



# Ammoniakemissie in een traditionele paardenstal met boxen en stro

G. Bruin (PR)  
C.M. Groenestein (IMAG-DLO)



## Samenvatting

Gedurende een periode van 7 maanden werd in een kunstmatig geventileerde stal met 6 paarden de ammoniakemissie gemeten. Daartoe werden de ammoniakconcentratie in de binnenkomende en uitgaande lucht, het ventilatiedebiet, de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur elke 3 minuten gemeten. Per uur zijn de waarden gemiddeld en gebruikt voor de verwerking. De paarden zijn gevoerd op een in de praktijk gebruikelijk niveau van 150% van de eiwitnorm. De ventilatie bedroeg gemiddeld 0.61 m<sup>3</sup> per kg lichaamsgewicht per uur. In de meetperiode kwamen zowel hoge als lage temperaturen voor. De bodem van de boxen bestond uit een klinkervloer. Hierdoor bleek een geringe hoeveelheid stikstof naar de grond te zijn uitgespoeld. De stijging van de minerale stikstof bleef echter beperkt tot de bovenste 20 cm van het grondbed en was gering in verhouding tot de totale hoeveelheid voor emissie beschikbare stikstof. Zonder uitspoeling zou de in de stal gemeten emissie waarschijnlijk nauwelijks hoger zijn geweest. Op dagen waarop mest uit de stal werd verwijderd bedroeg de emissie 6.6 kg ammoniak per paard per jaar. Op de andere dagen was de emissie lager. Gemiddeld bedroeg de in de stal gemeten emissie 4.9 kg ammoniak per paard per jaar, ongeveer de helft van het tot nu toe aangenomen niveau. Hierbij heeft een opwaartse correctie voor de overigens geringe uitspoeling plaats gevonden.



## Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (NO en NO<sub>2</sub>) en NH<sub>3</sub>, samen met hun reactieproducten, in het kort, SO<sub>x</sub>, NO<sub>y</sub> en NH<sub>x</sub> genoemd. In 1992 was 86% van de verzuring door NH<sub>x</sub> uit eigen land afkomstig en kwam 92% daarvan uit de landbouw. De bijdrage van NH<sub>x</sub> aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1993 47% (Heij en Schneider, 1995). De overheid heeft tot taak gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn (Notitie Milieu- en Ammoniakbeleid, 1993).

Maneges of stallen waar paarden zijn gehuisvest, liggen vaak in de directe nabijheid van natuurgebieden die gevoelig zijn voor verzuring, met name bossen. In het kader van het beleid ter vermindering van de ammoniakemissie wordt gewerkt met afstanden tot natuurobjecten die gevoelig zijn voor verzuring. Naarmate de afstand korter is mag er minder ammoniak worden uitgestoten. Voor paarden is de emissie per jaar geschat op basis van rantsoenberekeningen, waarbij, evenals bij rundvee, is aangenomen dat 12% van de uitgescheiden stikstof vervluchtigt. In de rantsoenberekeningen is uitgegaan van hoge eiwitgiften (>200% van de norm). In tabel 1 zijn de geldende emissiefactoren voor de paardenhouderij weergegeven. De indruk bestaat dat de berekende emissie per jaar voor paarden de werkelijkheid overschat. Het doel van het onderzoek was te komen tot een betere schatting van de ammoniakemissie voor paarden in een voor de praktijk gebruikelijk management.



## Materiaal en methoden

De proef is uitgevoerd in de periode tussen 1 juli 1996 en 1 februari 1997 met 6 KWPN-rijpaardmerries van 4 - 16 jaar met een gemiddeld gewicht van 585 kg.

In een ruimte van 7x25 m bevonden zich 6 boxen van 2.70 x 3.20 m. De vloeroppervlakte per dier bedroeg 8.6 m<sup>2</sup>. De bodem bestond uit klinkers. De stalrichting is schematisch weergegeven in bijlage 1. De stal werd mechanisch geventileerd met 2 ventilatoren (maximale ventilatie 7000 m<sup>3</sup>/uur). Klimaat, voeding, arbeid, aantal paarden en meetperiode waren afgestemd op de beoordelingsrichtlijn van de Werkgroep Emissiefactoren (bijlage 2). Eenmaal per week werden de boxen handmatig uitgemest (gemiddeld 28.3 kg per paard per dag met 36% droge stof). Dagelijks werd vers tarwestro in de boxen gestrooid (gemiddeld 9.2 kg per paard per dag).

De paarden zijn gevoerd naar constante conditie met een rantsoen van hooi en krachtvoer. De beoordelingsrichtlijn geeft aan dat de paarden tussen de 600 en 1200 gram ruw eiwit per dier per dag moeten opnemen. Aan deze eis is gedurende de meetperiode voldaan (tabel 2). Om zo dicht mogelijk bij de eiwitnorm (CVB, 1996) te voeren is gebruik gemaakt van eiwitarme voedermiddelen. Voor hooi moest het ruw eiwitgehalte liggen tussen 70 en 180 gram per kg, voor krachtvoer was een range van 120-250 gram per kg toegestaan. Hierdoor is toch nog op ongeveer 150% van de eiwitnorm gevoerd. In de paardenhouderij is dit een gebruikelijk niveau. Gemiddeld vertoonden de paarden gedurende de meetperiode een gewichtstoename van 35 kg. Het voer werd tweemaal daags verstrekt.

Water was onbepaald beschikbaar. Het waterverbruik werd geregistreerd met een volumemeter en dagelijks handmatig afgelezen (gemiddeld 47 liter per paard per dag).

Gedurende 6 dagen per week kregen de paarden paddockbeweging en arbeid aan een trainingsmolen. Gemiddeld verbleven de paarden hierbij 2.5 uur buiten de stal.

## Metingen

Gedurende de meetperiode zijn de volgende parameters continu (24 uur per dag) gemeten:

- NH<sub>3</sub>-concentratie van de uitgaande lucht (mg / m<sup>3</sup>);
- NH<sub>3</sub>-concentratie van de buitenlucht (mg / m<sup>3</sup>);
- Ventilatie-debiet (m<sup>3</sup> / uur);
- Relatieve luchtvochtigheid (RH) buiten en op twee plaatsen in de stal (binnenkomende en uitgaande lucht) (%);
- Temperatuur (T) buiten en op twee plaatsen in de stal (binnenkomende en uitgaande lucht) (°C).

De NH<sub>3</sub>-concentratie werd gemeten zoals beschreven door Scholtens (1993). Het ventilatie-debiet is gemeten met behulp van meetventilatoren in de ventilatiekokers voor de stalventilatoren. De temperatuur en de relatieve vochtigheid werden gemeten met temperatuur- en vochtsensoren. De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Een keer in de drie minuten werden de NH<sub>3</sub>-concentratie, het ventilatie-debiet, RH en T gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven.

Het ventilatie-debiet (m<sup>3</sup> / uur) is berekend als:

$$4.3 * \text{aantal pulsen per } 10 \text{ s} + 108$$

De emissie per paard per jaar (kg NH<sub>3</sub>) is, uitgaande van volledige bezetting van de stal gedurende het gehele jaar, berekend als:

$$365 * 24 * ((\text{NH}_3 \text{-concentratie in de uitgaande lucht} - \text{NH}_3 \text{-concentratie in de binnenkomende lucht}) * \text{ventilatie-debiet}) / 6 * 10^6.$$

De ammoniakconcentraties zijn gemiddelde waarden per uur. De formule is samengesteld uit 365 dagen in een jaar met 24 uren per dag vermenigvuldigt met de netto ammoniakemissie in mg per uur, gedeeld door 6 paarden en gedeeld door de omrekeningsfactor van mg naar kg.

Gedurende de meetperiode is 5 keer, direct voorafgaand aan het uitmesten, een luchtmonster genomen voor het bepalen van de hoeveelheid CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, en N<sub>2</sub>O, gassen die vrij kunnen komen bij microbiële activiteit in het strobed.

Voor een oordeel over de mate waarin stikstof is uitgespoeld door de klinkervloer naar het zandbed zijn na het beëindigen van de proef grondmonsters genomen uit de paardenboxen en als referentie ook uit de niet met mest belaste vloer voor de boxen. Uit de laag van 0-10 cm zijn per box 3 monsters genomen. Op de plaatsen met de hoogste waarde per box zijn bovendien monsters genomen op een diepte van 10-20 en 20-25 cm (1 per box). De totale hoeveelheid stikstof is bepaald volgens de voorschriften vermeld in "Soil and Plant Analysis part 5B" van de vakgroep "Soil Science and Plant Nutrition" van de LUW.





De apparatuur werd dagelijks gecontroleerd. De monitor werd eenmaal per week gekalibreerd met een standaardconcentratie NO gas. De meetwaarden zijn gecorrigeerd voor afwijkingen van de monitor. Correctie is uitgevoerd volgens een lineaire regressie van de tijd op de correctiefactor (gecorrigeerde waarde = oude waarde + (tijd / totaal) \* correctiefactor \* oude waarde). Uit de ijking van de convertors bleek dat voor de aanvang van de metingen gemiddeld 93% van de aangeboden NH<sub>3</sub> als NO<sub>x</sub> werd gemeten; na de meting was dat 90%.

### Resultaten

De totale meetperiode bedroeg 215 dagen. Door een storing in de apparatuur, de opening van het proefbedrijf en het organiseren van "Open dagen" zijn de gegevens van 11 dagen niet gebruikt bij de verwerking. De hoeveelheid CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, en N<sub>2</sub>O in de luchtmonsters, die genomen zijn direct voorafgaand aan het uitmesten, was zo laag dat deze waarden verder buiten beschouwing zijn gelaten.

### Ventilatie

Gedurende de eerste 3 weken van de meetperiode steeg het ventilatie-debiet bij temperaturen boven 15°C tot maxima van 2 m<sup>3</sup> per kg lichaamsgewicht per uur. Dit niveau is uitzonderlijk voor paarden en niet gebruikelijk in de in de praktijk voorkomende huisvestingssystemen. Dit is daarna teruggebracht tot een maximum van 1.3 m<sup>3</sup> per kg lichaamsgewicht per uur. Het minimum ventilatie-debiet was circa 0.3 m<sup>3</sup> per kg lichaamsgewicht per uur. Over de gehele periode bedroeg het ventilatie-debiet gemiddeld 0.73 m<sup>3</sup> per kg lichaamsgewicht per uur. Als het hoge ventilatieniveau van de eerste 3 weken niet wordt meegerekend was het ventilatie-debiet gemiddeld 0.61 m<sup>3</sup> per kg lichaamsgewicht per uur (tabel 3).

### Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

In tabel 4 zijn de gemiddelde waarden voor temperatuur en relatieve luchtvochtigheid vermeld. In de meetperiode hebben zich zowel hoge als lage temperaturen voorgedaan. De meest extreme waarden zijn buiten de stal gemeten. In de indirecte luchtinlaat werden de waarden afgevlakt. Gemiddeld steeg de temperatuur en daalde de relatieve luchtvochtigheid over het traject van buiten naar binnen en van binnen naar de uitlaat van de paardenstal.

### Grondmonsters

Gemiddeld zat er op een diepte van 10-20 cm in de grond uit de boxen 165 kg stikstof per 1000 m<sup>3</sup>. Buiten de boxen werd gemiddeld 28 kg stikstof per 1000 m<sup>3</sup> gemeten. Dit betekent dat er uitspoeling heeft plaats gevonden door de klinkervloer.

De toename van de hoeveelheid stikstof kon alleen worden waargenomen in de bovenste 20 cm van de bodem (tabel 6). Er bleek geen verschil te bestaan tussen de waarden op een diepte van 20-25 cm en de waarden uit het niet met mest belaste deel van de stal (sd = 21 kg per 1000 m<sup>3</sup> grond). Voor het schatten van de uitspoeling is derhalve alleen gebruik gemaakt van de waarden uit de bovenste 20 cm. In deze laag zit gemiddeld 147 kg stikstof per 1000 m<sup>3</sup> grond.

Er is een toename van 147 kg - 28 kg = 119 kg stikstof per 1000 m<sup>3</sup> grond. Per box betekent dit 8.6 m<sup>2</sup> \* 0.20 m \* 119 kg / 1000 m<sup>3</sup> = 205 gram stikstof in de laag van 0-20 cm. De paarden hebben gedurende 240 dagen gebruik gemaakt van de boxen. Per jaar betekent dit bij volledige huisvesting in de box een uitspoeling van (365 / 240) \* 205 gram = 329 gram stikstof naar de bodem. Door de diepere lagen op de plaatsen van de hoogste concentratie van de toplaag te bemonsteren moet deze 329 gram per paard per jaar als een overschatting van de werkelijke hoeveelheid worden beschouwd. Op grond van de spreiding tussen de waarnemingen lijkt een overschatting van 30% reëel (tweemaal de variatiecoëfficiënt).

Niet alle stikstof die uitspoelt naar de grond zou als ammoniak zijn geëmitteerd. Uitgaande van dezelfde aanname voor het emissiepercentage als uit mest (ongeveer 12%), betekent het een toename van de emissie met 0.12 x 329 g N = 39.46 g N of 17/14 x 39.46 g NH<sub>3</sub> = 47.91 g NH<sub>3</sub>. Als we rekening houden met een overschatting van 30% t.o.v. het gemiddelde blijft een mogelijke toename van de ammoniakemissie over van 0.7 x 47.91 g NH<sub>3</sub> = 34 g NH<sub>3</sub> per paard per jaar.



## Ammoniak

De emissie van ammoniak is over alle dagen, over dagen met alleen boxrust, en over dagen met en zonder uitmesten berekend (tabel 6). In fig. 1 is de gemiddelde ammoniakemissie weergegeven gedurende de meetperiode.

Het effect van uitspoeling naar de bodem op de emissie kan in verhouding tot het totale emissieniveau als klein worden beschouwd (0.8%). Als hier rekening mee wordt gehouden kan de totale emissie worden geschat op 4.9 kg NH<sub>3</sub> per paard per jaar. Dit niveau is gebaseerd op 365 staldagen per jaar.

Er zijn grote verschillen tussen de dagen. De dagen waarop wordt uitgemest onderscheiden zich door een grotere emissie, veroorzaakt door de sterke stijging gedurende de korte periode van uitmesten. De dagen waarop niet wordt uitgemest laten nauwelijks verschillen zien. De dagen met de grootst mogelijk rust, met paarden binnen en alleen voeren, laten geen lager niveau zien dan de dagen waarop een "normaal" management, met verzorging en beweging van de paarden, in de stal werd gevoerd.

In fig. 2 is een voorbeeld gegeven van het verloop van de emissie per paard per dag, van de temperatuur en van de ventilatie. Door de lage buitentemperatuur werd minimaal geventileerd. De emissie laat een dagritme zien. De hoge emissie op 7 januari is veroorzaakt door het uitmesten (fig. 3). Opvallend is de daling van de emissie en de staltemperatuur zodra de paarden uit de stal verdwijnen (fig. 4). In bijlage 3 is een overzicht gegeven van een aantal gegevens op dagniveau.

### Discussie

De gemiddelde emissie voor een volwassen paard bedroeg bij volledig verblijf in de stal 4.9 kg NH<sub>3</sub> per paard per jaar. Dit is ongeveer de helft van de huidige norm. Een aantal factoren kan hierop van invloed zijn. De nu gebruikte norm is gebaseerd op een aanname bij rundvee. Verschillen in de fysiologie van het maagdarmkanaal, met als gevolg een andere structuur van de mest, spelen wellicht een rol bij de emissie van ammoniak. Ook is de berekening gebaseerd op een eiwitniveau in het rantsoen van meer dan 200% van de norm.

Daarnaast speelt het gebruik van strooisel waarschijnlijk een rol van betekenis. Een verandering van de activiteit lijkt effect te hebben op de emissie. Het meest duidelijk komt dit naar voren tijdens het uitmesten (stijging) en na het verwijderen van de paarden uit de stal (daling). In dit laatste geval moet er ook rekening mee worden gehouden dat de paarden op dat moment niet meer in de stal mesten. Naarmate er meer in het strobed wordt geroerd stijgt de emissie. De fluctuaties binnen dagen worden waarschijnlijk voor een groot deel door dit soort acties veroorzaakt. Het uiteindelijke effect van strogebruik op de ammoniakemissie is echter niet bekend. Ook is niet bekend wat de emissie zou zijn zonder gebruik van stro (geen of ander strooisel).

De fluctuaties binnen dagen komen slechts beperkt tot uiting in schommelingen van het daggemiddelde. Alleen als de verandering groot en/of voldoende langdurig is zien we een verandering in het gemiddelde van een dag (24 waarnemingen). Dit is alleen het geval op dagen waarop wordt uitgemest.

Het is in de praktijk niet eenvoudig om paarden op de norm voor eiwit te voeren. De gebruikelijke voedermiddelen zijn voor paarden al snel "eiwitrijk". De meeste paarden worden dan ook boven de norm gevoerd. In dit experiment is op circa 150% van de eiwitnorm gevoerd. Dit is een voor de praktijk gebruikelijk niveau, hogere niveaus komen echter ook voor. In de paardenhouderij is er ruimte om het eiwitniveau in het rantsoen te verlagen. Verwacht mag worden dat bij een lager eiwitniveau in het rantsoen een lagere emissie dan 4.9 kg ammoniak per paard per jaar kan worden gerealiseerd.



**Tabel 1** Emissiefactoren voor de paardenhouderij (kg NH<sub>3</sub> per dier per jaar) (Werkgroep emissiefactoren)

	emissiefactor	
Paarden	9.3	Volwassen paard zonder grasland (12 mnd stal)
	4.6	Volwassen paard met grasland (6 mnd stal)
	3.9	Paarden in opfok (jonger dan 3 jaar)
Pony's	5.7	Volwassen pony zonder grasland (12 mnd stal)
	2.9	Volwassen pony met grasland (6 mnd stal)
	2.4	Pony in opfok (jonger dan 3 jaar)

**Tabel 2** Gemiddelde waarden van gewicht, conditie, energieopname (VEP), opname van verteerbaar ruw eiwit (VRE) en opname van ruw eiwit (RE)

Paard	Gewicht	VEP	VRE	RE
57	570	4990	591	803
116	568	5064	600	815
393	571	5339	633	860
526	596	5686	673	914
583	636	5743	679	922
608	568	5041	597	811

**Tabel 3** Ventilatie-debiet (m<sup>3</sup> / kg \* uur) voor de totale periode en voor de periode zonder de eerste 3 weken met een extreem hoge ventilatie (minimum, maximum en gemiddelde)

	Totale periode	Periode exclusief de eerste 3 weken
Minimum	0.24	0.31
Maximum	1.89	1.28
Gemiddelde	0.73	0.61



**Tabel 4** Gemiddelde temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid (%) van de buitenlucht, de binnenkomende lucht (inlaat) en de uitgaande lucht (uitlaat) gedurende de meetperiode

	Buiten	Inlaat	Uitlaat
Gemiddelde temperatuur	7.3	8.0	11.7
Maximum temperatuur	31.2	20.8	26.9
Minimum temperatuur	-16.7	-15.1	-5.9
Gemiddelde rel. vochtigheid	94	82	76
Maximum rel. vochtigheid	100	98	92
Minimum rel. vochtigheid	32	40	53

**Tabel 5** Totale hoeveelheid minerale stikstof op verschillende diepten in de grond in en buiten de boxen (kg per 1000 m<sup>3</sup> grond, "Soil and Plant Analysis part 5B", Vakgroep "Soil Science and Plant Nutrition", LUW)

	Buiten de boxen	Diepte 0-10	Diepte 10-20	Diepte 20-25
Gemiddeld	28	129	165	45

**Tabel 6** Gemiddelde ammoniakemissie over alle dagen, over de periode zonder de eerste 3 weken, op dagen met alleen boxrust, en op dagen met en zonder uitmesten berekend

Gemiddelde over:	Zonder de eerste 3 weken		Inclusief de eerste 3 weken	
	Kg NH <sub>3</sub> per paard per jaar	Aantal dagen	Kg NH <sub>3</sub> per paard per jaar	Aantal dagen
Alle dagen	4.90	181	5.04	204
Niet uitmesten	4.75	140	4.65	155
Paarden binnen, alleen voeren	4.60	31	4.93	35
Paarden buiten, niet uitmesten	4.66	124	4.75	140
Uitmesten	6.59	23	6.78	26





Fig. 1. Gemiddelde emissie (kg NH<sub>3</sub> per paard per jaar, 181 dagen)

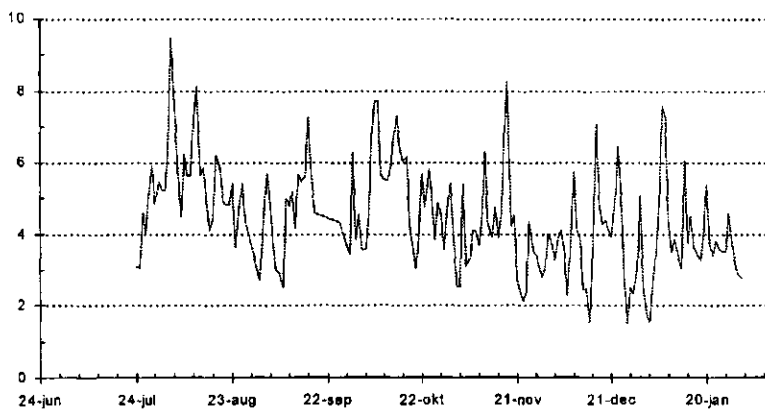


Fig. 2. Emissie 7/1 t/m 12/1 1996 (ventilatie in m<sup>3</sup>/uur, emissie in kg NH<sub>3</sub> per paard per jaar, temperatuur in °C)

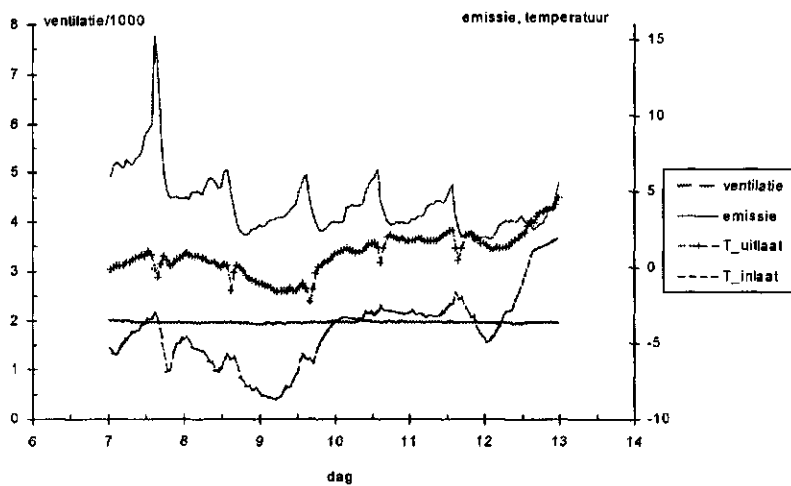




Fig. 3 Emissie 7 januari 1996 (ventilatie in m<sup>3</sup>/uur, emissie in kg NH<sub>3</sub> per paard per jaar, temperatuur in °C)

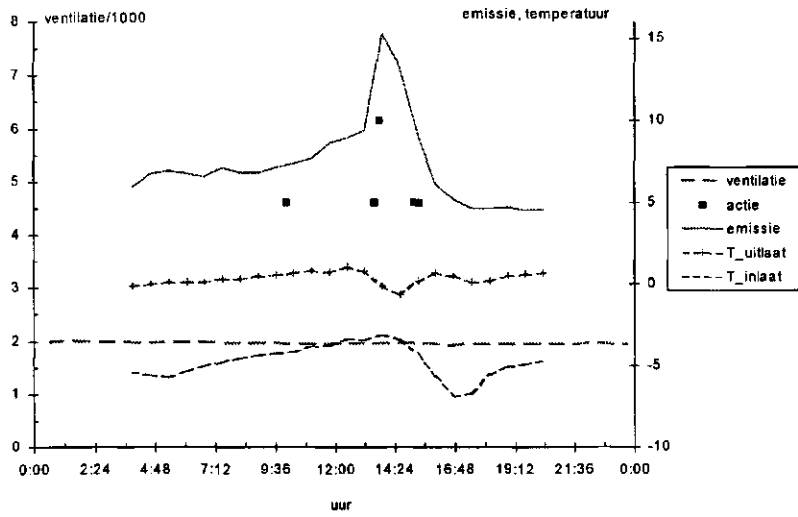
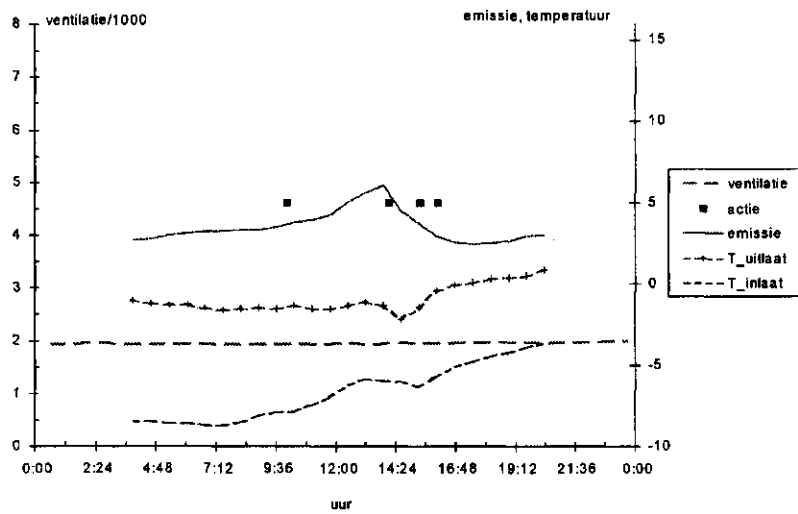


Fig. 4 Emissie 9 januari 1996 (ventilatie in m<sup>3</sup>/uur, emissie in kg NH<sub>3</sub> per paard per jaar, temperatuur in °C)





## Overzicht van de gegevens per dag

Datum	Dag nummer	Aantal waarnemingen	Temperatuur stal (°C)	Temperatuur buiten (°C)	Ventilatie (m <sup>3</sup> /uur)	Concentratie (mg/ m <sup>3</sup> )	Emissie (g/d)
1-07-96	0	24	15.4	14.5	6227	0.46	66.15
2-07-96	1	24	14.8	13.2	5765	0.28	33.40
3-07-96	2	24	16.1	15.5	6031	0.50	64.68
4-07-96	3	24	16.7	16.1	6452	0.54	82.15
5-07-96	4	24	16.1	15.0	6141	0.53	76.72
6-07-96	5	24	14.7	12.5	5851	0.42	57.58
7-07-96	6	24	15.4	13.5	5155	0.89	109.73
8-07-96	7	24	14.7	12.4	5521	0.89	115.04
9-07-96	8	24	15.2	14.1	5939	0.64	86.00
10-07-96	9	24	16.0	14.2	6333	0.59	89.41
11-07-96	10	24	17.5	16.9	6025	0.74	100.43
12-07-96	11	24	18.5	17.6	6322	0.88	126.84
13-07-96	12	24	18.3	17.7	6329	0.87	127.50
14-07-96	13	24	18.5	17.3	6340	0.88	132.18
15-07-96	14	24	17.1	15.6	6210	0.99	147.79
16-07-96	15	24	16.5	14.3	6259	0.49	73.36
17-07-96	16	24	16.7	14.5	5985	0.61	87.51
18-07-96	17	24	15.9	13.7	6276	0.63	94.96
19-07-96	18	24	17.3	15.6	5496	0.89	112.17
20-07-96	19	24	18.9	18.3	5889	0.90	125.47
21-07-96	20	24	20.3	19.8	6216	1.24	183.04
22-07-96	21	24	21.9	22.6	5305	1.15	141.49
23-07-96	22	24	22.6	19.6	1557	2.81	93.46
24-07-96	23	24	19.7	15.8	1233	2.03	56.04
25-07-96	24	24	19.7	15.7	1153	2.00	54.59
26-07-96	25	24	20.5	18.0	1565	2.53	83.51
27-07-96	26	24	20.8	16.1	1144	2.65	71.85
28-07-96	27	24	19.9	15.2	1395	2.86	94.95
29-07-96	28	24	20.9	18.4	2155	2.38	106.89
30-07-96	29	24	20.2	17.9	2574	1.53	87.52
31-07-96	30	24	19.7	17.5	2297	1.83	98.79
1-08-96	31	24	19.2	16.8	2230	1.86	94.90
2-08-96	32	24	18.9	16.0	2489	1.70	94.17
3-08-96	33	24	19.6	16.1	2661	1.86	113.25
4-08-96	34	24	20.1	16.9	2842	2.55	171.18
5-08-96	35	24	20.6	18.7	2779	2.42	138.83
6-08-96	36	24	20.2	17.3	2408	1.82	101.89
7-08-96	37	24	19.0	15.0	2041	1.69	80.74
8-08-96	38	24	19.8	17.8	2480	1.96	112.53
9-08-96	39	24	21.4	20.2	2999	1.60	101.20
10-08-96	40	24	21.9	21.2	2987	1.46	101.57
11-08-96	41	24	21.4	18.1	2628	2.05	128.63
12-08-96	42	24	20.6	17.1	2543	2.41	146.61
13-08-96	43	24	20.8	18.5	2786	1.54	101.67
14-08-96	44	24	20.5	17.9	3120	1.42	105.47
15-08-96	45	24	20.2	17.6	3078	1.22	89.20
16-08-96	46	24	19.5	16.9	2783	1.13	74.02
17-08-96	47	24	19.8	17.0	2935	1.13	79.75
18-08-96	48	24	21.0	18.4	3218	1.44	111.67
19-08-96	49	24	22.3	21.6	3605	1.28	107.00
20-08-96	50	24	23.1	22.6	3697	1.05	88.63
21-08-96	51	24	21.8	19.5	3245	1.15	87.06
22-08-96	52	24	21.0	18.9	3172	1.18	87.18
23-08-96	53	24	20.9	18.7	3042	1.39	97.64
24-08-96	54	24	19.9	16.5	2627	1.09	65.48
25-08-96	55	24	19.0	15.6	2435	1.42	81.50
26-08-96	56	24	18.9	15.8	2599	1.62	97.59
27-08-96	57	24	19.0	14.9	2587	1.26	78.61
28-08-96	58	24	18.9	14.5	2338	0.81	39.00
29-08-96	59	24	18.3	14.0	2137	1.21	61.69
30-08-96	60	24	17.9	15.1	2370	0.82	46.02
31-08-96	61	24	17.9	14.2	2330	0.55	29.89



## PR - Rapport 169

Datum	Dag nummer	Aantal waarnemingen	Temperatuur stal (°C)	Temperatuur buiten (°C)	Ventilatie (m <sup>3</sup> /uur)	Concentratie (mg/ m <sup>3</sup> )	Emissie (g/d)
1-09-96	62	24	17.9	13.8	2233	0.90	48.64
2-09-96	63	24	17.8	13.6	2507	1.40	84.13
3-09-96	64	24	18.4	14.4	2689	1.58	102.77
4-09-96	65	24	18.1	14.1	2355	1.57	87.96
5-09-96	66	24	18.5	14.4	2669	1.03	65.62
6-09-96	67	24	17.8	13.4	2495	0.94	54.45
7-09-96	68	24	16.7	11.3	2375	0.92	52.76
8-09-96	69	24	16.9	12.2	2361	0.81	44.95
9-09-96	70	24	17.9	14.0	2604	1.38	90.65
10-09-96	71	24	17.3	13.5	2126	1.71	86.75
11-09-96	72	24	16.5	13.1	2064	1.91	93.72
12-09-96	73	24	16.1	12.1	2092	1.50	75.32
13-09-96	74	24	16.1	12.1	2067	2.13	102.53
14-09-96	75	24	17.2	13.4	2187	1.90	99.08
15-09-96	76	24	17.1	12.7	2211	1.89	101.70
16-09-96	77	24	16.3	11.4	2219	2.46	131.11
17-09-96	78	24	15.2	10.4	2253	1.91	101.94
18-09-96	79	24	15.3	11.3	2056	1.70	82.84
19-09-96	80	24	14.0	9.3	1997	1.40	66.79
20-09-96	81	24	14.3	10.1	2063	1.48	73.47
21-09-96	82	24	14.0	9.8	2008		
22-09-96	83	24	14.4	9.0	2001		
23-09-96	84	24	14.8	10.7	2009		
24-09-96	85	24	15.1	10.9	2054	1.53	71.68
25-09-96	86	24	14.9	10.8	2107	1.67	81.18
26-09-96	87	24	15.8	12.5	2167	1.59	78.27
27-09-96	88	24	16.7	13.8	2139	1.47	72.85
28-09-96	89	24	15.8	12.5	2007	1.40	66.17
29-09-96	90	24	16.0	13.7	2098	1.23	61.93
30-09-96	91	24	17.4	15.2	2275	2.07	113.08
1-10-96	92	24	15.2	10.4	1991	1.48	69.43
2-10-96	93	24	14.6	10.1	2157	1.63	82.36
3-10-96	94	24	14.5	11.0	2021	1.37	64.06
4-10-96	95	24	14.7	11.5	2015	1.34	64.33
5-10-96	96	24	14.4	9.7	2021	1.68	80.97
6-10-96	97	24	14.4	9.3	2028	2.50	121.52
7-10-96	98	24	14.7	10.3	2073	2.88	139.34
8-10-96	99	24	14.5	10.3	2001	2.94	139.15
9-10-96	100	24	15.7	12.0	2004	2.17	102.24
10-10-96	101	24	15.3	11.7	2006	2.10	99.62
11-10-96	102	24	14.8	10.9	2001	2.11	99.44
12-10-96	103	24	14.6	10.0	2003	2.25	106.35
13-10-96	104	24	14.9	10.6	2215	2.35	120.23
14-10-96	105	24	16.3	13.6	2339	2.43	132.16
15-10-96	106	24	15.9	12.3	2030	2.44	116.65
16-10-96	107	24	14.4	9.8	1997	2.32	108.87
17-10-96	108	24	13.3	8.5	1994	2.37	111.03
18-10-96	109	24	13.0	8.0	1990	1.62	75.25
19-10-96	110	24	14.1	11.1	2039	1.32	64.36
20-10-96	111	24	14.7	11.4	2007	1.16	55.38
21-10-96	112	24	15.1	12.3	2021	1.44	69.55
22-10-96	113	24	14.2	9.9	2031	2.11	102.19
23-10-96	114	24	13.9	8.8	2047	1.80	86.16
24-10-96	115	24	13.0	7.8	2012	2.21	104.75
25-10-96	116	24	13.5	9.3	2007	1.94	90.76
26-10-96	117	24	14.1	10.3	2005	1.49	69.69
27-10-96	118	24	13.7	9.6	2007	1.85	88.10
28-10-96	119	24	15.0	13.1	1995	1.77	83.20
29-10-96	120	24	13.0	10.2	2009	1.32	63.87
30-10-96	121	24	12.2	9.3	2000	1.73	83.05
31-10-96	122	24	12.5	8.7	1976	2.10	97.72





## PR - Rapport 169

Datum	Dag nummer	Aantal waarnemingen	Temperatuur stal (°C)	Temperatuur buiten (°C)	Ventilatie (m <sup>3</sup> /uur)	Concentratie (mg/ m <sup>3</sup> )	Emissie (g/d)
1-11-96	123	24	13.4	10.6	1996	1.42	67.54
2-11-96	124	24	14.4	13.1	2029	0.95	46.03
3-11-96	125	24	15.2	13.8	2055	0.92	45.53
4-11-96	126	24	15.2	12.8	2001	2.10	96.95
5-11-96	127	24	12.8	9.7	2019	1.18	56.12
6-11-96	128	24	12.4	10.5	2052	1.22	59.70
7-11-96	129	24	12.7	8.7	2006	1.56	74.21
8-11-96	130	24	11.0	5.0	1990	1.56	73.82
9-11-96	131	24	10.6	6.6	2000	1.40	66.77
10-11-96	132	24	11.2	5.4	2012	1.69	79.49
11-11-96	133	24	11.1	6.4	2006	2.39	113.96
12-11-96	134	24	12.1	8.3	2002	1.66	77.53
13-11-96	135	24	11.0	6.2	2006	1.46	70.49
14-11-96	136	24	9.9	3.5	1985	1.82	85.56
15-11-96	137	24	7.5	0.1	1968	1.53	70.87
16-11-96	138	24	8.1	1.8	1969	1.77	82.54
17-11-96	139	24	8.1	1.2	1973	2.60	121.19
18-11-96	140	24	8.9	3.3	1985	3.16	149.00
19-11-96	141	24	8.8	3.1	2005	1.68	76.25
20-11-96	142	24	8.8	4.3	2022	1.74	82.08
21-11-96	143	24	7.6	3.1	2002	1.03	49.47
22-11-96	144	24	7.2	3.3	2013	0.90	42.97
23-11-96	145	24	6.8	1.8	1992	0.82	38.43
24-11-96	146	24	7.0	0.8	1982	0.91	43.22
25-11-96	147	24	7.9	2.8	1997	1.71	78.21
26-11-96	148	24	8.4	3.1	2021	1.32	63.00
27-11-96	149	24	7.1	1.1	2006	1.28	61.72
28-11-96	150	24	7.4	1.9	1990	1.20	56.56
29-11-96	151	24	6.9	1.9	1986	1.11	50.77
30-11-96	152	24	8.0	3.5	2015	1.13	54.82
1-12-96	153	24	8.0	4.0	2029	1.48	72.49
2-12-96	154	24	8.5	6.3	2053	1.48	68.88
3-12-96	155	24	8.9	5.0	2043	1.26	59.46
4-12-96	156	24	9.5	6.1	2038	1.47	70.70
5-12-96	157	24	9.2	4.2	2040	1.57	74.14
6-12-96	158	24	9.0	4.1	2032	1.36	63.75
7-12-96	159	24	9.6	4.4	2034	0.88	41.50
8-12-96	160	24	8.6	1.6	2027	1.33	62.44
9-12-96	161	24	6.9	-0.4	2014	2.21	103.95
10-12-96	162	24	6.0	-0.8	2004	1.58	74.22
11-12-96	163	24	5.5	-1.4	2009	1.45	69.16
12-12-96	164	24	4.9	-1.5	2003	1.37	43.84
13-12-96	165	24	5.7	0.3	2004	0.96	44.53
14-12-96	166	24	5.0	-0.7	1993	0.60	27.90
15-12-96	167	24	7.8	5.1	2013	1.16	56.10
16-12-96	168	24	8.5	3.5	2022	2.67	127.24
17-12-96	169	24	7.9	2.7	2022	1.89	88.57
18-12-96	170	24	8.3	4.0	2037	1.64	77.22
19-12-96	171	24	8.7	3.8	2052	1.66	79.60
20-12-96	172	24	5.8	-1.0	2023	1.58	74.09
21-12-96	173	24	3.4	-4.8	1979	1.50	71.19
22-12-96	174	24	2.8	-4.1	1952	1.91	89.81
23-12-96	175	24	2.4	-4.0	1960	2.48	116.99
24-12-96	176	24	2.3	-4.9	1964	1.89	89.61
25-12-96	177	24	3.1	-3.5	1967	1.05	50.29
26-12-96	178	24	1.1	-7.4	1950	0.58	27.07
27-12-96	179	24	1.4	-5.8	1972	1.00	45.12
28-12-96	180	24	-0.7	-9.5	1952	0.91	42.20
29-12-96	181	24	0.7	-4.3	1979	1.18	55.81
30-12-96	182	24	3.9	-1.9	2000	1.98	91.57
31-12-96	183	24	-1.2	-10.7	1959	0.95	44.96



Datum	Dag nummer	Aantal waarnemingen	Temperatuur stal (°C)	Temperatuur buiten (°C)	Ventilatie (m <sup>3</sup> /uur)	Concentratie (mg/ m <sup>3</sup> )	Emissie (g/d)
1-01-97	184	24	-3.0	-12.2	1976	0.67	31.97
2-01-97	185	24	-4.2	-14.1	2002	0.61	27.68
3-01-97	186	24	-2.3	-8.5	1984	0.98	45.84
4-01-97	187	24	0.2	-4.9	1983	1.35	64.93
5-01-97	188	24	0.2	-7.2	1974	1.81	86.55
6-01-97	189	24	-0.4	-7.7	1972	2.86	136.75
7-01-97	190	24	0.4	-5.6	1969	2.77	131.57
8-01-97	191	24	0.0	-7.7	1948	1.68	77.88
9-01-97	192	24	-0.9	-7.6	1949	1.35	63.25
10-01-97	193	24	1.4	-3.9	1973	1.50	69.82
11-01-97	194	24	1.8	-4.0	1966	1.33	59.40
12-01-97	195	24	2.5	-1.8	1954	1.25	55.24
13-01-97	196	24	5.3	2.3	1959	2.38	109.38
14-01-97	197	24	5.2	1.3	1944	1.52	67.64
15-01-97	198	24	4.0	-1.5	1940	1.81	81.70
16-01-97	199	24	3.7	-1.7	1968	1.47	65.04
17-01-97	200	24	4.5	0.5	1954	1.37	61.44
18-01-97	201	24	6.9	3.8	1972	1.28	58.89
19-01-97	202	24	6.9	1.9	2016	1.56	73.12
20-01-97	203	24	6.0	1.2	2018	2.03	97.51
21-01-97	204	24	5.3	0.6	2011	1.42	66.35
22-01-97	205	24	6.3	2.9	2001	1.32	61.29
23-01-97	206	24	7.4	3.6	2016	1.46	68.52
24-01-97	207	24	6.4	1.3	1958	1.44	64.15
25-01-97	208	24	5.6	0.2	1969	1.39	63.42
26-01-97	209	24	5.6	-0.4	1924	1.35	63.42
27-01-97	210	24	3.6	-2.9	1859	1.82	83.06
28-01-97	211	24	5.3	1.5	1846	1.53	67.94
29-01-97	212	24	6.1	1.8	1852	1.29	58.36
30-01-97	213	24	6.1	1.9	1843	1.20	52.17
31-01-97	214	24	6.5	1.6	1843	1.13	50.55



## Literatuur

1. Centraal Veevoederbureau. Het definitieve VEP- en VREp-systeem. CVB-documentatierapport nr 15, 1996.
2. Heij, G.J., T. Schneider. Dutch priority program on acidification. Final report third phase Additional program on acidification no. 300-05, 1995.
3. Notitie Milieu- en Ammoniakemissie, Ministerie van LNV, 1993.
4. Scholtens R. NH<sub>3</sub>-converter + NO<sub>x</sub>-analyzer. In: E.N.J. van Ouwerkerk (ed.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16: 19-22 en 59-62, DLO, Wageningen, 1993.