

# Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een varkensstal: invloed van vloerbevuilding en vloertype

*Ammonia emission measurements in a model  
system of a pig shed : influence of floor  
befouling and floor type*

Dr. A. Elzing en Ing. D. Swierstra

imag-dlo



# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	3
<b>Samenvatting</b>	5
<b>1 Inleiding</b>	6
<b>2 Materiaal en methoden</b>	7
2.1 Meetopstelling	7
2.2 Bevuilingsmethoden	7
2.3 Vloervarianten	8
2.4 Ammoniakemissiemetingen	9
2.5 Urine en faeces	10
<b>3 Resultaten</b>	12
3.1 Invloed bevuilingsmethoden op de emissie	12
3.2 Invloed vloervarianten op de emissie	13
<b>4. Discussie</b>	16
4.1 Invloed bevuilingsmethoden op de emissie	16
4.2 Invloed vloervarianten op de emissie	17
<b>5 Conclusies</b>	19
<b>Summary</b>	20
<b>Literatuur</b>	21

# Samenvatting

Met behulp van een modelsysteem van een varkensstal werd de invloed van de wijze van vloerbevuiling en het vloertype op de ammoniakemissie onderzocht.

Drie bevuilingsmethoden werden in het onderzoek betrokken. Bij één keer per dag sproeien van urine over een schoon roosteroppervlak gedurende tien dagen trad geen ammoniakemissie op vanaf het roosteroppervlak.

Als vóór het sproeien van urine eerst faeces op het roosteroppervlak werd aangebracht, trad wel emissie op vanaf het roosteroppervlak. Na elke volgende bevuiling was de ammoniakemissie hoger. Na circa 8 dagen werd een stabiele situatie bereikt en nam de emissie niet meer toe. De emissie vertoonde circa 1 à 2 uur na het sproeien van de urine een maximum. De derde bevuilingsmethode was gelijk aan de tweede behalve dat vanaf de zesde tot en met de tiende dag alleen urine over het roosteroppervlak werd gesproeid. Ook nu werd na circa 8 dagen een stabiele situatie bereikt. Het emissie-maximum was hoger dan bij de tweede bevuilingsmethode.

Bij de volgende vloertypen werd de emissiereductie ten opzichte van het standaard betonnen varkensrooster gemeten: een glad, gecoat betonnen rooster, een betonnen rooster met smalle balken en een stalen rooster. Voor deze metingen werd de derde bevuilingsmethode gebruikt.

De emissiereductie hing af van het tijdstip waarop deze na het sproeien van urine werd vastgesteld. Alleen voor het gladde, gecoate rooster werd een duidelijke emissiereductie gevonden van 35% (2 uur na het sproeien van urine) en 8% (20 uur na het sproeien van urine). Voor het rooster met smallere balken was die op dezelfde tijdstippen respectievelijk 11% en -4% (een emissietoename). Voor het stalen rooster waren de percentages respectievelijk 25% en -17%.

# 1 Inleiding

De varkenshouderij wordt geconfronteerd met de eis dat de ammoniakemissie uit de stal moet worden beperkt. De uitgestoten ammoniak draagt indirect bij aan de verzuring van het milieu (Heij en Schneider, 1991).

Om emissie-arme staltypen en mestbehandelingstechnieken te kunnen ontwikkelen, is onderzoek gestart naar de factoren die een rol spelen bij de ammoniakemissie uit stallen. Als bekend is welke factoren van invloed zijn op de ammoniakemissie uit een stal, dan is het mogelijk om op basis van deze kennis maatregelen te treffen op het gebied van stal-inrichting, mestbehandeling en sturing van het mestgedrag van varkens, die leiden tot een reductie van de ammoniakemissie. Het is hierbij van belang te weten wat de invloed is van de vloerbevuilding en het vloertype (Groot Koerkamp *et al.*, 1990; Oldenburg, 1989; Bresk en Stolpe, 1990; Muck en Steenhuis, 1981; 1982; Muck en Richards, 1983).

In praktijkstallen is het niet eenvoudig om deze invloed in detail te meten, omdat het (micro)klimaat in een stal niet gemakkelijk constant kan worden gehouden. Hier komt bij dat in een complex geheel, als een stal met dieren, allerlei processen het effect van de vloerbevuilding en het vloertype op de ammoniakemissie kunnen overschaduwen. Als alternatief voor een praktijkstal kan gebruik worden gemaakt van een modelsysteem, zoals door Elzing *et al.* (1992) beschreven is. In het modelsysteem kunnen de omstandigheden, zoals de temperatuur, de lichtsnelheid en de luchtvochtigheid, constant worden gehouden.

Het voorgaande leidt tot de volgende doelstelling voor het onderzoek: 1) het vaststellen van de invloed van de vloerbevuilding op de emissie bij een standaardvloertype en 2) het meten van de emissiereductie van alternatieve vloertypen (verschillende vormen en materialen) ten opzichte van een standaardvloer.

In dit rapport worden de resultaten van emissiemetingen bij drie verschillende methoden van vloerbevuilding gegeven. Tevens worden de emissies van vier verschillende vloertypen met elkaar vergeleken.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Meetopstelling

De gebruikte meetopstelling is in detail beschreven door Elzing *et al.* (1992). In dit rapport wordt derhalve volstaan met een korte beschrijving van de aspecten die van belang zijn voor het onderhavige onderzoek.

De meetopstelling bestond uit een bak van circa 2 m<sup>3</sup> die met mest gevuld kon worden. Hierboven waren vloerdelen, zoals roosters, te plaatsen, waarbij het vloeroppervlak de afmetingen 2,2 bij 1,1 m had. Over dit vloeroppervlak werd een zogenaamde Lindvall-doos (Lindvall *et al.*, 1974) gezet. Via deze doos werd een luchtstroom over het vloeroppervlak geleid. Het geheel bevond zich in een klimaatcel, zodat de temperatuur en de vochtigheid van de lucht, die over het vloeroppervlak werd gezogen, te regelen waren. De ammoniakconcentratie in de afgezogen lucht werd bepaald met een NO<sub>x</sub>-analyser, nadat met behulp van een converter de ammoniak (NH<sub>3</sub>) was omgezet in stikstofoxide (NO). De ammoniakemissie werd berekend door het volumedebiet van de luchtstroom met de ammoniakconcentratie te vermenigvuldigen. De gebruikte meetmethode voor ammoniak is beschreven door Scholtens (1990).

### 2.2 Bevuilingsmethoden

De invloed van drie verschillende bevuilingsmethoden op de ammoniakemissie werd onderzocht. Er werden standaard betonnen varkensroosters (NEN 3873) gebruikt, die bij de start van de bevuiling nieuw en dus schoon waren.

Bij alle bevuilingsmethoden werd urine over het roosteroppervlak gesproeid. De bevuilingsmethoden verschilden van elkaar in het wel of niet aanbrengen van faeces op het roosteroppervlak. Het doel hierbij was om vast te stellen wat de rol van de faeces is in het ammoniakemissieproces.

De eerste bevuilingsmethode bestond uit het één keer per dag gelijkmatig sproeien van 2 kg urine over schone roosters gedurende 10 dagen. In dit rapport wordt dit 'de schone methode' genoemd.

Voor de tweede bevuilingsmethode werd 3 kg faeces gemengd met 3 kg water. Dit was noodzakelijk om de faeces gelijkmatig op het vloeroppervlak te kunnen aanbrengen. Het mengsel had een drogestofgehalte van 150 - 200 g/kg en werd gelijkmatig over het roosteroppervlak uitgesmeerd. Direct hierna werd met een vloerentrekker de vaste mest verwijderd, zodat er alleen een dunne mestfilm achterbleef. Met een gieter werd hierover 2 kg urine zo gelijkmatig mogelijk gesproeid. Deze methode van bevuiling werd op nog negen achtereenvolgende dagen herhaald en wordt verder aangeduid als 'de faeces-methode'.

De derde bevuilingsmethode was gelijk aan de tweede behalve dat nu vanaf de zesde tot en met de tiende dag alleen urine over het reeds vuile roosteroppervlak werd gesproeid. In dit rapport wordt dit 'de vuile methode' genoemd.

De laatste bevuilingsmethode werd ook gebruikt bij het onderzoek naar het effect van het vloertype op de ammoniakemissie.

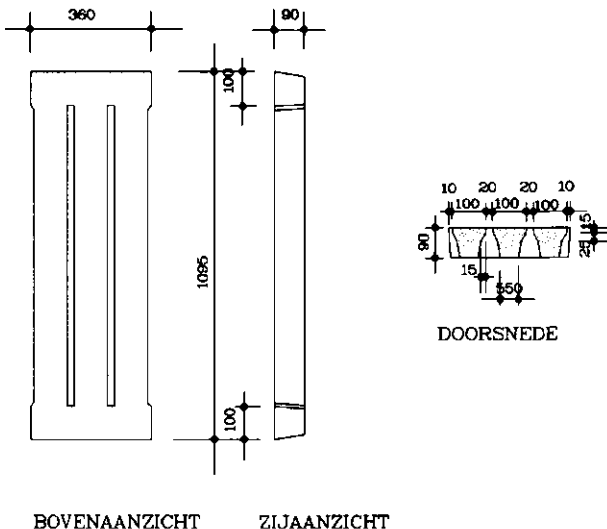
Uit eerdere verricht onderzoek is gebleken dat bevuilingsmethoden die in principe gebaseerd zijn op het gelijkmatig aanbrengen van faeces en urine reproduceerbaar zijn uit te voeren (Elzing *et al.*, 1992). De verschillen tussen waargenomen emissies kunnen daarom worden toegeschreven aan de verschillen tussen de bevuilingsmethoden of aan die tussen vloervarianten.

### 2.3 Vloervarianten

Een reductie van de ammoniakemissie is te bereiken door het op de vloer achterblijven van urine tegen te gaan. Wanneer het roosteroppervlak glad is, kan de urine gemakkelijk wegstromen naar de mestkelder. Ook door verkleining van het niet-doorlatend roosteroppervlak blijft er minder urine op het rooster achter. Om deze redenen werden de volgende vloervarianten onderzocht:

- een standaard betonnen rooster (de referentie);
- een glad, gecoat betonnen rooster;
- een betonnen rooster met smallere balken;
- een stalen rooster.

Het standaard betonnen rooster was gemaakt volgens de specificatie NEN 3873. Voor het glad gecoate, betonnen rooster werd een standaard betonnen rooster gebruikt, waarop een gladde epoxycoating werd aangebracht. Ook de zijkanten en de onderkant van de roosterbalken werden hiermee afgewerkt. De beide roosters bestonden uit elementen die 1,1 m lang en 0,36 m breed waren, de balkbreedte was 10 cm en er waren 3 balken per element (figuur 1). Het doorlatend oppervlak was 16%. In het model-systeem was de roostervloer opgebouwd uit 6 elementen.



**Figuur 1** Schematische tekening van een standaardrooster.

**Figure 1** Schematic sketch of standard slats.

Bij het betonnen rooster met smallere balken was de balkbreedte 7 cm (doorlatend oppervlak 22%). Ook bij dit roostertype bestonden de elementen uit 3 balken. Een element was 1,1 m lang en 0,27 m breed. In dit rapport wordt dit rooster 'smalle-balkrooster' genoemd ( figuur 2). Van deze elementen konden er 8 in de opstelling worden gelegd.

De laatste variant was een stalen rooster. Van dit rooster waren zowel de spijlen als de spleten 1 cm breed. De afmetingen van een element van dit roostertype waren: 0,75 m breed en 1,1 m lang. De spijlen hadden een driekantige vorm, waarbij een zijde van de driehoek naar boven was gericht en dus een deel van het loopvlak vormde (figuur 3). In de opstelling was de roostervloer opgebouwd uit 3 elementen.

De ligging van alle roostertypen in de meetopstelling was zodanig dat de stromingsrichting van de lucht door de Lindvall-doos loodrecht stond op de richting van de rooster-spleten.

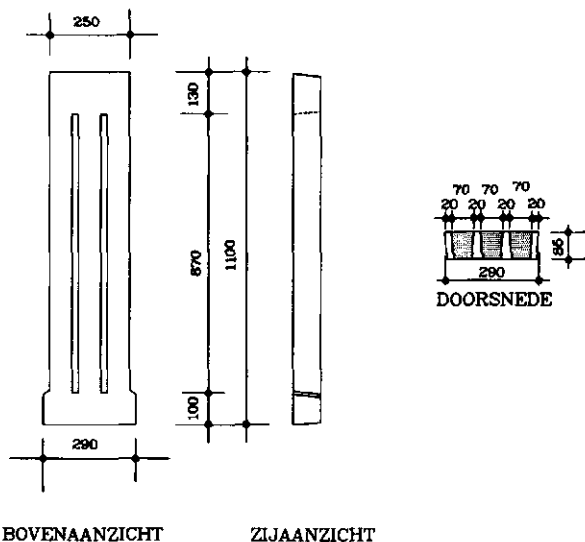
## 2.4 Ammoniakemissiemetingen

De ammoniakemissiemetingen werden verricht onder de volgende omstandigheden:

- temperatuur: 15 °C;
- relatieve luchtvochtigheid: 70%;
- luchtsnelheid op 5 cm boven het roosteroppervlak: 0,2 m/s.

Deze waarden komen globaal overeen met de gemiddelden in een varkensstal (Consulentschap in Algemene Dienst voor de Varkenshouderij, 1987).

Voor zowel het onderzoek naar de invloed van de bevuilingsmethode als dat naar de invloed van het vloertype werd continu de emissie gemeten vanaf de start van de bevuil-



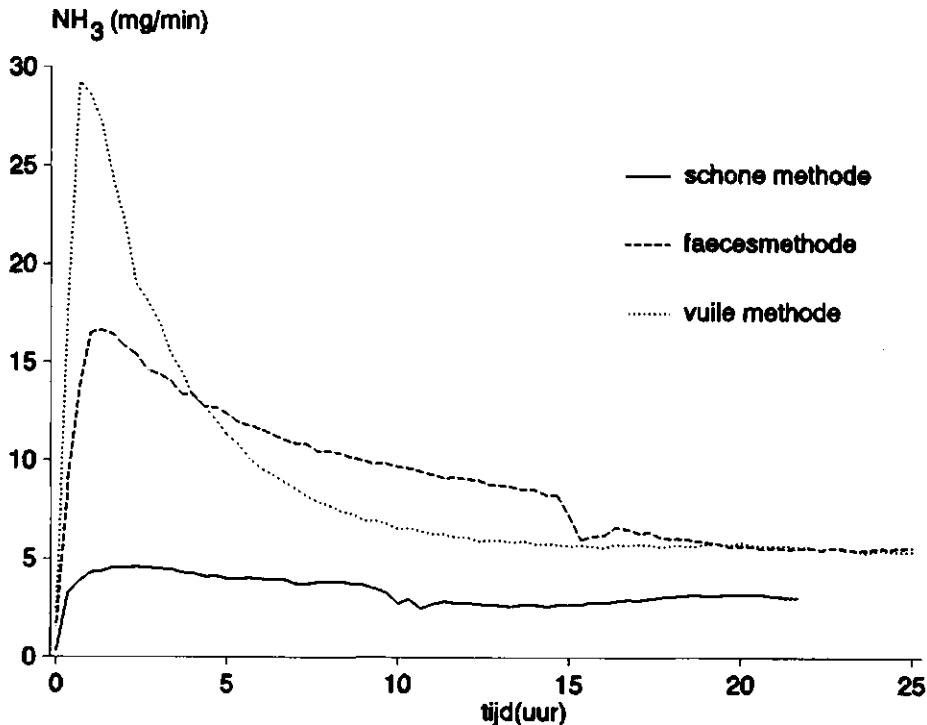
**Figuur 2** Schematische tekening van het smalle-balkrooster.

**Figure 2** Schematic sketch of slats with narrow beams.

# 3 Resultaten

## 3.1 Invloed bevuilingsmethoden op de emissie

In figuur 4 staan de emissies die gemeten werden op de tiende dag na de start van de bevuilingsmethode. Duidelijk zichtbaar is dat, in het geval van alleen urine sproeien over het rooster een emissiepiek ontbrak. Bij de twee andere bevuilingsmethoden trad 1 à 2 uur na het aanbrengen van de urine een maximum op. Bij de start van de bevuiling (op de eerste dag) werd voor de laatste twee methoden ook nauwelijks een emissiepiek waargenomen. Na elke bevuiling nam de emissiepiek in hoogte toe en nam de tijd die verstreek tussen het aanbrengen van de urine en het optreden van de emissiepiek af. Na circa 8 dagen werd een stationaire situatie bereikt en nam de emissie niet meer toe.



Figuur 4 De ammoniakemissie voor de drie bevuilingsmethoden.

Figure 4 Ammonia emission for three methods of befouling.

In de figuur is bij de schone methode circa tien uur na het aanbrengen van de urine plotseling enige daling in de emissie te zien en bij de faecesmethode na circa vijftien uur. Tussen het tijdstip van urine sproeien en het optreden van deze daling bestond geen verband. Direct na het vullen van de kelder met 'verse' mengmest trad het verschijnsel circa één keer per tien uur op. Na verloop van een maand was de frequentie afgenomen tot circa één keer per 24 uur. Het verschijnsel wordt in de discussie verder besproken. Het herhalen van de metingen op de elfde dag leverde, afgezien van het wel of niet

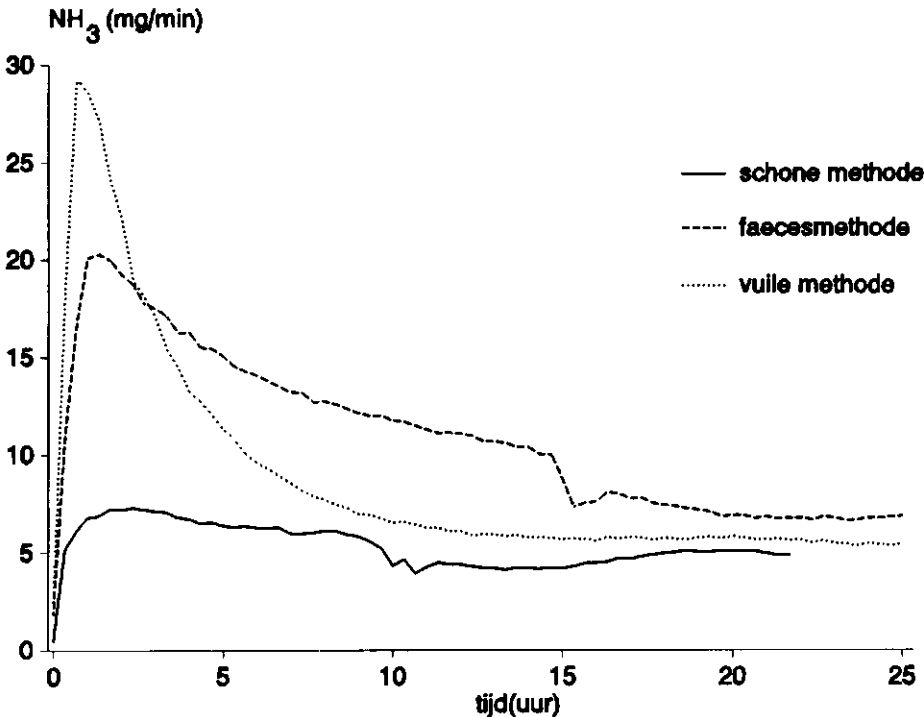


optreden van de plotselinge emissiedaling, geen variatie in het emissieverloop op. In figuur 5 is de emissie gecorrigeerd voor de stikstofconcentraties van de urine die bij de verschillende metingen werd gebruikt. De correctie werd uitgevoerd op de wijze, zoals die in paragraaf 2.5 beschreven staat. De correctie leidt tot een duidelijke verhoging van de ammoniakemissie voor de schone methode, maar nog steeds ontbreekt de emissiepiek.

### 3.2 Invloed vloervarianten op de emissie

In figuur 6 wordt de invloed van het vloertype op de emissie gegeven. Hierbij is nog geen correctie toegepast voor de verschillende stikstofconcentraties van de gebruikte urine. Ook bij deze metingen trad soms het verschijnsel op dat de emissie gedurende een korte periode lager was. Om een goede vergelijking mogelijk te maken, werd er voor gekozen om de meting te herhalen totdat een meting verkregen werd, waarbij het verschijnsel niet optrad. Overigens was, afgezien van dit 'emissiedal', het emissieverloop goed reproduceerbaar.

In de figuur is het opvallend dat voor de vloervarianten, naast de verschillende emissiepiekhoogten, ook de afnamesnelheden duidelijk van elkaar verschilden. Dit is nog beter te zien in figuur 7, waar de eerder beschreven correctie voor de stikstofconcentratie is toegepast. De emissie nam bij het stalen rooster na het bereiken van de piek veel langzamer af dan bij de andere vloervarianten. Bij dit rooster bleven na het sproeien van de urine over het roosteroppervlak urinedruppeltjes onderaan de spijlen hangen



Figuur 5 De gecorrigeerde ammoniakemissie voor de drie bevuilingsmethoden.  
Figure 5 Corrected ammonia emission for three methods of befouling.

## Verschenen rapporten

- 91-1 Dieën, J.H. van en A.A.J. Looije – Dimensionering van de werkplek bij het oogsten van tulpen in de broeierij.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 23 pp., f 17,50
- 91-2 Buitink, W.J. – Onderzoek naar technieken ter verbetering van de stalhygiëne.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 23 pp., f 20,00
- 91-3 Bijl, R.S. – Ontwikkeling van een vloeistofdispenser voor het lekvrij bevochtigen van planten.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 15 pp., f 20,00
- 91-4 Mol, R.M. de – BOSMest een beslissingsondersteunend systeem voor de optimalisering van de afzet en de verwerking van mest.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 180 pp., f 17,50
- 91-5 Bruins, M.A. – De ammoniakemissie tijdens en na het uitrijden van varkens-, runder- en kippemest.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 16 pp. (excl. bijlage), f 20,00
- 91-6 Hendrix, A.T.M. – De arbeidsbehoefte bij de teeltwisseling van op substraat geteelde meermaling oogstbare gewassen.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 51 pp., f 20,00
- 91-7 Aarnink, A. – Perspulp in het rantsoen van guste en dragende zeugen. Invloed op wateropname, mestkwaliteit en reproductie.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 43 pp., f 20,00
- 91-8 Aarnink, A. – Rekenmodel voor de waterbehoefte van vleesvarkens (FYSWA).  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 41 pp., f 20,00
- 91-9 Klarenbeek, J.V., Huijsmans, J.F.M., Pain, B.F. en V.R. Phillips – Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emission following the spreading of piggery wastes on arable land.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 28 pp., f 25,00
- 91-10 Swierstra D. e.a. – Ontwikkeling Modern Melkbedrijf.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 31 pp., f 20,00
- 91-12 Arts, W.M.W.F., Vliet, T. van, Telle, M.G. en P.J.W. ten Have – Berekeningsmethoden voor de leidingweerstand van mengmest.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 37 pp., f 20,00
- 91-13 Frénay, J.W. – Handleiding bij de Bouwtechnische Richtlijnen Mestbassins (HBRM 1991).  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 105 pp., f 25,00
- 91-14 Braak, N.J. van de en J.J.G. Breuer – Ventilatie in kassen.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 21 pp., f 20,00
- 91-15 Knies, P. – Drie kasverwarmingssystemen voor restwarmte.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 127 pp., f 35,00
- 91-16 Lokhorst, C. en H.W.J. Houwers – An automated oestrus detection system for sows in group housing.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 34 pp., f 25,00
- 91-17 Ouwerkerk, E.N.J. van en C.J.M. Scheepens – Temperatuur- en ventilatiebehoefte van gespeende biggen.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 16 pp., f 25,00

- 91-18 Lange, J.M. – Het energieverbruik op de Friese melkveebedrijven, nu en in de toekomst.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 69 pp., f 35,00
- 91-19 Braak, N.J. van de – Kasventilatie met verdampingskoeling.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 24 pp., f 20,00
- 91-20 Ipema, A.H., Ketelaar-de Lauwere, C.C. en J. Metz-Stefanowska – De invloed van zesmaal daags melken op melkproductie, technische aspecten en het gedrag van koeien.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 23 pp., f 20,00
- 91-21 Oude Vrielink, H.H.E. – Physical performance and fatigue.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 140 pp., f 40,00
- 91-22 Hoeksma P. – Voorkomen en bestrijden van schuimvorming bij de opslag van mengmest.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 29 pp., f 30,00
- 91-23 Bruins, M.A. – Onderzoek naar de ammoniakemissie bij toediening van aangezuurde, verdunde mest.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 16 pp., f 20,00
- 91-24 Werken, J. van de – De ontwikkeling van een onbemande emissie-arme spuit voor de fruitteelt (OOSEF).  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 26 pp., f 25,00
- 91-25 Letter, R. – De veiligheid van de trekkerchauffeur tijdens de toediening van gewasbeschermingsmiddelen in de fruitteelt.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 68 pp., f 25,00
- 92-1 Migchels, A. – Arbeidsbehoefte en arbeidsomstandigheden in de slachtkuikemesterij.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 40 pp., f 35,00
- 92-2 Bosma, A.H. – Techniek bij het inkuilen met korte veldperiode.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 48 pp., f 25,00
- 92-3 Elzing, A., Kroodsmas W., Scholtens, R. en G. Uenk – Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal. Theoretische beschouwingen.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 25 pp., f 30,00
- 92-4 Ketelaar-de Lauwere, C.C. – Het gebruik van een selectiepoort voor automatisch melken; de invloed op het gedrag en het welzijn van de koeien.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 34 pp., f 30,00
- 92-5 Huijs, J.P.G. en H.F. de Zwart – Optimalisering energiegebruik bij toepassing van warmtekrachtkoppeling en assimilatiebelichting bij tomaten.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 68 pp., f 30,00
- 92-6 Demmers, T.G.M., Hissink, M.G. en G.H. Uenk – Het drogen van pluimveemest in een droogtunnel en het effect hiervan op de ammoniakemissie.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 19 pp., f 20,00
- 92-7 Metz-Stefanowska, J., Rossing, W. en E. Benders – Efficiëntie van de overdracht van signalen van geïmplanteerde temperatuursensoren bij melkkoeien.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 23 pp., f 25,00
- 92-8 Loonen, J.W.G.M., Geurink, J.H., Hoekstra, H., Huijsmans, J.F.M. en H. Snijders – ProPro Noord-Brabant. Eindrapport Werkgroep Mestinjectie. Samenvatting drie jaar onderzoek emissie-arme mesttoediening.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport 92-8, CABO-DLO verslag 161, PR Rapport 140. 90 pp., f 25,00

- 92-9 Stanghellini, C., Bosma, A.H., De Lorenzi, F. and C. Werkhoven – Early detection of water stress in sub-humid climates.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 30 pp., f 35,00
- 92-10 Elzing, A., Swierstra, D., Uenk, G.H. en W. Kroodsma – Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: de invloed van vloervarianten.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 14 pp., f 25,00
- 92-11 Pompe, J.C.A.M., Holterman, H.J. en B.C.P.M. van Straelen – Technical aspects of pesticide application.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 84 pp., f 40,00
- 92-12 Demmers, T.G.M. – Beknopte gebruikershandleiding voor biowassers.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 16 pp., f 20,00
- 92-13 Metz-Stefanowska, J., Ketelaar-de Lauwere, C.C., Ipema, A.H. en P.J.M. Huijsmans – Beïnvloeding van het koevoer in de stal ten behoeve van het automatisch melken.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 26 pp., f 35,00
- 92-14 Frénay, J.W. en G.Chr. Bouquet – Ondergrondse betonnen opslagsystemen voor mengmest: voorstudie, ontwerp en uitvoering.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 128 pp., f 50,00
- 92-15 Dieën, J.H. van – Bruikbaarheid van elektromyografie in ergonomisch onderzoek met speciale referentie naar de lage-rugmuscultuur.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 60 pp., f 35,00
- 92-16 Haulm killing and damaging potatoes. Proceedings of the Meeting of the Section Engineering of the EAPR, 6-9 September 1992, Wieringerwerf.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 80 pp., f 35,00
- 93-1 Huis in 't Veld, J.W.H., Kroodsma, W. en S. van Westreenen – Vermindering ammoniakemissie uit een ligboxenstal door spoelen van de roosters.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 24 pp., f 25,00
- 93-3 Elzing, A. en W. Kroodsma – De relatie tussen ammoniakemissie en stikstofconcentratie in de urine van melkvee.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 24 pp., f 25,00
- 93-5 Dieën, J.H. van – Functional load of the low back.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 150 pp., f 40,00
- 93-6 Boer, W.J. de – Box Jenkins tijdreeksanalyse, toegepast op de resultaten van ammoniakemissiemetingen in een rundveestal.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 32 pp., f 30,00
- 93-7 Hoeksma, P., Scholtens, R. en A.J. van den Berg – Een milieuvriendelijk bedrijfsstelsel voor de varkenshouderij.  
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 33 pp., f 30,00

De rapporten kunt u **schriftelijk** bestellen door overmaking van het genoemde bedrag op Postbanknummer 3514771 ten name van IMAG-DLO te Wageningen, onder vermelding van het rapportnummer.

Reports must be ordered by transferring the appropriate amount (in Dutch Guilders) to the IMAG-DLO account, no. 3514771, at the Postbank, Wageningen, quoting the relevant report number(s)