

Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmestaanwending

- het effect van onderwerken van varkensmengmest op bouwland I

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: november 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
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 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.

2 METHODE

2.1 Opzet

De varkensmest, die in dit experiment is gebruikt, was afkomstig van mestvarkens. Het experiment is uitgevoerd op een perceel tarweland, waarvan de tarwe een week 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 schijveneg. 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 40 m³/ha varkensmest 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.

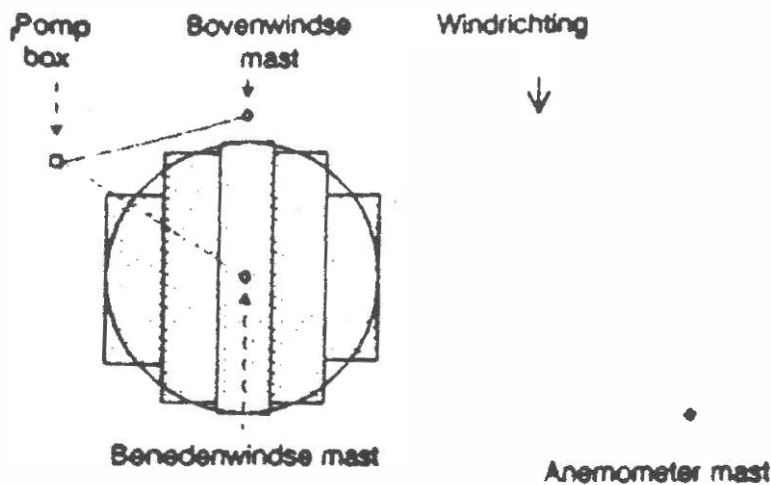
Uit voorgaand onderzoek (Pain and Klarenbeek, 1988) is gebleken dat de emissie direct na het verspreiden van de mest snel verloopt. Om het verloop van de emissie te meten, moeten de monsternamperiodes direct na het verspreiden van de mest kort zijn. Gekozen is voor de volgende monsternamperiodes: 0-½ uur, ½-1½ uur, 1½-3 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 27 augustus 1990 tot en met 31 augustus 1990. De vier velden zijn op 27 augustus tussen 9:10 uur en 10:05 uur bemest. Vervolgens is de ammoniakemissie tot 96 uur na aanwending gemeten.

De tarwe was in de week voor het experiment geoogst. Op het land lag nog veel los stro. De stopplengte op de proefvelden, waarop niet was ondergewerkt en waarop in een tweede werkgang met de triltandcultivator werd ondergewerkt, was ongeveer 9 cm. De stopplengte op de andere proefvelden was onregelmatig en gemiddeld iets hoger: 10 cm.

Tijdens de mestaanwending met de injecteur sprong één van de slangen los. Dit had tot gevolg dat mest op het veld in plaats van onder het veld terecht kwam. Op de plaatsen, waar de mest op het veld terecht was gekomen, is de mest opnieuw ondergewerkt.

Door het losse stro op het perceel was het onderwerken met de schijveneg niet goed mogelijk. De mest kon niet diep genoeg worden ingewerkt.

3.1 Weersomstandigheden

De experimenten zijn uitgevoerd onder warme en zonnige omstandigheden met weinig wind. De maximumtemperatuur lag tussen de 26°C en 28°C, de minimumtemperaturen bedroegen ongeveer 15°C. De luchtvochtigheid was vrij hoog. In de ochtenden ontstond hierdoor mist. De gemiddelde windsnelheid op 2 m hoogte lag overdag tussen de 1 m/s en 2 m/s. In de nacht was het bijna windstil met een gemiddelde windsnelheid op 2 m hoogte van minder dan 1 m/s. Op de vierde en laatste dag van het experiment sloeg het weer om. De wind nam toe tot 3 m/s en draaide van noordoost naar west, de temperatuur bleef bij 20°C steken, de luchtvochtigheid overdag was ongeveer 95% en de bewolking nam toe. In de loop van de dag viel uit deze bewolking 5 mm regen.

De vochtigheidstoestand van het oppervlak van de bodem was normaal tot vochtig. De bovenste 5 cm waren echter droog. Het vochtpercentage van de bodem lag op ghewichtsbasis tussen de 10% en 15%.

3.2 Mestsamenstelling

De gebruikte varkensmest had in vergelijking met de gemiddelde samenstelling van varkensmest (Hoeksma, 1988) een hoog droge-stofgehalte. Hiermee samenhangend was het mineraalgehalte in de mest hoog.

Tabel 1 De samenstelling van de mest in dit experiment

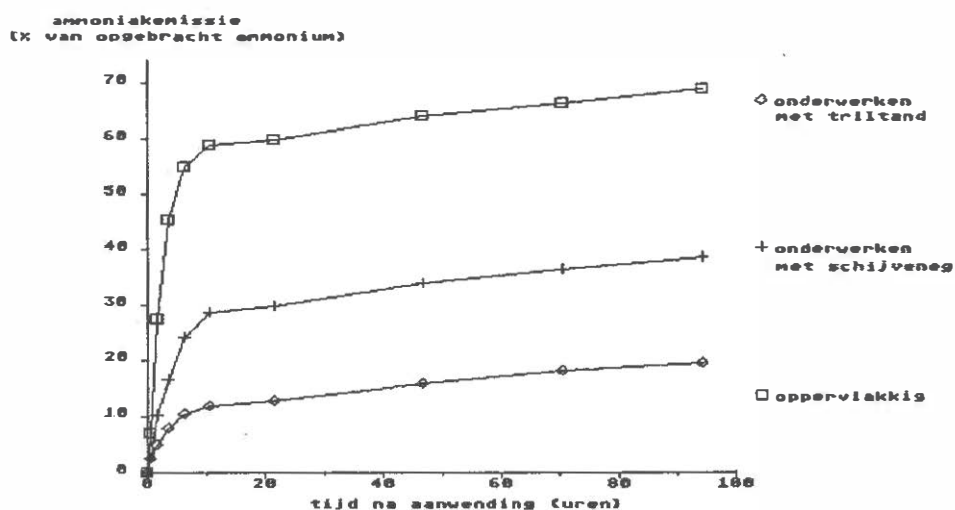
NH ₄ -N	(mg/l)	5510
N-totaal	(mg/l)	8810
Fosfaat	(mg/l)	4450
Kali	(mg/l)	8930
pH		7,6
droge stof	(g/kg)	101
as	(%)	29,6
V.V.Z.	(mg/l)	12300

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 mestinjectie, in dezelfde werkgang gevolgd door een triltandcultivator, trad geen emissie meer op. Er werd zelfs een lichte immissie gemeten. 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. Onderwerken van de mest met een triltandcultivator bracht de emissie terug van 68,7% van de opgebrachte ammonium bij oppervlakkige aanwending zonder onderwerken tot 19,6% van de opgebrachte ammonium. Dit was een emissievermindering van 71%. Omdat de schijveneg door het losse stro gedeeltelijk over de grond schoof, werd de mest met deze techniek minder goed ondergewerkt. Ondanks het onderwerken bedroeg de emissie bij deze techniek nog altijd 38,7% van de opgebrachte ammonium. Dit betekende slechts een emissiereductie van 44%.

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	38,1	210	336	- 2,84	- 1,4	0
triltandcultivator	2 ^e	42,8	236	377	46,3	19,6	28
schijveneg	2 ^e	36,7	202	324	78,3	38,7	56
niet ondergewerkt	-	38,6	213	340	146	68,7	100



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 kleibouland 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 triltandcultivator verminderde de ammoniakemissie met 71%. De schijveneg werkte op dit perceel minder goed door het losse stro op het perceel. Deze onderwerkmethode bracht de emissie met 44% terug.

LITERATUUR

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

W35 1990

2500

OKe

WEEK:35	CM: 1	emissie	cumulatief	cum nh4n	referentie
periode	tijd	cumsnelheid	verlies	verlies	
		(kg/ha.dag)	(kg/ha)		
	0 0		0.00	0	
0 1 uur	0.3 1	718.94	14.98	7.047943	
1 2 uur	1 2	990.22	58.30	27.4333	
2 3 uur	2.5 3	522.23	96.38	45.35174	
3 6 uur	4.7 6	180.89	116.85	54.98644	
6 10 uur	8.2 10	46.01	124.87	58.76014	
10 21 uur	15.9 22	5.10	127.24	59.87337	
21 46 uur	33.9 46	8.41	135.98	63.98497	
46 70 uur	58.4 70	4.69	140.66	66.18726	
70 94 uur	82.2 94	5.53	146.10	68.74756	

WEEK:35	CM: 2	emissie	cumulatief	cum nh4n	triltand
periode	tijd	snelheid	verlies	verlies	
		(kg/ha.dag)	(kg/ha)		
	0 0		0.00	0	
0 0 uur	0.2 0	320.38	5.12	2.528519	
0 1 uur	0.9 1	378.96	20.91	10.33073	
1 3 uur	2.1 3	219.09	33.53	16.57047	
3 6 uur	4.3 6	123.61	49.07	24.24803	
6 11 uur	8.3 11	42.95	57.69	28.50695	
11 22 uur	16.3 22	6.01	60.47	29.88209	
22 47 uur	34.4 47	7.90	68.71	33.95268	
47 71 uur	59 71	5.42	74.05	36.58871	
71 95 uur	82.8 95	4.22	78.26	38.67084	

WEEK:35	CM: 3	emissie	cumulatief	cum nh4n	schijveneg
periode	tijd	snelheid	verlies	verlies	triltand
		(kg/ha.dag)	(kg/ha)		
	0 0		0.00	0	
0 1 uur	0.3 1	295.87	6.16	2.612415	
1 2 uur	1 2	136.81	11.77	4.988034	
2 3 uur	2.4 3	92.00	18.54	7.858245	
3 6 uur	4.7 6	54.07	24.70	10.4681	
6 10 uur	8.1 10	18.08	27.74	11.75617	
10 21 uur	15.7 21	4.71	29.92	12.67901	
21 46 uur	33.8 46	6.92	37.14	15.74144	
46 70 uur	58.3 70	5.64	42.75	18.11979	
70 94 uur	82.1 94	3.55	46.26	19.60779	

WEEK:35	CM: 4	emissie	cumulatief	cum nh4n	injecteur
periode	tijd	snelheid	verlies	verlies	
		(kg/ha.dag)	(kg/ha)		
	0 0		0.00	0	
0 0 uur	0.2 1	-1.86	0.00	0	
1 2 uur	1 2	0.15	0.01	0.003061	
2 3 uur	2.2 3	-3.59	0.01	0.003061	
3 6 uur	4.4 6	-0.74	0.01	0.003061	
6 11 uur	8.3 11	0.06	0.02	0.008841	
11 22 uur	16.3 22	-0.79	0.02	0.008841	
22 47 uur	34.3 47	-0.35	0.02	0.008841	
47 71 uur	58.9 71	-0.12	0.02	0.008841	
71 95 uur	82.9 95	-1.85	0.02	0.008841	

fout

Bijlage I

De emissiesnelheid per meetperiode

oppervlakkig

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4 (%)
0 - ½ uur	718,94	14,98	7,05
½ - 1½ uur	990,22	58,30	27,43
1½ - 3 uur	522,23	96,38	45,35
3 - 6 uur	180,89	116,85	54,99
6 - 10 uur	46,01	124,87	58,76
10 - 21 uur	5,10	127,24	59,87
21 - 46 uur	8,41	135,98	63,98
46 - 70 uur	4,69	140,66	66,19
70 - 94 uur	5,53	146,10	68,75

onderwerpen met triltand

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4 (%)
0 - ½ uur	320,38	5,12	2,53
½ - 1½ uur	378,96	20,91	10,33
1½ - 3 uur	219,09	33,53	16,57
3 - 6 uur	123,61	49,07	24,25
6 - 11 uur	42,95	57,69	28,51
11 - 22 uur	6,01	60,47	29,88
22 - 47 uur	7,90	68,71	33,95
47 - 71 uur	5,42	74,05	36,59
71 - 95 uur	4,22	78,26	38,67

onderwerpen met schijveneg

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4 (%)
0 - ½ uur	295,87	6,16	2,61
½ - 1½ uur	136,81	11,77	4,99
1½ - 3 uur	92,00	18,54	7,86
3 - 6 uur	54,07	24,70	10,47
6 - 10 uur	18,08	27,74	11,76
10 - 21 uur	4,71	29,92	12,68
21 - 46 uur	6,92	37,14	15,74
46 - 70 uur	5,64	42,75	18,12
70 - 94 uur	3,55	46,26	19,61

triltandinjecteur

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)	cum. verlies t.o.v. NH4 (%)
0 - ½ uur	-1,86	-0,04	-0,02
½ - 1½ uur	0,15	-0,03	-0,01
1½ - 3 uur	-3,59	-0,23	-0,11
3 - 6 uur	-0,74	-0,32	-0,15
6 - 11 uur	0,06	-0,31	-0,15
11 - 22 uur	-0,44	-0,51	-0,32
22 - 47 uur	-0,35	-0,87	-0,50
47 - 71 uur	-0,12	-1,00	-0,55
71 - 95 uur	-1,85	-2,84	-1,43

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)
- 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:

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

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

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 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

