

Meetploegverslag 34506-1200

Ammoniakemissie-onderzoek
bij mengmestaanwending

- het effect van een aangepaste
sleeslangenmachine

M.J.C. de Bode

De uitkomsten van dit onderzoek gelden alleen voor de omstandigheden, waaronder de experimenten plaats vonden. Vergelijking met de cijfers uit andere meetrapporten is derhalve niet zonder meer mogelijk, en is voorbehouden aan de rapporteur.

Datum: april 1990

Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Postbus 59, 6700 AB Wageningen

INHOUD

1 INLEIDING	1
2 METHODE	2
2.1 Opzet	2
2.2 Uitvoering	2
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	4
3.1 Weersomstandigheden	4
3.2 Mestsamenstelling	4
3.3 Ammoniakvervluchtiging	4
4 CONCLUSIE	6
LITERATUUR	6
Bijlage I de emissiesnelheid per meetperiode	
Bijlage II de micrometeorologische massabalansmethode	
Bijlage III weersomstandigheden tijdens het experiment	

1 INLEIDING

In opdracht van de begeleidingscommissie voor het intensivering-onderzoek heeft het IMAG onderzocht of een aangepaste sleepslangmachine bij aanwenden van mest minder ammoniakemissie zal veroorzaken. Deze aangepaste sleepslangmachine tracht de mest in smalle strookjes onder het gras te leggen, waardoor het oppervlak van de mest dat met lucht in aanraking komt veel kleiner is. Hoe kleiner het contactoppervlak lucht-mest is des te lager zal de ammoniakemissie zijn.

Toepassing lijkt zinvol op percelen met uitrijproblemen ten gevolge van draagkracht en structuurbederf. De verwachting is dat dit systeem op nauwkeurige wijze kleine hoeveelheden kan toedienen.

2 METHODE

2.1 Opzet

Voor het experiment is mest gebruikt van het proefbedrijf van het IMAG te Duiven. Dit is een melkveebedrijf, waar de mest onder de stallen wordt opgeslagen.

Het experiment is op hetzelfde proefbedrijf uitgevoerd. Voor het onderzoek is op vier 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 $20 \text{ m}^3/\text{ha}$. De andere twee proefveldjes dienden als referentie voor de sleepslangmachine. De ammoniakemissie bij aanwending met de sleepslangmachine is vergeleken met de emissie bij aanwending met de zodebemester en met de emissie bij oppervlakkig aanwenden van mest. Getracht is zowel met de zodebemester als met oppervlakkig aanwenden een mestgift van $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ te geven.

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 uurschemering, schemering-zonsopkomst, zonsopkomst-48 uur, 48-72 uur en 72-96 uur na uitrijden.

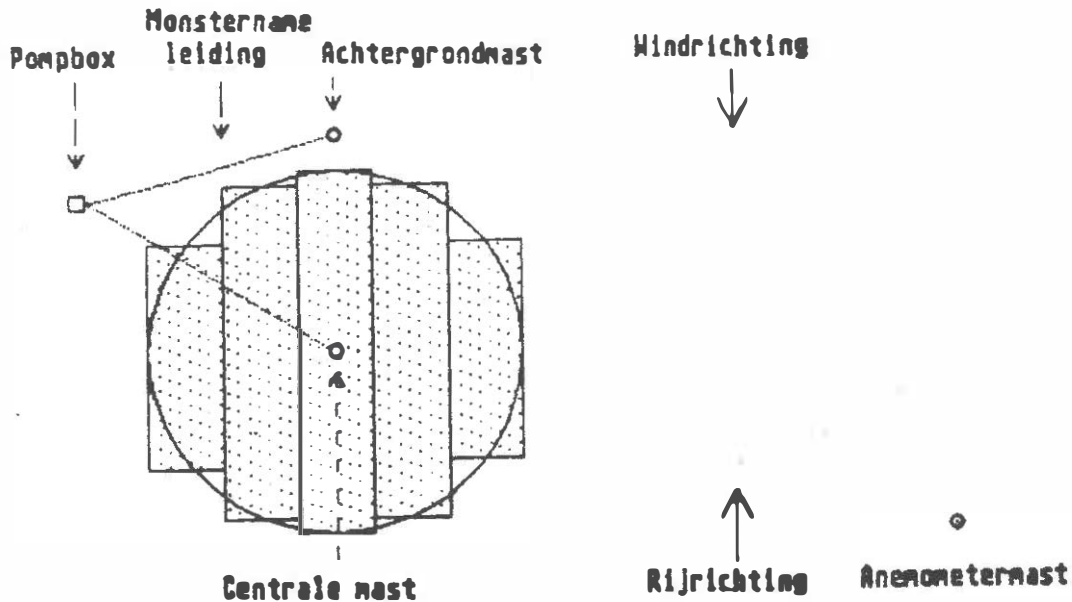
De ammoniakemissie vanaf de proefvelden is bepaald d.m.v. micro-meteorologische massabalansmethode. In bijlage II is deze methode nader uiteengezet.

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. De mast in het midden van het veld bepaalt de hoeveelheid ammoniak in de lucht, 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 ammoniak op verschillende hoogte aan de mast opgevangen. Hiervoor zijn aan de mast flesjes bevestigd, die gevuld zijn met opvangvloeistof. 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 windsnelheden tijdens de waarnemingen kan de hoeveelheid ammoniak, die uit de mest vervluchtigt is, worden berekend. Een uitvoerige beschrijving van de meetmethode is te vinden in bijlage II.

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



Figuur 1: proefveld lay-out voor de micrometeorologische massabalansmethode

Voor een goede beschrijving van de omstandigheden, waaronder de experimenten zijn uitgevoerd, wordt de vochtigheid van de bodem dagelijks gemeten. Naast de bodemtoestand zijn ook de weersomstandigheden belangrijk voor vervluchtiging van ammoniak. De volgende weergegevens worden continue geregistreerd:

- windsnelheid op 0.25, 0.50, 0.80, 1.25, 2.00, 3.25 m en 10 m hoogte;
- windrichting;
- regenval;
- luchttemperatuur op 1,5 m hoogte;
- bodemtemperatuur op maaiveld;
- luchtvochtigheid.

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Het experiment is uitgevoerd van 20 maart 1990 t/m 24 maart 1990. Op 20 maart zijn tussen 09:20 uur en 10:15 uur alle vier de velden bemest. De ammoniakemissie is vervolgens vier dagen lang gemeten.

3.1 Weersomstandigheden

In de nacht voor het uitrijden van de mest is er 3 mm regen gevallen. Op de uitrijdag zelf was het rustig weer: af en toe zon, een middagtemperatuur van ongeveer 14°C en een windsnelheid op 10 m hoogte tussen de 1 m/s en 2 m/s (bijlage III). In de dagen na het uitrijden werd het geleidelijk kouder, de middagtemperatuur daalde van 14°C naar 10°C. De wind was na de eerste dag van het experiment vrij krachtig (6 m/s - 10 m/s). De luchtvochtigheid was vrij hoog, alleen gedurende de eerste dag van het experiment kwam de relatieve luchtvochtigheid even onder de 65%.

Het vochtpercentage van de bodem verschilde iets per veld maar bleef voor elk veld gedurende het experiment constant. Het vochtpercentage op gewichtsbasis van de velden waarop oppervlakkig is uitgereden en waarop met de sleepslangmachine een gift van 10 m³/ha is gegeven bedroeg 45%. Het vochtpercentage van beide andere velden bedroeg ongeveer 40%.

3.2 Mestsamenstelling

De samenstelling van de mest in dit experiment week nauwelijks af van de gemiddelde samenstelling van rundveedrijfmest (Hoeksma, 1988). In tabel 1 is de mestsamenstelling weergegeven.

Tabel 1 Samenstelling van de rundveedrijfmest die in dit experiment gebruikt is

NH ₄ -N	(mg/l)	2230
N-totaal	(mg/l)	5270
P	(mg/l)	670
K	(mg/l)	3050
pH		7.1
droge stof	(g/kg)	88.3
as	(%)	20.5
V.V.Z.	(mg/l)	9850

3.3 Ammoniakvervluchtiging

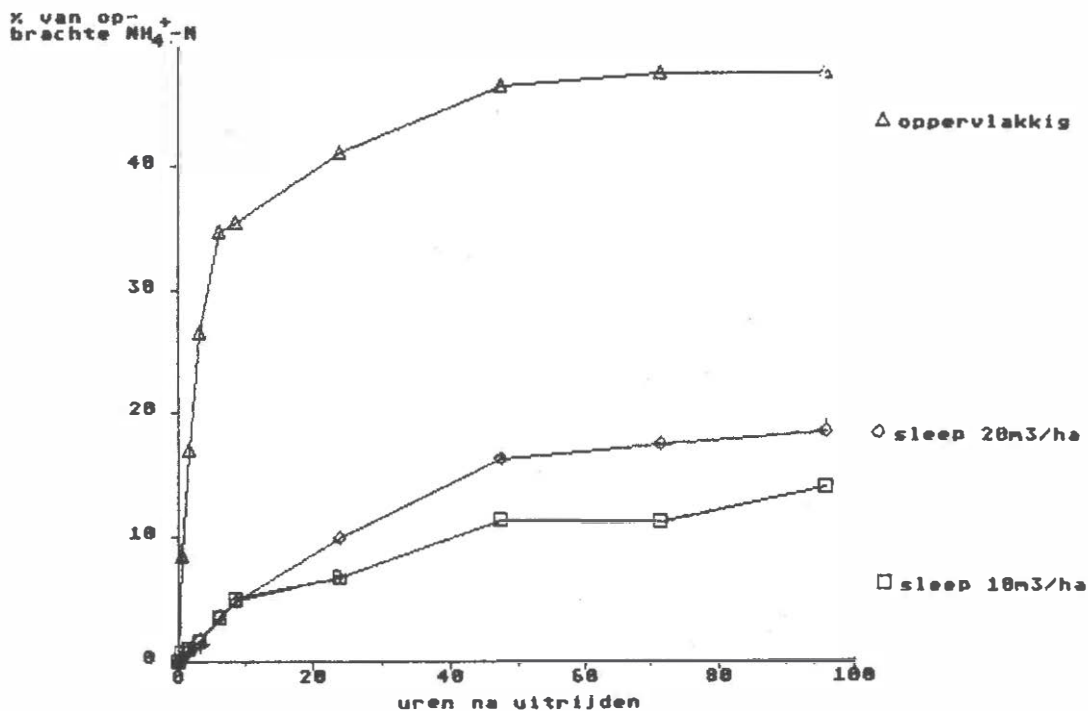
Het gedeelte van de opgebrachte ammonium dat bij aanwending vervluchtigt, was in dit experiment met de aangepaste sleepslangmachine beduidend lager dan bij oppervlakkige aanwending (tabel 2). Het verliespercentage nam af van 47,4% bij oppervlakkige aanwending tot 18,4% bij aanwending met de sleepslangmachine. De mestgift was in beide gevallen 20 m³/ha. Bij een lagere mestgift met de sleepslangmachine (10 m³/ha) nam de emissie af tot 14,0%. Het verschil tussen 18,4% en 14,0% is dermate klein dat op grond van één meting geen onderscheid in effect op de ammoniakemissie is te maken tussen hoge en lage gift met de sleepslangmachine.

De sleepslangmachine is in dit experiment niet alleen met oppervlakkige aanwending vergeleken maar ook met de zodebemester. Bij bemesting met de zodebemester vervluchtigde 19,6% van de opgebrachte ammonium. Dit verliespercentage kwam overeen met de ammoniakvervluchtiging bij mestaanwending met de aangepaste sleepslangmachine.

Een ammoniakemissie van 19,6% van de opgebrachte ammonium is voor een zodebemester hoog. De verliespercentages bij mestaanwending met een zodebemester waren in voorgaande experimenten niet hoger dan 11% (de Bode,1989, Bussink,1990). De resultaten van dit experiment dienen daarom met enige voorzichtigheid behandeld te worden. Om betrouwbaar te kunnen vaststellen of de ammoniakemissie bij mestaanwending met de sleepslangmachine overeenkomt met de zodebemester, verdient het aanbeveling een herhaling van dit experiment uit te voeren.

Tabel 2 Stikstofverlies bij aanwending van rundveemengmest m.b.v. een aangepaste sleepslangmachine in vergelijking met aanwending met zodebemester en oppervlakkig aanwenden

	giften (kg/ha)			stikstofverlies		
	mest($\times 10^3$)	N-tot	NH ₄ -N	(kg/ha)	t.o.v. NH ₄ -N (%)	N-tot (%)
sleepslang	6,6	34,8	14,7	2,06	14,0	5,9
sleepslang	19,0	100,2	42,4	7,80	18,4	7,8
zodebemester	16,8	88,6	37,5	7,34	19,6	8,3
oppervlakkig	19,7	103,9	43,9	20,83	47,4	20,0



Figuur 2 Stikstofverlies bij aanwending van rundveemengmest m.b.v. een aangepaste sleepslangmachine in vergelijking met aanwending met zodebemester en oppervlakkig aanwenden

4 CONCLUSIE

Het aanwenden van drijfmest met de aangepaste sleepslangmachine, verminderde de ammoniakemissie aanzienlijk ten opzichte van oppervlakkige aanwending. Bij een gelijke mestgift vervluchtigde 18,4% van de opgebrachte ammonium bij mestaanwending met de sleepslangmachine, terwijl bij oppervlakkige aanwending 47,4% van de opgebrachte ammonium vervluchtigde.

De resultaten van dit experiment geven een aanwijzing dat de emissie bij mestaanwending met de sleepslangmachine nog verder is te verminderen door de gift te verlagen. Volgende metingen zullen dit emissieverlagend effect van een lagere gift moeten bevestigen.

In vergelijking met de zodebemester was de sleepslangmachine gelijk wat ammoniakemissie bij mestaanwending betreft. De emissie bij het uitrijden van de zodebemester was in dit experiment echter hoog, zodat het aanbeveling verdient de vergelijking zodebemester-sleepslangmachine nog enkele malen uit te voeren.

LITERATUUR

de Bode, M.J.C. en M.A. Bruins (1989)

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmestaanwending op grasland; effect van injecteren. IMAG-nota 434.

Bussink, D.W. et al. (1990)

Ammoniakemissie bij verschillende toedieningsmethoden van dunne mest aan grasland. Rapport A 89.086 Nederlands Meststoffen Instituut (NMI)

Hoeksma, P. (1988)

De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet. IMAG, Wageningen.

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

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

Bijlage I

de emissiesnelheid per meetperiode

oppervlakkige aanwending

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - 1 uur	177,21	3,69
1 - 2 uur	83,12	7,44
2 - 3 uur	64,92	11,59
3 - 6 uur	27,91	15,18
6 - 9 uur	3,15	15,48
9 - 24 uur	3,98	18,00
24 - 47 uur	2,42	20,38
47 - 71 uur	0,45	20,83
71 - 96 uur	0,00	20,83

sleepslangmachine (20 m³/ha)

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - 1 uur	9,67	0,17
1 - 2 uur	5,85	0,43
2 - 3 uur	5,73	0,76
3 - 6 uur	6,45	1,53
6 - 9 uur	3,97	2,03
9 - 24 uur	3,45	4,19
24 - 48 uur	2,71	6,88
48 - 72 uur	0,53	7,41
72 - 95 uur	0,40	7,80

sleepslangmachine (10 m³/ha)

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - 1 uur	5,59	0,10
1 - 2 uur	1,14	0,15
2 - 3 uur	1,14	0,23
3 - 6 uur	2,58	0,52
6 - 9 uur	1,57	0,72
9 - 24 uur	0,43	0,98
24 - 48 uur	0,69	1,67
48 - 72 uur	-0,02	1,65
72 - 96 uur	0,41	2,06

zodebemester

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - 1 uur	6,94	0,14
1 - 2 uur	3,95	0,31
2 - 3 uur	1,72	0,42
3 - 6 uur	1,82	0,63
6 - 9 uur	4,46	1,11
9 - 24 uur	2,26	2,57
24 - 48 uur	3,79	6,34
48 - 72 uur	0,99	7,34
72 - 96 uur	0,01	7,34

Bijlage II Micrometeorologische massabalansmethode

De metingen naar de emissie van ammoniak worden ondermeer uitgevoerd met de micrometeorologische massabalansmethode. 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 3a). 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 veld binnenkomt en de centrale mast (m)

z_p = de hoogte boven de centrale mast waar de ammoniakconcentratie gelijk wordt aan de achtergrond concentratie (figuur 3b) (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 ($\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

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

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

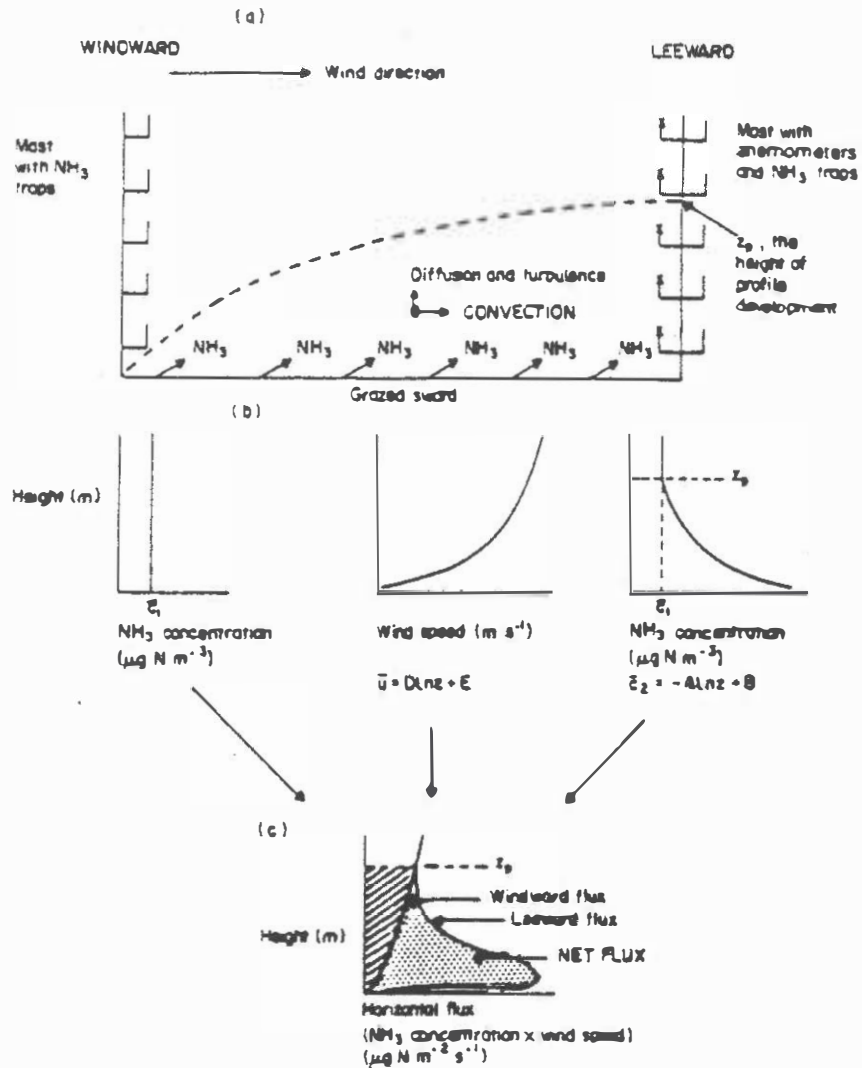
De term $u.c$ is de flux veroorzaakt door horizontale convectie, $u'.c'$ is de horizontale diffusieflux loodrecht op de windrichting. In het algemeen wordt aangenomen (Denmead, 1983; Denmead et al., 1977; Beauchamp et al., 1982; Beauchamp et al., 1987) dat de laatste term verwaarloosbaar is ten opzichte van de convectie stroom. Verlijking (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 3b). Uit deze profielen kan vervolgens het profiel van de horizontale flux worden berekend (figuur 3c). 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 landoppervlakte d.m.v. deling door de fetch.

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

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) ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)



$$F = (1/x) \int_0^z \bar{u} \bar{\rho}_s dz \quad F = (1/x) \int_0^z (\bar{u} \bar{\rho}_s + \overline{u' \rho'_s}) dz \quad F \approx (1/x) \int_0^z \bar{u} \bar{\rho}_s dz$$

Figuur 3 Schematisch overzicht van de stappen in de bepaling van 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 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 3 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 zijn verdeeld. Een monsternamepunt bestaat uit een wasflesje gevuld met 0,02 M HNO_3 als absorptievloeistof en een impinger. Een impinger maakt het mogelijk door middel van een pomp en aanzuigslangen lucht door de absorptievloeistof te leiden. Het ammoniumgehalte in de absorptievloeistof is met behulp van een ionchromatograaf bepaald. De luchtsnelheid door de absorptievloeistof wordt ingesteld op 2,5 l/min. De flow wordt per meetperiode 2 keer 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: 11-29.

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. 133-137. In: J.R. Freney 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

weersomstandigheden tijdens het experiment

