

# **Ammoniakemissie en mineralen- belasting op de uitloop van leghennen**

A.J.A. Aarnink  
J.M.G. Hol  
A.G.C. Beurskens  
M.J.M. Wagemans

Rapport 337

## Colofon

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door financiering vanuit programma PO-34 'Biologische Veehouderij' van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Titel	Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen
Auteur(s)	A.J.A. Aarnink, J.M.G. Hol, A.G.C. Beurskens, M.J.M. Wagemans
A&F nummer	Rapport 337
ISBN-nummer	90-6754-887-1
Publicatiedatum	Maart 2005
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	630.53003.02
Goedgekeurd door	N.W.M. Ogink

Agrotechnology & Food Innovations B.V.  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 475 024  
E-mail: [info.agrotechnologyandfood@wur.nl](mailto:info.agrotechnologyandfood@wur.nl)  
Internet: [www.agrotechnologyandfood.wur.nl](http://www.agrotechnologyandfood.wur.nl)

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.*



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

## Abstract

Bescherming van het milieu is een belangrijke reden voor de overheid om biologische landbouw te promoten. Uitlopen van leghennen zouden echter een bron van ongewenste emissies kunnen zijn. De doelstelling van dit project was om de ammoniakemissie en de mineralenbelasting van de uitloop van leghennen in kaart te brengen. De metingen zijn gedaan bij een praktijkbedrijf met biologisch pluimvee op een uitloop van een stal met 3000 leghennen en op Praktijkcentrum Het Spelderholt in Lelystad op de uitlopen van 2 afdelingen (één met strooiselscharrelstelsel en één met bio-volièrestelsel) met ieder ca. 250 dieren. Op beide locaties werd een aantal keren, verspreid over een aantal maanden, metingen aan de uitloop uitgevoerd. De ammoniakemissie is op verschillende plekken van de uitloop gemeten met een geventileerde doos. De mineralenbelasting is bepaald via het tellen, wegen en analyseren van keutels. Uit de resultaten blijkt dat de ammoniakemissie afnam met de afstand tot de stal. De totale ammoniakemissie vanaf de uitloop was 2,0 mg/uur per kip voor de praktijklocatie en 0,95 en 0,86 mg/uur per kip voor het strooiselscharrel en het bio-volièrestelsel op de proeflocaties. Omrekening naar jaaremmissies laten zien dat deze emissies variëren van 2,6% tot 8,4% van de emissiefactoren van de bijbehorende stallen. De mineralenbelasting van de eerste 20 m van de verschillende uitlopen zijn vergelijkbaar, en liggen ver boven de maximale bemestingsnorm. Uit dit onderzoek bij biologische leghennen kan geconcludeerd worden dat de ammoniakemissie vanaf de uitloop relatief gering is ten opzichte van de emissie uit de stal. De mineralenbelasting ligt echter ver boven de norm. Ingrijpende maatregelen zijn nodig om dit probleem op te lossen.



# Inhoudsopgave

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>9</b>
2.1 Meetlocaties	9
2.2 Metingen	10
2.2.1 Keutels	10
2.2.2 NH <sub>3</sub> emissie	11
2.3 Analyse meetresultaten	13
2.3.1 Ammoniakemissie	13
2.3.2 Mineralenbelasting	13
<b>3 Resultaten</b>	<b>15</b>
3.1 Ammoniakemissie	15
3.2 Mineralenbelasting	17
<b>4 Discussie</b>	<b>19</b>
4.1 Ammoniakemissie	19
4.2 Mineralenbelasting	20
<b>5 Conclusies</b>	<b>23</b>
<b>Literatuur</b>	<b>24</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>25</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>27</b>



# 1 Inleiding

Bescherming van het milieu is een belangrijke reden voor de overheid om biologische landbouw te promoten. Eén van de belangrijke doelstellingen van de biologische landbouw is het zoveel mogelijk sluiten van mineralenkringlopen. Echter, in deze kringloop treden ook verliezen op. In de biologische leghennenhouderij treden verliezen op als gevolg van emissies van ammoniak uit de stal en vanaf de uitloop en als gevolg van uit- en afspoeling van mineralen van de onverharde uitloop.

Volgens SKAL-normen (Stichting SKAL, 2004), die een aanvulling zijn op de EU-verordening Biologische Productie (1991) moeten biologisch gehouden leghennen vanaf de achtste levensweek naar buiten kunnen; in de winter is dit vanaf week 14. Dagelijks moet een minimale uitloop aanwezig zijn van 2,5 m<sup>2</sup> per leggen. In totaal moet dit vanaf 18 weken 5 m<sup>2</sup> zijn, zodat er ruimte is voor omweiden. Tenminste 50% van de uitloop dient begroeid te zijn met gras en/of struiken en bomen. Uit hiervoor genoemde normen valt te berekenen dat per hectare uitloop maximaal 2000 legkippen gehouden mogen worden. De hiervoor genoemde EU-verordening vermeldt tevens dat de bemestingsnorm van 170 kg N/ha per jaar bereikt wordt door de jaarlijkse mestproductie van 230 leghennen. Voor een stal met uitloop betekent dit dat bij een aantal van 2000 hennen/ha slechts 11,5% van de mest die geproduceerd wordt, in de uitloop terecht mag komen, om overbemesting te voorkomen. Daarbij moet dan tevens worden verondersteld dat de mest uniform verdeeld over het oppervlak wordt verspreid en dat er begroeiing aanwezig is om de meststoffen op te nemen. Overbemesting veroorzaakt uitspoeling, afspoeling en ophoping van mineralen. EU en Nederlands beleid is er op gericht om het nitraatgehalte in grondwater onder de 50 mg/L te houden.

Nog weinig is bekend over de ammoniakemissie vanaf een onverharde uitloop. Bussink (1994) vond ammoniakemissies vanaf grasland variërend van 3,3 tot 14,4% van de hoeveelheid stikstof die door grazende koeien via urine en feces werd uitgescheiden. Daarbij werd geconcludeerd dat de emissie vooral afhankelijk was van regenval en van de graslandbemesting. Voor leghennen zijn geen gegevens bekend van de ammoniakemissie vanaf de uitloop.

De doelstelling van dit project was om de ammoniakemissie en de mineralenbelasting van de uitloop in kaart te brengen. De metingen zijn gedaan bij een praktijkbedrijf met biologisch pluimvee op een uitloop van een stal met 3000 leghennen en op Praktijkcentrum Het Spelderholt in Lelystad op de uitlopen van 2 afdelingen met ieder ca. 250 dieren. De ammoniakemissie uit de praktijkstal is in een ander rapport beschreven (Hol *et al.*, 2005).





## 2 Materiaal en methode

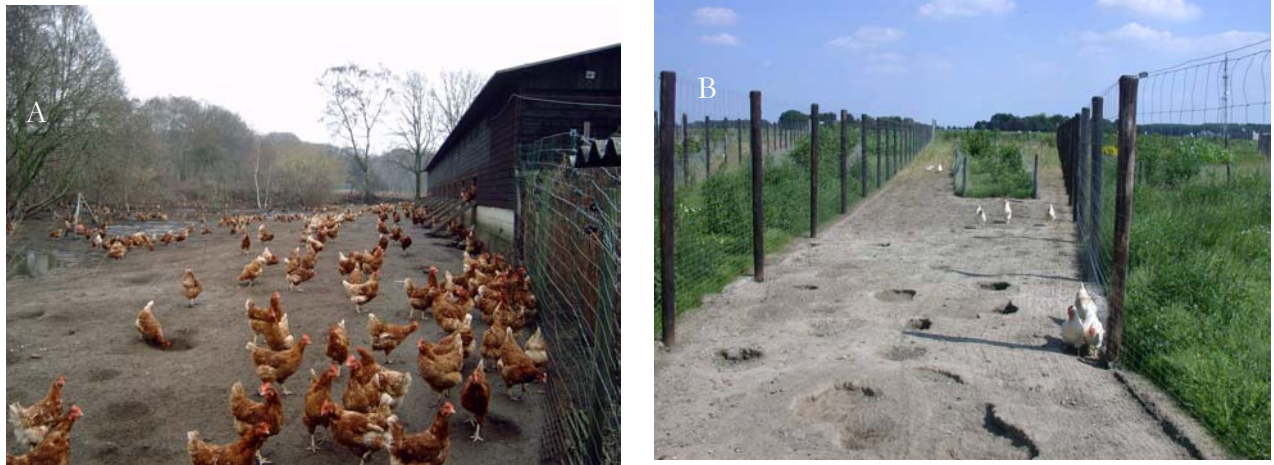
Het onderzoek werd uitgevoerd op 2 meetlocaties: een praktijkbedrijf met leghennen en het proefbedrijf voor leghennen van het praktijkonderzoek. Op beide locaties werd een aantal keren, verspreid over een aantal maanden, metingen aan de uitloop uitgevoerd.

### 2.1 Meetlocaties

In tabel 1 staan de belangrijkste algemene kenmerken van de 2 meetlocaties. Op het proefbedrijf voor leghennen werden metingen uitgevoerd bij uitlopen behorende bij 2 verschillende stalsystemen. Hiermee komt het aantal bemeten uitlopen op 3. In de bijlagen A en B worden de uitlopen schematische weergegeven. Figuur 1 geeft een overzicht van beide uitlopen. Uit de figuur blijkt het verschil in inrichting maar ook het verschil in omvang van beide uitlopen.

Tabel 1 Algemene kenmerken van het praktijkbedrijf en het proefbedrijf en een omschrijving van de uitlopen.

	Praktijkbedrijf	Proefbedrijf	Proefbedrijf
Stalsysteem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grondhuisvesting</li> <li>• scharrel</li> <li>• traditioneel ingericht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grondhuisvesting</li> <li>• strooiselscharrel</li> <li>• gescheiden functiegebieden</li> <li>• Wintergarten aanwezig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volière huisvesting</li> <li>• bio- volière</li> <li>• gescheiden functiegebieden</li> <li>• Wintergarten aanwezig</li> </ul>
Aantal dieren en (ras)	3.000 (Lohman Brown)	212 (Lohman Silver)	265 (Lohman Silver)
Totaal opp. uitloop	Ca. 1 ha	1.100 m <sup>2</sup>	1.500 m <sup>2</sup>
Uitloop in gebruik sinds	2002	februari 2004	februari 2004
Gebruik uitloop	Vanaf ca 11:00 tot schemer	Vanaf ca. 10:30 tot schemer	Vanaf ca. 10:30 tot schemer
Omschrijving uitloop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vormgeving door beschikbaar oppervlak</li> <li>• Bosrand aanwezig ca. 3.500 m<sup>2</sup></li> <li>• Wijngaard aanwezig ca. 3000 m<sup>2</sup></li> <li>• Waterplas en drinkwater buiten stal, eten en drinken in de stal</li> <li>• Uitloop rondom stal afgegraven</li> <li>• Zandgrond</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smalle diepe uitloop (waaivorm)</li> <li>• Wisseluitloop: 2 maal 550 m<sup>2</sup></li> <li>• struiken ca. 1,5 m hoogte</li> <li>• mais tot 2,5 m hoogte</li> <li>• Overdekte verharde uitloop aanwezig</li> <li>• Water en eten in de stal</li> <li>• Kleine gaten dichtbij stal</li> <li>• Venige klei gemengd met zand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smalle diepe uitloop (waaivorm)</li> <li>• Wisseluitloop: 2 maal 750 m<sup>2</sup></li> <li>• struiken ca. 1,5 m hoogte</li> <li>• mais tot 2,5 m hoogte</li> <li>• Overdekte verharde uitloop aanwezig</li> <li>• Water en eten in de stal</li> <li>• Kleine gaten dichtbij stal</li> <li>• Venige klei gemengd met zand</li> </ul>



Figuur 1 Uitloop van de praktijklocatie (A) en de proeflocatie (B).

## 2.2 Metingen

Voorafgaande aan de metingen werd over iedere uitloop een meetraster gelegd. In de praktijk kwam dit neer op het systematisch plaatsen van kleine buisjes in de grond waarmee een mogelijke meetplek werd gemarkeerd. Het doel van het meetraster was om de meetlocaties willekeurig te kunnen kiezen door ze te benoemen. In bijlage A en B worden per locatie het meetraster weergegeven. Bij de praktijklocatie werd een raster gemarkeerd van 50 plekken. De plekken werden op 5, 10, 15, 20 en 30 m afstand van de uitloopopeningen van de stal gemarkeerd. Per afstand werden 10 plekken gemarkeerd. Bij de proeflocatie werd per uitloop (strooiselscharrel en bio-volière) een raster gemarkeerd van 8 plekken. De plekken werden op 5, 10, 15 en 20 m afstand vanaf het beton gemarkeerd.

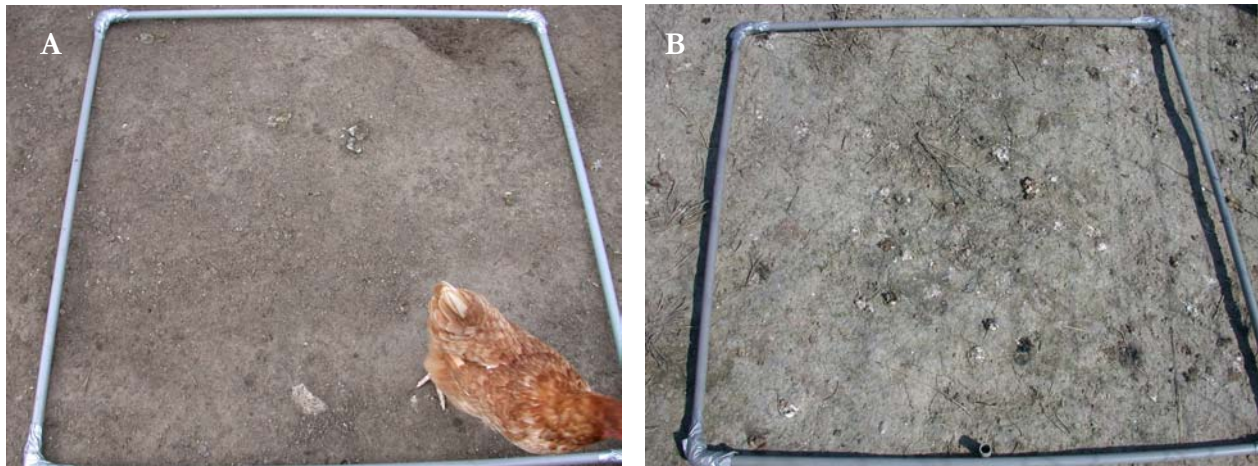
Per uitloop werden de volgende metingen uitgevoerd:

- Aantal, chemische samenstelling en gewicht keutels
- Ammoniakemissie uitloop.

Voor beide metingen werd, per vooraf (willekeurig) bepaalde meetplek, 1 m<sup>2</sup> gemarkeerd met een frame (figuur 2). De emissiemetingen werden uitgevoerd met een meetdoos waarvan het meetoppervlak 0,4 m<sup>2</sup> bedroeg (figuur 3).

### 2.2.1 Keutels

Het aantal, de spreiding en de samenstelling van keutels per oppervlakte-eenheid vormt een maat voor de lokale bemestingsdruk. Hiervoor werden vooraf de meetpunten in het meetraster bepaald. De tellingen en het verzamelen van keutels voor analyse werden op de praktijklocatie 6 maal en op de proeflocatie 4 maal uitgevoerd (tabel 2). Op beide stallocaties werd geteld en bemonsterd aan meetpunten waar oude en verse mest lag. Op de praktijklocatie was het mogelijk om op 1 afstand meerdere meetpunten te tellen en te bemonsteren. Op de extra meetpunten werden uitsluitend de verse keutels geteld. Hiervoor werden per afstand van de stal 3 meetpunten schoon gemaakt, dat wil zeggen alle zichtbare mest werd verwijderd. De bemestingsduur voor de verse keutels was vanaf het moment dat de dieren naar buiten konden om ca. 11:00 tot ca. 13:30. Per meetpunt werden hele en kapotte keutels over een oppervlak van 1 m<sup>2</sup> geteld, de hele keutels werden verzameld in een mestpot. De verzamelde keutels werden geanalyseerd op N, P, K, NH<sub>4</sub>-N en droge stof. Daarnaast werd het gemiddelde gewicht per hele keutel bepaald door weging. In Figuur 2 is een meetplek zichtbaar.



Figuur 2 Frame van 1 m<sup>2</sup> waarbinnen de keutels werden geteld en de hele keutels werden verzameld. Foto A= praktijklocatie; foto B= proeflocatie

Tabel 2 Meetdata en aantal metingen voor het tellen en verzamelen van keutels per uitloop.

Praktijklocatie			Proeflocatie			
datum	aantal metingen		Datum	strooiselscharrel aantal metingen	datum	bio-volière aantal metingen
	verse keutels	verse+oude keutels				
25 mar '04	50	0	27 mei '04	4	27 mei '04	4
23 apr '04	15	10	28 jul '04	4	28 jul '04	4
6 mei '04	15	10	3 sep '04	4	3 sep '04	4
13 mei '04	15	10	3 dec '04	4	3 dec '04	4
9 jun '04	15	10				
14 jul '04	14	8				
2 aug '04	15	10				
3 aug '04	15	10				
24 aug '04	6					

### 2.2.2 NH<sub>3</sub> emissie

De emissiemetingen werden uitgevoerd met behulp van een meetdoos. Deze is ontwikkeld om de relatieve emissie van ammoniak van verschillende bronnen onder standaard omstandigheden te meten (Aarnink et al., 2002). De meetdoos werd over het vooraf geselecteerde oppervlak geplaatst. Door middel van een aan- en afvoerventilator werd een luchtstroom (98 m<sup>3</sup>/uur) met een lage snelheid over het te meten oppervlak gestuurd (0,22 m/s). Er werd een aan- en afvoerventilator gebruikt om een gelijkdruk te creëren in de meetdoos om op die manier leklucht zoveel mogelijk te voorkomen. Na een korte periode (2 min) waarin het evenwicht boven het te meten oppervlak werd ingesteld werden de metingen gestart. De ingaande en uitgaande lucht van de meetdoos werd bemonsterd voor NH<sub>3</sub>. Dit werd gerealiseerd door een vaste luchtstroom (1 l/min) gedurende een vaste korte periode (15 min) door een kleine denuder te leiden. De denuder is een glazen buis van ca. 10 cm lengte en 0,5 cm doorsnede die gecoat werd met oxaalzuur (2,5 g in 100 ml alcohol). NH<sub>3</sub> dat door deze denuders werd geleid blijft achter in de coating. Het principe van een denuder staat beschreven in Mosquera *et al.* (2002). Bij analyse in het milieulaboratorium van A&F (geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie te Utrecht onder nr. L313) werd de hoeveelheid NH<sub>3</sub> in de coating bepaald. Omdat lage NH<sub>3</sub>-concentraties

werden verwacht werden de concentraties per meetpunt in triplo gemeten (in- en uitgaande lucht). In figuur 3 staat de meetdoos tijdens een meting aan de uitloop van de proeflocatie weergegeven. Ook is een detail van de denudermethode weergegeven. In tabel 3 staan de meetdagen en het aantal metingen per uitloop weergegeven.



Figuur 3 De meetdoos en een detail van de denudermethode (pijl is gericht op een dunuder)

Tabel 3 Meetdagen en aantal NH<sub>3</sub>-emissiemetingen per uitloop.

Praktijklocatie		Proeflocatie			
Datum	aantal per afstand <sup>1)</sup>	strooiselscharrel	datum	bio-volière	aantal per afstand <sup>1)</sup>
25 april 2004	0 <sup>2)</sup>	27 mei 2004	1	27 mei 2004	1
13 mei 2004	2	28 juli 2004	1	28 juli 2004	1
3 augustus 2004	2	3 september 2004	1	3 september 2004	1
24 augustus 2004	1,5 <sup>3)</sup>	3 december 2004	1	3 december 2004	1

1) Gemeten op 5,10, 15 en 20 m van de stal.

2) Op deze meetdag werden ammoniakdetectiebuisjes gebruikt (Kitagawa, Japan). De concentratie lag echter beneden de detectiegrens van deze buisjes, daarom is overgeschakeld op metingen met denuders.

3) Op 5 en 20 m één maal en op 10 en 15 m tweemaal.

## 2.3 Analyse meetresultaten

### 2.3.1 Ammoniakemissie

Het effect van afstand tot de stal op de ammoniakemissie werd bepaald met een simpele ‘One Way’ regressie-analyse. Het effect van stal (stal praktijklocatie, grondhuisvesting proeflocatie, volière proeflocatie) werd bepaald met behulp van ANOVA, waarbij de afstand tot de stal, temperatuur en RV als co-variabelen werden meegenomen. Effecten van temperatuur en luchtvochtigheid op de ammoniakemissie werden bepaald met multiple regressie analyse. Alle analyses zijn uitgevoerd met het Genstat-programma (Genstat Committee, 2003).

### 2.3.2 Mineralenbelasting

De mineralenbelasting van de uitloop is bepaald door voor de verschillende afstanden tot de stal de dagelijkse productie van keutels te vermenigvuldigen met N, P en K gehalten van de keutels. De dagelijkse productie van keutels werd bepaald door de productie gedurende de 2,5 uur meetperiode lineair te extrapoleren naar een dagproductie. De kippen konden om ca. 11:00 naar buiten en waren tegen zonsondergang met z'n allen weer binnen. Bij de berekeningen werd verondersteld dat de mestproductie per uur gedurende de periode na 13:30 gelijk is aan de mestproductie van 11:00 tot 13:30. De formule voor de berekening was als volgt:

$$MB_{i,j} = C_i * A * M * UD / UM \quad (\text{g}/(\text{dag.m}^2))$$

Waarin:

- $MB_{i,j}$  = de belasting van mineraal  $i$  op afstand  $j$  van de stal ( $i = \text{N, P of K}$  in  $\text{g}/(\text{dag.m}^2)$ ;  $j = 5, 10, 15, 20, 30 \text{ m}$ );
- $C_i$  = de concentratie van mineraal  $i$  in de verse keutels ( $i = \text{N, P of K}$  in  $\text{g}/\text{kg}$ );
- $A$  = het totaal aantal getelde keutels per oppervlakte (hele en kapot getrapte keutels; in  $\text{m}^2$ );
- $M$  = de massa per keutel (bepaald door het gewicht van hele keutels te delen door het aantal hele keutels; in  $\text{kg}$ );
- $UD$  = het aantal uren dat de kippen in de uitloop zijn per dag (van 11:00 tot zonsondergang; in uren/dag);
- $UM$  = het aantal uren dat de verse keutels zijn verzameld (2,5 uur; in uren).

De productie van de verse keutels is alleen bepaald voor de praktijklocatie. Bij de proeflocatie is het totaal aantal keutels geteld. Het is niet precies bekend over welk tijdstraject deze keutels zijn geproduceerd. Om ook voor de proeflocatie een inschatting te kunnen maken van de mineralenbelasting is met behulp van de data van de praktijklocatie een omrekeningsfactor gemaakt van totaal aantal getelde keutels naar het aantal verse keutels. De berekende omrekeningsfactor was 0,81.



### 3 Resultaten

#### 3.1 Ammoniakemissie

In figuur 4 wordt de relatie weergegeven tussen de afstand tot de stal en de ammoniakemissie in mg per uur per m<sup>2</sup> voor respectievelijk de praktijklocatie, de proeflocatie met strooiselscharrel en de proeflocatie met bio-volière in Lelystad. In de grafieken is te zien dat de variatie tussen de verschillende metingen groot is. In sommige gevallen werd zelfs een negatieve emissie gemeten. Aangezien deze waarden in de range liggen van de gevonden variatie, zijn deze getallen meegenomen in de analyse. Bij alle stallen werd een negatieve relatie gevonden tussen de afstand tot de stal en de ammoniakemissie. Alle regressiecoëfficiënten waren significant of bijna significant verschillend van 0 (p=0,081 voor praktijklocatie; p=0,011 voor proeflocatie met strooiselscharrel; p=0,061 voor proeflocatie met bio-volière).

Uit de multiple regressieanalyse blijkt dat temperatuur (p=0,015) en relatieve luchtvochtigheid (p=0,027) een significant effect hadden op de ammoniakemissie. De volgende multiple regressielijn werd berekend:

$$Y = -3,86 (4,8) - 0,36 (0,09) A + 0,27 (0,11) T + 0,10 (0,04) RV \quad (R^2 = 0,28)$$

Waarbij: Y = Ammoniakemissie (mg/(uur.m<sup>2</sup>));

A = afstand tot stal (m);

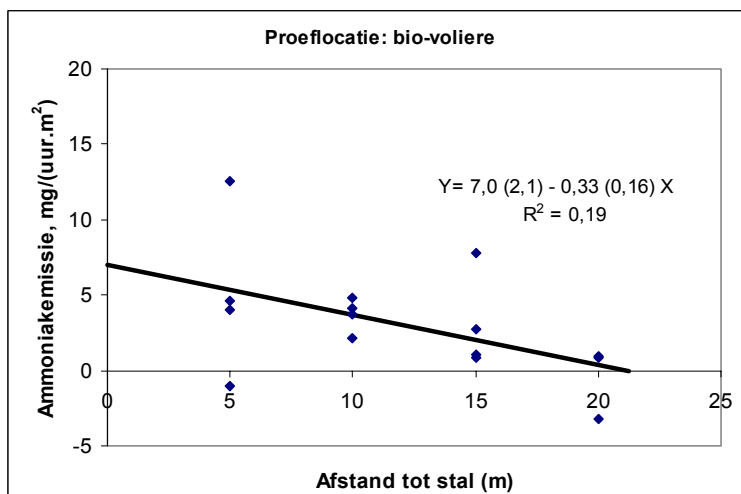
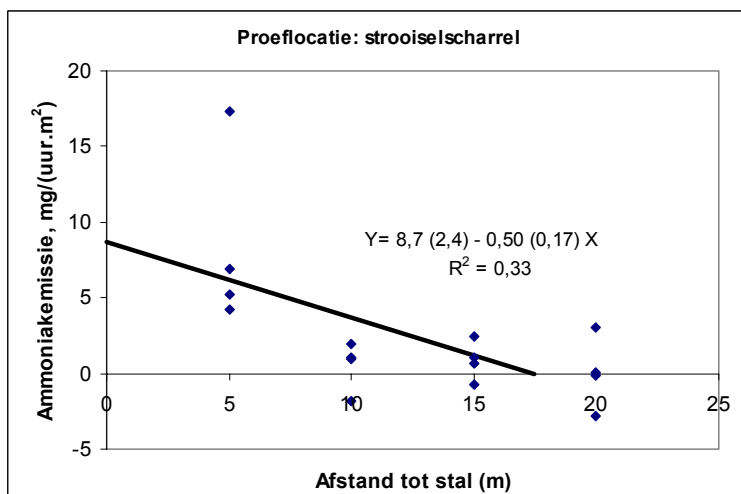
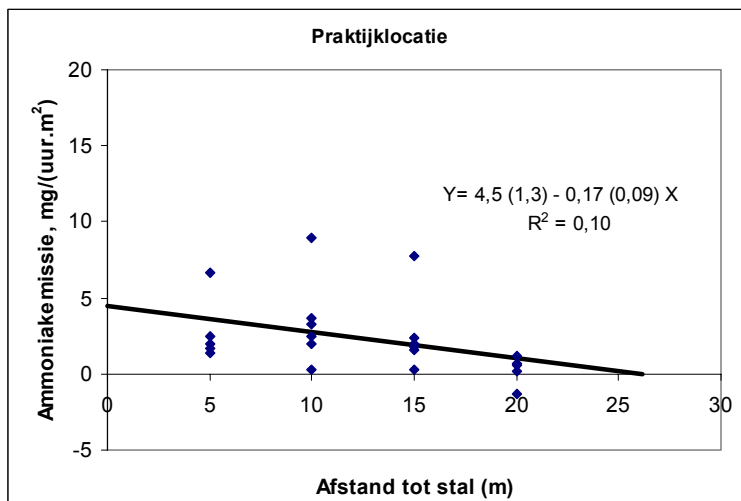
T = temperatuur (°C);

RV = relatieve luchtvochtigheid (%).

Uit deze regressielijn is op te maken dat de ammoniakemissie daalde bij een grotere afstand tot de stal en steeg bij een hogere temperatuur en luchtvochtigheid. Bedacht moet worden dat deze regressielijn alleen geldig is in de range van waarden, zoals gemeten in dit onderzoek (afstand: 0 – 20 m; temperatuur: 5 – 34 °C; RV: 27 – 97%). De totale emissie is berekend door van elke volgende 5 m afstand tot de stal de oppervlakte te berekenen en deze te vermenigvuldigen met de gemiddelde emissie van dit oppervlak en vervolgens de som te nemen. In tabel 4 staan de gemiddelde emissies die berekend werden met behulp van de betreffende regressielijnen.

Tabel 4 Berekende emissies van de uitloop per meetlocatie.

	Emissie (g/uur)	Emissie (mg/(uur.kip))
Praktijklocatie	6,0	2,0
Proeflocatie -strooiselscharrel	0,21	0,95
-bio-volière	0,31	0,86



Figuur 4 Relatie tussen afstand tot de stal en de ammoniakemissie vanaf een onverharde uitloop voor leghennen bij 3 locaties. De regressielijnen zijn in de figuur aangegeven, met tussen haakjes de standaardfout.



### 3.2 Mineralenbelasting

In tabel 5 is het aantal keutels (totaal en vers), de samenstelling van de keutels en de mineralenbelasting weergegeven voor de verschillende locaties en voor de verschillende afstanden tot de stal.

Uit tabel 5 blijkt dat op de uitloop bij de praktijklocatie de verse mestproductie vrij uniform verdeeld was over de eerste 20 m vanaf de stal. Op 30 m afstand was de mestproductie wat geringer. Op de uitlopen van de proeflocaties was de mestproductie het hoogst op een afstand van 15 en 20 m. De mestproductie op 30 m is bij de proeflocaties niet gemeten. De N- en P-gehalten van de mest waren voor de verschillende stallen vergelijkbaar. Het K-gehalte was voor de praktijklocatie wat lager en het ammonium- en ds-gehalte wat hoger dan voor de proeflocaties.

Op basis van de gegevens in tabel 5 en het gemeten keutelgewicht is in tabel 6 de mineralenbelasting in g/m<sup>2</sup> per dag berekend. Het gemiddeld gewicht van hele keutels was respectievelijk 6,8 (verse keutels), 4,3 en 4,2 g voor de praktijklocatie, de proeflocatie strooiselscharrel en de proeflocatie met bio-volière. Voor de praktijklocatie zijn de gegevens van de verse keutels gebruikt en voor beide proeflocaties van het totaal aantal keutels. Bij de proeflocaties was namelijk het aantal vers geproduceerde keutels en de samenstelling niet bepaald.

Tabel 5 Aantal getelde keutels (vers geproduceerd in een periode van 2,5 uur en totaal aantal geteld) voor de verschillende afstanden tot de stal en de samenstelling van het totale aantal aanwezige keutels. Tussen haakjes staat de standaardfout van het gemiddelde vermeld.

Locatie	Afstand tot stal (m)	Aantal per m <sup>2</sup>		Samenstelling keutels, g/kg <sup>1)</sup>				
		Vers	Totaal <sup>2)</sup>	N	P	K	NH <sub>4</sub> -N	DS
Praktijklocatie	5	3,1 (0,39)	5,1 (0,78)					
	10	3,4 (0,34)	5,4 (0,69)					
	15	3,2 (0,55)	2,7 (0,65)	11,9 <sup>5)</sup>	3,2 <sup>5)</sup>	4,2 <sup>5)</sup>	3,9 <sup>5)</sup>	473 <sup>5)</sup>
	20	2,4 (0,37)	2,9 (0,82)	(0,5)	(0,24)	(0,22)	(0,39)	(48)
	30	1,4 (0,27)	1,2 (0,48)					
Proeflocatie Strooisel- scharrel	5	6,5 <sup>3)</sup>	8,0 (3,7)					
	10	7,3 <sup>3)</sup>	9,0 (3,5)	12,2	2,8	7,3	2,8	443
	15	8,9 <sup>3)</sup>	11,0 (3,4)	(1,9)	(0,68)	(0,67)	(0,77)	(56)
	20	8,3 <sup>3)</sup>	10,3 (1,9)					
	30	- <sup>4)</sup>	- <sup>4)</sup>					
Proeflocatie, Bio-volière	5	6,1 <sup>3)</sup>	7,5 (3,6)					
	10	4,1 <sup>3)</sup>	5,0 (2,0)	13,2	3,0	8,4	2,9	420
	15	10,6 <sup>3)</sup>	13,0 (1,8)	(2,5)	(0,77)	(0,76)	(0,75)	(53)
	20	6,9 <sup>3)</sup>	8,5 (1,7)					
	30	- <sup>4)</sup>	- <sup>4)</sup>					

- 1) Samenstelling van verzamelde keutels. Het totale aantal keutels op de verschillende afstanden tot de stal is samengevoegd tot een verzamelsonster voor analyse.
- 2) Het totaal aantal keutels kan lager zijn dan het aantal vers, aangezien ze niet op dezelfde plek zijn geteld.
- 3) Ingeschat op basis van een omrekeningsfactor, zie paragraaf 2.3.
- 4) Niet gemeten.
- 5) De samenstelling van de verse keutels op het praktijkbedrijf was respectievelijk 9,8 (0,3), 2,4 (0,14), 3,7 (0,20), 4,4 (0,42) en 357 (19) voor N, P, K, NH<sub>4</sub>-N en ds.

Tabel 6 Berekenende mineralenbelasting voor de verschillende locaties en op verschillende afstanden tot de stal (in g/(dag.m<sup>2</sup>)).

Locatie	Afstand tot stal (m)	Mineralenbelasting, g/(dag.m <sup>2</sup> )		
		N	P	K
Praktijklocatie	5	0,79 (0,10)	0,20 (0,03)	0,30 (0,04)
	10	0,84 (0,09)	0,21 (0,02)	0,32 (0,03)
	15	0,86 (0,15)	0,22 (0,04)	0,33 (0,06)
	20	0,62 (0,09)	0,15 (0,02)	0,23 (0,03)
	30	0,39 (0,07)	0,10 (0,02)	0,15 (0,03)
Proeflocatie	5	1,05 (0,43)	0,24 (0,10)	0,62 (0,25)
Strooisel-scharrel	10	1,29 (0,56)	0,29 (0,13)	0,77 (0,33)
	15	1,75 (0,68)	0,40 (0,15)	1,04 (0,41)
	20	1,69 (0,44)	0,38 (0,10)	1,00 (0,26)
	30	-	-	-
Proeflocatie,	5	0,98 (0,35)	0,22 (0,08)	0,62 (0,22)
Bio-volière	10	0,67 (0,13)	0,15 (0,03)	0,43 (0,08)
	15	2,17 (0,52)	0,50 (0,12)	1,38 (0,33)
	20	1,47 (0,40)	0,34 (0,09)	0,93 (0,25)
	30	-	-	-

Tabel 6 laat zien dat de mineralenbelasting op de uitloop van het praktijkbedrijf redelijk uniform verdeeld is over de eerste 20 m. Op 30 m is de belasting geringer. Bij de proeflocaties is de berekenende mineralenbelasting op 15 en 20 m hoger dan op 5 en 10 m. In tabel 7 wordt de gemiddelde mineralenbelasting gegeven over de eerste 20 m van de uitloop (gemeten vanaf de stal) per bedrijf omgerekend naar 1 ha en naar 1 jaar. Bij de proeflocaties is daarbij vanuit gegaan dat de hennen een andere uitloop ter beschikking hebben van dezelfde grootte waarnaar ze regelmatig worden omgeweid. Uit tabel 7 blijkt dat de mineralenbelasting over de eerste 20 m van de uitloop hoog is. Opvallend is dat de berekenende belasting van N en P vergelijkbaar is tussen de uitloop bij de praktijklocatie aan de ene kant en de uitloop bij de stallen op de proeflocaties aan de andere kant. Alleen de K-belasting is bij de proeflocaties duidelijk hoger, waarschijnlijk als gevolg van hogere K-gehalten in het voer.

Tabel 7 Berekenende gemiddelde mineralenbelasting van de eerste 20 m van de uitloop (gemeten vanaf de stal) voor de verschillende stallen, omgerekend naar kg per hectare per jaar.

		Mineralenbelasting, kg/(jaar.ha)		
		N	P	K
Praktijklocatie		2845 (199)	709 (50)	1074 (75)
Proeflocatie	-strooiselscharrel	2637 (461)	597 (104)	1562 (273)
	-bio-volière	2412 (408)	552 (93)	1530 (259)

## 4 Discussie

### 4.1 Ammoniakemissie

De ammoniakemissie is gemeten met behulp van een meetdoos. De meetdoos genereert een constante luchtstroom over het emitterend oppervlak. Het voordeel hiervan is dat metingen op verschillende tijdstippen beter met elkaar te vergelijken zijn, aangezien deze niet worden verstoord door verschillen in luchtsnelheden. Met name in de buitenlucht kunnen luchtsnelheden behoorlijk variëren. Het nadeel is dat de gevonden resultaten moeilijker te vertalen zijn naar jaaremissies, aangezien het effect van verschillende windsnelheden op de ammoniakemissie niet is meegenomen in de metingen. In dit onderzoek is gekozen voor een vrij lage luchtsnelheid, namelijk 0,22 m/s. De belangrijkste reden hiervoor was om de concentratieverschillen tussen in- en uitgaande lucht nauwkeuriger te kunnen vaststellen. In het algemeen is de luchtsnelheid buiten hoger dan deze 0,22 m/s. Hogere luchtsnelheden betekenen bij natte mengmest, zoals van varkens, een hogere emissie (Aarnink and Elzing, 1998). Bij pluimveemest heeft een hoge luchtsnelheid, in combinatie met een hoge temperatuur en lage luchtvochtigheid, ook een drogende werking en kan op die manier de emissie ook verlagen (Groot Koerkamp *et al.*, 1995). De verwachting is echter dat als gevolg van de lagere luchtsnelheid in de meetdoos de werkelijke ammoniakemissie enigszins wordt onderschat.

De metingen met de meetdoos zijn gedurende de dag uitgevoerd. Overdag wordt verse mest geproduceerd en zijn de temperaturen hoger. Bij lineaire extrapolatie van de gemeten emissies overdag naar 24-uurs emissies, zal daardoor de werkelijke emissie enigszins worden overschat. De voorgaande discussiepunten in acht nemend hebben we hieronder toch een omrekening gemaakt naar jaaremissies om een vergelijking te kunnen maken met de gemeten stalemissies en daarmee een inschatting te kunnen maken van de bijdrage van de uitloop aan de totale ammoniakemissie van een bedrijf.

De ammoniakemissies vanaf de uitlopen waren omgerekend respectievelijk 2,0, 0,95 en 0,86 mg/uur per gemiddeld aanwezige kip voor de praktijklocatie, de proeflocatie met strooiselscharrel en de proeflocatie met bio-volière. Omgerekend op jaarbasis is dit voor de praktijklocatie 17,5 g per kip, voor de proeflocatie met strooiselscharrel 8,3 g per kip en voor de proeflocatie met bio-volière 7,6 g per kip. Een stal met grondhuisvesting heeft een emissiefactor van 315 g/jaar per kip (VROM, 2002). Voor de praktijklocatie betekent dit dat ca. 5,5% van de ammoniak vanaf de uitloop emitterde ten opzichte van de emissie uit de stal; voor de proeflocatie met strooiselscharrel was dit 2,6%. Een volièresysteem heeft een emissiefactor van 90 g/jaar per kip (VROM, 2002). Voor de proeflocatie met bio-volière betekent dit dat ca. 8,4% emitterde vanaf de uitloop ten opzichte van de emissie uit de stal.

De ammoniakemissie vanaf de uitloop bij de praktijklocatie was per kip ca. twee maal zo hoog als de emissie vanaf de uitlopen van de proeflocatie. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door de hogere mestproductie per kip op de uitloop op de praktijklocatie. Uit de resultaten kan berekend worden dat de hoeveelheid geproduceerde mest op de eerste 20 m van de uitloop 55 g/dag per kip was op de praktijklocatie, terwijl dit 25 en 40 g/dag per kip was voor respectievelijk de proeflocatie met strooiselscharrel en de proeflocatie met bio-volière. De lagere mestproductie op

de uitlopen van de proeflocaties werd waarschijnlijk enerzijds veroorzaakt door het feit dat hier minder kippen naar buiten gingen dan op de praktijklocatie en anderzijds doordat deze kippen de beschikking hadden over een wintergarten, waarop ook een deel van de mest terecht kwam. Dat op de proeflocatie minder kippen naar buiten gingen werd waarschijnlijk veroorzaakt door de geringe beschutting op de uitlopen. Andere oorzaken van het verschil in ammoniakemissie per kip zouden kunnen zijn het hogere ammoniumstikstof gehalte van de mest op de praktijklocatie (zie tabel 5) of het verschil in vorm van de uitloop (één of twee zijden van de stal).

Uit de resultaten en uit de voorgaande discussie blijkt dat de gemeten ammoniakemissie vanaf de uitloop relatief gering is ten opzichte van de emissie uit de stal. Het is echter niet verwaarloosbaar. Meerdere metingen, verspreid over het jaar en met verschillende lichtsnelheden over het emitterend oppervlak, zijn nodig om een nauwkeuriger beeld te krijgen van de emissie vanaf de uitloop. Metingen op grotere afstanden tot de stal dan 20 m zullen daarnaast moeten bevestigen of de emissie daar inderdaad verwaarloosbaar is. De oriënterende metingen zoals gedaan in dit onderzoek geven echter een duidelijke richting aan, waaruit blijkt dat ammoniakemissie vanaf de uitloop geen groot milieuprobleem geeft voor de biologische legpluimveehouderij.

## **4.2 Mineralenbelasting**

De data van de mineralenbelasting op het praktijklocatie laten zien dat de belasting de eerste 20 m vanaf de stal vergelijkbaar was en daarna afnam bij 30 m. Bij de proeflocaties is de mineralenbelasting niet op 30 m afstand gemeten, maar op basis van observatie is de verwachting dat ook bij deze locaties de belasting afnam na 20 m. In paragraaf 4.1 is reeds aangegeven wat de berekende mestproductie per kip is op de eerste 20 m uitloop vanaf de stal. Volgens het Handboek voor de Pluimveehouderij (2004) is de gemiddelde mestproductie per kip 75 kg/jaar; dit komt overeen met 205 g/dag. Dit betekent dat bij de praktijklocatie, de proeflocatie met strooiselscharrel en de proeflocatie met bio-volière naar schatting respectievelijk 26,5; 19,4 en 12,1% van de mest op de eerste 20 m uitloop vanaf de stal terecht kwam. Dit is al hoger dan het maximum wat in de inleiding is aangegeven bij een gelijkmatige verspreiding over de uitloop (11,5%). Doordat de meeste mest op de eerste 20 m van de stal terechtkomt is hier sprake van een sterke overbemesting met mineralen. Daar komt bij dat op dit gedeelte van de uitloop ook vrijwel geen begroeiing was, waardoor in feite alle mineralen die worden toegevoegd onbenut blijven en kunnen uit- of afspoelen of zich ophopen in de bodem.

De metingen aan de mineralenbelasting zijn voor de praktijklocatie uitgevoerd in het voorjaar en in de zomer en voor de proeflocaties in het voorjaar, de zomer en het najaar. In beide gevallen is niet tijdens een winterperiode gemeten. Van vleeskuikens is bekend dat ze tijdens de winter minder naar buiten gaan (Van Harn e.a., 2003), maar leghennen kunnen veel beter tegen de kou en zullen zich daar minder van aantrekken. Alleen bij regenachtig weer zullen ze minder naar buiten gaan. Bij de berekeningen van de mineralenbelasting hebben we de uitscheiding van mest lineair geëxtrapoleerd van 11:00 – 13:30 uur tot zonsondergang, het moment dat de kippen naar binnen gaan. Er is weinig bekend van het verloop van de mestproductie van kippen gedurende de dag, maar de verwachting is dat deze vrij regelmatig verspreid is over de dagperiode. Uit tellingen van het aantal kippen op de uitloop door onderzoekers van ASG-Lelystad (niet gepubliceerde

gegevens) blijkt dat deze ongeveer gelijk is voor de perioden tussen 11:00 – 14:30 en 14:00 – 18:30 (ongeveer 35 van 200). Tussen 18:00 – 22:30 waren meer kippen op de uitloop (ongeveer 60 van 200). Ook uit onderzoek van Hogewerf e.a. (2004) blijkt dat kippen vrij uniform verdeeld over de dag buiten lopen.

Opvallend is dat de gemeten mestproductie op de uitloop bij de praktijklocatie vrij evenredig verdeeld is over het oppervlak binnen de eerste 20 m vanaf de stal, terwijl de ammoniakemissie geleidelijk afnam. Op de uitlopen van de proeflocaties was de geschatte mestproductie zelfs hoger op 15 en 20 m dan op de eerste 10 m, terwijl ook hier de ammoniakemissie geleidelijk afnam. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat dicht bij de stal meer keutels werden vertrapt, die daardoor niet geteld konden worden. Dit zou impliceren dat de werkelijke mineralenbelasting dicht bij de stal nog hoger zou zijn dan gemeten in dit onderzoek. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat de dieren snel door het smalle eerste gedeelte van de uitloop naar het bredere gedeelte van de uitloop rennen en daar vervolgens gaan mesten.

De geschatte mineralenbelasting van (een deel van) de uitloop is dusdanig hoog dat simpele oplossingen, als een aangepast management of meer begroeiing om de kippen beter te verspreiden over de uitloop, niet zullen volstaan om dit probleem op te lossen. Oplossingen vergen ingrijpendere maatregelen. Mogelijke oplossingen zouden kunnen zijn het aanbrengen van zand op een verharde onderlaag of het gebruik maken van mobiele stallen (Rodenburg en Van Harn, 2004). De verharde onderlaag hoeft waarschijnlijk alleen aangebracht te worden bij de eerste 20 à 30 m vanaf de stal. Op de verharding kan zand worden aangebracht dat regelmatig wordt vervangen. Dit zand met mest zou over akkerland uitgereden kunnen worden. Een oplossing die in Duitsland reeds wordt toegepast is om via hagen de kippen naar een bepaald gedeelte van de uitloop te sturen (J. Fransen, persoonlijke mededeling). Of dit een voldoende oplossing is zal uit onderzoek moeten blijken.



## 5 Conclusies

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Uit de oriënterende metingen in dit onderzoek blijkt dat de ammoniakemissie vanaf de uitloop voor leghennen relatief gering is ten opzichte van de emissiefactoren uit de stal. Voor de grondhuisvestingstallen is dit in dit onderzoek geschat op 5,5% voor de praktijklocatie en 2,6% voor de onderzoekslocatie. Voor het voliëresysteem op de proeflocatie is dit geschat op 8,4%.
2. De mineralenbelasting van de eerste 20 m van de uitloop ligt ver boven de maximale bemestingsnorm. Ingrijpende maatregelen, zoals een verharde onderlaag, mobiele stallen of andere mogelijkheden om de mest meer te verspreiden (hagen) zijn nodig om dit probleem op te lossen.

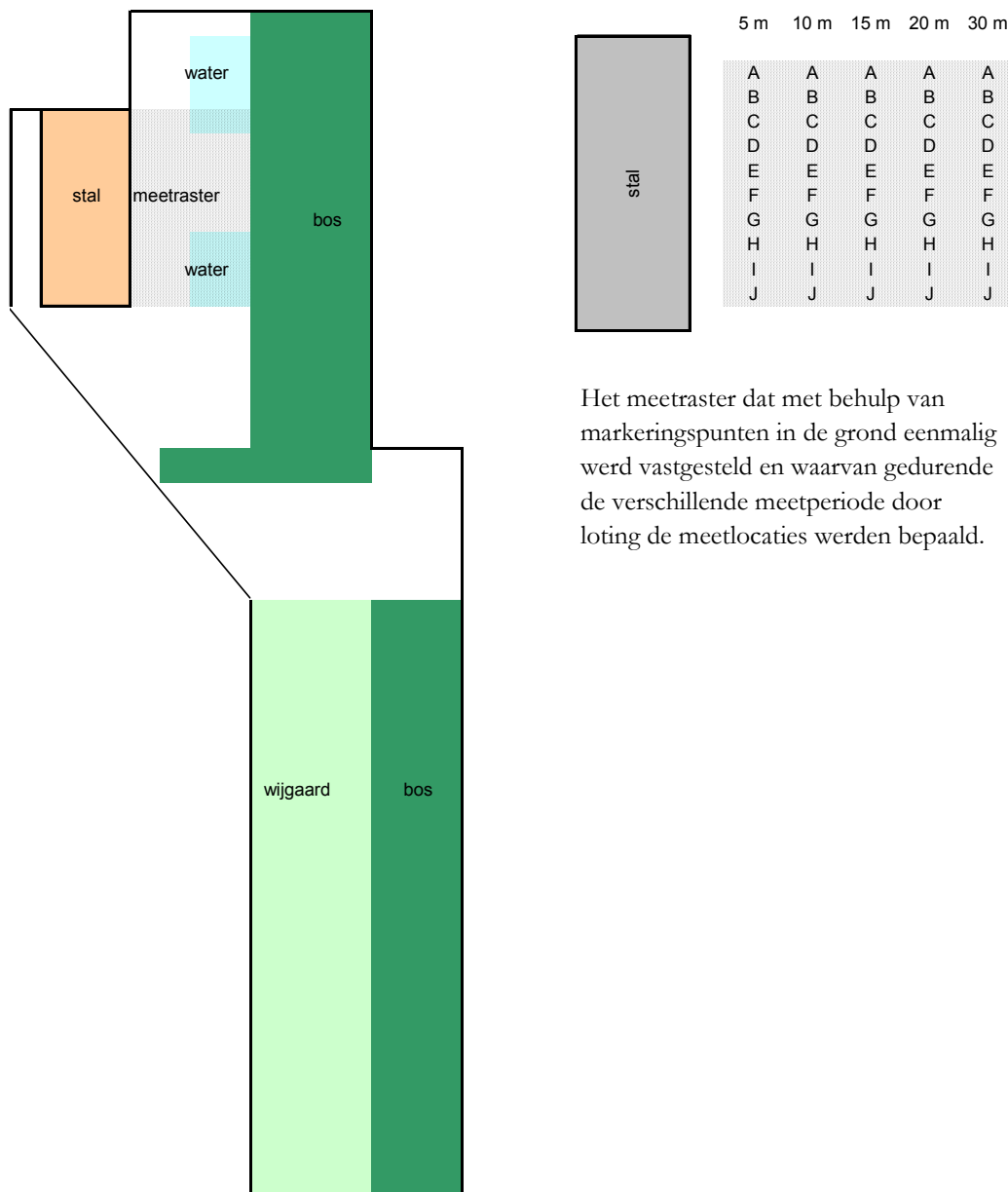
## Literatuur

- Aarnink, A. J. A., and A. Elzing. 1998. Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors, for fattening pigs. *Livest. Prod. Sci.* 53: 153-169.
- Aarnink, A.J.A., M.J.M. Wagemans en A. Beurskens, 2002. Ontwikkeling procedure voor meten lokale ammoniakemissie in biologische varkensstallen. *IMAG, Nota P 2002-54*, 17 pp.
- Bussink, D. W. 1994. Relationships between ammonia volatilization and nitrogen fertilizer application rate, intake and excretion of herbage nitrogen by cattle on grazed swards. *Fertilizer Research*; 38: 111-121.
- EU-verordening Biologische Productie, 1991. Council Regulation (EEC) No 2092/91 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs. Document 391R2092.
- Genstat Committee. 2003. *Genstat 7th edition*. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, UK.
- Groot Koerkamp, P. W. G., A. Keen, T. G. C. M. Van Niekerk, and S. Smit. 1995. The effect of manure and litter handling and indoor climatic conditions on ammonia emissions from a battery cage and an aviary housing system for laying hens. *Neth. J. Agric. Sci.* 43: 351-373.
- Handboek voor de pluimveehouderij, 2004. *Praktijkboek 36. Praktijkonderzoek Veehouderij*, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Hogewerf, P. H., W. Schouten, and A. C. Smits. 2004. Registratie uitloop kippen. Haalbaarheid elektronische registraties van passages in een kippenluik. *Rapport 298*, Group of Systems and Buildings, Wageningen UR, Wageningen.
- Hol, J.M.G., A.G.C Beurskens J. Mosquera en M.J.M. Wagemans, Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXIV: Scharrelstal voor leghennen, biologische en traditionele houderij. A&F rapport publicatie in 2005.
- Mosquera, J., P. Hofschreuder, J.W. Erisman, E. Mulder, C.E. van 't Klooster, N. Ogink, D. Swierstra en N. Verdoes, 2002. Meetmethoden gasvormige emissies uit de veehouderij. *IMAG Rapport 2002-12*, 247 pp.
- Rodenburg, T. B., and J. Van Harn. 2004. *Biologische vleeskuikenhouderij. Praktijkrapport Pluimvee 11*, Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad.
- Stichting SKAL. 2004. *Skal-normen, skal certificatie biologische productie.*, Zwolle.
- Van Harn, J., P. Lenskens, E. Coenen, and M. A. W. Ruis. 2003. Naar buiten, overdekte uitloop voor vleeskuikens onderzocht. *Pluimveehouderij jaargang 4 No. 33*. p 10-13.
- VROM (2002). Regeling ammoniak en veehouderij. *Staatscourant* 82 (1 mei 2002), [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)



## Bijlage A

Schematische weergave van de uitloop bij de praktijklocatie in Almen met daarin aangegeven het



Het meetraster dat met behulp van markeringspunten in de grond eenmalig werd vastgesteld en waarvan gedurende de verschillende meetperiode door loting de meetlocaties werden bepaald.

meetraster en de begroeiing.

Willekeurig gekozen bemonsteringsschema voor bepaling van NH<sub>3</sub>-emissie van de uitloop op het praktijkbedrijf. De letters komen overeen met de locatie in bovenstaand meetraster.

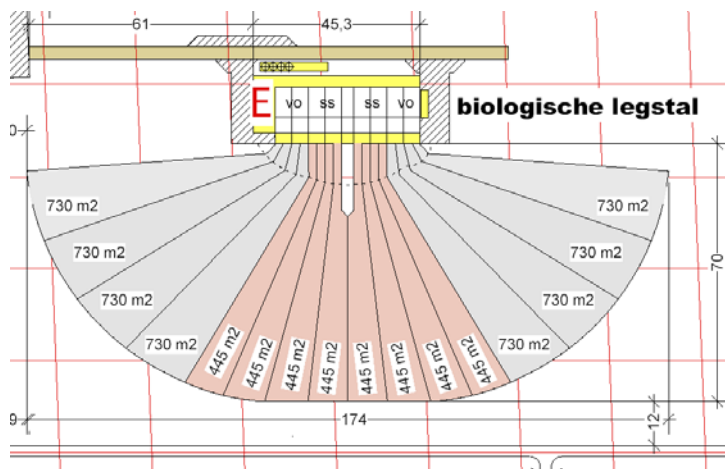
Meetdatum	Afstand vanaf de stal							
	5 m	5 m	10 m	10 m	15 m	15 m	20 m	20 m
25 april 2004*	E	A	C	F	A	G	B	F
13 mei 2004	C	H	A	E	B	E	C	D
3 augustus 2004	D	F	A	D	B	A	C	D
24 augustus 2004	B	I	E	H	C	E	C	F

\* metingen zijn mislukt

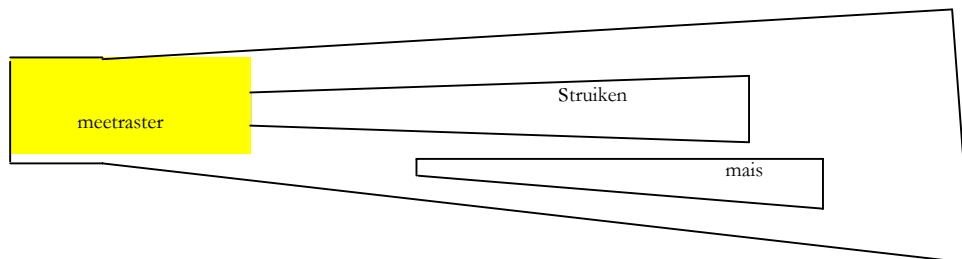


## Bijlage B

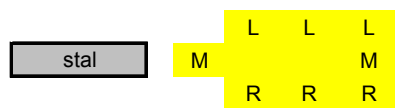
Tekening van de verschillende uitlopen en stallen op de proeflocatie in Lelystad (tekening ASG Lelystad)



Schematische weergave van een uitloop met daarin aangegeven het meetraster en de begroeiing.



5 m 10 m 15 m 20 m



Het meetraster dat met behulp van markeringspunten in de grond eenmalig werd vastgesteld en waarvan gedurende de verschillende meetperiode door loting de meetlocaties werden bepaald.

Willekeurig gekozen bemonsteringsschema voor bepaling van NH<sub>3</sub>-emissie van beide uitlopen op het proefbedrijf. De letters komen overeen met de locatie in bovenstaand meetraster.

Meetdatum	Afstand vanaf beton strooischarrel				Afstand vanaf beton bio-volière			
	5 m	10 m	15 m	20 m	5 m	10 m	15 m	20 m
27 mei 2004	M	L	R	R	M	R	L	L
28 juli 2004	M	R	L	M	M	L	R	M
3 september 2004	M	L	R	M	M	R	R	M
3 december 2004	M	R	L	L	M	L	L	R