

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmestaanwending

- het effect van onderwerken van varkensmengmest op bouwland II

M.J.C. de Bode

De uitkomsten van dit onderzoek gelden alleen voor de omstandigheden, waaronder de experimenten plaats vonden. Onderlinge vergelijking tussen de cijfers van verschillende meetrapporten is niet zonder meer mogelijk.

Datum: december 1990

Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Postbus 59, 6700 AB Wageningen

INHOUD

1 INLEIDING	2
2 METHODE	3
2.1 Opzet	3
2.2 Uitvoering	3
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	5
3.1 Weersomstandigheden	5
3.2 Mestsamenstelling	5
3.3 Ammoniakvervluchting	6
4 CONCLUSIE	8
LITERATUUR	8
Bijlage I de emissiesnelheid per meetperiode	9
Bijlage II de micrometeorologische methode	11
Bijlage III weersomstandigheden tijdens het experiment	14

1 INLEIDING

In opdracht van de begeleidingscommissie voor het intensivering-onderzoek heeft de meetploeg, die door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is ingesteld, de emissie bij aanwending van varkensmengmest op bouwland onderzocht. Met name het effect van onderwerken van de mest op de ammoniakemissie is onderzocht.

In dit experiment is de vermindering van de ammoniakemissie bij onderwerken in dezelfde werkgang als de mestaanwending vergeleken met de vermindering van de ammoniakemissie bij onderwerken in een tweede werkgang direct na de mestaanwending.

Dit experiment is een herhaling van een eerder uitgevoerd experiment, dat in meetploegverslag 34506-2500 is gerapporteerd.

2 METHODE

2.1 Opzet

De varkensmengmest, die in dit experiment is gebruikt, was afkomstig van mestvarkens. Het experiment is uitgevoerd op een perceel tarweland, waarvan de tarwe drie weken voor het experiment was geoogst. De grondsoort van het perceel was rivierklei.

In dit experiment is van drie manieren van onderwerken de ammoniakemissie tot 96 uur na onderwerken gemeten. De gebruikte onderwerkmethoden waren: mestinjectie in dezelfde werkgang gevolgd door een triltandcultivator (Kongskilde), oppervlakkige aanwending direct daarna in een tweede werkgang gevolgd door dezelfde triltandcultivator, die bij de mestinjectie werd gebruikt en oppervlakkige aanwending direct daarna in een tweede werkgang gevolgd door een vaste tandcultivator. De ammoniakemissie na deze drie manieren van onderwerken is vergeleken met de ammoniakemissie na oppervlakkige aanwending zonder de mest daarna onder te werken.

Elke aanwendungsmethode werd op een proefveld van ongeveer 0,15 ha uitgevoerd. Hierbij is geprobeerd op elk veld $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ varkensmengmest te verspreiden.

Factoren die de emissie kunnen beïnvloeden zijn voor de vier velden zoveel mogelijk gelijk gehouden. De experimenten zijn daarom ongeveer gelijktijdig gestart zodat verschillen in weersinvloeden op de individuele metingen uitgesloten kunnen worden.

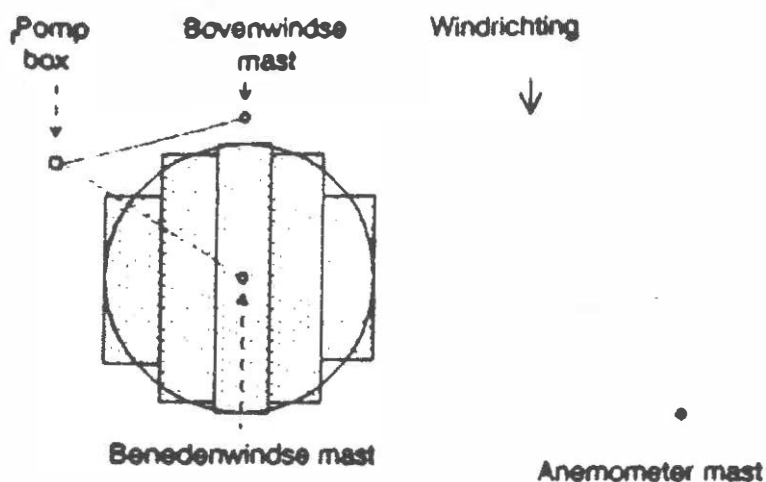
Uit voorgaand onderzoek (Pain and Klarenbeek, 1988) is gebleken dat de emissie direct na het verspreiden van de mest snel verloopt. Om het verloop van de emissie te meten, moeten de monsternamperiodes direct na het verspreiden van de mest kort zijn. Gekozen is voor de volgende monsternamperiodes: 0- $\frac{1}{2}$ uur, $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ uur, $1\frac{1}{2}$ -3 uur, 3-6 uur, 6 uur-schemering, schemering-zonsopkomst, zonsopkomst-48 uur, 48-72 uur en 72-96 uur na uitrijden.

De ammoniakemissie vanaf de proefvelden is bepaald d.m.v. micro-meteorologische massabalansmethode. In bijlage II is deze methode nader uiteengezet.

2.2 Uitvoering

De emissie vanaf het veld is bepaald met meetmasten van 3,5 m hoogte. Per veld zijn twee masten opgesteld: een mast aan de rand van het veld, in de richting waar de wind vandaan komt (bovenwinds) en een mast in het midden van het veld (Figuur 1). De hoeveelheid ammoniak, die vanaf het veld vervluchtigde, is met deze twee masten bepaald. Met de mast aan de rand van het veld, is de hoeveelheid ammoniak, die door de wind het veld werd ingevoerd, bepaald. Met de mast in het midden van het veld is de hoeveelheid ammoniak in de lucht bepaald, nadat de lucht over de helft van het veld is geblazen. Uit het verschil tussen de hoeveelheid ammoniak, die over het midden van het veld waaide en die het veld inwaaide, is de emissie berekend.

Voor de bepaling van de hoeveelheid ammoniak in de lucht is de ammoniak op verschillende hoogten van de mast opgevangen. Hiervoor zijn aan de mast flesjes bevestigd, die met opvangvloeistof zijn gevuld. Als opvangvloeistof is salpeterzuur gekozen. Met behulp van een pomp is lucht door de flesjes met opvangvloeistof gezogen, waarbij de ammoniak in het salpeterzuur achterblijft. In het laboratorium is vervolgens de ammoniumconcentratie in het salpeterzuur bepaald. Uit deze concentratie en uit de windsnelheden tijdens de waarnemingen kan de hoeveelheid ammoniak, die uit de mest is vervluchtigd, worden berekend. Een uitvoerige beschrijving van de meetmethode is te vinden in bijlage II.



Figuur 1: proefveld lay-out voor de micrometeorologische massabalansmethode

Van de mest die wordt verspreid, wordt voor het uitrijden een monster in drievoud genomen. Dit mestmonster wordt geanalyseerd op : totaalstikstof (ammonium + organisch gebonden), ammonium, zuurgraad, fofaat, kali, droge stof, asgehalte en vluchtige vetzuren.

Voor een goede beschrijving van de omstandigheden, waaronder de experimenten zijn uitgevoerd zijn vlak voor de mestaanwending de vochtigheid van de bodem en de hoogte van het gewas gemeten. Naast de bodemtoestand zijn ook de weersomstandigheden belangrijk voor de emissie van ammoniak. Daarom zijn de volgende weergegevens continu geregistreerd:

- windsnelheid op 0,25, 0,50, 0,80, 1,25, 2,00 en 3,25 m hoogte;
- windrichting;
- regenval;
- luchttemperatuur op 150 cm en 5 cm hoogte;
- oppervlaktetemperatuur;
- bodemtemperatuur op 5 cm onder het maaiveld;
- globale straling;
- luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte.

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Het experiment is uitgevoerd van 10 september 1990 tot en met 14 september 1990. De vier velden zijn op 10 september tussen 9:30 uur en 10:45 uur bemest. Vervolgens is de ammoniakemissie tot 96 uur na aanwending gemeten.

De tarwe was drie weken voor het experiment geoogst. Op het land lag nog veel los stro. De stoppellengte op de proefvelden lag tussen de 8 en 12 cm.

Bij de gegevensverwerking bleek dat in de registratie van de meteorologische gegevens een storing was opgetreden, waardoor de gegevens niet zijn opgeslagen. In plaats hiervan is gebruik gemaakt van de gegevens van het proefbedrijf "De Vijf Roeden", dat op ongeveer 10 km afstand ligt.

3.1 Weersomstandigheden

Anderhalf uur nadat alle proefvelden waren bemest begon het te regenen. Deze regen hield ruim acht uur aan, in welke tijd er ongeveer 15 mm regen viel. Naast regen was het weer ook onaangenaam door de lage temperatuur (de maximumtemperatuur bedroeg slechts 16°C) en de harde wind. De gemiddelde windsnelheid op 2 m hoogte was in de eerste uren na het uitrijden ongeveer 6 m/s.

De resterende dagen van het experiment was het overdag ongeveer 20°C en in de nacht daalde de temperatuur tot 5°C. De wind nam in de loop van de dagen af tot een licht briesje, de windsnelheid op 2 m hoogte lag de laatste dagen van het experiment tussen de 0 m/s en 2 m/s. Op 12 september viel er nog 2,5 mm regen.

De bodem was bij het begin van het experiment normaal tot vochtig. Het vochtpercentage op gewichtsbasis lag tussen de 15% en 20%. De bodemvochtigheid nam door de regen van de eerste dag sterk toe, dit is echter niet meer gemeten.

3.2 Mestsamenstelling

De gebruikte varkensmest was in vergelijking met de gemiddelde samenstelling van varkensmest, die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet (Hoeksma, 1988) rijk aan stikstof en dan vooral aan ammoniumstikstof.

Tabel 1 De samenstelling van de mest in dit experiment

NH ₄ -N	(mg/l)	6080
N-totaal	(mg/l)	9750
Fosfaat	(mg/l)	3710
Kali	(mg/l)	7470
pH		7,4
droge stof	(g/kg)	86,2
as	(%)	27,0
V.V.Z.	(mg/l)	23800

3.3 Ammoniakvervluchtiging

De ammoniakvervluchtiging na aanwending van varkensmest op bouwland nam in dit experiment af door de mest na het verspreiden onder te werken. Bij mestaanwending met de mestinjecteur, in dezelfde werkgang gevolgd door een triltandcultivator, trad vrijwel geen emissie meer op. Dit kwam overeen met de resultaten van het voorgaande experiment (de Bode, 1990).

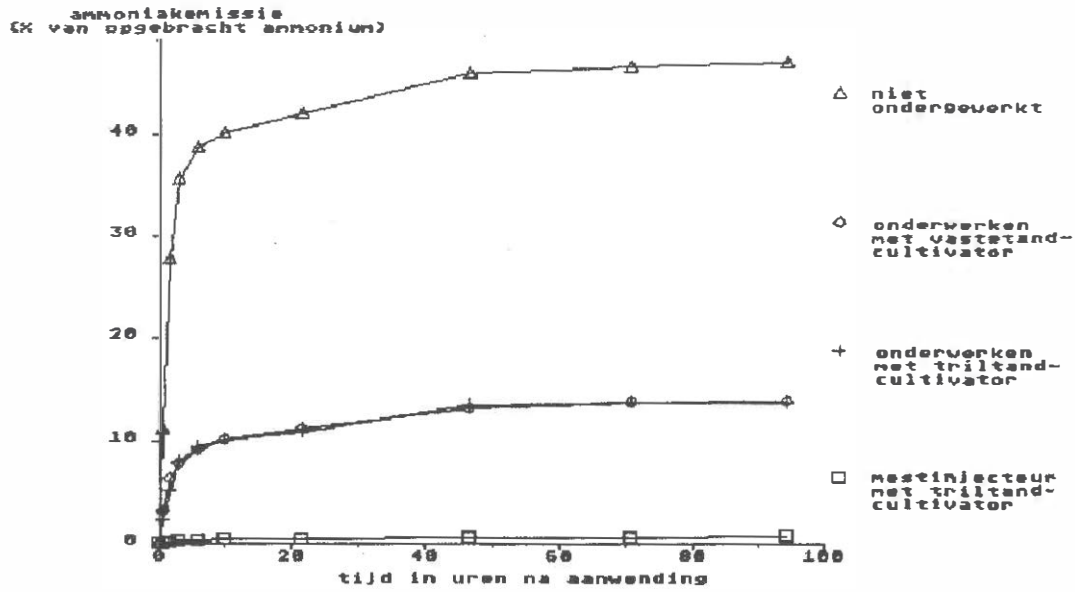
De ammoniakemissie verminderde veel minder bij het onderwerken van de mest in de tweede werkgang. Voor een groot gedeelte werd dit waarschijnlijk veroorzaakt, omdat bij deze onderwerkmethode de mest oppervlakkig werd aangewend in plaats van geïnjecteerd.

De ammoniakemissie na het onderwerken van de mest in de tweede werkgang was zowel met de vaste als de triltandcultivator ongeveer 14% van de opgebrachte ammonium. Dit betekende een emissievermindering van ongeveer 70% ten opzichte van mestaanwending zonder de mest hierna onder te werken. Ook in het eerste experiment (de Bode, 1990) verminderde de emissie ongeveer 71% door de mest in de tweede werkgang onder te werken.

Tabel 2 Stikstofverlies bij aanwending van varkensmest op bouwland, gevolgd door verschillende onderwerktechnieken, in vergelijking met het stikstofverlies zonder onderwerken.

onderwerk methode	werkgang	giften (kg/ha)			stikstofverlies	
		mest (*10 ³)	NH ₄ -N	N-tot	(kg/ha)	t.o.v. NH ₄ -N
mestinjectie met						
triltandcultivator	1 ^e	26,5	161	258	1,2	0,7
triltandcultivator	2 ^e	21,5	131	209	18,1	13,8
vaste tandcultivator	2 ^e	21,4	130	209	18,3	14,0
niet ondergewerkt	-	21,4	130	208	61,0	46,9

De emissie van het proefveld, waarop de mest na aanwending niet werd onder gewerkt, was in dit experiment duidelijk lager dan in het eerste experiment. Hoogst waarschijnlijk is dit veroorzaakt door de regenval in dit experiment. De emissie was in de eerste anderhalf uur, het moment waarop het ging regenen, in beide experimenten gelijk. Hierna was de emissie in dit experiment ruim 50% lager dan in het eerste experiment. Daar de emissiereductie, ondanks de lagere emissie van het referentieveld, niet hoger was, zou in kunnen houden dat regenval ook de emissie van ondergewerkte percelen beïnvloedt.



Figuur 2 Stikstofverlies bij aanwending van varkensmest op bouwland, gevolgd door verschillende onderwerktechnieken, in vergelijking met het stikstofverlies zonder onderwerken.

4 CONCLUSIE

De ammoniakemissie bij aanwending van varkensmengmest op kleibouwland kon in dit experiment worden voorkomen door de mest te injecteren en de grond in dezelfde werkgang met een triltandcultivator te bewerken.

In de tweede werkgang onderwerken, nadat de mest in de eerste werkgang oppervlakkig was verspreid, verminderde de ammoniakemissie na aanwending. Onderwerken met de vaste en triltandcultivator verminderde de ammoniakemissie beiden met ongeveer 70%.

LITERATUUR

Bode, M.J.C. de (1990)

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmestaanwending; het effect van onderwerken van varkensmengmest op bouwland II, Meetploegverslag 34506-2500, DLO Wageningen.

Hoeksma, P. (1988)

De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet. IMAG

Pain, B.F. and J.V. Klarenbeek (1988)

Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions from land-spreading livestock wastes. IMAG-research report 88-2, Wageningen

verslag 2600

week 37 1990

oke!

WEEK:37	CM: 1	emissie		cumulatief injecteur	
periode	tijd	csnelheid	(kg/ha.dag)	verlies	NH4N%
				(kg/ha)	
		0		0.00	0
0_0 uur	0.2	1	1.51	0.03	0.018921
1_2 uur	1	2	2.50	0.13	0.083662
2_3 uur	2.3	3	4.45	0.41	0.254473
3_6 uur	4.5	6	-4.68	0.41	0.254473
6_10 uur	8	10	1.47	0.65	0.403106
10_22 uur	15.9	22	0.38	0.84	0.520047
22_47 uur	34.3	47	0.04	0.88	0.54858
47_71 uur	58.8	71	0.09	0.97	0.602065
71_95 uur	82.8	95	0.24	1.21	0.751495

WEEK:37	CM: 2	emissie		cumulatief triltand 2e	
periode	tijd	snelheid	(kg/ha.dag)	verlies	
				(kg/ha)	
		0		0.00	0
0_1 uur	0.3	1	142.44	2.97	2.265292
1_2 uur	1	2	92.89	6.77	5.170446
2_3 uur	2.3	3	60.09	10.45	7.973655
3_6 uur	4.5	6	15.60	12.37	9.445818
6_10 uur	8	10	4.97	13.20	10.07532
10_22 uur	15.9	22	1.93	14.16	10.80579
22_47 uur	34.3	47	3.32	17.58	13.41845
47_71 uur	58.7	71	0.40	17.98	13.72308
71_95 uur	82.7	95	0.12	18.10	13.8154

WEEK:37	CM: 3	emissie		cumulatief vastetandcultivator	
periode	tijd	snelheid	(kg/ha.dag)	verlies	
				(kg/ha)	
		0		0.00	0
0_1 uur	0.3	1	196.22	4.22	3.24939
1_2 uur	1	2	98.95	8.28	6.368064
2_3 uur	2.3	3	32.36	10.26	7.889052
3_6 uur	4.4	6	14.43	11.95	9.191577
6_9 uur	7.6	9	9.01	13.24	10.1874
9_21 uur	15.1	21	2.95	14.67	11.28158
21_46 uur	33.3	46	2.43	17.18	13.21521
46_70 uur	57.8	70	0.72	17.90	13.76807
70_94 uur	81.7	94	0.37	18.26	14.04978

WEEK:37	CM: 4	emissie		cumulatief referentie	
periode	tijd	snelheid	(kg/ha.dag)	verlies	

			(kg/ha.dag)	(kg/ha)	
0-0 uur	0.2	1	722.63	14.55	11.19458
1-1 uur	1	2	523.87	36.02	27.70546
2-3 uur	2.3	3	163.32	46.22	35.55727
3-6 uur	4.5	6	33.22	50.28	38.68066
6-10 uur	7.9	10	10.89	52.07	40.05339
10-21 uur	15.7	22	5.13	54.54	41.95428
22-46 uur	34	46	5.01	59.74	45.95268
46-70 uur	58.5	71	0.71	60.45	46.49987
71-94 uur	82.4	94	0.53	60.97	46.89877

fout

Bijlage I

De emissiesnelheid per meetperiode

Mestinjecteur met triltandcultivator in eerste werkgang

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH ₄ -N (%)
0 - ½ uur	1,51	0,03	0,02
½ - 1½ uur	2,50	0,13	0,08
1½ - 3 uur	4,45	0,41	0,24
3 - 6 uur	-4,68	0,41	0,24
6 - 10 uur	1,47	0,65	0,39
10 - 22 uur	0,38	0,84	0,50
22 - 47 uur	0,04	0,88	0,53
47 - 71 uur	0,09	0,97	0,58
71 - 95 uur	0,24	1,21	0,72

Onderwerken met triltandcultivator in tweede werkgang

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH ₄ -N (%)
0 - ½ uur	142,44	2,97	2,27
½ - 1½ uur	92,89	6,77	5,19
1½ - 3 uur	60,09	10,45	8,00
3 - 6 uur	15,60	12,37	9,48
6 - 10 uur	4,97	13,20	10,11
10 - 22 uur	1,93	14,16	10,84
22 - 47 uur	3,32	17,58	13,47
47 - 71 uur	0,40	17,98	13,77
71 - 95 uur	0,12	18,10	13,87

Onderwerken met vaste tandcultivator in tweede werkgang

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH ₄ -N (%)
0 - ½ uur	196,22	4,22	3,24
½ - 1½ uur	98,95	8,28	6,35
1½ - 3 uur	32,36	10,26	7,87
3 - 6 uur	14,3	11,95	9,17
6 - 9 uur	9,1	13,24	10,16
9 - 21 uur	2,95	14,67	11,26
21 - 46 uur	2,43	17,18	13,19
46 - 70 uur	0,72	17,90	13,74
70 - 94 uur	0,37	18,26	14,02

Niet ondergewerkt

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH ₄ -N (%)
0 — ½ uur	722,63	14,55	11,20
½ — 1½ uur	523,87	36,02	27,71
1½ — 3 uur	163,32	46,22	35,56
3 — 6 uur	33,22	50,28	38,68
6 — 10 uur	10,89	52,07	40,06
10 — 21 uur	5,13	54,54	41,96
22 — 46 uur	5,01	59,74	45,96
46 — 70 uur	0,71	60,45	46,50
71 — 94 uur	0,53	60,97	46,90

Bijlage II

Micrometeorologische massabalansmethode

De metingen naar de emissie van ammoniak zijn ondermeer uitgevoerd met de micrometeorologische balansmethode. Een uitgebreide beschrijving van deze methode is te vinden in Denmead (1983). Hier wordt volstaan met een beknopte beschrijving.

De micrometeorologische massabalansmethode is gebaseerd op het verschil in aan- en afvoer van ammoniak over een proefveld (figuur 1a). Bij afwezigheid van ammoniak bovenwinds van het proefveld wordt de ammoniakflux vanaf het veld gegeven door:

$$F = 1/x \int_{z_0}^{z_p} u.c \, dz \quad (1)$$

waarin:

- F = flux ($\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
- x = fetch, de afstand tussen de plaats waar de wind het veld binnenkomt en de centrale mast (m)
- z_p = de hoogte boven de centrale mast waar de ammoniakconcentratie gelijk wordt aan de achtergrondconcentratie (figuur 1b) (m)
- z_0 = de ruwheidshoogte (hier wordt de windsnelheid 0) (m)
- $u.c$ = de over de tijd gemiddelde horizontale flux op een willekeurige hoogte van de centrale mast ($\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

Gebruikelijk is (1) in de volgende vorm te schrijven:

$$F = 1/x \int_{z_0}^{z_p} (u.c + u'.c') \, dz \quad (2)$$

De term $u.c$ is de flux veroorzaakt door horizontale convectie, $u'.c'$ is de horizontale diffusieflux loodrecht op de windrichting. In het algemeen wordt aangenomen (Denmead, 1983; Denmead et al., 1977; Beauchamp et al., 1982; Beauchamp et al., 1978) dat de laatste term verwaarloosbaar is ten opzichte van de convectieve stroom. Vergelijking (2) wordt daarom vaak vereenvoudigd tot:

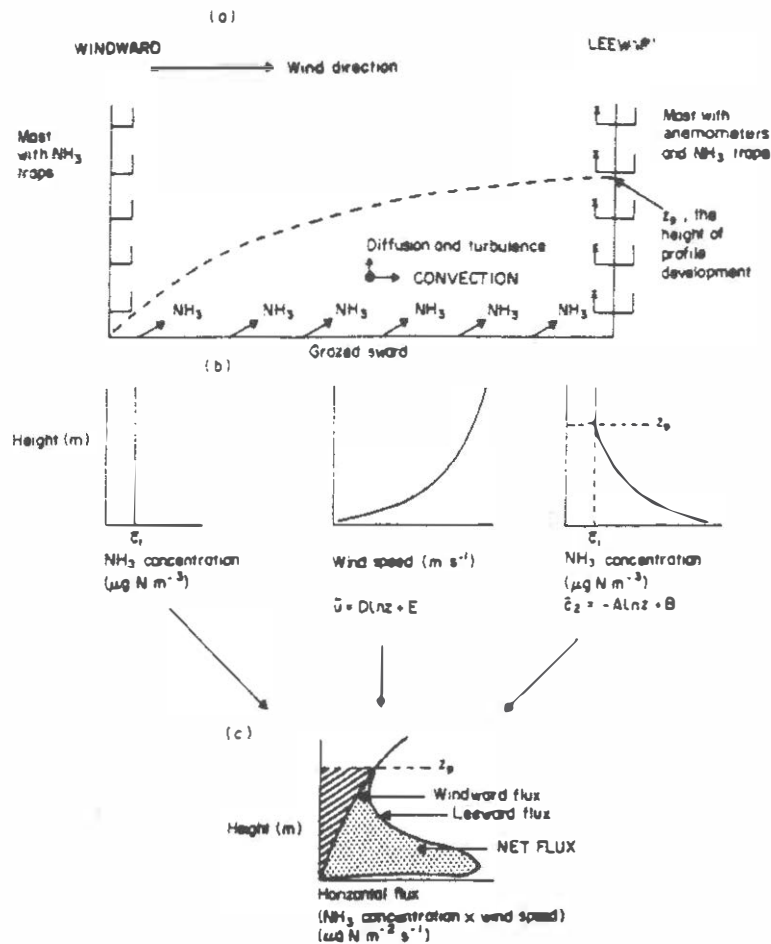
$$F = 1/x \int_{z_0}^{z_p} (u.c) \, dz \quad (3)$$

Voor oplossing van (3) moeten, zowel boven- als benedenwinds van het veld, de profielen van windsnelheid en ammoniakconcentratie worden vastgesteld (figuur 1b). Uit deze profielen kan vervolgens het profiel van de horizontale flux worden berekend (figuur 1c). De horizontale flux over de hoogte geïntegreerd levert voor beide meetposities de flux door een vertikaal vlak van eenheidsbreedte. De netto flux van het proefveld is het verschil tussen de fluxen door beide verticale vlakken. De flux kan worden uitgedrukt per eenheid landoppervlakte d.m.v. deling door de fetch

$$F = 1/x \left[\int_{z_0}^{z_p} u(z) c_2(z) \cdot dz - \int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot c_1(z) \cdot dz \right] \quad (4)$$

waarin :

- F = nettoflux ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
- $c_1(z)$ = gemiddelde bovenwindse ammoniakconcentratie op hoogte (z) ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)
- $c_2(z)$ = gemiddelde benedenwindse ammoniakconcentratie op hoogte (z) ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)



Figuur 3: schematisch overzicht van de stappen in de bepaling van de ammoniakemissie gebruikmakend van de micrometeorologische massabalansmethode; (a) veldopstelling in relatie tot windsnelheid, (b) typische vormen van de profielen van ammoniakconcentratie en windsnelheid en (c) de profielen van de horizontale flux boven- en benedenwinds van het veld.

Uit voorgaand onderzoek (Ryden and McNeill, 1984) bleek een lineair verband te bestaan tussen de logaritme van de hoogte en de windsnelheid (5) en de tussen de logaritme van de hoogte en de ammoniakconcentratie (6).

$$u = D \ln z + E \quad (5)$$

$$c_2 = -A \ln z + B \quad (6)$$

De ammoniakconcentratie bovenwinds van het veld is homogeen over de hoogte verdeeld.

Uitvoering

Bij het uitrijden is de mest verspreid zoals in figuur 1 is gegeven. De diameter van een veld was ongeveer 45 m. Een circelvormig veld vergemakkelijkt de berekening van de emissie. De benedenwindse flux kan dan in het midden van het veld worden gemeten, zodat de fetch voor alle windrichtingen gelijk is.

De ammoniakconcentratie in het midden van het veld is gemeten door zo snel mogelijk na het uitrijden (in ieder geval binnen 15 min.) een 3,5 m hoge mast (centrale mast) in het midden van het veld te plaatsen. De centrale mast bevat 7 monsternamepunten, die in hoogte logaritmisch over de mast verdeeld zijn. Een monsternamepunt bestaat uit een wasflesje gevuld met 0.02 M HNO_3 als absorptievloeistof en een impinger. Een impinger maakt het mogelijk d.m.v. een pomp en aanzuigslangen lucht door de absorptievloeistof te leiden. Het ammoniumgehalte in de absorptievloeistof is m.b.v. een ionchromatograaf bepaald. De luchtsnelheid door de absorptievloeistof wordt ingesteld op 2,5 l/min. De flow wordt per meetperiode 2x nagemeten.

De achtergrondconcentratie is gemeten door bovenwinds van het veld een mast te plaatsen van 3,5 m hoogte (achtergrondmast). Vanwege het ontbreken van een profiel is deze mast van slechts 4 monsternamepunten voorzien. Bij draaiing van de wind wordt de achtergrondmast zo verplaatst dat deze bovenwinds van het veld blijft staan.

Naast het proefveld is een mast opgesteld voorzien van 6 anemometers om het windprofiel te meten. Ook de anemometers zijn in hoogte logaritmisch over de mast verdeeld.

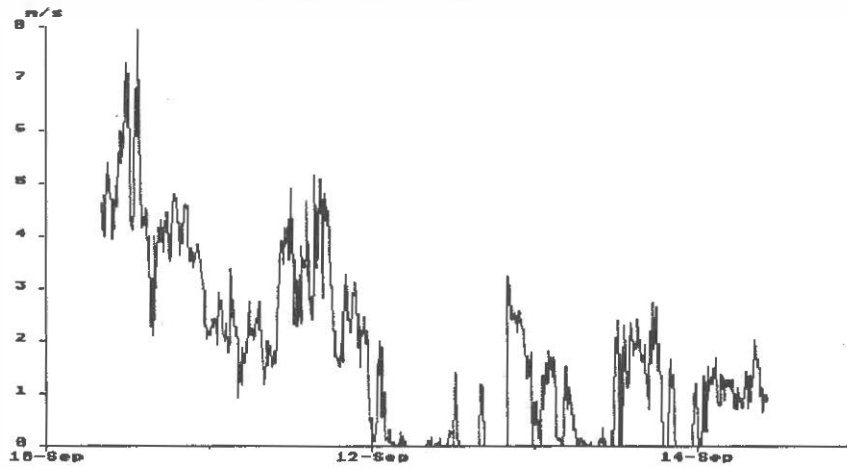
Literatuur

- Beauchamp, E.G. , G.E. Kidd and G. Thurtell (1978)
Ammonia volatilization from sewage sludge in the field. J. Environ. Qual. 7 : 141-146
- Beauchamp, E.G. , G.E. Kidd and G. Thurtell (1982)
Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field. Can. J. Soil Sci. 62:11-19
- Denmead, O.T., J.R. Simpson and J.R. Freney (1977)
A direct field measurement of ammonia emission after injection of anhydrous ammonia. Soil Sci. Soc. Am. J. 41:1001-1004
- Denmead, O.T. (1983)
Micrometeorological methods for measuring gaseous losses of nitrogen in the field p. 133-157. In Freney J.R. and J.R. Simpson (ed) Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil Systems, Martinus Nijhoff/W Junk Pub. The Hague
- Ryden, J.C. and J.E. McNeill (1984)
Application of the micrometeorological mass balance method to the determination of ammonia loss from a grazed sward. J. Sci. Food Agric. 35:1297-1310

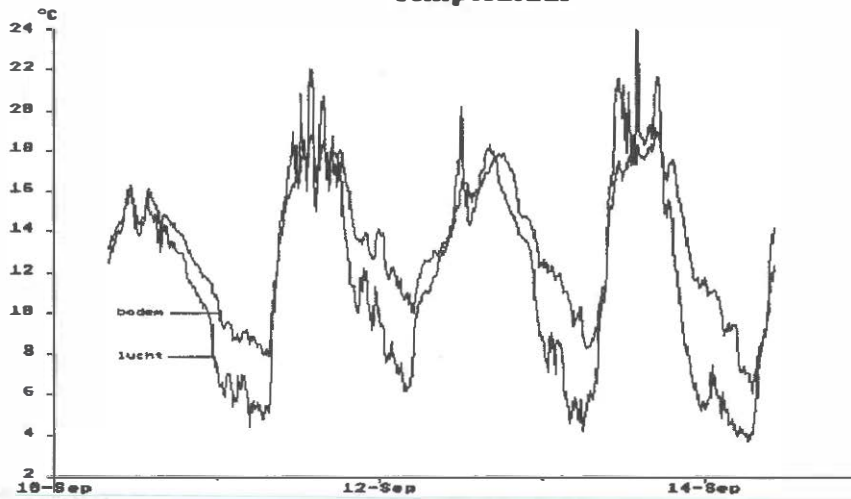
Bijlage III

De weersomstandigheden tijdens het experiment

Windsnelheid op 2 m hoogte



Temperatuur



Globale straling

