

# Ammoniakemissie na bovengronds toedienen van FIR-rundermest

J.F.M. Huijsmans  
G.J. Monteny  
J.M.G. Hol  
F.H. Ettema

## imag-dlo



# Ammoniakemissie na bovengronds toedienen van FIR-rundermest

J.F.M. Huijsmans  
G.J. Monteny  
J.M.G. Hol  
F.H. Ettema

## Intern verslag

Nota P 99 -24  
Maart 1999

© 1999  
DLO Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO)  
Mansholtlaan 10-12  
Postbus 43, 6700 AA Wageningen  
Telefoon 0317 - 476300  
Telefax 0317 - 425670

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

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'.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, in any form of by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of IMAG-DLO.

## Voorwoord

In Nederland wordt in een aantal situaties het middel FIR toegepast in het voederrantsoen van runderen om onder andere de ammoniakemissie uit de geproduceerde mest te beperken. Regelmatig worden er vragen gesteld over de effectiviteit van FIR op de emissiereductie. In een overleg tussen de VBBM (Vereniging voor Behoud van Boer en Milieu) en de Directie Landbouw (DL) van het Ministerie van LNV, is besloten dat objectief onderzoek naar het effect van FIR-mest op de ammoniakemissie na mesttoediening dient te worden uitgevoerd.

IMAG-DLO heeft in overleg met de belanghebbenden, LNV en VBBM, een opzet gemaakt voor het maken van FIR-mest en het meten van de ammoniakemissie na toediening van de mest op grasland. Het onderzoek vond plaats op het IMAG-DLO proefbedrijf "De Vijf Roeden" te Duiven (Gld.). De resultaten van de het onderzoek worden in deze rapportage besproken.

# Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 Materiaal en Methode</b>	<b>4</b>
2.1 Productie van FIR-mest	4
2.1.1 <i>Stalbeschrijving, management en samenstelling diergroepen</i>	4
2.1.2 <i>Voer en FIR</i>	4
2.1.3 <i>Productiegegevens</i>	5
2.1.4 <i>Mestbemonstering en -analyse</i>	5
2.2 Metingen ammoniakemissie	6
2.2.1 <i>Meetmethode</i>	6
2.2.2 <i>Weersomstandigheden</i>	7
<b>3 Resultaten</b>	<b>9</b>
3.1 Mestsamenstelling	9
3. Ammoniakemissie	11
<b>4 Discussie</b>	<b>14</b>
<b>5 Conclusies</b>	<b>15</b>
<b>Literatuurlijst</b>	<b>16</b>
<b>Bijlagen</b>	

# 1 Inleiding

In het kader van de nationale verzuringproblematiek worden vanuit het bedrijfsleven, de praktijk en het onderzoek mogelijkheden ontwikkeld om de emissie van ammoniak terug te dringen. Het betreft veelal technieken waarmee de emissie vanuit de stal en de opslag of bij het toedienen van mest wordt gereduceerd. Mogelijkheden zijn aangedragen die zijn gebaseerd op biologische of biochemische werkingsprincipes. Veelal worden op dergelijke principes gebaseerde toevoegmiddelen (bacterie- of enzympreparaten) hetzij direct, hetzij via het voer aan de mest toegevoegd. Het Fysische Ionon Regulatie (FIR) toevoegmiddel wordt reeds enige jaren door een aanzienlijke groep veehouders gebruikt. FIR wordt daarbij via het voer verstrekt. De geproduceerde "FIR-mest" zou bij een gunstige werking de ammoniakemissie in de gehele keten (stal, opslag, toediening) kunnen aanpakken.

In Nederland wordt in een aantal situaties FIR toegepast. Het effect van FIR op de emissie van ammoniak tijdens de stalperiode, de mestopslag en na de mesttoediening is tot nu toe slechts in beperkte mate onderzocht. Indien FIR de ammoniakemissie voldoende reduceert dan zou de FIR mest in principe bovengronds uitgereden kunnen worden op grasland. Het bovengronds breedwerpig toedienen van de mest op grasland is niet toegelaten binnen de huidige regelgeving. In een overleg tussen de VBBM (Vereniging voor Behoud van Boer en Milieu) en de Directie Landbouw (DL) van het Ministerie van LNV, is besloten een onderzoek te starten naar het effect van FIR op de ammoniakemissie. Een onderzoek werd opgezet waarin van geproduceerde FIR-mest de samenstelling werd bepaald en de ammoniakemissie werd gemeten na bovengrondse breedwerpig toediening op grasland. Tegelijkertijd werden deze metingen ook verricht aan onbehandelde rundermest.

Voor de productie van de FIR-mest en onbehandelde rundermest werden in een stal met gescheiden mestputten in het voorjaar 1998 twee groepen koeien gehuisvest. Bij een van de groepen koeien werd FIR toegevoegd aan het voederrantsoen. De mest in de mestputten werd regelmatig bemonsterd en geanalyseerd.

Voor het onderzoek naar de ammoniakemissie werd de geproduceerde FIR- en onbehandelde mest gebruikt in veldmetingen. Hierbij werd de ammoniakemissie gemeten van bovengronds breedwerpig toegediende FIR-mest en bovengronds breedwerpig toegediende onbehandelde mest (referentie).

## 2 Materiaal en Methode

### 2.1 Productie van FIR-mest

In overleg met de VBBM, DL-LNV, Koch Bodemtechniek (KBT) en Carbo Holland is een opzet gemaakt voor de productie van FIR-mest. Twee groepen dieren werden geselecteerd, waarvan een groep FIR aan het rantsoen kreeg toegevoegd en de andere groep hetzelfde rantsoen kreeg zonder FIR toevoeging. Vanaf 5 januari tot en met 16 april 1998 werd in een onderzoekstal FIR-mest en niet-FIR-mest, referentiemest, geproduceerd, die werd opgeslagen in twee gescheiden mestkelders. Na 16 april verlieten de dieren de stal en bleef de geproduceerde mest opgeslagen in de kelders.

#### 2.1.1 Stalbeschrijving, management en samenstelling diergroepen

De stal was uitgevoerd als een 2-rijige ligboxenstal met 17 ligboxen in elke rij en een centrale voergang. De stal is uitvoerig beschreven in Kroodsma et al. (1995). Hier wordt volstaan met een korte beschrijving. De stal werd mechanisch geventileerd, waarbij het ventilatiedebiet (maximaal  $24.000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ) werd geregeld op basis van de temperatuur van de stallucht. Ventilatielucht kwam de stal binnen via openingen in de zijgevels. Deze openingen waren voorzien van winddrukkappen en inlaatkleppen. De loopruimte was voorzien van betonroosters. Het roosteroppervlak per dier bij volledige bezetting (34 dieren) was  $3,75 \text{ m}^2$ . De mestkelders waren 1,60 m diep en bevonden zich onder de roosters en de ligboxen. De mestkelders waren compleet gescheiden van elkaar. De totale mestopslagcapaciteit bedroeg  $170 \text{ m}^3$  per stalhelft. Tussen 5 januari en 6 juli 1998 werd de mest niet gemixt, daarna werd ten behoeve van de veldemissiemetingen de mest vlak voor ieder experiment gemixt.

In beide stalhelften waren gedurende het onderzoek 16 dieren aanwezig (Bijlage 1). De dieren waren vooraf geselecteerd op lactatiestadium en leeftijd, paarsgewijs gekoppeld voor de FIR-groep (rechter stalhelft, code Rechts, R) en de referentiegroep (linker stalhelft, code Links, L). De mestkelders onder beide stalhelften waren compleet gescheiden, zodat de rechter kelder (R) FIR-mest en linker kelder (L) referentiemest bevatte.

De dieren werden tweemaal daags in een afzonderlijke ruimte gemolken en wel van 5:30 – 6:30 uur en van 16:30 – 17:30 uur. Voerverstrekking vond eenmaal daags plaats, steeds rond 8:00 uur. Bij eventuele uitval en vervanging van een dier in een van beide groepen zou het gekoppelde dier van de andere groep ook worden vervangen. Gedurende de proef was vervanging en wisseling echter niet nodig. Ook hebben zich tijdens de proef geen gevallen van ziekte voorgedaan waarvoor behandeling met antibiotica nodig was, met uitzondering van één geval van haarwormen in de referentiegroep.

#### 2.1.2 Voer en FIR

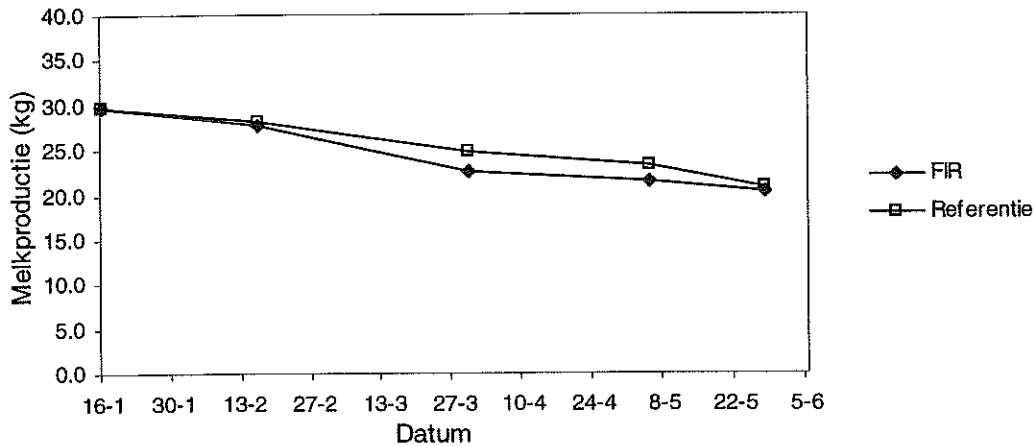
Het basisrantsoen bestond uit gras- en maïskuil en krachtvoer. De FIR-groep kreeg daarbij FIR verstrekt, dat in de voermengwagen door het ruwvoerrantsoen werd gemengd. De volgorde van voerverstrekking was steeds: eerst de referentiegroep en daarna de FIR-groep. De dosering voor de gehele groep bedroeg 2.500 gram per dag vanaf 5 januari tot en met 23 februari. Op indicatie van Carbo Holland en KBT werd vanaf 24 februari de dosering verhoogd tot 3.000 gram per dag. Gedurende de gehele periode werd per dag tussen 400 en 500 kg graskuil en circa 120 kg maïskuil per stalhelft verstrekt. In Bijlage 2 is de dagelijks verstrekte hoeveelheid gras- en maïskuil per stalhelft weergegeven. Het ruwvoer was gedurende de totale periode afkomstig uit dezelfde kuilen. Bijlage 3 geeft de samenstelling van de gebruikte kuilen.

Het krachtvoer was 'Melkvee bestmix'. In Bijlage 3 geeft de samenstelling van het krachtvoer en een overzicht van de grondstoffen waaruit het krachtvoer was samengesteld. Per stalhelft was een centraal gelegen krachtvoer-doseerautomaat aanwezig. De verstrekte hoeveelheid per dier was afhankelijk van het productieniveau. Daarnaast werd dagelijks 100 g basismineralen per koe aan het rantsoen toegevoegd.

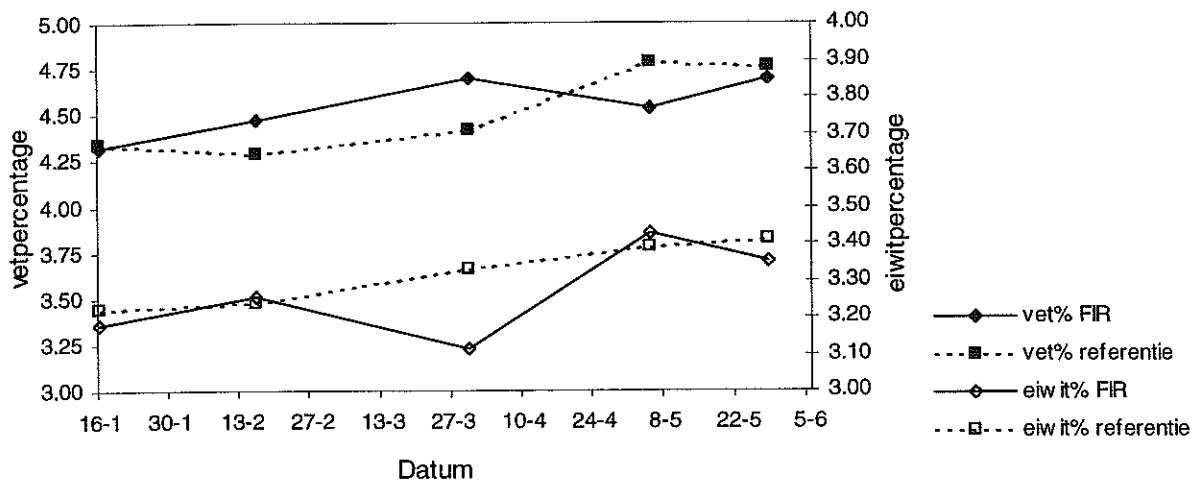
### 2.1.3 Productiegegevens

In figuur 1 en 2 is het verloop van respectievelijk de gemiddelde melkproductie en het vet- en eiwitgehalte van de beide groepen weergegeven. De detail-gegevens staan in Bijlage 4A t/m 4C.

De gemiddelde melkproductie van beide groep koeien liet een vergelijkbare dalende tendens zien, die veroorzaakt werd door het lactatiestadium. De gemiddelde melkproductie van de groep FIR-koeien lag iets lager dan van de referentie koeien. Het vet- en het eiwitgehalte van de melk van beide groepen dieren was vergelijkbaar. Het lage eiwitgehalte van de melk van de FIR-koeien op 30 maart kan niet worden verklaard.



**Figuur 1** Gemiddelde melkproductie.



**Figuur 2** Gemiddeld vet- en eiwitpercentage.

### 2.1.4 Mestbemonstering en -analyse

Gedurende de periode voorafgaande aan de veldemissieproeven (vanaf 27 februari tot 3 juli) werd elke 14 dagen door een medewerker van KBT een mengmonster genomen van de mengmest in elk van de mestkelders. In Bijlage 5 is de overeen gekomen procedure rond deze mestbemonstering opgenomen. De monsters kwamen tot stand door het samenvoegen van 10 sub-monsters van elke stalhelft. Van ieder samengevoegd mengmonsters werden 2 deelmonsters genomen. Een deelmonster werd in het milieulaboratorium van IMAG-DLO geanalyseerd op ammonium-stikstof (TAN; destillatiemethode MSP-A003), totaalstikstof (TN; destructiemethode MSP-A004 en bepaling volgens MSP-A005), drogestofgehalte (ds; gravimetrisch; MSP-A011) en pH (MSP-A013). Daarbij

werd de TAN-analyse nog dezelfde dag ingezet. Het andere deelmonsters werd door KBT meegenomen voor analyse. De resultaten van de analyses door KBT zijn in dit rapport niet meegenomen. Gedurende de periode dat de mestmonsters uit de mestkelder werden genomen waren beide kelders niet gemixt.

Bij aanvang van de veldemissiemetingen (7 juli, 21 juli en 4 augustus) werden de mestkelders gemixt vlak voor het toedienen van de mest. Bij de eerste emissiemetingen (aanvang 7 juli) kon de referentiemest onvoldoende worden gemixt. Het bleek dat de elektrische mixer, die was geïnstalleerd in de referentiekelder, onvoldoende capaciteit had om de mest in één keer goed te mengen. In de mestput met de FIR-mest was een trekker-aangedreven mestmixer geplaatst, die voldoende capaciteit had. Voor de twee volgende emissiemetingen werden beide kelders gemixt met de trekker-aangedreven mestmixer. Van de gebruikte mest bij de emissiemetingen werden volgens een vast procedure mestmonsters genomen. Gestart werd met twee schoongespoelde vacuüm mesttanks (inhoud 5 m<sup>3</sup>). Beide tanks werden voor aanvang van de aanleg van ieder proefveld een keer volgezogen en leeggeblazen in de mestput van de geselecteerde mest. Vervolgens werd de mest opgezogen voor een proefveld en werden twee mestmonsters genomen tijdens het vullen. De monsters werden genomen met het huidige erkende monsternameapparatuur (Regeling, 1997). De monsternameapparatuur werd steeds schoongespoeld bij het wisselen tussen de mesttank voor de FIR- of referentiemest. Na de aanleg van de 4 proefvelden werden de mesttanks schoongespoeld met water, zodat bij aanvang van een volgend experiment geen restanten mest meer in de tanks aanwezig waren. Bij de proeven op 7 juli en 4 augustus werden tevens van iedere tank twee monsters genomen voor KBT. De resultaten van de analyses door KBT zijn in dit rapport niet meegenomen.

## 2.2 Metingen ammoniakemissie

De afgelopen jaren is door IMAG-DLO veldonderzoek uitgevoerd naar de optredende ammoniakemissie bij de toediening van mest op grasland en bouwland. Uit dit onderzoek is gebleken dat de optredende ammoniakemissie afhankelijk is van een groot aantal factoren, zoals weersomstandigheden, grondsoort en condities, mestsamenstelling, mestgift, gewas en de toedieningsmethode. In het algemeen treden interacties op tussen deze invloedsfactoren waardoor het inschatten van de ammoniakemissie onder afwijkende omstandigheden moeilijk is.

Omdat de ammoniakemissie sterk afhankelijk is van allerlei factoren is besloten de veldemissie van de FIR- en referentiemest te meten op drie verschillende tijdstippen in het groeiseizoen. Op ieder tijdstip werden de metingen aan de FIR en onbehandelde mest in duplo uitgevoerd voor een betere vergelijking van de metingen onder dezelfde omstandigheden. In 1998 werden in week 28 (start 7 juli), week 30 (start 21 juli) en in week 32 (start 4 augustus) de experimenten uitgevoerd op het IMAG-DLO proefbedrijf "De Vijf Roeden" te Duiven. In iedere meetweek (= lengte meetperiode) werd FIR-mest en onbehandelde dunne rundermest bovengronds breedwerpig toegediend (referentie). De mest werd met vacuüm tanks met ketsplaat uitgereden op een kleigrond. De mestgift bedroeg circa 13 m<sup>3</sup>/ha.

### 2.2.1 Meetmethode

De ammoniakemissie van op het land toegediende mest werd met behulp van de micrometeorologische massabalansmethode bepaald. Deze methode wordt uitgebreid beschreven in Mulder en Huijsmans (1994). Bij deze methode wordt de hoeveelheid vervluchtigde ammoniumstikstof van een cirkelvormig bemest veld berekend uit het verschil tussen de gemeten ammoniakconcentratie in de lucht boven het bemeste veld en aan de benedenwindse zijde van het bemeste veld, vermenigvuldigd met de windsnelheid.

Met een 3,5 m hoge, aluminiummast met 7, logaritmisch over de hoogte verdeelde, monsternamepunten werd het concentratieprofiel in het midden van een bemest proefveld gemeten (centrale mast). Deze waarden gaven de concentraties in de lucht weer, die een afstand gelijk aan de straal van het veld (aanstroomlengte) hadden afgelegd. Met een mast met 4 monsternamepunten werd bovenwinds van het



proefveld de achtergrondconcentratie in de aangevoerde lucht bepaald (achtergrondmast). Op de monsternamepunten waren gaswasflessen, gevuld met 0,02 M HNO<sub>3</sub> als absorptievloeistof en een impinger geplaatst. Met de impingers werd door middel van een pomp en aanzuigslangen gemiddeld 2,5 l/min lucht door de absorptievloeistof geleid. Het windsnelheidsprofiel werd gemeten met een mast met 6 anemometers, die logaritmisch over de hoogte waren verdeeld.

De bemeste proefvelden hadden een oppervlakte van circa 0,15 ha en waren bij benadering rond, zodat bij verschillende windrichtingen de aanstroamlengtes tot de centrale mast vrijwel gelijk waren. Een cirkelvormig veld werd verkregen door de mest in banen uit te rijden. De lengte en breedte van deze banen werden opgemeten. Met een weegbrug werd per proefveld de hoeveelheid toegediende mest bepaald. Uit deze gegevens kon de mestgift in m<sup>3</sup>/ha worden berekend. Het toedienen van de mest werd uitgevoerd met twee vergelijkbare vacuüm tanks met ketsplaat; een voor het uitrijden van de onbehandelde mest (referentie) en een voor het uitrijden van de FIR-mest.

Om het verloop van de emissie te meten werden de volgende monsternameperiodes direct na het toedienen gekozen:

- 1e dag: 0 - 0,5 uur, 0,5 - 1,5 uur, 1,5 - 3 uur, 3 - 6 uur, 6 - 9 uur, 9 - 24 uur;
- 2e dag: 24 - 48 uur;
- 3e dag: 48 - 72 uur;
- 4e dag: 72 - 96 uur.

Per experiment werden 4 proefvelden aangelegd: twee met FIR-mest (FIR 1 en FIR 2) en twee met referentiemest (Referentie 1 en Referentie 2). Per proefveld werd een mesttank met een inhoud van circa 5 m<sup>3</sup> gevuld. De proefvelden werden zo snel mogelijk na elkaar bemest om verschillen in meetomstandigheden uit te sluiten. Hierbij werden steeds een proefveld met FIR-mest en een referentieveld vrijwel gelijktijdig aangelegd (FIR 1 en Referentie 1). De tanks werden vervolgens weer gevuld, waarna de duplo's ook weer vrijwel gelijktijdig werden uitgereden (FIR 2 en Referentie 2). Alle proefvelden werden in de ochtend tussen 8:00 en 9:30 uur aangelegd.

Na de meetperiodes werd in het laboratorium met een ionchromatograaf (Waters, proteïn-pak kolom sp 5pw) de hoeveelheid ammoniumstikstof in de absorptievloeistof bepaald. De hoeveelheid vervluchtigde ammoniumstikstof werd als percentage van de hoeveelheid toegediende ammoniumstikstof uitgedrukt.

Tijdens een experiment werden de volgende meteorologische parameters continu gemeten:

- windsnelheid op circa 0,2; 0,4; 0,9; 1,4; 2,4; 3,7 m hoogte;
- windrichting op circa 3,9 m hoogte;
- neerslag;
- luchttemperatuur op circa 1,5 m hoogte;
- relatieve luchtvochtigheid op circa 1,5 m hoogte.

### 2.2.2 Weersomstandigheden

In eerdere onderzoeken was aangetoond dat de emissie het hoogste is gedurende de eerste uren na het uitrijden van de mest. Voor de emissiehoogte zijn de weersomstandigheden gedurende de eerste perioden na mesttoediening dan ook belangrijk. In Tabel 1 staan de gemiddelde weersomstandigheden gedurende de eerste negen uur na het uitrijden van de mest.

**Tabel 1** Gemiddelde, minimum en maximum windsnelheid (m/s), temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid (%) en de totale hoeveelheid neerslag (mm) gedurende de eerste negen uur na toediening van de mest.

	Windsnelheid			Temperatuur			Rel. luchtvochtigheid			Neerslag
	Gem.	Min.	Max.	Gem.	Min.	Max.	Gem.	Min.	Max.	Totaal
Week 28	5,2	2,1	7,7	14,9	12,3	17,6	66	50	86	0
Week 30	5,5	1,9	8,1	22,1	15,9	24,9	75	60	100	12,4
Week 32	4,2	2,7	5,5	18,9	16,5	21,2	69	50	98	0

Uit Tabel 1 blijkt dat de gemiddelde windsnelheden voor de 3 meetweken weinig verschilden; de minimale en maximale windsnelheden liepen wel uiteen. De gemiddelde temperatuur varieerde tussen circa 15 en 22 °C. In week 30 viel in een korte periode van 20 minuten 12,4 mm regen.

In Bijlage 6 staat het verloop van de weersomstandigheden (windsnelheid, temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, neerslag) per gehele meetweek gegeven. In week 28 regende het in totaal 3 mm, in week 30 14,4 mm en in week 32 0 mm.

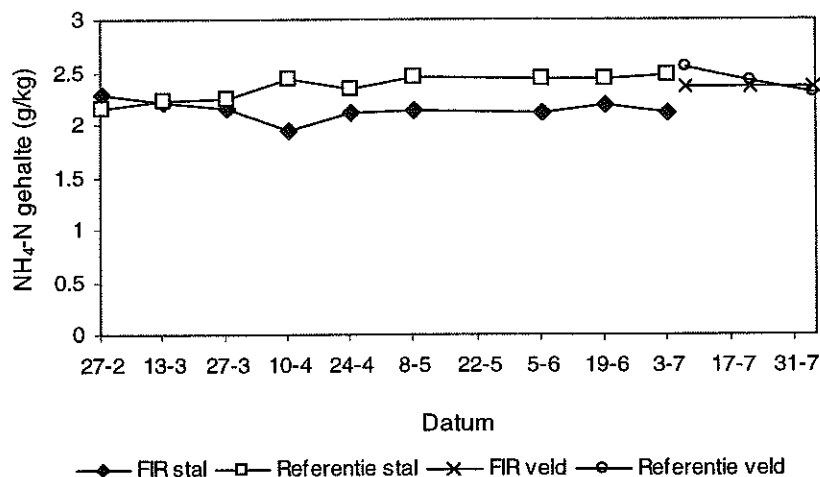
### 3 Resultaten

#### 3.1 Mestsamenstelling

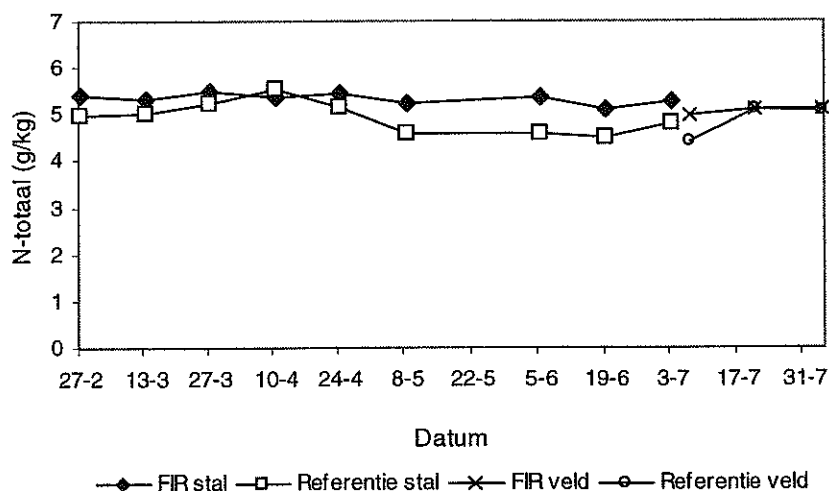
In de onderstaande figuren is het verloop van de gehalten aan TAN (figuur 3), TN (figuur 4), de verhouding tussen TAN en TN (figuur 5), drogestofgehalte (figuur 6) en pH (figuur 7) voor de FIR-mest en de referentiemest weergegeven. In Tabel 2 staat de gemiddelde samenstelling van de mestmonsters die bij de uitrijproeven werden genomen.

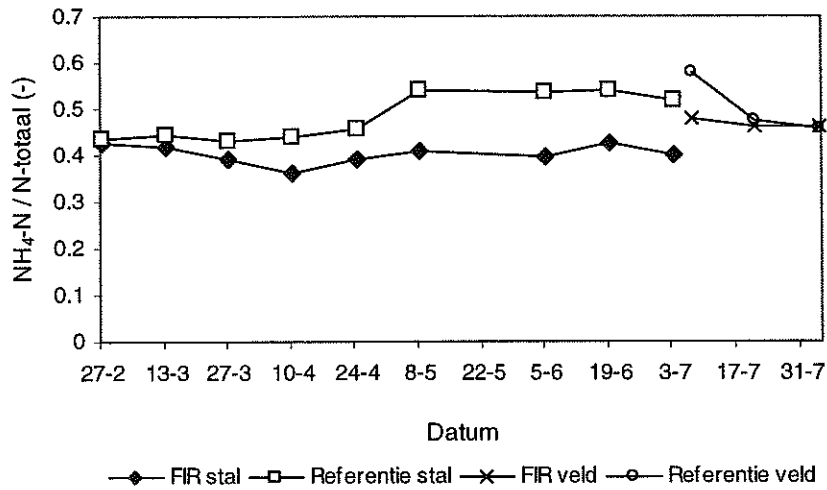
De mestmonsters voorafgaande aan de uitrijproeven werden in de stal met behulp van een steekbuis door de roosters genomen (eerste 9 meetpunten in de figuren). De mestmonsters bij de uitrijproeven werden bij het vullen van de mesttanks genomen na het mixen van de mestkelders (laatste drie meetpunten in de figuren).

Tijdens de stalperiode was het TAN-gehalte (figuur 3) van de FIR-mest iets lager dan van de referentiemest, terwijl het TN-gehalte (figuur 4) evenals het drogestofgehalte (figuur 6) iets hoger waren. Dit resulteerde in een enigszins lagere verhouding tussen TAN en TN voor de FIR-mest ten opzichte van de referentiemest (figuur 5). De pH van de mest van beide kelders was gedurende de gehele stalperiode nagenoeg gelijk (figuur 7). Uit alle figuren blijkt dat de verschillen tussen de FIR-mest en referentie mest verdwijnen nadat de mest was gemixt.

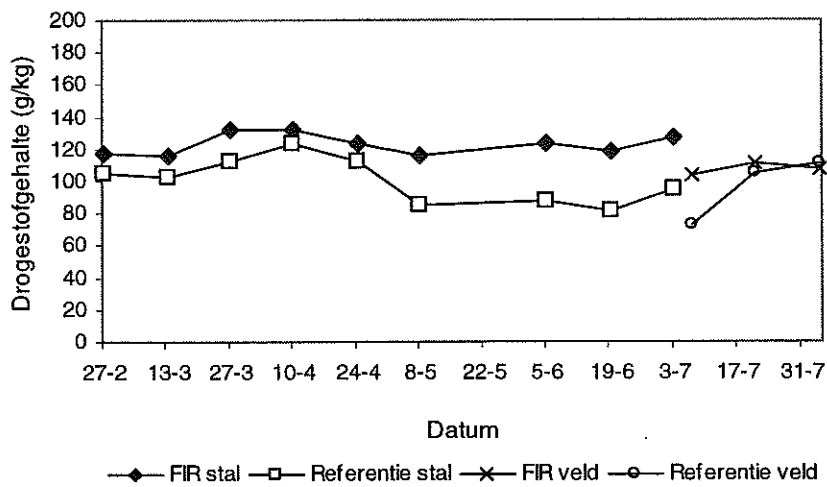


Figuur 3 Verloop NH<sub>4</sub>-N-gehalte in de tijd

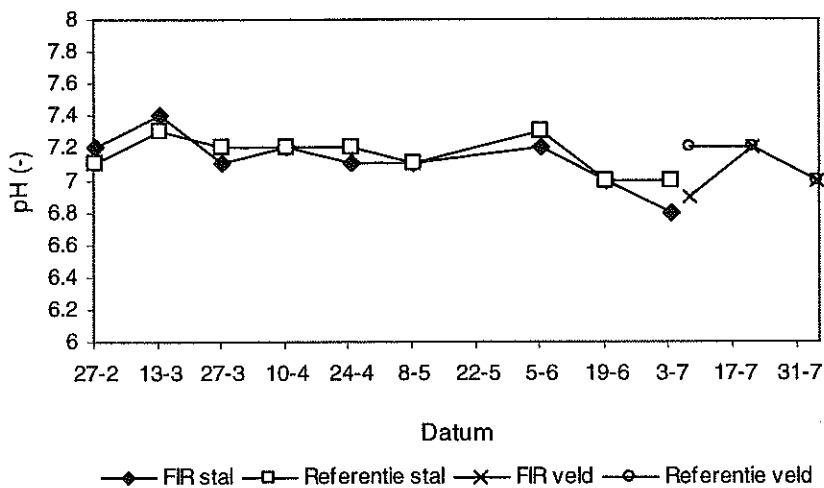




**Figuur 5** Verloop verhouding NH<sub>4</sub>-N / N-totaal in de tijd



**Figuur 6** Verloop drogestofgehalte in de tijd.



**Figuur 7** Verloop pH in de tijd

**Tabel 2** Gemiddelde hoeveelheid totaalstikstof (N in g/kg) en ammoniumstikstof (NH<sub>4</sub>-N in g/kg), pH en droge stof (ds in g/kg) van de varkensmest in de verschillende experimenten.

		N	NH <sub>4</sub> -N	pH	Ds
Week 28	Referentie 1	4,4	2,5	7,2	71
	Referentie 2	4,4	2,6	7,1	73
	FIR 1	4,9	2,4	6,9	101
	FIR 2	5,0	2,4	6,8	107
Week 30	Referentie 1	5,1	2,4	7,2	102
	Referentie 2	5,1	2,4	7,2	106
	FIR 1	5,1	2,3	7,1	112
	FIR 2	5,1	2,4	7,2	110
Week 32	Referentie 1	5,1	2,3	7,0	108
	Referentie 2	5,1	2,4	7,0	106
	FIR 1	5,0	2,3	6,9	111
	FIR 2	5,1	2,3	7,0	110

In Bijlage 8 staan de analyse resultaten van elk genomen monster. De mestsamenstelling van de referentie in week 28 was duidelijk anders dan in de weken 30 en 32. Dit werd veroorzaakt door een verschil in mixen tussen de twee mestputten. De elektrische mixer die in de referentieput was geïnstalleerd bleek onvoldoende capaciteit te hebben om de mest de eerste keer voldoende te mengen. Dit resulteerde in het opzuigen en uitrijden van een dunne fractie van de referentie-mest in week 28. Om dit te voorkomen in de volgende experimenten werden beide putten voorafgaand aan het experiment in week 30 en in week 32 de dag voor uitrijden gemixt met de trekker aangedreven mixer.

Uit Tabel 2 volgt dat binnen een meetweek de mestsamenstelling van de duplo's bijna niet verschilde; Tussen de meetweken 30 en 32 varieerde de mestsamenstelling ook bijna niet. In de mestsamenstelling was ook weinig verschil tussen de FIR-mest en referentiemest.

### 3.2 Ammoniakemissie

In Tabel 3 staan de toegediende hoeveelheden mest op de proefvelden. De mestgiften lagen tussen 12 en 14 m<sup>3</sup>/ha. De ammoniumgift lag tussen 30 en 40 kg/ha.

**Tabel 3** Toegediende hoeveelheden mest (m<sup>3</sup>/ha) en ammonium (kg/ha) per proefveld.

	Week 28		Week 30		Week 32	
	Mest	NH <sub>4</sub> -N	Mest	NH <sub>4</sub> -N	mest	NH <sub>4</sub> -N
Referentie 1	13,3	33,8	12,5	30,3	13,1	30,6
Referentie 2	14,4	36,9	12,2	29,2	13,0	30,8
FIR 1	13,2	31,3	13,1	30,5	12,7	29,1
FIR 2	13,5	31,7	12,2	28,9	12,5	28,9

Bijlage 7 geeft een overzicht van alle emissiewaarnemingen. In Tabel 4 staat de cumulatieve ammoniakemissie als percentage van de met de mest opgebrachte ammoniumstikstof voor alle experimenten en in Figuur 8 is het verloop van de emissie weergegeven.

**Tabel 4** Cumulatieve ammoniakemissie als percentage van de met de mest toegediende ammoniumstikstof voor de drie meetperioden week 28, 30 en 32

	Week 28	Week 30	Week 32
Referentie 1	88	70	93
Referentie 2	99	56	70
FIR 1	89	75	96
FIR 2	100	77	88

In alle experimenten vervluchtigde het grootste deel van de totale emissie gedurende de eerste uren na de mesttoediening. Het emissieverloop (emissiesnelheid in de verschillende perioden na de mesttoediening) was voor de referentie- en FIR-velden vergelijkbaar. In alle drie meetweken vond circa 50% van de emissie plaats gedurende de eerste 3 uur na uitrijden en meer dan 80% gedurende de eerste 9 uur na uitrijden.

#### Week 28

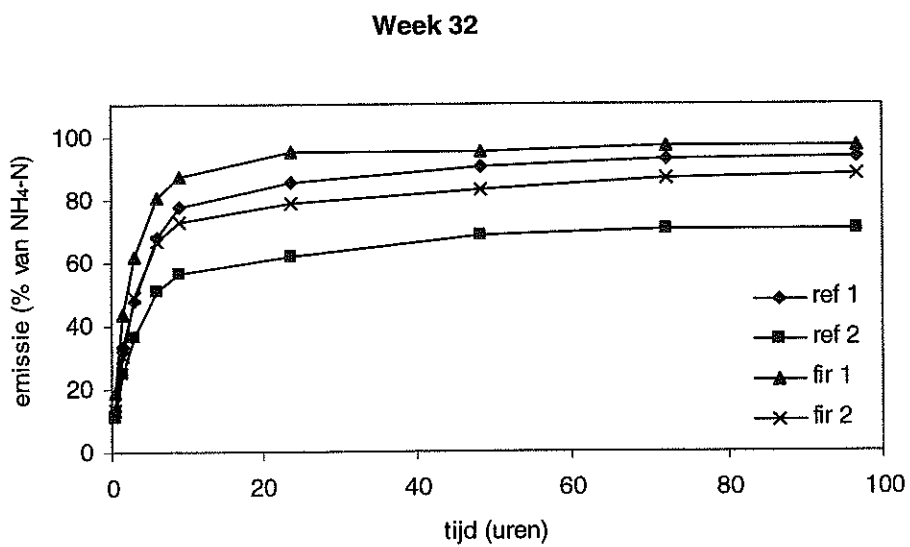
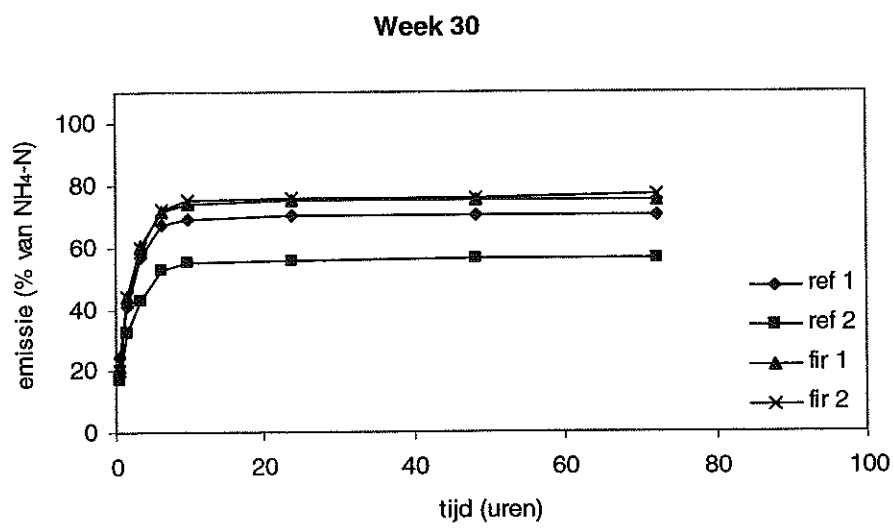
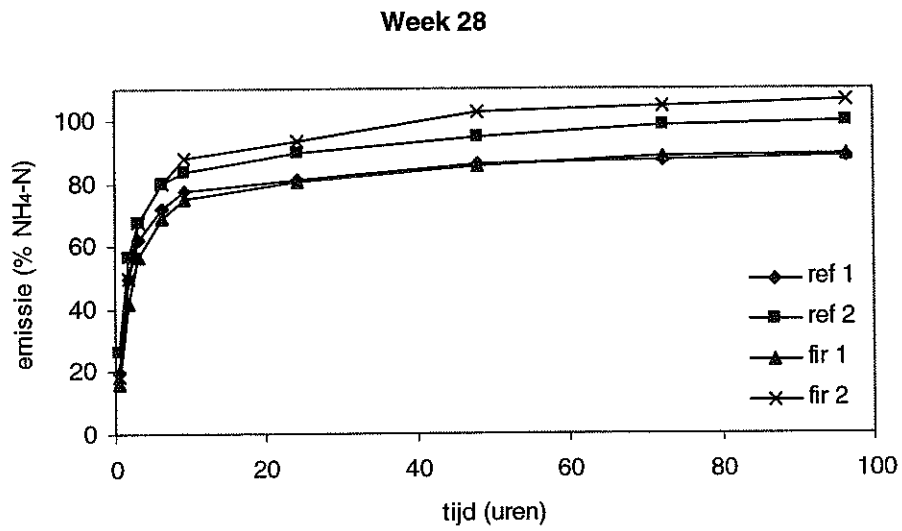
De totale emissie was op alle proefvelden in week 28 meer dan 80% van de opgebrachte ammoniumstikstof. De emissiehoogten van de beide duplo velden (Referentie 2 en FIR 2) waren enigszins hoger dan de circa een uur eerder uitgereden eerste proefvelden. De hogere emissie werd mogelijk veroorzaakt door de sterk toegenomen windsnelheid (van 1,2 naar 2,0 m/s bij de grond en van 2,7 naar 4,5 m/s op 3 m hoogte), die een sterke rol speelt in de periode gelijk na het uitrijden. Al het aanwezige ammonium emitteerde als ammoniak op het FIR 2 veld. De berekende emissie kwam op 106%; deze overschatting valt binnen de variatie en meetnauwkeurigheid.

#### Week 30

In week 30 viel de laatste meetperiode uit door stroomuitval. De emissiehoogte was op drie proefvelden vergelijkbaar; circa 70-75% van de opgebrachte ammoniumstikstof. De emissie van het duplo referentieveld (Referentie 2) was lager dan op de andere velden. Een verklaring hiervoor wordt gezocht in de ligging van dit proefveld. Door de positie van dit proefveld ten opzichte van de andere velden en de heersende windrichting was de gemeten achtergrondconcentratie bij dit veld hoger (globaal 0,4 mg/m<sup>3</sup> t.o.v. 0,04 mg/m<sup>3</sup>). De achtergrondconcentratie wordt bij de metingen afgetrokken van de gemeten concentraties boven het bemeste proefveld. Door de hogere achtergrondconcentratie is het concentratieverschil, tussen de inkomende lucht over het proefveld en de lucht boven het proefveld kleiner. Aangezien het concentratieverschil één van de drijvende krachten achter ammoniakvervluchtiging uit mest is, zal de vervluchtiging van de mest van dit proefveld altijd zijn ten gevolge van een kleiner concentratieverschil.

#### Week 32

In week 32 was de emissiehoogte op drie proefvelden vergelijkbaar; circa 90% van de opgebrachte ammoniumstikstof. De emissie van het duplo referentieveld (Referentie 2) was lager dan op de andere velden. Een verklaring hiervoor kon niet worden gegeven.



**Figuur 8** Verloop van de cumulatieve ammoniakemissie na toediening van de mest

## 4 Discussie

Totdat de mest werd gemixt vertoonde de samenstelling van de FIR- en referentie mest een klein verschil; na het mixen echter verdwenen de verschillen. Mogelijk hangen de geconstateerde verschillen in gehalten tijdens de periode voor het mixen samen met de monsternamemethode. De mestmonsternamemethode werd uitgevoerd met een steekbuis, waardoor de gehele mestkolom werd bemonsterd, zodat bij analyse een gemiddelde samenstelling zou worden verkregen. De geconstateerde verschillen werden mogelijk veroorzaakt door onnauwkeurigheden van deze handmatige bemonsteringsmethode.

Mulder en Huijsmans (1994) vonden bij in totaal 34 metingen, waarin rundermest op grasland werd toegediend, een gemiddelde emissie van 76% (43-100%) van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. De hoogte van de emissie was afhankelijk van omgevingsfactoren en bedrijfstechnische factoren. Spreiding in de emissies werd vooral veroorzaakt door omgevingsfactoren, zoals weersinvloeden, bodemconditie en grashoogte. Hierbij werkten een sterke wind, hoge temperatuur en een hoge globale straling emissieverhogend, terwijl regen emissieverlagend kon werken. De hoogte van de emissie werd dus bepaald door een combinatie van elkaar mee- en tegenwerkende emissiefactoren. Gedurende de experimenten in het huidige onderzoek vervluchtigde van de referentievelden gemiddeld circa 80% (56-99%) van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof en van de velden met FIR mest gemiddeld circa 87% (75-100%).

De samenstelling van de mest kan een rol spelen bij de hoogte van de ammoniakemissie na mesttoediening. Hierbij spelen het ammonium- en drogestofgehalte van de mest en de pH van de mest een rol. Vloeistofeigenschappen van de mest zouden een rol kunnen spelen bij het infiltreren in de grond of vastkleven van de mest aan het gras. Ook de mestgift ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) kan een rol spelen bij de hoogte van de ammoniakemissie. In de uitgevoerde proeven waren de mestgiften ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) op de referentievelden en FIR-velden vergelijkbaar. De toevoeging van FIR aan het voederrantsoen gaf na het mixen van de mest (vlak voor toediening) geen effect op de stikstof-, drogestofgehalten en de pH van de mest. Een effect van een verschil in vloeistofeigenschappen tussen de referentie- en FIR-mest is niet onderzocht, maar een eventueel effect kon op de uiteindelijke ammoniakemissie na mesttoediening op grasland niet aangetoond worden. Alleen in week 28 was de referentiemest door omstandigheden aanzienlijk dunner. Een effect op de emissie van deze dunnere mest kon niet aangetoond worden. De totale ammoniakemissie en het emissieverloop was voor de referentie- en FIR-mest vergelijkbaar. De toevoeging van FIR en andere middelen aan de mest is eerder onderzocht op het effect op de ammoniakemissie. In dit onderzoek werd geen effect van FIR op de ammoniakemissie gevonden (Mulder en Huijsmans, 1994).

Het veldemissie-onderzoek beperkte zich tot de gekozen grondsoort en de heersende en geldende omstandigheden voor o.a. het bodemtype en weersomstandigheden tijdens de metingen en de mestgiften. De resultaten van het onderzoek kunnen dienen als basis voor een discussie over de potenties van FIR-mest als emissiearme mest die bovengronds wordt toegediend. De cijfers vormen daarbij een onderdeel van deze discussie, die zich tevens zal richten op de controleerbaarheid en handhaafbaarheid van toevoegmiddelen als onderdeel van de regelgeving op het gebied van ammoniakemissie.



## 5 Conclusies

Het verloop van de ammoniakemissie van FIR- en referentiemest was vergelijkbaar; de emissiehoogte werd met name bepaald door de emissie die optrad gedurende de eerste uren na de mestoediening. De metingen gaven geen verschil in emissie aan tussen bovengronds verspreiden van onbehandelde rundermest (referentie) en mest afkomstig van runderen, waaraan FIR aan het voederrantsoen was toegevoegd.

## Literatuur

Kroodma, W., J.W.H. Huis in 't Veld en N.W.M. Ogink, 1995. Ammoniakemissie uit een ligboxenstal voor melkvee: emissieniveau en temperatuur-effect. Rapport 95-17, IMAG-DLO, Wageningen, 25 pp.

Mulder, E.M. en J.F.M. Huijsmans, 1994. Beperking ammoniakemissie bij mesttoediening. Overzicht metingen DLO-veldmeetploeg 1990-1993 (samenvatting van 63 meetrapporten). Wageningen, 71 pp

Regeling hoeveelheidsbepaling dierlijke en overige organische meststoffen, 1997. Besluit No.J. 712880, 4 december 1997. Ministerie van LNV. Den Haag, p. 13-14.

**Bijlage 1** Overzicht samenstelling FIR- en referentiegroep (lactatie vanaf 15 januari 1998).

Naam	Diernr.	Leeftijd (jj.mm)	Lactatie (dagen)
<i>FIR-groep:</i>			
Dirkje 59	320	4.04	164
Aaltje 50	331	4.03	58
Ant 141	412	3.08	151
Janke 93	413	3.08	139
Klara 17	422	3.04	108
Janke 95	434	3.02	140
Cecilia 65	438	3.01	48
Sietske 62	511	2.05	133
Mina 58	512	2.05	85
Aaltje 58	514	2.04	151
Trientje 97	518	2.04	102
Connie 27	520	2.04	150
Jetje 138	521	2.03	120
Jetje 139	523	2.03	85
Tineke 44	527	2.02	117
Trientje 42	529	2.02	97
<i>Referentiegroep:</i>			
Jetje 126	219	5.04	130
Dirkje 60	321	4.04	64
Connie 23	324	4.04	116
Janke 94	414	3.05	142
Cecilia 62	419	3.04	70
Cecilia 63	426	3.03	161
Aaltje 56	436	3.01	33
Janke 96	510	2.05	142
Jetje 137	513	2.04	68
Martha 114	515	2.04	133
Trientje 40	517	2.04	148
Janke 97	519	2.04	120
Cecilia 68	522	2.03	100
Sietske 63	525	2.03	97
Martha 115	526	2.02	132
Aaltje 59	528	2.02	118

## Bijlage 2

Ruwvoeropname (kg dag<sup>-1</sup> per stalheft)

Datum	Graskuil		Maiskuil		Restvoer
	FIR (R)	Referentie(L)	FIR (R)	Referentie(L)	
5 jan.	570	570	150	150	
6 jan.	480	480	120	120	
7 jan.	440	440	110	110	128 R, 112 L
8 jan.	490	490	120	120	
9 jan.	500	500	130	130	4 R, 2 L
10 jan.	510	535	135	140	
11 jan.	500	515	125	135	62 R, 15 L
12 jan.	480	480	120	120	48 R, 84 L
13 jan.	480	480	120	120	12 R, 13 L
14 jan.	480	480	120	120	
15 jan.	440	440	110	110	41 R, 73 L
16 jan.	440	440	110	110	20 R, 20 L
17 jan.	480	480	120	120	
18 jan.	450	480	110	120	
19 jan.	445	445	115	115	85 R, 70 L
20 jan.	460	465	115	120	
21 jan.	480	540	120	135	5 R
22 jan.	520	600	130	150	12 R, 5 L
23 jan.	480	480	120	120	
24 jan.	480	480	120	120	
25 jan.	480	480	120	120	
26 jan.	480	480	120	120	
27 jan.	480	480	120	120	47 R, 27 L
28 jan.	480	480	120	120	10 R, 10 L
29 jan.	480	480	120	120	7 R, 8 L
30 jan.	480	480	120	120	15 R, 12 L
31 jan.	480	480	120	120	8 R, 16 L
1 feb.	480	520	120	130	
2 feb.	480	480	120	120	48 R, 20 L
3 feb.	480	480	120	120	
4 feb.	480	500	120	125	17 R, 12 L
5 feb.	500	500	125	125	6 R, 12 L
6 feb.	515	510	130	125	5 L
7 feb.	480	480	120	120	
8 feb.	480	500	120	125	
9 feb.	490	580	125	145	32 R
10 feb.	490	320	125	80	
11 feb.	480	400	120	100	
12 feb.	470	440	115	110	20 R, 52 L
13 feb.	480	460	120	115	8 R, 6 L
14 feb.	480	500	120	130	
15 feb.	500	500	130	130	
16 feb.	500	500	130	130	
17 feb.	500	500	130	130	
18 feb.	500	500	130	130	7 R, 40 L
19 feb.	500	480	130	120	
20 feb.	480	480	120	120	
21 feb.	480	480	120	120	
22 feb.	440	440	110	110	
23 feb.	480	480	120	120	28 R, 32 L
24 feb.	480	480	120	120	9 R, 19 L
25 feb.	480	480	120	120	

Datum	Graskuil		Maiskuil		Restvoer
	FIR (R)	Referentie(L)	FIR (R)	Referentie(L)	
26 feb.	480	480	120	120	5 R, 14 L
27 feb.	440	500	110	125	
28 feb.	480	480	120	120	
1 maart	480	480	120	120	
2 maart	480	480	120	120	
3 maart	480	480	120	120	15 R, 26 L
4 maart	480	480	120	120	
5 maart	495	495	125	125	
6 maart	495	495	125	125	11 R, 9 L
7 maart	495	495	125	125	
8 maart	495	495	125	125	
9 maart	500	500	130	130	
10 maart	500	500	130	130	
11 maart	490	490	125	125	
12 maart	480	485	120	120	50 R, 30 L
13 maart	480	480	120	120	
14 maart	480	480	120	120	
15 maart	480	480	120	120	
16 maart	500	500	130	130	
17 maart	480	480	120	120	
18 maart	500	500	130	130	48 R, 38 L
19 maart	500	500	130	130	
20 maart	480	400	120	100	
21 maart	400	380	100	90	
22 maart	400	400	100	100	
23 maart	400	400	100	100	
24 maart	435	435	115	115	60 R, 50 L
25 maart	435	435	115	115	
26 maart	435	400	115	100	
27 maart	415	400	110	100	53 R, 47 L
28 maart	400	400	100	100	
29 maart	400	400	100	100	
30 maart	400	400	100	100	
31 maart	420	400	105	100	24 R, 20 L
1 april	440	435	120	120	
2 april	400	400	100	100	
3 april	420	420	105	105	
4 april	420	420	105	105	
5 april	420	420	105	105	
6 april	410	410	105	105	
7 april	420	420	105	105	
8 april	410	430	105	120	
9 april	410	440	105	120	28 R, 8 L
10 april	440	440	120	120	
11 april	475	430	125	120	
12 april	450	430	120	120	+ 130 kg brok
13 april	430	430	120	120	+ 130 kg brok
14 april	430	430	120	120	+ 130 kg brok
15 april		415		105	6 R, 13 L

**Bijlage 3**

Samenstelling ruwvoer en krachtvoercomponenten en overzicht van de grondstoffen waaruit het krachtvoer was samengesteld

Samenstelling van de ruwvoercomponenten (monsternamedatum: 7 april) en het krachtvoer. Gehaltes in g kg<sup>-1</sup> product (tussen haakjes in g per kg ds).

Component	Graskuil	Snijmais	Krachtvoer
Droge stof	323	367	897
VEM	258 (797)	344 (937)	970 (1081)
DVE	18 ( 57)	17 ( 46)	120 (134)
OEB	22 ( 69)	-11 ( -29)	-4 (-4)
NH <sub>3</sub> -fractie (%)	12		
Ruw eiwit	173	75	166
Ruw vet			44
Ruwe celstof	290	45	108
Ruwe as	107		79
VCOS (%)	70,0	74,2	
Zetmeel		355	
Natrium	4,3	0,2	3,5
Kalium	28,1	10,5	13,4
Magnesium	2,2	1,4	5,5
Calcium	6,8	2,3	9,0
Suiker	23		
Nitraat	4,8		
Chloor	14,9		
Fosfor	3,7	1,7	4,4
Mangaan (mg kg <sup>-1</sup> )	53	40	
Zink (mg kg <sup>-1</sup> )	38	42	
Ijzer (mg kg <sup>-1</sup> )	125	348	
Koper (mg kg <sup>-1</sup> )			15
Vitamine A (IE)			6.000
Vitamine D3 (IE)			1.440

Overzicht van de grondstoffen waaruit het krachtvoer was samengesteld

Component	%
Lupinen	2.200
Maisglutenvoermeel (960 VEM)	19.800
Kokosschilfers A (<1.100 VEM)	10.800
Palmpitschilfers B (985 VEM)	11.500
Raapzaadschroot mervo best	4.400
Soyaschroot mervo best	6.800
Bietenpulp Duits	10.000
Citruspulp	28.200
Rietmelasse	4.000
Palmolievetzuren	0.480
Krijt	0.440
Zout	0.610
Magnesium	0.470
Mervit rundvee no. 12	0.300
<b>TOTAAL</b>	<b>100</b>

**Bijlage 4A** Melkproductie (kg dag<sup>-1</sup>) FIR-groep en referentiegroep

FIR-groep:

	16-jan	16-feb	30-mrt	5-mei	28-mei
Dirkje 59	30.0	27.8	22.4	20.8	17.2
Aaltje 50	41.0	40.4	32.1	25.3	29.2
Ant 141	37.2	32.6	25.5	26.7	16.8
Janke 93	28.6	26.6	21.1	24.7	18.5
Klara 17	43.4	44.2	33.5	37.3	36.5
Janke 95	29.0	26.0	21.2	14.9	13.2
Cecilia 65	32.0	31.4	27.0	24.5	22.4
Sietske 62	27.2	24.0	20.4	20.1	18.0
Mina 58	27.8	25.2	21.1	20.5	19.5
Aaltje 58	27.8	25.4	21.7	22.7	26.3
Trientje 41	24.0	20.8	19.7	18.7	15.0
Connie 27	19.8	18.2	15.8	16.5	10.8
Jetje 138	29.2	28.8	20.6	23.1	23.1
Jetje 139	27.6	25.2	20.4	15.3	16.2
Tineke 44	23.2	21.8	18.2	18.5	16.5
Trientje 42	26.0	24.2	21.0	14.3	25.1
Gem. (s.d.)	29.6 (6.2)	27.7 (6.8)	22.6 (4.7)	21.5 (5.7)	20.3 (6.6)

s.d. = standaard deviatie

Referentiegroep:

	16-jan	16-feb	30-mrt	5-mei	28-mei
Jetje 126	36.6	32.8	26.6	24.5	20.8
Dirkje 60	36.0	32.0	27.8	27.7	25.9
Connie 23	29.0	22.4	25.1	24.5	20.8
Janke 94	36.4	33.2	31.1	28.1	30.9
Cecilia 62	38.8	36.6	35.2	31.3	31.7
Cecilia 63	27.6	29.0	24.5	18.9	7.1
Aaltje 56	35.4	43.2	35.0	34.2	33.3
Janke 96	24.4	22.0	17.7	18.1	14.7
Jetje 137	29.8	29.0	25.5	26.1	19.8
Martha 114	25.8	24.6	18.5	17.3	14.6
Trientje 40	21.4	19.6	19.4	18.3	12.7
Janke 97	26.2	25.8	24.1	22.7	19.9
Cecilia 68	27.0	25.8	21.0	19.7	20.0
Sieske 63	29.2	24.8	22.6	21.7	22.7
Martha 115	25.6	25.0	22.2	17.1	14.3
Aaltje 59	26.4	24.6	20.5	22.1	23.2
Gem. (s.d.)	29.7 (5.2)	28.2 (6.1)	24.8 (5.3)	23.3 (5.2)	20.8 (7.2)

**Bijlage 4B** Vetgehalte melk (%) FIR-groep en referentiegroep

FIR-groep:

	16-jan	16-feb	30-mrt	5-mei	28-mei
Dirkje 59	4.94	5.02	4.77	4.70	5.21
Aaltje 50	4.32	4.51	4.88	5.23	4.96
Ant 141	3.90	3.90	4.56	4.41	4.79
Janke 93	4.61	4.88	4.56	4.60	5.01
Klara 17	4.10	4.14	3.94	3.94	3.79
Janke 95	4.89	5.12	5.30	5.31	4.80
Cecilia 65	4.43	4.74	4.58	4.19	4.41
Sietske 62	3.85	4.20	4.64	4.18	4.83
Mina 58	3.58	3.68	3.95	3.74	3.65
Aaltje 58	4.56	4.83	5.43	4.85	4.34
Trientje 41	4.66	4.62	4.98	4.39	5.19
Connie 27	4.46	4.58	4.86	4.69	5.67
Jetje 138	4.27	4.54	5.25	4.28	4.66
Jetje 139	4.32	4.05	4.55	4.23	4.68
Tineke 44	3.72	3.98	4.25	3.82	4.35
Trientje 42	4.46	4.77	4.74	5.95	4.79
Gem. (s.d.)	4.32 (0.40)	4.47 (0.43)	4.70 (0.43)	4.53 (0.59)	4.70 (0.51)

s.d. = standaard deviatie

Referentiegroep:

	16-jan	16-feb	30-mrt	5-mei	28-mei
Jetje 126	4.15	4.32	5.31	5.05	5.41
Dirkje 60	4.65	4.12	4.90	5.11	3.24
Connie 23	5.47	4.64	5.18	5.29	5.44
Janke 94	3.97	4.09	4.43	4.33	4.06
Cecilia 62	3.56	3.46	4.45	4.56	4.52
Cecilia 63	4.30	4.54	5.14	5.31	5.13
Aaltje 56	4.95	4.01	4.02	4.33	4.38
Janke 96	4.10	4.31	4.17	4.35	4.84
Jetje 137	3.78	4.08	4.34	4.51	4.73
Martha 114	4.32	4.45	2.86	5.22	5.23
Trientje 40	5.02	5.51	5.50	5.28	5.80
Janke 97	4.19	3.85	4.02	4.10	4.60
Cecilia 68	4.50	4.46	4.91	5.26	4.99
Sieske 63	4.13	4.20	2.55	4.78	4.31
Martha 115	4.08	4.22	4.41	4.69	5.24
Aaltje 59	4.23	4.35	4.53	4.40	4.27
Gem. (s.d.)	4.34 (0.49)	4.29 (0.43)	4.42 (0.81)	4.79 (0.43)	4.76 (0.64)



**Bijlage 4C** Eiwitgehalte melk (%) FIR-groep en referentiegroep

FIR-groep:

	16-jan	16-feb	30-mrt	5-mei	28-mei
Dirkje 59	3.30	3.22	3.29	3.56	3.62
Aaltje 50	2.86	3.05	2.98	3.46	3.47
Ant 141	3.07	3.17	3.01	3.38	3.52
Janke 93	3.42	3.50	3.41	3.69	3.76
Klara 17	2.88	2.93	2.89	2.94	2.94
Janke 95	3.40	3.42	3.44	3.85	3.59
Cecilia 65	2.84	2.98	2.70	3.23	2.88
Sietske 62	3.22	3.35	3.08	3.39	3.29
Mina 58	2.92	3.12	2.95	3.00	3.12
Aaltje 58	3.40	3.49	3.27	3.56	3.57
Trientje 41	3.38	3.34	3.11	3.61	3.26
Connie 27	3.22	3.31	3.11	3.43	3.67
Jetje 138	3.24	3.43	3.48	3.61	3.41
Jetje 139	3.24	3.28	3.12	3.54	3.15
Tineke 44	3.26	3.35	3.01	3.53	3.12
Trientje 42	3.17	3.15	2.95	3.03	3.26
Gem. (s.d.)	3.18 (0.20)	3.26 (0.18)	3.11 (0.22)	3.43 (0.26)	3.35 (0.26)

s.d. = standaard deviatie

Referentiegroep:

	16-jan	16-feb	30-mrt	5-mei	28-mei
Jetje 126	3.18	3.18	3.40	3.33	3.41
Dirkje 60	3.09	3.27	3.41	3.43	2.92
Connie 23	3.54	3.33	3.59	3.64	3.7
Janke 94	3.21	3.20	3.37	3.34	3.35
Cecilia 62	2.97	3.03	3.27	3.38	3.42
Cecilia 63	3.48	3.37	3.62	4.08	4.72
Aaltje 56	2.99	2.77	2.96	3.21	3.19
Janke 96	3.35	3.33	3.29	3.34	3.17
Jetje 137	2.96	3.13	3.24	3.17	3.23
Martha 114	3.49	3.54	3.54	3.54	3.46
Trientje 40	3.69	3.74	3.64	3.47	3.46
Janke 97	3.03	3.07	3.11	3.19	2.93
Cecilia 68	3.07	3.23	3.36	3.19	3.32
Sieske 63	3.31	3.37	3.05	3.56	3.8
Martha 115	3.06	3.01	3.17	3.25	3.27
Aaltje 59	3.16	3.20	3.29	3.13	3.22
Gem. (d.s.)	3.22 (0.22)	3.24 (0.22)	3.33 (0.20)	3.39 (0.24)	3.41 (0.42)

## **Bijlage 5      Afspraken mestbemonstering**

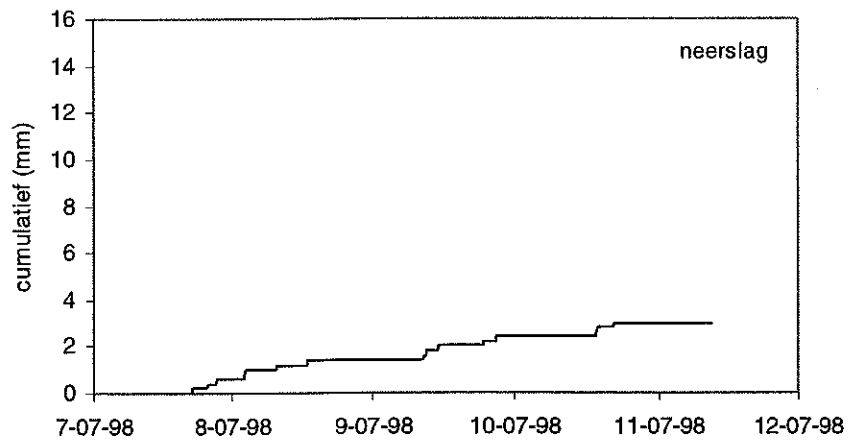
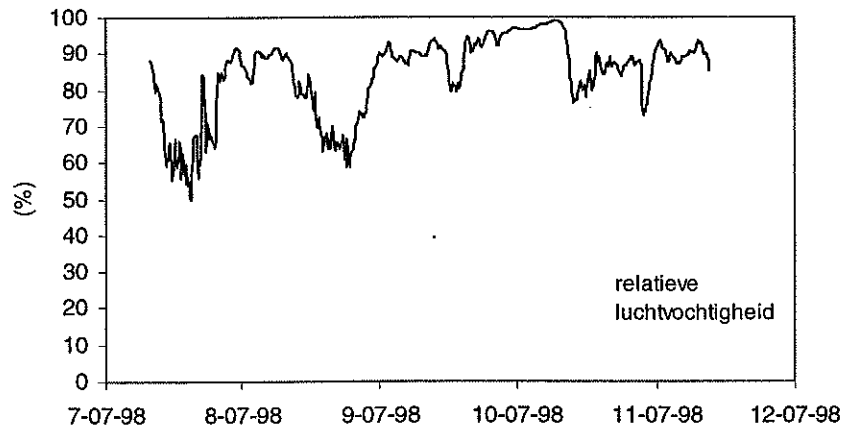
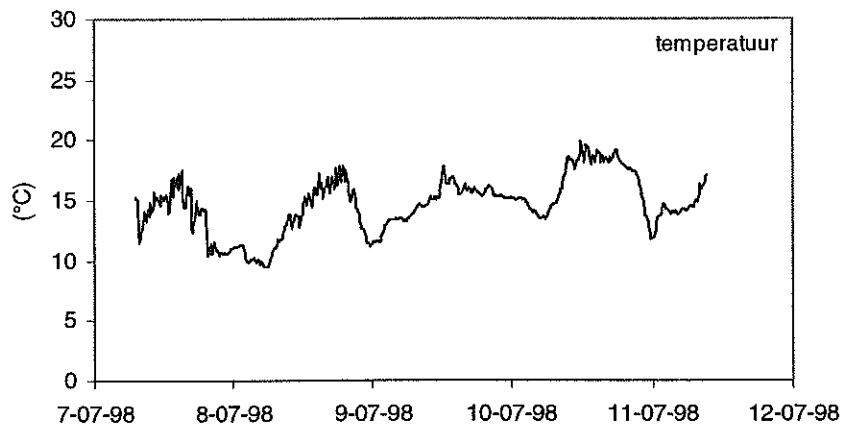
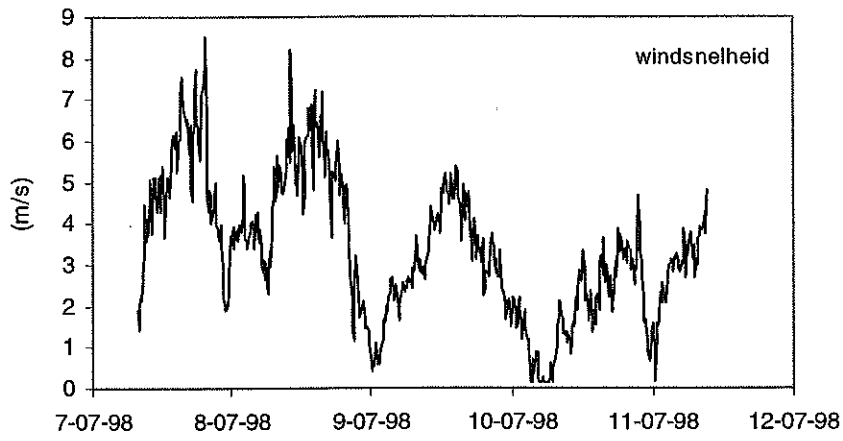
Op maandag 23 februari 1998 zijn de volgende afspraken gemaakt over de mestbemonstering in het kader van de FIR-proef in Duiven:

1. Monsters worden genomen door een medewerker van Koch Bodemtechniek
2. Mederwerker gebruikt eigen monstername-apparaat (buis)
3. Per bedrijf (praktijkbedrijven FIR) en stalhelft (Duiven) worden 10 monsters genomen. Van deze monsters wordt een verzamelmonster gemaakt (goed mengen). Hiervan wordt 1 l aangeleverd aan het milieulab IMAG-DLO en 1 l zal door Koch Bodemtechniek worden geanalyseerd.
4. IMAG-DLO analyseert op: droge stof, pH, ammoniak-N, N-totaal; Koch Bodemtechniek analyseert op kiemgetal
5. De monsters worden op vrijdag genomen en wel elke 14 dagen, ingaande per 27 februari, doorlopend tot het einde van de stalperiode.
6. De monsters worden zo snel mogelijk diezelfde dag aangeleverd. Bij voorkeur voor 14.00 uur en uiterlijk om 16.00 uur (bij hoge uitzondering), zodat de analyses nog diezelfde dag kunnen worden ingezet

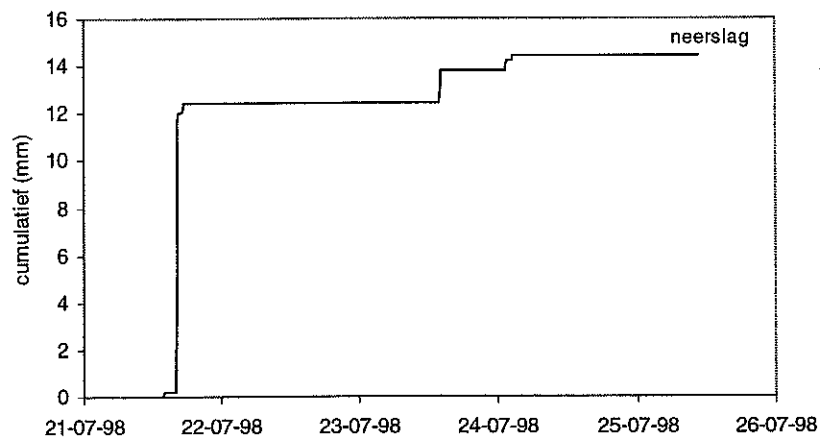
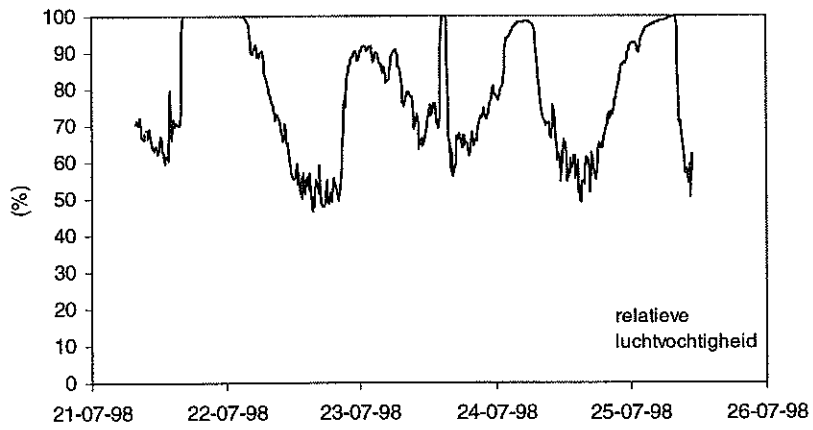
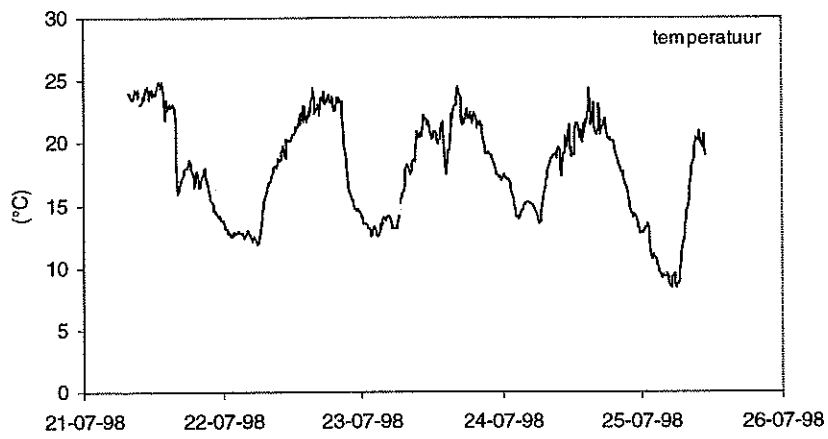
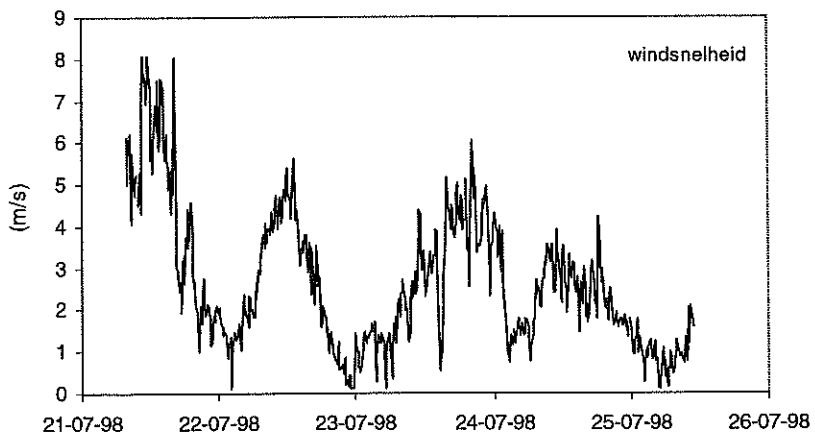
**Bijlage 6**

Weersomstandigheden per meetweek; windsnelheid op 2,5 m hoogte (m/s),  
temperatuur op 1,5 m hoogte (°C), relatieve luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte (%) en  
cumulatieve neerslag (mm)

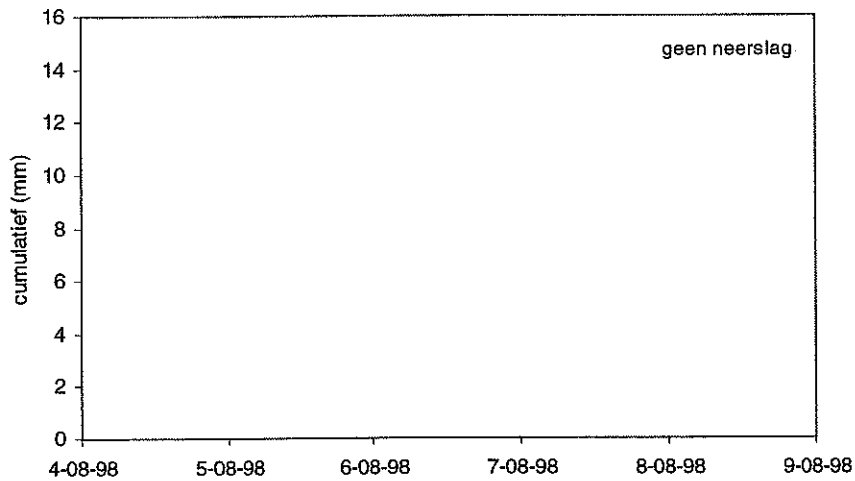
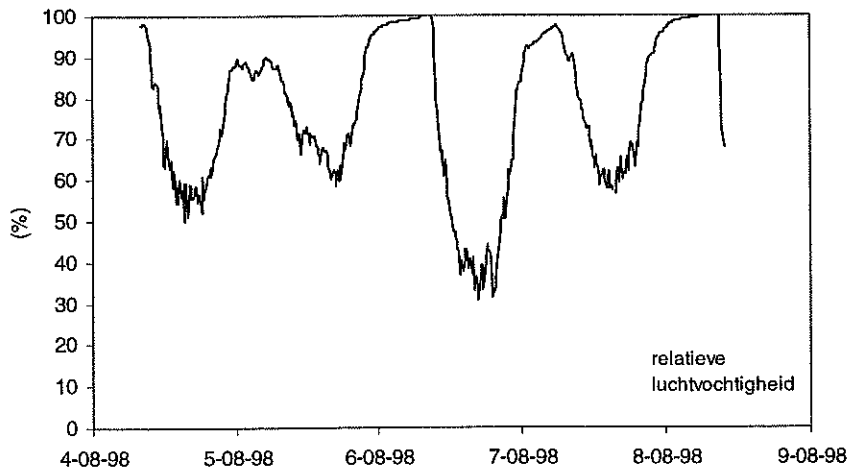
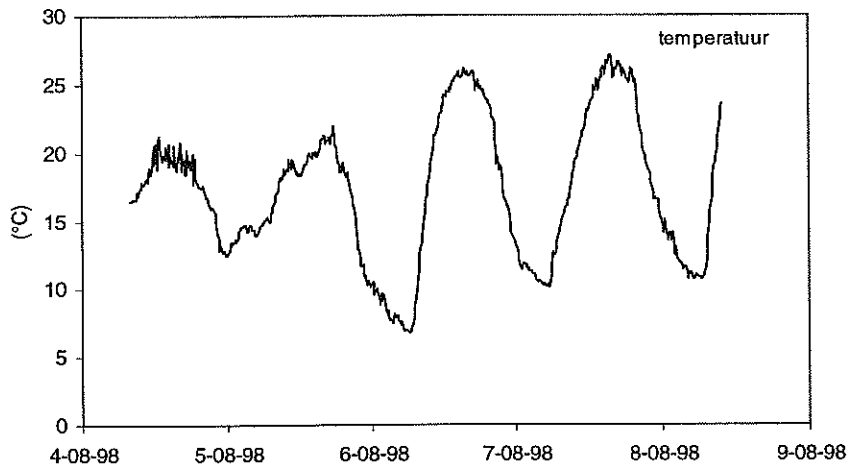
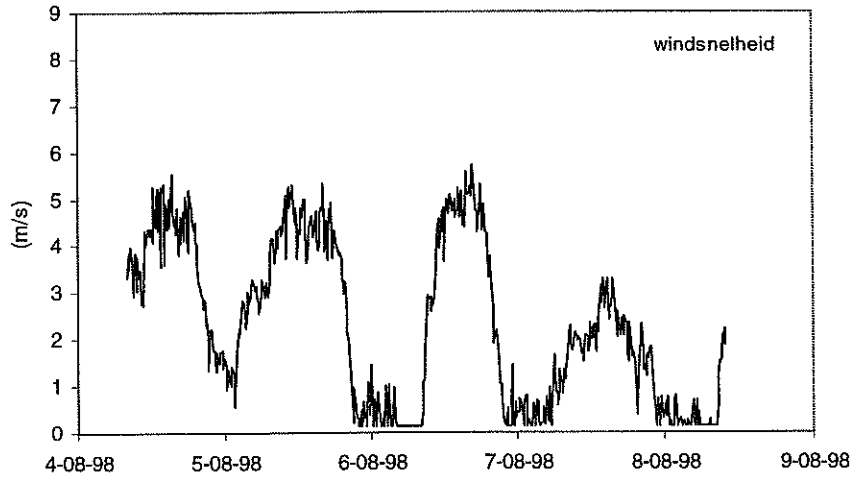
**Week 28**



Week 30



Week 32



**Bijlage 7** Overzicht van alle waarnemingen per meetperiode voor week 28, 30 en 32

Emissiegegevens week 28

lengte periode (uur)	Referentie 1			Referentie 2			FIR 1			FIR 2		
	Emissie- snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies (kg/ha)	% van NH <sub>4</sub> -N	Emissie- snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies (kg/ha)	% van NH <sub>4</sub> -N	Emissie- snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies (kg/ha)	% van NH <sub>4</sub> -N	Emissie- snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies (kg/ha)	% van NH <sub>4</sub> -N
0 – 0,5	373,4	6,65	19,7	474,4	9,74	26,4	294,7	4,94	15,7	343,7	5,75	18,1
0,5 – 1,6	259,6	16,75	49,6	347,6	20,81	56,4	224,6	13,18	42,1	317,5	15,87	50,0
1,6 – 3	99,7	21,00	62,2	82,9	24,85	67,3	101,9	17,70	56,5	109,7	21,44	67,6
3 – 6	34,0	24,33	72,1	47,9	29,42	79,7	38,0	21,52	68,7	39,9	25,39	80,0
6 – 9	18,6	26,12	77,4	14,5	30,80	83,4	19,6	23,51	75,0	25,7	27,82	87,7
9 – 24	2,6	27,38	81,1	5,1	33,13	89,8	3,8	25,33	80,8	4,2	29,72	83,7
24 – 48	2,2	29,06	86,1	2,4	34,93	94,6	2,0	26,85	85,7	3,6	32,48	102,4
48 – 72	0,5	29,46	87,3	1,7	36,26	98,2	1,1	27,71	88,4	0,8	33,15	104,5
72 – 96	0,4	29,78	88,2	0,6	36,74	99,5	0,2	27,89	89,0	0,6	33,70	106,2



Emissiegegevens week 32

lengte periode (uur)	Referentie 1		Referentie 2		FIR 1		FIR 2					
	Emissie- Snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies % van NH <sub>4</sub> -N	Emissie- Snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies % van NH <sub>4</sub> -N	Emissie- snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies % van NH <sub>4</sub> -N	Emissie- snelheid (kg/ha.dag)	Cumulatief verlies % van NH <sub>4</sub> -N				
0 - 0,5	247,8	4,02	13,1	189,4	3,38	11,0	330,7	5,54	19,0	248,8	3,76	13,0
0,5 - 1,5	194,1	10,09	33,0	132,9	7,54	24,5	224,6	12,69	43,6	149,8	8,70	30,1
1,5 - 3	91,3	14,58	47,7	75,3	11,24	36,5	112,1	17,96	61,7	113,0	14,19	49,1
3 - 6	63,5	20,75	67,9	44,4	15,56	50,6	56,5	23,49	80,7	51,9	19,24	66,5
6 - 9	30,7	23,73	77,6	18,2	17,32	56,3	18,3	25,27	86,9	18,5	20,98	72,5
9 - 24	4,8	26,04	85,2	3,7	18,99	61,7	4,8	27,59	94,8	4,0	22,78	78,7
24 - 48	1,9	27,54	90,1	2,6	21,05	68,4	0,0	27,59	94,8	1,5	23,99	82,9
48 - 72	1,0	28,30	92,6	0,6	21,52	69,9	0,6	28,07	96,4	1,4	25,06	86,6
72 - 96	0,1	28,37	92,8	0,0	21,52	69,9	0,0	28,07	96,4	0,4	25,38	87,7



**Bijlage 8 Mestsamenstelling**

Week 28 (analysecertificaat MLAC/98/0406 IMAG-DLO)

Code	Totaal N (g/kg)	Ammonium-N (g/kg)	pH	Droge stof (g/kg)	Totaal-P (g/kg)	Kalium (g/kg)
Referentie 1	4,38	2,54	7,4	70,6	0,51	5,06
Referentie 1	4,40	2,53	7,1	72,5		
Referentie 2	4,45	2,56	7,1	72,8		
Referentie 2	4,39	2,55	7,2	73,1		
FIR 1	4,90	2,38	6,9	102	0,81	4,80
FIR 1	4,91	2,37	6,9	101		
FIR 2	5,03	2,35	6,8	107		
FIR 2	4,95	2,36	6,9	107		

Week 30 (analysecertificaat MLAC/98/0477 IMAG-DLO)

Code	Totaal N (g/kg)	Ammonium-N (g/kg)	pH	Droge stof (g/kg)	Totaal-P (g/kg)	Kalium (g/kg)
Referentie 1	5,06	2,43	7,2	102	0,86	4,69
Referentie 1	5,05	2,43	7,3	103		
Referentie 2	5,12	2,40	7,2	107		
Referentie 2	5,15	2,39	7,2	106		
FIR 1	5,17	2,30	7,1	112	0,93	4,67
FIR 1	5,00	2,35	7,1	112		
FIR 2	5,12	2,39	7,2	109		
FIR 2	5,06	2,36	7,2	112		

Week 32 (analysecertificaat MLAC/98/0490 IMAG-DLO)

code	Totaal N (g/kg)	Ammonium-N (g/kg)	pH	Droge stof (g/kg)	Totaal-P (g/kg)	Kalium (g/kg)
Referentie 1	5,18	2,34	7,0	109	0,90	4,66
Referentie 1	5,09	2,34	7,0	107		
Referentie 2	5,05	2,36	7,0	104		
Referentie 2	5,06	2,36	7,0	108		
FIR 1	5,01	2,29	6,9	111	0,90	4,60
FIR 1	4,98	2,28	7,0	111		
FIR 2	5,09	2,32	7,0	110		
FIR 2	5,07	2,32	7,0	110		