

56

Praktijkonderzoek naar
de ammoniakemissie
bij mesttoediening

56

1997
6 11

Het effect van rijsporen op de emissie
bij toediening van dunne rundermest
met de sleepvoetenmachine in het
vroege voorjaar

E.M. Mulder
J.M.G. Hol

dlo



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening

Het effect van rijsporen op de emissie
bij toediening van dunne rundermest
met de sleepvoetenmachine in het
vroege voorjaar

E.M. Mulder
J.M.G. Hoi

Meetploegverslag 34506-6000
Mei 1994

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59
6700 AA Wageningen

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Materiaal en methode	3
	2.1 Inleiding	3
	2.2 Opzet	3
	2.3 Uitvoering	4
3	Resultaten	6
	3.1 Algemeen	6
	3.2 Bodem- en gewasgesteldheid	6
	3.3 Weersomstandigheden	6
	3.4 Mestsamenstelling	6
	3.5 Ammoniakemissie	7
4	Discussie	9
5	Conclusies	10
	Literatuur	11
	Bijlage I Micrometeorologische massabalansmethode	12
	Bijlage II Schema proefvelden 16 t/m 20 maart 1993	15
	Bijlage III Weersomstandigheden tijdens het experiment	16
	Bijlage IV Emissiesnelheid per monsterperiode	20

1 Inleiding

In opdracht van de begeleidingscommissie voor het intensiveringsonderzoek heeft de veldmeetploeg, die door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is ingesteld, onderzoek verricht naar het effect van rijsporen op de ammoniakemissie na toediening van dunne rundermest met de sleepvoetenmachine in het vroege voorjaar.

Dit onderzoek vond plaats naar aanleiding van de mogelijkheid om een systeem met sleepslangaanvoer voor mesttoediening in het vroege voorjaar in te zetten. Dit systeem bestaat uit een sleepvoetenmachine met een aanvoerslang, waarmee de mesttoevoer vanaf de rand van het perceel kan worden verzorgd. Een voordeel is dat de mest eerder in het voorjaar kan worden toegediend, omdat een zware tank niet nodig is. Een mogelijk nadeel van dit systeem zou kunnen zijn dat door het slepen van de aanvoerslang de in strookjes toegediende mest gaat versmeren over het gras, waardoor het mestoppervlak - en daarmee de ammoniakemissie - wordt vergroot.

Uit een visuele vergelijking van het systeem met sleepslangaanvoer voor de mest met de "conventionele" sleepvoetenmachine bleek dat het nadeel van het versmeren van de mest door de aanvoerslang niet visueel waarneembaar was. Het systeem had wel duidelijk een voordeel ten opzichte van de sleepvoetenmachine door het ontbreken van rijsporen. In de sporen van de sleepvoetenmachine waren de stroken mest meestal breder en lag de mest op het gras in plaats van ertussen. Het onderzoek naar de verschillen tussen het systeem met sleepslangaanvoer voor mesttoediening en de sleepvoetenmachine werd in het in dit verslag beschreven experiment toegespitst op het effect van rijsporen. Uit praktisch oogpunt werd het effect nagebootst met een sleepvoetenmachine met tank.

Voor een goede doorstroming van de mest in de slang wordt de mest in de praktijk vaak verdund met ongeveer $\frac{1}{4}$ deel water op 1 deel mest. Uit vorige experimenten was naar voren gekomen dat het effect van 1:1-verdunde mest op de ammoniakemissie sterk varieerde en meestal weinig tot geen invloed had. Aangenomen mag worden dat 1: $\frac{1}{4}$ -verdunde mest een verwaarloosbare of niet aantoonbare invloed heeft. Om deze reden is bij het in dit verslag beschreven experiment niet gewerkt met verdunde mest. Dit rapport doet verslag van één experiment en geldt daarom slechts voor de omstandigheden waaronder is gemeten.

2 Materiaal en methode

2.1 Inleiding

De ammoniakemissie werd bepaald met behulp van de micrometeorologische massabalansmethode. In het kort komt deze methode neer op het meten van het verschil tussen aan- en afvoer van ammoniak over een bemest veld. De proefvelden zijn bij benadering cirkelvormig en hebben een oppervlakte van ca. 0,15 hectare. Voor deze meetmethode zijn concentratie- en windsnelheidsmetingen op een aantal hoogten nodig. In Bijlage I wordt een toelichting op deze methode gegeven.

Door gelijktijdig op een aantal velden de ammoniakemissie te meten, kon de emissie van verschillende toedieningstechnieken worden vergeleken met de emissie van bovengronds, breedwerpig toegediende dunne rundermest. De ammoniakemissie wordt uitgedrukt als percentage van de opgebrachte hoeveelheid ammonium- en totaalstikstof. Ten opzichte van de onbehandelde mest - de zogenaamde referentie - is een reductiepercentage berekend.

2.2 Opzet

In week 11 (17 t/m 20 maart) van 1993 werd de ammoniakemissie gemeten van in totaal zes proefvelden. Het experiment vond plaats op kleigrasland van het IMAG-DLO-proefbedrijf 'de Vijf Roeden' in Duiven. Dit is een melkveehouderijbedrijf, waar de mest onder de stallen wordt opgeslagen. De gebruikte mest was van dit bedrijf afkomstig.

Om praktische redenen werd bij het experiment gebruik gemaakt van een sleepvoetenmachine uitgerust met een mesttank. Om het effect van mesttoediening met de sleepvoetenmachine zonder rijsporen na te bootsen, werden *achter* elke band de drie leidingen afgesloten. Om zo min mogelijk verschillen in mestgift en strookbreedte te krijgen moesten voor het toedienen van mest met rijsporen drie willekeurige slangen *naast* elke band worden afgesloten. Als referentie werd de dunne rundermest bovengronds breedwerpig toegediend. Alle behandelingen werden in duplo uitgevoerd. In Tabel 1 staan de behandelingen met gebruikte machines en beoogde mestgiften.

Tabel 1. Opzet van het experiment met dunne rundermest in week 11 1993.

Veld	Toedieningstechniek	Kenmerken	Mestgift [m ³ /ha]	Naamgeving
1-2	Vacuümtank	werkbreedte ca. 9 m	15	referentie I en II
3-4	Sleepvoetenmachine	werkbreedte 5 m; wel in sporen	15	spoor I en II
5-6	Sleepvoetenmachine	werkbreedte 5 m; niet in sporen	15	geen-spoor I en II

Factoren die de emissie kunnen beïnvloeden zijn voor de proefvelden zoveel mogelijk gelijk gehouden. De experimenten werden ongeveer gelijktijdig gestart, zodat verschillen in weersinvloeden op de individuele metingen konden worden uitgesloten. Uit voorgaand onderzoek bleek dat de emissiesnelheid direct na het verspreiden van de mest hoog is (Pain en Klarenbeek, 1988). Om het verloop van de emissie te meten moeten de monsternamperiodes direct na de mesttoediening kort zijn. Hierna neemt de emissiesnelheid snel af en kan op langere monsterperiodes worden overgegaan. In het algemeen treedt 80-90% van de totale emissie in de eerste 48 uur op (Döhler, 1991). Na 96 uur na het uitrijden is de emissie van onbehandelde mest nihil (Bussink et al., 1990).

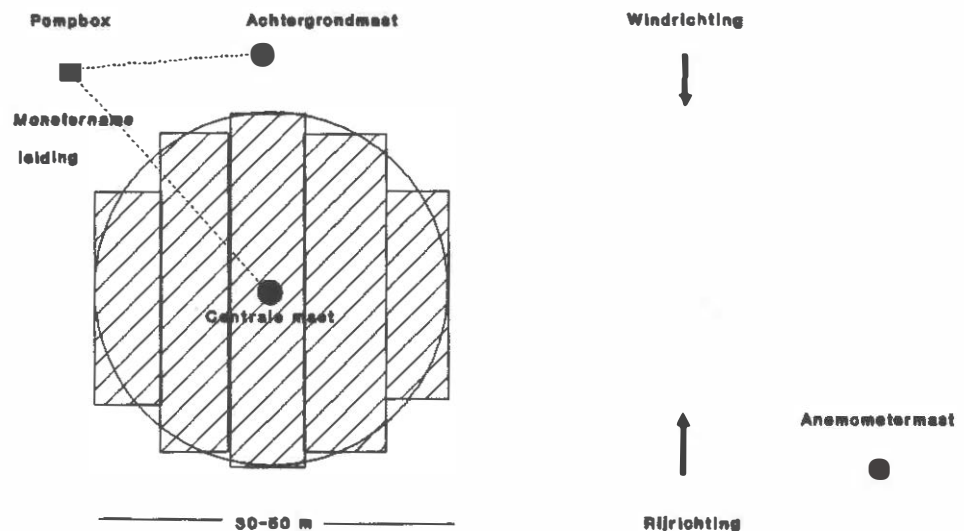
Alle mest werd op de eerste dag 's ochtends uitgereden, waarna de volgende monsternamperiodes werden aangehouden:

Eerste dag: 0-½ uur, ½-1½ uur, 1½-3 uur, 3-6 uur, 6 uur-schemering, schemering-zonsopkomst;
 Tweede dag: zonsopkomst-48 uur;
 Derde dag: 48-72 uur;
 Vierde dag: 72-96 uur.

2.3 Uitvoering

In Figuur 1 is een schema van de proefopstelling gegeven. In deze figuur staan ook de posities van de pompbox, de achtergrond- en de centrale mast. Nadat de helft van een proefveld was uitgereden, werd de centrale mast geplaatst en de meting gestart. Met deze mast werd de ammoniakconcentratie bepaald in de lucht die over een afstand met de lengte van de straal van het veld ging. Met de achtergrondmast, die bovenwinds van de centrale mast stond, werd de achtergrondconcentratie gemeten. In de masten waren op verschillende hoogten gaswasflessen met salpeterzuur als opvangvloeistof bevestigd. Met behulp van de pomp werd lucht door de wasflessen gezogen, waarbij de ammoniak in het salpeterzuur achterbleef. In het laboratorium van het IMAG-DLO werd na de meetperiode met een ionchromatograaf (Waters, proteïn-pak kolom sp Spw) de hoeveelheid ammonium in het salpeterzuur bepaald.

Uit deze hoeveelheid en de flow door de wasfles die voor en na een monsternamperiode werd gemeten, werd de ammoniakconcentratie in de lucht berekend. Uit de windsnelheid op verschillende hoogten en de gemeten concentratie werd vervolgens de hoeveelheid ammoniak berekend die uit de mest was vervluchtigd.



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

Vóór het uitrijden van de mest werden vier monsters genomen. De mestmonsters werden geanalyseerd op het gehalte aan ammoniumstikstof, totaalstikstof, fosfor, kalium, pH, droge stof, ruw as en vluchtige vetzuren.

Voor een goede beschrijving van de meetomstandigheden werd de vochtigheid van de bodem en de grashoogte bepaald. Het bodemvochtgehalte werd op basis van droog gewicht bepaald. Van de bovenste 5 cm van de bodem werden per proefveld ca. 30 monsters gestoken, die minstens 24 uur bij 105°C werden gedroogd. De grashoogte werd ongeveer 10 keer per meetveld bepaald met een

eenvoudige grashoogtemeter. Gedurende de hele meetperiode werden de volgende meteorologische gegevens continu geregistreerd (hoogte t.o.v. maaiveld):

- windsnelheid op 0,2; 0,3; 0,9; 1,4; 2,4 en 3,7 m;
- windrichting op 3,9 m;
- hoeveelheid neerslag;
- luchttemperatuur op 0 cm, 5 cm en 1,5 m;
- bodemtemperatuur op -5 cm;
- luchtvochtigheid op 1,5 m;
- globale straling op 1,5 m.

3 Resultaten

3.1 Algemeen

Op de eerste dag van het experiment (16 maart 1993) werden de zes proefvelden tussen 8:15 en 9:50 uur bemest. In Bijlage III is schematisch de ligging van de proefvelden gegeven. In verband met een goede verdeling van de bovengronds, breedwerpig toegediende mest, werd de mest zoveel mogelijk tegen de heersende windrichting uitgereden. De mest in de rijsporen van de sleepvoetenmachine (spoor I en II) werd enigszins *in* de grond gelegd (visuele waarneming).

3.2 Bodem- en gewasgesteldheid

De grondsoort waarop de proefvelden lagen, wordt als komklei geklassificeerd. De grond zag er vochtig uit en het bodemvochtgehalte was 33-35%.

De hoogte van het gras op de zes velden varieerde van 3-9 cm en was gemiddeld 6 cm (61 waarnemingen). Op de dag van het uitrijden lag er dauw op het gras.

3.3 Weersomstandigheden

In de week vóór het experiment was het overwegend droog en fris. De temperatuur was overdag ca. 15°C en 's nachts een paar graden beneden het vriespunt. Enkele dagen voor de start van het experiment werd het warmer. Het weer werd tijdens het experiment gekenmerkt door matige temperaturen (maximum 12 tot 15°C en minimum -1 tot 8°C). De windsnelheid was vrij hoog en varieerde van 2-5 m/s 's nachts tot 5-10 m/s overdag.

Op de dag van het uitrijden liep de windsnelheid op van 4 m/s naar ruim 7 m/s. Gedurende de eerste nacht nam de windsnelheid af, maar bleef toch vrij hoog, namelijk 4 m/s. De tweede dag nam de wind toe tot ca. 10 m/s. 's Nachts was de windsnelheid lager dan overdag, maar nog altijd 4-5 m/s. De laatste twee meetdagen was de wind overdag 4-7 m/s en in de nacht ca. 2 m/s. De windrichting was op alle meetdagen vrijwel constant westelijk.

Het was op alle meetdagen koel. De maximumtemperatuur op 1,5 m hoogte lag tussen 15°C op de eerste dag en 12°C op de vierde dag. De minimumtemperatuur was de eerste twee nachten ca. 8°C, maar daalde naar rond het vriespunt in de laatste twee nachten. De temperaturen op 5 cm hoogte en aan de grond waren overdag een paar graden hoger en 's nachts een paar graden lager dan op 1,5 m hoogte.

De relatieve luchtvochtigheid varieerde van 65-80% overdag tot 80-90% gedurende de nacht. Alleen de laatste dag was de luchtvochtigheid overdag lager, namelijk 50-70%. In de nachten ontstond dauw op het gras. Op de eerste drie meetdagen was het half tot zwaar bewolkt en op de laatste dag was het licht bewolkt. Op de eerste meetdag viel ca. 2 mm regen.

In bijlage IV staan de Figuren 5 t/m 11, die het verloop van de windsnelheid, de lucht- en bodemtemperaturen, de relatieve luchtvochtigheid, de windrichting, de globale straling en de regenhoeveelheid aangeven.

3.4 Mestsamenstelling

In Tabel 3 staan de gemiddelde waarden van de analyseresultaten van de vier mestmonsters en de mestsamenstelling van dunne rundermest uit het onderzoek van Hoeksma (1988) vermeld. Deze gehalten zijn gemiddelden van 436 mestmonsters van bedrijven in Gelderland, Noord-Brabant en Limburg. Net als bij het experiment dat in de week voor het in dit rapport beschreven experiment had

plaatsgevonden (Mulder en Hol, 1993), waren het kaliumgehalte en de pH lager dan de waarden uit het onderzoek van Hoeksma. Deze waarden vielen echter wel binnen de spreiding. De andere gehalten waren vergelijkbaar met de door Hoeksma gevonden gemiddelde mestsamenvatting van dunne rundermest.

Tabel 3. Gemiddelde samenstelling van de in dit experiment gebruikte dunne rundermest in vergelijking met de gemiddelde waarden met bijbehorende spreiding uit Hoeksma (1988).

Grootheid	[eenheid]	Dunne rundermest	Hoeksma (spreiding)
ammoniumstikstof	[g/kg]	2,1	2,4 (0,2 - 4,4)
totaalstikstof	[g/kg]	4,4	4,9 (2,4 - 7,8)
fosfor	[g/kg]	0,8	0,9 (0,3 - 3,4)
kalium	[g/kg]	3,1	5,1 (1,0 - 7,6)
pH	[-]	6,9	8,2 (7,0 - 8,8)
droge stof	[g/kg]	89,4	96,0 (34 - 200)
ruwe as	[% van ds]	20,5	28,0 (11 - 136)
vluchtige vetzuren	[g/kg]	8,0	- ^a

^a: geen waarneming.

3.5 Ammoniakemissie

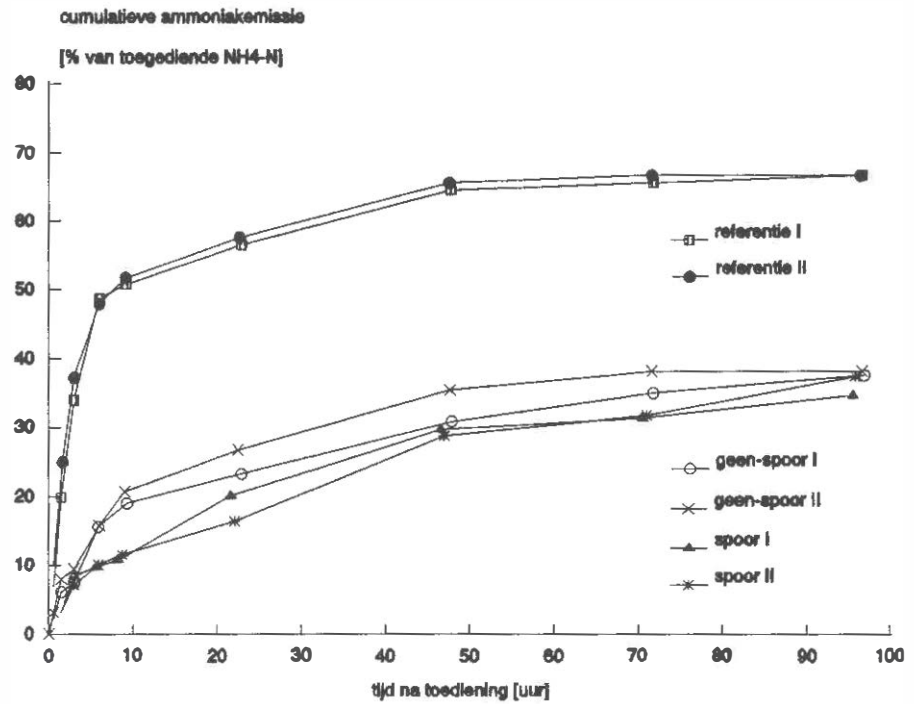
In bijlage IV staat het emissieverloop van elk proefveld per monsterperiode vermeld. In Tabel 4 staan de mest- en stikstofgiften en de totale ammoniakemissie per proefveld. De mestgiften van de met de sleepvoetenmachine (spoor I en II, geen-spoor I en II in Tabel 4) toegediende mest waren lager dan de geplande mestgiften en lager dan bij bovengronds, breedwerpig toegediende mest.

Tabel 4. Giften en ammoniakemissie van bovengronds breedwerpig verspreide en met de sleepvoetenmachine toegediende dunne rundermest.

Mesttoediening	Giften			Ammoniakemissie			Reductie
	mest	NH ₄ -N	N-tot	NH ₄ -N	N-tot	t.o.v. gemiddelde	
	[m ³ /ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[%]	[%]	
Referentie I	15,1	32,3	66,4	22,3	68,9	33,6	-
Referentie II	15,8	33,7	69,2	22,5	66,7	32,5	-
Sleepvoetenmachine:							
Spoor I	11,6	24,8	50,9	8,6	34,6	16,9	49
Spoor II	10,0	21,4	43,9	8,0	37,4	18,2	45
Geen-spoor I	10,4	22,1	45,4	8,3	37,5	18,3	45
Geen-spoor II	10,3	21,9	45,0	8,4	38,1	18,6	44

Na bovengrondse, breedwerpige toediening van dunne rundermest vervluchtigde gemiddeld 68% van de in de mest aanwezige ammoniumstikstof. Het verschil tussen de duplometingen was klein en bedroeg 3% van de gemiddelde emissiewaarde. De ammoniakemissie bij gebruik van de sleepvoetenmachine (spoor I en II) was 35-37% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. De emissie werd ten opzichte van de referentievelden met 44-50% gereduceerd.

Er was geen verschil tussen de totale emissie na het toedienen van mest in de rijsporen en de totale emissie na het toedienen van mest naast de rijsporen. Het verschil was kleiner dan het verschil tussen de duplo's van één behandeling. In het verloop van de emissie was echter een klein verschil tussen de twee behandelingen (zie Figuur 2). De emissie van de mest die wel in de rijsporen lag (spoor I en II) verliep langzamer dan van de mest die niet in de sporen lag (geen-spoor I en II). Negen uur na het toedienen van de mest was bij spoor I en II 31% van de totale emissie opgetreden en bij geen-spoor I en II was dit 51-54% van de totale emissie.



Figuur 2. Cumulative ammoniakemissie na toedienen van dunne rundmest met vacuüm tank (referentie I, II) en sleepvoetenmachine, waarbij wel (sleepvoet I, II) en niet (Baars I, II) in de sporen werd toegediend.

4 Discussie

Factoren die van invloed zijn op de ammoniakemissie zijn o.a. de mestgift, de mestsamenstelling, de bodemcondities en de weersomstandigheden. Wat betreft de weersomstandigheden bevorderen een hogere temperatuur en windsnelheid de ammoniakemissie (Freney et al., 1983). Vroeg in het voorjaar zijn de temperaturen over het algemeen laag. Hierdoor zou mogen worden verwacht dat de emissie eveneens laag is. Dit bleek echter niet uit het in dit rapport beschreven experiment.

Uit de resultaten van eerdere emissiemetingen aan bovengronds, breedwerpig toegediende dunne rundermest (mestgiften 10-17 m³/ha) bleek dat de emissie varieerde van 27-98% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof (gemiddeld 62%; 27 waarnemingen). De emissie van de referentie bedroeg in het in dit rapport beschreven experiment gemiddeld 68% (mestgift 15 m³/ha) en was in vergelijking met de eerdere resultaten hoger dan gemiddeld. Bij de eerdere experimenten lag de gemiddelde temperatuur van de eerste 6 uur na toedienen tussen 12-30°C en de, over dezelfde periode, gemiddelde windsnelheid tussen 1-7 m/s. In het in dit rapport beschreven experiment waren de gemiddelde temperatuur en windsnelheid respectievelijk 11°C en 6 m/s. De temperatuur was in vergelijking met de eerdere experimenten aan de lage kant en de windsnelheid aan de hoge kant. Het bleek dat ondanks de lage temperatuur de emissie niet laag was, wat waarschijnlijk werd veroorzaakt door de vrij hoge windsnelheden.

De emissie bij toediening van dunne rundermest met de sleepvoetenmachine in kort gemaaid gras (mestgiften 8-15 m³/ha) bedroeg in vorige experimenten 15-43% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof (gemiddeld 28%; 7 waarnemingen). Bij het in dit rapport beschreven experiment emitteerde uit de met de sleepvoetenmachine toegediende mest 35-38% van de toegediende ammoniumstikstof. Net als bij de referentie-emissie waren de in dit experiment gemeten emissies hoog in vergelijking met de eerdere resultaten.

Omdat de emissie van de referentie en de sleepvoetenmachine beiden hoger waren dan gemiddeld, zou naar verwachting de reductie ($= (E_{ref} - E_{sleepvoeten}) / E_{ref} * 100\%$) niet veel afwijken van de gemiddeld gevonden emissiereductie. Bij de genoemde, eerder uitgevoerde, experimenten met de sleepvoetenmachine was de emissiereductie 45-77% (gemiddeld 62%; 7 waarnemingen). De reducties in het in dit rapport beschreven experiment bedroegen 44-49% en zaten aan de ondergrens van dit bereik. Blijkbaar waren de omstandigheden zodanig dat de emissie van de met de sleepvoetenmachine toegediende mest meer toenam dan de emissie van de referentie.

De duplowaarnemingen van respectievelijk de emissie van de referenties en de emissie van de met de sleepvoetenmachine toegediende mest lagen dicht bij elkaar: het verschil bedroeg 2-8% van de gemiddelde emissiewaarde.

Het effect van mest in en naast sporen op de ammoniakemissie was in dit experiment niet meetbaar. Het verloop van de emissie in de tijd was echter wel verschillend. De verwachting was dat door de verdichte grond en het platgereden gras in de rijsporen de mest moeilijker in de grond kon dringen (Döhler, 1991) en ook niet werd afgedekt door het gras, waardoor de emissiesnelheid (in kg/ha/dag) van de mest *in* de sporen hoger zou zijn dan van de mest *naast* de sporen. Het tegengestelde was echter het geval: de emissiesnelheid van de mest *in* de sporen was lager dan de emissiesnelheid van de mest *naast* de sporen. De emissie van de mest *in* de sporen ging wel iets langer door dan de emissie van de mest *naast* de sporen. Een eenduidige verklaring voor de gevonden resultaten kan niet worden gegeven. Dit kon niet worden toegeschreven aan veranderde weersomstandigheden tijdens het uitrijden van de mest, maar misschien dat de grashoogte en rol heeft gespeeld; de grashoogte was namelijk te laag (6 cm) om de mest (naast de sporen) goed af te dekken. Verder was de mestgift laag (10-12 m³/ha) in vergelijking met de praktijk (15-20 m³/ha), waardoor de meststroken smal waren (kleiner oppervlak). Tenslotte werd de mest *in* de sporen niet *op* de grond, maar enigszins *in* de grond gelegd. Dit verklaart echter nog niet het feit dat de emissiesnelheid van de mest *in* de sporen lager was dan van de mest *naast* de sporen.

5 Conclusies

De ammoniakemissie van bovengronds, breedwerpig toegediende dunne rundermest in duplo was gemiddeld 68% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. Het verschil tussen de duplo's was 3% van de gemiddelde emissie. De emissie was, gezien het tijdstip van toedienen (vroeg voorjaar), vrij hoog. In vergelijking met vorige metingen waren de temperaturen weliswaar laag, maar de windsnelheden waren hoog. Mogelijk kon door de hoge windsnelheden veel ammoniak emitteren.

Door gebruik van de sleepvoetenmachine daalde de emissie naar 35-38%, wat overeenkwam met een reductie van 43-50% ten opzichte van de referentievelden. Ten opzichte van eerdere experimenten was de emissie van de sleepvoetenmachine eveneens aan de hoge kant en de reductie was lager dan in eerdere experimenten was gevonden.

Het verschil tussen de emissie van mest die wel en niet was toegediend in de sporen kwam niet tot uiting. Het verschil was niet groter dan de verschillen tussen de duplo's.

Literatuur

Bussink, D.W., J.V. Klarenbeek, J.F.M. Huijsmans en M. Bruins, 1990, Ammoniakemissie bij verschillende toedieningsmethoden van dunne mest aan grasland, rapport A 89.086, NMI, 's Gravenhage.

Bussink, D.W. en S.G. Tjalma, 1991, Ammoniakemissie bij verschillende toedieningsmethoden van dunne mest aan zandgrasland, NMI-Rapport 90.086. NMI, 's Gravenhage.

Döhler, H., 1991, Laboratory and field experiments for estimating ammonia losses from pig and cattle slurry following application, in: Nielsen, V.C., J.H. Voorburg en P. L'Hermite (eds.), Odour and ammonia emissions from livestock farming. Elsevier Science Publishers Ltd, Londen.

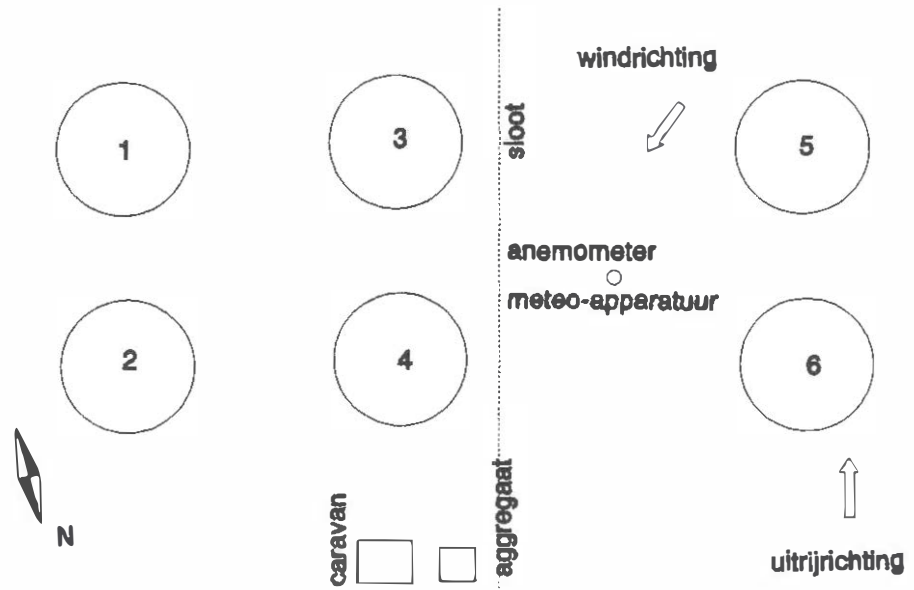
Freney, J.R., J.R. Simpson en O.T. Denmead, 1983. Volatilization of ammonia, in: Freney, J.R. en J.R. Simpson (eds.), Gaseous loss of nitrogen from plant-soil systems, p 1-31. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, Den Haag.

Hoeksma, P., 1988, De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet, IMAG, Wageningen.

Mulder, E.M. en J.M.G. Hol, 1993. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening: het effect van toediening van verdunde rundermest in het vroege voorjaar, DLO-meetploegverslag 34506-5900. DLO, Wageningen.

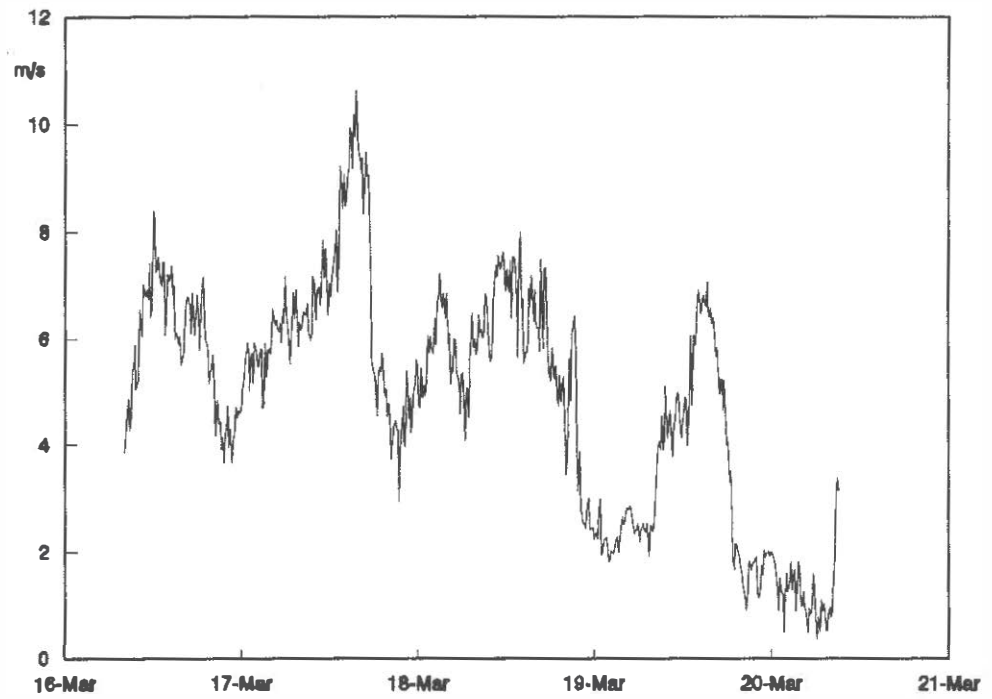
Pain, B.F. en J.V. Klarenbeek, 1988, Anglo-Dutch experiments on odour and odour emissions from landspreading livestock wastes, IMAG-research report 88-2, Wageningen.

Bijlage II Schema proefvelden 16 t/m 20 maart 1993

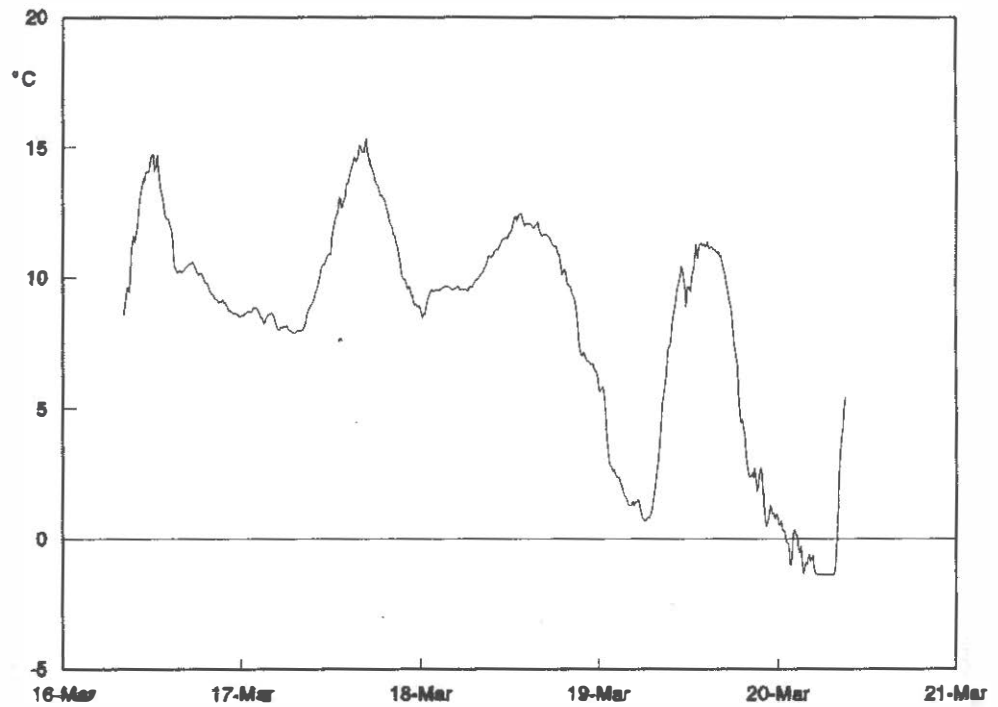


Figuur 4. Schematisch overzicht van de met dunne rundermest bemeste proefvelden: bovengronds, breedwerpig toegediend (veld 1,2); sleepvoetenmachine (sporen) (veld 3,4); sleepvoetenmachine (geen sporen) (veld 5,6).

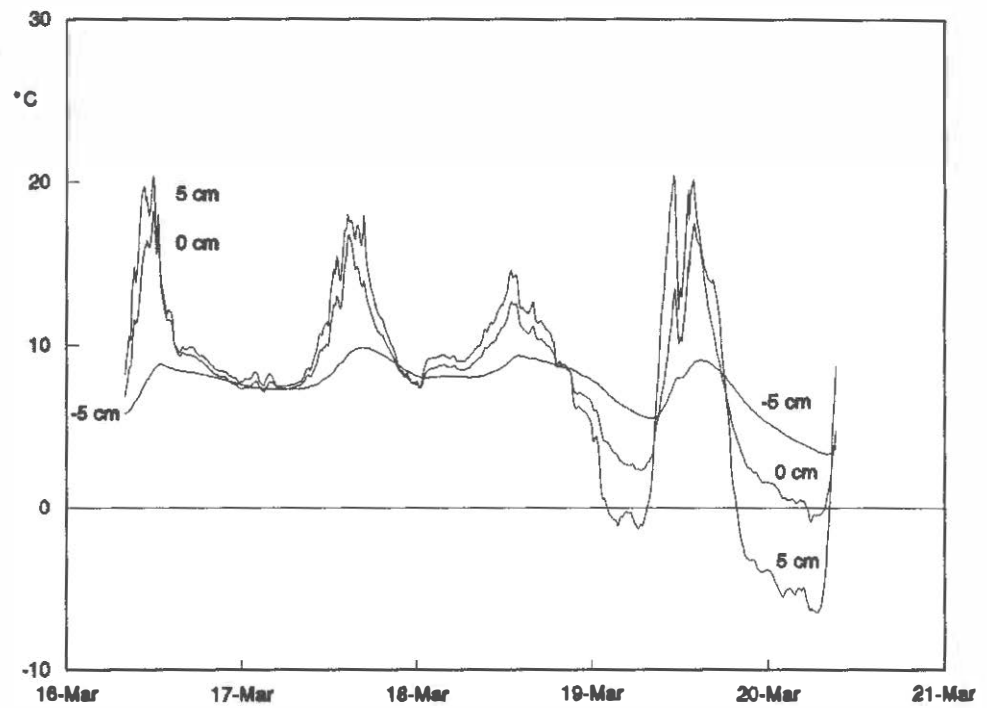
Bijlage III Weersomstandigheden tijdens het experiment



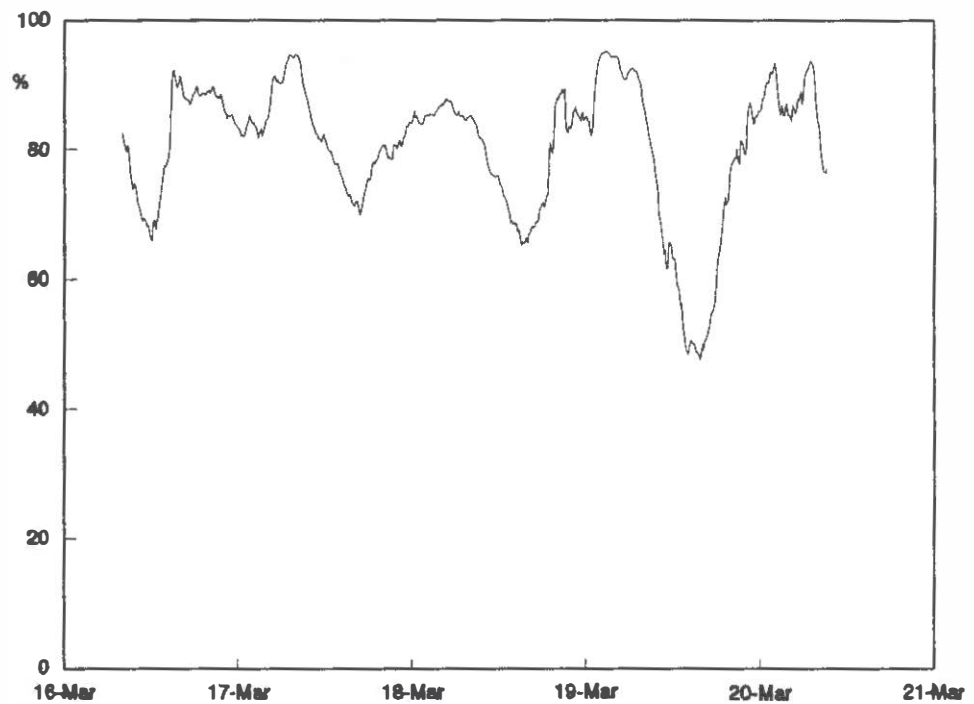
Figuur 5. Windsnelheid op 2,4 m hoogte.



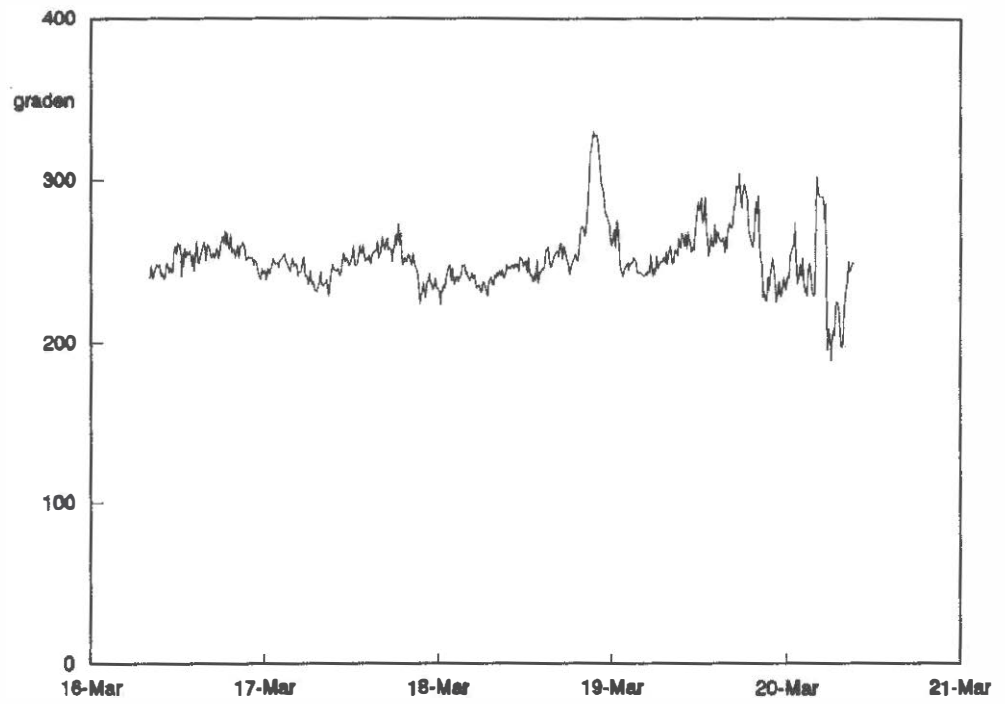
Figuur 6. Luchttemperatuur op 1,5 m hoogte.



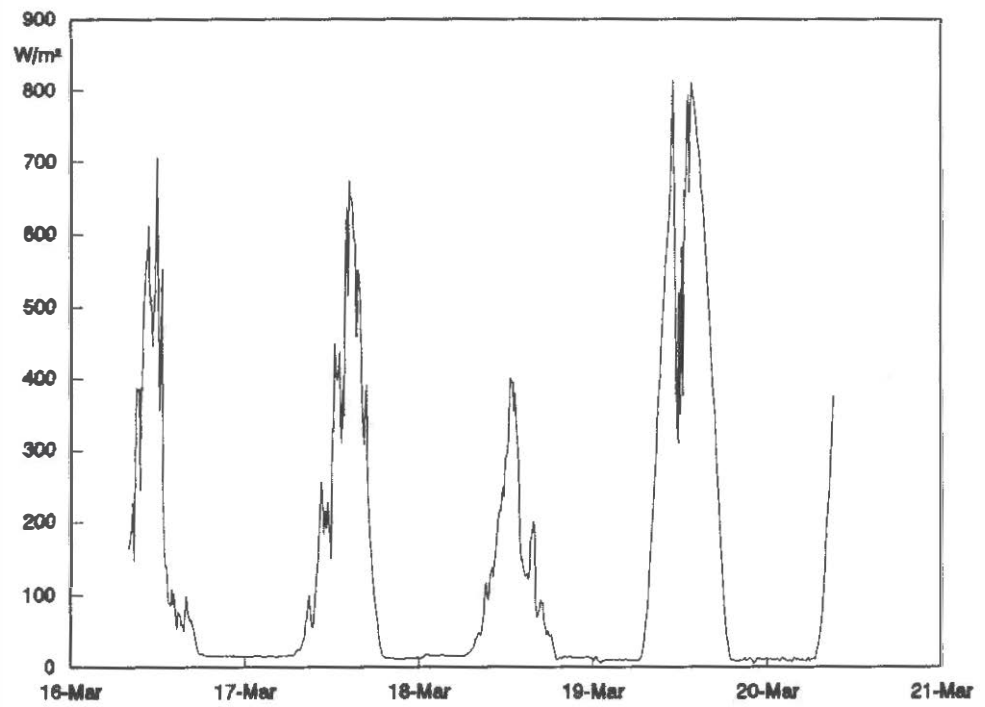
Figuur 7. Luchttemperatuur op 5 cm en 0 cm hoogte; bodemtemperatuur op 5 cm diepte.



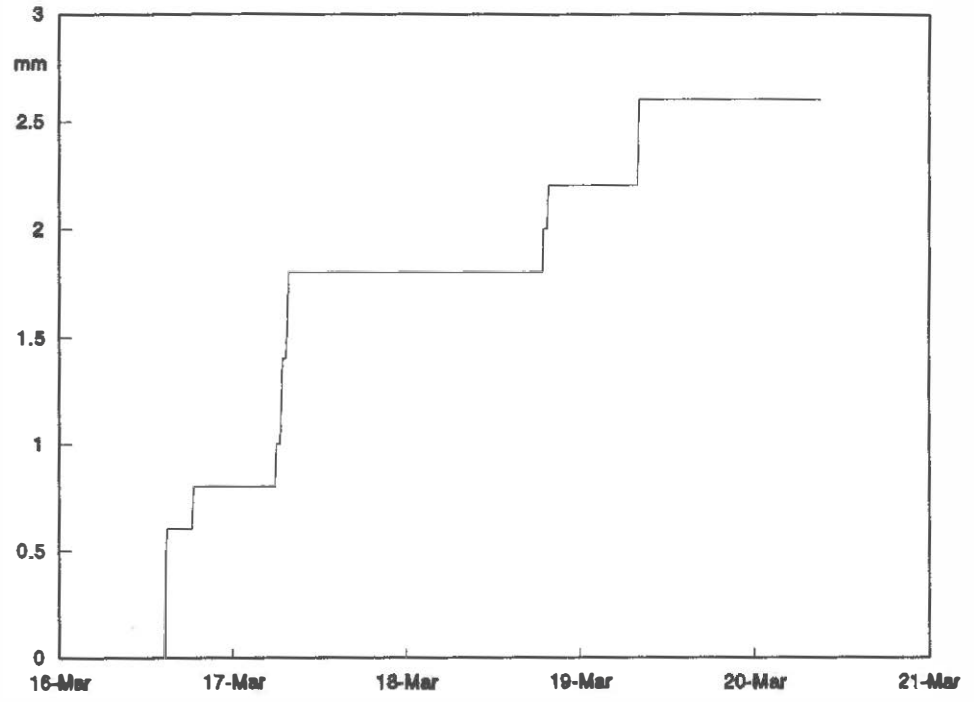
Figuur 8. Relatieve luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte.



Figuur 9. Windrichting op 3,9 m hoogte.



Figuur 10. Globale straling.



Figuur 11. Regenhoeveelheid.

Bijlage IV Emissiesnelheid per monsterperiode

Bovengronds breedwerpig, dunne rundermest (referentieveld I)

periode	emissiesnelheid		cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
na uitrijden				
0 - ½ uur	108,70	2,26	7,00	3,41
½ - 1½ uur	108,41	6,63	20,50	9,99
1½ - 3 uur	76,91	11,33	35,04	17,08
3 - 6 uur	39,68	16,24	50,20	24,47
6 - 9 uur	5,26	16,93	52,34	25,51
9 - 23 uur	3,35	18,85	58,27	28,40
23 - 48 uur	2,60	21,53	66,59	32,46
48 - 72 uur	0,38	21,92	67,77	33,03
72 - 97 uur	0,35	22,28	68,88	33,57

Bovengronds breedwerpig, dunne rundermest (referentieveld II)

periode	emissiesnelheid		cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
na uitrijden				
0 - ½ uur	162,09	3,38	10,01	4,88
½ - 1½ uur	117,38	8,43	24,99	12,18
1½ - 3 uur	67,31	12,54	37,18	18,12
3 - 6 uur	29,39	16,16	47,88	23,34
6 - 9 uur	10,12	17,44	51,68	25,19
9 - 23 uur	3,51	19,42	57,57	28,06
23 - 48 uur	2,61	22,13	65,59	31,98
48 - 72 uur	0,39	22,52	66,73	32,53
72 - 96 uur	0,00	22,52	66,73	32,53

Sleepvoetenmachine in sporen (I)

periode	emissiesnelheid		cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
na uitrijden				
0 - ½ uur	15,23	0,32	1,28	0,62
½ - 1½ uur	12,93	0,87	3,53	1,72
1½ - 3 uur	20,46	2,07	8,34	4,07
3 - 6 uur	3,25	2,42	9,78	4,77
6 - 8 uur	2,27	2,67	10,76	5,25
8 - 22 uur	4,12	4,96	20,02	9,76
22 - 47 uur	2,31	7,37	29,73	14,49
47 - 71 uur	0,41	7,78	31,40	15,31
71 - 95 uur	0,77	8,59	34,63	16,88

Sleepvoetenmachine in sporen (II)

periode	emissiesnelheid		cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
na uitrijden				
0 - ½ uur	7,14	0,14	0,67	0,33
½ - 1½ uur	12,11	0,67	3,11	1,52
1½ - 3 uur	14,21	1,52	7,13	3,47
3 - 6 uur	5,15	2,15	10,04	4,89
6 - 8 uur	2,44	2,47	11,58	5,64
8 - 22 uur	1,84	3,49	16,34	7,96
22 - 47 uur	2,56	6,16	28,80	14,04
47 - 71 uur	0,64	6,80	31,80	15,50
71 - 96 uur	1,15	7,98	37,35	18,20

Sleepvoetenmachine niet in sporen (Baars I)

periode	emissiesnelheid		cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
na uitrijden				
0 - ½ uur	23,30	0,49	2,19	1,07
½ - 1½ uur	21,04	1,35	6,09	2,97
1½ - 3 uur	5,06	1,65	7,47	3,64
3 - 6 uur	15,06	3,45	15,59	7,60
6 - 9 uur	5,39	4,21	19,01	9,26
9 - 23 uur	1,68	5,16	23,31	11,36
23 - 48 uur	1,61	6,84	30,88	15,05
48 - 72 uur	0,91	7,74	34,96	17,04
72 - 97 uur	0,54	8,30	37,51	18,28

Sleepvoetenmachine wel in sporen (Baars II)

periode	emissiesnelheid		cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
na uitrijden				
0 - ½ uur	32,56	0,68	3,09	1,51
½ - 1½ uur	25,51	1,74	7,94	3,87
1½ - 3 uur	5,45	2,07	9,45	5,61
3 - 6 uur	11,29	3,46	15,78	7,69
6 - 9 uur	13,09	4,54	20,71	10,09
9 - 23 uur	2,38	5,88	26,82	13,07
23 - 48 uur	1,80	7,77	35,40	17,25
48 - 72 uur	0,60	8,36	38,11	18,57
72 - 97 uur	0,00	8,36	38,11	18,57