- Faecesproductie:
  - Natura Nova 120,0 g voeropname (gem. van legperiode) x 1,1 (factor naar: Middelkoop, 1993)= 132,3 g/hen/dag
  - Compact/Comfort 120,9 x 1,1 = 133,0 g/hen/dag.
- Drogestofgehalte faeces: 230 g/kg (Middelkoop, 1993)
- Drogestofgehalte strooisel (gewogen gemiddelde van de diverse metingen):
  - Natura Nova: 819 g/kg
  - Comfort/Compact: 765 g/kg
- Constant soortelijk gewicht strooisel ( $\rho$ ): 600 kg/m<sup>3</sup> of 0,6 g/cm<sup>3</sup>
- Strooiseloppervlak:
  - Natura Nova 68,4 x 10<sup>4</sup> cm<sup>2</sup>
  - Comfort/Compact 54,9 x 10<sup>4</sup> cm<sup>2</sup>
- Gemiddeld aantal aanwezige dieren:
  - Natura Nova 848 stuks
  - Comfort/Compact 969 stuks
- Geen afbraak organische stof in het strooisel
- Toename in cm/dag (richtingscoëfficiënten):
  - Natura Nova: 0,02
  - Comfort/Compact: 0,02

### Berekening (naar Groot Koerkamp, 1997)

Formule (maximale toename per dag):

$g \text{ faeces/hen/dag} \times g \text{ ds/g faeces} \times 1/g \text{ ds/g strooisel} \times 1/\text{const srt gew} \times 1/\text{str.opp. (cm}^2) \times \text{gem.aanw. hennen}$

Formule (percentage verse mest dat per dag in het strooisel komt):

$\text{werkelijke toename per dag (cm)} / \text{maximale toename per dag (cm)}$

Natura Nova:

- $132,3 \text{ g} \times 0,23 \times (1/0,819) \times (1/0,6) \times (1/684.000) \times 848 = 0,0766 \text{ cm strooisel/dag}$
- $0,02 / 0,0766 \times 100\% = 26,1\%$

Comfort/Compact:

- $133,0 \text{ g} \times 0,23 \times (1/0,765) \times (1/0,6) \times (1/549.000) \times 969 = 0,1176 \text{ cm strooisel/dag}$
- $0,02 / 0,1176 \times 100\% = 17,0\%$

**Bijlage 5 Technische resultaten per week Natura Nova**

Leeftijd (weken)	Uitval (%)	BNE (%)	Leg (%)	Eigewicht (g)	Eimassa (g/d/d)	Voerverbruik (g/d/d)	Voerconversie	Waterverbruik (ml/d/d)	Water/voer verh.
19	0,1	13,4	0,9	44,4	0,4	78,3		114,8	1,46
20	0,1	5,8	22,0	46,4	10,2	102,8		152,3	1,48
21	0,1	3,0	66,4	47,9	31,8	93,9	2,99	183,9	1,98
22	0,3	1,6	87,2	52,1	45,4	107,7	2,37	221,1	2,06
23	0,0	1,1	95,1	54,7	52,0	114,8	2,21	227,8	1,99
24	0,1	0,8	94,5	57,2	54,1	119,2	2,21	216,4	1,81
25	0,2	0,9	95,3	57,3	54,5	116,2	2,13	231,1	1,99
26	0,0	1,1	95,7	57,6	55,1	123,0	2,23	232,4	1,89
27	0,2	1,0	94,5	59,8	56,5	125,2	2,22	229,8	1,83
28	0,3	1,2	93,7	60,5	56,6	119,5	2,11	229,2	1,92
29	0,3	0,9	93,8	61,2	57,4	127,4	2,22	225,4	1,77
30	0,0	1,0	94,6	61,9	58,5	113,8	1,95	222,9	1,96
31	0,1	0,8	94,1	61,9	58,2	119,8	2,05	216,1	1,80
32	0,1	0,7	93,7	62,0	58,0	114,8	1,97	211,8	1,85
33	0,1	0,9	94,6	62,9	59,4	124,2	2,09	223,6	1,80
34	0,1	0,6	93,2	62,4	58,2	117,7	2,02	212,9	1,81
35	0,1	0,7	93,3	63,1	58,9	118,2	2,00	204,6	1,73
36	0,1	0,5	92,2	64,0	59,0	123,3	2,09	219,3	1,77
37	0,0	0,9	92,7	64,6	59,9	122,5	2,04	213,8	1,75
38	0,2	0,8	93,1	64,6	60,1	120,1	2,00	212,8	1,77
39	0,1	1,0	92,9	64,7	60,1	124,8	2,08	212,9	1,71
40	0,2	0,9	94,0	64,7	60,8	126,2	2,08	220,8	1,75
41	0,2	1,1	94,3	64,4	60,8	123,3	2,03	214,4	1,74
42	0,3	0,9	93,6	64,4	60,4	118,2	1,96	218,6	1,85
43	0,3	1,5	93,2	65,2	60,8	126,2	2,08	213,2	1,69
44	0,3	0,8	91,9	65,2	59,9	125,0	2,09	219,6	1,75
45	0,0	1,4	92,3	65,4	60,4	123,2	2,04	218,8	1,77
46	0,2	1,5	91,7	65,4	60,0	123,9	2,06	226,7	1,83
47	0,1	1,6	93,1	65,3	60,8	124,2	2,04	217,3	1,75
48	0,1	1,6	91,8	65,3	60,0	125,1	2,08	225,7	1,81
49	0,6	1,1	91,7	65,8	60,4	124,6	2,06	221,5	1,78
50	0,9	1,2	90,7	65,8	59,6	124,7	2,09	228,7	1,83
51	0,2	1,8	90,4	65,7	59,4	124,0	2,08	221,1	1,79
52	0,1	1,6	91,2	65,7	59,9	125,0	2,09	211,1	1,69
53	0,0	1,9	87,3	65,5	57,2	123,5	2,17	216,9	1,75
54	0,2	1,8	90,3	65,5	59,2	121,0	2,04	213,6	1,77
55	0,2	2,0	88,9	65,8	58,5	125,2	2,14	220,1	1,76
56	0,2	2,7	89,7	65,8	59,0	125,2	2,12	204,4	1,64
57	0,1	4,5	88,8	66,2	58,9	125,9	2,14	200,7	1,60
58	0,4	2,8	89,6	66,2	59,4	125,2	2,11	215,5	1,72
59	0,2	2,8	87,4	66,2	57,9	123,1	2,13	221,5	1,80
60	0,4	4,8	87,7	66,2	58,0	124,8	2,15	215,1	1,73
61	0,2	4,3	89,2	66,4	59,2	125,6	2,12	211,1	1,68
62	0,4	4,3	85,8	66,4	57,0	121,5	2,13	207,1	1,71
63	0,1	4,6	82,0	66,2	54,2	122,8	2,26	213,6	1,74
64	0,4	5,9	83,6	66,2	55,3	118,7	2,15	208,8	1,76



**Bijlage 5 Technische resultaten per week Natura Nova (vervolg)**

Leeftijd (weken)	Uitval (%)	BNE (%)	Leg (%)	Eigewicht (g)	Eimassa (g/d/d)	Voerverbruik (g/d/d)	Voerconversie	Waterverbruik (ml/d/d)	Water/voer verh.
65	0,5	6,3	82,9	66,4	55,0	116,4	2,12	209,4	1,80
66	0,2	6,5	82,9	66,6	55,2	125,3	2,27	218,9	1,75
67	0,2	6,6	82,5	66,3	54,7	121,2	2,21	217,4	1,79
68	0,2	6,3	77,6	66,3	51,5	114,7	2,23	219,8	1,92
69	0,2	8,1	86,7	66,3	57,5	123,8	2,16	215,1	1,74
70	0,4	7,3	80,2	67,1	53,8	114,8	2,13	236,0	2,06
71	0,5	6,8	80,7	67,1	54,1	120,8	2,24	237,8	1,97
72	0,5	6,8	79,0	67,6	53,3	119,8	2,25	233,6	1,95
73	0,5	6,8	79,6	67,6	53,7	121,1	2,25	232,1	1,92
74	0,6	6,4	77,8	67,7	52,6	121,1	2,30	230,4	1,90

De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd in de leeftijdsperiode tussen 22 en 33 weken leeftijd en 40 en 52 weken leeftijd.

**Bijlage 6 Technische resultaten per week Comfort/Compact**

Leeftijd (weken)	Uitval (%)	BNE (%)	Leg (%)	Eigewicht (g)	Eimassa (g/d/d)	Voerverbruik (g/d/d)	Voerconversie	Waterverbruik (ml/d/d)	Water/voer verh.
19	0,1	9,6	1,6	44,4	0,7	80,5		119,7	1,48
20	0,6	2,8	20,1	46,4	9,3	105,7		174,7	1,65
21	0,1	1,9	58,6	47,9	28,1	101,4	3,68	208,3	2,05
22	0,2	1,5	76,8	51,7	39,7	107,8	2,71	227,9	2,12
23	0,1	1,1	91,3	53,9	49,2	121,2	2,46	230,8	1,91
24	0,1	1,1	91,7	57,1	52,4	119,5	2,28	235,2	1,97
25	0,0	0,9	95,1	57,0	54,1	119,2	2,21	241,5	2,02
26	0,1	0,7	94,0	58,5	55,0	123,3	2,25	235,6	1,92
27	0,0	0,8	94,0	59,9	56,3	125,2	2,22	233,6	1,86
28	0,0	0,6	93,2	61,0	56,9	126,2	2,22	240,6	1,90
29	0,2	0,7	93,4	61,1	57,1	126,9	2,23	238,4	1,88
30	0,1	0,6	93,6	62,0	58,0	120,7	2,08	233,4	1,94
31	0,1	0,5	93,4	62,0	57,8	119,8	2,07	231,8	1,94
32	0,1	0,3	93,7	62,5	58,5	118,0	2,01	224,8	1,91
33	0,1	0,3	94,4	63,1	59,5	125,0	2,10	239,1	1,92
34	0,2	0,2	94,0	62,8	59,0	114,8	1,94	219,8	1,92
35	0,4	0,4	93,0	63,2	58,9	119,1	2,02	221,1	1,85
36	0,2	0,2	92,7	63,9	59,3	126,0	2,12	229,2	1,82
37	0,3	0,3	92,6	64,3	59,5	126,0	2,12	226,3	1,80
38	0,1	0,3	94,5	64,8	61,2	125,5	2,05	223,7	1,79
39	0,4	0,3	93,5	64,8	60,6	118,2	1,95	223,4	1,90
40	0,1	0,2	93,6	64,8	60,6	126,1	2,08	232,0	1,84
41	0,1	0,2	93,5	64,4	60,2	124,8	2,08	225,7	1,81
42	0,4	0,2	95,2	64,4	61,3	126,1	2,05	233,9	1,85
43	0,1	0,2	93,2	65,1	60,7	127,1	2,09	228,8	1,80
44	0,2	0,2	92,2	65,1	60,0	123,9	2,06	232,5	1,88
45	0,1	0,2	91,7	65,3	59,8	122,5	2,05	227,0	1,85
46	0,1	0,1	90,7	65,3	59,2	125,6	2,12	235,8	1,88
47	0,8	0,1	93,6	65,1	60,8	124,3	2,04	227,9	1,83
48	0,6	0,2	90,0	65,1	58,5	124,1	2,12	231,5	1,87
49	0,5	0,1	92,4	65,6	60,6	127,5	2,10	252,4	1,99
50	0,2	0,2	91,6	65,6	60,1	123,0	2,04	233,1	1,90
51	0,5	0,1	91,4	65,7	60,0	124,8	2,08	224,5	1,80
52	0,6	0,1	90,9	65,7	59,8	127,5	2,13	224,7	1,76
53	0,1	0,1	89,1	65,2	58,0	124,0	2,13	221,2	1,78
54	0,2	0,1	91,9	65,2	59,9	120,3	2,01	218,5	1,81
55	0,1	0,0	89,3	65,6	58,6	127,6	2,17	225,9	1,77
56	0,4	0,1	90,2	65,6	59,1	127,9	2,16	215,1	1,69
57	0,4	0,1	88,2	66,2	58,4	126,5	2,17	216,5	1,71
58	0,5	0,1	89,2	66,2	59,0	125,5	2,12	224,4	1,79
59	0,4	0,1	87,2	66,1	57,7	123,5	2,13	230,6	1,87
60	0,4	0,1	87,8	66,1	58,0	124,5	2,14	224,8	1,81
61	0,5	0,1	87,5	66,2	58,0	123,1	2,12	223,2	1,81
62	0,5	0,1	85,0	66,2	56,3	125,7	2,23	216,7	1,73
63	1,0	0,0	81,3	66,1	53,8	116,8	2,17	216,6	1,86
64	0,6	0,1	81,3	66,1	53,8	123,2	2,29	216,7	1,76

**Bijlage 6 Technische resultaten per week Comfort/Compact (vervolg)**

Leeftijd (weken)	Uitval (%)	BNE (%)	Leg (%)	Eigewicht (g)	Eimassa (g/d/d)	Voerverbruik (g/d/d)	Voerconversie	Waterverbruik (ml/d/d)	Water/voer verh.
65	0,7	0,2	82,2	66,2	54,4	122,4	2,25	228,2	1,86
66	0,3	0,1	81,5	66,7	54,2	106,8	1,96	224,1	2,10
67	0,3	0,1	80,7	66,1	53,3	122,0	2,29	218,0	1,80
68	0,3	0,1	75,0	66,1	49,5	118,7	2,40	227,2	1,92
69	0,6	0,1	85,7	66,1	56,6	128,4	2,27	222,5	1,73
70	0,4	0,1	78,6	66,8	52,5	119,5	2,28	243,1	2,03
71	0,6	0,1	78,5	66,8	52,4	117,3	2,24	247,6	2,11
72	1,0	0,5	79,3	67,5	53,5	118,2	2,21	243,5	2,06
73	0,5	0,0	79,2	67,5	53,5	119,2	2,23	239,5	2,01
74	0,5	0,0	77,2	67,3	52,0	115,2	2,22	239,6	2,08

De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd in de leeftijdsperiode tussen 22 en 33 weken leeftijd en 40 en 52 weken leeftijd.

**Bijlage 7 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Natura Nova)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
1 juni	1,82	2101	65	2,3	0,072	20,4	50,7	10,6	72,3
2	1,71	3654	107	4,1	0,119	21,8	48,9	14,3	75,2
3	1,43	4033	98	4,5	0,109	22,4	53,0	15,3	84,1
4	1,66	4031	114	4,5	0,127	22,4	56,1	15,9	74,8
5	1,71	4679	136	5,2	0,152	22,7	65,0	16,8	95,1
6	2,33	3330	132	3,7	0,147	21,3	65,3	14,3	85,4
7	2,35	3077	123	3,4	0,137	21,1	66,2	13,5	89,5
8	2,67	2960	135	3,3	0,150	21,1	60,9	12,8	85,0
9	2,47	3721	156	4,1	0,174	21,6	57,6	14,2	80,2
10	2,89	2111	104	2,4	0,116	20,5	64,8	11,5	91,8
11	4,96	2142	181	2,4	0,202	20,5	63,2	11,9	87,7
12	5,77	2487	244	2,8	0,272	20,7	66,9	11,9	96,5
13	7,09	2115	256	2,4	0,285	20,4	66,4	11,9	89,8
14	5,48	3897	364	4,3	0,405	21,8	67,6	15,0	95,7
15	3,38	4129	238	4,6	0,265	21,9	65,5	14,9	87,7
16	3,55	3999	242	4,5	0,269	21,9	67,0	15,2	96,8
17	3,89	5618	372	6,3	0,414	25,7	62,4	21,6	83,5
18	3,62	5777	357	6,4	0,397	26,3	65,5	19,5	98,8
19	3,16	4306	232	4,8	0,258	22,4	60,7	14,1	86,9
20	3,18	3302	179	3,7	0,199	21,2	71,5	14,2	98,4
21	3,44	3020	177	3,4	0,197	21,1	62,2	13,9	81,6
22	2,97	4031	204	4,5	0,227	22,0	60,2	15,0	100,0
23	3,02	3503	180	3,9	0,200	21,4	60,1	13,7	82,5
24	3,31	3116	176	3,5	0,196	21,3	56,1	13,6	78,6
25	3,08	3499	183	3,9	0,204	21,6	57,1	13,3	89,7
26	3,02	3857	198	4,3	0,221	21,9	56,7	11,7	75,9
27	3,09	2904	153	3,2	0,170	21,1	56,6	14,2	84,9
28	3,13	1989	106	2,2	0,118	20,5	60,9	10,1	83,8
29	3,48	2556	151	2,8	0,169	20,9	56,7	11,7	80,4
30 juni	3,44	2689	158	3,0	0,176	21,0	60,6	12,5	78,8
1 juli	5,00	2121	181	2,4	0,201	20,7	66,1	13,5	91,5
2	6,02	2320	238	2,6	0,265	20,6	64,9	11,0	87,2
3	6,62	2253	254	2,5	0,283	20,4	70,5	12,1	100,0
4	5,69	2971	288	3,3	0,321	21,0	64,6	14,0	85,6
5	4,08	3197	222	3,6	0,247	21,3	60,1	14,0	84,0
6	3,92	3089	206	3,4	0,230	21,1	67,5	13,9	89,0
7	4,74	2909	235	3,2	0,262	21,0	66,3	13,6	91,3
8	3,94	4418	297	4,9	0,330	22,8	61,1	16,1	91,6
9	3,84	4683	306	5,2	0,341	23,2	67,8	18,1	98,9
10	5,69	2621	254	2,9	0,283	20,8	71,2	12,5	100,0
11	5,30	2964	268	3,3	0,298	21,0	62,3	12,5	86,9
12	3,30	3668	207	4,1	0,230	21,7	58,5	13,5	89,6
13	3,16	3593	194	4,0	0,216	21,4	70,5	15,0	98,3
14	3,34	4396	250	4,9	0,278	22,4	72,4	16,7	98,9
15 juli	3,99	4621	314	5,1	0,350	23,1	66,5	17,8	91,6

**Bijlage 7 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Natura Nova) (vervolg)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
16 juli	3,58	4584	279	5,1	0,311	22,7	62,7	17,9	92,5
17	3,60	4260	261	4,7	0,291	22,2	64,5	14,7	92,6
18	4,22	3169	228	3,5	0,254	21,3	59,6	12,8	79,7
19	3,62	2548	157	2,8	0,175	20,8	60,6	13,4	86,1
20	3,36	3441	197	3,8	0,219	21,5	58,7	13,6	83,0
21	3,88	2900	192	3,2	0,213	20,8	68,5	13,5	91,9
22	4,65	2790	221	3,1	0,246	20,9	63,8	13,1	88,0
23	4,16	3374	239	3,8	0,267	21,3	68,1	13,8	90,0
24	4,42	3352	253	3,7	0,281	21,2	69,1	15,0	93,8
25	4,75	2977	241	3,3	0,268	21,0	64,2	12,8	87,7
26	2,10	4050	145	4,5	0,161	22,3	67,2	15,3	97,5
27	2,31	4705	185	5,2	0,206	23,7	67,9	18,8	85,3
28	2,47	5188	219	5,8	0,243	25,1	64,8	19,8	100,0
29	2,53	5254	227	5,9	0,252	25,7	62,8	21,6	90,3
30	2,55	5264	229	5,9	0,255	25,4	68,0	21,0	90,7
31 juli	2,82	5017	241	5,6	0,269	23,5	75,8	17,5	85,7
1 aug	3,41	3867	225	4,3	0,250	21,7	78,2	14,6	80,6
2	2,96	4101	207	4,6	0,230	22,3	65,2	15,8	97,3
3	3,12	3302	175	3,7	0,195	21,2	70,8	13,8	85,7
4	3,27	4016	224	4,5	0,249	21,8	69,1	15,4	96,8
5	3,58	3479	212	3,9	0,236	21,3	73,3	14,0	78,2
6	3,75	3779	242	4,2	0,269	21,6	74,1	14,8	86,3
7	3,26	4164	232	4,6	0,258	22,1	71,1	15,5	79,4
8	3,26	4241	235	4,7	0,262	22,0	71,2	15,6	83,4
9	3,13	3766	201	4,2	0,224	21,7	70,9	14,3	77,9
10	3,44	3386	198	3,8	0,221	21,3	75,6	14,1	90,1
11	3,65	4155	259	4,6	0,288	21,9	76,8	15,7	78,5
12	4,42	3884	293	4,3	0,326	21,8	69,3	15,1	89,6
13	4,35	4043	300	4,5	0,334	22,3	66,9	16,0	98,2
14	4,22	4430	319	4,9	0,355	22,8	68,8	16,8	98,6
15	4,22	4664	335	5,2	0,373	23,5	68,1	17,7	95,0
16	3,82	4765	310	5,3	0,345	23,8	66,2	18,5	97,5
17	2,56	4872	213	5,4	0,237	24,1	63,9	18,7	89,6
18	2,35	5201	208	5,8	0,232	24,6	66,2	19,6	81,2
19	2,22	5376	203	6,0	0,226	24,1	71,9	18,8	79,3
20	2,42	4997	206	5,6	0,229	23,6	72,1	18,0	99,9
21	3,24	3642	201	4,1	0,224	21,6	79,3	14,4	82,7
22	3,99	3209	218	3,6	0,243	21,1	76,4	14,0	84,9
23	3,65	3465	215	3,9	0,240	21,4	72,2	14,5	86,0
24 aug	3,48	3312	196	3,7	0,219	21,2	77,4	14,0	91,8

**Bijlage 7 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Natura Nova) (vervolg)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
8 okt	10,66	1132	206	1,3	0,229	19,8	57,3	4,6	72,2
9	10,64	1303	236	1,5	0,263	20,0	57,4	6,2	76,9
10	9,72	1305	216	1,5	0,241	19,9	57,3	6,8	73,6
11	8,57	1144	167	1,3	0,186	19,8	53,1	5,0	67,8
12	7,98	1115	152	1,2	0,169	19,8	54,8	3,9	73,5
13	5,46	1220	113	1,4	0,126	19,8	57,8	5,8	77,0
14	5,32	1444	131	1,6	0,146	20,1	62,0	7,0	83,1
15	9,25	1270	200	1,4	0,223	19,9	61,7	5,4	86,8
16	6,76	1836	211	2,0	0,235	20,3	64,1	9,7	91,2
17	7,45	1552	197	1,7	0,219	20,2	60,7	8,2	83,0
18	7,64	1214	158	1,4	0,176	19,8	58,8	5,6	87,4
19	8,68	1066	158	1,2	0,175	19,7	58,2	4,5	80,0
20	8,83	1161	175	1,3	0,195	19,8	58,7	5,5	83,8
21	8,51	1490	216	1,7	0,241	20,0	63,1	7,7	88,0
22	7,02	2091	250	2,3	0,279	20,3	69,0	11,5	100,0
23	9,19	1585	248	1,8	0,276	20,1	64,8	8,8	89,5
24	11,88	1155	234	1,3	0,260	19,8	58,9	5,3	84,4
25	9,13	1695	264	1,9	0,294	20,3	63,8	9,1	94,5
26	7,98	1616	220	1,8	0,245	20,4	59,3	9,6	81,2
27	7,29	1778	221	2,0	0,246	20,3	62,2	9,5	78,9
28	7,86	1439	193	1,6	0,214	20,1	58,2	7,4	76,2
29	8,57	1358	198	1,5	0,221	20,0	59,3	7,3	81,4
30	8,49	1339	194	1,5	0,216	20,0	61,0	6,8	84,6
31 okt	9,17	1105	173	1,2	0,192	19,8	57,5	4,8	83,1
1 nov	7,68	1385	181	1,5	0,202	20,0	60,6	5,8	86,9
2	6,37	1891	205	2,1	0,228	20,3	66,6	10,6	94,9
3	7,53	1667	214	1,9	0,238	20,2	65,0	9,9	93,0
4	9,12	1428	222	1,6	0,247	20,0	63,2	6,9	85,8
5	10,79	1119	206	1,2	0,229	19,7	60,0	3,9	78,3
6	10,80	1195	220	1,3	0,245	19,8	58,9	5,0	80,2
7	10,14	1251	216	1,4	0,240	19,9	60,4	6,2	82,6
8	9,16	1124	175	1,3	0,195	19,8	58,5	5,5	84,8
9	8,89	1224	185	1,4	0,206	19,9	59,5	7,1	84,9
10	9,78	1043	174	1,2	0,193	19,8	58,3	4,2	87,3
11	8,11	1397	193	1,6	0,215	20,0	62,5	8,4	89,5
12	7,70	1422	186	1,6	0,208	20,1	62,5	8,4	87,0
13	9,92	1432	242	1,6	0,269	20,1	63,9	7,9	90,3
14	10,46	1397	249	1,6	0,277	20,0	60,1	7,5	86,9
15	9,76	1138	189	1,3	0,211	19,8	59,5	5,1	90,0
16	9,64	1146	188	1,3	0,209	19,8	61,8	5,7	89,6
17	9,19	1358	213	1,5	0,237	20,0	63,9	7,4	89,9
18	10,23	1218	212	1,4	0,236	19,9	63,1	5,9	86,4
19	10,98	1107	207	1,2	0,231	19,7	60,3	5,5	89,3
20 nov	11,82	941	189	1,0	0,211	19,7	58,7	2,8	89,1

**Bijlage 7 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Natura Nova) (vervolg)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
21 nov	10,08	1196	205	1,3	0,229	19,9	59,5	6,1	86,5
22	7,98	1249	170	1,4	0,189	19,9	59,6	6,3	91,1
23	8,77	1125	168	1,3	0,187	19,8	59,1	5,0	88,5
24	8,52	1156	168	1,3	0,187	19,8	60,4	5,8	82,1
25	9,12	984	153	1,1	0,170	19,7	60,0	4,2	86,5
26	9,01	1103	169	1,2	0,188	19,8	62,8	6,3	88,9
27	10,43	912	162	1,0	0,180	19,6	60,4	2,8	73,8
28	9,09	1089	169	1,2	0,188	19,8	61,5	4,8	78,3
29	7,17	1158	141	1,3	0,157	19,8	62,4	5,6	84,5
30 nov	7,41	1051	133	1,2	0,148	19,7	62,5	4,9	75,5
1 dec	7,80	1012	134	1,1	0,150	19,7	62,4	4,9	73,4
2	8,61	1012	148	1,1	0,165	19,7	62,5	4,1	79,4
3	9,22	1039	163	1,2	0,182	19,6	63,1	4,6	80,0
4	11,25	893	171	1,0	0,191	19,6	61,0	3,1	73,2
5	11,21	881	168	1,0	0,187	19,7	59,5	3,2	69,6
6	9,67	801	132	0,9	0,147	19,2	55,6	1,4	60,0
7	7,93	774	105	0,9	0,116	18,5	52,8	0,1	49,3
8	11,53	763	150	0,8	0,167	16,9	50,0	-1,8	38,7
9	10,59	747	135	0,8	0,150	16,4	48,2	-3,7	45,3
10	8,56	737	107	0,8	0,120	16,9	48,1	-4,7	33,1
11	8,64	757	111	0,8	0,124	17,9	48,7	-4,4	40,0
12	9,11	776	120	0,9	0,134	18,4	47,4		
13	8,57	809	118	0,9	0,132	19,3	48,5	-1,6	49,5
14	8,27	839	118	0,9	0,132	19,5	50,5	-0,5	62,3
15	8,07	885	122	1,0	0,136	19,7	53,0	1,2	59,5
16	7,42	975	123	1,1	0,137	19,7	54,9	2,0	62,4
17	7,62	887	115	1,0	0,128	19,7	51,8	0,7	48,5
18	7,50	827	106	0,9	0,118	19,5	51,0	-0,1	60,6
19	6,97	862	102	1,0	0,114	19,7	52,8	0,5	60,9
20	5,92	811	82	0,9	0,091	19,4	50,8	-0,6	62,8
21	5,30	873	79	1,0	0,088	19,7	53,2	0,7	57,5
22	5,02	990	85	1,1	0,094	19,7	54,7	1,6	71,8
23	5,26	990	89	1,1	0,099	19,7	54,8	1,6	67,4
24	4,61	1288	101	1,4	0,113	19,9	61,4	5,1	81,0
25	4,17	1428	101	1,6	0,113	19,9	63,8	5,6	86,2
26	4,19	1344	96	1,5	0,107	20,0	63,0	5,6	81,2
27	3,80	1469	95	1,6	0,106	20,0	64,1	7,8	81,5
28	3,84	1338	87	1,5	0,097	20,0	62,4	5,2	82,0
29	3,59	1127	69	1,3	0,077	19,7	59,4	4,1	82,3
30	3,02	1093	56	1,2	0,063	19,8	57,8	4,0	69,9
31 dec	3,59	786	48	0,9	0,053	19,1	50,0	0,0	46,1

**Bijlage 8 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
1 juni	3,23	2554	140	2,8	0,156	20,6	52,9	10,6	72,3
2	2,64	3974	179	4,4	0,199	22,0	51,2	14,3	75,2
3	2,07	4392	155	4,9	0,172	22,6	54,8	15,3	84,1
4	2,21	4429	167	4,9	0,186	22,5	57,5	15,9	74,8
5	3,14	5277	282	5,9	0,314	22,9	65,8	16,8	95,1
6	4,44	3824	289	4,3	0,322	21,5	66,5	14,3	85,4
7	4,31	3583	263	4,0	0,293	21,2	67,4	13,5	89,5
8	4,85	3320	274	3,7	0,306	21,2	62,9	12,8	85,0
9	4,32	4079	300	4,5	0,334	21,7	59,8	14,2	80,2
10	5,33	2478	225	2,8	0,250	20,7	66,4	11,5	91,8
11	7,57	2570	331	2,9	0,369	20,7	66,2	11,9	87,7
12	8,29	2925	413	3,3	0,460	21,0	69,0	11,9	96,5
13	9,06	2511	388	2,8	0,432	20,7	68,5	11,9	89,8
14	6,98	4355	518	4,8	0,577	22,0	70,1	15,0	95,7
15	5,25	4682	418	5,2	0,466	22,1	67,3	14,9	87,7
16	5,60	4370	417	4,9	0,464	21,9	69,3	15,2	96,8
17	5,37	6113	559	6,8	0,623	25,6	64,4	21,6	83,5
18	4,74	6320	510	7,0	0,568	26,3	66,8	19,5	98,8
19	4,55	4715	365	5,3	0,407	22,5	62,3	14,1	86,9
20	4,59	3760	294	4,2	0,327	21,3	73,3	14,2	98,4
21	4,77	3367	273	3,7	0,304	21,3	64,9	13,9	81,6
22	4,34	4334	320	4,8	0,356	21,9	63,6	15,0	100,0
23	4,77	3791	308	4,2	0,343	21,5	63,4	13,7	82,5
24	5,13	3488	305	3,9	0,339	21,4	58,7	13,6	78,6
25	4,76	3781	306	4,2	0,341	21,6	59,6	13,3	89,7
26	4,63	4167	329	4,6	0,366	21,8	59,1	11,7	75,9
27	4,62	3184	251	3,5	0,279	21,1	58,7	14,2	84,9
28	4,62	2247	177	2,5	0,197	20,6	63,7	10,1	83,8
29	5,04	2739	235	3,0	0,262	20,9	59,8	11,7	80,4
30 juni	5,18	3001	265	3,3	0,295	21,1	63,0	12,5	78,8
1 juli	6,98	2420	288	2,7	0,320	20,7	68,8	13,5	91,5
2	7,85	2618	350	2,9	0,390	20,8	67,6	11,0	87,2
3	8,47	2643	381	2,9	0,425	20,7	72,9	12,1	100,0
4	6,93	3317	391	3,7	0,436	21,3	66,8	14,0	85,6
5	4,91	3505	293	3,9	0,327	21,3	62,6	14,0	84,0
6	4,71	3429	275	3,8	0,306	21,3	69,7	13,9	89,0
7	5,52	3180	299	3,5	0,333	21,1	68,9	13,6	91,3
8	4,91	4713	394	5,2	0,439	22,9	63,7	16,1	91,6
9	4,67	4958	395	5,5	0,439	23,2	70,2	18,1	98,9
10	6,39	3021	329	3,4	0,366	20,9	73,0	12,5	100,0
11	6,15	3387	355	3,8	0,395	21,3	65,1	12,5	86,9
12	3,88	4044	267	4,5	0,297	21,9	61,4	13,5	89,6
13	3,97	3927	265	4,4	0,295	21,6	73,0	15,0	98,3
14	4,35	4787	355	5,3	0,395	22,6	74,8	16,7	98,9
15 juli	4,59	5018	392	5,6	0,437	23,1	68,9	17,8	91,6



**Bijlage 8 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact) (vervolg)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
16 juli	4,40	4878	366	5,4	0,407	22,6	65,6	17,9	92,5
17	4,41	4674	351	5,2	0,391	22,3	66,9	14,7	92,6
18	5,01	3585	306	4,0	0,341	21,4	61,8	12,8	79,7
19	4,31	2955	217	3,3	0,241	21,0	62,8	13,4	86,1
20	4,00	3801	259	4,2	0,288	21,6	61,4	13,6	83,0
21	4,71	3252	261	3,6	0,291	20,8	70,6	13,5	91,9
22	5,51	3146	295	3,5	0,329	21,1	66,3	13,1	88,0
23	4,96	3752	317	4,2	0,353	21,4	70,2	13,8	90,0
24	5,37	3752	343	4,2	0,382	21,3	71,1	15,0	93,8
25	5,54	3321	313	3,7	0,349	21,3	65,8	12,8	87,7
26	2,32	4522	179	5,0	0,199	22,4	68,9	15,3	97,5
27	2,54	5059	219	5,6	0,243	23,8	69,9	18,8	85,3
28	2,60	5610	248	6,2	0,276	25,3	66,4	19,8	100,0
29	3,03	5656	292	6,3	0,325	25,8	64,1	21,6	90,3
30	4,05	5653	390	6,3	0,434	25,5	69,2	21,0	90,7
31 juli	4,60	5403	424	6,0	0,472	23,5	77,2	17,5	85,7
1 aug	4,81	4404	361	4,9	0,402	21,9	79,1	14,6	80,6
2	3,29	4518	253	5,0	0,282	22,5	67,3	15,8	97,3
3	3,24	3729	206	4,2	0,229	21,4	72,4	13,8	85,7
4	3,38	4431	255	4,9	0,284	21,9	71,0	15,4	96,8
5	3,79	3952	255	4,4	0,284	21,4	75,6	14,0	78,2
6	3,79	4277	276	4,8	0,307	21,7	76,1	14,8	86,3
7	3,08	4618	242	5,1	0,270	22,2	73,2	15,5	79,4
8	2,87	4660	228	5,2	0,254	22,2	72,8	15,6	83,4
9	2,62	4213	188	4,7	0,209	21,9	72,6	14,3	77,9
10	2,92	3904	194	4,3	0,216	21,4	77,7	14,1	90,1
11	2,95	4700	236	5,2	0,263	22,1	78,3	15,7	78,5
12	3,52	4353	261	4,8	0,291	21,9	71,4	15,1	89,6
13	3,64	4479	278	5,0	0,309	22,4	68,8	16,0	98,2
14	3,53	4853	291	5,4	0,325	22,9	70,5	16,8	98,6
15	3,56	5086	308	5,7	0,343	23,6	69,4	17,7	95,0
16	3,17	5301	286	5,9	0,318	24,2	66,8	18,5	97,5
17	2,24	5353	204	6,0	0,228	24,2	64,8	18,7	89,6
18	2,15	5711	209	6,4	0,232	24,8	67,0	19,6	81,2
19	1,35	5874	135	6,5	0,150	24,4	72,7	18,8	79,3
20	1,13	5489	105	6,1	0,117	23,9	72,9	18,0	99,9
21	1,51	4365	112	4,9	0,125	21,9	79,3	14,4	82,7
22	1,99	3863	131	4,3	0,146	21,4	76,8	14,0	84,9
23	1,96	4044	135	4,5	0,150	21,7	73,6	14,5	86,0
24 aug	1,90	3803	123	4,2	0,137	21,3	78,4	14,0	91,8

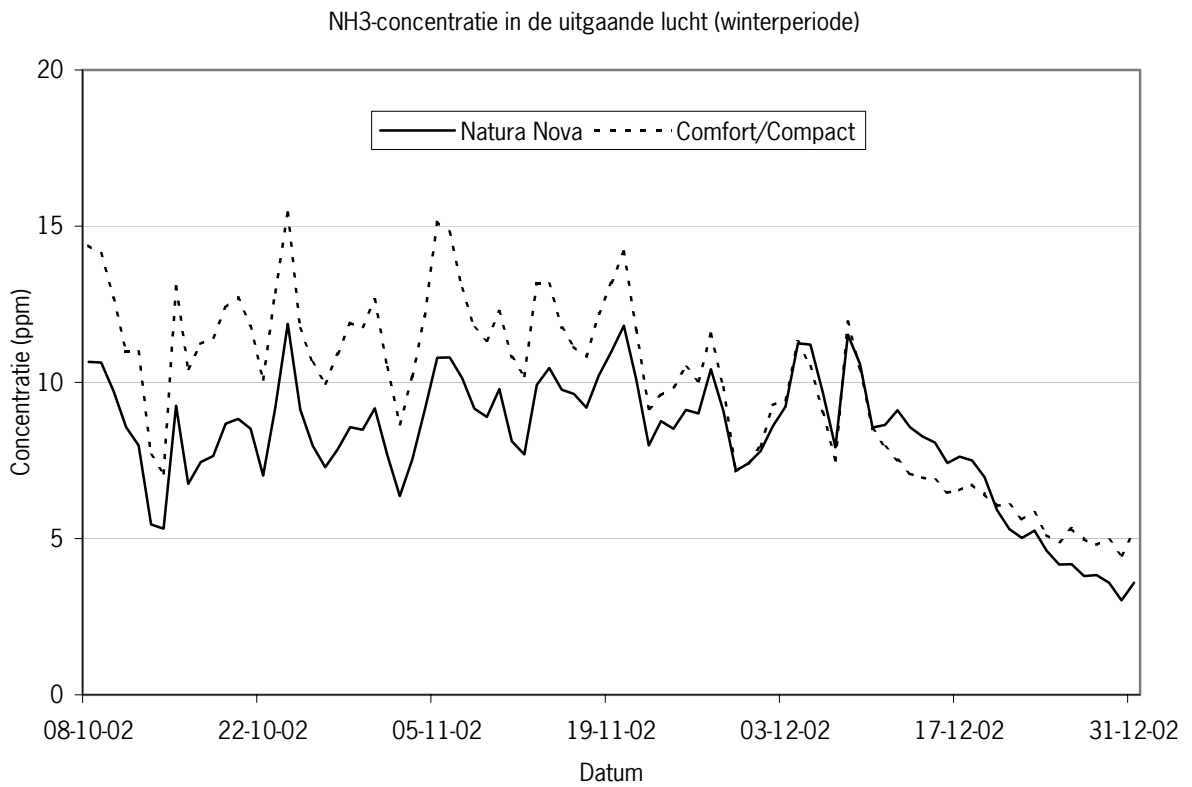
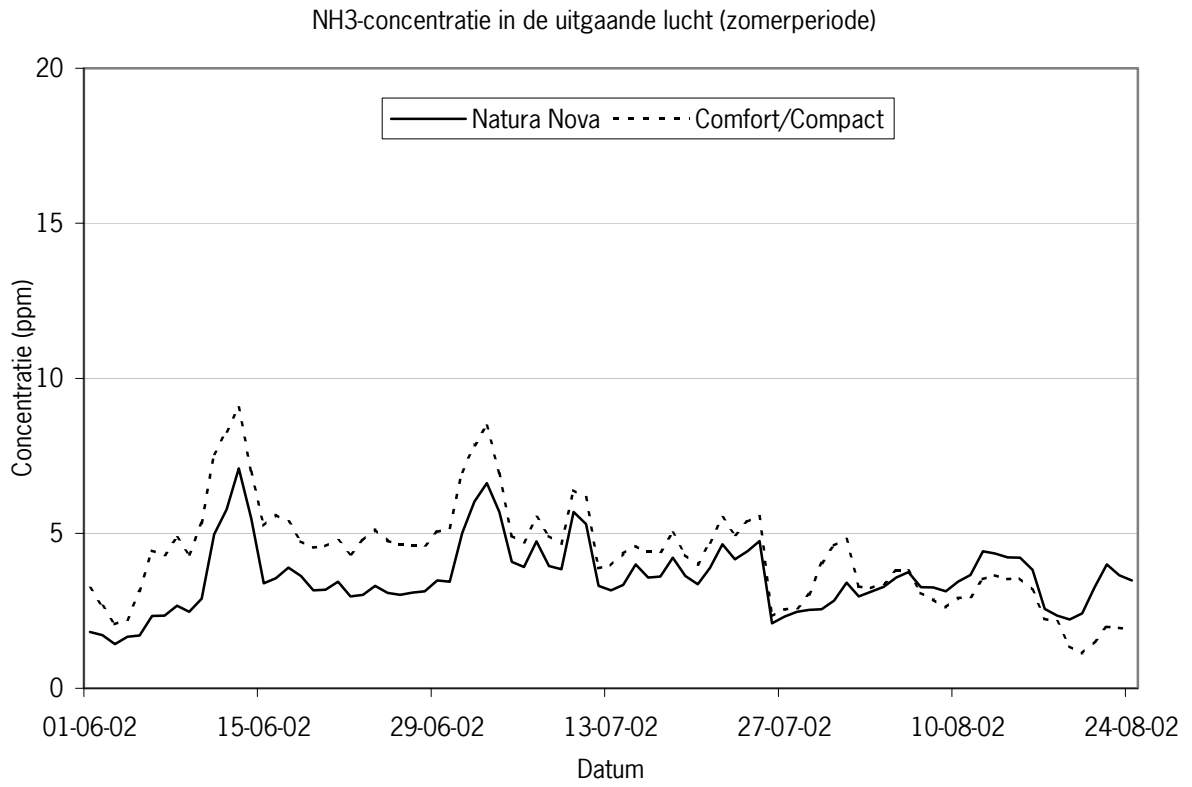
**Bijlage 8 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact) (vervolg)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
8 okt	14,39	1253	307	1,4	0,342	20,0	59,3	4,6	72,2
9	14,12	1459	351	1,6	0,391	20,2	58,9	6,2	76,9
10	12,71	1518	329	1,7	0,366	20,2	57,1	6,8	73,6
11	10,98	1346	252	1,5	0,280	19,9	52,9	5,0	67,8
12	10,99	1259	236	1,4	0,262	19,8	55,4	3,9	73,5
13	7,66	1383	181	1,5	0,201	19,9	58,8	5,8	77,0
14	7,10	1667	201	1,9	0,224	20,4	62,7	7,0	83,1
15	13,07	1473	328	1,6	0,365	20,0	63,1	5,4	86,8
16	10,44	2161	384	2,4	0,428	20,7	64,8	9,7	91,2
17	11,23	1794	343	2,0	0,382	20,6	61,0	8,2	83,0
18	11,44	1420	277	1,6	0,308	20,0	59,7	5,6	87,4
19	12,40	1229	260	1,4	0,289	19,8	59,9	4,5	80,0
20	12,72	1342	291	1,5	0,324	20,0	59,8	5,5	83,8
21	11,80	1708	343	1,9	0,382	20,2	64,0	7,7	88,0
22	10,09	2389	411	2,7	0,457	20,7	69,2	11,5	100,0
23	12,88	1823	400	2,0	0,445	20,5	65,6	8,8	89,5
24	15,43	1307	344	1,5	0,383	19,9	60,9	5,3	84,4
25	11,73	1935	387	2,2	0,431	20,5	64,4	9,1	94,5
26	10,63	1774	321	2,0	0,358	20,7	59,5	9,6	81,2
27	9,96	1980	336	2,2	0,374	20,6	62,5	9,5	78,9
28	10,92	1578	293	1,8	0,327	20,3	58,7	7,4	76,2
29	11,90	1492	302	1,7	0,337	20,1	60,3	7,3	81,4
30	11,77	1506	302	1,7	0,336	20,1	61,6	6,8	84,6
31 okt	12,66	1233	266	1,4	0,296	19,9	58,5	4,8	83,1
1 nov	10,48	1556	278	1,7	0,309	20,2	60,7	5,8	86,9
2	8,66	2190	323	2,4	0,360	20,7	66,9	10,6	94,9
3	10,18	1885	327	2,1	0,364	20,6	65,2	9,9	93,0
4	12,11	1607	332	1,8	0,369	20,3	63,6	6,9	85,8
5	15,15	1226	316	1,4	0,352	19,8	61,4	3,9	78,3
6	14,81	1333	336	1,5	0,374	20,1	60,4	5,0	80,2
7	13,00	1389	308	1,5	0,343	19,9	60,8	6,2	82,6
8	11,74	1253	251	1,4	0,279	19,7	58,9	5,5	84,8
9	11,35	1340	259	1,5	0,288	20,0	60,3	7,1	84,9
10	12,27	1132	237	1,3	0,264	19,7	59,4	4,2	87,3
11	10,80	1560	287	1,7	0,320	20,2	63,2	8,4	89,5
12	10,20	1546	269	1,7	0,299	20,2	62,5	8,4	87,0
13	13,16	1558	349	1,7	0,389	20,1	64,1	7,9	90,3
14	13,16	1552	348	1,7	0,387	20,3	60,2	7,5	86,9
15	11,75	1272	255	1,4	0,283	19,8	59,6	5,1	90,0
16	11,15	1258	239	1,4	0,266	19,8	61,7	5,7	89,6
17	10,83	1508	278	1,7	0,310	20,0	63,9	7,4	89,9
18	12,19	1342	279	1,5	0,310	19,8	63,4	5,9	86,4
19	13,19	1227	276	1,4	0,307	19,7	61,3	5,5	89,3
20 nov	14,18	1018	246	1,1	0,274	19,7	60,0	2,8	89,1

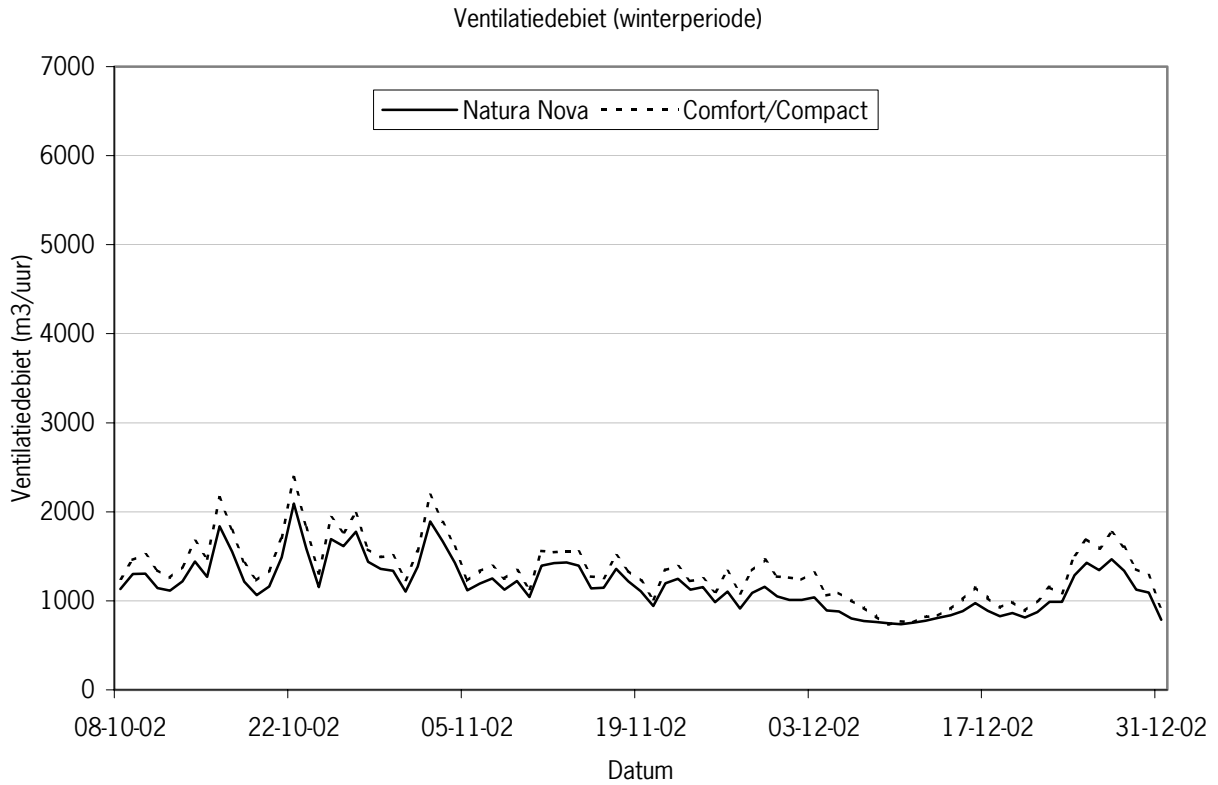
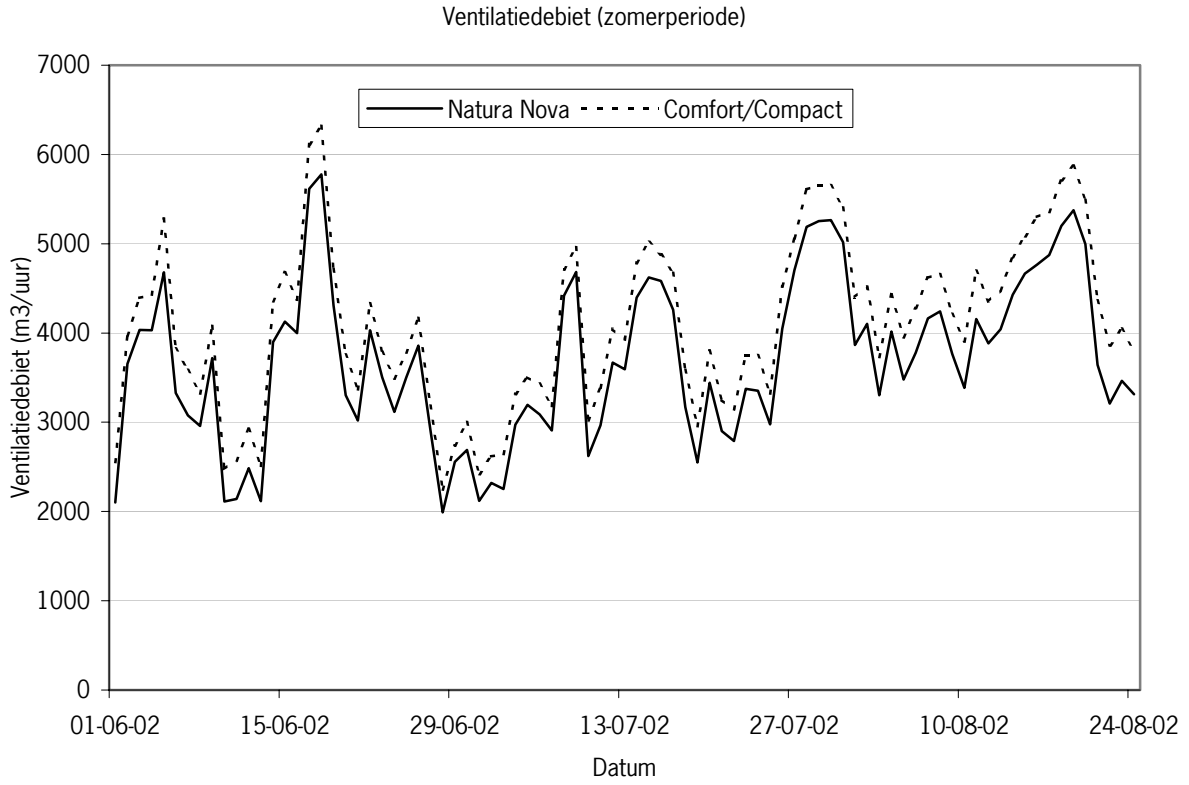
**Bijlage 8 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact) (vervolg)**

Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
21 nov	11,68	1344	267	1,5	0,298	20,1	59,8	6,1	86,5
22	9,16	1385	216	1,5	0,241	20,0	59,5	6,3	91,1
23	9,59	1224	200	1,4	0,223	19,8	60,2	5,0	88,5
24	9,87	1249	210	1,4	0,234	19,8	61,9	5,8	82,1
25	10,48	1105	197	1,2	0,220	19,8	61,3	4,2	86,5
26	10,04	1331	228	1,5	0,253	19,8	63,4	6,3	88,9
27	11,55	1088	214	1,2	0,238	19,7	61,6	2,8	73,8
28	9,84	1340	225	1,5	0,250	19,9	61,3	4,8	78,3
29	7,16	1461	178	1,6	0,198	20,0	61,5	5,6	84,5
30 nov	7,43	1272	161	1,4	0,179	19,7	62,3	4,9	75,5
1 dec	7,96	1261	171	1,4	0,190	19,8	62,0	4,9	73,4
2	9,27	1237	195	1,4	0,218	19,7	62,7	4,1	79,4
3	9,43	1313	211	1,5	0,235	19,8	63,5	4,6	80,0
4	11,30	1060	204	1,2	0,227	19,7	62,2	3,1	73,2
5	10,52	1090	195	1,2	0,217	19,7	60,9	3,2	69,6
6	9,04	1004	155	1,1	0,172	19,7	56,2	1,4	60,0
7	7,50	924	118	1,0	0,131	19,7	54,5	0,1	49,3
8	11,94	827	168	0,9	0,187	19,0	51,6	-1,8	38,7
9	10,43	735	131	0,8	0,146	18,4	50,2	-3,7	45,3
10	8,50	770	112	0,9	0,124	18,8	49,6	-4,7	33,1
11	7,93	759	102	0,8	0,114	19,1	49,7	-4,4	40,0
12	7,51	821	105	0,9	0,117	19,4	48,8		
13	7,08	835	101	0,9	0,112	19,5	50,1	-1,6	49,5
14	6,96	911	108	1,0	0,120	19,7	51,3	-0,5	62,3
15	6,87	1018	119	1,1	0,133	19,7	53,3	1,2	59,5
16	6,47	1156	127	1,3	0,142	19,8	54,4	2,0	62,4
17	6,54	1035	115	1,2	0,129	19,7	52,0	0,7	48,5
18	6,74	924	106	1,0	0,118	19,7	52,1	-0,1	60,6
19	6,43	988	108	1,1	0,120	19,7	53,9	0,5	60,9
20	6,06	887	92	1,0	0,102	19,7	52,4	-0,6	62,8
21	6,07	1002	104	1,1	0,115	19,7	54,2	0,7	57,5
22	5,62	1150	110	1,3	0,123	19,8	55,2	1,6	71,8
23	5,83	1088	108	1,2	0,120	19,7	55,2	1,6	67,4
24	5,11	1519	132	1,7	0,147	20,4	60,3	5,1	81,0
25	4,90	1694	141	1,9	0,157	20,6	62,8	5,6	86,2
26	5,32	1588	144	1,8	0,160	20,3	62,1	5,6	81,2
27	4,98	1764	150	2,0	0,167	20,6	63,1	7,8	81,5
28	4,81	1605	131	1,8	0,146	20,5	61,6	5,2	82,0
29	4,95	1354	114	1,5	0,127	19,9	59,0	4,1	82,3
30	4,47	1288	98	1,4	0,109	20,0	58,5	4,0	69,9
31 dec	5,22	911	81	1,0	0,090	19,6	51,0	0,0	46,1

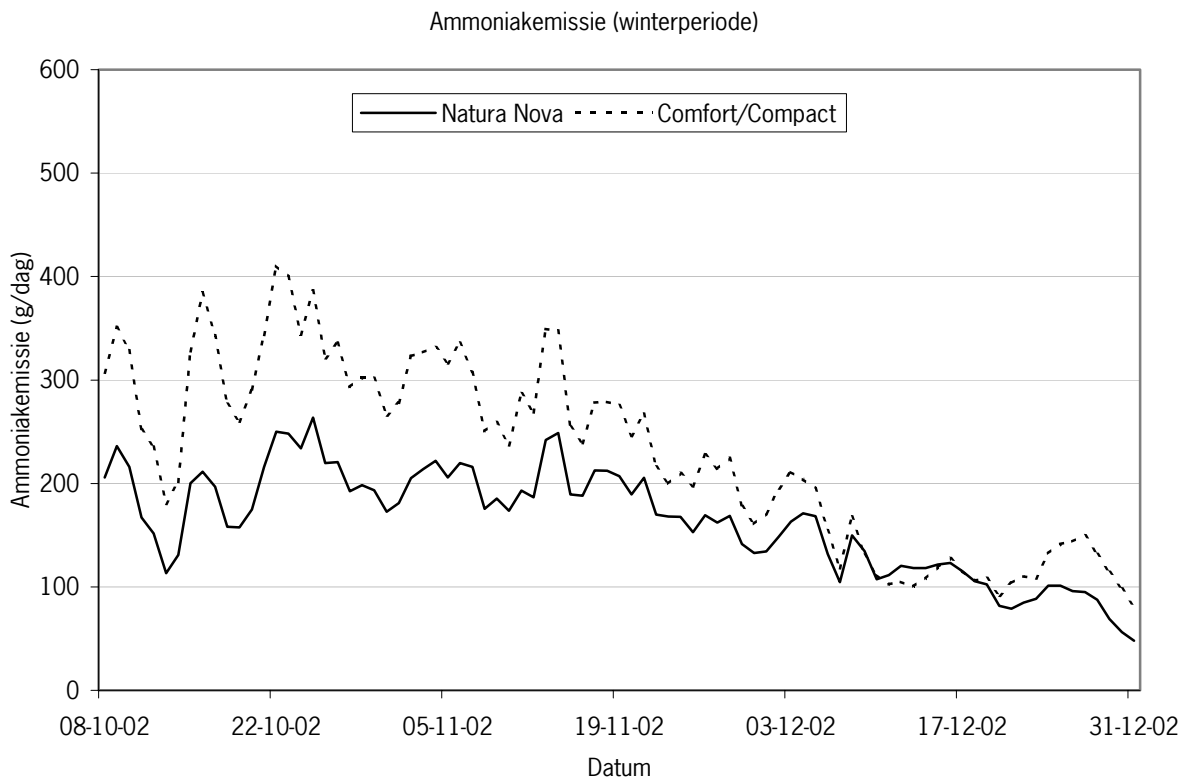
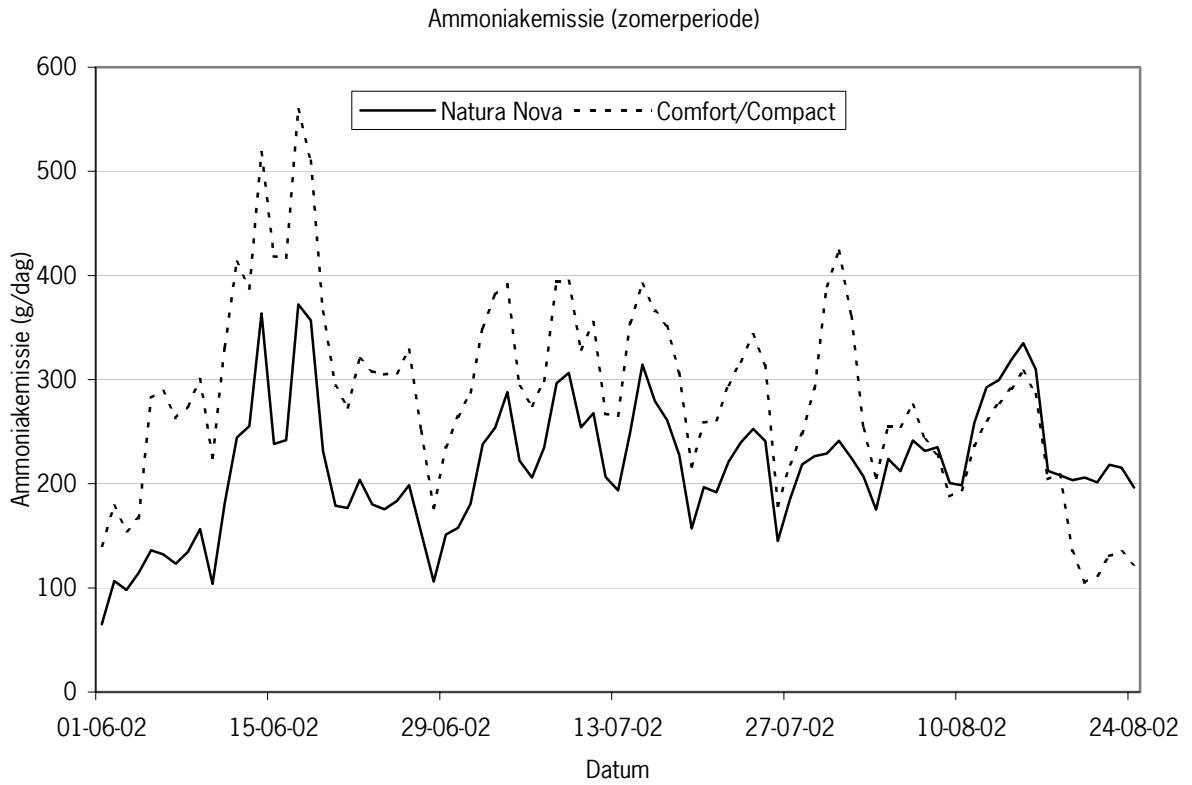
**Bijlage 9 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per meetperiode**



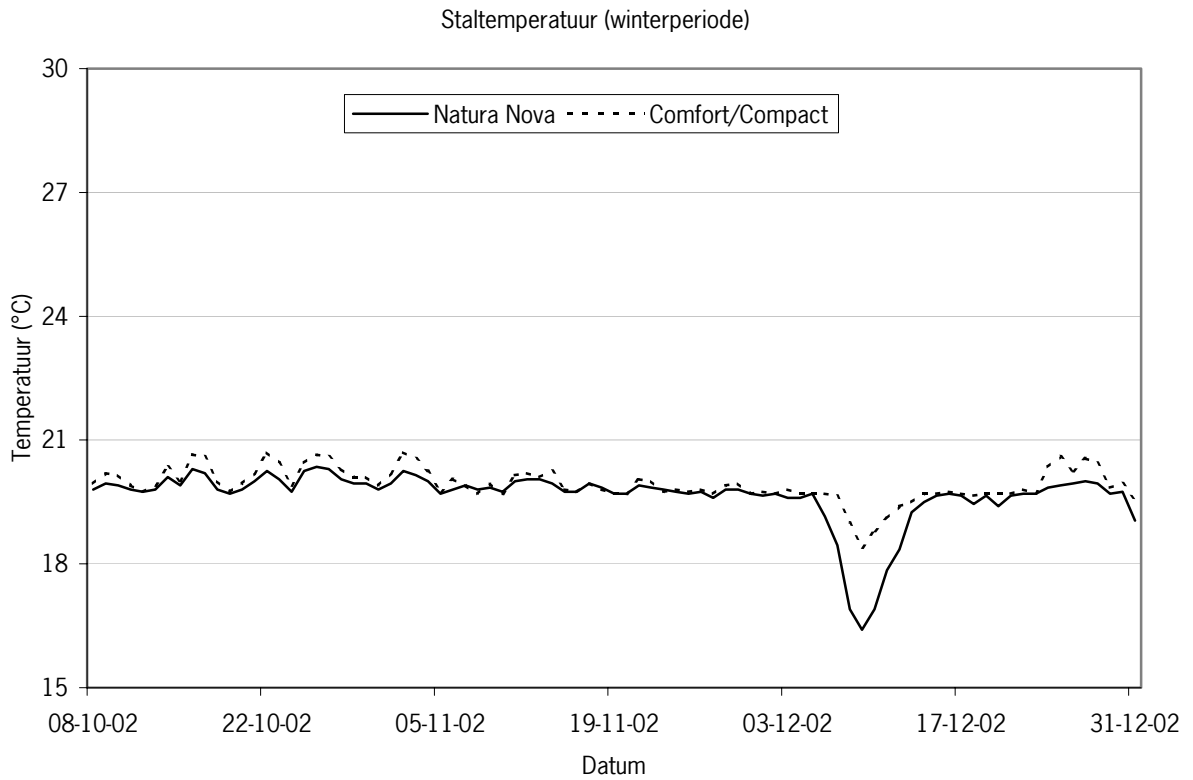
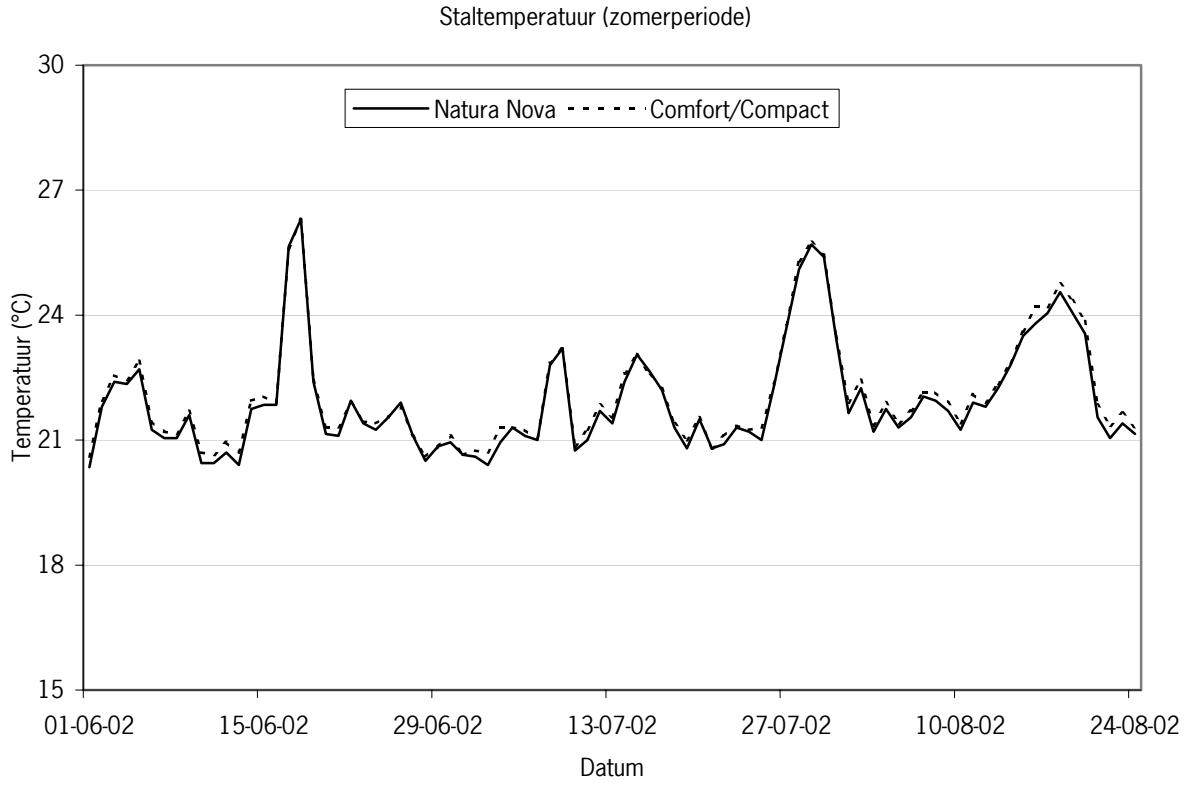
**Bijlage 9 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per meetperiode (vervolg)**



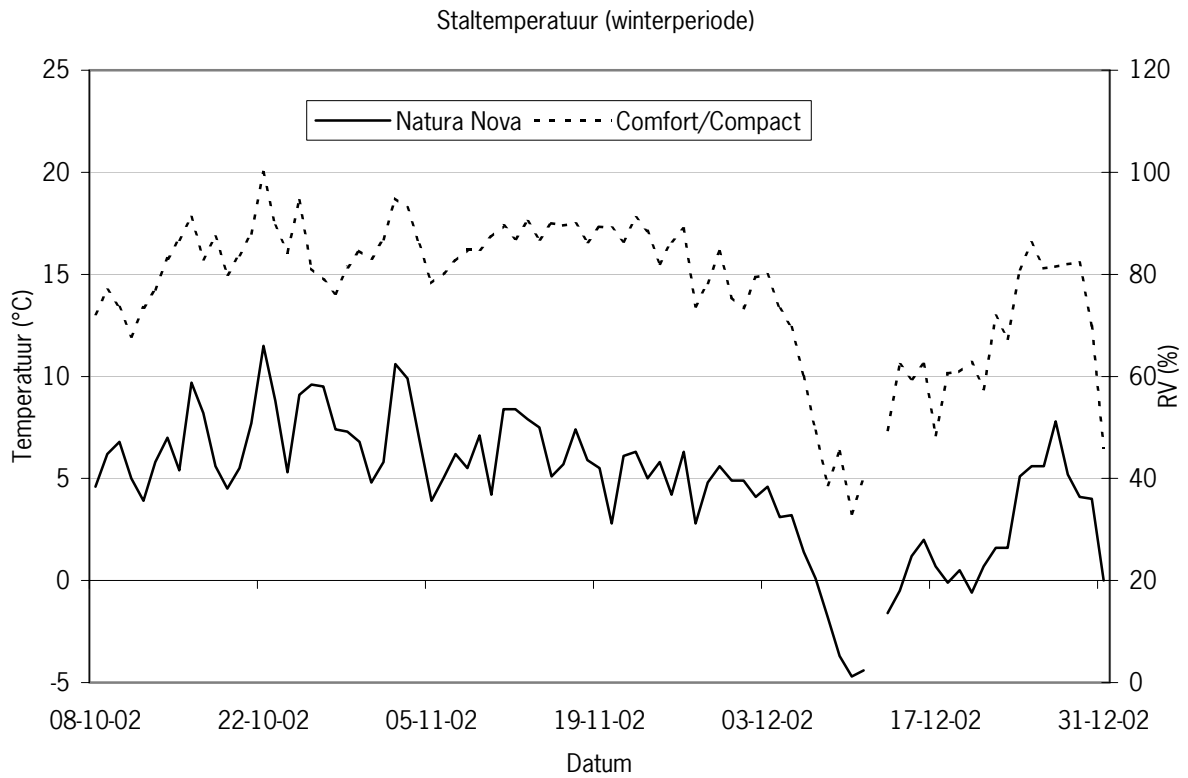
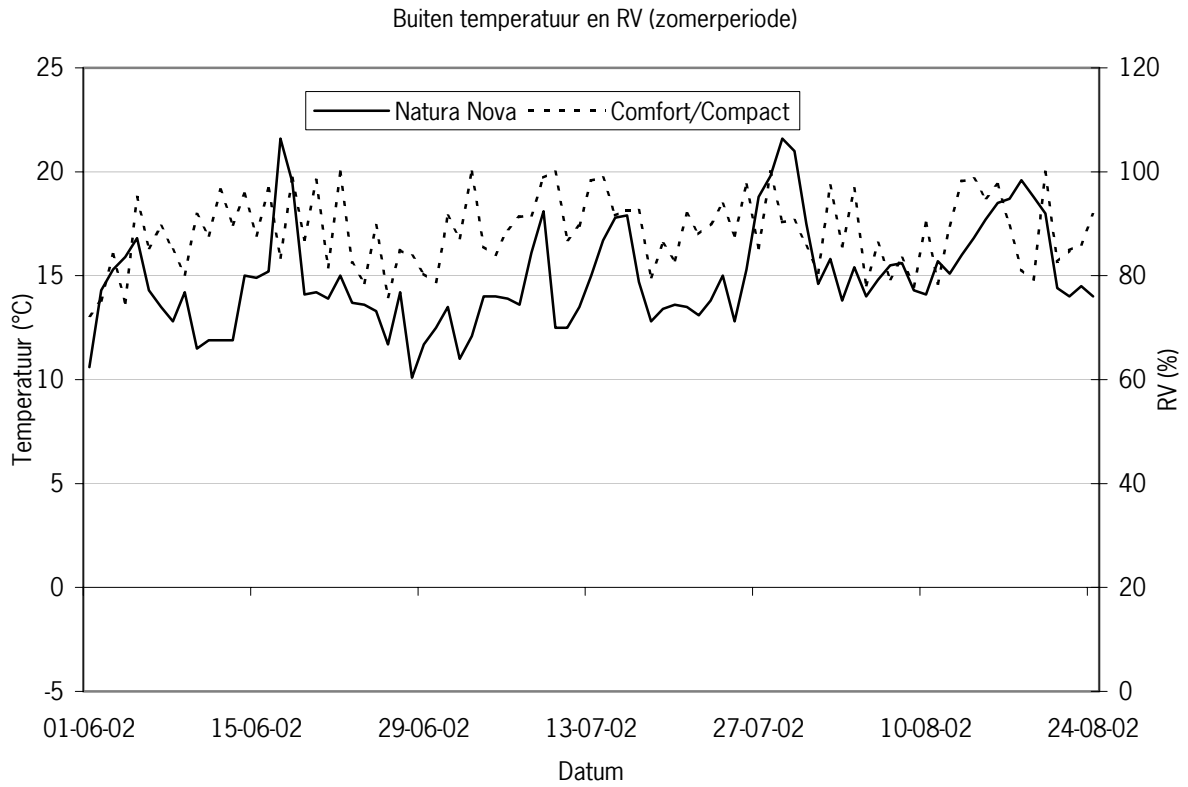
**Bijlage 9 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per meetperiode (vervolg)**



**Bijlage 9 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per meetperiode (vervolg)**



**Bijlage 9 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per meetperiode (vervolg)**





**Bijlage 10 List of tables and figures**

Table 1	Illumination scheme during laying period
Table 2	Overview measuring periods ammonia study
Table 3	Technical performance per aviary and illumination system
Table 4	Reasons of mortality (%) per aviary and illumination system
Table 5	Average dry matter contents of manure from belts per measuring period per aviary system
Table 6	Ammonia emission and climate data for Natura Nova aviary system with manure aerating between 11 pm and 11 am with 0.7 m <sup>3</sup> of air/hen/h and turning on belts for removing manure once a week
Table 7	Ammonia emission and climate data for Comfort/Compact aviary system with manure aerating between 11 pm and 11 am with 0.7 m <sup>3</sup> of air/hen/h and turning on belts for removing manure once a week
Table 8	Ammonia emission and dry matter content of manure from belts for aerating schemes per aviary system
Figure 1	Floor plan experimental facility
Figure 2	Course of animal weight per system
Figure 3	Course of mortality percentage per aviary and illumination system
Figure 4	Course of the three most important reasons of mortality
Figure 5	Course of temperature of the compartments while heated by "Thermo-Kill"-method
Figure 6	Course of percentage of outside-nest eggs in layout and illumination systems
Figure 7	Course of percentage of eggs in upper and lower laying nest in Natura Nova
Figure 8	Dry matter contents of manure from belts per measuring period and aviary system
Figure 9	Dry matter contents of litter per measuring period and aviary system
Figure 10	Thickness of litter layer
Figure 11	Dust concentrations for different treatments in the aviary facility
Figure 12	Course of dust concentration for normal and extra illumination scheme

**PraktijkRapporten Pluimvee**

<b>Nr</b>	<b>Naam PraktijkRapport Pluimvee</b>	<b>Auteur(s)</b>	<b>Jaar</b>	<b>Prijs</b>
14	Inrichting, verlichting, ammoniak en stof bij voliereonderzoek (deel 2)	R. v. Emous, H.H. Ellen, Th.G.C.M. Fiks-van Niekerk	Juli 2004	€ 17,50
13	Vitaliteit vleeskuikenouderdieren	R. v. Emous	Juli 2004	€ 17,50
12	Alternatieven voor antimicrobiële voerbespaarders (AMGB's) in vleeskuikenvoer	T. Veldkamp, J. v. Harn, J.H. van Middelkoop	April 2004	€ 17,50
11	Biologische vleeskuikenhouderij	T.B. Rodenburg, J. van Harn	Jan. 2004	€ 17,50
10	Effect van gekleurde verlichting op technische resultaten en welzijn bij vleeskuikens	T.B. Rodenburg, J. van Harn, J.H. van Middelkoop	Jan. 2004	€ 17,50
9	Verrijkte kooien	R.A. van Emous, Th.G.C.M. Fiks- van Niekerk, B.F.J. Reuvekamp	Dec. 2003	€ 17,50
8	Ammoniakemissie bij verrijkte kooien	R.A. van Emous, B.F.J. Reuvekamp, Th.G.C.M. Fiks-van Niekerk	Sept. 2003	€ 17,50
7	Praktijkinventarisatie volierebedrijven met uitloop	R. v. Emous en Th. Fiks-van Niekerk	2003	€ 17,50
6	Systeem van de toekomst voor leghennen	Th. Fiks-van Niekerk	2003	€ 17,50
5	Effect van droog slachten op prevalentie van Salmonella en Campylobacter in vleeskalkoenen	T. Veldkamp, M.A.W.Ruis, N.M. Bolder	2003	€ 17,50
4	Kostprijs biologische eieren 2002	I. Vermeij, J. Enting, Th. Fiks-van Niekerk	2003	€ 17,50