

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmestaanwending

- het effect van onderwerken van droge kippemest op bouwland

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	5
4 CONCLUSIE	7
LITERATUUR	7
Bijlage I de emissiesnelheid per meetperiode	8
Bijlage II de micrometeorologische methode	10
Bijlage III weersomstandigheden tijdens het experiment	13

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 droge kippemest op bouwland onderzocht. Met name het effect van onderwerken van de mest op de ammoniakemissie is onderzocht.

In dit experiment is de ammoniakemissie bij onderwerken in een tweede werkgang direct na de mestaanwending vergeleken met de ammoniakemissie nadat de mest niet is ondergewerkt.

2 METHODE

2.1 Opzet

De droge kippemest, die in dit experiment is gebruikt, was afkomstig van leghennen. Het experiment is uitgevoerd op een perceel bouwland, dat al enkele weken braak lag. In deze weken had zich veel opslag gevormd. De grondsoort was klei.

De opzet van dit experiment was om van drie manieren van onderwerken de ammoniakemissie tot 96 uur na onderwerken te meten. Het uitgangspunt was zo snel mogelijk na de mestaanwending onder te werken, om de ammoniakemissie zo goed mogelijk te verminderen. De drie onderwerkmethoden waren: stoppelploeg, schijveneg en triltandcultivator. 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 10 ton/ha droge kippemest te verspreiden.

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

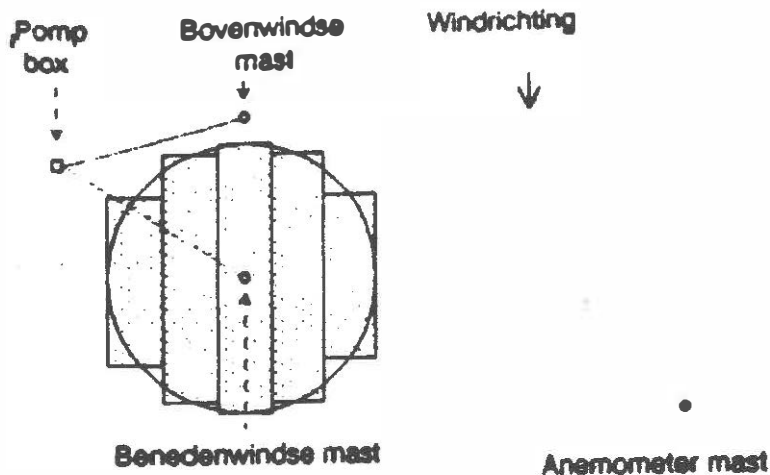
Uit voorgaand onderzoek (Pain and Klarenbeek, 1988) is gebleken dat de emissie direct na het verspreiden van de mest snel verloopt. Om het verloop van de emissie te meten, moeten de monsternamperiodes direct na het verspreiden van de mest kort zijn. Gekozen is voor de volgende monsternamperiodes: 0-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



Figuur 1: proefveld lay-out voor de micrometeorologische massabalansmethode

Van de mest die is verspreid, is voor het uitrijden een monster in achtvoud genomen. Van droge kippemest moesten zoveel monsters worden genomen, omdat deze mestsoort moeilijk is te bemonsteren en te analyseren. De mestmonsters werden 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 is vlak voor de mestaanwending de vochtigheid van de bodem 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 2 oktober 1990 tot en met 5 oktober 1990. De vier velden zijn op 2 oktober tussen 9:15 uur en 11:00 uur bemest. Vervolgens is de ammoniakemissie tot 72 uur na aanwending gemeten. De ammoniakemissie kon niet tot 96 uur na aanwending worden gevolgd, omdat tijdens de laatste meetperiode kortsluiting was opgetreden, waardoor de electriciteitsvoorziening op het veld uitviel.

Tijdens de uitvoering van het experiment is de opzet gewijzigd: de schijveneg en de triltandcultivator zijn vervangen door de vastetandcultivator en de frees, omdat onderwerken met de schijveneg en de triltandcultivator niet mogelijk bleek. Gebruik van de vastetandcultivator was alleen mogelijk wanneer de grond voor de mestaanwending werd gefreesd.

3.1 Weersomstandigheden

Op de dag van aanwending was het overwegend zwaar bewolkt met af en toe een opklaring, er stond een lichte tot matige wind (1 m/s tot 3 m/s op 2 m hoogte) en de middagtemperatuur bedroeg ongeveer 17°C. Op de tweede dag nam de wind toe tot 5 m/s en was het zonnig, de middagtemperatuur liep hierdoor op tot 21°C. De derde dag draaide de wind van zuid naar west, hierdoor werd koelere lucht aangevoerd. De middagtemperatuur bedroeg de derde dag 16°C. In de loop van de dag vormde zich enkele kleine buien, waaruit 1 mm regen viel.

De bodem was bij het begin van het experiment vochtig. Het vochtpercentage op gewichtsbasis was ongeveer 30%.

3.2 Mestsamenstelling

De samenstelling van deze mest kwam overeen met de gemiddelde samenstelling van droge kippemest (v/d Hoek, 1990).

Tabel 1 De gemiddelde samenstelling van de mest in dit experiment

NH ₄ -N	(g/kg)	6,88
N-totaal	(g/kg)	28,8
Fosfaat	(g/kg)	18,7
Kali	(g/kg)	24,9
pH		8,7
droge stof	(g/kg)	590
as	(%)	26,4

3.3 Ammoniakvervluchtiging

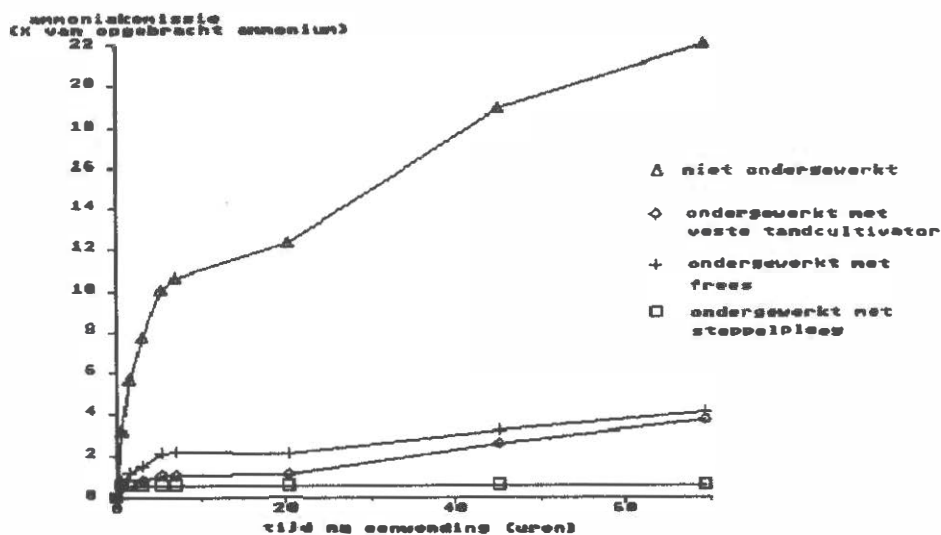
De ammoniakvervluchtiging na aanwending van droge kippemest op bouwland bedroeg 22% van de opgebrachte hoeveelheid ammonium. In vergelijking met de emissie na aanwending van runder- en varkensmest is dit laag (de Bode, 1990).

Alle drie de gebruikte methoden om de mest in een tweede werkgang direct onder te werken verminderden de ammoniakemissie bij aanwending met minstens 80%. De emissiereductie bedroeg bij onderwerken met de stoppelploeg zelfs 97%.

Bij het onderwerken met de vaste tandcultivator was de ammoniakemissie gedurende de eerste 24 gelijk aan de ammoniakemissie nadat de mest met de stoppelploeg was ondergewerkt. De tweede dag nam de emissie van het proefveld waarop de mest met de vaste tandcultivator was ondergewerkt weer toe, zodat de totale emissie ongeveer gelijk was aan de emissie nadat de mest met een frees was ondergewerkt.

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

onderwerkt methode	giften (kg/ha)			stikstofverlies reductie		
	mest (*10 ³)	NH ₄ -N	N-tot	(kg/ha)	t.o.v. NH ₄ -N	(%)
niet ondergewerkt	8,86	61,0	255	13,4	22,0	
stoppelploeg	8,67	59,7	250	0,35	0,58	97
vaste tandcultivator	10,4	71,4	299	2,65	3,71	83
frees	6,77	46,6	195	1,89	4,06	82



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

4 CONCLUSIE

In dit experiment verminderde de ammoniakemissie bij aanwending van droge kippemest ten minste met 80% door de mest direct in een tweede werkgang na het aanwenden onder te werken. Onderwerken met een stoppelploeg verminderde de emissie zelfs met 97%.

LITERATUUR

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

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmesttoestemming; het effect van een aangepaste sleepslangmachine bij aanwending van varkens- en rundveemest op kort gemaaid grasland, Meetploegverslag 34506-1700, DLO, Wageningen

Hoek, K.W. van der (1990)

Mondelinge mededeling

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

2700

wk. 40 1990

oke!

WEEK:40	CM: 1	emissie		cumulatief	cum verlies	
periode	tijd	snelheid		verlies	t.o.v. NH ₄	referentie
		(kg/ha.dag)		(kg/ha)	(%)	
		0		0.00	0.00	
0-1 uur	0.3	1	94.15	1.96	3.22	
1-1 uur	1	2	36.82	3.47	5.69	
1-3 uur	2.2	3	20.13	4.73	7.76	
3-5 uur	4.2	5	14.44	6.11	10.03	
5-7 uur	6.1	7	5.22	6.46	10.60	
7-20 uur	13.6	20	1.87	7.51	12.31	
20-45 uur	32.8	45	3.85	11.50	18.87	
45-70 uur	57.4	70	1.87	13.40	21.98	

WEEK:40	CM: 2	emissie		cumulatief	cum verlies	
periode	tijd	snelheid		verlies	t.o.v. NH ₄	ploeg
		(kg/ha.dag)		(kg/ha)	(%)	
		0		0.00	0.00	
0-1 uur	0.3	1	16.33	0.34	0.57	
1-2 uur	1	2	0.18	0.35	0.58	
2-3 uur	2.2	3	0.00	0.35	0.58	
3-6 uur	4.5	6	0.00	0.35	0.58	
6-9 uur	7.4	9	0.00	0.35	0.58	
9-22 uur	15.4	22	-0.00	0.35	0.58	
22-47 uur	34.5	47	-0.00	0.34	0.58	
47-71 uur	58.9	71	0.00	0.35	0.58	

WEEK:40	CM: 3	emissie		cumulatief	cum verlies	
periode	tijd	snelheid		verlies	t.o.v. NH ₄	vaste tandcult
		(kg/ha.dag)		(kg/ha)	(%)	
		0		0.00	0.00	
0-1 uur	0.3	1	15.15	0.32	0.44	
1-1 uur	1	2	2.34	0.41	0.57	
2-3 uur	2.2	3	1.97	0.53	0.74	
3-6 uur	4.5	6	1.48	0.71	1.00	
6-8 uur	7	8	0.37	0.75	1.05	
8-21 uur	14.8	22	0.03	0.76	1.07	
21-47 uur	34	47	1.02	1.82	2.55	
47-71 uur	58.6	71	0.83	2.65	3.71	

WEEK:40	CM: 4	emissie		cumulatief	cum verlies	
periode	tijd	snelheid		verlies	t.o.v. NH ₄	frees
		(kg/ha.dag)		(kg/ha)	(%)	
		0		0.00	0.00	
0-1 uur	0.3	1	17.47	0.36	0.78	
1-2 uur	1	2	3.79	0.52	1.13	
2-3 uur	2.3	3	2.63	0.68	1.46	
3-6 uur	4.5	6	2.46	0.98	2.11	
6-8 uur	6.8	8	0.49	1.02	2.18	
8-21 uur	14.3	21	-0.04	1.02	2.18	
21-46 uur	33.4	46	0.47	1.51	3.24	
46-70 uur	57.8	70	0.41	1.92	4.11	

Bijlage I

De emissiesnelheid per meetperiode

fout

Niet ondergewerkt

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4-N (%)
0 — ½ uur	94,15	1,96	3,22
½ — 1½ uur	36,82	3,47	5,69
1½ — 3 uur	20,13	4,73	7,76
3 — 5 uur	14,44	6,11	10,03
5 — 7 uur	5,22	6,46	10,60
7 — 20 uur	1,87	7,51	12,31
20 — 45 uur	3,85	11,50	18,87
45 — 70 uur	1,87	13,40	21,98

Stoppelploeg

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4-N (%)
0 — ½ uur	16,33	0,34	0,57
½ — 1½ uur	0,18	0,35	0,58
1½ — 3 uur	0,00	0,35	0,58
3 — 6 uur	0,00	0,35	0,58
6 — 9 uur	0,00	0,35	0,58
9 — 22 uur	-0,00	0,35	0,58
22 — 47 uur	-0,00	0,34	0,58
47 — 71 uur	0,00	0,35	0,58

Vaste tandcultivator

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4-N (%)
0 — ½ uur	15,15	0,32	0,44
½ — 1½ uur	2,34	0,41	0,57
1½ — 3 uur	1,97	0,53	0,74
3 — 6 uur	1,48	0,71	1,00
6 — 8 uur	0,37	0,75	1,05
8 — 21 uur	0,03	0,76	1,07
21 — 47 uur	1,61	2,45	3,43
47 — 71 uur	0,83	3,28	4,59

Frees

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH ₄ -N (%)
0 -- ½ uur	17,47	0,36	0,78
½ -- 1½ uur	3,79	0,52	1,13
1½ -- 3 uur	2,3	0,68	1,46
3 -- 6 uur	2,46	0,98	2,11
6 -- 8 uur	0,49	1,02	2,18
8 -- 21 uur	-0,04	0,99	2,13
21 -- 46 uur	0,47	1,49	3,19
46 -- 70 uur	0,41	1,89	4,06

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:

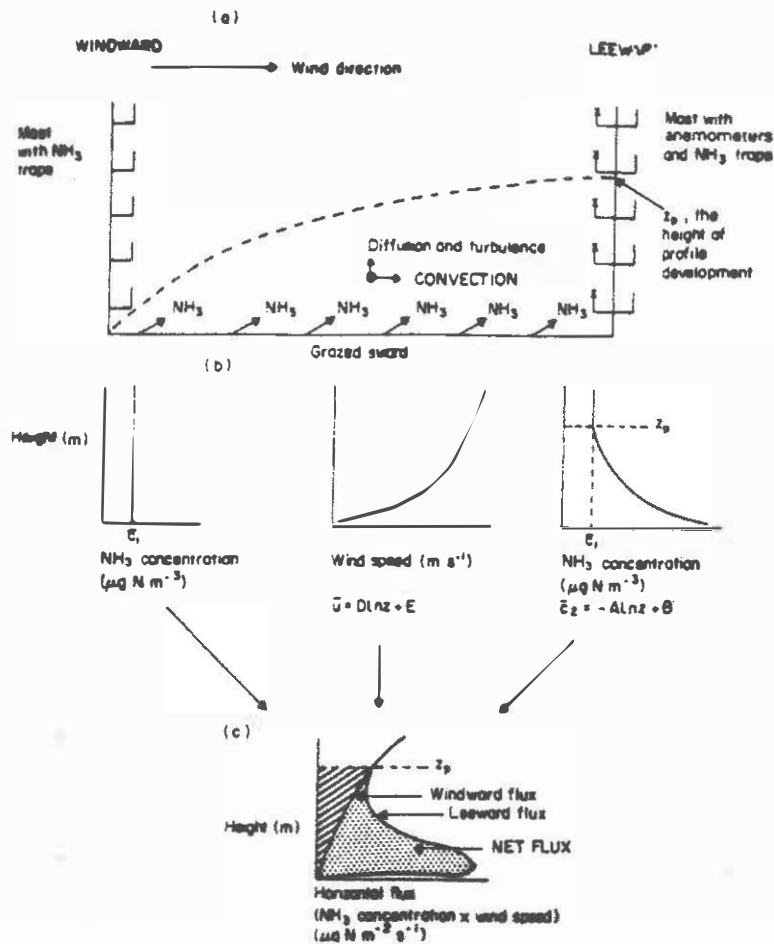
$$F = 1/x \int_{z_0}^{z_p} (u.c) . dz \quad (3)$$

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.

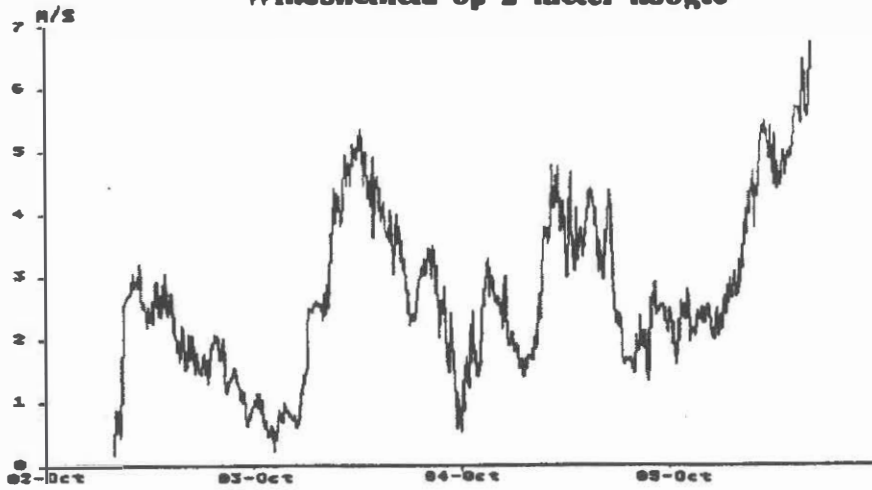
Literatuur

- 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

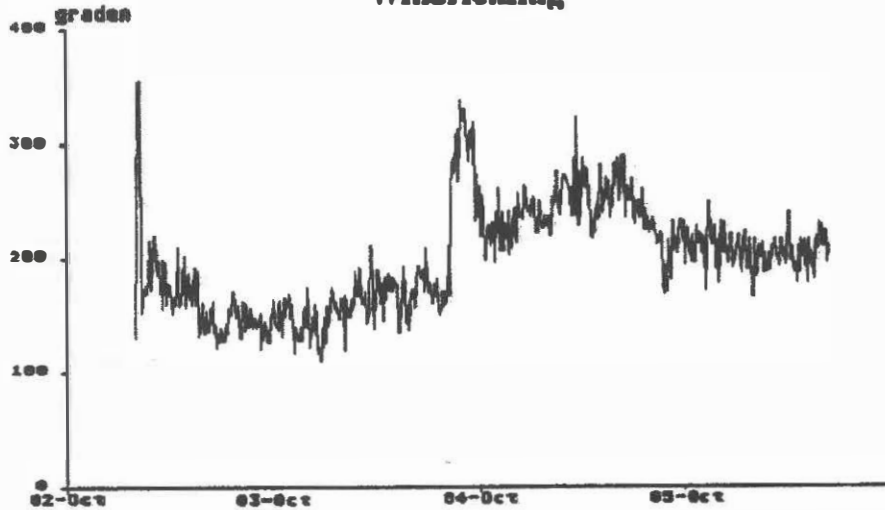
Bijlage III

De weersomstandigheden tijdens het experiment

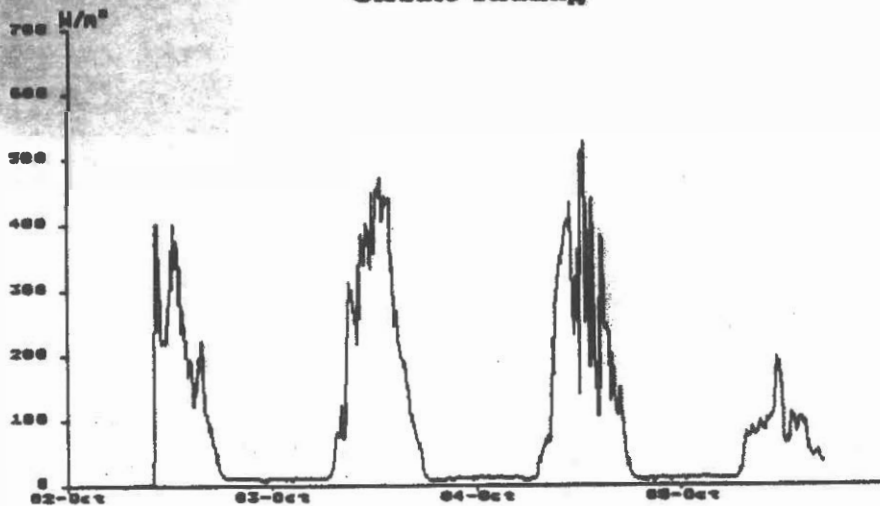
Windsnelheid op 2 meter hoogte



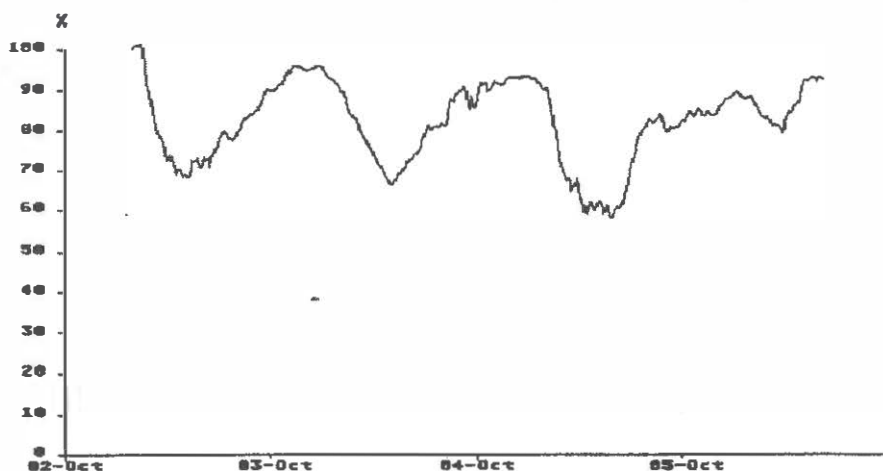
Windrichting



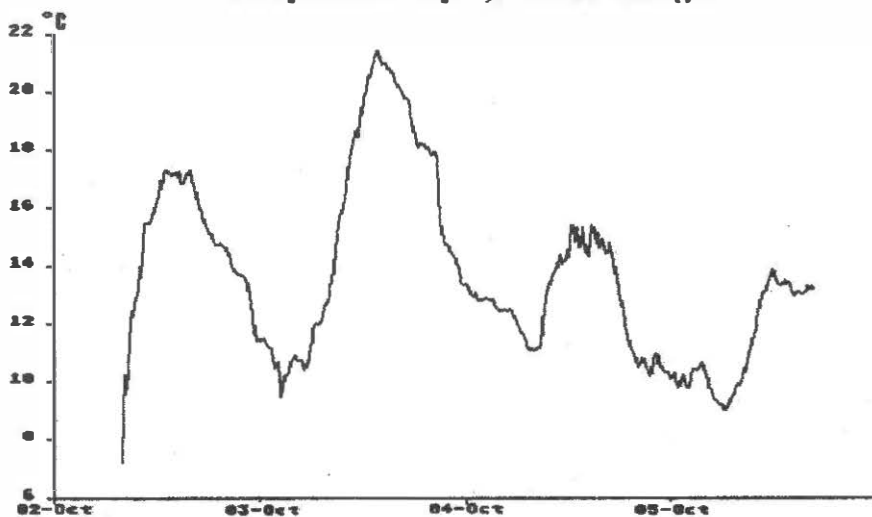
Globale straling



Relatieve luchtvochtigheid op 1,5 meter hoogte



Temperatuur op 1,5 meter hoogte



Temperatuur van het bodemoppervlak

