

8

8

J 1990  
W 23

Meetploegverslag 34506-1600

AMMONIAKEMISSIE-ONDERZOEK  
BIJ MENGMESTAANWENDING

- het effect van een aangepaste  
sleepslangmachine bij aanwending  
van varkensmest op kort gemaaid  
grasland

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.

juli 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	7
Bijlage I de emissiesnelheid per meetperiode	8
Bijlage II de micrometeorologische methode	9
Bijlage III weersomstandigheden tijdens het experiment	12

## 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, opnieuw onderzocht of een aangepaste sleepslangmachine bij aanwenden van mest minder ammoniakemissie zal veroorzaken. Dit rapport geeft verlag van slechts één experiment en kan daardoor slechts indicatief zijn.

Deze aangepaste sleepslangmachine tracht de mest door middel van sleepvoeten in smalle strookjes onder het gras te leggen, waardoor het oppervlak van de mest dat met lucht in aanraking komt veel kleiner is en hoe kleiner het contactoppervlak lucht-mest is des te lager zal de ammoniakemissie zijn. Een voordeel van deze machine is dat niet in de grond hoeft te worden gesneden, zodat minder trekkracht nodig is en uitdroging aan snijsleuven in de zode wordt voorkomen. Toepassing van deze machine zou met name op de zware en op de minder draagkrachtige gronden uitkomst kunnen bieden.

De eerste metingen aan deze machine zijn uitgevoerd met rundermengmest zowel in een reeds gevorderd groeistadium van het gewas als in pas gemaaid gras. De uitkomsten van deze meting waren redelijk goed. Ook de mestsoort kan echter een rol spelen bij de hoogte van de emissie na toediening met deze machine. Varkensmengmest is in het algemeen meer vloeibaar en de meststrookjes zullen na toediening met deze machine waarschijnlijk meer uitvloeien met een groter emitterend oppervlak als gevolg.

Dit rapport is een beschrijving van een meting naar de emissie bij varkensmengmestaanwending met de aangepaste sleepslangmachine.

## 2 METHODE

### 2.1 Opzet

Voor het experiment is mest gebruikt uit een mestvarkenstal. De mest uit deze stal was ongeveer 4 maanden in de mestkelder opgelagen.

Het experiment is op het proefbedrijf "de Vijf Roeden" te Duiven uitgevoerd. Voor het onderzoek is op drie proefveldjes mest verspreid. Met de sleepslangmachine zijn twee proefveldjes bemest, op het ene veldje met een gift van  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$  en op het andere veldje met een gift van  $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Het derde proefveldje diende als referentie voor de sleepslangmachine. De ammoniakemissie bij aanwending met de sleepslangmachine is vergeleken met de emissie bij oppervlakkige aanwending van mest. Getracht is met oppervlakkig aanwenden een mestgift van  $20 \text{ m}^3/\text{ha}$  te geven.

Omdat de emissiebeperkende werking van de aangepaste sleepslangmachine berust op het aanbrennen van de mest onder het gras, kan de hoogte van het gras invloed hebben op de emissie. In dit experiment is uitgereden op pas gemaaid gras, zodat vooral met hogere giften van de sleepslangmachine de emissiereductie tegen kan vallen.

Omdat varkensmest in het algemeen meer vloeibaar is dan rundermest, kunnen de meststrookjes, die de sleepslangmachine aanbrengt uitvloeien. Hierdoor wordt het contactoppervlak tussen lucht en mest groter met als gevolg dat de emissie hoger zal zijn.

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.

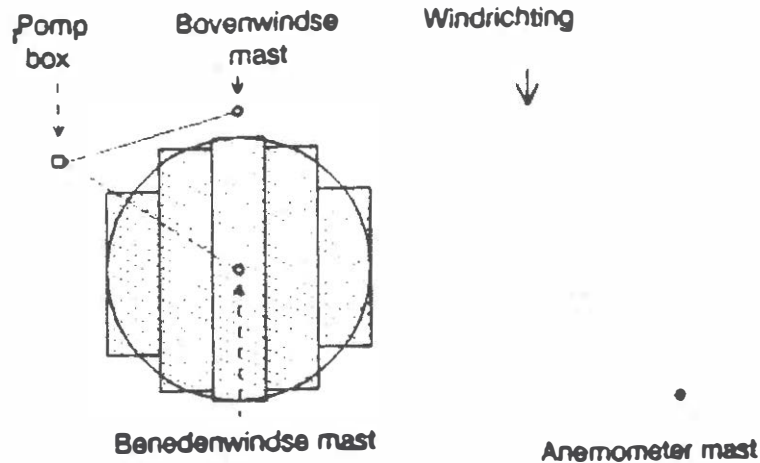
De ammoniakemissie vanaf de proefvelden is bepaald d.m.v. micro-meteorologische massabalansmethode. In bijlage II is deze methode nader uiteengezet.

### 2.2 Uitvoering

De emissie vanaf het veld wordt 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 vervluchtigt, wordt met deze twee masten bepaald. Met de mast aan de rand van het veld, wordt de hoeveelheid ammoniak, die door de wind het veld wordt ingevoerd, bepaald. Met de mast in het midden van het veld wordt 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 waait en die het veld inwaait, wordt de emissie berekend.

Voor de bepaling van de hoeveelheid ammoniak in de lucht wordt 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 wordt lucht door de flesjes met opvangvloeistof gezogen, waarbij de ammoniak in het salpeterzuur achterblijft. In het laboratorium van het IMAG wordt 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, droge stof, asgehalte en vluchtige vetzuren.

Voor een goede beschrijving van de omstandigheden, waaronder de experimenten zijn uitgevoerd, is de zuurgraad dagelijks en zijn de vochtigheid van de bodem en de hoogte van het gras vlak voor aanwending van de mest 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 1,5 m hoogte;
- luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte.

### 3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Het experiment is uitgevoerd van 5 juni 1990 tot en met 8 juni 1990. De drie velden zijn op 5 juni tussen 9:40 uur en 10:05 uur bemest met varkensmest. Vervolgens is de ammoniakemissie tot 72 uur na aanwending gemeten. Het experiment is een dag eerder stopgezet dan was gepland, omdat het in de nacht van 6 juni op 7 juni teveel had geregend. Beregenen op zich is een methode om de ammoniakemissie bij aanwending te verminderen. Wanneer er tijdens een experiment regen valt, zal de regen de werking van andere emissiereducerende methoden camoufleren.

Het gras was kort voor het experiment gemaaid en had tijdens de mestaanwending een lengte van 8 cm.

#### 3.1 Weersomstandigheden

In de dagen voor het uitrijden is er ongeveer 20 mm regen gevallen, zodat de bodem aan de vochtige kant was. Wel bevatte de bodem nog scheuren, veroorzaakt doordat het in mei zeer droog was. Het vochtpercentage op gewichtsbasis was 25% tot 30%.

De weersomstandigheden op de dag van uitrijden waren goed (bijlage III). De temperatuur liep snel op naar 19°C, er stond een matige vlaggerige wind (1 m/s tot 3 m/s op 2 m hoogte), het was licht bewolkt en de relatieve luchtvochtigheid was laag (40% tot 50%). In de loop van de middag nam de bewolking toe en de wind af.

De volgende dagen werd het weer slechter. De gemiddelde etmaaltemperatuur zakte van 17°C op 5 juni tot 13°C op 7 juni, de windsnelheid nam toe en in de nacht van 6 juni op 7 juni viel er 7,5 mm regen.

#### 3.2 Mestsamenstelling

Vergeleken met de gemiddelde samenstelling van mestvarkensmest (Hoeksma, 1988) waren de gehalten aan stikstof, fosfaat, kali en droge stof in de mest, die in dit experiment is gebruikt, hoog. Het ammoniumgehalte in de gebruikte mest was extreem hoog.

Tabel 1 De samenstelling van de mest in dit experiment

NH <sub>4</sub> -N	(mg/l)	6310
N-totaal	(mg/l)	9810
P	(mg/l)	2070
K	(mg/l)	7680
pH		8,0
droge stof (g/kg)		113
as	(%)	29,9
V.V.Z.	(mg/l)	13780

De pH was direct na aanwending 8,0. De pH in de mest, die met behulp van de sleepslangmachine was aangewend, bleef tot aan het einde van het experiment ongeveer 8,0. Bij oppervlakkige mestaanwending nam de pH in de loop van het experiment af tot ruim 7.

#### 3.3 Ammoniakvervluchtiging

De ammoniakemissie vanaf de velden, waarop met behulp van een aangepaste sleepslangmachine mest is verspreid, was lager dan vanaf de velden waarop oppervlakkig mest is verspreid. Bij een gift van 8 m<sup>3</sup> mest/ha met de aangepaste sleepslangmachine was de de ammoniakemissie 13,6% van de opgebrachte hoeveelheid ammonium ten opzichte van 56,8% bij oppervlakkige aanwending van 18 m<sup>3</sup>/ha. Wanneer met de sleepslangmachine

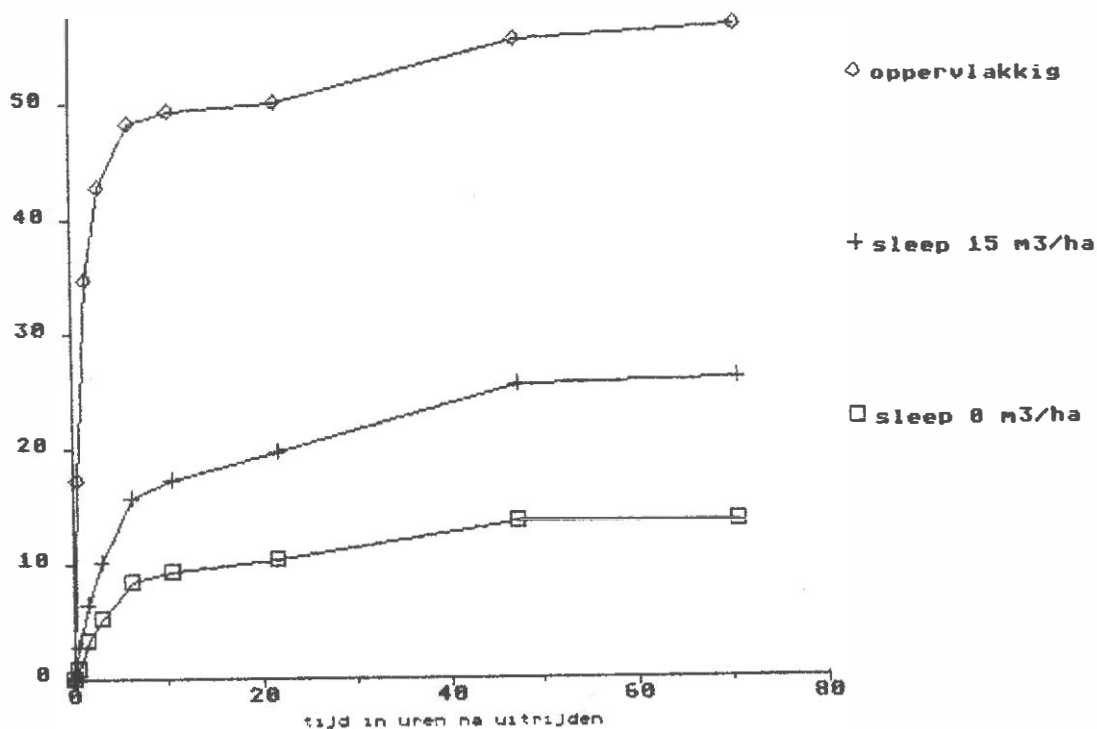
een grotere gift werd gegeven ( 15 m<sup>3</sup>/ha) nam de emissie toe tot 25,9% van de opgebrachte hoeveelheid ammonium.

Uit onderzoek van Pain en Klarenbeek (1988) is gebleken dat, tot een mestgift van 30 m<sup>3</sup>/ha, de relatieve emissie onafhankelijk is van de mestgift en dat bij hogere giften de relatieve emissie lager wordt. De verhoging van de emissie bij een hogere gift is in dit experiment waarschijnlijk veroorzaakt door het korte gras. Bij een mestgift van 15 m<sup>3</sup>/ha en een grashoogte van 8 cm kon de aangepaste sleepslangmachine de mest waarschijnlijk onvoldoende onder het gras leggen.

De ammoniakemissie, die in dit experiment bij aanwending van varkensmest is gemeten, kwam zeer goed overeen met de emissie, die in een vorig experiment bij aanwending van rundveemest is gemeten (de Bode,1990). Dit kan betekenen dat de meststrookjes, die door de sleepslangmachine zijn toegediend, bij toediening van varkensmest niet meer uitvloeien dan bij toediening van rundveemest. Het hoge droge-stofgehalte van de varkensmest zou uitvloeiing hebben kunnen voorkomen. Bij een eventuele herhaling van dit experiment zou dunnere varkensmest moeten worden toegediend.

Tabel 2 Stikstofverlies bij aanwending van mest met behulp van een aangepaste sleepslangmachine in vergelijking tot het stikstofverlies bij oppervlakkige aanwending

aanwendings- methode	giften (kg/ha)			stikstofverlies		
	mest(*10 <sup>3</sup> )	NH <sub>4</sub> -N	N-tot	(kg/ha)	t.o.v. (%)	
					NH <sub>4</sub> -N	N-tot
sleepslangmachine	7,9	51,0	79,0	7,0	13,6	8,9
sleepslangmachine	14,9	96,3	149,0	25,0	25,9	16,8
oppervlakkig	17,5	113,8	171,6	64,6	56,8	37,6



Figuur 2 Stikstofverlies bij aanwending van mest met behulp van een aangepaste sleepslangmachine in vergelijking tot het stikstofverlies bij oppervlakkige aanwending

#### 4 CONCLUSIE

Door varkensmest met een aangepaste sleepslangmachine aan te wenden, verminderde in dit experiment de emissie ten opzichte van oppervlakkige aanwending.

Bij een mestgift van 8 m<sup>3</sup>/ha met de sleepslangmachine was na drie dagen 13,6% van de opgebrachte hoeveelheid ammonium vervluchtigd. In een periode van drie dagen vervluchtigde bij oppervlakkige aanwending van 18 m<sup>3</sup> mest/ha 56,8% van de opgebrachte hoeveelheid ammonium.

Bij een mestgift van 15 m<sup>3</sup>/ha met de sleepslangmachine vervluchtigde in dit experiment 25,9% van de opgebrachte ammonium. Dit hogere verliespercentage bij een hogere gift is waarschijnlijk veroorzaakt door de lengte van het gras. Bij een mestgift van 15 m<sup>3</sup>/ha en een grashoogte van 8 cm kon de sleepslangmachine de mest onvoldoende onder het gras leggen.

De resultaten van dit experiment komen zeer goed overeen met een experiment met dezelfde opzet, waarbij in plaats van varkensmest rundveemest is aangewend.

#### LITERATUUR

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

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmestaanwending; het effect van een aangepaste sleepslangmachine bij aanwending van rundveemest op kort gemaaid grasland. Meetploegverslag 34506-1500

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



## Bijlage I

## De emissiesnelheid per meetperiode

aangepaste sleepslangmachine  
gift: 8 m<sup>3</sup>/ha

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH <sub>4</sub> (%)
0 — ½ uur	20,30	0,44	0,86
½ — 1½ uur	27,74	1,67	3,27
1½ — 3 uur	15,42	2,63	5,16
3 — 6 uur	13,09	4,27	8,37
6 — 10 uur	2,36	4,70	9,21
10 — 22 uur	1,15	5,23	10,25
22 — 47 uur	1,63	6,97	13,66
47 — 71 uur	-0,02	6,95	13,62

aangepaste sleepslangmachine  
gift: 15 m<sup>3</sup>/ha

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH <sub>4</sub> (%)
0 — ½ uur	120,19	2,67	2,77
½ — 1½ uur	82,80	6,24	6,48
1½ — 3 uur	55,25	9,77	10,14
3 — 6 uur	41,92	15,06	15,64
6 — 10 uur	9,76	16,58	17,22
10 — 22 uur	4,78	18,90	19,63
22 — 47 uur	5,34	24,47	25,41
47 — 70 uur	0,49	24,96	25,92

oppervlakkige aanwending  
gift: 17 m<sup>3</sup>/ha

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH <sub>4</sub> (%)
0 — ½ uur	942,25	19,63	17,25
½ — 1½ uur	461,48	39,50	34,71
1½ — 3 uur	140,75	48,59	42,70
3 — 6 uur	51,83	54,96	48,30
6 — 9 uur	8,41	56,08	49,28
9 — 22 uur	1,72	56,96	50,05
22 — 46 uur	5,98	63,03	55,39
46 — 70 uur	1,53	64,58	56,75

## 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:

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

waarin:

- F = flux ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- 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)
- uc = de over de tijd gemiddelde horizontale flux op een willekeurige hoogte van de centrale mast ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )

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

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

De term  $u \cdot c$  is de flux veroorzaakt door horizontale convectie,  $u' \cdot c'$  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:

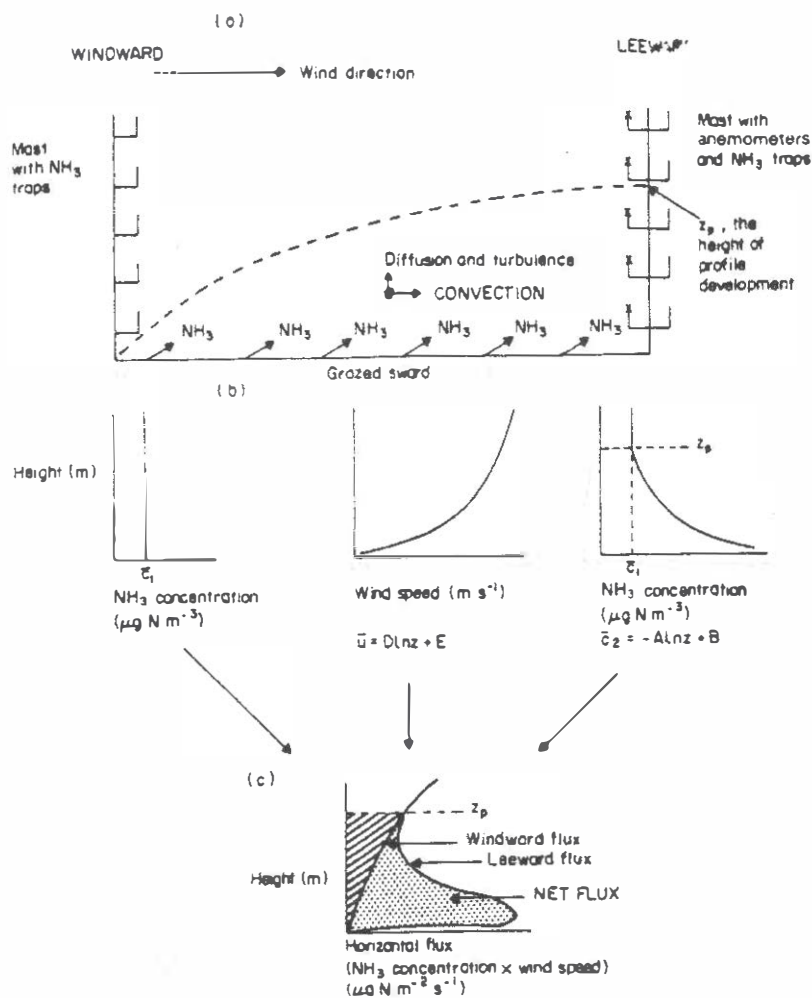
$$F = 1/x \int_{z_0}^{z_p} (u \cdot c) \cdot dz \quad (3)$$

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

$$F = 1/x \int_{z_0}^z u(z) c_2(z) \cdot dz - \int_{z_0}^z u(z) \cdot c_1(z) \cdot dz \quad (4)$$

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 weergegeven. 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  $\text{HNO}_3$  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

