



Rapport 235

# Verlichtings-, ammoniak-, stof- en arbeidsonderzoek bij twee volièresystemen

November 2001



## **Colofon**

### **Uitgever**

Praktijkonderzoek Veehouderij  
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad  
Telefoon 0320 - 293 211  
Fax 0320 - 241 584  
E-mail [info@pv.agro.nl](mailto:info@pv.agro.nl).  
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

### **Redactie en fotografie**

Praktijkonderzoek Veehouderij

### **© Praktijkonderzoek Veehouderij**

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**

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

### **Bestellen**

ISSN 0169-3689  
Eerste druk 2001/oplage 150  
Prijs € 17,50 (f 38,56)

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



PRAKTIJKONDERZOEK  
VEEHOUDERIJ

Rapport 235

# Verlichtings-, ammoniak-, stof- en arbeidsonderzoek bij twee volièresystemen

## Lighting, ammonia, dust and labour research of two aviary housing systems

Ing. R.A. van Emous  
Ing. B.F.J. Reuvekamp  
Ir. Th.G.C.M. Fiks-van Niekerk

November 2001

## Voorwoord

Door toenemende maatschappelijke kritiek op het huisvesten van leghennen in batterijen is het laatste decennia veel onderzoek verricht naar alternatieve huisvestingssystemen. 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 slechts 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. In het onderzoek moet echter rekening worden gehouden met het uitvoeren van eventuele snavelbehandelingen van leghennen vóór 10 dagen en in de EU-richtlijn gestelde eisen aan het ontwerp van de volièresystemen.

In opdracht van het Productschap voor Pluimvee en Eieren en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij heeft het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) 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 zijn de resultaten weergegeven van de eerste proefronde. Het streven naar duurzame houderijsystemen blijkt uit de diverse invalshoeken van het onderzoek. Naast dierenwelzijn heeft het PV ook aandacht gegeven aan milieu- en arbeidsaspecten. 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 Veehouderij levert hiermee een bijdrage aan de verdere ontwikkeling en introductie van volièrehuisvesting in de praktijk.

Dr.ir. J.W.G.M. Swinkels  
Divisiehoofd  
Pluimvee, Nertsen en Konijnen

## Samenvatting

Zowel in Nederland als in Europa wil het beleid de 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 voliëresystemen, tezamen 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 layout van het systeem (EU en KAT) en
2. op de snavelbehandelregels (EU en Ingrepbesluit). Ook wordt aandacht besteed aan ammoniakemissie en arbeid.

### System layout

De nieuwe EU-regelgeving maakt geen onderscheid tussen scharrel- en voliëresystemen, 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 voliëresystemen voldoen niet aan de toekomstige EU-regels en/of de KAT-normen. Op dit moment worden dan ook veel wijzigingen uitgedacht 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 voliëresystemen vergeleken: Natura Nova en Comfort/Compact. De eerstgenoemde was een ruim opgezet systeem met een relatief groot strooiseloppervlak. Het laatstgenoemde systeem was compacter gebouwd. Beide systemen hadden in het systeem geïntegreerde legnesten.

Tijdens de proef ondervonden de dieren verschillende gezondheidsproblemen. De problemen met verenpikkerij en kannibalisme waren meer het gevolg van de milde snavelbehandeling en niet direct van de layout. Daarnaast waren de dieren vanaf aanvang van de legperiode schrikkerig. Naast bloedluizen zijn er IB- en E. Coli-infecties geweest, die de productie nadelig hebben beïnvloed. Beide systemen hadden hier van te lijden. Met betrekking tot de technische resultaten waren er geen verschillen tussen beide systemen.

### Verlichtingsonderzoek

Het Ingrepbesluit 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 voliëre het voorlopig mogelijk blijft om snavels van leghennen voor 10 dagen leeftijd te behandelen. Uit diverse proeven met niet gekapte en op jonge leeftijd behandelde leghennen is gebleken dat licht een belangrijke rol speelt op pikkerij (de lichtverdeling, lichtsterkte en de soort verlichting (met name het kleurenspectrum)).

Om de invloed van de verlichting te onderzoeken is in de voliëresystemen 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 gevonden in technische resultaten, uitvalsoorzaken, percentage buitennesteieren en kwaliteit van het verenkleed. Het gemiddeld percentage bne's over de gehele legperiode was bij het Natura Nova en het Comfort/Compact systeem respectievelijk 1,6 en 0,9%. Ondanks terugdimmen van de verlichting kon het percentage bne's in de hand worden gehouden.

### Ammoniakonderzoek

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 UAV is bij voliëresystemen voor leghennen alleen de norm 90 gram NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar voor de ammoniakuitstoot opgenomen. Deze norm is gebaseerd op metingen aan voliëresystemen 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 UAV 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.

Het Praktijkonderzoek Veehouderij heeft daarom onderzoek verricht naar de ammoniakemissie uit twee voliëresystemen. Eén systeem (Natura Nova) bestond uit een stelling waarin alle voorzieningen (legnesten, zitstokken, voer- en watersystemen) waren geïntegreerd. Doordat het systeem uitging van een volledige strooiselvloer bestond het uit slechts 31,5% roostervloer. Het andere systeem (Comfort/Compact) bestond uit 56,7% roostervloer. 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. De mest op de mestbanden werd belucht met minimaal 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur en de temperatuur van de lucht bedroeg circa 17 °C.

Het onderzoek leverde een behoorlijk reductie op ten opzichte van de huidige norm van 90 gram per dierplaats per jaar. Bij het Natura Nova systeem werd een ammoniakemissie gevonden van 22,3 gram per dierplaats per jaar. Het drogestofgehalte van de mestbandenmest was gemiddeld 64,8% en van het strooisel 84,9%. Bij het Comfort/Compact systeem werd een ammoniakemissie gevonden van 36,6 gram per dierplaats per jaar. Het drogestofgehalte van de mestbandenmest was 68,8%, bij het strooisel 81,1%. Opgemerkt moet worden dat het uitvalpercentage over de gehele legperiode veel te hoog was (bijna 22%). Dit zal een verlagend effect hebben gehad op de ammoniakemissie per dierplaats. In de winter-Groen Labelperiode was de uitval ook al wat te hoog, maar niet extreem. Voordat de zomer-Groen Labelperiode begon, waren veel dieren uitgevallen. Als deze uitval meegenomen wordt om de ammoniakemissie te corrigeren voor de hoge uitval, was de ammoniakemissie voor het Natura Nova en Comfort/Compact systeem respectievelijk 24,8 en 41,4. Verder heeft een systeem met een meer commerciële bezetting (16 dieren/m<sup>2</sup> vloeroppervlak) waarschijnlijk ook een hogere ammoniakemissie.

### **Stofonderzoek**

In voliëresystemen voor leghennen is een aantal knelpunten met betrekking tot arbeidsaspecten geconstateerd, die grootschalige toepassing van dit houderijsysteem in de praktijk belemmeren. Naast het rapen van bne's is de hoge concentratie stof in voliëresystemen 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.

Uit het stofonderzoek is gebleken dat in de huidige voliëresystemen nog steeds veel stof wordt geproduceerd. Er waren ondanks de grote verschillen in layout geen wezenlijke verschillen in de concentraties inhaleerbaar stof. Het Natura Nova systeem had een gemiddeld inhaleerbaar stof concentratie van 12,4 mg/m<sup>3</sup>, het Comfort/Compact systeem van 11,1 mg/m<sup>3</sup>. Voor respirabel stof werden respectievelijk de waarden 2,8 en 2,7 mg/m<sup>2</sup> gevonden. Dit verschilde niet van gevonden waarden uit eerder onderzoek.

### **Arbeidsonderzoek**

Arbeid vormt een grote kostenpost in voliëres, vooral als het aantal bne's hoog is. Verschillen in layout en verlichting kunnen hun invloed hebben op het aantal bne's, op de vindplaats van dode hennen, overzicht, werkgemak, benodigde arbeidstijd per systeem (inclusief storingen) en het ruimen van de dieren. Om meer inzicht te krijgen in de benodigde arbeidstijd per systeem zijn tijdwaarnemingen gedaan aan diverse bezigheden. Ook werd gedurende de legperiode de vindplaats van bne's en dode dieren geregistreerd. Per vindplaats is een beoordeling gegeven van de fysieke belasting die deze voor het lichaam betekent. Doordat het Natura Nova systeem wat ruimer is opgezet, was het overzichtelijker en kostten verschillende handelingen minder tijd. De etages waren goed bereikbaar, maar de onderste nestenrij was minder goed controleerbaar. Ook de breedte van de stellingen maakte het rapen van bne's en verzamelen van dode dieren op bepaalde plaatsen lastiger dan in het Comfort/Compact systeem.

## Summary

The policy of both the Dutch and the European government is to ban traditional battery cages for laying hens. To replace this type of housing two other type of systems are mentioned in EU-Directive 1999/74 of 19 July 1999. One is a new type of housing, the enriched cage. The other is formed by aviary and deep litter systems, together called Alternative systems. Although these systems are already used commercially for some time, there are some problems that prevents the use of the system on large scale. These problems relate to labour, dust, ammonia emission and economy. The changes in legislation increased the need for research strongly. When setting up the trials two changes in legislation were mainly looked at: 1. layout of the system (EU and KAT regulations); 2. Beak treatments (EU and Dutch legislation). Attention is also paid to ammonia emission and labour.

### System layout

The new EU-Directive doesn't distinguish between deep litter 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 sold in Germany. Many deep litter- and aviary houses do not meet both EU and KAT rules. Many changes are therefor developed and tested on commercial farms. The effects of these changes 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.

During the trial, the birds have had several disease problems. First problems with feather pecking and cannibalism occurred. This was more a result of the very mild beak treatment and not so much related to the design of the system. Besides red mites, IB- and E. Coli infections influenced the production negatively. Both systems however had the same problems. With regards to technical results no differences were found.

### Lighting systems

The Dutch ban on beak trimming has been postponed for 5 years, provided the beak treatment will be performed as gentle 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 trimmed hens and mildly treated hens showed that light plays an important role in preventing feather pecking. Important aspects are light distribution, light intensity, 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 due to the lighting systems were found in technical results, mortality, floor eggs and quality of the feather cover. Percentage floor eggs for the Natura Nova and Comfort/Compact was respectively 1.6 and 0.9%. In spite of the low light intensity the percentage floor eggs was low.

### Ammonia emission

Ammonia is besides  $\text{NO}_x$  and  $\text{SO}_x$  one of the most important acidifying components in our environment. The goal of the Dutch government is to have reduced the ammonia emission with 70% in the year 2005. In Dutch legislation the ammonia emission for aviaries with laying hens has been set on 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 percent 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't 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.

The Research Institute for Animal Husbandry therefor has measured the ammonia emission from two different aviaries. One system (Natura Nova) had all facilities (nestboxes, perches, feed and water systems) integrated in the system. As the complete floor was covered with litter, the system only had 31.5 % wire floor. The other system (Comfort/Compact had 56.7% wire floor. The bird density for the Natura Nova and the Comfort/Compact was 13.1 and 14.5 hens per m<sup>2</sup> floor surface.

The research showed a large reduction in emission compared to the figure of 90 grams/henplace/year. The Natura Nova had an emission of 22.3 grams per henplace per year. The average dry matter content was 64.8% for the manure on the belts and 84.9% for the litter. The Compact/Comfort system had an emission of 36.6 grams per henplace per year. The average dry matter content was 68.8 % for the manure on the belts and 81.1% for the litter.

One has to pay attention to the fact that the mortality rate was too high during the complete laying period (almost 22%). This will have caused a reduction in emission. If the ammonia emission is corrected for the high mortality the figures for Natura Nova and Comfort/Compact would have been 24.8 and 41.4. Further we used a relative low bird density. If this is more towards the commercially used 16 hens/m<sup>2</sup> the emission will probably be slightly higher.

### **Dust**

In aviary systems for laying hens several problems with regards to labour conditions are pointed out, that make application of these systems 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.

Research showed that dust levels in aviaries are still too high. Despite the large differences in layout of the systems no major differences were found in respirable dust concentrations. The Natura Nova system had on average an inhalable dust level of 12.4 mg/m<sup>3</sup> and the Comfort/Compact system 11.1 mg/m<sup>3</sup> (respirable dust was respectively 2.8 and 2.7 mg/m<sup>3</sup>). This didn't differ from values found in earlier research.

### **Labour**

Labour is a major cost factor in aviaries, especially when the number of floor eggs is high. Differences in layout and light system can influence number of floor eggs, place where dead hens are found, overview over the system and ease of work, required labour time per system. To get a better idea in the labour time needed per system, measurements are done on different types of work. Also the place where floor eggs and dead hens were found was recorded. Also the different places were scored with regards to physical burden to the body.

Because the Natura Nova system had a wider design it had a better overview and several parts of the work costed less time. The different levels were well reachable, but the lower nest row was not so easy to control.

Also the width of the wire floors on some places made the collection of floor eggs more difficult compared to the Comfort/Compact system.



# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

## Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
1.1	Layout van de systemen .....	1
1.2	Verlichtingsonderzoek .....	1
1.3	Ammoniakonderzoek .....	2
1.4	Stofonderzoek .....	2
1.5	Arbeid .....	3
<b>2</b>	<b>Materiaal en methode</b> .....	<b>4</b>
2.1	Proefaccommodatie .....	4
2.2	Diermateriaal .....	4
2.3	Proefbehandelingen .....	5
2.4	Verzorging .....	5
2.5	Waarnemingen .....	7
2.6	Statistiek .....	9
<b>3</b>	<b>Resultaten</b> .....	<b>10</b>
3.1	Verlichtingsonderzoek .....	10
3.1.1	Technische resultaten .....	10
3.1.2	Diergezondheid en uitvalsoorzaken .....	11
3.1.3	Buitennesteieren (bne's) .....	12
3.1.4	Bevedering .....	13
3.2	Ammoniakonderzoek .....	13
3.2.1	Technische resultaten .....	14
3.2.2	Drogestofgehalte mestbandenmest en strooisel en dikte strooisellaag .....	14
3.2.3	Ammoniakemissie .....	17
3.3	Stofonderzoek .....	19
3.4	Arbeidsonderzoek .....	19
3.4.1	Arbeidstijdmetingen .....	19
3.4.2	Vindplaats bne's .....	20
3.4.3	Vindplaats dode dieren .....	22
<b>4</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>23</b>
	<b>Literatuur</b> .....	<b>24</b>
	<b>Bijlage 1 Schematische weergave van de twee volièresystemen</b> .....	<b>25</b>
	<b>Bijlage 2 Plaats van verlichtingssystemen, strooiselmonster en meting dikte strooisellaag</b> .....	<b>27</b>
	<b>Bijlage 3 Verenkleebeoordeling per verlichtingssysteem op verschillende leeftijden</b> .....	<b>28</b>
	<b>Bijlage 4 Berekening percentage faeces in strooisel</b> .....	<b>29</b>
	<b>Bijlage 5 Luchtdruk en hoeveelheid beluchtingslucht per afdeling</b> .....	<b>31</b>

<b>Bijlage 6 Technische resultaten per week Natura Nova<sup>1</sup> .....</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage 7 Technische resultaten per week Comfort/Compact<sup>1</sup>.....</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage 8 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Natura Nova) .....</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 9 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact).....</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 10 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per Groen Labelperiode .....</b>	<b>44</b>
<b>Bijlage 11 Vindplaatsen bne's.....</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage 12 Vindplaatsen dode hennen .....</b>	<b>50</b>
<b>Bijlage 13 List of English headings of tables and figures.....</b>	<b>51</b>

## 1 Inleiding

Zowel in Nederland als in Europa wil het beleid de 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, tezamen 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 tegenhielden. Deze knelpunten liggen op het gebied van arbeid, stof, ammoniakemissie en economie. Het koppelen van een buitenuitloop (Freiland) aan de alternatieven heeft een belangrijk pluspunt opgeleverd voor de afzet en opbrengstprijis. Het beheersen van de gezondheid van het dier is er echter moeilijker door geworden.

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 noodzaak tot onderzoek aan deze systemen echter sterk toegenomen. Doordat ook de financiers van het Praktijkonderzoek dit zeer wenselijk achtten, kon een nieuwe start gemaakt worden met het volièreonderzoek. Bij de opzet van dit vervolg is getracht op twee veranderingen in regelgeving in te spelen:

1. op de layout van het systeem (EU en KAT)
2. op de snavelbehandelregels (EU en Ingrepbesluit).

Verder wordt aandacht besteed aan ammoniakemissie en arbeid.

### 1.1 Layout van de systemen

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 worden door pluimveehouders met "alternatieven" dan ook veel wijzigingen uitgedacht en doorgevoerd. Ook de fabrikanten van volièresystemen spelen in op de nieuwe regelgeving en komen met nieuwe layouts. De effecten van de aanpassingen 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.

### 1.2 Verlichtingsonderzoek

Tot nu toe werden de snavels van volièrehennen meestal op 6 weken leeftijd gekapt. Pikkerij in deze systemen kwam dan ook nauwelijks voor. Zowel de nieuwe EU-regelgeving (EU-verordening, 1999) als het Nederlandse Ingrepbesluit (1996) verbieden echter deze behandeling. Het Ingrepbesluit verbiedt op termijn elke snavelbehandeling, maar is op dit moment nog niet haalbaar. Daarom 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 volière 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 verenpikkerij en kannibalisme kunnen geven. Met name in grote groepen dieren is dit moeilijk in de hand te houden. Volièrepluimveehouders hebben dus naar verwachting in de toekomst meer behoefte aan informatie over het voorkómen van verenpikkerij 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).

### 1.3 Ammoniakonderzoek

Als belangrijkste verzurende componenten van ons milieu kennen we: zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ),  $\text{NO}_x$  (stikstofmonoxide ( $\text{NO}$ ) 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 werd 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 UAV is bij volièresystemen voor leghennen alleen de norm 90 gram  $\text{NH}_3$  per dierplaats per jaar voor de ammoniakuitstoot opgenomen. Deze norm is gebaseerd op twaalf metingen aan verschillende volièresystemen zonder mestbandbeluchting (één met mestbandbeluchting). De norm in de UAV gaat uit van een systeem waarbij minimaal 50% van de leefruimte bestaat uit rooster met daaronder mestbanden (KWIN-Veehouderij, 2001). De mestbanden moeten minimaal eenmaal per week worden afgedraaid en de roosters moeten minimaal in twee etages zijn gesitueerd. Er wordt geen eis gesteld aan 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 UAV voldoen. In de UAV zijn naast de 90 gram norm geen andere ammoniakuitstoot normen 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. Daarom worden stallen noodgedwongen uitgerust met 50% rooster terwijl dit voor het aantal dieren niet nodig is. Op die manier worden voor de milieuvergunning inefficiënte stallen ingericht. In de praktijk is dus behoefte aan een norm voor stallen met volièresystemen met minder dan 50% rooster en voorzien 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 worden meestal minder dieren per vierkante meter gehouden, wat minder mest in het strooisel betekent 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%). Verder 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).

### 1.4 Stofonderzoek

In volièresystemen voor leghennen zijn een aantal knelpunten met betrekking tot arbeidsaspecten 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 inhaleerbaar stofconcentratie bij volièresystemen 7,56 tot  $16,92 \text{ mg}/\text{m}^3$  was. Bij batterijsystemen werd een tien- tot twintigmaal lagere inhaleerbaar stofconcentratie gevonden ( $0,68 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) en voor

respirabel stof waarden van 3,69 tot 7,56 mg/m<sup>3</sup> voor volièresystemen en 0,07 mg/m<sup>3</sup> 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 mg/m<sup>3</sup>. Deze waarden gelden voor een achturige 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.

## 1.5 Arbeid

Arbeid vormt een grote kostenpost in volières, vooral als het aantal bne's hoog is. Verschillen in layout en verlichting kunnen hun invloed hebben op het aantal bne's. Ook andere arbeidskundige aspecten zijn van belang, zoals de vindplaats van dode hennen, overzicht en werkgemak, benodigde arbeidstijd per systeem (inclusief storingen) en ervaringen met het ruimen. De stofproblematiek is hierbij ook van belang, omdat sneller werken betekent dat een kortere periode in de stoffige dierruimte hoeft te worden doorgebracht. Ook kan de layout van het systeem invloed hebben op het draaggemak van een stofmasker of -helm. Door relaties te leggen tussen arbeidsbehoefte en verschillen in de layout, kunnen we algemeen geldende regels en tips over een optimale layout krijgen, die gebruikt kunnen worden bij de installatie en/of het ontwerp van volières.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Proefaccommodatie

Het onderzoek is uitgevoerd in de 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 kan 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).

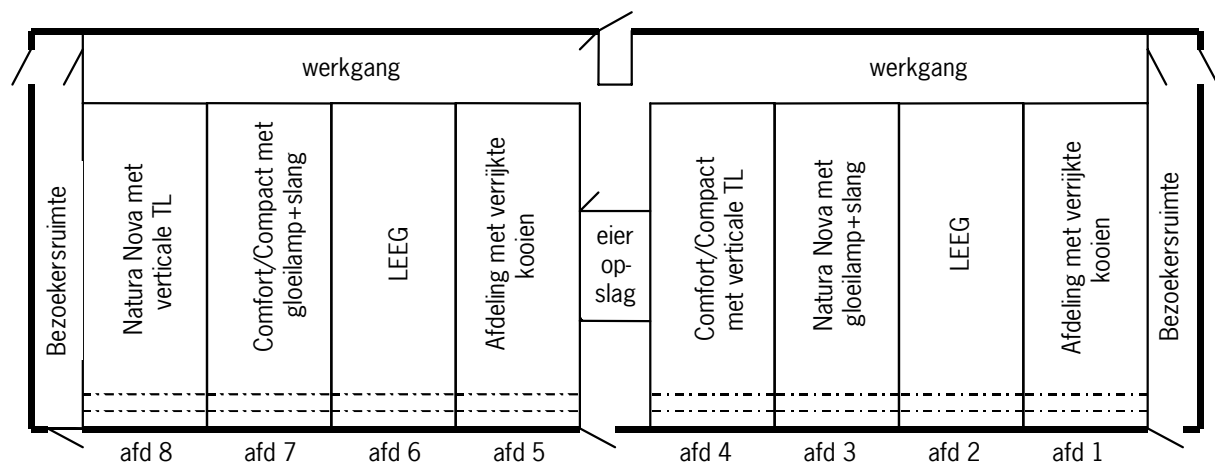
Het ventilatieplafond had zes luchtinlaatkanalen; elk kanaal was voorzien van twee rijen regelbare gaatjes met een maximale grootte van 1 x 1 cm. De verlichting bestond uit dimbare verticale HF TL-lampen (ED58 en ED 2x36 van de firma Hato BV) of gloeilampen (40 Watt) aangevuld met slangverlichting. Elke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

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

Twee afdelingen van de stal werden gebruikt voor het onderzoek naar verrijkte kooien en twee afdelingen stonden leeg.

Met een luchtbehandelingskast kon de hoeveelheid en de temperatuur van de lucht, die via de bandbeluchting in de afdeling komt, worden ingesteld. De binnenkomende buitenlucht kon verwarmd worden met een CV-installatie.

**Figuur 1** Plattegrond van de proefstal



### 2.2 Diermateriaal

Voor het onderzoek zijn 3.904 hennen opgezet op een leeftijd van 16 weken en 5 dagen (27 juni 2000). In de afdelingen 3 en 8 (Natura Nova) kwamen per afdeling 898 Isabrown-hennen en in de afdelingen 4 en 7 (Comfort/Compact) 1.054 Isabrown-hennen per afdeling. De dieren zijn op 2 maart 2000 geboren en opgefokt op een commercieel opfokbedrijf met een volière-opfoksysteem van Laco Boleg. De snavels van de dieren zijn op 8 dagen leeftijd met een V-vormig mes behandeld. Van de snavelpunt werd (vanaf punt snavel tot neusgat) 57% verwijderd (praktijk circa 70%). Op 74 weken leeftijd (30 juli 2001) zijn de dieren geruimd.

## 2.3 Proefbehandelingen

### Verlichtingsonderzoek

Uitgangspunt van het voliëronderzoek was inzicht te krijgen in de invloed van de verlichting op problemen met verenpikkerij/kannibalisme en buitennesteieren (bne's). Om dit een bredere toepasbaarheid te geven is gewerkt met twee typen voliëres. Er is gekozen voor twee extremen wat betreft verlichting. Bij beide voliëresystemen 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, bevestigd aan het plafond en de zijwanden (bijlage 2). Voor een goede verlichting in het systeem waren op enkele plaatsen onder of tussen de etages strengen slangverlichting gemonteerd. Het andere type verlichting bestond uit verticale HF TL-lampen. Door de verticale positie schenen ze ook tussen de etages. Het was de bedoeling om alleen gebruik te maken van de HF TL-lampen als verlichting. Vooral bij het Natura Nova systeem (afd 8) was het echter, door het terugdimmen van de verlichting in verband met pikkerij, erg donker in het systeem. Dit resulteerde in een te hoog percentage bne's. Daarom is op 28 weken leeftijd boven het looppad op het systeem een extra slangverlichting aan het plafond gemonteerd. Deze verlichtingsslang is op 40 weken leeftijd weer verwijderd. Verder zijn in deze afdeling op 50 weken leeftijd twee extra slangen onder het systeem aangebracht. In afdeling 3 (ook Natura Nova) is op 61 weken leeftijd door problemen met bne's een extra streng slangverlichting onder de stelling gemonteerd. Bij het Comfort/Compact systeem is boven de middelste stelling meteen vanaf aanvang van de legperiode (bij beide verlichtingssystemen) één streng slangverlichting aangebracht.

### Ammoniak- en stofonderzoek

Voor het onderzoek naar de ammoniakuitstoot is gekeken naar het effect van een lage bezetting en het toepassen van mestbandbeluchting bij twee voliëresystemen. Ook is gekeken naar het verschil in ammoniakemissie bij twee roostervloeroppervlakken. De mestbandbeluchting stond gedurende de proef steeds ingesteld op minimaal 0,7 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur en 17 °C.

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.

Voor het stofonderzoek is uitgegaan van dezelfde proefbehandelingen als bij ammoniakonderzoek.

## 2.4 Verzorging

### Algemeen

De leghennen werden op 16 weken en 5 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 week werden de dieren, voordat 's avonds de verlichting uitging, op de etages geplaatst.

De buitennesteieren (bne's) hebben we vanaf het begin van de leg vier- tot vijfmaal per dag geraapt. Bij het ouder worden van de dieren is dit teruggebracht naar driemaal per dag.

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

Bij het Natura Nova systeem was vanaf opzet tot 20 weken leeftijd 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 standaard legmeel 1 (kleur) van ABC. Op een leeftijd van 57 weken is overgeschakeld naar standaard legmeel 2 (kleur). Het energieniveau ging iets omlaag van 2.825 naar 2.800 kcal, de aminozureniveaus daalden met circa 5% en het opneembaar fosfor daalde van 0,29 naar 0,27%. Het calciumniveau werd verhoogd van 3,7 naar 3,95%. Gedurende de gehele legperiode werd extra 1,25% kippengrit aan het voer toegevoegd. Om de dieren wat rustiger te maken werd vanaf 57 weken

leeftijd 0,1% mengzout aan het voer toegevoegd. Vanaf het begin van de legperiode kregen de dieren tijdens de lichtperiode iedere 1,5 uur voer verstrekt.

Per dag strooiden we per hen ongeveer 1 gram gemengd graan (kuikenzaad 3) in de strooiselruimte. Dit werd in de middag gedaan, omdat dan de meeste eieren waren gelegd en we de dieren tijdens het leggen niet wilden storen.

Bij alle afdelingen is het water gedurende de donkerperiode afgesloten. Tijdens de lichtperiode werd onbeperkt water verstrekt.

### Verlichting

Het licht ging op 18 weken leeftijd om 07:00 uur aan en om 19:00 uur uit (tabel 1). Tot 22 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 15 uur. Doordat veel bne's werden gelegd voordat het licht aan ging, werd de totale lichtperiode naar voren geschoven. Dit hielp niet voldoende. Daarom is op 24½ weken leeftijd de daglengte verruimd. De dieren kregen vanaf dat tijdstip licht van 04:00 tot 20:00 uur (daglengte 16 uur). In verband met praktische werkzaamheden is de daglengte vanaf 25 weken leeftijd ingesteld van 05:00 tot 21:00 uur.

Vanaf het begin van de legperiode werd in de avond lokverlichting toegepast. De twee loklampjes per afdeling (11 Watt; vanaf 25 weken leeftijd 7 Watt) werden 10 minuten voordat het licht 's avonds uitging ingeschakeld. Nadat de hoofdverlichting uit was, bleef de lokverlichting nog 35 minuten branden om de dieren de gelegenheid te geven de zitstokken te zoeken. Op 25 weken leeftijd zijn door de problemen met de bne's de loklampjes een uur voordat de hoofdverlichting 's morgens aanging ingeschakeld. Op 26 weken is deze "schemerperiode" verlengd naar 2 uur (03:00 tot 05:00 uur). Na deze laatste verandering was het bne-probleem opgelost.

**Tabel 1** Verlichtingsschema tijdens de legperiode

Leeftijd (wkn)	Hoofdverlichting		Daglengte Uren	Schemerverlichting <sup>1</sup>	
	Aan	Uit		Aan	Uit
18	07:00	19:00	12	-	-
19	07:00	20:00	13	-	-
20	07:00	21:00	14	-	-
21	07:00	22:00	15	-	-
22	06:30	21:30	15	-	-
22½	06:00	21:00	15	-	-
23	05:00	20:00	15	-	-
24	04:00	19:00	15	-	-
24½	04:00	20:00	16	-	-
25	05:00	21:00	16	04:00	05:00
26 tot eind	05:00	21:00	16	03:00	05:00

<sup>1</sup> In de periode van 18 tot en met 25 weken werd geen gebruik gemaakt van een schemerperiode

### Legnest

De eieren werden direct geraapt tijdens het afdraaien. Op de laatste dag van de productieweek (maandag) hebben we iedere week zoveel mogelijk vaste raaptijden aangehouden om grote fluctuaties in weekproducties te voorkomen. Tevens werden op de maandag, voor het eieren rapen, de legnesten leeg gehaald.

De dieren kregen direct nadat het eerste ei gevonden was de beschikking over de legnesten. De legnesten gingen 1 uur voordat de hoofdverlichting aanging open en 1 uur voordat het licht 's avonds uitging dicht. Vanaf 25 weken leeftijd gingen de legnesten 3 uur eerder open dan de hoofdverlichting aanging (vanaf 02:00 uur).

### Klimaat

De afdelingstemperatuur was bij aanvang van de ronde ingesteld op 20 °C. Vanaf 36 weken leeftijd is de afdelingstemperatuur verhoogd naar 21 °C, om het warmteverlies via de huid door het kaal worden van de kippen te compenseren.

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



## 2.5 Waarnemingen

### Zoötechnisch

Dagelijks werd per afdeling geregistreerd:

- Voerverbruik;
- Waterverbruik;
- Aantal eerste soort, tweede soort en struifeieren;
- 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 werd per afdeling geregistreerd:

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

Incidenteel werd per afdeling geregistreerd:

- Kwaliteit verenkleed  
Op een leeftijd van 32, 52 en 69 weken leeftijd zijn per afdeling 20 dieren individueel beoordeeld op de kwaliteit van het verenkleed. Hierbij werd een score gegeven voor de bevedering voor achtereenvolgens achterkop, hals, borst, buik, rug, vleugel, staart, dijbeen en scheenbeen. De onderdelen werden gescoord van 0 (= gaaf) tot 5 (=kaal).
- Lichtsterkte  
Deze werd gedurende de legperiode diverse malen gecontroleerd en bijgesteld. Meting vond steeds op vaste plekken op het strooisel (kophoogte hen) plaats.

### Klimaat afdelingen 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 werd 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 is:

ventilatie debiet ( $m^3/uur$ )= [(aantal pulsen/uur x 10 x 3,89)/aantal waarnemingen/uur]

### Ammoniakmetingen

De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd conform de richtlijnen voor het verlenen van Groen Label (Beoordelingsrichtlijn Emissie-arme stalsystemen, 1996). Hierin zijn meetperioden voorgeschreven, die wij in dit rapport Groen Labelperioden noemen (winter of zomer). Deze perioden vielen tussen de 31 en 44 weken en tussen de 65 en 74 weken leeftijd (tabel 2).

De klimatologische omstandigheden konden voor de winter-Groen Labelperiode als behoorlijk droog (lage RV) en normaal qua temperatuur worden gekenschetst. De zomer had een normaal verloop wat betreft temperatuur en RV.

**Tabel 2** Overzicht van de meetperioden voor het ammoniakonderzoek

Meetperiode	Begin- en einddatum	Begin- en eindleeftijd (weken)	Aantal meetdagen
Winter-Groen Labelperiode	01/10/2000 - 31/12/2000	31 - 44	92
Zomer-Groen Labelperiode	01/06/2001 - 29/07/2001	65 - 74	59

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

Voor het bepalen van de ammoniakemissie werden het ventilatiedebiet 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 (This model 42 I) zijn 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 de ammoniakconcentratie van de buitenlucht (achtergrondconcentratie) is gemeten. Hiermee hebben we de ammoniakconcentratie gecorrigeerd voordat de ammoniakemissie werd berekend.

Om de ammoniakmetingen te kunnen controleren is van de meetopstelling een logboek bijgehouden.

Tweemaal per week werd de analyzer gekalibreerd met een gecertificeerd kalibratiegas ( $\pm 40$  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 Kitagawa gasdetectiebuisjes (tube no. 105 SD) en vergeleken met de waarde van de analyzer. Bij te grote afwijkingen, werd een "nieuwe" door het IMAG gespoelde en gekalibreerde converter opgehangen. Was de waarde hierna goed, dan bleef de "nieuwe" converter hangen. IMAG controleerde de rendementen van de converters. Deze waren voor de winter-Groen Labelperiode achtereenvolgens 93, 91, 93, 96 en 92% voor de afdelingen 3, 4, 7, 8 en de buitenlucht. Voor de zomer-Groen Labelperiode waren de rendementen respectievelijk; 94, 92, 95, 93 en 95%. Daarnaast is 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 ventilatiedebiet hebben we 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 zomer-Groen Labelperiode is vervolgens de cumulatieve ammoniakemissie berekend en weer omgerekend naar gram per dierplaats per jaar. Beide Groen Labelperioden 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 Groen Labelperioden zijn van de afdelingen eenmaal per week (op donderdag na 7 dagen drogen), bij het afdraaien van de mest, mestmonsters genomen: tijdens de winter-Groen Labelperiode elf monsters, tijdens de zomer-Groen Labelperiode acht. 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 Groen Labelperioden is per afdeling op drie plaatsen per afdeling 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 werd ook de dikte van de strooisellaag gemeten.

Deze metingen zijn verricht op dezelfde plaatsen waar het strooisel werd verzameld voor de strooiselmonsters.

### **Stofmetingen**

Om inzicht te krijgen in de stofconcentraties bij de huidige voliëresystemen met verschillende bezettingen en strooiseloppervlakten zijn diverse stofmetingen verricht. Deze metingen zijn in drie verschillende perioden in de leg uitgevoerd: 46 t/m 48, 59 t/m 62 en 70 t/m 74 weken leeftijd. Bij de metingen, volgens de gravimetrische methode (Ellen et al., 1996) werd de concentratie van zowel het inhaleerbaar als van het respirabel stof gemeten.

De lucht werd door een meetkop met daarin een filter gezogen. Door de special vorm van de meetkop en de inlaatopening bleef het stof tot een bepaalde grootte op het filter achter. Zowel de meetkop als het filter werden voor en na de stofmeting gewogen. Het verschil in gewicht werd gedeeld door de totale hoeveelheid lucht die door de meetkop ging. Met deze methode is de gemiddelde stofconcentratie over de gemeten periode bepaald. 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.

### Arbeidstijdmetingen

Om meer inzicht te krijgen in de benodigde arbeidstijd per handeling werden de tijden van de dagelijkse/wekelijkse werkzaamheden vastgelegd. De metingen zijn op 46, 50, 53, 55, 61, 64, 67 en 70 weken (op de vrijdag) verricht.

Tijden werden geklokt met een stopwatch, en door het stalpersoneel zelf ingevuld op lijsten waarop dagelijkse en wekelijkse werkzaamheden stonden vermeld. Dagelijkse werkzaamheden zijn voercontrole, watercontrole, eieren rapen (verzamelen, tellen en kwaliteitsbepaling), uitvalscontrole, graan strooien, bne's rapen en tellen. Legnestcontrole op dode dieren vond tweemaal per week plaats. We konden niet alle werkzaamheden apart bijhouden, omdat een aantal handelingen gecombineerd werden uitgevoerd. Het graan strooien in de middag werd bijvoorbeeld altijd gecombineerd met het bne's rapen.

### Vindplaatsen bne's en dode dieren

Het in detail vastleggen van de vindplaatsen is belangrijk voor het gemak en de fysieke belasting voor de pluimveehouder.

De vindplaatsen van bne's zijn op 46, 48, 50, 53, 55, 61, 64, 67 en 70 weken leeftijd vastgesteld (steeds op een vrijdag). De vindplaats van dode hennen is dagelijks genoteerd en geregistreerd in een weekoverzicht.

Per werkhouding een score gegeven van 1 (=licht), 2 (=halfzwaar) of 3 (=zwaar).

Per handeling werd gelet op de volgende werkhoudingen (indien relevant):

- Bukken/gehurkt: bukken of in gebogen houding werken
- Hurken/knielen: hurken of op de knieën werken
- Reiken: ver reiken
- Duwen/trekken: zwaar duwen of trekken
- Tillen/dragen: zwaar tillen of dragen
- Gedraaid: in gedraaide houding werken
- Staan: langdurig staan
- Lopen: veel lopen
- Klimmen: op eerste etage klimmen om bijv. bovenste etages te bereiken

Samengevat kregen de verschillende werkhoudingen voor een bepaalde handeling een totaal score van licht tot zwaar. Zo werd voor het rapen van een dood dier onder de stelling bij het Natura Nova systeem (vindplaats nummer 3; bijlage 12) het bukken en reiken gescoord als zwaar.

## 2.6 Statistiek

De resultaten (niet de ammoniakgegevens) zijn geanalyseerd met een variantie-analyse en zijn als volgt opgesplitst (de hoofdeffecten zijn getoetst tegen de interactie):

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

## 3 Resultaten

### 3.1 Verlichtingsonderzoek

In deze paragraaf worden de resultaten van het verlichtingsonderzoek besproken. Achtereenvolgens komen de technische resultaten, uitvalsoorzaken, buitennesteieren en bevedering aan de orde.

#### 3.1.1 Technische resultaten

Er waren geen wezenlijke verschillen in technische resultaten tussen de beide verlichtingssystemen (tabel 3).

Het voerverbruik van het totale koppel was aan de hoge kant (118 gram/p.a.h./dag bij scharreldieren; KWIN 2001). Dit hangt samen met de milde methode van snavelbehandelen, waardoor de dieren al snel begonnen met verenpikken en op jonge leeftijd al behoorlijk kaal waren. Kale dieren compenseren het warmteverlies door meer voer op te nemen.

Het koppel heeft in het algemeen matig geproduceerd (gemiddeld circa 285 ei p.o.h.). KWIN-Veehouderij (2001) geeft als norm voor scharrelhennen 316 eieren p.o.h. In de eerste plaats kwam de slechte productie per opgehokte hen door de extreem hoge uitval. Gemiddeld over alle afdelingen viel bijna 22% van de dieren uit. In de tweede plaats hadden de dieren problemen met ziekten (IB en E. Coli), pikkerij en schrikachtigheid. Voor een gedetailleerde beschrijving van de diergezondheid, de uitval en de uitvalsoorzaken zie paragraaf 3.1.2.

Het percentage bne's was in alle afdelingen op een aanvaardbaar niveau (gemiddeld 1,3%).

**Tabel 3** Technische resultaten per verlichtings- en voliëresysteem

Isabrown 18-74 weken leeftijd	Gloeilampen		HF TL-lampen	
	Natura Nova	Comfort/Compact	Natura Nova	Comfort/Compact
Aantal hennen bij aanvang	898	1.054	898	1.054
Legpercentage	79,0	78,8	78,1	79,9
Aantal eieren p.a.h. <sup>1</sup>	309,6	309,0	306,1	313,4
Eigewicht (g)	61,0	61,2	61,0	61,1
Eimassa (g/p.a.h./d) <sup>1</sup>	48,2	48,2	47,7	48,8
Voerverbruik (g/p.a.h./d) <sup>1</sup>	124,0	124,2	124,1	121,3
Kg voer/kg ei	2,57	2,58	2,60	2,48
Kg voer p.o.h. <sup>1</sup>	45,4	44,1	45,0	43,9
Waterverbruik (ml/p.a.h./d) <sup>1</sup>	198,0	205,5	197,5	208,1
Water-voerverhouding	1,60	1,65	1,59	1,72
Aantal eieren p.o.h. <sup>1</sup>	289,0	280,0	282,9	289,5
Kg ei p.o.h. <sup>1</sup>	17,62	17,12	17,26	17,68
Buitennesteieren (%)	1,6	1,1	1,7	0,8
Tweede soort eieren (%) <sup>2</sup>	12,7	11,2	13,2	10,3
Kneus/breuk eieren (%) <sup>2</sup>	1,3	1,0	1,3	1,0
Vuilschalige eieren (%) <sup>2</sup>	7,2	5,5	7,5	4,9
Struifeieren (%) <sup>2</sup>	0,9	0,9	1,0	0,8
Windeieren (%) <sup>2</sup>	1,0	1,0	1,3	1,0
Overige 2 <sup>e</sup> soort eieren (%)	3,9	4,1	4,2	3,9

<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

Het percentage tweede soort eieren was aan de hoge kant. Uit de opsplitsing rond 54 weken leeftijd bleek dat veel eieren bevuild waren met stof (Natura Nova) en met mest/urine (beide systemen). Aan het einde van de legperiode is tussen 68 en 70 weken leeftijd gekeken naar het percentage dieren dat aan het einde van de dag (rond 17:00 uur; 4 uur voordat het licht uitging) in de legnesten verbleef. Hieruit bleek dat gemiddeld zo'n 20% van de dieren op dat tijdstip in het legnest zat. Bij het Natura Nova systeem zaten gemiddeld zo'n 16% van de dieren in het legnest, bij het Comfort/Compact systeem bijna 24%. Als veel

dieren in het legnest verblijven, geeft dit bevulling van de nestbodems (visueel waargenomen) en daardoor ook meer vervuiling aan de eieren. De oorzaak van de hoge aantallen dieren in de legnesten kan liggen in het pikkerij probleem. Afgepikte hennen schuilen dan vaak in de legnesten. Er waren geen verschillen in eikwaliteit tussen de verlichtingssystemen.

### 3.1.2 Diergezondheid en uitvalsoorzaken

Opvallend is de hoge totale uitval bij beide verlichtingssystemen (gemiddeld bijna 22%). In de praktijk wordt als normale uitval 0,1 tot 0,15% per week aangehouden (5,6 tot 8,4% uitval totaal).

Uitval door buikholteproblemen/afwijkingen (gemiddeld over alle afdelingen 50% van de totale uitval) was relatief de belangrijkste veroorzaker van uitval (tabel 4). In eerdere proeven met ongekapte en op jonge leeftijd (voor 15 dagen) behandelde dieren kwam deze laatste oorzaak van uitval ook regelmatig naar voren. Specifieker leek het niet kappen of behandelen van de dieren meer uitval te geven door eileiderontstekingen. Ook in het onderzoek in de volièresystemen met op jonge leeftijd behandelde dieren leek dit het geval. Gemiddeld viel 25% van de dieren (van de totale uitval) uit door eileiderontstekingen. Mogelijk dat door het aanpikken van de cloaca gemakkelijker ontstekingen naar binnen kunnen dringen. Verder vielen op 66 tot 70 weken leeftijd veel dieren uit door een acute E. Coli-infectie. Deze infectie was mogelijk al sluimerend in de koppel aanwezig en verklaart mede de hoge uitval door eileiderontstekingen.

**Tabel 4** Uitvalsoorzaken (%) verlichtings- en volièresysteem

Isabrown 18-74 weken leeftijd	Gloeilampen		HF TL-lampen	
	Natura Nova	Comfort/Compact	Natura Nova	Comfort/Compact
Tumoren	0,3	0,2	0,2	0,3
Maag/darm afwijkingen	0,4	0,0	0,1	0,1
Pootgebreken	0,2	0,5	0,2	0,3
<i>Eileiderontstekingen</i>	4,6	6,3	6,5	4,4
<i>Eileider- concrementen</i>	+ 4,1	4,9	3,9	3,7
<i>Overige afw./ontst.</i>	+ 1,8	1,0	1,6	0,7
<i>buikholte</i>				
Buikholte afw./ontst. totaal	= 10,5	12,2	12,0	8,8
Karkasafwijkingen	0,3	0,3	0,4	0,5
Bloedcirculatie	0,6	0,4	0,3	0,6
<i>Cloacapikkerij/kannibalisme</i>	6,9	9,5	5,8	8,9
<i>Kop en hals pikkerij</i>	+ 0,1	0,1	0,0	0,1
<i>Rug/staart pikkerij</i>	+ 0,8	0,5	0,3	0,5
<i>Vleugelpikkerij</i>	+ 0,2	0,4	0,0	0,0
Pikkerij totaal	= 8,0	10,5	6,1	9,5
Ongeluk	1,0	0,4	1,3	0,0
Niet onderzocht	0,3	0,1	0,2	0,5
Totaal uitval	21,6	24,6	20,8	20,4

De uitval door eileiderconcrementen (gemiddeld 19% van de totale uitval) is door twee oorzaken ontstaan. In de eerste plaats door regelmatig terugkerende IB-infecties. IB geeft onder andere misvormingen aan de eileider en specifieker de trechter. De trechter zorgt ervoor dat als de eidooier afgestoten wordt van de eierstok deze in het eivormende deel terecht komt. Door misvormingen aan de trechter kan dit mislukken en komt de eidooier in de buikholte. In de tweede plaats kunnen eileiderconcrementen ontstaan door het regelmatig schrikken van het koppel dieren. Bij plotseling opspringen van leghennen (vooral aan het einde van de dag) kunnen gemakkelijk eidooiers in de buikholte terechtkomen. Aan het einde van de dag zitten de eidooiers (door hormonen) namelijk losser. In de kip aanwezige bacteriën (vooral E. Coli) hebben aan de eidooier een ideale voedingsbodem en ontwikkelen zich razendsnel in het dier, met als gevolg dat in de meeste gevallen het dier uitvalt.

De uitval werd voor een ander belangrijk deel (gemiddeld 39% van de totale uitval) veroorzaakt door pikkerij en kannibalisme (tabel 4). Door het op jonge leeftijd behandelen van de snavels hadden de hennen op volwassen leeftijd behoorlijk volgroeide snavels. Bij dit onderzoek is maar 57% van de snavelpunt verwijderd

(van punt tot neusgat). In de praktijk is dit op jonge leeftijd circa 70% (van punt tot neusgat). Hoe minder van de snavelpunt wordt verwijderd, hoe meer de snavel zal aangroeien tot een natuurlijk ogende snavel. Hiermee kunnen ze goed andere dieren aanpikken en wondjes veroorzaken. Ook kunnen leghennen met volgroeide snavels gemakkelijk verenpikken doordat ze goed grip hebben op de veren van andere hennen. Om de uitval door pikkerij en kannibalisme te beperken is de verlichting in stappen teruggebracht. Bij aanvang van de legperiode (18 weken leeftijd) werd gestart met 20 lux op dierniveau op de vloer. Op 27 weken leeftijd is de verlichting teruggebracht naar 15 lux. Door aanhoudende problemen met pikkerij en kannibalisme is op 32 weken leeftijd de lichtsterkte verlaagd naar 10 lux en op 33 weken leeftijd naar 5 lux. Op 48 weken leeftijd is de verlichting nog verder teruggebracht (3 lux). Ook werd een aantal keer stropakken in de afdelingen gezet om de dieren wat afleiding te verschaffen.

Door een combinatie van verschillende factoren waren de dieren meteen vanaf het begin van de legperiode erg pikkerig. Gedurende de legperiode werd een aantal malen bloedluizen geconstateerd die moeilijk te bestrijden waren. Bloedluizen komen in het donker te voorschijn en bezoeken dan de dieren, wat veel onrust geeft in een koppel hennen. De dieren hebben de neiging om naar zichzelf te pikken doordat de bloedluizen jeuk veroorzaken. Mogelijk dat dit andere kippen ook tot pikken heeft aangezet.

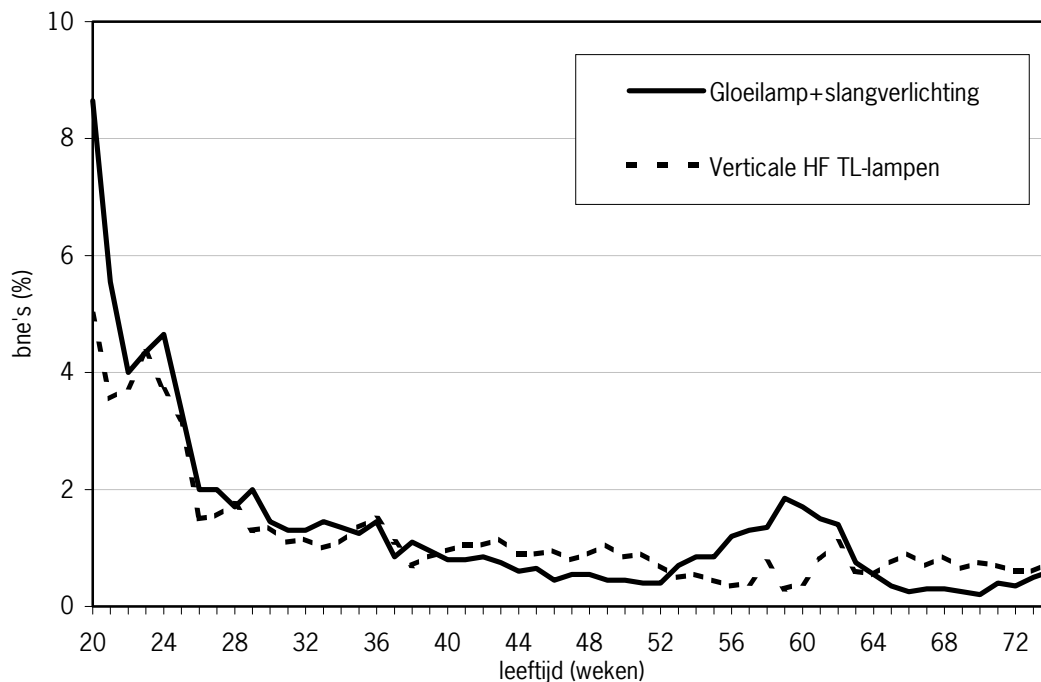
Vooraf bij het Comfort/Compact systeem waren al in een vroeg stadium van de leg veel problemen met bloedluizen. Dit vertaalde zich in aanzienlijke uitval door pikkerij (blijkt ook uit tabel 4).

Bij het Natura Nova systeem vielen in de eerste weken een aantal dieren uit doordat ze in het legnest werd doodgedrukt (oorzaak: ongeluk in tabel 4), vooral in het voorste legnest in de bovenste rij. Dit is een bekend verschijnsel bij scharrel- of voliëresystemen in de eerste weken van de legperiode. Door op de scheidingsplanken (met de eierband) in het legnest houten pennen aan te brengen, is dit op 26 weken leeftijd opgelost.

### 3.1.3 Buitennesteieren (bne's)

Bij aanvang van de legperiode lag het percentage bne's gemiddeld rond de 7% (figuur 2). Normaal gesproken moet daarna het percentage bne's snel afnemen naar rond de 1%. In de periode van 21 t/m 22 weken leeftijd leek het percentage bne's zich echter rond de 4% te stabiliseren.

**Figuur 2** Verloop van het percentage buitennesteieren (%)



Uit video-opname (bij het Natura Nova systeem) op 24 weken leeftijd bleek dat in de donkerperiode, voordat het licht aanging, 70% van de totale bne's werden gelegd. Verder werd een groot gedeelte van de bne's op de etages in de buurt van het legnest gevonden en niet in het strooisel. Hieruit concludeerden we dat de

dieren het legnest niet konden vinden voordat het licht aanging. De afdelingen waren namelijk 's nachts zo donker dat de dieren niet van de etages durfden te komen.

Om het probleem met teveel bne's op te lossen is vanaf 22 weken leeftijd de lichtperiode in stappen vervroegd (tabel 1). Dit gaf niet de gewenste resultaten. Daarom is vanaf 24½ week leeftijd de daglengte verruimd door 's middags een uur extra licht te verstrekken. Het moment van eileggen is namelijk afhankelijk van het moment dat het licht op de vorige dag 's avonds uitgaat. Vaak wordt gedacht dat het moment van eileggen afhankelijk is van wanneer 's morgens het licht aangaat. Verder leggen jonge hennen hun eieren in een kort tijdsbestek (90% van de eieren in 5 uur) wat ruimtegebrek kan geven in het legnest. Het is daarom belangrijk dat in een volièresysteem in ruime mate legnesten aanwezig zijn.

Door de verlenging van de daglengte kregen de dieren vanaf 24 ½ week een lichtperiode van 16 uur. Dit leek te helpen, maar nog niet voldoende. Daarom is op 25 weken leeftijd voor aanvang van de lichtperiode een uur schemerlicht verstrekt. Een week later is dit naar 2 uur gebracht. De schemerverlichting bestond uit twee noklampjes van 5 watt per afdeling (tussen 25 en 30 weken leeftijd 7 watt). Door deze maatregelen kon het percentage bne's flink worden teruggebracht en gedurende het verder verloop van de legperiode lag het percentage bne's meestal onder de 1%.

Door problemen met verenpikkerij en kannibalisme moest het verlichtingsniveau echter flink worden verlaagd. De verwachting was dat dit een verhogend effect zou hebben op het percentage bne's. Door de aanpassingen aan de verlichting in kleine stappen te laten verlopen bleef het percentage bne's redelijk stabiel. Wel steeg het percentage bne's bij afdeling 3 vanaf 52 weken leeftijd (gloeilampen + slangverlichting). Dit had waarschijnlijk bij deze afdeling te maken met het verder terugdimmen van de lichtsterkte op 48 weken leeftijd waardoor het te donker werd onder en tussen de etages. Op 61 weken leeftijd is onder de stelling een extra slangverlichting aangebracht, wat het percentage bne's op een aanvaardbaar niveau bracht.

De indruk was dat niet alle bne's daadwerkelijk werden gevonden. Vooral op oudere leeftijd hadden de dieren de neiging om de bne's aan te pikken en op te eten (visueel waargenomen en gebleken uit tellingen van het aantal schalen op de mestband). Op 26 weken leeftijd was dit, omgerekend naar productie per dag, nog maar 0,3% productieverlies. Op 52 weken leeftijd was dit bij beide verlichtingssystemen opgelopen tot gemiddeld 0,9%. Aan het eind van de legperiode (71 weken leeftijd) zagen we een toename tot 1,6%. Het probleem was het grootst bij het Comfort/Compact systeem. Bij dit systeem werd op 71 weken leeftijd 2,1% van de dagproductie aan eieren op de mestbanden gevonden, bij het Natura Nova systeem 1,1%. Dit verschil komt waarschijnlijk ook doordat bij het Comfort/Compact systeem meer roosteroppervlak is. Kapotte eieren die in het strooisel komen, worden meestal niet aangetroffen.

De stijging van het aantal gevonden eischalen op het einde van de legperiode heeft ook te maken gehad met de slechtere eikwaliteit en meer windeieren.

### 3.1.4 Bevedering

Problemen met verenpikkerij komen duidelijk tot uiting in de kwaliteit van het verenpak. Bij de eerste beoordeling (32 weken leeftijd) van het verenpak bleek dat de dieren bij beide verlichtingssystemen behoorlijk kaal waren (bijlage 3). Zoals verwacht waren de dieren op 52 weken nog kaler. Vooral borst, buik, rug, dijbeen en scheenbeen waren bij al de beoordeelde dieren volledig kaal gepikt. Op 69 weken leeftijd was de kwaliteit van het verenpak wat verbeterd. Dit lijkt onlogisch, maar is verklaarbaar omdat een gedeelte van de beoordeelde dieren een nieuw verenkleed had doordat ze geruid waren.

Bij het Natura Nova systeem waren de dieren op 32 weken leeftijd wat kaler op de borst. Dit had mogelijk te maken met de positionering van de zitstokken (bijlage 1). Bij het Natura Nova systeem zijn de zitstokken schuin boven elkaar geplaatst, waardoor de dieren makkelijk elkaar op de borst kunnen pikken.

## 3.2 Ammoniakonderzoek

In deze paragraaf behandelen we eerst de technische resultaten, daarna de drogestofgehalten van de mestbandenmest en het strooisel. Ook komen de resultaten van de ammoniakemissie aan de orde. Tevens geven we de gemiddelde temperatuur van de stallucht, buitenlucht en drooglucht, en de RV van de buiten- en stallucht.



### 3.2.1 Technische resultaten

De technische resultaten zijn gemiddeld per volièresysteem weergegeven in tabel 5. Er waren geen wezenlijke verschillen tussen beide systemen.

**Tabel 5** Technische resultaten per volièresysteem

Isabrown 18-74 weken leeftijd	Natura Nova (Big Dutchman)	Comfort/Compact (Jansen PE)
Aantal hennen bij aanvang	1.796	2.108
Legpercentage	78,5	79,4
Aantal ei p.a.h. <sup>1</sup>	307,9	311,2
Eigewicht (g)	61,0	61,1
Eimassa (g/p.a.h./d) <sup>1</sup>	47,9	48,5
Voerverbruik (g/p.a.h./d) <sup>1</sup>	124,0	122,8
Kg voer/kg ei	2,59	2,53
Kg voer p.o.h. <sup>1</sup>	45,2	44,0
Waterverbruik (ml/p.a.h./d) <sup>1</sup>	197,8	206,8
Water-voerverhouding	1,59	1,69
Aantal eieren p.o.h. <sup>1</sup>	286,0	284,7
Kg ei p.o.h. <sup>1</sup>	17,44	17,40
Buitennesteieren (%)	1,6	0,9
Totaal uitval (%)	21,2	22,5
Tweede soort eieren (%) <sup>2</sup>	12,9	10,7
Kneus/breuk eieren (%) <sup>2</sup>	1,3	1,0
Vuilschalige eieren (%) <sup>2</sup>	7,3	5,2
Struifeieren (%) <sup>2</sup>	0,9	0,8
Windeieren (%) <sup>2</sup>	1,1	1,0
Overige 2 <sup>e</sup> soort eieren (%)	4,1	4,0

<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

### 3.2.2 Drogestofgehalte mestbandenmest en strooisel en dikte strooisellaag

In tabel 6 staan de gemiddelde drogestofgehalten van de mest bij de verschillende volièresystemen. In de winter- en zomer-Groen Labelperioden is iedere week een mengmonster genomen van de verschillende mestbanden. Het monster is aan het einde van de beluchtingsperiode (7 dagen drogen) verzameld.

**Tabel 6** De gemiddelde drogestofgehalten van mestbandenmest en strooisel en de dikte van de strooisellaag per Groen Labelperiode per volièresysteem

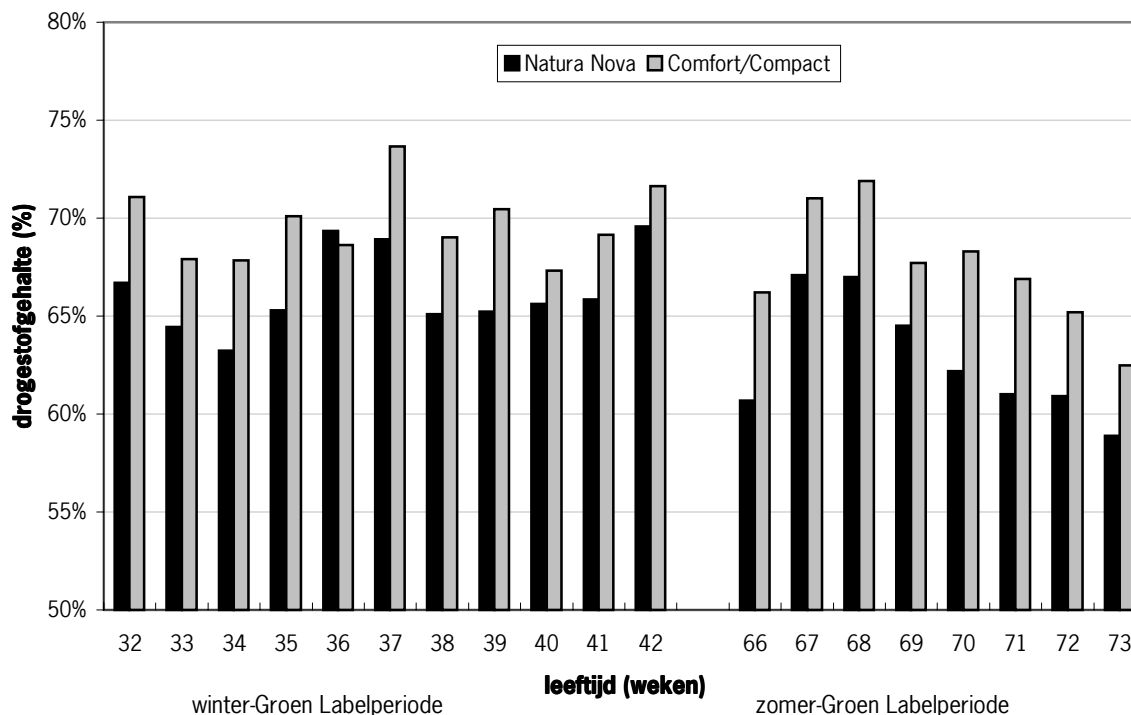
	Natura Nova (Big Dutchman)	Comfort/Compact (Jansen PE)
Winter-Groen Labelperiode:		
Drogestofgehalte mestbandenmest (%)	66,3	69,7
Drogestofgehalte strooisel (%)	84,4	80,9
Dikte strooisellaag (cm)	3,6	4,7
Zomer-Groen Labelperiode:		
Drogestofgehalte mestbandenmest (%)	62,8	67,5
Drogestofgehalte strooisel (%)	85,1	81,1
Dikte strooisellaag (cm)	7,7	8,7

Het drogestofgehalte van de mestbandenmest was bij het Natura Nova systeem in beide Groen Labelperioden lager dan bij het Comfort/Compact systeem. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door de onderste mestband bij het Natura Nova systeem. Deze mestband is 190 cm breed waarbij het beluchtingskanaal aan de linkerkant is gesitueerd (bijlage 1). De meeste mest op deze mestband kwam aan de rechterkant terecht doordat daar een zitstok zat die intensief werd gebruikt door de hennen. Deze zitstok was zo geconstrueerd dat de meeste dieren met hun achterkant boven het rooster en de mestband zaten. Door de grote afstand tussen het beluchtingskanaal en de mest was het drogestofgehalte van deze mest aan de lage kant.



Dit is gebleken uit een incidentele meting op 27 weken leeftijd van het drogestofgehalte, waarbij drie monsters over de breedte van de onderste band zijn genomen. Het monster dat het verst van het beluchtingskanaal kwam (rechts op de tekening in bijlage 1) had een drogestofgehalte van gemiddeld 55,6%. Het middelste en linkse monster hadden een drogestofgehalte van respectievelijk 74,1 en 85,9%.

**Figuur 3** Drogestofgehalten mestbandenmest per Groen Labelperiode per volièresysteem



Het gemiddelde drogestofgehalte lag gedurende de Groen Labelperioden op een behoorlijk hoog niveau (op één meting na boven de 60%). Het is de vraag of de gebruikte hoeveelheid lucht (minimaal 0,7 m<sup>3</sup>/hen/uur) in het kader van energiebesparing verlaagd kan worden. Over alle metingen gezien (figuur 3) waren gedurende de twee Groen Labelperioden slechts kleine fluctuaties in het drogestofgehalte. Aan het einde van de zomer-Groen Labelperiode werden de drogestofgehalten bij beide systemen wat lager. Dit was opvallend omdat de totale hoeveelheid lucht die over de mest werd geblazen redelijk constant bleef (bijlage 5). Door de hoge uitval nam de hoeveelheid lucht per aanwezige hen per uur echter flink toe. Mogelijk dat de problemen met de E. Coli-infectie vanaf 66 weken leeftijd een van de oorzaken was voor de lagere drogestofgehalten. De wateropname en water-voerverhouding (bijlage 6+7) waren namelijk hoger, waardoor de uitgescheiden mest natter was. Verder bleek dat de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht in de tweede helft van de zomer-Groen Labelperiode hoger was dan in de eerste helft (bijlage 8+9). Lucht met een hoge RV heeft slechtere droogeigenschappen dan lucht met een lage RV. Dit heeft lagere drogestofgehalten van de mest tot gevolg.

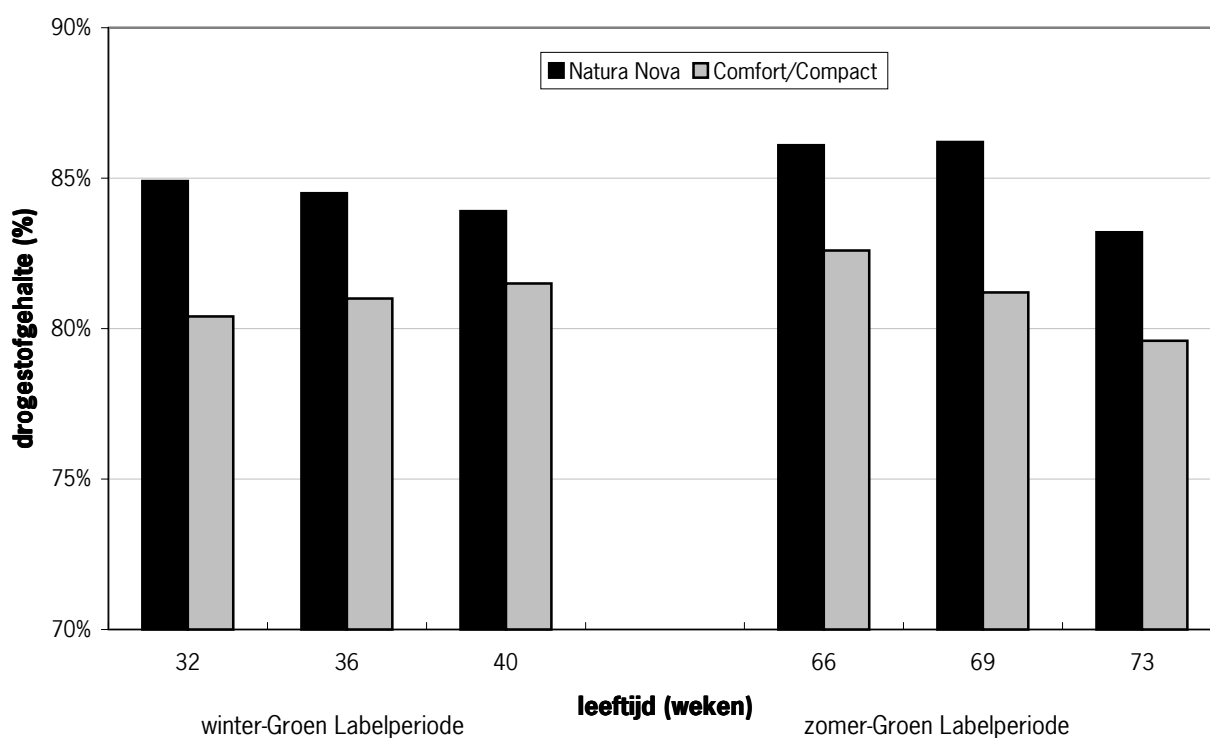
Het drogestofgehalte van het strooisel liet ten opzichte van de mest van de mestbanden een omgekeerd effect zien (tabel 6). Het drogestofgehalte van het strooisel was bij het Natura Nova systeem in zowel de winter- als zomer-Groen Labelperiode gemiddeld bijna 4% hoger. Dit werd veroorzaakt door de lagere bezetting en meer strooiseloppervlak per hen. Bij het Natura Nova systeem hadden de dieren 762 cm<sup>2</sup> strooisel per hen tot hun beschikking, bij het Comfort/Compact systeem 521 cm<sup>2</sup> per hen. Een lagere bezetting zal in absolute zin minder mest in het strooisel geven. Ook wordt de mest die op het strooisel valt meer verdeeld 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 21% 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 met 25.000 dieren (22,7 dieren/m<sup>2</sup> vloeroppervlak en 67% rooster) slechts 10% van de totaal geproduceerde verse mest in het strooisel. Een verklaring voor het hoge percentage bij de proef bij PV is de andere verhouding tussen strooisel- en roosteroppervlak. De systemen in het PV-onderzoek hadden meer strooiseloppervlak, zodat de kans dat de dieren in het strooisel verblijven groter was en daar 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 verblijft en daar ook meer mest afscheiden.

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).

Er waren tussen de winter- en zomer-Groen Labelperioden geen wezenlijk verschillen in drogestofgehalte van het strooisel (figuur 4). Wat opviel waren de lagere drogestofgehalten in de zomerperiode op 73 weken leeftijd. Dit verschijnsel is ook waargenomen bij de mestbandenmest (zie pagina hiervoor).

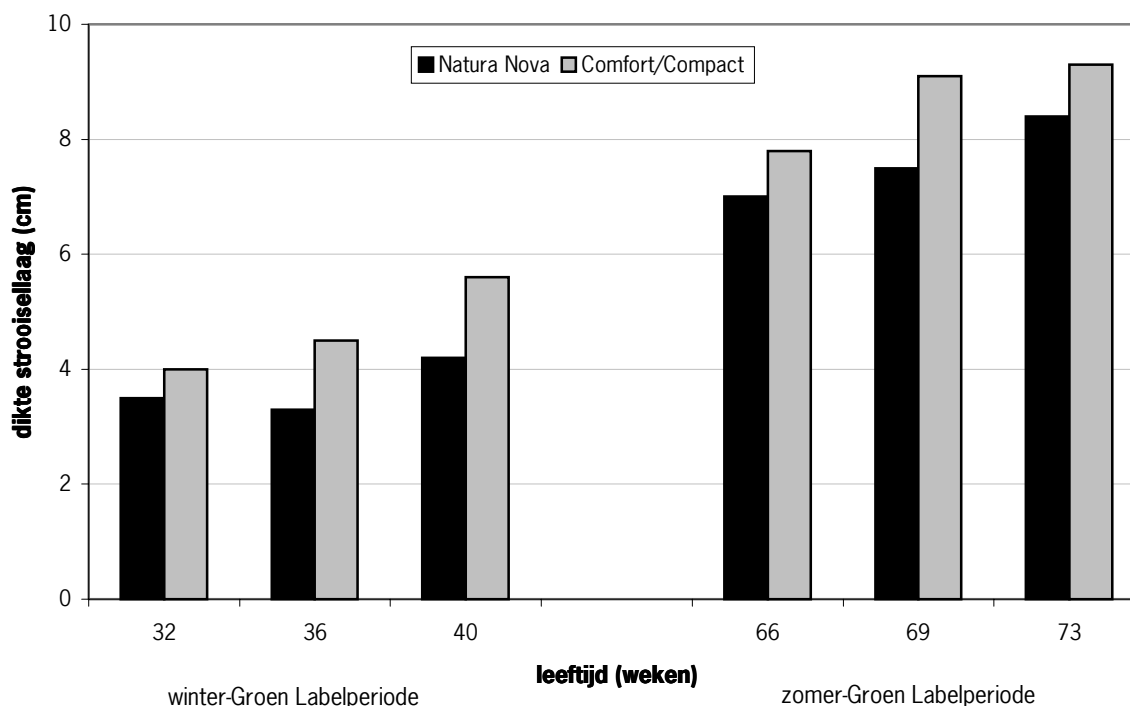
**Figuur 4** Drogestofgehalten strooisel per Groen Labelperiode per volièresysteem



Uit het verloop van de dikte van de strooisellaag blijkt dat bij het Comfort/Compact systeem vanaf 32 weken het strooisel iets (0,5 cm) dikker was dan bij het Natura Nova systeem (figuur 5). Dit verschil werd onder meer veroorzaakt door de hogere bezetting en het lagere drogestofgehalte bij het Comfort/Compact systeem. Ook had het Comfort/Compact systeem minder strooiseloppervlak waardoor de mest die in het strooisel kwam verdeeld moest worden over een kleiner oppervlak. Met deze twee veronderstellingen verwacht men dat het verschil gedurende de legperiode zou toenemen. Dit was echter niet het geval. Zo nu en dan nam het verschil toe tussen de twee systemen, maar aan het einde van de legperiode was het verschil tussen beide systemen nog geen centimeter. De meest voor de hand liggende verklaring is, dat bij het Comfort/Compact systeem meer strooisel tussen de veren meegenomen is naar de roosters, waardoor dit via de mestbanden uit de stal verdwenen is. Bij het Comfort/Compact systeem lag een van de etages op de grond. Uit visuele waarnemingen tijdens het afdraaien van de mest is gebleken dat op deze mestband, ten opzichte van de andere mestbanden in dezelfde afdeling, relatief veel strooisel aanwezig was. Als hennen een stofbad genomen hebben, kunnen ze zonder te vliegen op de lage roostervloer springen en zich

daar pas uitschudden. Bij hogere roostervloeren moeten de dieren vliegen en verliezen ze dus het tussen de veren aanwezige strooisel voordat ze op het rooster aankomen.

**Figuur 5** Verloop dikte strooisellaag per Groen Labelperiode per voliëresysteem



### 3.2.3 Ammoniakemissie

In tabel 7 en 8 staan de gemiddelde ammoniakemissies en klimaatgegevens per Groen Labelperiode per huisvestingsstelsel. In bijlage 8 en 9 staan de gegevens per dag weergegeven. Omgerekend op jaarbasis was de ammoniakemissie voor de Natura Nova en Comfort/Compact respectievelijk 22,3 en 36,6 gram per dierplaats per jaar. Bij beide systemen was de ammoniakconcentratie gedurende de winter-Groen Labelperiode hoger dan tijdens de zomer-Groen Labelperiode. Het debiet was lager. Tezamen gaf dit voor de ammoniakemissie per Groen Labelperiode overeenkomstige waarden. Bij het Natura Nova systeem was de emissie in de zomer-Groen Labelperiode 23% lager dan tijdens de winter-Groen Labelperiode. Bij het Comfort/Compact systeem was dit verschil tussen beide Groen Labelperioden slechts 4%.

**Tabel 7** Ammoniakemissie en klimaatgegevens bij het Natura Nova voliëresysteem met mestbeluchting met 0,71 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur en eenmaal per week afdraaien van de 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 (%)	Mestbeluchtingtemperatuur (°C)	Buitemtemperatuur (°C)	Buitem RV (%)
Winter-GL	2,09	1,9	0,069	24,5	20,8	55,0	16,7	7,2	84,7
Zomer-GL	1,04	3,0	0,053	18,8	23,2	54,4	19,6	13,8	83,8
Gem. GL	1,67	2,4	0,063	22,3	21,7	54,7	17,8	9,8	84,4

**Tabel 8** Ammoniakemissie en klimaatgegevens bij het Comfort/Compact volièresysteem met mestbeluchting met 0,74 m<sup>3</sup> lucht/hen/uur en eenmaal per week afdraaien van de 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 (%)
Winter-GL	3,07	2,0	0,105	37,1	21,0	54,4	16,7	7,2	84,7
Zomer-GL	2,16	2,8	0,101	35,6	23,3	56,1	19,3	13,8	83,8
Gem. GL	2,71	2,3	0,104	36,6	21,9	55,1	17,7	9,8	84,4

Het verschil in ammoniakemissie tussen beide systemen is verklaarbaar door het hogere drogestofgehalte van het strooisel en grotere strooiseloppervlak bij het Natura Nova systeem. Mest die in strooisel komt dat een hoog drogestofgehalte heeft zal snel indrogen door het grote vochtopnemend vermogen. Ook wordt de mest bij een groter oppervlak beter verdeeld. Toch is het verschil in ammoniakemissie niet helemaal te verklaren uit het drogestofgehalte van het strooisel. Zeker als het lagere drogestofgehalte van de mestbandenmest en het hogere percentage verse mest wat in het strooisel komt bij het Natura Nova meegenomen wordt. Wel lijkt er een omslagpunt te bestaan rond de 75% drogestof van het strooisel. Het is bekend dat bij een drogestofgehalte van 75% voor strooisel (of mest) de omstandigheden voor de vorming van ammoniak optimaal zijn (Groot Koerkamp et al., 2000). Onder en boven de 75% drogestof is de ammoniakvorming doorgaans lager.

De hoge uitval had vooral in de zomer-Groen Labelperiode een verlagend effect op de ammoniakemissie. Normale uitval over een gehele legperiode zou 7% zijn (KWIN-Veehouderij, 2001) terwijl bij het beschreven onderzoek de gemiddelde uitval bijna 22% was. Tijdens de eerste Groen Labelperiode (winter) was de uitval al te hoog. Op 44 weken leeftijd (einde winter-Groen Labelperiode) was de uitval bij het Natura Nova en Comfort/Compact systeem respectievelijk 4,7 en 6,3%. De gemiddelde berekende uitval voor scharrel is op die leeftijd volgens KWIN-Veehouderij (2001) 3,3%. Als er minder hennen aanwezig zijn, wordt er ook minder mest geproduceerd. Verder was het oppervlak waarin de mest viel per hen groter waardoor de mest beter en sneller droogt. Hierdoor zijn de gevonden ammoniakemissie getallen mogelijk lager dan bij een normale uitval. Aan de andere kant is het emitterend oppervlak per hen toegenomen, waardoor de ammoniakemissie juist hoger kan zijn.

Als gecorrigeerd wordt naar uitval komt de ammoniakemissie voor respectievelijk de winter- en zomer-Groen Labelperiode voor het Natura Nova systeem op 25,4 en 22,7 gram per aanwezige hen per jaar (tabel 9). Gemiddeld over beide Groen Labelperioden resulteert dit in een ammoniakemissie van 24,8 gram per aanwezige hen per jaar. Dit geeft ten opzichte van de UAV norm van 90 gram per dierplaats per jaar een reductie van 72%.

Bij het Comfort/Compact systeem komt de ammoniakemissie voor de winter- en zomer-Groen Labelperiode na correctie voor de hoge uitval op 39,1 en 44,0. Over beide Groen Labelperioden is de ammoniakemissie dan 41,4 gram per aanwezige hen per jaar. Dit is altijd nog 54% lager dan de UAV norm van 90 gram.

**Tabel 9** Ammoniakemissie van het Natura Nova en Comfort/Compact volièresysteem berekend per dierplaats (per opgehokte hen) en per gemiddeld aanwezige hen

Periode	Ammoniakemissie Natura Nova		Ammoniakemissie Comfort/Compact	
	gram/dierplaats/jaar	gram/aanwezige hen/jaar	gram/dierplaats/jaar	gram/aanwezige hen/jaar
Winter-GL	24,5	25,4	37,1	39,1
Zomer-GL	18,8	22,7	35,6	44,0
Gem. GL	22,3	24,8	36,6	41,4

In het onderzoek is een vrij lage bezettingsdichtheid gehanteerd (bij aanvang 13,1 dieren/m<sup>2</sup> vloeroppervlak voor de Natura Nova en 14,5 voor de Comfort/Compact). Dit was in de bestaande stal met de geïnstalleerde systemen en binnen diverse wetten en regels de hoogst haalbare bezetting. In praktijkstallen is de bezetting doorgaans dichter met 16 dieren/m<sup>2</sup> vloeroppervlak liggen (KAT-normen). Deze hogere bezettingsdichtheden hebben waarschijnlijk ook een hogere ammoniakemissie tot gevolg. Meer hennen betekent waarschijnlijk ook meer mest in het strooisel.

Aan de andere kant voeren de dieren ook meer strooisel af (tussen de veren) en verblijven relatief minder dieren op het strooisel waardoor daar minder mest valt.

### 3.3 Stofonderzoek

Tijdens de eerste (46 – 48 weken leeftijd) en tweede meetperiode (59 – 62 weken leeftijd) ontwikkelde het Natura Nova systeem meer inhaleerbaar stof (tabel 10). Bij de laatste meetperiode (70 – 74 weken leeftijd) waren de rollen omgedraaid en produceerde het Comfort/Compact systeem meer stof. Tussen de twee volièresystemen waren gemiddeld over de gehele meetperiode geen verschillen in stofconcentratie. Dit geldt voor zowel het inhaleerbaar als het respirabel stof.

De verwachting was dat een groter strooiseloppervlak (Natura Nova) meer stof zou ontwikkelen. Aan de andere kant was de bezetting in dit systeem lager, waardoor er minder activiteit in het strooisel zou zijn. Verder is een behoorlijk deel van het stof afkomstig van de dieren zelf (veren). Bij minder dieren ontstaat ook minder stof.

Ten opzichte van de gevonden waarden door het IMAG-DLO (Drost et al., 1995) liggen de concentraties van inhaleerbaar en respirabel stof op gemiddeld ongeveer hetzelfde niveau.

**Tabel 10** Concentraties van inhaleerbaar en respirabel stof (mg/m<sup>3</sup>) in verschillende perioden per volièresysteem

Periode	Leeftijd (weken)	Inhaleerbaar stof		Respirabel stof	
		Natura Nova	Comfort/Compact	Natura Nova	Comfort/Compact
1	46	14,1	12,0	4,4	3,9
	47	21,6	19,1	5,4	4,7
	48	15,4	9,7	3,8	2,8
	Gemiddelde periode 1	17,0	13,6	4,6	3,8
2	59	11,6	8,6	2,7	2,0
	60	20,4	10,4	4,0	2,6
	61	16,9	11,9	3,0	2,7
	62	10,6	10,9	2,2	2,5
Gemiddelde periode 2		14,9	10,5	3,0	2,5
3	70	8,7	9,3	2,1	2,4
	71	6,4	8,5	1,6	1,9
	72	7,8	10,8	1,5	2,3
	73	8,2	12,2	1,8	2,4
	74	6,7	9,9	1,2	2,0
Gemiddelde periode 3		7,5	10,1	1,6	2,2
Gemiddeld alle metingen		12,4	11,1	2,8	2,7

### 3.4 Arbeidsonderzoek

#### 3.4.1 Arbeidstijdmetingen

Doordat vaak meerdere werkzaamheden in één rondgang door de afdelingen tegelijk werden uitgevoerd, was het niet goed mogelijk om specifieke handelingen als bne's rapen apart te noteren (tabel 11).

De verschillen tussen de twee systemen zijn bij de meeste handelingen klein. Dit komt doordat het kleine afdelingen waren met korte looplijnen. In grote praktijkstallen kunnen de verschillen groter zijn. Verder wordt opgemerkt dat het Natura Nova systeem ruimer stond opgesteld dan in de praktijk. De afdeling was namelijk te breed voor één stelling en te smal voor twee stellingen.

Het rapen van de bne's bij het Comfort/Compact systeem nam meer tijd in beslag dan bij het Natura Nova systeem. Gerelateerd aan het aantal dieren is het verschil kleiner. Toch blijkt hieruit dat de arbeidsbehoefte voor het rapen van bne's minder is bij een opener en dus overzichtelijker systeem (Natura/Nova).

**Tabel 11** Arbeidstijdmetingen (minuten/handeling) van routinewerkzaamheden per volièresysteem<sup>1</sup>

Werkzaamheden	Natura Nova	Comfort/Compact
1 <sup>e</sup> ronde bne's rapen + watercontrole + uitvalcontrole (grond+systeem)	02:10	02:43
Eieren rapen (verzamelen, tellen en kwaliteitsbepaling)	17:01	16:02
2 <sup>e</sup> ronde bne's rapen	01:41	01:57
Voercontrole	00:24	00:33
3 <sup>e</sup> ronde bne's rapen + graan strooien	01:40	01:58
Legnestcontrole <sup>2</sup>	03:10	03:44

<sup>1</sup> Tijdmetingen zijn verricht op 46, 48, 50, 53, 55, 61, 64, 67 en 70 weken leeftijd

<sup>2</sup> Legnestcontrole werd tweemaal per week uitgevoerd (maandag en vrijdag). Andere werkzaamheden iedere dag

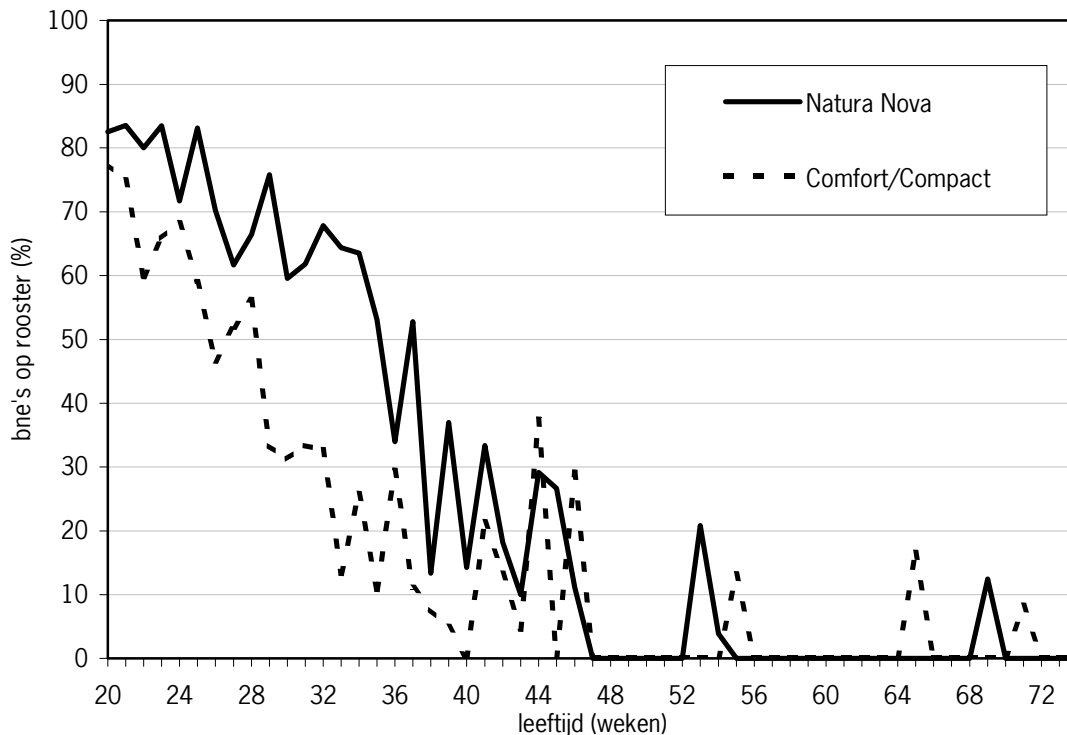
Het rapen van de eieren nam bij het Comfort/Compact systeem minder tijd in beslag dan bij het Natura Nova systeem. Dit had te maken met de slechtere eikwaliteit bij het Natura Nova systeem en in mindere mate te maken met verschillen tussen de systemen. Bij beide systemen kwamen de eieren namelijk op één raaptafel uit.

De voercontrole nam bij het Natura Nova systeem minder tijd in beslag dan bij het Comfort/Compact systeem. Dit kwam doordat alle voorzieningen bij het Natura Nova systeem volledig geïntegreerd waren in één systeem. Hierdoor konden controlehandelingen gecombineerd en sneller worden uitgevoerd dan bij het Comfort/Compact systeem, waarbij de diverse voerlijnen en voerhoppers op verschillende stellingen waren gesitueerd.

De legnestcontrole (dode dieren) vergde bij het Natura Nova systeem minder tijd dan bij het Comfort/Compact systeem. Dit kwam doordat bij het Natura Nova systeem de beide legnesten schuin boven elkaar waren geplaatst. In één werkgang konden beide legnesten worden gecontroleerd. Bij het Comfort/Compact systeem moesten we de beide legnesten in een aparte werkgang controleren (links en rechts van de middelste stelling).

### 3.4.2 Vindplaats bne's

De bne's, gevonden in de periode tussen 46 en 70 weken leeftijd, lagen voor het grootste gedeelte in het strooisel (tabel 12). Dit is een bekend gegeven bij een koppel in dat leeftijdstraject. In volièresystemen wordt normaal gesproken op jonge leeftijd het merendeel van de eieren op de roosters gevonden (figuur 6). Bij het ouder worden van de dieren treedt een verschuiving op naar het strooisel. De etages zijn bij de huidige volièresystemen daarom schuin geïnstalleerd met de laagste zijde richting het legnest (bijlage 1). Eieren die op de etages worden gelegd, rollen naar de zijkant waar een staalkabel ze tegenhoudt. Boven deze staalkabel is een zitstok gemonteerd waardoor de dieren niet bij de eieren kunnen komen. Daar kan men de bne's gemakkelijk rapen. Door de onmiddellijke nabijheid van het legnest kunnen ze weer snel afgevoerd worden. Door deze constructie hoeft men de bne's niet in een mandje mee te nemen.

**Figuur 6** Verloop van het percentage buitennesteieren (%) op het rooster per voliëresysteem

Met een grijper voor bne's kan men de strooiseleieren zonder te bukken oprapen. Dit was een belangrijke verbetering van de arbeidsbelasting.

Het rapen van de bne's onder de stelling bij het Natura Nova systeem werd, ondanks het gebruik van de bne-grijper, ervaren als een halfzware handeling (tabel 12). Door de breedte van de stelling moest men behoorlijk ver reiken en werd het zicht belemmerd door de dieren onder de stelling.

Bij het Comfort/Compact systeem vond men de meeste bne's (92%) op het strooisel. Deze eieren kon men met behulp van de bne-grijper gemakkelijk verzamelen (score licht of halfzwaar).

Over het algemeen werd het rapen van de bne's bij het Natura Nova systeem als zwaarder ervaren dan bij het Comfort/Compact systeem. Bij het Natura Nova systeem werd 39% van de totale bne's op plaatsen gevonden die als licht werden bestempeld. Bij het Comfort/Compact systeem was dit 91%.

**Tabel 12** Bne's (%) per vindplaats per voliëresysteem<sup>1</sup>

Systeem	Vindplaats code <sup>2</sup>	Vindplaats omschrijving	Zwaarte handeling <sup>3</sup>	Bne's (%)
Natura Nova	A	Rooster	licht	3
	B	Strooisel (gangpaden)	licht <sup>4</sup>	36
	C	Strooisel (onder stelling; < 1m breed)	half zwaar	31
	D	Strooisel (onder stelling; > 1m breed)	zwaar	30
Comfort/ Compact	A	Rooster (tussen 75 en 175 cm hoogte)	licht	8
	B	Rooster (boven 175 cm)	half zwaar	0
	C	Rooster (onder 75 cm)	licht	0
	D	Strooisel (gangpaden)	licht <sup>4</sup>	83
	E	Strooisel (onder stellingen)	halfzwaar	9

<sup>1</sup> Metingen zijn verricht op 46,48, 50, 53, 55, 61, 64, 67 en 70 weken leeftijd

<sup>2</sup> Vindplaatscode zie bijlage 11

<sup>3</sup> Score voor zwaarte van de handeling van licht, half zwaar tot zwaar

<sup>4</sup> Licht door gebruik van een bne-grijper

### 3.4.3 Vindplaats dode dieren

Het rapen van de dode dieren op het strooisel werd bij het Natura Nova systeem gemiddeld als zwaarder aangemerkt dan bij het Comfort/Compact systeem (tabel 13), vooral het rapen van dode dieren onder de stelling (vindplaats nummer 3). Bij het Comfort/Compact systeem werd het rapen van de dode dieren vanaf de roosters gemiddeld als zwaarder gezien. Dit gold vooral voor het rapen van de middelste stelling, zowel het onderste (reiken) als het bovenste rooster (klimmen en reiken). Het onderste legnest bij het Natura Nova systeem was moeilijk bereikbaar, er moest diep gebukt worden. Tevens moest men met de andere hand het deksel vasthouden (niet oplierbaar). Het aandeel dode dieren van de totale uitval was bij dit legnest hoger dan bij het makkelijker te bereiken bovenste legnest (score licht). Bij het Comfort/Compact systeem kon men voor het verwijderen van de dode dieren de legnestdeksels oplieren. Hierdoor werd het overzicht verbeterd en hoefde men de deksels niet met de hand vast te houden. Verder werden bij dit systeem maar 13% van de dieren in het legnest gevonden en was dit bij het Natura Nova systeem 20%.

**Tabel 13** Dode hennen (%) per vindplaats per volièresysteem<sup>1</sup>.

Systeem	Vindplaats nummer <sup>2</sup>	Vindplaats omschrijving	Zwaarte handeling <sup>3</sup>	Dode hennen (%)
Natura Nova	1	Strooisel (gangpaden)	licht	22
	2	Strooisel (onder stelling; < 1m breed)	halfzwaar	19
	3	Strooisel (onder stelling; > 1m breed)	zwaar	5
	4	Onderste rooster (vanaf strooisel)	half zwaar	24
	5	Bovenste rooster (vanaf tussengang)	licht	9
	6	Rooster (gangpad)	half zwaar	1
	7	Onderste legnest	zwaar	15
	8	Rooster voor legnest	licht	1
	9	Bovenste legnest	licht	5
Comfort/ Compact	1	Strooisel (gangpaden)	licht	33
	2	Strooisel (onder stellingen)	halfzwaar	11
	3	Onderste rooster buitenste stelling	halfzwaar	11
	4	Bovenste rooster buitenste stelling	halfzwaar	4
	5	Onderste rooster midden stelling (<75 cm)	halfzwaar	9
	6	Onderste rooster midden stelling (>75 cm)	zwaar	0
	7	Rooster voor legnest	licht	15
	8	Legnest	half zwaar	13
	9	Bovenste rooster midden stelling (<75 cm)	zwaar	3
	10	Bovenste rooster midden stelling (>75 cm)	zwaar	1

<sup>1</sup> Metingen zijn verricht vanaf 37 weken leeftijd tot einde legperiode

<sup>2</sup> Vindplaats nummer zie bijlage 12

<sup>3</sup> Score voor zwaarte van de handeling van licht, half zwaar tot zwaar



## 4 Conclusies

### Verlichtingsonderzoek

In het algemeen heeft het koppel slecht geproduceerd door veel ziekteproblemen (IB en E. Coli), schrikkerigheid, pikkerigheid en bloedluizen.

Er zijn geen verschillen gevonden in technische resultaten, uitvalsoorzaken, percentage buitennesteieren en kwaliteit van het verenkleed tussen gloeilampen (+slangen) en hoogfrequente (HF) TL-lampen.

### Ammoniakonderzoek

*Natura Nova systeem (31,5% rooster en 13,1 dier per m<sup>2</sup>):*

- Berekend over beide Groen Labelperioden was de ammoniakemissie 22,3 gram per dierplaats per jaar. Dit betekent een reductie van 75% ten opzichte van de UAV norm (90 gram/dierplaats/jaar). Tijdens de winter-Groen Labelperiode was de emissie 24,5 en in de zomer-Groen Labelperiode 18,8 gram per dierplaats per jaar. Gecorrigeerd voor de uitval komt de gemiddelde ammoniakemissie op 24,8 gram per aanwezige hen per jaar uit (reductie van 72%).
- De lucht die over de mest werd geblazen (gemiddeld 0,71 m<sup>3</sup>lucht/dierplaats/uur) had een gemiddeld gerealiseerde temperatuur van 17,8 °C.
- Het drogestofgehalte van de mest van de mestbanden was over beide Groen Labelperioden redelijk stabiel en gemiddeld 64,8%. Het drogestofgehalte van het strooisel was gemiddeld 84,9%.
- 26% van de verse mest kwam in het strooisel.

*Comfort/Compact systeem (56,7% rooster en 14,5 dier per m<sup>2</sup>):*

- Berekend over beide Groen Labelperioden was de ammoniakemissie 36,6 gram per dierplaats per jaar. Dit betekent een reductie van 59% ten opzichte van de UAV norm (90 gram/dierplaats/jaar). Tijdens de winter-Groen Labelperiode was de emissie 37,1 en in de zomer-Groen Labelperiode 35,6 gram per dierplaats per jaar. Gecorrigeerd voor de uitval komt de gemiddelde ammoniakemissie op 41,4 gram per aanwezige hen per jaar uit (reductie van 54%).
- De lucht die over de mest werd geblazen (gemiddeld 0,74 m<sup>3</sup> lucht/dierplaats/uur) had een gemiddeld gerealiseerde temperatuur van 17,7 °C.
- Het drogestofgehalte van de mest van de mestbanden was over beide Groen Labelperioden redelijk stabiel en gemiddeld 68,8%. Het drogestofgehalte van het strooisel was gemiddeld 81,1%.
- 21% van de verse mest kwam in het strooisel

### Stofonderzoek

Uit het stofonderzoek is gebleken dat in de huidige voliëresystemen nog steeds veel stof wordt geproduceerd. Er waren ondanks de grote verschillen in lay-out geen wezenlijke verschillen in de concentraties inhaleerbaar stof. Het Natura Nova systeem had een gemiddeld inhaleerbaar stofconcentratie van 12,4 mg/m<sup>3</sup> en het Comfort/Compact systeem van 11,1 mg/m<sup>3</sup>. Voor respirabel stof werden respectievelijk de waarden 2,8 en 2,7 mg/m<sup>3</sup> gevonden. Dit verschilde niet van gevonden waarden bij oude vormen van voliëresystemen.

### Arbeidsonderzoek

Het Natura Nova systeem stond overzichtelijker opgesteld dan in de praktijk, en had ten opzichte van het Comfort/Compact systeem de volgende voordelen:

- Betere overzichtelijkheid door totaal geïntegreerd systeem.
- Rapen bne's kost minder tijd.
- Controle handelingen makkelijker uit te voeren.
- Het rapen van dode dieren van de roosters geeft minder fysieke belasting.
- Geen moeilijk bereikbare etages voor controle en dode dieren rapen.

Het Natura Nova systeem had ten opzichte van het Comfort/Compact systeem de volgende nadelen:

- Het rapen van bne's van het strooisel (vooral onder stelling) wordt als meer belastend ervaren.
- Controleren en rapen van dode dieren uit de legnesten en onder de stelling geeft meer fysieke belasting.

## 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.

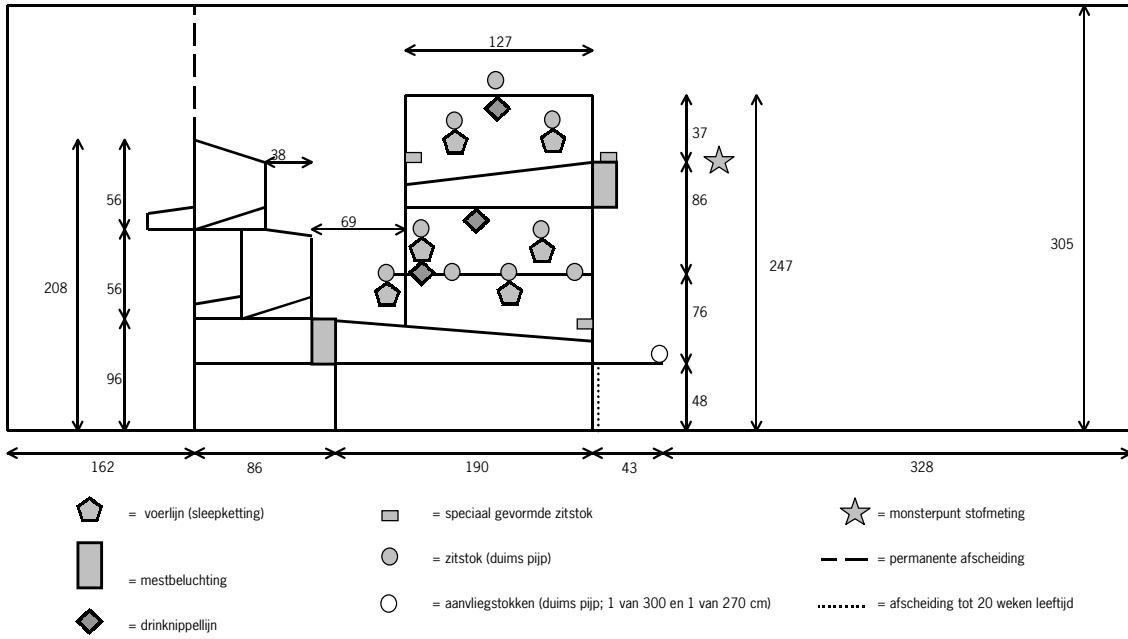
KWIN-Veehouderij, 2001. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2001-2002.

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

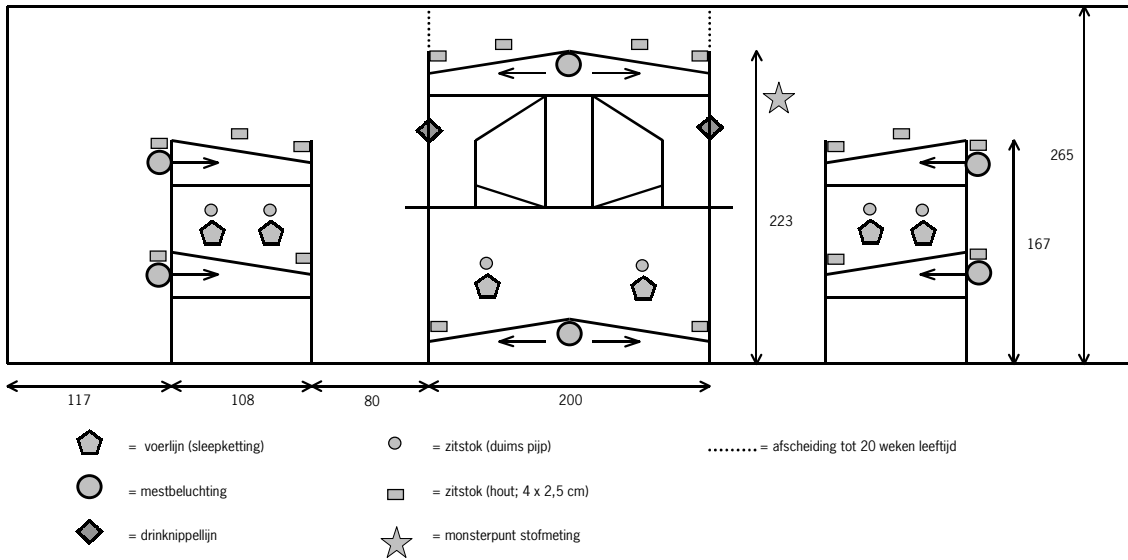
Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase, 1993. Tweede Kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr. 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage.

## Bijlage 1 Schematische weergave van de twee voliëresystemen

### Big Dutchman: Natura NOVA 2E



### Jansen Poultry Equipment: Comfort 2A + 2 stuks Compact 2

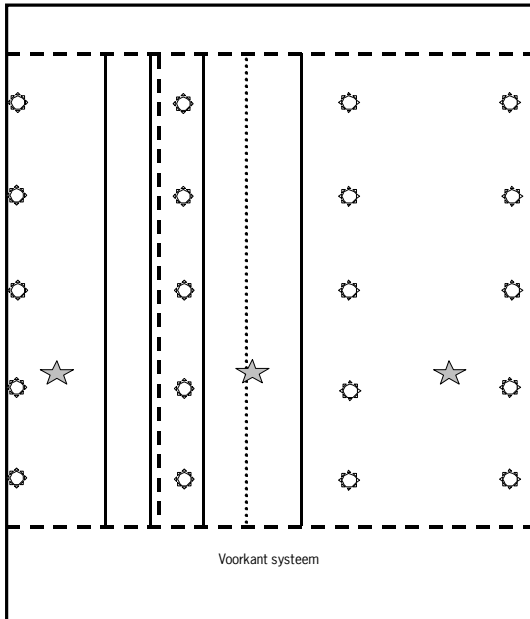


## Vervolg bijlage 1 Schematische weergave van de twee volièresystemen

	<b>Big Dutchman: Natura NOVA 2E</b>	<b>Jansen: Comfort 2A + Compact 2</b>
<b>Algemeen:</b>		
Aantal hennen per afdeling	898	1054
Model systeem	totaal geïntegreerd systeem	3 stellingen met in de middelste het legnest (geïntegreerd)
Aantal secties	3,5 van 2,41 meter = 8,44 m lengte totaal systeem	6 van 1,5 meter = 9 m lengte totaal systeem
Voersysteem	sleepketting/3 rondgaande lijnen	sleepketting/3 rondgaande lijnen
Watervoorziening	drinknippels	drinknippels (Val)
Verlichtingssysteem	verticale TL of gloeilampen+ slangverlichting	verticale TL of gloeilampen+ slangverlichting
Mestbandbeluchting	op alle mestbanden	op alle mestbanden
Beluchting (gaatjes/afstand)	gaatjes van 8 mm op 10 cm afstand	gaatjes van 6 mm op 20 cm afstand
Legnest	3,5 van 2,41 meter = 8,44 m	4 stuks 2,44 m = 9,76 m (steekt vooraan door)
Uitdrijfsysteem nest	aanwezig	aanwezig
Zitstokken	duimspijp = 9 stuks + 3 speciaal gevormde ijzeren + aanvliegstukken + geïntegreerd in rooster	houten = 16 lengtes; duimspijp = 6 lengtes
Leefniveau's	4 stuks (inclusief zitstokken)	3 stuks
<b>Afmetingen:</b>		
Lengte eetgoot/hen	$50,64 \text{ m} \times 2 / 898 \text{ hennen} = 11,3 \text{ cm}$	$54 \text{ meter} \times 2 / 1054 \text{ hennen} = 10,2 \text{ cm}$
Lengte zitstok/hen	$12 \times 8,44 + 5,7 = 107,0 / 898 = 11,9 \text{ cm} + \text{geïntegreerde zitstokken in rooster}$	$22 \times 9 \text{ m} = 198 \text{ m} / 1054 \text{ hennen} = 18,8 \text{ cm}$
Drinkwatervoorziening	3 lijnen met in totaal 98 nippels	2 lijnen met in totaal 98 nippels
Legnestdiepte	45 cm	45 cm
<b>Oppervlakten:</b>		
Totale vloeroppervlak	$8,44 \times 8,1 = 68,4 \text{ m}^2$	$9 \times 8,1 = 72,9 \text{ m}^2$
Strooiseloppervlak	$8,44 \times 8,1 = 68,4 \text{ m}^2$	$(8,1-2,0) \times 9 = 54,9 \text{ m}^2$
Roosteroppervlak EU-richtlijn	$1,368+1,964+0,383 = 3,715 \times 8,44 = 31,4 \text{ m}^2$	$((4 \times 1) + (2 \times 2)) \times 9 = 72,0 \text{ m}^2$
Totaal bruikbare oppervlak	$68,4 + 31,4 = 99,8 \text{ m}^2$	$54,9 + 72,0 = 126,9 \text{ m}^2$
Legnestoppervlak	$8,44 \times 2 \times 0,45 \text{ m} = 7,60/898 = 84,6 \text{ cm}^2/\text{hen}$	$9,76 \times 2 \times 0,45 \text{ m} = 8,78/1054 = 83,3 \text{ cm}^2/\text{hen}$
Strooiseloppervlak	$68,4 \text{ m}^2/898 = 762 \text{ cm}^2/\text{hen}$	$54,9 \text{ m}^2/1054 = 521 \text{ cm}^2/\text{hen}$
<b>Bezetting:</b>		
Vloeroppervlak	$898/68,4 = 13,1 \text{ hen/m}^2$	$1054/72,9 = 14,5 \text{ hen/ m}^2$
Legnestoppervlak	$898/7,60 = 118,2 \text{ hen/m}^2$	$1054/8,78 = 120,0 \text{ hen/ m}^2$
Bruikbaar oppervlak	$898/99,8 = 9,0 \text{ hen/m}^2$	$1054/126,9 = 8,3 \text{ hen/ m}^2$
Hennen per nippel	$898/98 = 9,2 \text{ hen/nippel}$	$1054/98 = 10,8 \text{ hen/nippel}$
<b>Verhoudingen:</b>		
Percentage rooster (UAV)	$31,4 \text{ m}^2/99,8 \text{ m}^2 = 31,5 \%$	$72 \text{ m}^2/126,9 \text{ m}^2 = 56,7 \%$
Percentage strooisel	$68,4 \text{ m}^2/99,8 \text{ m}^2 = 68,5 \%$	$54,9 \text{ m}^2/126,9 \text{ m}^2 = 43,3 \%$

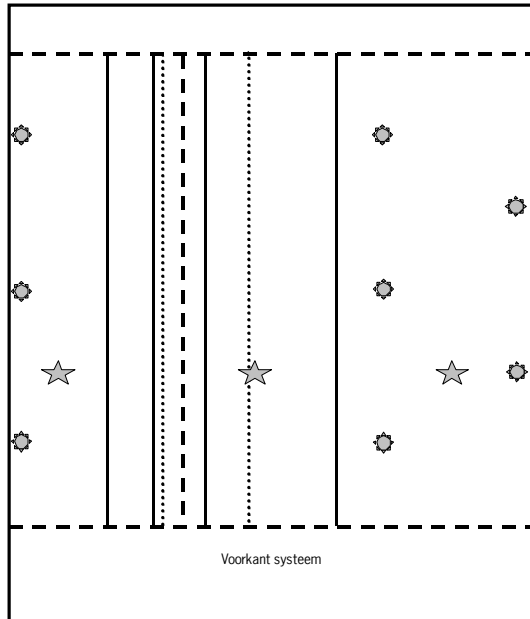
## Bijlage 2 Plaats van verlichtingsystemen, strooiselmonster en meting dikte strooisellaag

Afd. 3: Natura Nova met gloeilamp + slang



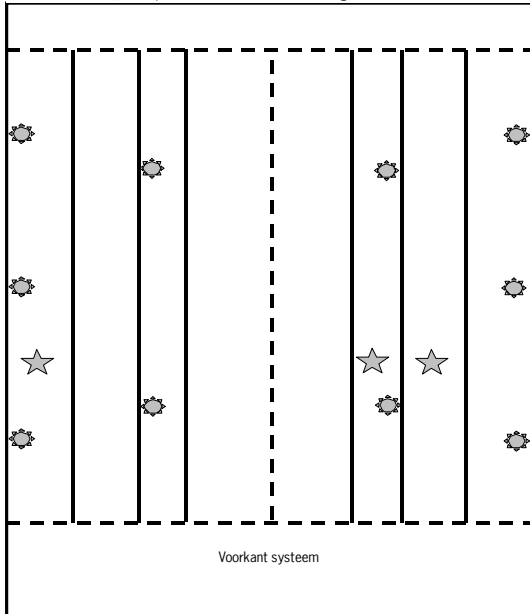
- = gloeilamp (zijkant: 130 cm / middelste op 295 cm hoogte)
- = slangverlichting (onder stelling/vanaf 17 weken leeftijd)
- = monsterpunt strooisel + strooiseldiktemeting
- = slangverlichting (onder stelling/vanaf 61 weken leeftijd)

Afd. 8: Natura Nova met verticale TL+slang



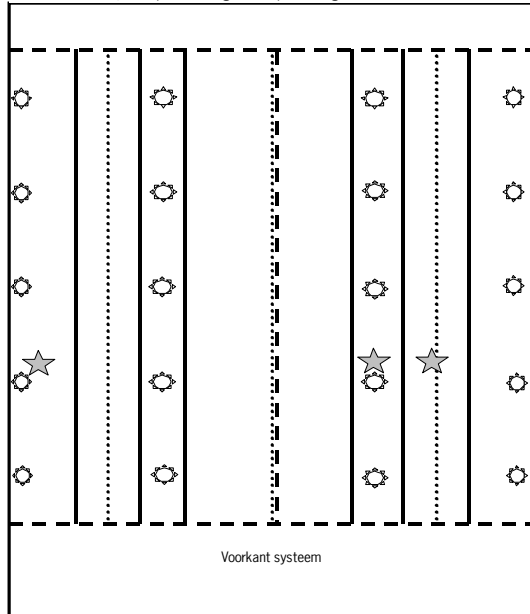
- = verticale TL (250 cm lengte)
- = slangverlichting (onder stelling/vanaf 50 weken leeftijd)
- = monsterpunt strooisel + strooiseldiktemeting
- = slangverlichting (tegen plafond/tussen 28 en 40 weken leeftijd)

Afd. 4: Comfort/Compact met verticale TL+slang



- = verticale TL (150 cm lengte)
- = slangverlichting (tegen plafond)
- = monsterpunt strooisel + strooiseldiktemeting

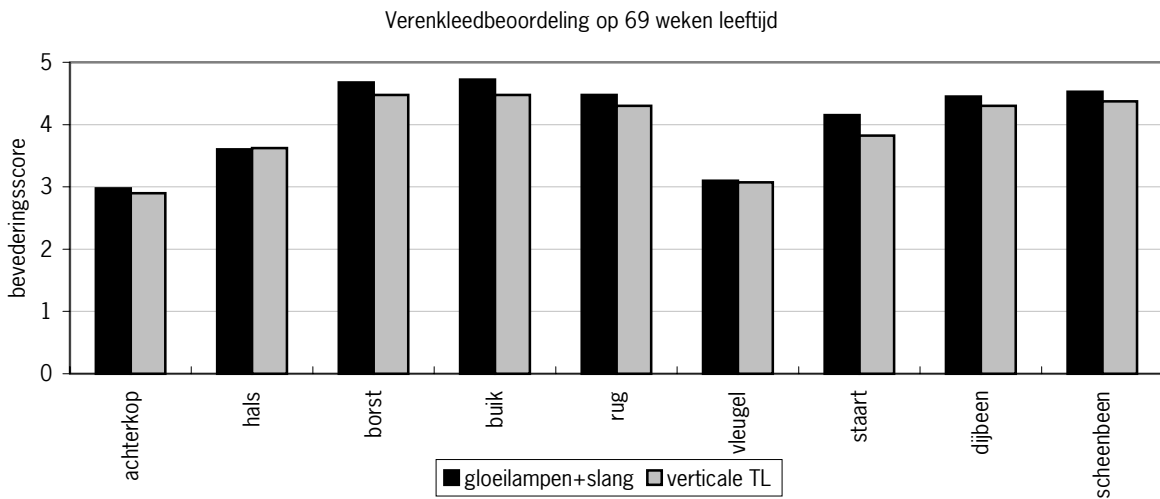
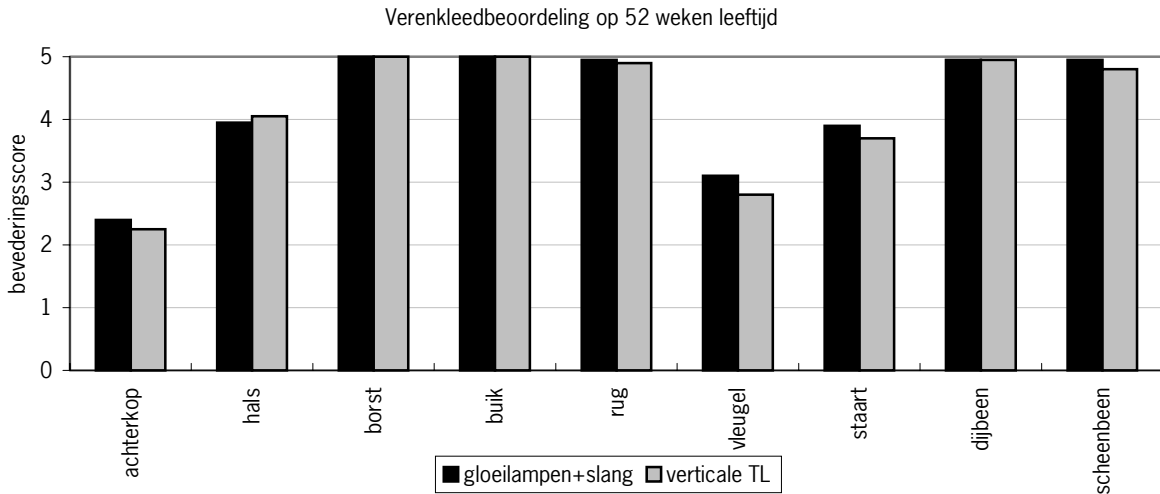
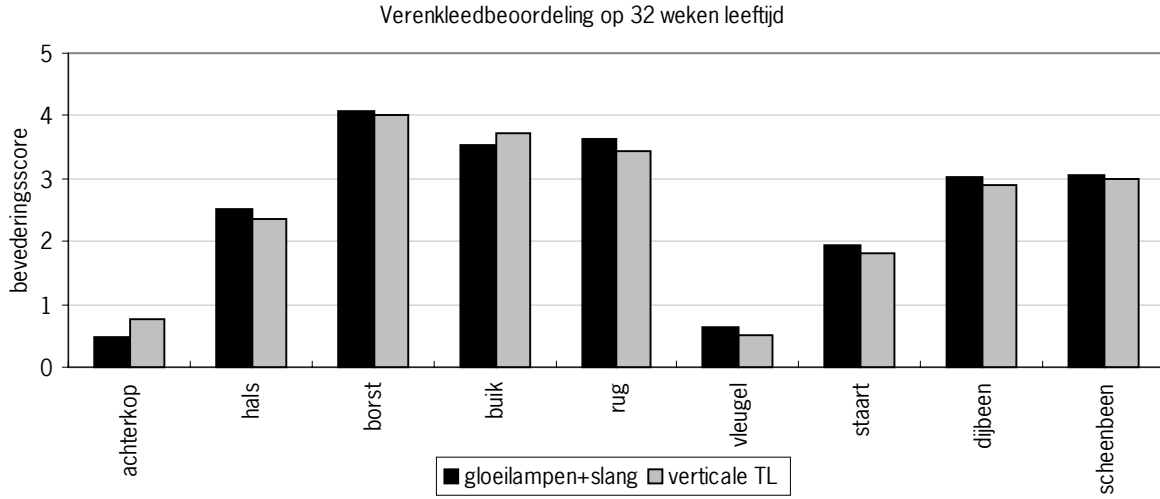
Afd. 7: Comfort/Compact met gloeilamp + slang



- = gloeilamp (zijkant: 130 cm / middelste op 255 cm hoogte)
- = slangverlichting (onder en tussen stelling)
- = monsterpunt strooisel + strooiseldiktemeting
- = slangverlichting (tegen plafond)

### Bijlage 3 Verenkleebeoordeling per verlichtingssysteem op verschillende leeftijden

(0 = gaaf en 5 = kaal)



## Bijlage 4 Berekening percentage faeces in strooisel

### Uitgangspunten en aannamen

- faecesproductie:
  - Natura Nova 124,0 g voeropname (gem. van legperiode) \* 1,1 (factor naar: Middelkoop, 1993)= 136,4 g/hen/dag
  - Compact/Comfort 122,8 \* 1,1 = 135,1 g/hen/dag.
- drogestofgehalte faeces: 230 g/kg (Middelkoop, 1993)
- drogestofgehalte strooisel (gewogen gemiddelde van de diverse metingen):
  - Natura Nova: 849 g/kg
  - Comfort/Compact: 811 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\*10<sup>4</sup> cm<sup>2</sup>
  - Comfort/Compact 54,9\*10<sup>4</sup> cm<sup>2</sup>
- gemiddeld aantal aanwezige dieren:
  - Natura Nova 804 stuks
  - Comfort/Compact 936 stuks
- geen afbraak organische stof in het strooisel
- toename in cm/dag (richtingscoëfficiënten zie figuur hieronder):
  - Natura Nova: 0,0188
  - Comfort/Compact: 0,0224

### Berekening (naar Groot Koerkamp, 1997)

*Formule (maximale toename per dag):*

- $\frac{\text{g faeces/hen/dag} * \text{g ds/g faeces} * 1/\text{g ds/g strooisel} * 1/\text{const srt gew} * 1/\text{str.opp.} * \text{gem.aanw. hennen}}$

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

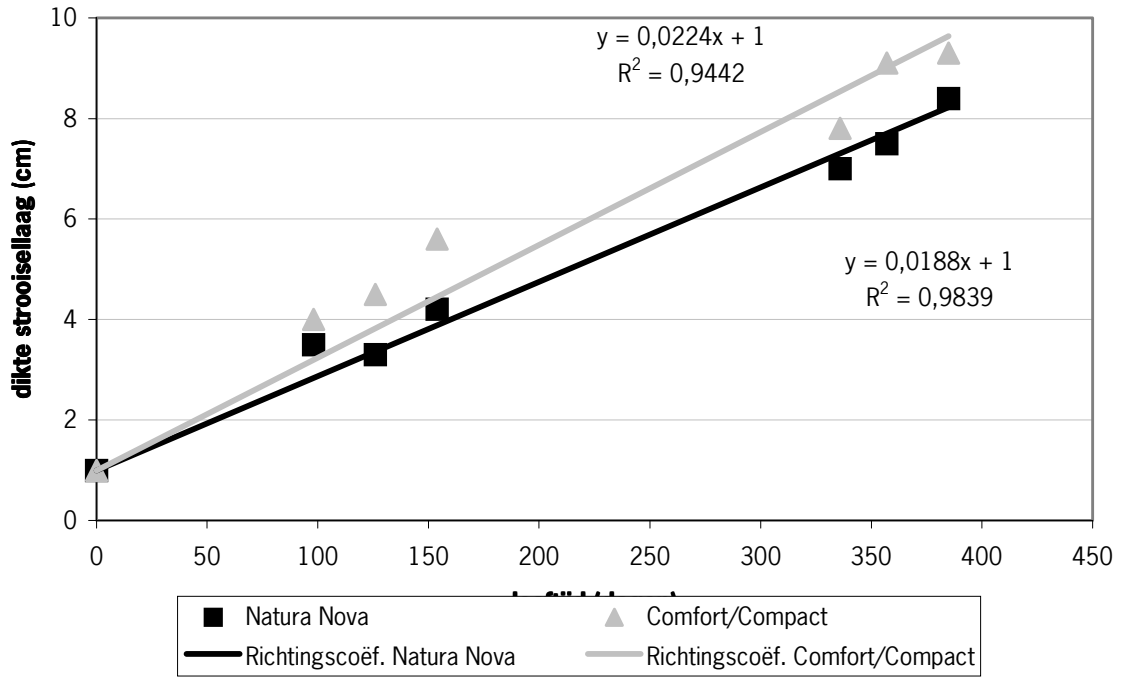
- $\frac{\text{werkelijke toename per dag (cm)}}{\text{maximale toename per dag (cm)}}$

*Natura Nova:*

- $136,4 \text{ g} * 0,23 * 1/0,849 * 1/0,6 * 1/68,4 * 10^4 * 804 = 0,07235 \text{ cm strooisel/dag}$
- $0,0188 / 0,0724 * 100\% = 26,0\%$

*Comfort/Compact:*

- $135,1 \text{ g} * 0,23 * 1/0,811 * 1/0,6 * 1/54,9 * 10^4 * 936 = 0,10886 \text{ cm strooisel/dag}$
- $0,0224 / 0,1089 * 100\% = 20,6\%$





**Bijlage 5 Luchtdruk en hoeveelheid beluchtingslucht per afdeling**

	Leeftijd (wkn)	Afd 3 Natura Nova	Afd 4 Comfort/ Compact	Afd 7 Comfort/ Compact	Afd 8 Natura Nova
Druk in de buizen (Pa)	31	485	449	478	476
	37	478	438	456	474
	44	468	432	448	461
	65	482	421	433	463
	69	476	418	428	459
	73	461	423	425	454
Hoeveelheid beluchtingslucht (m <sup>3</sup> lucht/dierplaats/uur)	31	0,72	0,75	0,77	0,72
	37	0,72	0,74	0,76	0,72
	44	0,71	0,74	0,75	0,71
	65	0,72	0,73	0,74	0,71
	69	0,72	0,72	0,73	0,71
	73	0,71	0,73	0,73	0,70
	gemiddeld	0,72	0,73	0,75	0,71
Hoeveelheid beluchtingslucht (m <sup>3</sup> lucht/aanwezig dier/uur)	31	0,74	0,77	0,79	0,74
	37	0,74	0,78	0,80	0,75
	44	0,74	0,78	0,80	0,74
	65	0,81	0,83	0,90	0,82
	69	0,88	0,87	0,93	0,87
	73	0,90	0,91	0,96	0,88
	gemiddeld	0,80	0,83	0,87	0,80

**Bijlage 6 Technische resultaten per week Natura Nova<sup>1</sup>**

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	0,0	0,2	39,5	0,1	87,0	0,00	113,1	1,30
20	0,4	8,0	15,4	41,4	6,3	91,5	0,00	142,5	1,56
21	0,5	4,8	60,8	44,9	27,3	97,2	3,56	165,1	1,69
22	0,2	3,9	87,5	47,3	41,4	106,3	2,57	178,0	1,67
23	0,0	4,5	91,8	50,8	46,7	110,4	2,36	186,2	1,68
24	0,2	4,1	93,7	52,0	48,8	121,3	2,49	199,0	1,64
25	0,3	3,7	94,3	53,5	50,3	115,3	2,29	194,0	1,68
26	0,2	2,1	93,8	54,2	50,8	117,9	2,32	195,9	1,66
27	0,3	2,2	94,0	54,8	51,5	115,9	2,25	188,0	1,62
28	0,2	1,8	93,2	55,7	51,9	120,9	2,33	194,9	1,61
29	0,1	2,0	94,8	56,4	53,5	121,2	2,27	195,3	1,61
30	0,1	1,7	94,1	57,4	54,0	122,0	2,26	188,3	1,54
31	0,3	1,4	93,0	57,7	53,7	121,7	2,27	191,2	1,57
32	0,3	1,2	94,5	58,2	55,0	124,0	2,25	194,4	1,57
33	0,1	1,4	94,0	58,8	55,3	119,6	2,16	194,7	1,63
34	0,1	1,5	94,0	59,8	56,2	123,5	2,20	195,8	1,58
35	0,1	1,7	93,5	61,0	57,0	118,7	2,08	193,4	1,62
36	0,1	1,8	93,3	61,0	56,9	125,2	2,20	196,7	1,57
37	0,1	1,0	90,6	60,5	54,7	107,4	1,96	184,6	1,72
38	0,1	1,1	89,3	58,8	52,6	118,2	2,24	184,5	1,56
39	0,1	1,3	90,1	60,0	54,1	129,2	2,39	202,7	1,56
40	0,1	1,1	92,4	61,2	56,6	129,6	2,29	192,9	1,49
41	0,1	1,1	91,4	62,0	56,7	134,1	2,36	195,8	1,46
42	0,1	1,2	89,7	62,0	55,7	133,7	2,40	197,0	1,47
43	0,3	1,3	87,5	63,3	55,5	131,9	2,37	198,1	1,50
44	0,4	1,1	87,8	63,3	55,7	134,1	2,41	202,0	1,50
45	0,1	1,0	90,3	63,5	57,4	135,7	2,37	202,4	1,50
46	0,1	1,0	88,5	64,1	56,7	134,4	2,37	209,0	1,55
47	0,1	1,0	86,5	64,1	55,5	133,9	2,41	209,5	1,56
48	0,3	1,1	85,8	64,7	55,5	136,0	2,45	208,8	1,54
49	0,2	1,2	85,3	64,7	55,2	136,1	2,47	211,6	1,56
50	0,3	1,0	84,0	64,6	54,2	137,7	2,54	205,5	1,50
51	0,2	1,0	82,6	64,7	53,5	135,1	2,53	205,8	1,52
52	0,6	0,9	80,0	64,7	51,8	133,3	2,58	209,4	1,57
53	0,4	0,9	80,0	65,5	52,4	132,4	2,52	212,9	1,60
54	0,4	1,1	78,7	65,5	51,5	134,8	2,62	199,9	1,48
55	0,5	1,1	79,0	65,6	51,8	134,8	2,60	206,0	1,53
56	0,5	1,5	75,0	65,6	49,2	136,8	2,77	210,7	1,54
57	0,4	1,5	75,6	66,1	50,0	137,0	2,74	203,9	1,48
58	0,9	1,9	74,1	66,1	49,0	131,6	2,68	209,7	1,59
59	0,4	2,1	67,9	66,6	45,3	132,1	2,92	211,2	1,60
60	0,8	2,0	74,3	66,6	49,5	136,8	2,77	201,4	1,47
61	0,8	2,1	67,7	66,7	45,2	133,2	2,95	207,0	1,55
62	0,8	2,3	71,3	66,7	47,7	132,9	2,79	210,7	1,58
63	0,6	1,3	69,9	66,7	46,6	126,2	2,70	213,5	1,69
64	0,2	1,0	68,1	66,7	45,5	133,8	2,94	212,6	1,59
65	0,4	0,9	66,2	67,2	44,5	125,5	2,81	216,6	1,72

**Vervolg bijlage 6 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.
66	0,6	0,9	63,7	67,2	42,8	129,1	3,01	208,9	1,61
67	1,8	0,9	65,0	65,1	42,3	122,9	2,91	211,7	1,72
68	2,9	0,9	58,0	65,1	37,7	121,4	3,21	213,4	1,76
69	1,8	0,8	59,5	65,1	38,7	124,0	3,20	214,6	1,73
70	0,9	0,8	60,7	66,6	40,5	121,9	3,01	202,1	1,66
71	0,4	0,9	59,8	67,1	40,2	119,1	2,97	204,6	1,71
72	0,8	0,7	60,0	67,1	40,2	120,4	3,00	201,7	1,67
73	0,5	0,8	58,8	67,6	39,7	126,9	3,19	207,6	1,63
74	0,3	1,2	60,3	67,6	40,8	125,6	3,08	199,1	1,59

<sup>1</sup> De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd in de leeftijdsperiode tussen 31 en 44 weken leeftijd en de periode tussen 65 en 74 weken leeftijd.

**Bijlage 7 Technische resultaten per week Comfort/Compact<sup>1</sup>**

Leeftijd (weken)	Uitval (%)	BNE (%)	Leg (%)	Eigewicht (g)	Eimassa (g/d/d)	Voerverbruik (g/d/d)	Voerconversie	Waterverbruik (ml/d/d)	Water/voer verh.
19	0,0	0,0	0,2	40,1	0,1	90,7	0,00	127,0	1,40
20	0,0	5,7	15,8	41,9	6,7	90,6	0,00	160,9	1,78
21	0,0	4,2	60,3	45,7	27,5	99,7	3,62	176,0	1,77
22	0,3	3,8	85,7	47,5	40,6	106,4	2,62	184,3	1,73
23	0,2	4,2	90,7	51,0	46,3	115,5	2,50	206,4	1,79
24	0,1	4,2	92,4	52,7	48,7	120,6	2,47	213,5	1,77
25	0,1	2,9	92,8	54,5	50,6	119,8	2,37	209,1	1,75
26	0,7	1,4	93,6	54,8	51,3	120,7	2,35	214,7	1,78
27	0,4	1,3	93,6	55,8	52,3	120,8	2,31	210,9	1,75
28	0,3	1,6	93,8	57,1	53,6	119,8	2,24	209,9	1,75
29	0,3	1,3	91,7	57,2	52,5	117,0	2,23	199,6	1,71
30	0,1	1,1	93,2	57,4	53,5	123,5	2,31	208,1	1,68
31	0,3	1,0	93,9	58,1	54,6	123,7	2,26	206,1	1,66
32	0,9	1,3	93,8	59,0	55,3	124,2	2,25	208,9	1,68
33	0,7	1,0	93,9	59,8	56,1	120,6	2,15	209,6	1,74
34	0,2	1,0	93,9	60,5	56,8	122,9	2,16	208,0	1,69
35	0,2	0,9	93,2	61,2	57,1	117,7	2,06	203,0	1,72
36	0,3	1,1	92,9	61,2	56,9	125,7	2,21	207,7	1,65
37	0,2	1,0	93,0	61,6	57,3	124,3	2,17	202,9	1,63
38	0,3	0,8	90,0	60,2	54,2	105,8	1,95	182,0	1,71
39	0,2	0,5	88,6	59,7	52,9	126,3	2,39	213,1	1,68
40	0,1	0,7	91,7	60,8	55,9	128,8	2,31	199,2	1,54
41	0,2	0,7	92,3	62,1	57,3	131,9	2,30	199,3	1,51
42	0,2	0,7	91,2	62,1	56,6	132,2	2,33	204,0	1,54
43	0,2	0,6	89,0	63,3	56,3	133,9	2,38	209,8	1,56
44	0,1	0,4	88,2	63,3	55,8	134,5	2,41	208,5	1,55
45	0,3	0,5	91,7	63,6	58,3	131,3	2,25	207,0	1,58
46	0,3	0,5	88,8	63,5	56,5	130,4	2,31	216,8	1,66
47	0,4	0,3	88,7	63,5	56,3	130,4	2,31	215,0	1,65
48	0,3	0,3	87,7	64,2	56,2	129,4	2,30	214,5	1,66
49	0,3	0,3	86,3	64,2	55,3	132,4	2,39	218,8	1,65
50	0,3	0,2	85,9	64,2	55,1	126,2	2,29	209,2	1,66
51	0,5	0,3	85,2	64,2	54,6	130,5	2,39	210,6	1,61
52	0,8	0,2	82,7	64,2	53,1	125,2	2,36	209,6	1,68
53	0,6	0,3	82,5	64,8	53,5	130,2	2,43	217,4	1,67
54	0,3	0,3	82,0	64,8	53,1	132,0	2,49	205,3	1,56
55	1,0	0,2	80,2	65,0	52,1	131,0	2,51	210,1	1,60
56	0,6	0,1	78,5	65,0	51,0	132,7	2,60	217,2	1,64
57	0,4	0,2	78,5	65,6	51,5	133,3	2,59	208,9	1,57
58	0,5	0,2	77,6	65,6	50,9	132,4	2,60	212,4	1,60
59	0,3	0,1	72,3	66,0	47,8	124,0	2,59	217,2	1,75
60	0,4	0,2	78,0	66,0	51,5	131,5	2,55	205,3	1,56
61	0,7	0,2	69,7	66,0	45,9	136,8	2,98	216,4	1,58
62	0,7	0,2	75,0	66,0	49,5	133,0	2,69	221,5	1,66
63	0,9	0,1	71,2	66,1	47,0	122,8	2,62	220,0	1,79
64	0,3	0,2	69,4	66,1	45,9	130,5	2,84	216,7	1,66
65	0,7	0,2	69,1	66,8	46,2	123,3	2,67	218,0	1,77

**Vervolg bijlage 7 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.
66	0,6	0,2	65,7	66,8	44,0	129,6	2,95	214,9	1,66
67	1,0	0,2	67,0	64,7	43,3	120,5	2,77	217,7	1,81
68	1,6	0,2	60,5	64,7	39,1	121,9	3,12	218,3	1,79
69	1,4	0,2	59,3	64,7	38,3	124,5	3,25	221,1	1,77
70	1,1	0,1	58,8	66,5	39,1	117,9	3,01	210,7	1,79
71	0,6	0,2	59,5	66,8	39,7	121,2	3,04	213,8	1,77
72	0,7	0,3	60,4	66,8	40,4	118,0	2,92	214,4	1,82
73	1,2	0,3	58,7	67,0	39,3	120,7	3,06	216,7	1,79
74	0,4	0,2	59,8	67,0	40,1	121,0	3,02	213,7	1,77

<sup>1</sup> De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd in de leeftijdsperiode tussen 31 en 44 weken leeftijd en de periode tussen 65 en 74 weken leeftijd.

**Bijlage 8 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 okt	4,55	2673	211	3,0	0,234	20,4	73	13,6	100
2	5,61	2202	213	2,5	0,237	20,2	68	12,2	93
3	5,91	2111	215	2,4	0,239	20,2	67	12,1	98
4	6,08	2126	223	2,4	0,248	20,2	67	11,7	100
5	4,80	2441	200	2,7	0,223	20,4	64	12,2	92
6	5,19	1755	157	2,0	0,175	20,1	61	9,0	93
7	4,71	1560	126	1,7	0,140	20,0	57	7,9	89
8	4,24	1603	116	1,8	0,129	20,0	60	8,0	93
9	3,55	1840	112	2,0	0,124	20,1	59	9,9	89
10	3,58	1626	99	1,8	0,111	20,1	59	8,4	95
11	3,43	1667	97	1,9	0,108	20,1	59	8,8	92
12	2,70	2050	95	2,3	0,105	20,2	57	10,8	93
13	1,91	2210	73	2,5	0,081	20,5	59	11,3	93
14	1,97	1910	64	2,1	0,071	20,5	60	9,1	94
15	2,02	1978	68	2,2	0,076	20,5	63	9,0	94
16	1,92	2599	85	2,9	0,095	20,7	66	12,2	96
17	2,45	2077	87	2,3	0,096	20,5	62	10,0	98
18	2,85	1792	86	2,0	0,096	20,3	58	8,4	93
19	2,30	2268	89	2,5	0,099	20,6	61	10,3	94
20	2,08	1970	70	2,2	0,077	20,3	59	8,5	94
21	1,67	3017	86	3,4	0,096	20,7	65	13,6	100
22	1,78	2980	90	3,3	0,100	20,6	66	13,7	99
23	1,90	3184	103	3,5	0,115	20,6	66	14,2	88
24	2,72	2251	104	2,5	0,116	20,6	64	11,4	97
25	3,02	2505	131	2,8	0,146	20,7	62	11,4	98
26	3,00	2013	102	2,2	0,113	20,5	55	9,5	91
27	3,70	1937	119	2,2	0,132	20,5	60	9,1	96
28	2,95	2573	129	2,9	0,144	20,8	66	12,0	100
29	3,21	1914	102	2,1	0,114	20,5	57	9,4	94
30	3,06	2017	103	2,2	0,115	20,5	58	9,6	91
31 okt	3,17	1784	94	2,0	0,105	20,3	56	8,2	90
1 nov	3,15	1607	83	1,8	0,092	20,4	56	7,0	96
2	2,91	1593	75	1,8	0,084	21,0	54	7,0	95
3	2,62	1435	62	1,6	0,069	20,9	52	6,8	90
4	2,70	1346	60	1,5	0,067	20,9	53	6,2	87
5	2,48	1315	53	1,5	0,060	20,9	52	6,1	89
6	2,23	1430	53	1,6	0,059	21,0	53	7,2	93
7	2,11	1465	51	1,6	0,057	20,9	55	7,5	88
8	2,04	1455	49	1,6	0,055	20,9	56	7,5	85
9	1,78	1511	45	1,7	0,050	21,0	53	7,3	79
10	1,77	1383	41	1,5	0,045	20,9	52	6,5	80
11	1,75	1395	41	1,6	0,045	20,9	52	7,4	73
12	1,51	1465	37	1,6	0,041	20,9	53	7,8	77
13	1,52	1424	36	1,6	0,040	20,9	59	7,5	87
14	1,68	1284	36	1,4	0,040	20,9	53	5,5	82
15 nov	1,77	1235	37	1,4	0,041	20,9	52	5,4	83

**Vervolg bijlage 8 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 (%)
16 nov	1,64	1354	37	1,5	0,041	20,9	52	6,1	82
17	1,50	1274	32	1,4	0,036	20,9	51	4,6	80
18	1,57	1271	33	1,4	0,037	20,9	51	5,4	75
19	1,54	1477	38	1,6	0,042	21,0	56	7,8	86
20	1,77	1292	38	1,4	0,042	20,9	54	5,4	79
21	1,93	1183	38	1,3	0,042	20,9	51	4,3	69
22	1,85	1399	43	1,6	0,048	20,9	55	7,0	80
23	1,75	1447	42	1,6	0,047	21,0	54	6,7	85
24	1,54	1401	36	1,6	0,040	20,9	53	6,5	83
25	1,72	1251	36	1,4	0,040	20,9	52	5,4	84
26	1,85	1329	41	1,5	0,046	20,9	53	6,2	83
27	1,95	1245	41	1,4	0,046	20,9	53	5,5	82
28	1,64	1840	51	2,0	0,057	21,3	60	10,2	85
29	1,50	1722	44	1,9	0,049	21,1	58	10,8	82
30 nov	1,47	1667	41	1,9	0,046	21,1	56	9,2	82
1 dec	1,15	1866	36	2,1	0,040	21,3	57	10,8	84
2	1,21	1755	36	2,0	0,040	21,1	59	10,0	88
3	1,46	1482	37	1,7	0,041	20,9	56	7,6	91
4	1,65	1288	36	1,4	0,040	20,9	53	6,1	74
5	1,31	1529	34	1,7	0,038	21,0	54	9,0	80
6	1,02	1721	30	1,9	0,033	21,1	57	9,8	89
7	1,05	1695	30	1,9	0,034	21,3	56	8,9	84
8	0,89	1875	28	2,1	0,031	21,3	55	11,0	84
9	0,85	1613	23	1,8	0,025	21,0	53	9,2	77
10	0,72	1525	18	1,7	0,020	21,0	56	8,3	84
11	0,94	1840	29	2,0	0,032	21,2	57	10,7	78
12	1,08	2165	39	2,4	0,044	21,6	64	12,1	94
13	1,05	1700	29	1,9	0,032	21,1	55	9,7	75
14	1,07	1478	26	1,6	0,029	21,0	51	6,5	83
15	1,32	1298	29	1,4	0,032	20,9	50	4,4	80
16	1,43	1152	28	1,3	0,031	20,9	50	2,8	81
17	1,33	1113	25	1,2	0,028	20,9	49	2,3	78
18	1,30	1109	25	1,2	0,027	20,9	48	2,5	77
19	1,22	984	21	1,1	0,023	20,9	47	0,4	70
20	1,21	938	19	1,0	0,022	20,9	46	0,0	61
21	1,08	928	17	1,0	0,019	20,9	42	-1,1	53
22	0,92	883	14	1,0	0,015	20,9	40	-3,8	64
23	0,94	936	15	1,0	0,017	20,9	41	-2,9	63
24	0,86	1094	16	1,2	0,018	20,9	44	0,0	72
25	0,86	1041	15	1,2	0,017	20,9	42	-1,0	66
26	0,94	977	16	1,1	0,017	20,9	41	-2,6	66
27	0,95	1064	17	1,2	0,019	20,9	43	-1,0	74
28	0,70	1117	13	1,2	0,015	20,9	42	0,0	72
29	0,55	1111	10	1,2	0,012	20,9	42	0,0	72
30	0,58	1148	11	1,3	0,013	20,9	44	0,5	72
31 dec	0,54	1070	10	1,2	0,011	20,9	44	-0,1	80

**Vervolg bijlage 8 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	0,94	2996	47	3,3	0,053	23,2	48	13,9	73
2	1,02	2365	40	2,6	0,045	23,0	50	11,6	81
3	0,77	2274	29	2,5	0,033	22,9	48	10,6	78
4	0,89	1982	30	2,2	0,033	22,9	54	9,1	88
5	1,13	1595	30	1,8	0,034	22,3	49	7,2	84
6	1,37	1653	38	1,8	0,042	22,4	50	10,5	77
7	1,49	2377	59	2,6	0,065	22,7	50	12,4	79
8	1,59	2554	67	2,8	0,075	22,9	54	12,3	83
9	1,29	2212	48	2,5	0,053	22,9	47	12,4	79
10	0,84	2255	32	2,5	0,035	22,9	43	10,4	69
11	0,99	1924	32	2,1	0,036	22,7	43	9,3	70
12	1,08	2105	38	2,3	0,042	22,8	45	10,5	70
13	1,25	2186	45	2,4	0,051	22,8	47	9,9	72
14	1,18	2408	48	2,7	0,053	23,0	48	11,7	79
15	1,23	2498	51	2,8	0,057	23,0	49	12,5	74
16	1,07	2647	47	2,9	0,052	23,0	46	12,9	80
17	0,73	3389	41	3,8	0,046	23,5	50	15,2	79
18	0,89	2937	43	3,3	0,048	23,1	56	13,4	93
19	1,27	2315	48	2,6	0,054	22,8	59	12,4	84
20	1,54	1842	47	2,1	0,052	22,3	56	10,0	81
21	1,65	1959	54	2,2	0,060	22,5	50	12,4	76
22	1,40	3223	76	3,6	0,085	23,3	48	14,5	70
23	1,01	2449	41	2,7	0,046	22,8	49	13,2	72
24	0,86	1749	25	1,9	0,028	22,3	52	11,1	85
25	0,79	2371	31	2,6	0,035	22,6	51	13,1	86
26	0,74	3497	44	3,9	0,049	23,6	51	14,7	80
27	0,73	3499	43	3,9	0,048	23,6	51	14,2	72
28	0,77	3853	51	4,3	0,056	24,3	50	16,4	97
29	0,72	4234	52	4,7	0,058	24,5	57	17,5	92
30 juni	0,61	4266	44	4,7	0,049	24,2	52	16,1	76
1 juli	0,47	4330	31	4,8	0,035	24,3	53	16,6	87
2	0,63	3501	35	3,9	0,039	23,5	62	16,7	95
3	0,97	3264	52	3,6	0,058	23,3	56	14,4	85
4	1,04	3217	61	3,6	0,068	23,2	58	16,8	92
5	1,03	3884	75	4,3	0,083	23,7	59	17,1	88
6	1,02	4372	74	4,9	0,083	24,6	53	16,0	94
7	0,74	4670	62	5,2	0,069	26,1	54	19,9	85
8	0,41	5050	36	5,6	0,040	26,3	56	18,0	87
9	0,45	4964	32	5,5	0,036	25,1	57	18,4	80
10	0,75	3042	37	3,4	0,041	23,1	64	14,1	99
11	0,99	2928	54	3,3	0,060	23,0	62	15,2	88
12	1,17	3466	59	3,9	0,066	23,5	58	14,8	97
13	1,44	2473	56	2,8	0,063	22,8	56	13,6	88
14	1,40	2136	51	2,4	0,057	22,6	56	12,5	88
15	0,89	2181	30	2,4	0,034	22,6	56	12,2	79
16 juli	1,01	1805	30	2,0	0,034	22,3	59	12,3	93



**Vervolg bijlage 8 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 (%)
17 juli	1,12	1692	35	1,9	0,039	22,1	57	13,1	86
18	1,29	2054	49	2,3	0,054	22,5	54	12,2	83
19	1,28	2467	52	2,7	0,058	22,7	55	13,0	81
20	1,33	2274	51	2,5	0,057	22,8	61	13,8	94
21	1,19	2148	43	2,4	0,047	22,6	62	13,2	93
22	0,96	2027	35	2,3	0,039	22,4	61	12,5	89
23	1,09	2200	57	2,4	0,063	22,5	59	12,1	93
24	0,72	4098	46	4,6	0,051	23,9	63	17,4	91
25	1,04	3221	67	3,6	0,075	23,3	66	15,4	86
26	1,29	4203	90	4,7	0,100	24,2	62	18,2	88
27	1,33	3968	88	4,4	0,098	23,9	59	17,1	89
28	1,09	3342	60	3,7	0,066	24,3	58	17,1	76
29 juli	1,11	3223	56	3,6	0,062	23,3	67	18,5	94

**Bijlage 9 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 okt	5,80	3221	319	3,1	0,302	20,8	73	13,6	100
2	6,55	2840	317	2,7	0,301	20,8	67	12,2	93
3	6,88	2719	319	2,6	0,303	20,8	66	12,1	98
4	6,90	2789	328	2,6	0,311	20,9	65	11,7	100
5	5,66	3241	313	3,1	0,297	20,9	63	12,2	92
6	6,47	2398	265	2,3	0,252	20,8	59	9,0	93
7	6,25	2052	219	1,9	0,208	20,5	55	7,9	89
8	5,97	2118	216	2,0	0,205	20,6	58	8,0	93
9	5,16	2422	214	2,3	0,203	20,8	58	9,9	89
10	5,31	2175	197	2,1	0,187	20,9	57	8,4	95
11	5,02	2210	189	2,1	0,180	20,8	57	8,8	92
12	3,87	2731	181	2,6	0,171	20,9	55	10,8	93
13	3,14	2795	150	2,7	0,142	20,9	58	11,3	93
14	3,50	2228	133	2,1	0,126	20,8	59	9,1	94
15	3,60	2309	142	2,2	0,135	20,9	62	9,0	94
16	3,31	3023	171	2,9	0,162	20,8	66	12,2	96
17	4,20	2360	169	2,2	0,161	20,8	61	10,0	98
18	4,69	2075	165	2,0	0,157	20,6	58	8,4	93
19	3,93	2571	172	2,4	0,163	20,8	61	10,3	94
20	3,96	2344	158	2,2	0,150	20,5	58	8,5	94
21	3,11	3490	185	3,3	0,176	20,9	65	13,6	100
22	3,39	3439	199	3,3	0,189	21,0	66	13,7	99
23	3,85	3694	244	3,5	0,231	21,1	65	14,2	88
24	5,22	2550	227	2,4	0,215	20,8	63	11,4	97
25	5,37	2638	241	2,5	0,229	20,8	61	11,4	98
26	5,26	2220	199	2,1	0,189	20,9	55	9,5	91
27	4,39	2270	169	2,2	0,161	20,8	59	9,1	96
28	3,54	2859	173	2,7	0,164	20,9	66	12,0	100
29	3,99	2208	150	2,1	0,143	20,8	57	9,4	94
30	3,97	2276	154	2,2	0,146	20,8	58	9,6	91
31 okt	4,04	2039	141	1,9	0,133	20,6	55	8,2	90
1 nov	3,94	1868	125	1,8	0,119	20,8	56	7,0	96
2	3,82	1815	118	1,7	0,112	21,1	53	7,0	95
3	3,35	1733	99	1,6	0,094	21,0	51	6,8	90
4	3,26	1621	91	1,5	0,086	21,0	53	6,2	87
5	3,06	1583	84	1,5	0,079	21,0	51	6,1	89
6	3,08	1718	90	1,6	0,086	21,1	52	7,2	93
7	3,04	1739	90	1,6	0,086	21,2	55	7,5	88
8	3,08	1753	92	1,7	0,087	21,2	55	7,5	85
9	2,75	1770	83	1,7	0,079	21,3	53	7,3	79
10	2,56	1642	72	1,6	0,068	21,1	52	6,5	80
11	2,43	1636	68	1,6	0,065	21,1	51	7,4	73
12	2,10	1685	61	1,6	0,058	21,2	53	7,8	77
13	2,12	1694	61	1,6	0,058	21,1	55	7,5	87
14	2,31	1463	58	1,4	0,055	21,0	52	5,5	82
15 nov	2,20	1443	55	1,4	0,052	21,0	51	5,4	83

**Vervolg bijlage 9 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 (%)
16 nov	1,91	1568	51	1,5	0,048	21,0	50	6,1	82
17	1,77	1459	44	1,4	0,042	20,9	50	4,6	80
18	1,69	1480	43	1,4	0,041	21,0	50	5,4	75
19	1,58	1700	46	1,6	0,044	21,0	54	7,8	86
20	1,76	1525	46	1,4	0,044	21,0	52	5,4	79
21	2,02	1404	49	1,3	0,047	20,9	50	4,3	69
22	2,03	1626	57	1,5	0,054	21,0	53	7,0	80
23	2,02	1683	59	1,6	0,056	21,3	53	6,7	85
24	2,13	1642	60	1,6	0,057	21,1	53	6,5	83
25	2,45	1463	62	1,4	0,059	20,9	51	5,4	84
26	2,54	1582	70	1,5	0,066	21,0	53	6,2	83
27	2,72	1490	70	1,4	0,066	21,0	52	5,5	82
28	2,35	2056	83	2,0	0,079	21,5	59	10,2	85
29	2,06	2004	70	1,9	0,067	21,5	57	10,8	82
30 nov	2,27	1924	74	1,8	0,071	21,5	55	9,2	82
1 dec	2,11	2103	76	2,0	0,072	21,6	56	10,8	84
2	2,26	1972	76	1,9	0,072	21,6	59	10,0	88
3	2,63	1679	76	1,6	0,072	21,1	56	7,6	91
4	2,91	1516	76	1,4	0,072	21,0	52	6,1	74
5	2,59	1745	78	1,7	0,074	21,3	53	9,0	80
6	2,25	1965	76	1,9	0,072	21,6	56	9,8	89
7	2,00	1912	65	1,8	0,062	21,5	55	8,9	84
8	1,96	2107	72	2,0	0,068	21,6	54	11,0	84
9	1,81	1796	57	1,7	0,054	21,3	53	9,2	77
10	1,38	1760	42	1,7	0,040	21,3	54	8,3	84
11	1,31	2021	46	1,9	0,043	21,5	56	10,7	78
12	1,84	2377	75	2,3	0,071	21,8	63	12,1	94
13	2,36	1885	77	1,8	0,073	21,5	54	9,7	75
14	2,48	1691	74	1,6	0,070	21,1	50	6,5	83
15	2,47	1521	67	1,4	0,064	21,0	50	4,4	80
16	2,55	1373	64	1,3	0,060	20,9	49	2,8	81
17	2,64	1288	61	1,2	0,057	20,9	49	2,3	78
18	2,33	1290	54	1,2	0,051	20,9	48	2,5	77
19	2,26	1163	47	1,1	0,045	20,9	47	0,4	70
20	2,21	1126	45	1,1	0,043	20,9	46	0,0	61
21	2,09	1118	42	1,1	0,040	20,9	40	-1,1	53
22	2,08	988	38	0,9	0,036	20,9	41	-3,8	64
23	2,03	1027	38	1,0	0,036	20,9	42	-2,9	63
24	1,69	1280	39	1,2	0,037	20,9	45	0,0	72
25	1,66	1179	36	1,1	0,034	20,9	43	-1,0	66
26	1,69	1111	34	1,1	0,033	20,9	42	-2,6	66
27	1,66	1200	36	1,1	0,034	20,9	43	-1,0	74
28	1,10	1313	26	1,2	0,025	20,9	42	0,0	72
29	0,91	1268	21	1,2	0,019	20,9	42	0,0	72
30	0,88	1327	21	1,3	0,020	20,9	44	0,5	72
31 dec	0,80	1235	18	1,2	0,017	20,9	44	-0,1	80

**Vervolg bijlage 9 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact)**

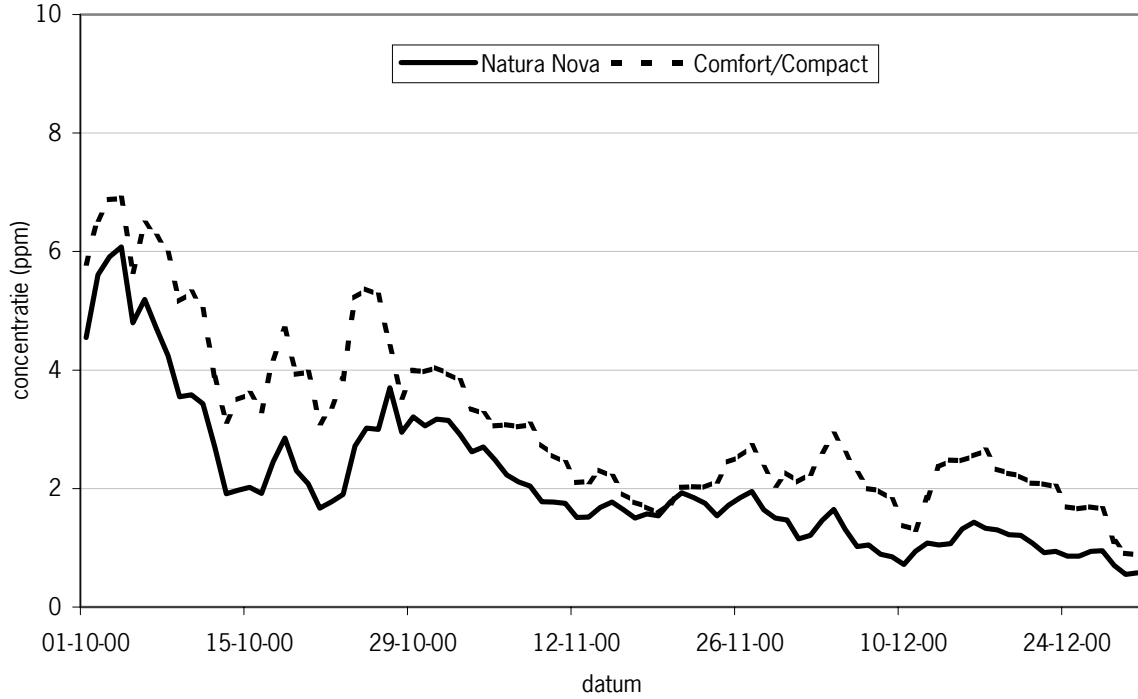
Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
1 juni	1,02	3147	55	3,0	0,052	23,4	49	13,9	73
2	1,07	2492	45	2,4	0,043	23,0	51	11,6	81
3	1,18	2451	50	2,3	0,047	23,0	49	10,6	78
4	1,46	2241	56	2,1	0,053	23,1	55	9,1	88
5	1,59	1840	50	1,7	0,048	22,7	50	7,2	84
6	1,80	1860	57	1,8	0,054	22,6	51	10,5	77
7	1,97	2550	86	2,4	0,081	22,9	52	12,4	79
8	2,20	2727	102	2,6	0,097	23,1	55	12,3	83
9	1,97	2412	81	2,3	0,077	23,0	48	12,4	79
10	1,54	2431	64	2,3	0,060	23,0	44	10,4	69
11	1,64	2132	60	2,0	0,056	22,9	43	9,3	70
12	1,62	2301	64	2,2	0,061	22,9	46	10,5	70
13	1,75	2402	72	2,3	0,068	23,0	48	9,9	72
14	1,76	2607	78	2,5	0,074	23,0	48	11,7	79
15	1,75	2729	82	2,6	0,078	23,1	49	12,5	74
16	1,56	2904	77	2,8	0,073	23,2	47	12,9	80
17	1,34	3474	80	3,3	0,075	23,6	51	15,2	79
18	1,51	3064	79	2,9	0,075	23,3	58	13,4	93
19	1,89	2500	81	2,4	0,077	22,9	62	12,4	84
20	2,23	2006	77	1,9	0,073	22,6	58	10,0	81
21	2,28	2163	84	2,1	0,080	22,5	50	12,4	76
22	1,92	3381	111	3,2	0,105	23,5	48	14,5	70
23	1,67	2694	77	2,6	0,073	23,0	50	13,2	72
24	1,94	1968	66	1,9	0,063	22,6	53	11,1	85
25	1,81	2535	79	2,4	0,074	22,9	53	13,1	86
26	1,62	3569	99	3,4	0,094	23,7	53	14,7	80
27	1,56	3659	98	3,5	0,093	23,7	52	14,2	72
28	1,60	3929	108	3,7	0,102	24,4	51	16,4	97
29	1,47	4328	110	4,1	0,104	24,4	58	17,5	92
30 juni	1,30	4398	98	4,2	0,093	24,3	54	16,1	76
1 juli	1,29	4334	96	4,1	0,091	24,2	55	16,6	87
2	1,56	3789	101	3,6	0,096	23,6	64	16,7	95
3	2,06	3375	118	3,2	0,112	23,5	58	14,4	85
4	2,16	3139	116	3,0	0,110	23,2	61	16,8	92
5	2,06	3606	127	3,4	0,120	23,5	61	17,1	88
6	1,99	4199	143	4,0	0,136	24,3	54	16,0	94
7	1,65	5001	141	4,7	0,133	26,1	56	19,9	85
8	1,19	5267	107	5,0	0,101	26,1	58	18,0	87
9	1,23	4912	103	4,7	0,097	24,9	60	18,4	80
10	1,82	3013	94	2,9	0,089	22,9	67	14,1	99
11	2,24	2904	111	2,8	0,105	23,0	65	15,2	88
12	2,43	3346	138	3,2	0,131	23,4	61	14,8	97
13	2,87	2401	118	2,3	0,112	22,7	59	13,6	88
14	2,91	2149	107	2,0	0,102	22,6	59	12,5	88
15	2,50	2152	92	2,0	0,087	22,6	59	12,2	79
16 juli	2,87	1864	92	1,8	0,087	22,5	63	12,3	93

**Vervolg bijlage 9 Ammoniak- en klimaatgegevens per dag (Comfort/Compact)**

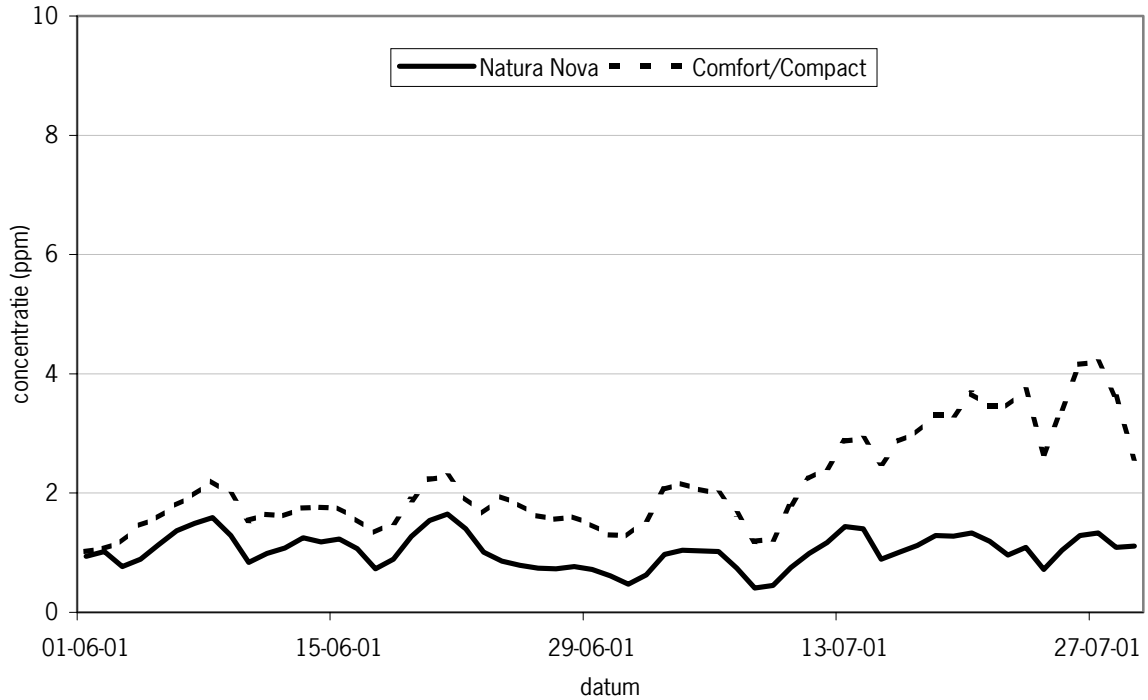
Datum	NH <sub>3</sub> -concentratie (ppm)	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dag)	Debiet (m <sup>3</sup> /dier-plts/uur)	NH <sub>3</sub> -emissie (g/dier-plts/dag)	Stal temp. (°C)	Stal RV (%)	Buiten temp. (°C)	Buiten RV (%)
17 juli	3,01	1694	88	1,6	0,083	22,1	60	13,1	86
18	3,31	2050	116	1,9	0,110	22,4	57	12,2	83
19	3,31	2431	138	2,3	0,131	22,8	57	13,0	81
20	3,67	2285	144	2,2	0,137	22,7	64	13,8	94
21	3,47	2237	133	2,1	0,126	22,6	66	13,2	93
22	3,46	2066	123	2,0	0,116	22,6	64	12,5	89
23	3,73	2219	142	2,1	0,134	22,6	63	12,1	93
24	2,66	4030	182	3,8	0,173	23,8	66	17,4	91
25	3,42	3180	186	3,0	0,176	23,1	71	15,4	86
26	4,16	4174	296	4,0	0,281	24,1	65	18,2	88
27	4,19	3947	282	3,7	0,267	23,9	62	17,1	89
28	3,61	2772	171	2,6	0,162	24,4	61	17,1	76
29 juli	2,58	3321	146	3,2	0,139	23,6	68	18,5	94

## Bijlage 10 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per Groen Labelperiode

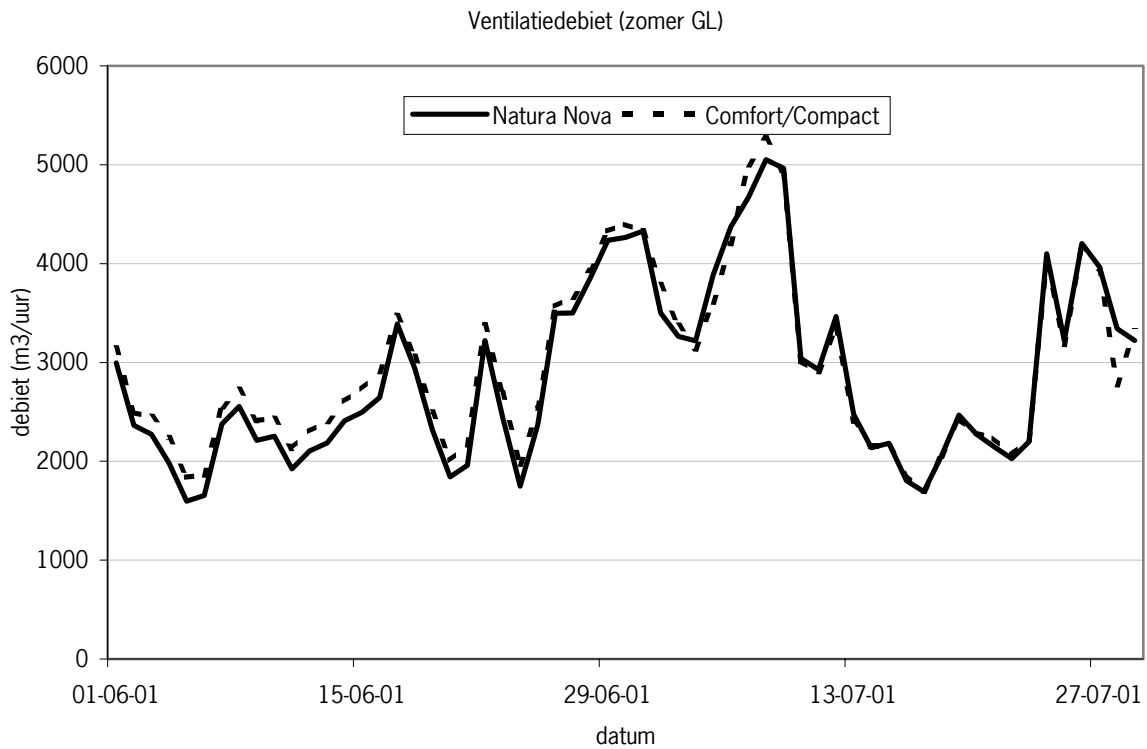
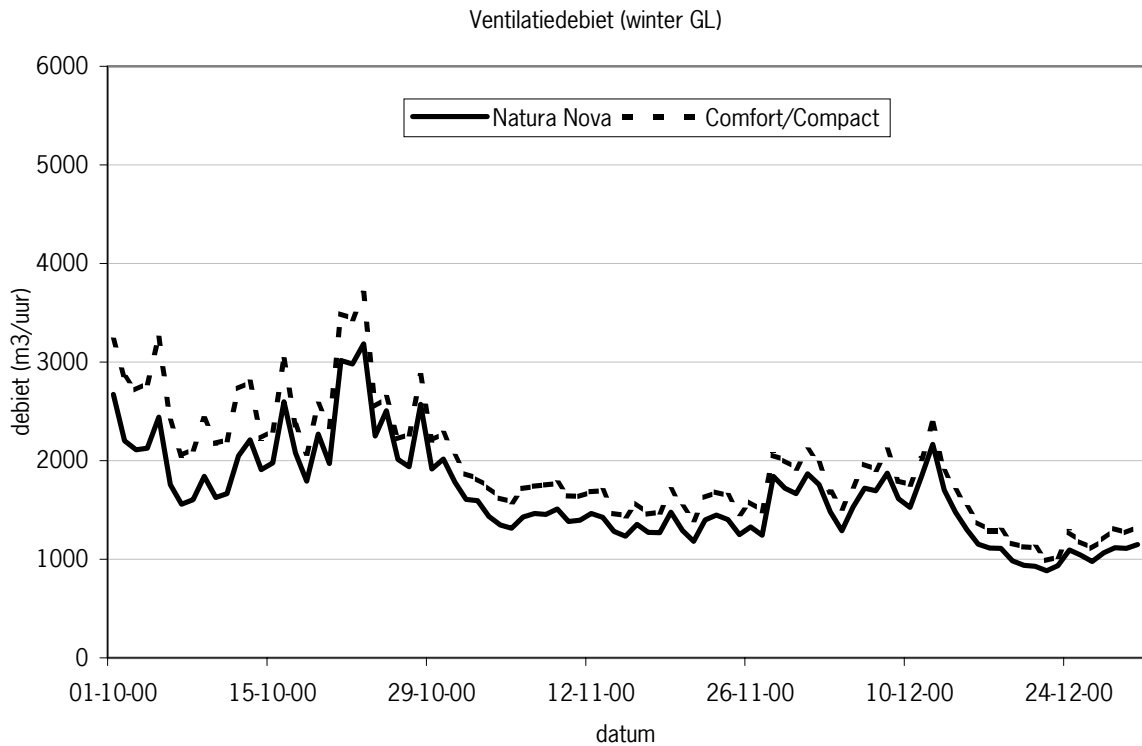
NH<sub>3</sub>-concentratie in de uitgaande lucht (winter GL)



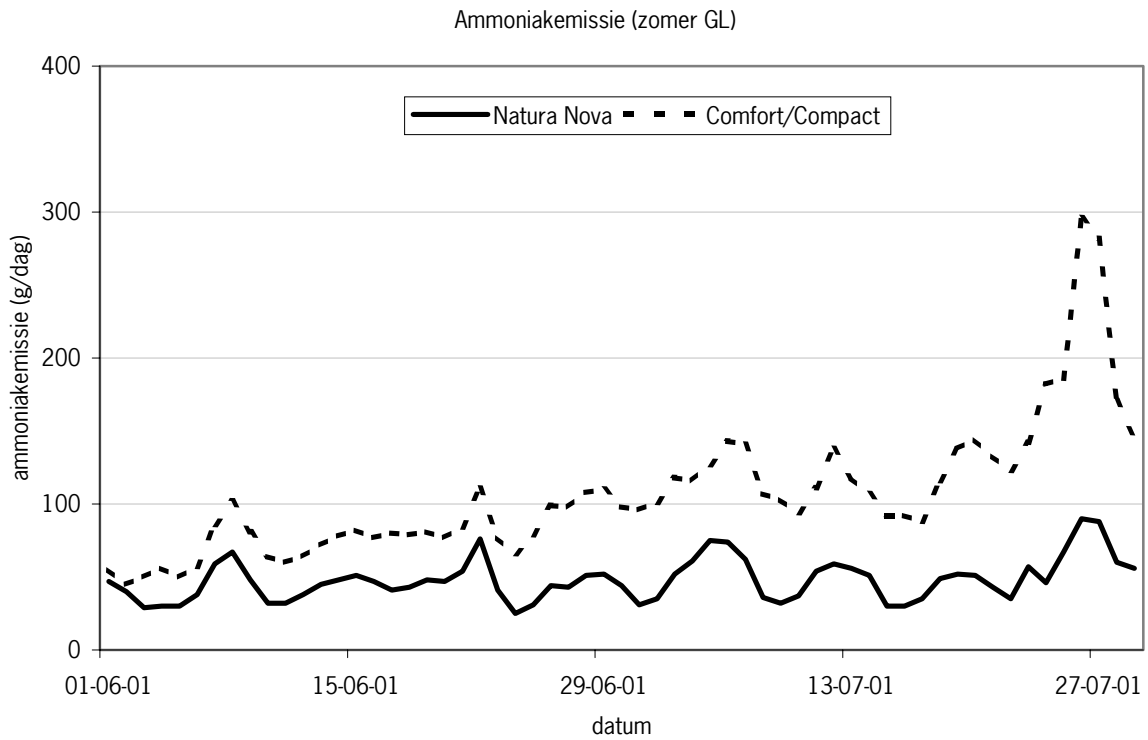
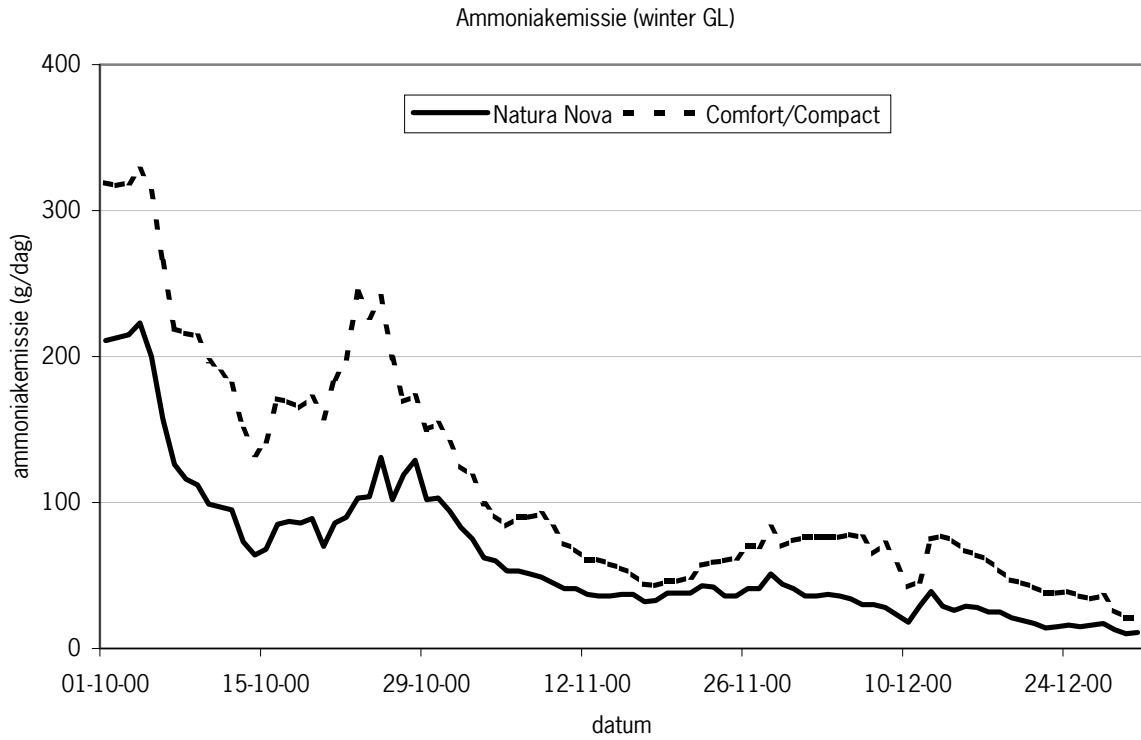
NH<sub>3</sub>-concentratie in de uitgaande lucht (zomer GL)



## Vervolg bijlage 10 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per Groen Labelperiode

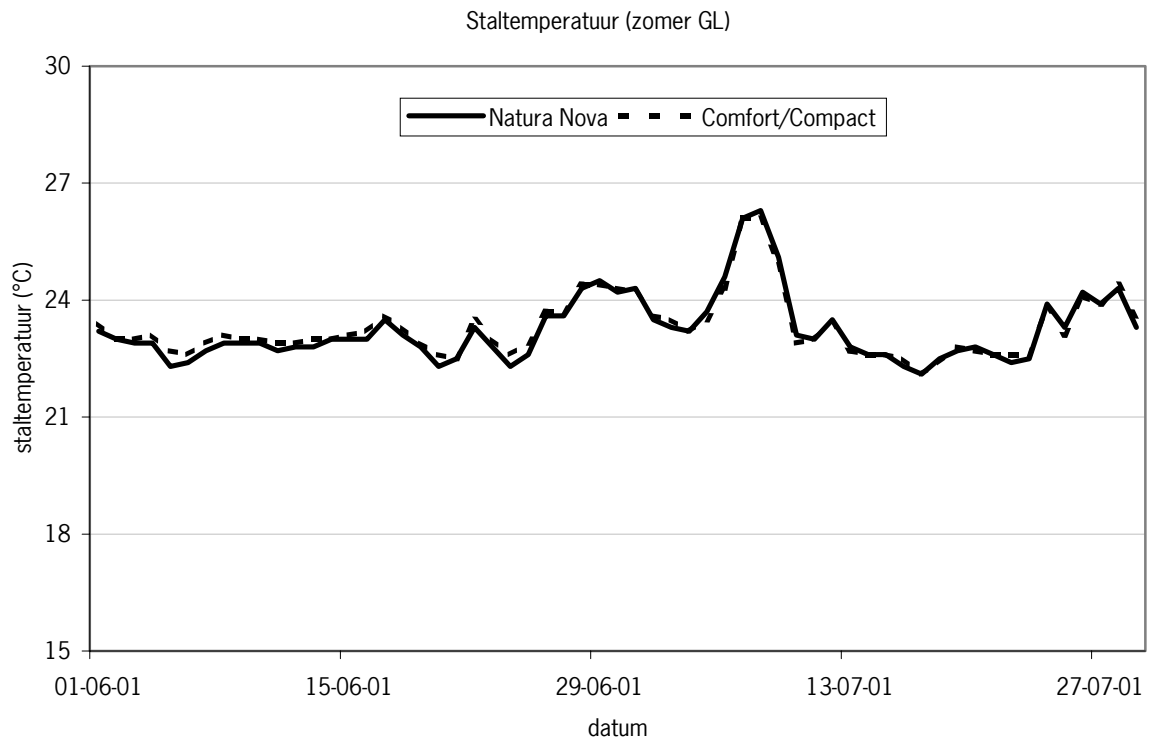
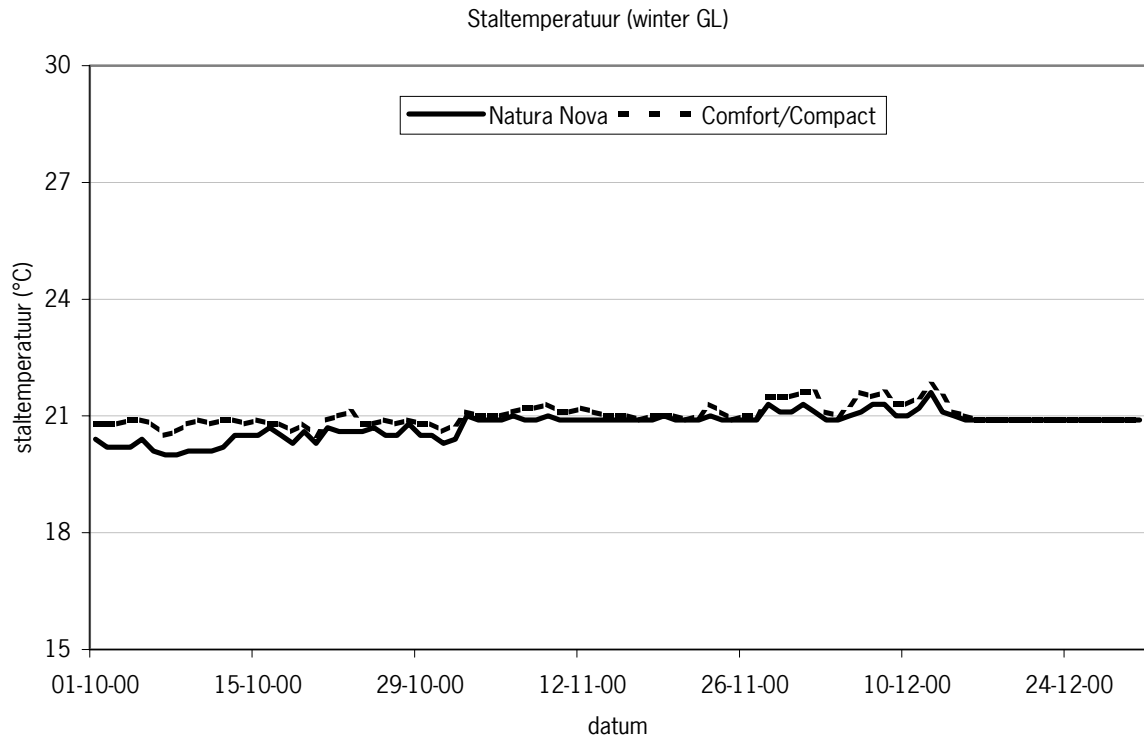


## Vervolg bijlage 10 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per Groen Labelperiode

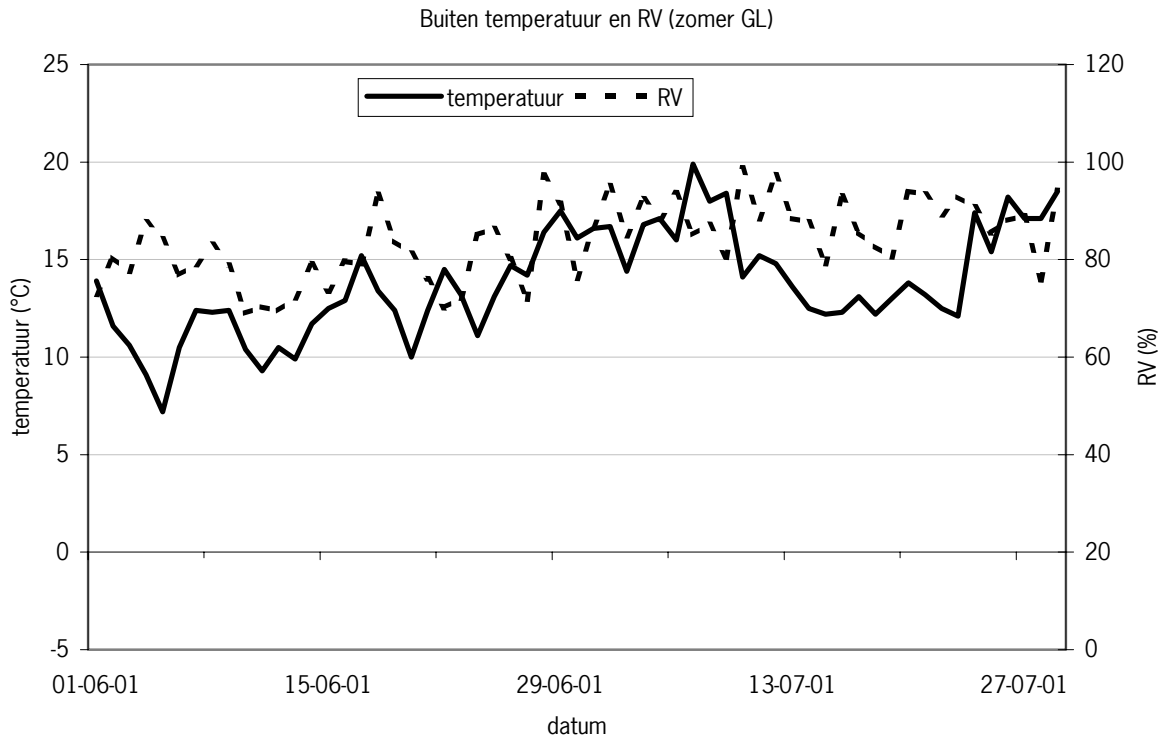
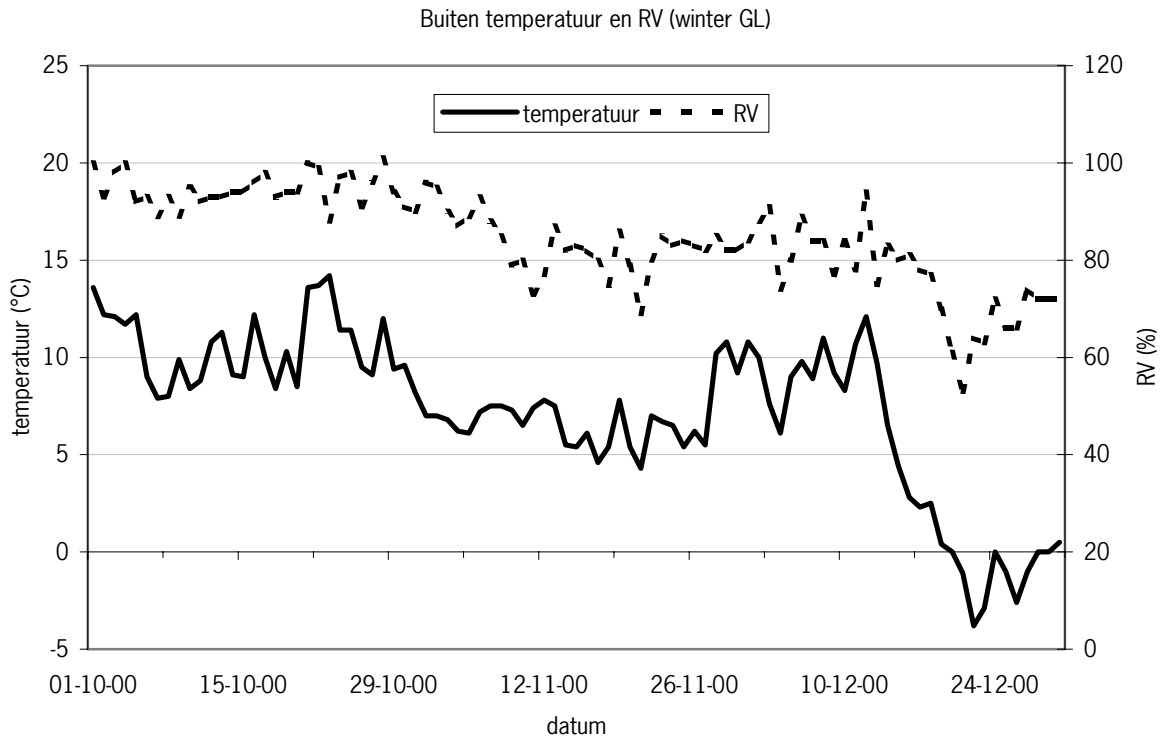




## Vervolg bijlage 10 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per Groen Labelperiode

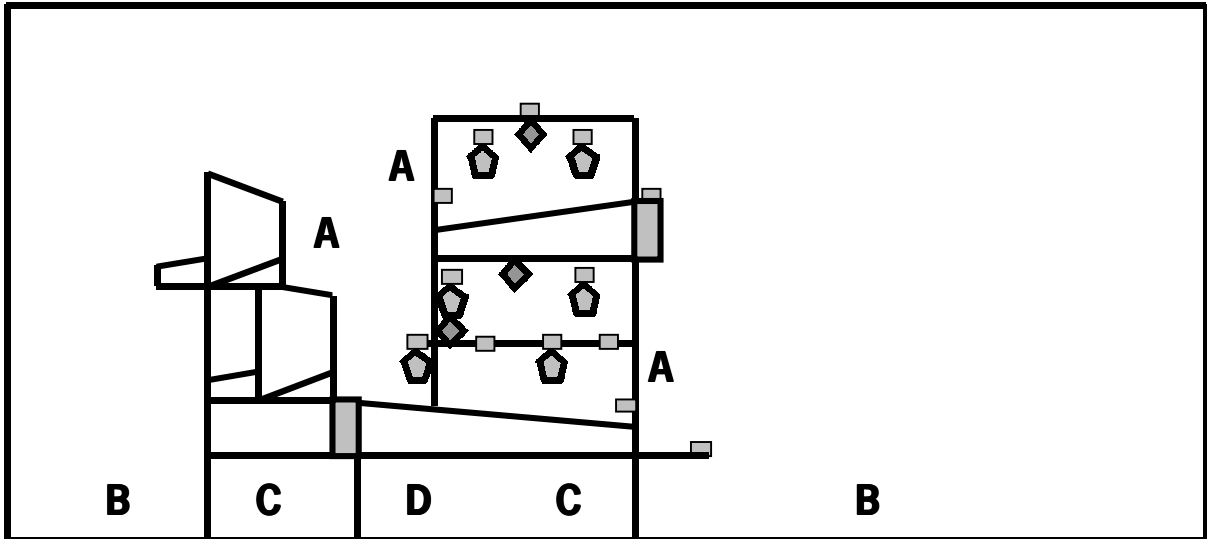


## Vervolg bijlage 10 Concentratie, ventilatiedebiet, ammoniakemissie, stal- en buitentemperatuur en RV per Groen Labelperiode



## Bijlage 11 Vindplaatsen bne's

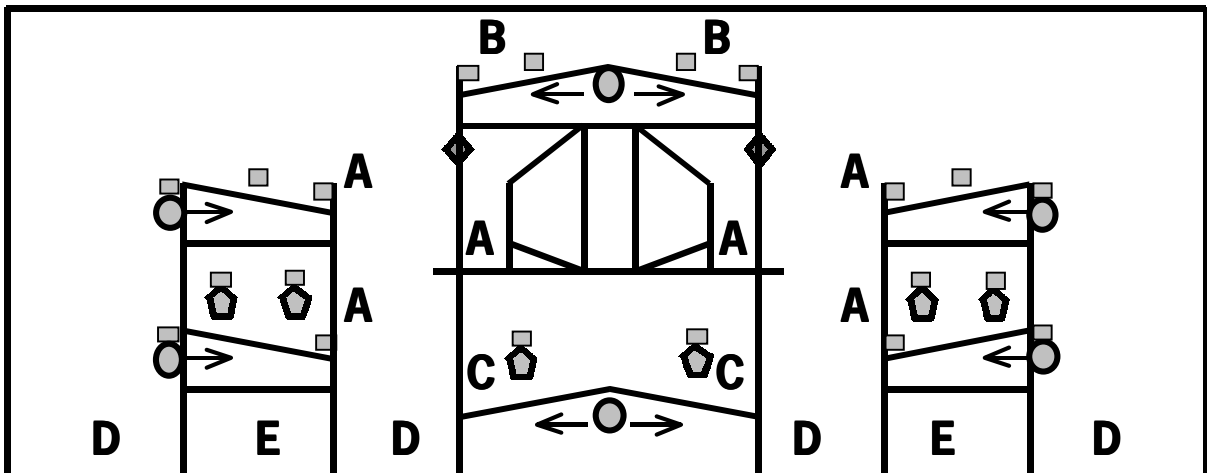
### Natura Nova:



**Code Omschrijving**

- A Rooster
- B Strooisel (gangpaden)
- C Strooisel (onder stelling; < 1m breed)
- D Strooisel (onder stelling; > 1m breed)

### Comfort/Compact:

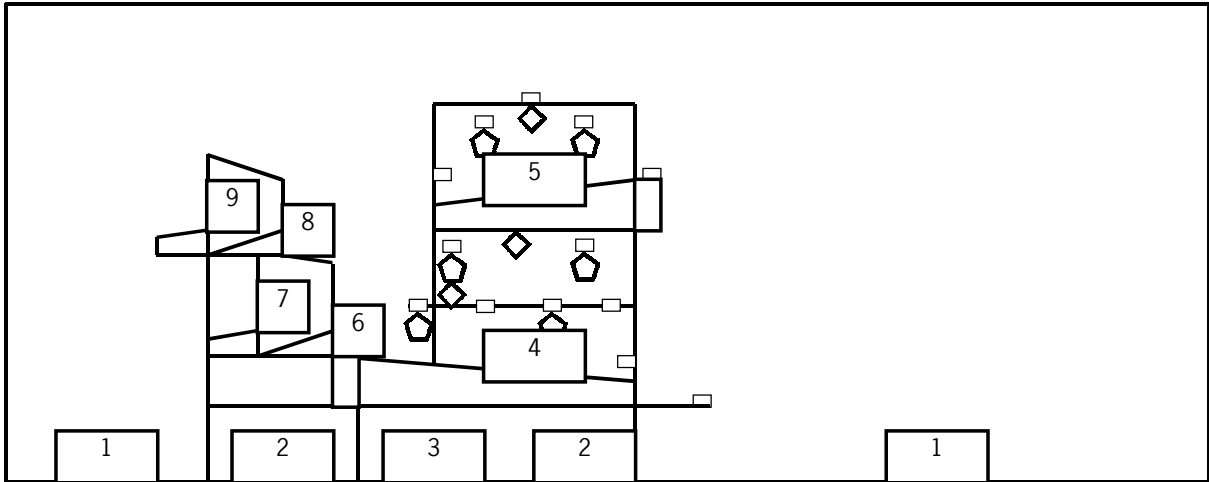


**Code Omschrijving**

- A Rooster (tussen 75 en 175 cm hoogte)
- B Rooster (boven 175 cm)
- C Rooster (onder 75 cm)
- D Strooisel (gangpaden)
- E Strooisel (onder stellingen)

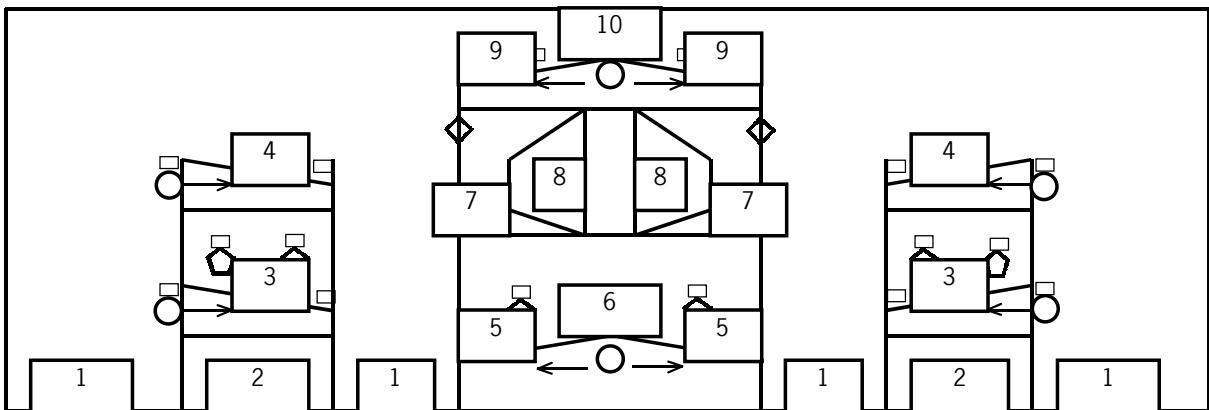
## Bijlage 12 Vindplaatsen dode hennen

### Natura Nova:



- | Nr. | Omschrijving                           |
|-----|--|
| 1   | Strooisel (gangpaden)                  |
| 2   | Strooisel (onder stelling; < 1m breed) |
| 3   | Strooisel (onder stelling; > 1m breed) |
| 4   | Onderste rooster (vanaf strooisel)     |
| 5   | Bovenste rooster (vanaf tussengang)    |
| 6   | Rooster (gangpad)                      |
| 7   | Onderste legnest                       |
| 8   | Rooster voor legnest                   |
| 9   | Bovenste legnest                       |

### Comfort/Compact:



- | Nr. | Omschrijving                              |
|-----|---|
| 1   | Strooisel (gangpaden)                     |
| 2   | Strooisel (onder stellingen)              |
| 3   | Onderste rooster buitenste stelling       |
| 4   | Bovenste rooster buitenste stelling       |
| 5   | Onderste rooster midden stelling (<75 cm) |
| 6   | Onderste rooster midden stelling (>75 cm) |
| 7   | Rooster voor legnest                      |
| 8   | Legnest                                   |
| 9   | Bovenste rooster midden stelling (<75 cm) |
| 10  | Bovenste rooster midden stelling (>75 cm) |

## **Bijlage 13 List of English headings of tables and figures**

- Table 1** Lighting schedule laying period
- Table 2** Schedule of measuring periods
- Table 3** Technical results per lighting and aviary system
- Table 4** Percentage mortality per cause per lighting and aviary system
- Table 5** Technical results per aviary system
- Table 6** The average dry mature content of the manure and litter and the thickness of the litter per Green Label period per aviary system
- Table 7** Ammonia emission and climate data of the Natura Nova aviary system with forced air drying of the manure with 0.7 m<sup>3</sup> air/hen/hour and removing the manure once a week
- Table 8** Ammonia emission and climate data of the Comfort/Compact aviary system with forced air drying of the manure with 0.7 m<sup>3</sup> air/hen/hour and removing the manure once a week
- Table 9** Ammonia emission of the Natura Nova and Comfort/Compact aviary system calculated per hen housed and per present hen
- Table 10** Concentration of inhalable and respirable dust (mg/m<sup>3</sup>) in different periods per aviary system
- Table 11** Labour measurements (minutes/handling) of routine activities per aviary system
- Table 12** Percentage floor and system eggs per finding place per aviary system
- Figure 1** Groundplan of the experimental house
- Figure 2** Progress of percentage floor and system eggs
- Figure 3** Dry mature content of the manure per Green Label period per aviary system
- Figure 4** Dry mature content of the litter per Green Label period per aviary system
- Figure 5** Progress of the thickness of the litter per Green Label period per aviary system
- Figure 6** Progress of the percentage eggs on the system per aviary system