

Ammoniakemissieonderzoek bij mengmestaanwending

3

Het effect van mestaanzuring

M.J.C. de Bode

dlo



Meetploegverslag 34506-1300a

Herziene versie



Ammoniakemissieonderzoek bij mengmestaanwending

Het effect van mestaanzuring

M.J.C. de Bode

Meetploegverslag 34506-1300a
mei 1993, herzien versie

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

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59
6700 AB Wageningen

Interne mededeling DLO. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of worden vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het instituut.

Bronvermelding zonder weergave van de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van : auteursnaam, jaartal, titel, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	2
2 Methode	3
2.1 Opzet	3
2.2 Uitvoering	4
3 Resultaten en discussie	6
3.1 Weersomstandigheden	6
3.2 Mestsamenstelling	6
3.2 Ammoniakvervluchting	7
3.3 Geuremissie	8
4 Conclusie	10
Literatuur	11
Bijlage I Emissiesnelheid per meetmethode	12
Bijlage II Micrometeorologische massabalansmethode	14
Bijlage III Weersomstandigheden tijdens het experiment	19
Bijlage IV Het pH-verloop in de mest na aanwending	21

1 Inleiding

In opdracht van de begeleidingscommissie van het intensiveringonderzoek heeft de meetploeg, die door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is ingesteld, de ammoniakemissie bij aanwending van aangezuurde mest onderzocht. Deze meting past in een uitgebreid onderzoekprogramma, waarbij de inpasbaarheid van het aanzuren op bedrijfsschaal wordt nagegaan. Het experiment is op veengrond uitgevoerd, omdat de draagkracht van veen waarschijnlijk onvoldoende is voor mestinjectie en zodebemesting.

Bij aanwending van aangezuurde mest zorgt naast de ammoniakemissie vooral de geuremissie voor overlast. Daarom zijn in dit experiment naast ammoniakemissiemetingen ook geurmetingen gedaan. De geurmetingen van dit onderzoek zijn door DSM Research gefinancierd.

2 Methode

2.1 Opzet

Het experiment vond plaats op het Regionaal Onderzoek Centrum "Zegveld" te Woerden. Dit is een melkveebedrijf op veengrond. De rundveemengmest, die in dit experiment is gebruikt, kwam van een veehouder te Bergijk. Deze veehouder is half februari gestart met het aanzuren van de mest in zijn stal. De aangezuurde mest in dit experiment was dus tussen 0 en 2,5 maanden oud. De mest, die vóór het aanzuren is geproduceerd, heeft hij opgeslagen in een afgedekte mestsilos. Dit is de mest, die in het experiment gebruikt is als onbehandelde mest. Deze mest was dus ouder dan 2,5 maand.

In het experiment is de ammoniakemissie bij aanwending van aangezuurde mest vergeleken met de emissie bij aanwending van onbehandelde mest. Hiervoor is op vier proefvelden van ongeveer 0,15 ha mest uitgereden. De volgende aanwendingsmethoden zijn gebruikt:

- aanwending van mest met een pH van 4 middels een sleepslangenmachine;
- aanwending van mest met een pH van 6 middels een sleepslangenmachine;
- aanwending van onbehandelde mest middels een sleepslangenmachine;
- aanwending van onbehandelde mest middels een ketsplaat.

Bij aanzuring van mest met salpeterzuur moet de mest tot een pH-waarde van 4 worden aangezuurd, om denitrificatie tijdens opslag te voorkomen. Voor het verminderen van de ammoniakemissie is een pH van 6 waarschijnlijk al voldoende. Van beide aangezuurde mestsoorten is de emissie bij mest aanwending gemeten. De mest met een pH van 6 werd verkregen door mest met een pH-waarde van 4 te verdunnen met onbehandelde mest.

Om geurhinder tijdens de aanwending van de mest zoveel mogelijk te voorkomen, werd de mest door middel van een sleepslangenmachine op het veld verspreid. Daarnaast is het met een sleepslangenmachine mogelijke lage mestgift goed gedoseerd te verspreiden. Door het hoge nitraatgehalte in aangezuurde mest is een goede dosering met een lage mestgift belangrijk om uitspoeling te voorkomen.

In het experiment is de geur- en ammoniakemissie bij aanwending van aangezuurde mest vergeleken met de emissie bij aanwending van onbehandelde mest. De onbehandelde mest is op twee manieren aangewend: middels een ketsplaat en middels een sleepslangenmachine. Een mogelijke vermindering van de emissie ten gevolge van aanwending met de sleepslangenmachine kan door deze opzet worden onderscheiden van emissievermindering door aanzuring van mest. Getracht is alle proefvelden een gift van 10 m³ mest/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 kunnen worden uitgesloten.

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. Voor de ammoniakemissiemeting is gekozen voor de volgende monsternamperiodes: 0-½ uur, ½-1½ uur, 1½-3 uur, 3-6 uur, 6 uur-schemering, schemeringzonsopkomst, zonsopkomst-48 uur, 48-72 uur en 72-96 uur na uitrijden. De ammoniakemissie vanaf de proefvelden is bepaald d.m.v. micrometeorologische massabalansmethode. In bijlage 2 is deze methode nader uiteengezet.

Voor de bepaling van de geuremissie kunnen minder monsters worden genomen dan voor de bepaling van de ammoniakemissie, omdat de analyse van geurmonsters per monster meer tijd kost en de geurmonsters binnen 24 uur na monsternam moeten zijn geanalyseerd. Om toch zoveel mogelijk monsters kort na aanwending te nemen, zijn monsters genomen op 0 uur, 3 uur, 6 uur, 24 uur en 48 uur na aanwending. De monsternam duurt slechts tien minuten. De geurconcentratie van dit monster wordt representatief verondersteld voor een langere periode.

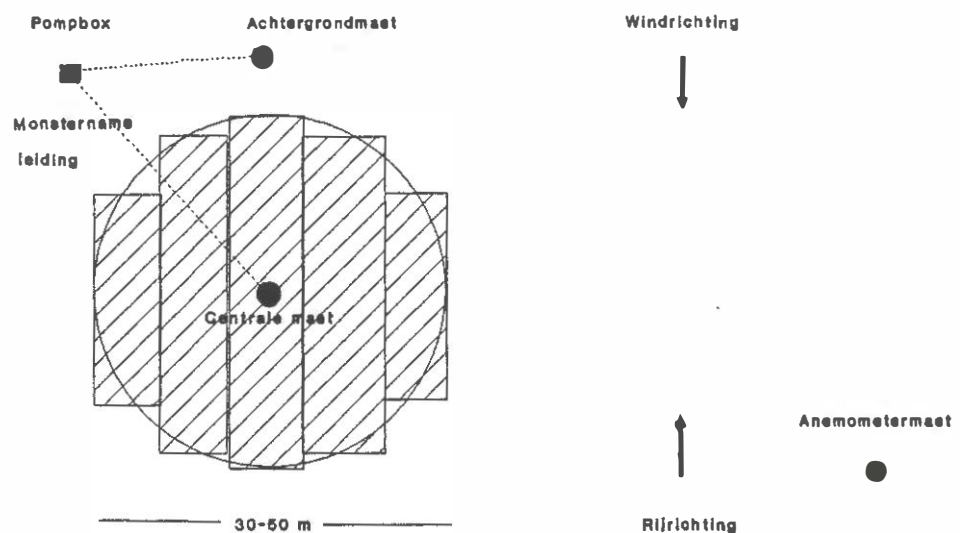
De monsters genomen op 0 uur, 3 uur, 6 uur, 24 uur en 48 uur zijn in de emissieberekening representatief verondersteld voor respectievelijk 0-1½ uur, 1½-5 uur, 5-14 uur, 14-34 uur en 34-58 uur.

De geuremissie is bepaald met behulp van een aangepaste micrometeorologische massabalansmethode. Deze methode is in bijlage 2 beschreven.

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 en geur die vanaf het veld vervluchtigt, wordt met deze twee masten bepaald. Met de mast aan de rand van het veld, wordt de hoeveelheid ammoniak en geur, die door de wind het veld wordt ingevoerd, bepaald. Met de mast in het midden van het veld wordt de hoeveelheid ammoniak en geur in de lucht bepaald, nadat de lucht over de helft van het veld is geblazen. Uit het verschil tussen de hoeveelheid ammoniak en geur, 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 vervluchtigt, worden berekend. Een uitvoerige beschrijving van de meetmethode is te vinden in bijlage 2.



Figuur 1. Schema van een proefveld voor de micrometeorologische massabalansmethode.

Bij de bepaling van de geuremissie wordt slechts op èèn hoogte van de meetmasten een monster genomen. Een geurmonster wordt genomen door geurvrije teflonzakken met lucht te vullen. Deze lucht wordt door een geurvrije teflonslang via het monsterpunt van de mast aangezogen. Een geurpanel bepaalt vervolgens de geurconcentratie van het monster. De geurconcentratie wordt uitgedrukt in geureenheden per kubiekemeter lucht. Één geureenheid is die geurconcentratie, waarbij de helft van het panel het monster kan onderscheiden van reukloze lucht. Dit noemt men de geurdrempel. Het aantal verdunningen dat nodig is om de geurdrempel te bereiken is het aantal geureenheden. De luchtmonstername en analyse zijn uitgevoerd volgens de Nederlandse Norm Sensorische geurmetingen met behulp van een olfactometer (NVN 2820).

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, drogestof, asgehalte en vluchtige vetzuren.

Voor een goede beschrijving van de omstandigheden, waaronder de experimenten zijn uitgevoerd, zijn de zuurgraad en de vochtigheid van de bodem dagelijks en is 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 en geur. 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 1 mei 1990 tot en met 5 mei 1990. Het gras was een dag voor het experiment gebloot. De grashoogte na het bloten was 8 cm. De mest is op 1 mei op alle proefvelden tussen 10:40 uur en 11:50 uur aangewend. Vervolgens is de ammoniakemissie tot 96 uur na aanwending gemeten. Door een storing in de data registratie ontbreken de meteorologische gegevens tussen 2 mei 22:00 uur en 4 mei 17:00 uur.

3.1 Weersomstandigheden

De meetperiode kenmerkte zich door droog, zonnig en warm weer. In de gehele meetperiode was het onbewolkt. Op de dag van uitrijden was de maximumtemperatuur 20°C, de daarop volgende dagen werden temperaturen van 26°C bereikt (bijlage 3). In de periode dat de dataregistratie werkte was de wind overdag matig (3 m/s tot 5 m/s op 2 m hoogte) en in de nacht licht (1 m/s tot 2 m/s op 2 m hoogte). De windrichting fluctueerde weinigen was oost. Door sterke afkoeling in de nacht ontstond in de ochtend dauw, zodat het gras tot ongeveer 10:00 uur vochtig was. Op de dag van uitrijden was het 's ochtends mistig. Deze mist was rond 9:00 uur opgetrokken.

Het vochtpercentage op gewichtsbasis van de bodem bedroeg ongeveer 50%. De vochtigheid van de bodem werd niet meetbaar beïnvloed door bemesting of door warmte en zonneinstraling.

De zuurgraad van de onbehandelde mest nam in de eerste uren na het uitrijden af van ongeveer pH 7 naar pH 5 (bijlage 4). De pH in de tot pH 4 aangezuurde mest liep in de eerste uren na aanwending juist op. De pH verliep van 4,5 naar 5. De pH in de tot pH 6 aangezuurde mest vertoonde hetzelfde beeld als de onbehandelde mest. Waarschijnlijk is dit veroorzaakt doordat de pH bij aanvang van het experiment te hoog was. In paragraaf 3.2 wordt hier verder op ingegaan.

3.2 Mestsamenstelling

De proefopzet was om mest met een pH van 4 en met een pH van 6 aan te wenden. Uit de mestanalyses achteraf bleek dat de pH in de monsters hoger was. In plaats van pH 4 en pH 6 werden pH's van 5 en 6,7 gemeten.

Tabel 1 De samenstelling van de verschillende mestsoorten, die in dit experiment zijn gebruikt.

Grootheid	[eenheid]	onbehandelde mest		aangezuurde mest	
		ketsplaat	sleepslangen	pH 6,7	pH 5
Ammoniumstikstof	[mg/l]	2800	2830	2550	2040
Nitraatstikstof	[mg/l]	-	-	2220	4220
Totaalstikstof	[mg/l]	5010	50110	6840	8840
Fosfor	[mg/l]	750	770	680	660
Kalium	[mg/l]	3800	3760	3740	3820
pH		7,4	7,4	6,7	5,0
Droge stof	[g/kg]	70,3	69,5	78,1	90,8
Ruwe as	[% ds]	24,4	24,4	23,1	18,1
Vluchtige vetzuren	[mg/l]	3540	3130	4960	1270

Doordat de pH van de onbehandelde mest laag was (pH 7,4) week de pH van de minst aangezuurde mest weinig af van de onbehandelde mest. Tijdens pH-metingen in de mest na aanwending, kon geen onderscheid worden gemaakt tussen de onbehandelde en de minst aangezuurde mest.

3.2 Ammoniakvervluchtiging

Uit de resultaten van het experiment bleek dat aanzurende ammoniakemissie sterk kan verminderen (tabel 2). Bij aanwending van mest met een pH, die in ieder geval lager was dan 5,5 nam de ammoniakemissie af ten opzichte van aanwending van onbehandelde mest met behulp van een ketsplaat. De emissie verminderde van 17,2 kg N/ha tot 1,3 kg N/ha. Deze afname kan slechts voor een klein gedeelte zijn veroorzaakt doordat bij de aanwending van aangezuurde mest gebruik is gemaakt van een sleepslangenmachine. De ammoniakemissie bij aanwending van onbehandelde mest met een sleepslangenmachine bedroeg namelijk 12,0 kg N/ha.

Omdat de andere aangezuurde mestsoort een pH van 6,7 had in plaats van 6, kon de ammoniakvervluchtiging bij aanwending van deze mest aanzienlijk (9,0 kg N/ha) worden genoemd. Omdat het pH-verschil met de onbehandelde mest klein was, werd een kleiner verschil in ammoniakemissie ten opzichte van aanwending van onbehandelde mest verwacht dan in het experiment is gemeten. Tussen pH-waarden van 7 en 9 slaat het evenwicht tussen ammonium en ammoniak om naar ammoniak en dus zal in de mest bij een pH lager dan 6,5 alle ammoniak in de vorm van ammonium voorkomen en zal praktisch geen ammoniakvervluchtiging optreden. Bij een pH groter dan 7 verloopt het ammonium-ammoniak evenwicht naar ammoniak. Zodra ammoniak is gevormd komt de ammoniakvervluchtiging op gang. Doordat de pH-waarden 6,7 en 7,4 rond dit overgangsgebied liggen, kan een groot verschil in ammoniakemissie ontstaan bij een slechts klein verschil in pH-waarde.

Tabel 2 Stikstofverlies bij aanwending van aangezuurde rundveemest op grasland met een sleepslangenmachine in vergelijking tot het stikstofverlies bij aanwending van onbehandelde mest.¹

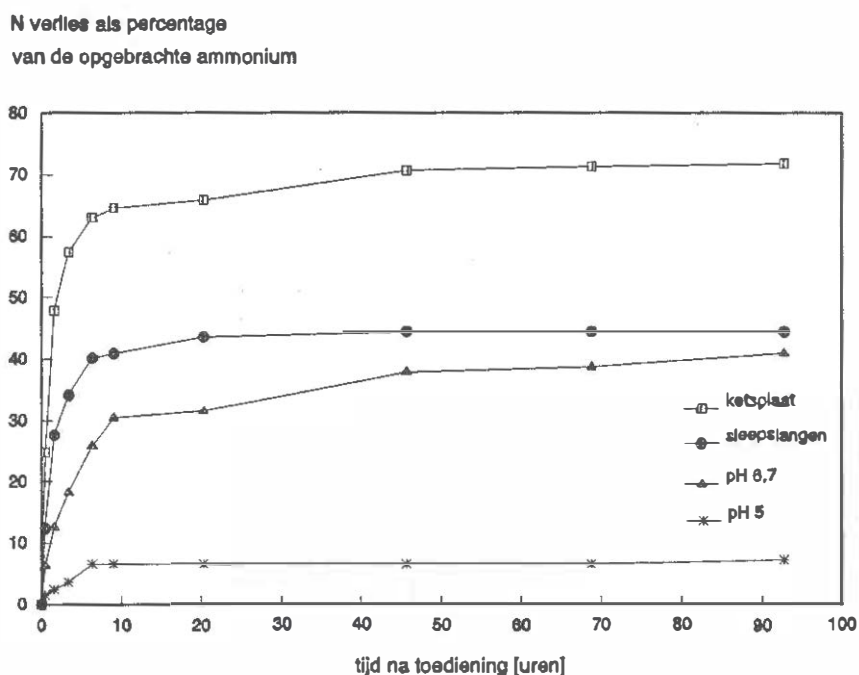
Mestsoort	Giften			Ammoniakemissie		
	mest	NH ₄ -N	N-min*	NH ₄ -N	N-min*	
	[m ³ /ha]	[kg/ha]	[kg/ha]			[kg/ha]
Ketsplaat (0-object)	8,7	23,9	43,1	17,2	71,9	71,9
Sleepslang (0-object)	9,8	26,9	48,5	12,0	44,4	44,4
pH 6,7	9,1	21,9	43,46	9,0	41,0	20,7
pH 5	8,8	18,0	55,1	1,3	7,2	2,4

*N-min = NH₄-N + NO₃-N

In tabel 2 zijn de verliezen gegeven ten opzichte van de opgebrachte hoeveelheid ammonium en ten opzichte van de opgebrachte hoeveelheid minerale stikstof. Alleen de ammonium in de mest kan vervluchtigen. Het stikstofverlies ten opzichte van de opgebrachte ammonium geeft dus aan hoe makkelijk ammoniak uit de specifieke mestsoort vervluchtigt. Het verlies ten opzichte van de opgebrachte hoeveelheid minerale stikstof geeft het verlies aan direct bemestende waarde van de mest aan. Doordat aangezuurde mest naast ammonium ook nitraat bevat zal bij een gelijke ammoniakemissie het stikstofverlies ten opzichte van de opgebrachte hoeveelheid minerale stikstof bij aangezuurde mest lager zijn dan bij niet aangezuurde mest. Omdat de ammoniakemissie bij aangezuurde mest ook lager is, is het verlies aan bemestende waarde bij toediening van aangezuurde mest duidelijk lager

¹ Gegevens in de tabel zijn herzien door verbetering van een fout in de berekening

hoeveelheid minerale stikstof bij aangezuurde mest lager zijn dan bij niet aangezuurde mest. Omdat de ammoniakemissie bij aangezuurde mest ook lager is, is het verlies aan bemestende waarde bij toediening van aangezuurde mest duidelijk lager dan bij de toediening van niet aangezuurde mest.



Figuur 2 Stikstofverlies bij aanwending van aangezuurde rundveemest op grasland met een sleepslangenmachine in vergelijking tot het stikstof verlies bij aanwending van onbehandelde mest.

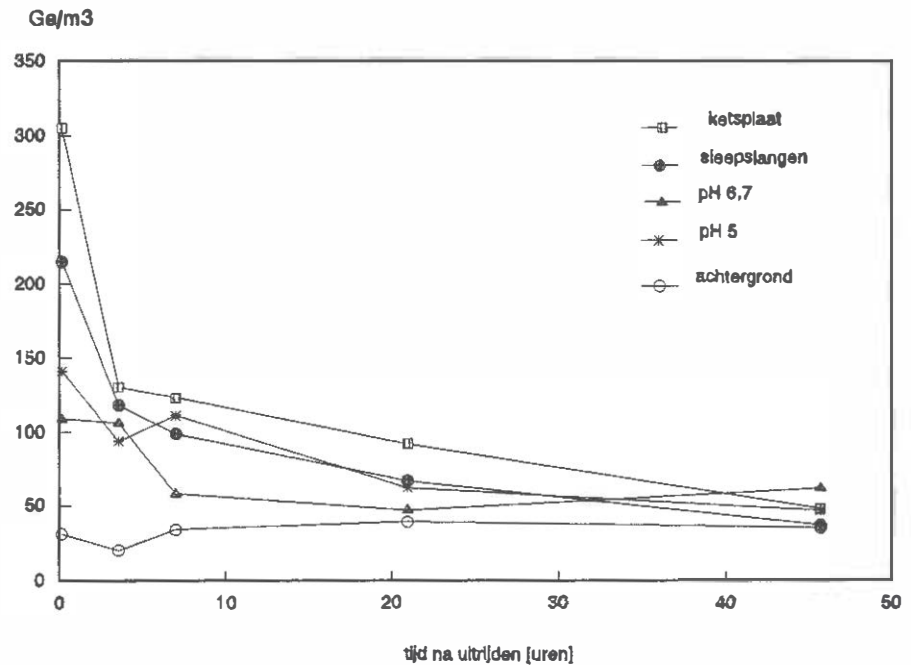
3.3 Geuremissie

Uit de geurmetingen tijdens het experiment bleek dat aanzuren van mest weinig effect had op de totale geuremissie na aanwending van mest (tabel 3). De manier van toedienen had daarin tegen wel effect; door de mest met een sleepslangenmachine aan te wenden, verminderde de geuremissie van $58 \cdot 10^9$ geureenheden per hectare tot $23\text{-}32 \cdot 10^9$ geureenheden per hectare. Het niveau van de geuremissie kwam goed overeen met metingen van Pain en Klarenbeek (1988) naar geuremissie.

Tabel 3 Geuremissie bij aanwending van aangezuurde rundveemest op grasland met een sleepslangenmachine in vergelijking tot de geuremissie bij aanwending van onbehandelde mest.

mestsoort		geurconcentratie direct na aanwending (geureenheden/m ³)	totale geuremissie ($\cdot 10^9$ g.e./ha)
ketsplaat	onbehandeld	305	58
sleepslangen	onbehandeld	215	31
sleepslangen	pH 6,7	109	23
sleepslangen	pH 5	141	32

Uit de resultaten van geurmetingen leek de geurconcentratie direct na aanwending bij de aangezuurde mest lager dan bij de onbehandelde mest. Bij de onderzoekers bestond echter de indruk dat de aangezuurde mest meer stonk. Deze indruk werd waarschijnlijk gewekt doordat de geur van aangezuurde mest een ander karakter heeft en onaangener overkomt dan onbehandelde mest.



Figuur 3 Geuremissie bij aanwending van aangezuurde rundveemest op grasland met een sleepslangenmachine in vergelijking tot de geuremissie bij aanwending van onbehandelde mest.

Uit figuur 3 blijkt dat de gemeten geurconcentratie met de tijd afnam en na twee dagen ongeveer gelijk was aan de achtergrondgeur. Hierbij dient echter te worden opgemerkt, dat de laatste twee geurmetingen in de ochtend zijn uitgevoerd, toen het gras nog nat was van de dauw. Geconstateerd is dat bij het opdrogen van het gras, de bemeste velden weer te ruiken waren. In de herhaling van dit experiment zullen daarom de geurmetingen in de dagen na aanwending later op de dag worden uitgevoerd.

4 Conclusie²

Aanzuren van mest kan de ammoniakemissie na aanwending sterk verminderen. In dit experiment nam de ammoniakemissie af van 17,6 kg N/ha bij aanwending met een ketsplaat van onbehandelde mest tot 0,7 kg N/ha bij aanwending met een sleepslangenmachine van aangezuurde mest. Slechts een klein gedeelte van deze vermindering kan zijn veroorzaakt door het verschil in aanwendingsmethode. Bij aanwending van onbehandelde mest met een sleepslangenmachine was de ammoniakemissie 15,7 kg N/ha. Dit verschil valt in de foutenmarge van de methode. Uit de experimenten bleek dat aanzuren tot een pH van 5 voldoende was om de ammoniakemissie te verminderen. Aanzuren tot een pH van 6,7 bleek onvoldoende.

Het aanzuren van mest had in dit experiment geen merkbaar effect op de totale geuremissie na aanwending. De gemeten geurconcentratie direct na het uitrijden van de mest werd wel beïnvloed: de geurconcentratie was bij onbehandelde mest hoger dan bij aangezuurde mest. Echter door het andere karakter van de geur, kan de geur na aanwending van aangezuurde mest onaangener overkomen dan de geur na aanwending van onbehandelde mest.

² Resultaten zijn herzien door verbetering van een fout in de berekening.

Literatuur

Pain, B. F. and J.V. Klarenbeek (1988) Anglo-Dutchexperiments on odour and ammonia emissionsfromland- spreading livestock wastes. IMAG-research report 88-2, Wageningen

Bijlage I Emissiesnelheid per meetmethode

Onbehandelde mest met ketsplaat

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	275,38	5,93	24,80
½ - 1½ uur	130,14	11,44	47,87
1½ - 3 uur	30,42	13,72	57,42
3 - 6 uur	10,94	15,07	63,05
6 - 9 uur	3,55	15,44	64,58
9 - 20 uur	0,65	15,74	65,87
20 - 46 uur	1,08	16,89	70,65
46 - 69 uur	0,17	17,05	71,33
69 - 93 uur	0,13	17,18	71,88

Onbehandelde mest met sleepslangenmachine

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	155,00	3,34	12,40
½ - 1½ uur	83,03	7,43	27,62
1½ - 3 uur	27,99	9,20	34,20
3 - 6 uur	13,25	10,80	40,15
6 - 12 uur	1,89	10,99	40,87
12 - 22 uur	1,58	11,73	43,59
22 - 47 uur	0,21	11,95	44,43
47 - 71 uur	-2,04	11,95	44,43
71 - 95 uur	-0,89	11,95	44,43

Aangezuurde mest pH 6, sleepslangenmachine

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	66,01	1,38	6,28
½ - 1½ uur	35,54	2,75	12,53
1½ - 3 uur	19,36	4,00	18,25
3 - 6 uur	13,87	5,67	25,90
6 - 12 uur	7,36	6,67	30,47
12 - 22 uur	0,51	6,91	31,57
22 - 47 uur	1,33	8,31	37,93
47 - 71 uur	0,17	8,48	38,70
71 - 95 uur	0,50	8,97	40,97

Aangezuurde mest pH 4, sleepslangenmachine

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	13,10	0,27	1,52
½ - 1½ uur	3,29	0,43	2,37
1½ - 3 uur	3,46	0,64	3,57
3 - 6 uur	4,49	1,18	6,54
6 - 12 uur	-0,30	1,18	6,54
12 - 22 uur	-0,56	1,18	6,54
22 - 47 uur	-0,35	1,18	6,54
47 - 71 uur	-0,72	1,18	6,54
71 - 95 uur	0,13	1,30	7,23

Bijlage II Micrometeorologische massabalansmethode

Theorie

De metingen van de ammoniakemissie 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 F vanaf het veld gegeven door:

$$F = \frac{1}{x} \int_{z_0}^{z_p} (\bar{u}(z) \cdot \bar{c}(z) + u'(z) \cdot c'(z)) dz \quad (1)$$

waarin:

- F = flux [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$];
- x = aanstroamlengte, de afstand tussen de plaats waar de wind het veld binnenkomt en de centrale mast [m];
- z_p = de hoogte waar de ammoniakconcentratie gelijk wordt aan de achtergrond (zie Figuur 3b) [m];
- z_0 = de ruwheidslengte (de hoogte waarop u gelijk aan 0 wordt) [m];
- $\bar{u}(z)\bar{c}(z)$ = de in de tijd gemiddelde horizontale flux veroorzaakt door horizontale convectie op hoogte z van de centrale mast [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$];
- $u'(z)c'(z)$ = de turbulente flux veroorzaakt door horizontale diffusie loodrecht op de windrichting [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$].

In het algemeen wordt aangenomen dat de laatste term verwaarloosbaar is ten opzichte van de convectieve term (Denmead, 1983; Denmead et al., 1977; Beauchamp et al., 1982; Beauchamp et al., 1987). Vergelijking (1) wordt daarom vereenvoudigd tot:

$$F = \frac{1}{x} \int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot \bar{c}(z) dz \quad (2)$$

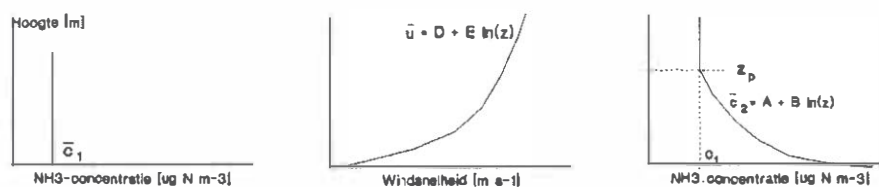
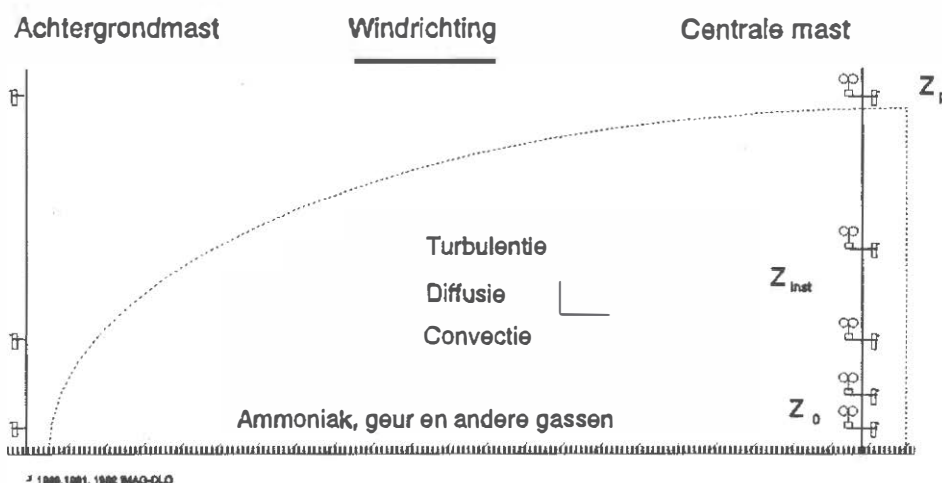
Bij aanwezigheid van ammoniak in de achtergrondlucht moeten zowel boven- als benedenwinds de profielen van de ammoniakconcentratie worden vastgesteld (Figuur 3b). Met deze profielen kan vervolgens het profiel van de horizontale flux worden berekend (zie Figuur 3c). De geïntegreerde horizontale flux over de hoogte 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 aanstroamlengte:

$$F_N = \frac{1}{x} \left(\int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot \bar{c}_2(z) dz - \int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot \bar{c}_1(z) dz \right) \quad (3)$$

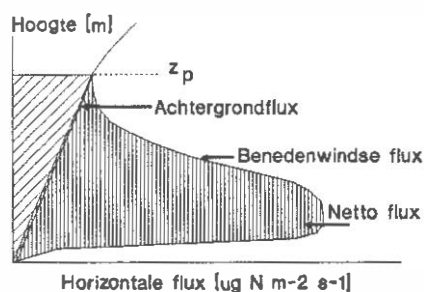
waarin:

- F_N = nettoflux [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$];
- $\bar{c}_1(z)$ = de gemiddelde bovenwindse ammoniakconcentratie op hoogte z [g m^{-3}];
- $\bar{c}_2(z)$ = de gemiddelde benedenwindse ammoniakconcentratie op hoogte z [g m^{-3}].

(a)



(b)



(c)

Figuur 4 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 (naar Ryden en McNeill, 1984).

Uit voorgaand onderzoek bleek dat er een lineair verband bestaat tussen de logaritme van de hoogte en de windsnelheid en tussen de logaritme van de hoogte en de ammoniakconcentratie:

$$u = D + E \ln(z) \quad (4)$$

$$c_2 = A + B \ln(z) \quad (5)$$

De ammoniakconcentratie in de achtergrondlucht is homogeen over de hoogte verdeeld.

Uitvoering

Bij het uitrijden wordt de mest verspreid zoals in Figuur 1 is weergegeven. De diameter van een veld is ongeveer 45 m. Een cirkelvormig 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 meter hoge mast in het midden van het veld te plaatsen (centrale mast). 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 HNO₃ als absorptievloeistof en een impinger. Een impinger maakt het mogelijk door middel van een pomp en aanzuigslangen lucht door de vloeistof 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⁻¹. 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 en Thurtell. 1978 - Ammonia volatilization from sewage sludge in the field, *J. Environ. Qual.* 7, 141-146.

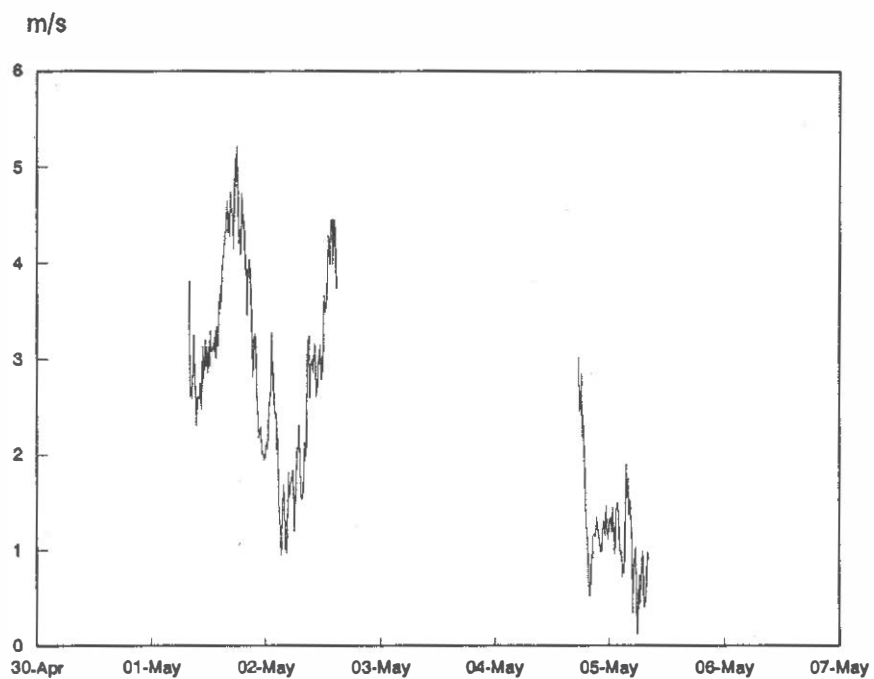
Beauchamp, E.G., G.E. Kidd en G. Thurtell. 1982 - Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field, *Can. J. Soil Sci.* 62, 11-29.

Denmead, O.T., J.R. Simpson en J.R. Freney. 1977 - A direct field measurement of ammonia emission after injection of anhydrous ammonia, *Soil Sci. Soc. Am.* 41, 1001-1004.

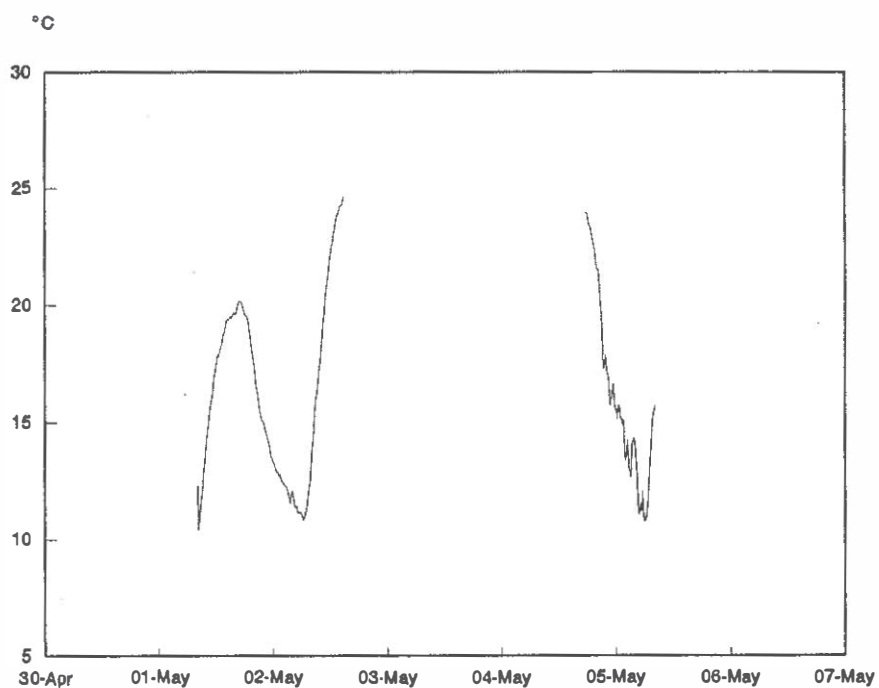
Denmead, O.T.. 1983 - Micrometeorological methods for measuring gaseous losses of nitrogen in the field. In: J.R. Freney en J.R. Simpson (eds), *Gaseous loss of nitrogen from plant-soil systems*, Martinus Nijhoff/Dr W Junk Pub, Den Haag.

Ryden, J.C. en 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.

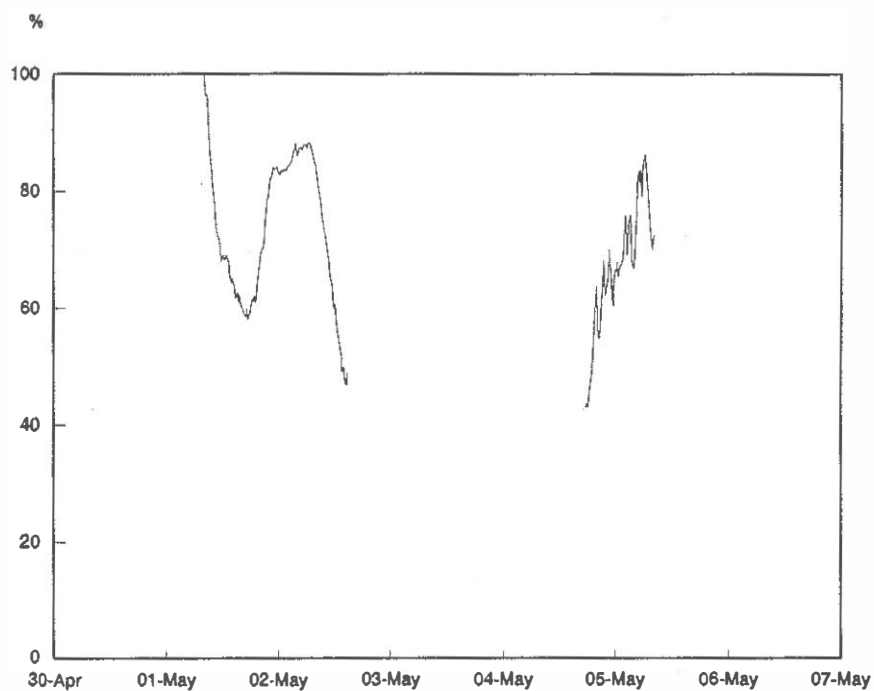
Bijlage III Weersomstandigheden tijdens het experiment



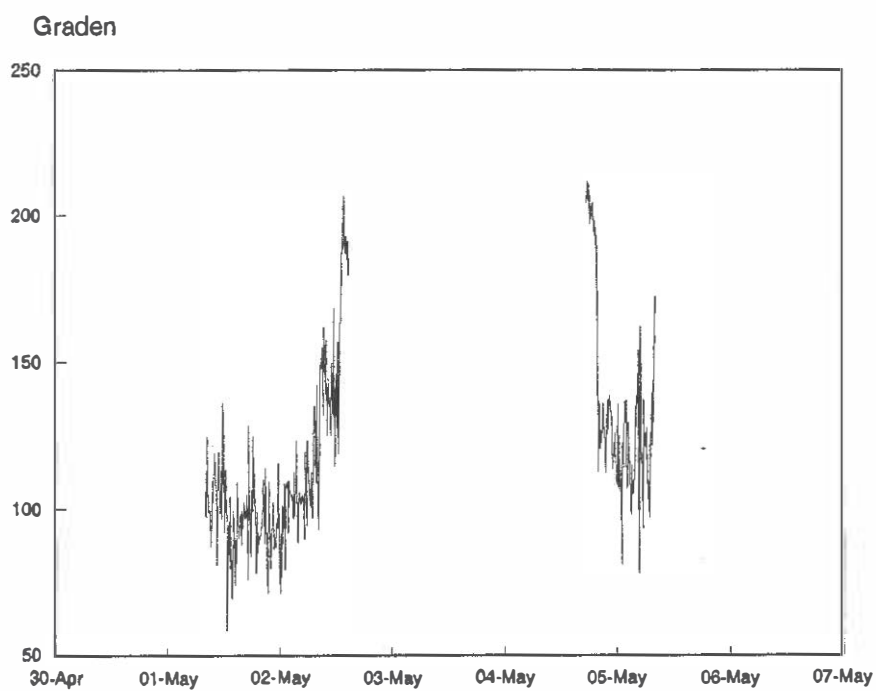
Figuur 5 Windsnelheid op 2,4 m hoogte



Figuur 6 Temperatuur op 1,5 m hoogte



Figuur 7 Relatieve luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte



Figuur 8 Windrichting

Bijlage IV Het pH-verloop in de mest na aanwending

toedienings- methode	mestsoort	pH van de mest na aanwending na			
		0 uur	4 uur	7 uur	70 uur
ketsplaat	onbehandeld	7,6	6,4	4,9	6,4
sleepslangen	onbehandeld	6,7	6,8	5,5	5,4
sleepslangen	pH 6	6,0	6,0	5,8	6,6
sleepslangen	pH 4	4,5	4,6	4,9	6,1

