



Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door het gras

Resultaten van twee oriënterende veldproeven

H.A. van Schooten, K.M. van Houwelingen, J.F.M. Huijsmans



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door het gras

Resultaten van twee oriënterende veldproeven

H.A. van Schooten¹, K.M. van Houwelingen², J.F.M. Huijsmans³

¹ Wageningen UR Livestock Research

² KTC Zegveld

³ Wageningen UR Plant Research International

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research en Wageningen UR Plant Research International in opdracht van en gefinancierd door ZuivelNL (voormalig Productschap Zuivel), de provincies Zuid Holland en Friesland en Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Mest en milieu' (projectnummer BO-20-004-053).

Wageningen UR Livestock Research

Wageningen, november 2015

Livestock Research Rapport 912



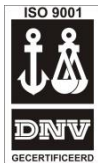
LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Schooten H.A. van, K.M. van Houwelingen, J.F.M. Huijsmans, 2015. *Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door het gras-Resultaten van twee oriënterende veldproeven*. Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 912.

© 2015 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Livestock Research Rapport 912

Inhoud

	Woord vooraf	7
	Samenvatting	9
	Summary	11
	Inleiding	13
1	Materiaal en methoden	15
	1.1 Locaties	15
	1.2 Mestaanwendingsmethoden en proefopzet	15
	1.2.1 Mestaanwendingsmethoden	15
	1.2.2 Proefopzet	17
	1.3 Proefuitvoering	17
	1.4 Waarnemingen	18
	1.5 Weersomstandigheden	19
2	Resultaten	20
	2.1 Mestsamenstelling en mestgift	20
	2.2 Grasopbrengst en N-recovery	21
	2.2.1 Eerste snede na aanwenden	21
	2.2.2 Tweede snede na aanwenden	26
3	Discussie	31
	3.1 Resultaten onderzoek	31
	3.2 Economische waarde mest verdunnen	33
4	Conclusies en aanbevelingen	35
	Referenties	37
	Bijlage 1 Schematisch overzicht proefvelden	38
	Bijlage 2 Grasopbrengsten en samenstelling per behandeling	40



Woord vooraf

Binnen de huidige regelgeving wordt aangegeven hoe mest emissiearm toegediend dient te worden op grasland. Om aan verdere reductiedoelstellingen te kunnen voldoen staat Nationaal het gebruik van de sleepvoetenmachine in de toekomst onder druk tenzij stappen in een verdere emissiereductie gezet kunnen worden. Om verdere reductiemogelijkheden te verkennen is door VIC Zegveld en Wageningen UR gezamenlijk een onderzoek verricht naar het effect van het verdunnen van de mest op de ammoniakemissie. Daarnaast is in een tweetal oriënterende veldproeven het effect van verdunnen bij toediening met een sleepvoetenmachine en van een aantal nieuwe innovatieve toedieningsmethoden onderzocht op de gewasopbrengst en N-recovery. In het voorliggende rapport worden de resultaten van deze veldproeven besproken. Opzet van het onderzoek, voortgang en resultaten zijn besproken in een begeleidingsgroep met melkveehouders en vertegenwoordigers van LTO en CUMELA. Het onderzoek werd gefinancierd door ZuivelNL, het voormalig Productschap Zuivel, het ministerie van EZ en de provincies Zuid Holland en Friesland.

Samenvatting

Reductie van ammoniakemissie (NH₃-emissie) is voor veehouders noodzakelijk om ontwikkelingsruimte in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) te realiseren. Nationaal staat het gebruik van de sleepvoetenmachine, die veel toegepast wordt op veengronden en zware klei, in de toekomst ter discussie tenzij stappen in een verdere emissiereductie gezet kunnen worden. Hiervoor lijken een aantal oplossingen mogelijk waarbij onder andere mest toegediend wordt in combinatie met extra water. Er is daarom een onderzoek uitgevoerd met de doelstelling om de emissie vast te stellen bij uitrijden van met water verdunde mest met de sleepvoetenmachine. De resultaten hiervan zijn beschreven in Huijsmans et al. (2015-b). Naast het emissieonderzoek werd in twee veldproeven (zgn. screeningsproeven) het effect van een aantal alternatieve en innovatieve methoden van mesttoediening op de grasopbrengst, N-benutting en N-recovery onderzocht. De resultaten hiervan worden in voorliggende rapportage beschreven. Eén veldproef werd uitgevoerd in de omgeving van KTC Zegveld op het melkveebedrijf Van Egmond te Nieuwkoop (klei op veen) en één veldproef werd uitgevoerd op Dairy Campus te Leeuwarden (kleigrond). In het onderzoek werden naast het verdunnen van de mest, aangewend met de sleepvoetenmachine, het "afdekken" van de strookjes mest met water, vloeibare zetmeel, raapolie of verdund citroenzuur vergeleken met het aanwenden van onverdunde mest met de sleepvoetenmachine en met de sleufkoutermethode. Daarnaast werd in één veldproef de zogenaamde Triple spray methode onderzocht. De mest werd tijdens een relatief droge periode in juni aangewend (15 en 25 m³ per ha) en de effecten werden gemeten in de eerste twee sneden na aanwenden. Alleen in de eerste snede na aanwenden werden duidelijke effecten van de alternatieve methoden van mest toedienen op de gewasopbrengst en stikstofbenutting gevonden ten opzichte van het onverdund toedienen van mest met de sleepvoetenmachine. In de tweede snede na aanwenden waren er geen noemenswaardige effecten meer. De effecten in de eerste snede na aanwenden kunnen als volgt worden samengevat:

- Verdunning van de mest in een verhouding van 1 deel mest : 0,5 deel water gaf een 100 tot 230 kg per ha (7- 12%) hogere drogestofopbrengst ten opzichte van onverdunde mest. Verdunning van mest in een verhouding van 1 deel mest : 1 deel water gaf zelfs een 265 tot 490 kg per ha (20- 25%) hogere drogestofopbrengst.
- De stikstofrecovery nam toe van gemiddeld 9% bij onverdunde mest naar 13 en 18% bij een verdunning van resp. 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water.
- Op één locatie (Dairy Campus) had ook het afdekken van de strookjes mest met water, zetmeel en verdund citroenzuur een positief effect op de opbrengst en stikstofbenutting.
- Het afdekken van de strookjes mest met raapolie had een negatief effect op grasopbrengst en stikstofbenutting.
- De grasopbrengst en stikstofbenutting van de velden bemest met de Triple spray machine bleven achter ten opzichte van de velden bemest met sleepvoetenmachine.
- De waarde van de hogere gewasopbrengst bedroeg (gemiddeld van 15 en 25 m³ per ha) bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water € 17-39 per ha en bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water € 45-83 per ha.

Bij het uitrijden van drijfmest via de sleepslangenmethode zijn de kosten van extra water toevoegen beperkt. Daarom kunnen de meeropbrengsten onder droge omstandigheden leiden tot een duidelijk hoger saldo. Bij uitrijden van mest via een tank zijn de meerkosten van het verdunnen van de mest hoger dan via de sleepslangenmethode en zal daarom minder snel tot een positief saldo leiden.

In voorliggend onderzoek is het effect van verdunnen van mest onderzocht na eenmalige aanwending in een relatief droge periode zonder aanvulling met kunstmeststikstof. In de praktijk wordt grasland meerdere malen per jaar bemest met drijfmest en wordt de bemesting aangevuld met kunstmeststikstof. Aanvullend onderzoek wordt aanbevolen om het effect op jaarbasis te meten waarbij de bemesting tevens wordt aangevuld met kunstmeststikstof.

Ook afdekken van de strookjes mest met een vloeibaar middel lijkt te leiden tot een betere stikstofbenutting. Voor praktijktoepassing moet deze methode echter nog verder ontwikkeld worden.

Summary

Low-emission manure application techniques are compulsory in The Netherlands. Low emission manure application on grassland comprises shallow injection and narrow band application by trailing feet. An additional reduction may be required in the future, therefore field trials were carried out to get better knowledge on the ammonia volatilization after the application of diluted manure applied by narrow band application with trailing feet on grassland on a clay and peat soil. The results of these field trials are reported in Huijsmans et al. (2015-b).

Additionally, in two field trials on grassland the effect of a few alternative and innovative methods of manure application on crop yield, N-utilization and N-recovery was investigated. The results of this study are described in present report. Besides diluting manure applied by narrow band application with trailing feet, narrow band application with 'covering' the manure bands with water, liquid starch, rapeseed oil or diluted citric acid were compared with non-diluted manure applied by narrow band application with trailing feet and with shallow injection with open slits. In one field trial also the so-called 'Triple spray' method was studied. The manure was applied in a relative dry period in June and the effects were measured in the first two cuts following the manure application. Only in the first cut following the manure application significant effects of the alternative methods of manure application on crop yield, N-utilization and N-recovery were found. These effects can be summarized as follows:

- The dilution 1 part manure : 0,5 part water resulted in 100 to 230 kg higher dry matter yield per ha (7-12%) compared to non-diluted manure and the dilution 1 part manure : 1 part water resulted in 265 to 490 kg higher dry matter yield per ha (20-25%).
- The average nitrogen recovery increased from 9% for non-diluted manure to 13 and 18% for respectively the dilution 1 part manure : 0,5 part water and the dilution 1 part manure : 1 part water.
- On one location also the covering of the manure bands with water, liquid starch or diluted citric acid had a positive effect on crop yield and nitrogen utilisation.
- Covering the manure band with rapeseed oil had a negative effect on the crop yield.
- The crop yield of the plots on which the manure was applied by the Triple spray machine was lower than of the plots on which the manure was applied by narrow band application with trailing feet.
- The value of the extra crop yield was € 17-36 per ha for the dilution 1 part manure : 0,5 part water and € 45-83 per for the dilution 1 part manure : 1 part water.

The extra crop yield due to diluting manure with (extra) water under dry circumstances can result in a significant higher margin when an umbilical system is used for the manure application because the costs of diluting manure with (extra) water are limited. When a tank is used for manure application, diluting the manure will not easily result in a higher margin because the costs of diluting manure with (extra) water are higher than when an umbilical system is used.

In this research the effects of diluting manure with water were measured after applying in a relative dry period and without the addition of fertilizer nitrogen. In practice on grassland manure is applied several times and the manure is supplemented with nitrogen fertilizer. More research is needed to measure the annually effects and to measure the effects when the manure application is supplemented with nitrogen fertilizer.

Inleiding

Reductie van ammoniakemissie (NH₃-emissie) is voor veel veehouders noodzakelijk om ontwikkelingsruimte te creëren in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Ammoniakemissie bij mest uitrijden is een relatief grote emissiebron op melkveehouderijbedrijven en het is dus zinvol om te proberen dit te verminderen. Daarnaast kan stikstof die niet emitteert door het gras worden benut, waardoor op kunstmest kan worden bespaard. De gangbare techniek voor mesttoediening op veengrond en (zware) kleigronden is toediening via de sleepvoetenmethode. De emissiereductie t.o.v. van bovengronds is met 60% al fors, maar nog duidelijk minder dan toediening via zodenbemesten (Huijsmans et al., 2008). Een verdere emissiereductie is daarom in de toekomst vereist. Als gevolg hiervan staat het gebruik van de sleepvoetenmachine in de toekomst onder druk tenzij stappen in een verdere emissiereductie gezet kunnen worden.

Mest in de grond brengen als alternatief voor de sleepvoetenmachine is niet altijd een goede optie. Op veengrond kan snijden in de grond problemen veroorzaken met de draagkracht en op kleigrond is het onder droge bodemomstandigheden niet altijd mogelijk om de mest in de grond te brengen. Daarnaast zijn machines die de mest in de grond brengen over het algemeen zwaarder dan de sleepvoetenmachine, waardoor de kans op structuurschade van de bodem groter is. Er is de veehouderij dus veel aan gelegen efficiënte, betaalbare en werkbare mestuitrijmethoden te ontwikkelen, die de ammoniakemissie aanzienlijk verlagen en deze geaccepteerd te krijgen door de overheid. Het bedrijfseconomische belang is het besparen van de hoeveelheid kunstmest als gevolg van een betere benutting van de mest. Maar het economische belang voor de veehouders gaat verder. Beperken van de ammoniakemissie kan tot extra ontwikkelingsruimte en ondernemersvrijheid leiden voor veehouders in en rondom Natura 2000 gebieden.

Voor een lagere emissie van ammoniak is het wenselijk dat de emissie bij toediening van mest met de sleepvoetenmethode fors omlaag gaat. Hiervoor lijken een aantal oplossingen mogelijk waarbij onder andere mest toegediend wordt in combinatie met extra water. Er is daarom een onderzoek uitgevoerd met de doelstelling om de emissie vast te stellen bij uitrijden van met water verdunde mest met de sleepvoetenmachine. Naast het emissieonderzoek zijn in twee oriënterende veldproeven metingen uitgevoerd naar de grasopbrengst en N-recovery bij een aantal alternatieve en innovatieve methoden van mesttoediening. Ook hierbij was één van de onderzochte methoden het uitrijden van verdunde mest met een sleepvoetenmachine.

De emissiemetingen werden in 2013 en 2014 uitgevoerd. In deze metingen werd het effect van verdunnen van de mest bij toediening met een sleepvoetenmachine onderzocht. De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in Huijsmans et al. (2015-b).

In voorliggende rapportage worden de resultaten van de twee veldproeven beschreven. Doel van dit onderzoek was om naast het verdunnen van mest een aantal innovatieve methoden te verkennen die de emissie bij aanwenden van mest mogelijk beperken ten opzichte van de huidige sleepvoetenmethode. De resultaten van de alternatieve methoden werden beoordeeld op basis van de grasopbrengst, N-benutting en N-recovery.

1 Materiaal en methoden

1.1 Locaties

Het onderzoek bestond uit twee veldproeven op grasland. Eén veldproef werd uitgevoerd in de omgeving van KTC Zegveld op een perceel grasland van melkveebedrijf Van Egmond te Nieuwkoop (52°09'45"N, 4°44'55"O) en één veldproef werd uitgevoerd op een perceel grasland van melkveehouderij onderzoekscentrum Dairy Campus te Leeuwarden (53°10'42"N, 5°46'30"O). De grondsoort op locatie Nieuwkoop wordt getypeerd als klei op veen en op locatie Dairy Campus als klei. Voorafgaand aan de proeven is op beide locaties een grondmonster genomen. De analysesresultaten staan in Tabel 1.

Tabel 1

Bodemanalyses (laag 0-10 cm).

	Locatie	
	Nieuwkoop	Dairy Campus
Organische stof (%)	12,2	8,8
pH	6,1	6,3
Lutum (%)	34	39
NLV (kg N/ha)	250	241
P-AL (mg P ₂ O ₅ /100 g)	46	25
P-PAE (mg P/kg)	1,3	0,4
K-PAE (mg K/kg)	298	62
Mg-PAE (mg MG/kg)	386	280
SLV (kg S/ha)	37	16

1.2 Mesttoedieningsmethoden en proefopzet

1.2.1 Mesttoedieningsmethoden

In Tabel 2 zijn de toegepaste toedieningsmethoden op locatie Nieuwkoop en Dairy Campus samengevat. In beide veldproeven werden twee behandelingen met verdunde runderdrijfmest vergeleken met onverdunde mest. De mest werd daarbij aangewend met de sleepvoetenmachine. In de ene behandeling met verdunde mest was de verdunning: 1 deel mest : 1 deel water en in de andere behandeling was de verdunning 1 deel mest : 0,5 deel water. Daarnaast werden op beide locaties behandelingen met de sleepvoetenmachine meegenomen waarbij de strookjes mest werden "afgedekt" met water, vloeibare tarwezetmeel¹, raapolie² of verdund citroenzuur³. Voor het aanbrengen van de verschillende middelen op de strookjes mest werd op de sleepvoetenmachine van KTC Zegveld speciale toedieningsapparatuur gemonteerd (zie foto 1). Met behulp van ketsplaatjes die achterop de sleepvoeten waren gemonteerd werden de vloeibare middelen zo goed mogelijk verdeeld op de strookjes mest gebracht (zie foto 2 t/m 5 en Tabel 2 Beh. B t/m H). Van alle producten werd steeds 1 mm op het strookje mest gebracht. Bij een sleepvoetafstand van 20 cm en een breedte van de meststrookjes van 5 cm komt dit neer op een hoeveelheid van 2500 L per ha. Op locatie Nieuwkoop werd daarnaast nog een behandeling meegenomen waarbij de mest werd aangewend met de sleufkoutermethode (Tabel 2 Beh. I) en een behandeling waarbij de strookjes mest met behulp van spuitdoppen werden besproeid met 1mm verdund citroenzuur (zie foto 6 en Tabel 2 Beh. J). Op Dairy Campus werd naast de behandelingen 2 t/m 5 nog een behandeling meegenomen waarbij de mest werd aangewend met de sleufkoutermethode (Tabel 2 Beh. I) en een behandeling waarbij de mest

¹ Tarwezetmeel Amidyn, 19% DS, 24,4 g N/kg ds, 3,4 g P/kg ds, 7,7 g P/kg ds

² Raapolie Summum, Oiltrade BV

³ Citroenzuur 15% verdund tot 1,5%, pH 2

werd aangewend met de zogenaamde Triple spray methode (zie foto 7 en Tabel 2 Beh. J). Laatst genoemde methode werkt in drie stappen. Eerst wordt water verneveld aangebracht op het gewas. Vervolgens wordt de mest breedwerpig verspreid op het gewas gebracht. Tenslotte wordt de mest door middel van een sproeiboom met spuitdoppen van het gewas afgespoten met water. Het waterverbruik bij deze methode was circa 1500 L per ha.

Tabel 2

Mestaanwendingsmethoden per locatie.

Beh.	Locatie	
	Nieuwkoop	Dairy Campus
A	Geen mest	Geen mest
B	Sleepvoet + onverdunde mest	Sleepvoet + onverdunde mest
C	Sleepvoet + verdunde mest 1 : 0,5	Sleepvoet + verdunde mest 1 : 0,5
D	Sleepvoet + verdunde mest 1 : 1	Sleepvoet + verdunde mest 1 : 1
E	Sleepvoet + afdekken met water	Sleepvoet + afdekken met water
F	Sleepvoet + afdekken met raapolie	Sleepvoet + afdekken met raapolie
G	Sleepvoet + afdekken met zetmeel	Sleepvoet + afdekken met zetmeel
H	Sleepvoet + afdekken met citroenzuur	Sleepvoet + afdekken met citroenzuur
I	Sleufkouter	Sleufkouter
J	Sleepvoet + nasproeien met citroenzuur	Triple spray



Foto 1 Ketsplaatjes en spuitnozzles op de sleepvoetenmachine van KTC Zegveld



Foto 2 en 3 Afdekken van de strookjes mest met raapolie



Foto 4 en 5 Afdekken van de strookjes mest met vloeibare zetmeel



Foto 6 Besproeien van de strookjes mest met verdund citroenzuur



Foto 7 Mest uitrijden met de Triple spray

1.2.2 Proefopzet

Op zowel locatie Nieuwkoop als op locatie Dairy Campus werden de verschillende mestaanwendingsmethoden (zie Tabel 2) toegepast bij twee mestdoseringen, 15 en 25 m³ per ha. Daarnaast werd een behandeling zonder bemesting aangelegd om de N-benutting en N-recovery te kunnen berekenen. Het totaal van 19 behandelingen per locatie werd in vier herhalingen aangelegd. Dit resulteerde in 76 veldjes per locatie. De veldjes hadden een bruto afmeting van 12 x 6 m². In Bijlage 1 zijn de proefvelden van de beide locaties schematisch weergegeven. De bemesting werd per snede aangevuld met 30 kg fosfaat (P₂O₅) en 100 kg kali (K₂O) per ha. Om de stikstofbenutting uit drijfmest te kunnen berekenen werd de bemesting niet aangevuld met stikstof (N) uit kunstmest.

1.3 Proefuitvoering

Op beide locaties werden eerst de behandelingen met onverdunde mest aangelegd en daarna de behandelingen met verdunde mest. De mest werd verdund door eerst een hoeveelheid mest in een van boven open container te pompen en daar vervolgens op basis van hoogtemeting een hoeveelheid water bij in te pompen. Op deze manier werd eerst de verdunning 1 deel mest : 0,5 deel water gemaakt en na aanwenden van deze verdunning de verdunning 1 deel mest : 1 deel water. Van de verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water werd 22,5 m³ per ha en 37,5 m³ per ha gegeven en van de verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water werd 30 m³ per ha en 50 m³ per ha gegeven om een gelijke stikstofgift te creëren als een onverdunde mestgift van respectievelijk 15 en 25m³ per ha. Voorafgaand aan de aanleg van de proeven werden

afdraaiproeven uitgevoerd met de apparatuur waarmee de verschillende middelen op de strookjes mest werd gebracht. Hiermee werden de instellingen per afdekmiddel vastgesteld waarmee tijdens het aanwenden van de mest een hoeveelheid van 1 mm op de strookjes mest werd gebracht.

Op zowel locatie Nieuwkoop als op locatie Dairy Campus werd de proef na de tweede snede aangelegd. Op beide locaties waren dit maaisneden. Op locatie Nieuwkoop werd de eerste snede bemest met ca. 30 m³ runderdrijfmest per ha plus 70 kg N per ha uit kunstmest. De tweede snede werd alleen bemest met ca 15 m³ per ha runderdrijfmest. Op locatie Dairy Campus werd de eerste snede in maart bemest met 10 m³/ha vaste mest en 35 m³/ha runderdrijfmest. De tweede snede werd bemest met alleen 54 kg N per ha uit kunstmest (KAS).

In Tabel 3 zijn de data weergegeven waarop de mest werd aangewend en waarop de twee sneden na aanwenden werden geoogst.

Tabel 3

Data mest aanwenden en oogsten 1^e en 2^e snede na aanwenden per locatie.

Locatie	Datum	Activiteit
Nieuwkoop	17 juni	Mest aanwenden
	22 juli	Oogst 1 ^e snede na mest aanwenden
	11 september	Oogst 2 ^e snede na mest aanwenden
Dairy Campus	26 juni	Mest aanwenden
	5 augustus	Oogst 1 ^e snede na mest aanwenden
	23 september	Oogst 2 ^e snede na mest aanwenden

1.4 Waarnemingen

Op locatie Dairy Campus werden de mestdoseringen per aanwendingsmethode vastgesteld door voorafgaand aan de proef een strook van 100 m lengte uit te rijden, waarbij de gewenste dosering zo goed mogelijk werd benaderd. De mestcombinaties werden voor en na het aanwenden van de mest gewogen. Op basis van de uitgereden hoeveelheid mest en de bemeste oppervlakte werd de gerealiseerde dosering berekend. Bij een afwijking van de gerealiseerde dosering ten opzicht van de gewenste dosering werd via een andere versnellingskeuze van de trekker de snelheid zodanig aangepast dat de gewenste dosering zo dicht mogelijk werd benaderd. Daarbij werd het toerental van de trekkermotor en daardoor ook het toerental van de mest(verdringer)pomp steeds gelijk gehouden om mestdoseringssnelheid ook gelijk te houden.

Op locatie Nieuwkoop was geen goede weegmogelijkheid in de nabije omgeving aanwezig om tijdens de aanleg van de proef de mestdosering vast te kunnen stellen. Daarom werden de mestdoseringen van de sleepvoetenmachine ingesteld door voorafgaand aan de aanleg van proef op KTC Zegveld afdraaiproeven uit te voeren, vergelijkbaar met de methode op locatie Dairy Campus. De mestdoseringen van de sleufkoutermachine werden ingesteld met behulp van op de machine aanwezige doorstroommeter. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit een grove methode is.

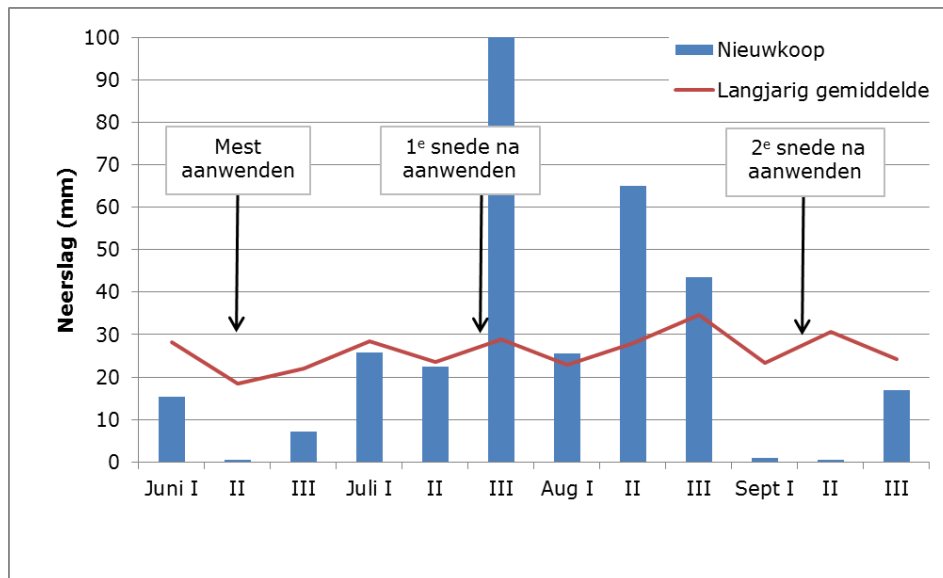
Tijdens het aanwenden van de mest werd alleen een mestmonster van de onverdunde mest genomen door een aantal keren vanuit de vulslang tussen de mestcontainer en mesttank een hoeveelheid mest in een emmer te laten lopen. Vervolgens werd hieruit een submonster genomen. Dit monster werd gekoeld bewaard en onderzocht door BlggAgroXpertus op het gehalte aan drogestof (ds), stikstoftotaal (N_{total}), ammoniumstikstof (NH₄-N), fosfaat (P₂O₅), kali (K₂O), magnesium (MgO) en natrium (Na₂O). De gehalten van de verdunde mest werden berekend op basis van gehalten van de onverdunde mest en het aandeel toegevoegde water.

De grasopbrengst van de eerste en de tweede snede na aanwenden werd bepaald door per veldje een strook uit te maaien met een proefveldmaaier (Haldrup). De strook had een breedte van 1,5 m en een lengte van circa 10 m. Na het maaien van de stroken werd de exacte lengte per strook gemeten. De stroken werden in het midden van de werkgang van bemestingsmachines uitgemaaid. Om het aandeel spooroppervlakte in de maaistrook zo klein mogelijk en steeds gelijk te houden werd direct na

aanwenden van de mest per veldje het midden tussen de spoorbreedte gemarkeerd met behulp van een piket.

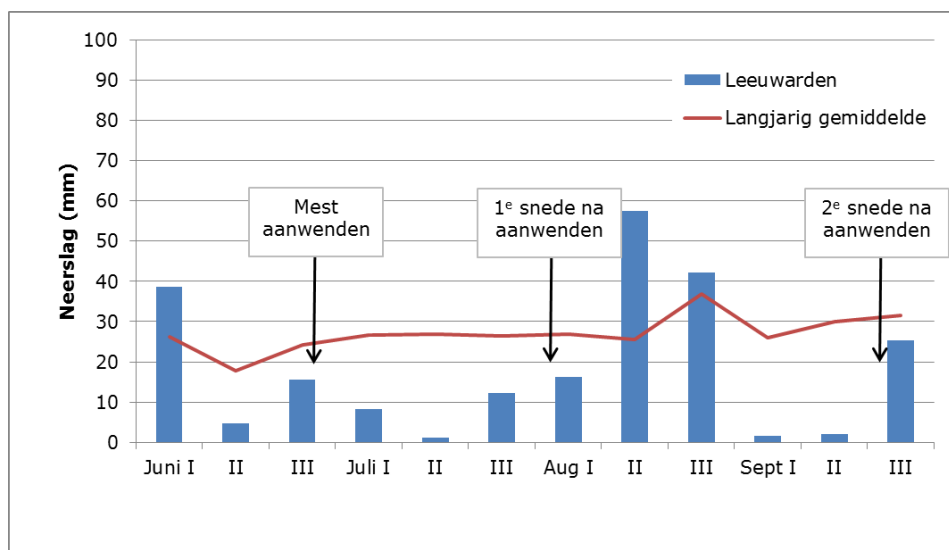
1.5 Weersomstandigheden

Op locatie Nieuwkoop was de totale hoeveelheid neerslag gedurende de proefperiode van mest aanwenden tot de 2^e snede na aanwenden (17 juni tot 11 september, Tabel 3) ca. 25% groter dan het langjarig gemiddelde in die periode (zie Figuur 1). De periode tussen aanwenden van de mest en de 1^e snede na aanwenden (17 juni tot 22 juli, Tabel 3) was echter duidelijk droger dan het langjarig gemiddelde. De eerste twee weken na aanwenden viel er zelfs maar 2 mm neerslag.



Figuur 1 Neerslag per decade in de proefperiode van weerstation Nieuwkoop (bron: www.weeractueel.nl) en het langjarig gemiddelde van weerstation Zegveld (bron: KNMI).

Op locatie Leeuwarden was de totale hoeveelheid neerslag gedurende de proefperiode van mest aanwenden tot de 2^e snede na aanwenden (26 juni tot 23 september, Tabel 3) ruim 30% kleiner dan het langjarig gemiddelde in dezelfde periode (zie Figuur 2). Evenals op locatie Nieuwkoop was op locatie Leeuwarden de periode direct na aanwenden van de mest duidelijk droger dan normaal. De eerste twee dagen na aanwenden viel er geen neerslag en de eerste vier weken na aanwenden maar 28 mm, terwijl de gemiddelde neerslag in die periode 80 mm is.



Figuur 2 Neerslag per decade in de proefperiode en het langjarig gemiddelde van weerstation Leeuwarden (bron: KNMI).

2 Resultaten

2.1 Mestsamenstelling en mestgift

In Tabel 4 is de samenstelling van de onverdunde drijfmest op locatie Nieuwkoop en Dairy Campus weergegeven. Op locatie Nieuwkoop was het gehalte aan drogestof, totaal stikstof en kali van de drijfmest iets lager dan het landelijke gemiddelde. Op locatie Dairy Campus was het gehalte aan totaal stikstof, ammoniumstikstof, fosfaat en natrium duidelijk hoger dan het landelijk gemiddelde terwijl het gehalte aan drogestof ongeveer overeen kwam met het landelijke gemiddelde. Op beide locaties was de verhouding $N-NH_4 : N_{\text{totaal}}$ relatief hoog.

Tabel 4

Samenstelling van de onverdunde mest ($g\ kg^{-1}$).

Locatie	Drogestof	N_{totaal}	$N-NH_4$	P_2O_5	K_2O	MgO	Na_2O
Nieuwkoop	72	3,26	2,1	1,44	5,3	1,2	0,9
Dairy Campus	80	5,11	3,0	1,92	5,3	1,3	1,2
Landelijk gemiddelde	85	4,1	2,0	1,5	5,8	1,2	0,7

In Tabel 5 zijn de gerealiseerde drijfmestgiften (o.b.v. afdraaiproeven en aangepaste versnellingskeuzes, zie paragraaf 2.4) en de mineralengiften uit de drijfmest weergegeven. De beoogde mestgiften van 15 en 25 m^3 per ha konden bij alle behandelingen vrij goed gerealiseerd worden. Op locatie Dairy Campus kwamen bij alle behandelingen de lage dosering met ruim 17 m^3 per ha iets hoger uit dan de gewenste mestgift van 15 m^3 per ha. Met name door het hogere gehalte aan N_{totaal} , $N-NH_4$, en P_2O_5 waren de giften van deze nutriënten op locatie Dairy Campus duidelijk hoger dan op locatie Nieuwkoop. Gemiddeld waren de giften aan deze nutriënten bij de lage mestdosering op locatie Dairy Campus 65% hoger dan op locatie Nieuwkoop en bij de hoge mestdosering bijna 50%.

Tabel 5

Mestgiften ($m^3\ ha^{-1}$) en nutriëntengiften ($kg\ ha^{-1}$).

Locatie	Methode	Dosering	Mestgift ¹⁾	N_{totaal}	$N-NH_4$	P_2O_5	K_2O	MgO	Na_2O
Nieuwkoop ²⁾	Sleepvoet onverdund ³⁾	15	15,3	51	33	22	83	19	14
		25	26,6	87	56	38	141	32	24
	Sleepvoet verdund 1:0,5	15	15,3	50	32	22	81	18	14
		25	24,2	79	51	35	128	29	22
	Sleepvoet verdund 1:1	15	15,0	49	32	22	80	18	14
		25	24,0	78	50	35	127	29	22
	Sleufkouter	15	15,0	49	32	22	80	18	14
		25	25,0	82	53	36	133	30	23
Dairy Campus	Sleepvoet onverdund ³⁾	15	17,6	90	53	34	93	23	21
		25	25,7	131	77	49	136	33	31
	Sleepvoet verdund 1:0,5	15	17,2	88	52	33	91	22	21
		25	26,1	133	78	50	138	34	31
	Sleepvoet verdund 1:1	15	17,8	91	53	34	94	23	21
		25	26,0	133	78	50	138	34	31
	Triple spray	15	17,1	87	51	33	91	22	21
		25	25,2	129	76	48	134	33	30
	Sleufkouter	15	17,5	89	53	34	93	23	21
		25	25,2	129	76	48	134	33	30

¹⁾ Mestgift van sleepvoetenmachine en sleufkoutermethode op locatie Dairy Campus is berekend op basis van proefstrook en aangepaste versnellingskeuze. Mestgift van sleufkoutermethode op locatie Nieuwkoop is gebaseerd op doorstroommeter op de machine.

²⁾ Mestgift exclusief water

³⁾ Giften gelden voor alle behandelingen waarbij onverdunde mest is uitgereden met de sleepvoetenmethode

2.2 Grasopbrengst en N-recovery

De effecten van de behandelingen op de opbrengst en samenstelling van het gras zijn statistisch geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de ANOVA procedure van het statistische pakket Genstat (Genstat Seventeenth edition, 2014). Daarbij is de LSD (Least Significant Difference) gebruikt om statistische verschillen met een $P < 0.05$ aan te kunnen tonen. Uit de analyse van de data bleek dat er bij de gewasopbrengst alleen op locatie Dairy Campus in de eerste snede na aanwenden een interactie bestond tussen de factoren mestdosering en aanwendingsmethode. Dit werd veroorzaakt door de behandeling "Sleepvoet + afdekken met raapolie". In tegenstelling tot de andere behandelingen was de gewasopbrengst bij deze behandeling bij de hoge mestdosering ($25 \text{ m}^3/\text{ha}$) nauwelijks hoger dan bij de lage mestdosering ($15 \text{ m}^3/\text{ha}$). Bij de aanwending van de strookjes mest plus raapolie kwam een klein deel van het gras langs de meststrookjes in aanraking met raapolie. Dit gras werd daardoor duidelijk geremd in de ontwikkeling. Dit negatieve effect heeft mogelijk het positieve effect van de hoge mestdosering ten opzichte van de lage mestdosering teniet gedaan. Voor een duidelijk overzicht van de verschillen tussen de aanwendingsmethoden en omdat dit de enige behandeling op één locatie was met een afwijkend effect van de mestdosering op de gewasopbrengst is er voor gekozen om in dit hoofdstuk de resultaten toch weer te geven als gemiddelde van de mestdoseringen en aanwendingsmethoden. In Bijlage 2 zijn de resultaten per locatie en per behandeling weergegeven.

2.2.1 Eerste snede na aanwenden

Locatie Nieuwkoop

Effect van mestdosering

In Tabel 6 is het effect van de mestdoseringen in de eerste snede na aanwenden op locatie Nieuwkoop op de opbrengst en samenstelling van het gras weergegeven. Hieruit blijkt dat de behandelingen met een mestdosering van 15 m^3 per ha gemiddeld geen hogere gewasopbrengst hadden dan de behandeling zonder een mestgift. De ds-opbrengst en de N-opbrengst van de behandelingen met 25 m^3 runderdrijfmest per ha waren resp. ruim 200 kg en circa 6 kg per ha hoger dan de behandelingen met 0 en 15 m^3 runderdrijfmest. Er was geen significant verschil in het ruw eiwitgehalte tussen de verschillende mestdoseringen. Dit resulteerde in een hogere N-benutting en N-recovery van de behandelingen met de hoge mestdosering ten opzichte van de lage mestdosering.

Tabel 6

Gemiddelde opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras per mestdosering in de eerste snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop.

	Mestdosering (m^3/ha)		
	0	15	25
Verse opbrengst (kg/ha)	6150 ^a	6252 ^a	7718 ^b
Droge stofgehalte (%)	20,8 ^a	20,8 ^a	19,6 ^b
Droge stofopbrengst (kg/ha)	1253 ^a	1292 ^a	1501 ^b
Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	144	145	148
Stikstof opbrengst (kg/ha)	29,2 ^a	30,1 ^a	35,9 ^b
N-benutting (kg ds/kg N) ¹⁾	*	0,9 ^a	3,2 ^b
N-recovery (%) ²⁾	*	2,2 ^a	8,5 ^b

Verschillende letters in een rij geven significante verschillen weer ($p < 0.05$)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.) / toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling) / toegediende N uit mest

Effect van aanwendingsmethode

Het effect van de aanwendingsmethoden, gemiddeld over de mestdoseringen 15 en 25 m^3 per ha, op de gewasopbrengst en samenstelling in de eerste snede na aanwenden op locatie Nieuwkoop is weergegeven in Tabel 7. Daarnaast is het gemiddeld effect op de ds-opbrengst en N-recovery weergegeven in de Figuren 3 en 4. Alleen de behandelingen waarbij verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water werd aangewend met de sleepvoetenmethode en de behandelingen waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleufkoutermethode hadden een

significant hogere drogestofopbrengst dan de onbemeste behandelingen. Opvallend is dat de behandelingen waarbij verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water was aangewend met de sleepvoetenmachine ook een significant hogere drogestofopbrengst hadden dan de behandeling waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleepvoetenmachine. Verder valt op dat ds-opbrengst van de behandelingen waarbij onverdunde mest werd afgedekt met raapolie significant lager was (ruim 200 kg ds/ha) dan de behandeling waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleepvoetenmachine. De verschillen in ruw eiwitgehaltes waren beperkt. Alleen de behandeling waarbij de mest was aangewend met de sleufkouterbemester had een significant hoger ruw eiwitgehalte dan de onbemeste behandeling. De effecten op de N-opbrengsten waren daardoor vergelijkbaar met de effecten op de ds-opbrengsten. De N-benutting en de N-recovery (zie Figuur 4) waren van de behandeling waarbij verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water werd aangewend met de sleepvoetenmachine en behandeling met sleufkoutermachine het hoogst. Beide behandelingen hadden een significant hogere N-benutting en N-recovery dan de behandeling waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleepvoetenmachine.

Tabel 7

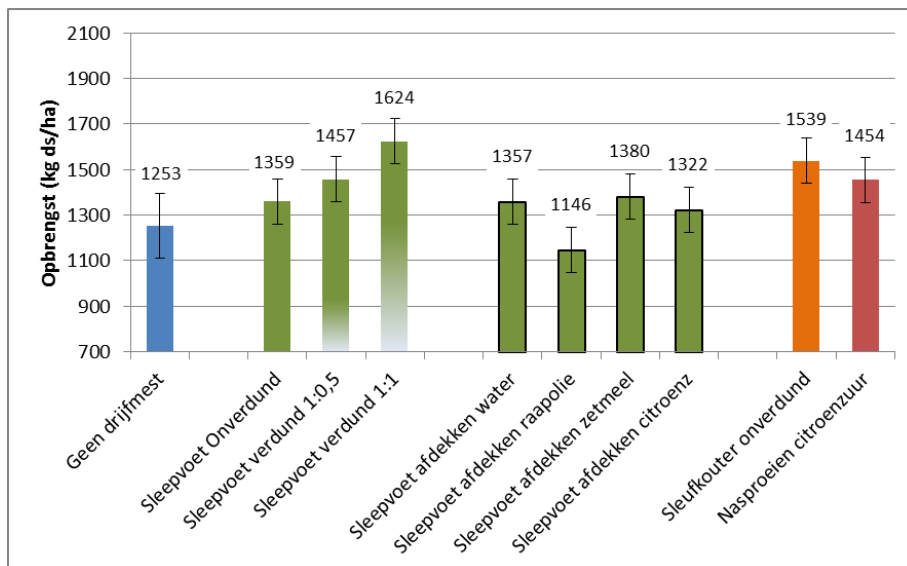
Effect van de aanwendingsmethoden op opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras in de eerste snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop, gemiddeld over de doseringen 15 en 25 m³ runderdrijfmest per ha

Aanwendingsmethode	Verse opbrengst (kg/ha)	Droge stofgehalte (%)	Droge stofopbrengst (kg/ha)	Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	N-benutting ¹⁾ (kg ds/kg N)	N-recovery ²⁾ (%)
Geen mest	6150 ^{ab}	20,8 ^c	1253 ^{ab}	144 ^a	29,2 ^{ab}	*	*
Sleepvoet onverdund	6746 ^{bc}	20,3 ^c	1359 ^{bc}	149 ^{ab}	32,5 ^{bc}	1,0 ^{ab}	3,1 ^{ab}
Sleepvoet verdund 1:0,5	7341 ^{cde}	20,0 ^{bc}	1457 ^{bcd}	145 ^{ab}	34,1 ^{bc}	2,9 ^{bcd}	6,7 ^{bcd}
Sleepvoet verdund 1:1	8416 ^e	19,5 ^{ab}	1624 ^d	147 ^{ab}	38,4 ^c	5,5 ^d	13,0 ^{cd}
Sleepvoet afdekken water	6819 ^{bc}	20,0 ^{bc}	1357 ^{bc}	151 ^{ab}	32,8 ^{bc}	1,6 ^{abc}	5,4 ^{abcd}
Sleepvoet afdekken raapolie	5252 ^a	22,0 ^d	1146 ^a	144 ^a	26,4 ^a	-1,7 ^a	-3,9 ^a
Sleepvoet afdekken zetmeel	6895 ^{bc}	20,2 ^{bc}	1380 ^{bc}	145 ^{ab}	32,1 ^{ab}	1,6 ^{abc}	3,6 ^{abc}
Sleepvoet afdekken citroenz	6554 ^{bc}	20,4 ^c	1322 ^{ab}	144 ^a	30,7 ^{ab}	0,5 ^{ab}	0,7 ^{ab}
Sleufkouter onverdund	8078 ^{de}	19,1 ^a	1539 ^{cd}	154 ^b	38,1 ^c	4,5 ^{cd}	14,0 ^d
Nasproeien citroenzuur	7184 ^{bcd}	20,4 ^c	1454 ^{bcd}	143 ^a	33,5 ^{bc}	2,7 ^{bcd}	5,4 ^{abcd}

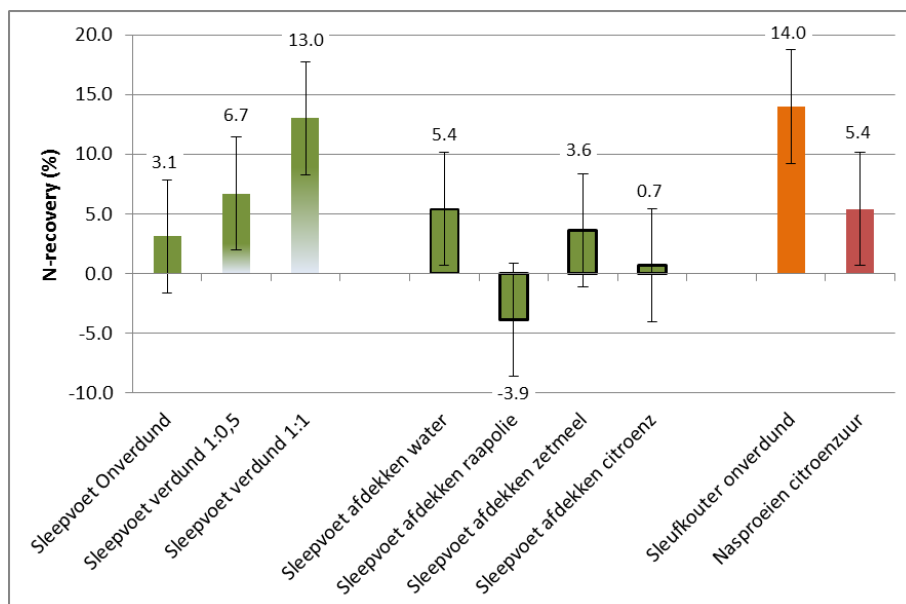
Verskillende letters in een kolom geven significante verschillen weer (p<0.05)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.)/ toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling)/ toegediende N uit mest



Figuur 3 Gemiddelde drogestof opbrengst per aanwendingmethode van de snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop.



Figuur 4 Gemiddelde N-recovery per aanwendingmethode van de snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop.

Locatie Dairy Campus

Effect van mestdosering

In Tabel 8 is het effect van de mestdoseringen in de eerste snede na aanwenden op locatie Dairy Campus op de opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras weergegeven. Door het gras te bemesten met 15 m³ runderdrijfmest per ha werd de opbrengst gemiddeld met ca. 650 kg drogestof per ha (= 55%) verhoogd ten opzichte van niet bemesten. Bemesten met 25 m³ verhoogde de opbrengst met ca. 1000 kg drogestof per ha (=85%). Alleen het eiwitgehalte van het gras met 25 m³ runderdrijfmest was significant hoger dan het eiwitgehalte van het onbemeste gras. De stikstofopbrengst van het gras dat bemest werd met 15 m³ runderdrijfmest was evenals ds-opbrengst ca. 55% hoger dan het onbemeste gras en de stikstofopbrengst van het gras dat bemest werd met 25 m³ runderdrijfmest was zelfs bijna 100% hoger. De N-benutting en N-recovery van de beide mestdoseringen verschilden nauwelijks en waren resp. ca. 8 kg drogestof per kg toegediende N en ca. 18%.

Tabel 8

Gemiddelde opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras per mestdosering in de eerste snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus.

	Mestdosering (m ³ /ha)		
	0	15	25
Verse opbrengst (kg/ha)	4397 ^a	7272 ^b	9293 ^c
Droge stofgehalte (%)	27.4 ^c	25.4 ^b	23.9 ^a
Droge stofopbrengst (kg/ha)	1180 ^a	1828 ^b	2178 ^c
Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	121 ^a	120 ^a	130 ^b
Stikstof opbrengst (kg/ha)	22.9 ^a	35.2 ^b	45.6 ^c
N-benutting (kg ds/kg N) ¹⁾	*	8.0	8.1
N-recovery (%) ²⁾	*	17.3	18.5

Verschillende letters in een rij geven significante verschillen weer ($p < 0.05$)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.) / toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling) / toegediende N uit mest

Effect van aanwendingsmethode

Op locatie Dairy Campus gaf het aanwenden van verdunde mest met de sleepvoetenmachine een duidelijk hogere gewasopbrengst in de snede na aanwenden dan het aanwenden van onverdunde mest (Tabel 9 en Figuur 5). Het verschil tussen de behandelingen met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water was bijna 500 kg ds (ca. 25%). De gewasopbrengst van de behandelingen met verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water lag tussen de behandelingen met verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water en de behandeling met onverdunde mest in. Ook de behandelingen waarbij onverdunde mest werd afgedekt met vloeibare zetmeel en verdund citroenzuur hadden een significant hogere gewasopbrengst (ca. 220 kg ds/ha) dan de behandelingen met onverdunde mest. De gewasopbrengsten van de behandeling waarbij onverdunde mest werd afgedekt met water en de behandelingen waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleufkouter waren vergelijkbaar met die van de behandelingen waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleepvoetenmachine. De gewasopbrengsten van de behandelingen waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleepvoetenmachine en afgedekt met raapolie en waarbij onverdunde mest werd aangewend met de Triple spray methode waren duidelijk lager (ca. 200 kg ds/ha) dan van de behandelingen waarbij onverdunde mest werd aangewend met de sleepvoetenmachine. De relatieve verschillen in stikstofopbrengst en N-benutting tussen de verschillende aanwendingsmethoden kwamen aardig overeen met de verschillen in ds-opbrengst. Van de meeste behandelingen, met name van de behandeling waarbij de mest werd afgedekt met raapolie, werd het verschil met de behandeling "Sleepvoet onverdund" enigszins verkleind ten opzichte van de ds-opbrengst omdat het ruw eiwitgehalte licht (niet significant) hoger was. Uiteindelijk resulteerde dit erin dat de N-recovery van de behandeling met verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water met 23,6% het hoogste was en duidelijk hoger dan die van de behandeling met onverdunde mest met 14,3% (zie figuur 6). Ook de N-recovery's van de behandeling met verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water en de behandelingen waarbij de mest werd afgedekt met water, zetmeel en verdund citroenzuur waren met rond de 20% significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest. De N-recovery's van de behandelingen waarbij de mest werd afgedekt met raapolie en waarbij de mest werd aangewend met de sleufkouter en Triple spray verschilden uiteindelijk niet significant met die van de behandeling met onverdunde mest, aangewend met de sleepvoetenmachine.

Tabel 9

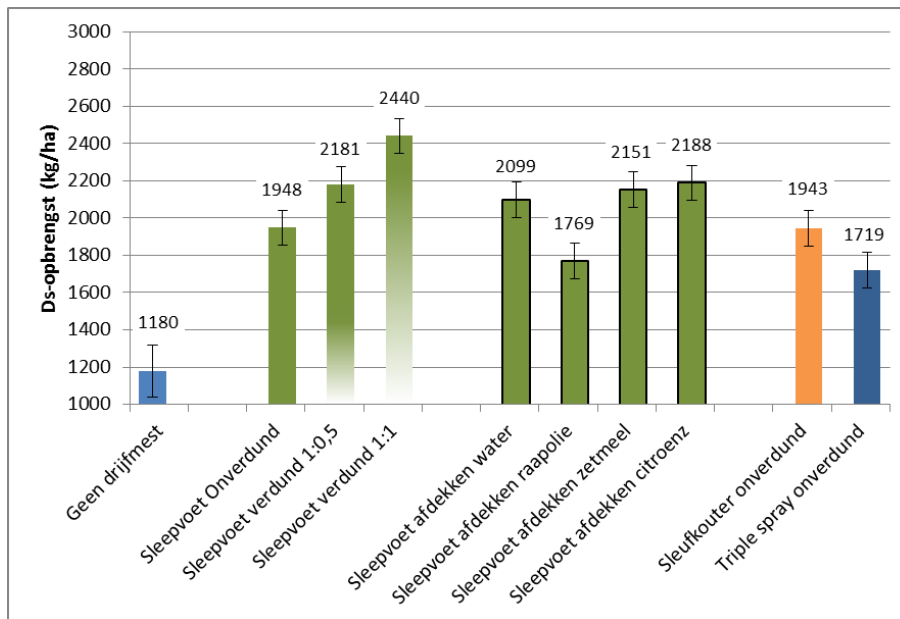
Effect van de aanwendungsmethoden op opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras in de eerste snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus, gemiddeld over de doseringen 15 en 25 m³ runderdrijfmest per ha.

Aanwendungsmethode	Verse opbrengst (kg/ha)	Droge stofgehalte (%)	Droge stofopbrengst (kg/ha)	Ruww eiwitgehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	N-benutting ¹⁾ (kg ds/kg N)	N-recovery ²⁾ (%)
Geen mest	4397 ^a	27,4 ^e	1180 ^a	121 ^{ab}	22,9 ^a	*	*
Sleepvoet onverdund	7762 ^{cd}	25,3 ^d	1948 ^{cd}	119 ^a	37,4 ^b	7,2 ^{bc}	14,3 ^{ab}
Sleepvoet verdund 1:0,5	9313 ^e	23,6 ^{ab}	2181 ^e	123 ^{ab}	43,0 ^{cd}	9,2 ^d	19,6 ^{bcd}
Sleepvoet verdund 1:1	10818 ^f	22,8 ^a	2440 ^f	120 ^{ab}	47,5 ^d	11,7 ^e	23,7 ^e
Sleepvoet afdekken water	8738 ^{de}	24,1 ^{bc}	2099 ^{de}	127 ^{ab}	42,7 ^{cd}	8,8 ^{cd}	20,2 ^{de}
Sleepvoet afdekken raapolie	6912 ^{bc}	25,6 ^{dc}	1769 ^{bc}	132 ^b	37,3 ^b	5,6 ^{ab}	14,4 ^{abc}
Sleepvoet afdekken zetmeel	9256 ^e	23,6 ^b	2151 ^e	128 ^b	44,6 ^{cd}	8,9 ^{cd}	20,7 ^{de}
Sleepvoet afdekken citroenz	9168 ^e	24,2 ^{bc}	2188 ^e	125 ^{ab}	44,3 ^{cd}	9,1 ^d	19,8 ^{cde}
Sleufkouter onverdund	7966 ^d	24,7 ^{cd}	1943 ^{cd}	127 ^{ab}	40,1 ^{bc}	7,0 ^b	16,3 ^{abcd}
Triple spray	6556 ^b	26,3 ^c	1719 ^b	127 ^{ab}	35,1 ^b	5,1 ^a	12,4 ^a

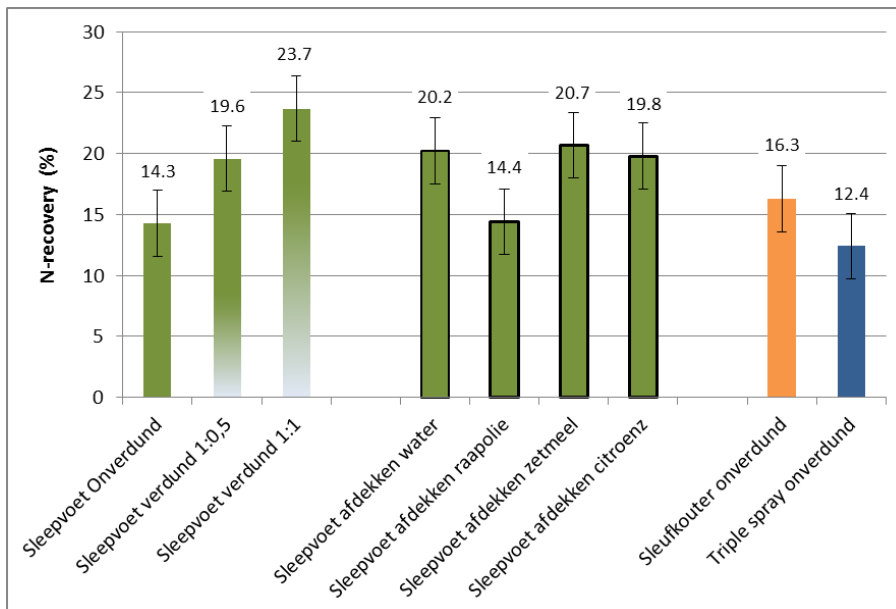
Verschillende letters in een kolom geven significante verschillen weer (p<0.05)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.)/ toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling)/ toegediende N uit mest



Figuur 5 Gemiddelde drogestof opbrengst per aanwendungsmethode van de snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus.



Figuur 6 Gemiddelde N-recovery per aanwendingmethode van de snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus.

2.2.2 Tweede snede na aanwenden

Locatie Nieuwkoop

Effect van mestdosering

In de tweede snede na aanwenden van de mest hadden alleen de behandelingen met 25 m³ runderdrijfmest per ha gemiddeld een hogere ds-opbrengst (ca. 150 kg/ha) dan de onbemeste behandelingen (Tabel 10). Dit resulteerde in een iets hogere stikstofopbrengst van bijna 4 kg/ha. Het verschil in N-benutting en N-recovery tussen de beide mestdoseringen was niet meer significant.

Tabel 10

Gemiddelde opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras per mestdosering van de tweede snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop.

	Mestdosering (m ³ /ha)		
	0	15	25
Verse opbrengst (kg/ha)	7369 ^a	7272 ^a	8106 ^b
Droge stofgehalte (%)	18,3	18,2	18,2
Droge stofopbrengst (kg/ha)	1329 ^a	1310 ^a	1472 ^b
Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	178	180	178
Stikstof opbrengst (kg/ha)	37,5 ^a	37,1 ^a	41,1 ^b
N-benutting (kg ds/kg N) ¹⁾	*	-0,3	1,8
N-recovery (%) ²⁾	*	-0,6	4,6

Verschillende letters in een rij geven significante verschillen weer (p<0.05)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.)/ toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling)/ toegediende N uit mest

Effect van aanwendingmethode

In de tweede snede na aanwenden van de mest waren er nauwelijks verschillen meer in grasopbrengst tussen de behandelingen met de verschillende mestaanwendingmethoden (Tabel 11 en Figuur 7). Afdekken met raapolie leek nog steeds een negatief effect te hebben op de drogestof- en stikstofopbrengst. Echter alleen het verschil met de behandelingen waarbij de strookjes mest werden nagesproeid met verdund citroenzuur was significant. Er waren geen significante verschillen meer in N-benutting en N-recovery (Figuur 8) tussen de verschillende behandelingen.

Tabel 11

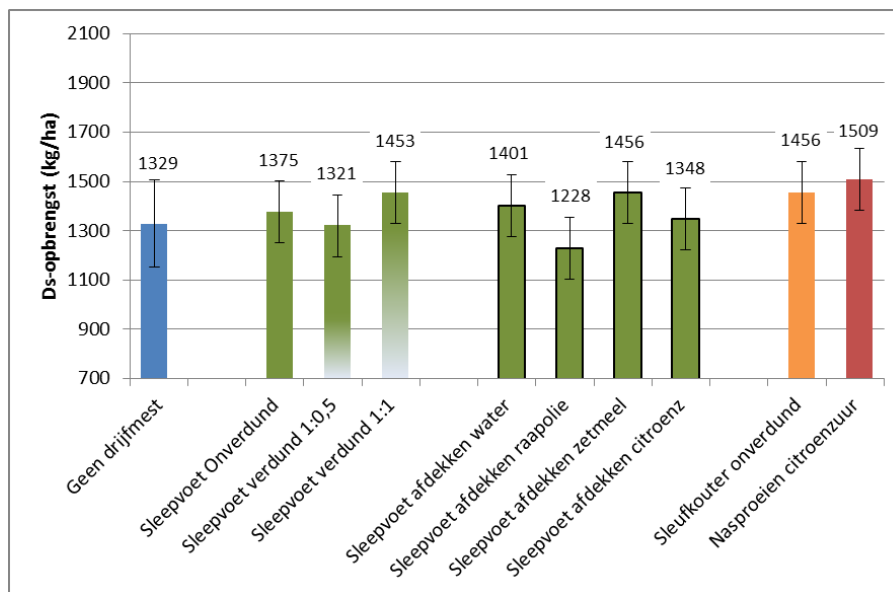
Effect van de aanwendingsmethoden op opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras in de tweede snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop, gemiddeld over de doseringen 15 en 25 m3 runderdrijfmest per ha.

Aanwendingsmethode	Verse opbrengst (kg/ha)	Droge stofgehalte (%)	Droge stofopbrengst (kg/ha)	Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	N-benutting ¹⁾ (kg ds/kg N)	N-recovery ²⁾ (%)
Geen mest	7369	18,3 ^{ab}	1329 ^{ab}	176	37,5 ^{ab}	*	*
Sleepvoet onverdund	7782	17,8 ^{ab}	1375 ^{ab}	181	39,8 ^{ab}	0,2	2,0
Sleepvoet verdund 1:0,5	7293	18,2 ^{ab}	1321 ^{ab}	172	36,3 ^{ab}	0,1	-0,9
Sleepvoet verdund 1:1	8047	18,1 ^{ab}	1453 ^{ab}	172	40,1 ^{ab}	1,7	2,9
Sleepvoet afdekken water	8036	17,7 ^a	1401 ^{ab}	181	40,7 ^{ab}	0,7	4,0
Sleepvoet afdekken raapolie	6749	18,2 ^{ab}	1228 ^a	179	35,1 ^a	-1,3	-2,9
Sleepvoet afdekken zetmeel	7734	18,8 ^b	1456 ^{ab}	174	39,9 ^{ab}	1,3	2,7
Sleepvoet afdekken citroenz	7491	18,1 ^{ab}	1348 ^{ab}	175	37,6 ^{ab}	-0,5	-1,8
Sleufkouter onverdund	8108	18,0 ^{ab}	1456 ^{ab}	174	40,6 ^{ab}	2,4	5,8
Nasproeien citroenzuur	8123	18,7 ^b	1509 ^b	176	42,8 ^b	1,9	6,3

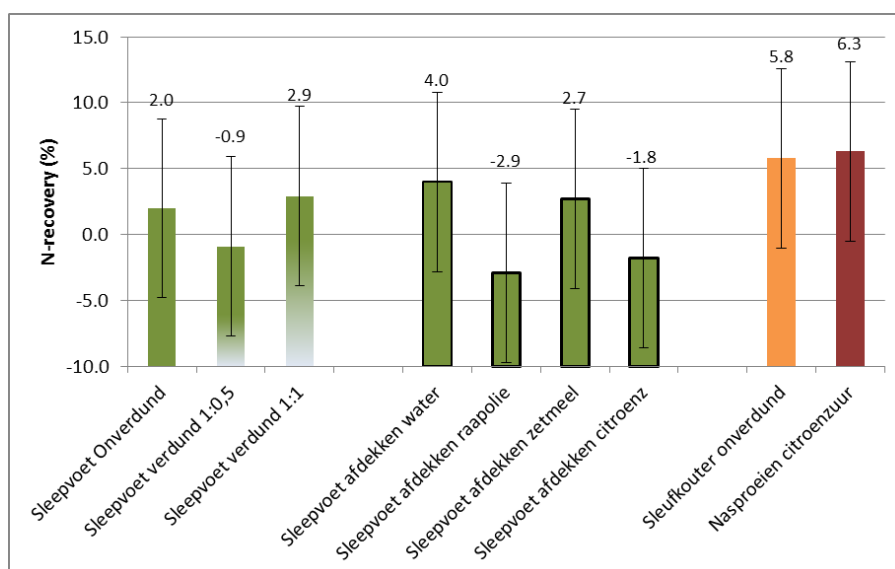
Verschillende letters in een kolom geven significante verschillen weer (p<0.05)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.)/ toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling)/ toegediende N uit mest



Figuur 7 Gemiddelde drogestof opbrengst per aanwendingsmethode van de tweede snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop.



Figuur 8 Gemiddelde N-recovery per aanwendingmethode van de tweede snede na mest aanwenden op locatie Nieuwkoop.

Locatie Dairy Campus

Effect van mestdosering

De bemestingen hadden op locatie Dairy Campus ook in de tweede snede na aanwenden nog een significant effect op de grasopbrengst (Tabel 12). De gemiddelde ds-opbrengsten van de behandelingen met een gift van 15 en 25 m³ per ha waren resp. bijna 300 en 475 kg per ha hoger dan van de onbemeste behandelingen. Ondanks dat de ruw eiwitgehalten van het gras van m.n. de behandelingen bemest met 25 m³ per ha wat lager waren dan van de onbemeste behandelingen waren de stikstofopbrengsten van de beide bemeste behandelingen significant hoger (resp. 4,6 en 6,9 kg N/ha). De N-benuttingen en N-recovery's waren van de beide mestdoseringen praktisch gelijk.

Tabel 12

Gemiddelde opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras per mestdosering van de tweede snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus.

	Mestdosering (m ³ /ha)		
	0	15	25
Verse opbrengst (kg/ha)	4212 ^a	5487 ^b	6121 ^c
Droge stofgehalte (%)	22.0	22.5	23.1
Droge stofopbrengst (kg/ha)	948 ^a	1240 ^b	1421 ^c
Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	129 ^b	121 ^b	115 ^a
Stikstof opbrengst (kg/ha)	19.4 ^a	24.0 ^b	26.3 ^c
N-benutting (kg ds/kg N) ¹⁾	*	3.7	4.0
N-recovery (%) ²⁾	*	6.4	5.7

Verskillende letters in een rij geven significante verschillen weer (p<0.05)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.)/ toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling)/ toegediende N uit mest

Effect van aanwendingmethode

De gemiddelde drogestof- en stikstofopbrengst van alle mestaanwendingmethoden was ook in de tweede snede na aanwenden van de mest nog duidelijk hoger dan de grasopbrengst van de onbemeste behandeling (Tabel 13 en Figuur 9). Tussen de verschillende mestaanwendingmethoden zaten nauwelijks meer verschillen in drogestof- en stikstofopbrengst. Opvallend is dat alleen de behandeling "Sleepvoet afdekken zetmeel" een significant hogere drogestof en stikstofopbrengst had

en daardoor ook een hogere N-recovery (Tabel 13 en Figuur 10) dan de behandeling "Sleepvoet onverdund".

Tabel 13

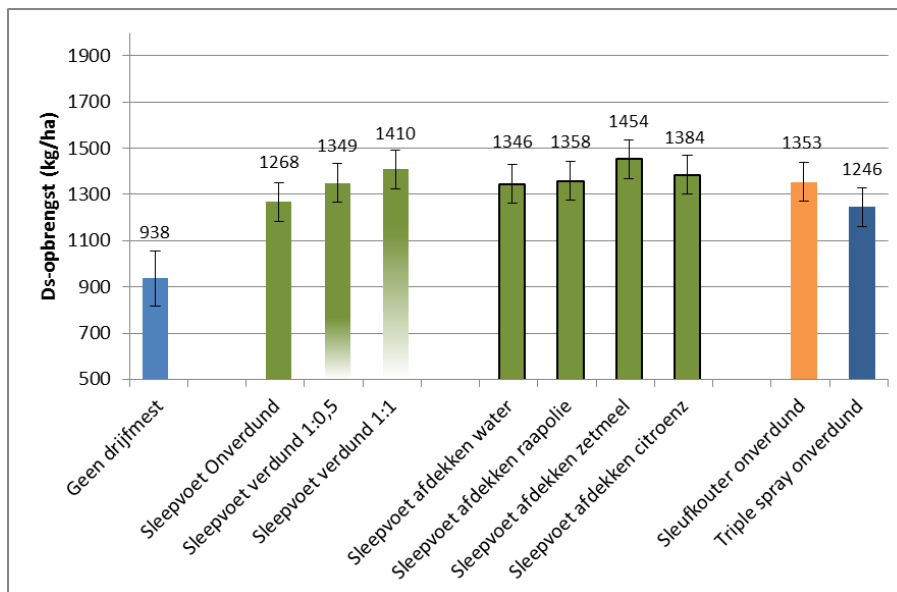
Effect van de aanwendungsmethoden op opbrengst, eiwitgehalte en N-benutting van het gras in de tweede snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus, gemiddeld over de doseringen 15 en 25 m3 runderdrijfmest per ha.

Aanwendungsmethode	Verse opbrengst (kg/ha)	Droge stofgehalte (%)	Droge stofopbrengst (kg/ha)	Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	N-benutting ¹⁾ (kg ds/kg N)	N-recovery ²⁾ (%)
Geen mest	4212 ^a	22.0	938 ^a	129 ^b	19.4 ^a	*	*
Sleepvoet onverdund	5413 ^{bc}	23.3	1268 ^b	113 ^a	23.1 ^b	3.2 ^{ab}	3.7 ^a
Sleepvoet verdund 1:0,5	6045 ^{cd}	22.5	1349 ^{bc}	118 ^{ab}	25.4 ^{bc}	3.7 ^{ab}	5.6 ^{ab}
Sleepvoet verdund 1:1	6047 ^{cd}	23.2	1410 ^{bc}	117 ^a	26.3 ^{bc}	4.3 ^{ab}	6.9 ^{ab}
Sleepvoet afdekken water	6047 ^{cd}	22.3	1346 ^{bc}	119 ^{ab}	25.6 ^{bc}	4.0 ^{ab}	6.4 ^{ab}
Sleepvoet afdekken raapolie	5931 ^{bcd}	22.9	1358 ^{bc}	118 ^{ab}	25.3 ^{bc}	3.9 ^{ab}	6.3 ^{ab}
Sleepvoet afdekken zetmeel	6411 ^d	22.4	1454 ^c	118 ^{ab}	27.4 ^c	4.7 ^b	7.9 ^b
Sleepvoet afdekken citroenz	6002 ^{cd}	22.9	1384 ^{bc}	118 ^{ab}	26.3 ^{bc}	4.2 ^{ab}	6.8 ^{ab}
Sleufkouter onverdund	5897 ^{bcd}	22.7	1353 ^{bc}	120 ^{ab}	26.1 ^{bc}	3.7 ^{ab}	6.4 ^{ab}
Triple spray	5278 ^b	23.3	1246 ^b	119 ^{ab}	23.6 ^b	2.9 ^a	4.6 ^{ab}

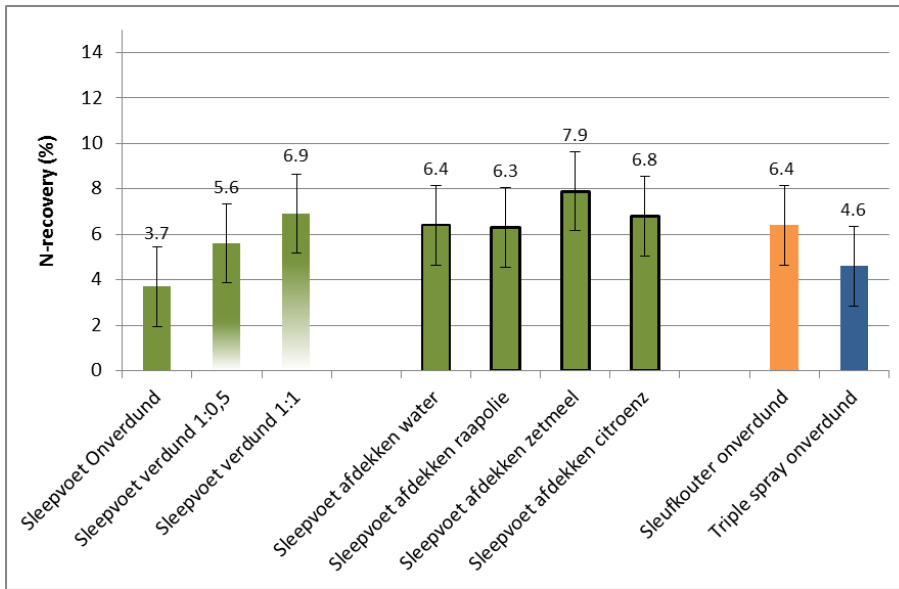
Verskillende letters in een kolom geven significante verschillen weer (p<0.05)

¹⁾ N-benutting = (Ds-opbrengst bemeste beh. - Ds-opbrengst onbemeste beh.)/ toegediende N uit mest

²⁾ N-recovery = (N-opbrengst bemeste behandeling - N-opbrengst onbemeste behandeling)/ toegediende N uit mest



Figuur 9 Gemiddelde drogestof opbrengst per aanwendungsmethode van de tweede snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus



Figuur 10 Gemiddelde N-recovery per aanwendingsmethode van de tweede snede na mest aanwenden op locatie Dairy Campus

3 Discussie

3.1 Resultaten onderzoek

In dit onderzoek werd op locatie Dairy Campus evenals op locatie Nieuwkoop een behandeling aangelegd waarbij de mest werd aangewend met een zodenbemester. Op zowel locatie Nieuwkoop als op locatie Dairy Campus lukte het echter niet om met de zodenbemester voldoende diepe sleufjes te maken om alle mest netjes in de sleufjes te brengen. Daarom is deze behandeling op beide locaties aangeduid als "sleufkouter". Het verschil in wijze van mest aanwenden tussen de methoden "sleepvoet" en "sleufkouter" is beperkt. Dit is een mogelijke verklaring voor het feit dat op beide locaties het verschil in gewasopbrengst tussen deze beide methoden beperkt was. Hierbij moet opgemerkt worden dat de mestdosering van de sleufkoutermachine op locatie Nieuwkoop werd ingesteld met een op de machine aanwezige doorstroommeter in plaats van een afdraaiproef. De gerealiseerde mestdosering van deze machine is daarmee mogelijk minder goed vergelijkbaar met de gerealiseerde mestdosering van de sleepvoetenmachine.

In dit onderzoek werd een duidelijk positief effect gevonden van het verdunnen van de mest bij aanwenden met de sleepvoetenmachine op de grasopbrengst en de N-benutting van de mest. Dit komt overeen met resultaten van onderzoek in het verleden, van o.a. Schils (1992). Daarbij werd een duidelijk positief effect gevonden van verdunnen van mest bij bovengronds aanwenden: door de mest te verdunnen met 1 deel mest : 2 delen water werd de stikstofwerking⁴ verhoogd met 30 tot 50% (relatief). Ook Boxem en Zonderland (1990) vonden in hun onderzoek met bovengronds aanwenden een hogere grasopbrengst door mest te verdunnen in een verhouding van 1 deel mest : 1 deel water.

In dit onderzoek werd onder andere een methode toegepast waarbij de strookjes mest werden afgedekt door verschillende vloeibare middelen m.b.v. ketsplaatjes op de strookjes mest te brengen. Het lukte echter niet om de mest met deze methode volledig af te dekken. Wanneer er een techniek wordt ontwikkeld waarbij het wel lukt om de strookjes mest volledig af te dekken zal er mogelijk een groter effect gehaald kunnen worden.

De mestdoseringen die in Tabel 5 staan zijn vastgesteld door voorafgaand aan de aanleg van de proef een proefstrook van 100 m lengte uit te rijden waarbij geprobeerd werd om de gewenste mestdosering zo goed mogelijk te benaderen. Voor het vaststellen van de gerealiseerde dosering werd de mestcombinatie voor en na het uitrijden van de mest op de proefstrook gewogen. Tevens werd de gereden snelheid met behulp van de snelheidsmeter van de trekker vastgelegd. Bij praktisch alle doseringen week de gerealiseerde mestdosering op de proefstrook in meer of mindere mate af van de gewenste. Op basis van de gerealiseerde rijnsnelheid en mestdosering en de gewenste mestdosering werd vervolgens de gewenste rijnsnelheid berekend. Bij aanleg van betreffende dosering in de proef werd de snelheid van mestcombinatie aangepast door een andere versnelling van de trekker te kiezen waarbij de gewenste snelheid en daarmee de gewenste mestdosering zo dicht mogelijk werd benaderd. Door het toerental van de trekker en daarmee van de verdringerpomp steeds gelijk te houden werd aangenomen dat de meststroomsnelheid ook steeds gelijk bleef. De gerealiseerde doseringen in de proef zijn vervolgens niet gecheckt via wegingen en kunnen dus mogelijk iets afwijken van de vermelde doseringen in Tabel 5. Voor deze methode is gekozen omdat het steeds wegen van de mestcombinatie een te groot tijdsverschil tussen de aanleg van de verschillende behandelingen met zich mee zou brengen. Daarnaast was in de proef de totale lengte van de uitgereden oppervlakte per dosering moeilijk nauwkeurig vast te stellen omdat er bij aanleg van de verschillende doseringen de machine steeds per veldje werd in- en uitgezet en er niet een mooie strakke afscheiding was op de plekken waar de bemesting was begonnen en gestopt.

⁴ De stikstofwerking werd berekend door de meeropbrengst uit kunstmest te vergelijken met de meeropbrengst uit rundermest

Ten opzichte van onverdunde mest aangewend met de sleepvoetenmachine had het toedienen van water, zetmeel en verdund citroenzuur bovenop de strookjes mest in de eerste snede na aanwenden op locatie Dairy Campus een licht positief effect op de grasopbrengst en N-benutting. De verschillen zaten op de grens van wel en niet significant. Het positieve effect van water werd mogelijk veroorzaakt door een lager NH₃-emissie als gevolg van verdunning van de ammoniumstikstof van de mest in de toplaag van het meststrookje. Hoewel verwacht mag worden dat een deel van het water redelijk snel verdampt kan dit er toch voor gezorgd hebben dat de mest relatief sneller en beter infiltreert in de bodem waardoor er minder NH₃ kan emitteren. Het uitrijden van beperkt aangezuurde mest met een sterk zuur (zwavelzuur) met een sleepvoetenmachine zorgt in principe voor nog wat extra uitstel van emissie (Huijsmans et al., 2015-a). In voorliggend onderzoek kon echter geen verschil tussen het aanbrengen van water en verdunde citroenzuur worden gevonden. Het positieve effect van zetmeel werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat het een afdeklaagje vormt op de mest die de NH₃-emissie remt.

Van de vloeibare middelen werd ongeveer 2500 L per ha toegediend. Dit betekent dat met het zetmeel 11 kg N, 1,62 kg P en 3,7 kg K werd toegediend. De hoeveelheden P en K zijn te klein om substantiële effecten op de opbrengst te verwachten. De stikstof in zetmeel is organisch gebonden in de vorm van ruw eiwit. Dit zal eerst moeten mineraliseren alvorens het voor het gewas beschikbaar is in opneembare vorm. Bij aanwenden runderdrijfmest met de sleepvoetenmachine op grasland wordt aangenomen dat de werkingscoëfficiënt van N-org per snede maar 6% is (www.bemestingsadvies.nl). Geconcludeerd kan daarom worden dat ook van toegediende N uit zetmeel na een eenmalige toediening geen significante positieve effecten op de grasopbrengst zijn te verwachten.

Op beide locaties werden voorafgaand aan de proef twee sneden gemaaid. De totale bemesting van deze beide snedes was op beide locaties redelijk vergelijkbaar (45m³ organische mest en 55-70 kg N uit kunstmest per ha). Op locatie Nieuwkoop was het effect van de bemesting met drijfmest op de grasopbrengst echter lager dan op Dairy Campus. In de eerste snede na aanwenden had alleen de mestgift van 25 m³ per ha een positief effect op de opbrengst terwijl op locatie Dairy Campus ook de lagere gift van 15 m³ per ha een positief effect had. Dit verschil werd waarschijnlijk vooral veroorzaakt door het verschil in gehalte aan NH₄-N (dit bepaald voor het grootste deel de hoeveelheid werkzame stikstof in de snede na aanwenden) van de mest. Deze was op locatie Dairy Campus 3,0 kg per ton en op locatie Nieuwkoop 2,1 kg per ton. Hierdoor was de hoeveelheid toegediende werkzame stikstof bij de lage dosering (15 m³ per ha) op locatie Dairy Campus ongeveer gelijk aan die van de hoge dosering (25 m³ per ha) op locatie Nieuwkoop. Daarnaast heeft mogelijk het verschil in organische stof gehalte van de bodem en rol gespeeld. Deze was op locatie Nieuwkoop ruim 4% (absoluut) hoger dan op locatie Dairy Campus. Hierdoor komt er vanuit de mineralisatie meer stikstof beschikbaar voor de plant waardoor bemesting een relatief kleiner effect heeft op hoeveelheid beschikbare stikstof en daarmee op de grasopbrengst.

Het afdekken van de strookje mest met raapolie had een negatief effect op de grasopbrengst. Tijdens het afdekken van de strookjes mest kwam op een klein deel van het gras langs de strookjes mest ook een beetje raapolie. Kort na aanwenden kon al een donkerkleuring van het gras worden geconstateerd. Na verloop van tijd stierven de plantdelen die in aanraking met de olie waren geweest af. Hoewel niet het gehele grasplantje afstierf had dit toch een duidelijk negatief effect op de opbrengst, met name in de eerste snede na aanwenden.

De grasopbrengst van de veldjes die waren bemest met de Triple spray bleef achter ten opzichte van de veldjes die waren bemest met de sleepvoetenmachine met onverdunde mest. Bij dit systeem wordt eerst water verneveld aangebracht op het gewas. Vervolgens wordt de mest volvelds bovengronds op het gewas gebracht, waarna water over de mest en het gras wordt gespoten met behulp van een sproeiboom met spuitdoppen. De hoeveelheid water die wordt gebruikt is ca. 1500 L per ha. Bij de aanleg van de proeven was te zien dat de mest maar deels van het gras werd afgespoten. Hoewel geen duidelijke verbrandingsverschijnselen werden geconstateerd werd de grasgroei mogelijk toch geremd als gevolg van bedekking. Daarnaast ging er mogelijk wat meer stikstof verloren door meer NH₃-emissie uit de mest dan bij de sleepvoetenmethode. Bij de Triple spray wordt de mest breedwerpig over het gewas gespreid waardoor het emitterend oppervlak groter is dan bij de

sleepvoetenmethode. Dit moet worden gecompenseerd door het afspoelen van de mest naar/in de bodem. Dit is waarschijnlijk onvoldoende gelukt.

De groeiperiode van de eerste snede na aanwenden van de mest was op locatie Nieuwkoop 5 weken en op locatie Dairy Campus 5,5 weken. De gemiddelde grasopbrengsten van de bemeste behandelingen van die snede waren op beide locaties laag met resp. ca. 1400 en ruim 2000 kg ds. Hiervoor zijn twee oorzaken te noemen: 1) de periode tussen mest aanwenden en oogst van de eerste snede na aanwenden van de mest was op beide locaties droger dan normaal en 2) het N-bemestingsniveau was voor een maaisnede laag omdat er alleen stikstof uit drijfmest werd gegeven. Op locatie Nieuwkoop werd er gemiddeld 43 kg NH₄-N gegeven en op locatie Dairy Campus 65 kg. De groeiperiode van de tweede snede na aanwenden van de mest was op beide locaties ongeveer 7 weken. De gemiddelde grasopbrengst van de bemeste behandelingen van die snede was op beide locaties maar ca. 1400 kg drogestof per ha. Hierbij dient bedacht te worden dat deze snede alleen bemest werd met fosfaat en kali uit kunstmest en dus geen stikstofbemesting heeft gehad.

Het verschil in stikstofopbrengst in de snede na aanwenden tussen onverdunde mest en verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water was gemiddeld over de beide locaties resp. 3,6 en 8,0 kg per ha (zie Tabel 7 en 9). Uit de ammoniakemissiemetingen bleek dat de emissiereducties van de verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water ten opzichte van onverdunde mest resp. 44 en 51% waren (Huijsmans et al., 2015-b). De gemiddelde emissie van de onverdunde mest was in dat onderzoek 30%. Het gemiddelde emissieniveau van de beide screeningsproeven zal waarschijnlijk wat afwijken van het gemiddelde emissieniveau van de emissieproeven omdat ze op verschillende locaties en tijdstippen zijn aangelegd. Wanneer de resultaten van de emissieproeven desondanks als uitgangspunt worden genomen dan kan op basis daarvan berekend worden dat er door de lagere emissies bij verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water gemiddeld over de beide locaties resp. 7,5 en 8,9 kg meer N beschikbaar was voor het gewas dan bij de onverdunde mest. Ten opzichte van onverdunde mest was de extra stikstofopname door het gewas bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water dus maar de helft van de extra beschikbare stikstof terwijl dit bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water bijna evenveel was. Dit komt mogelijk doordat in de groeiperiode van de snede na de mestaanwending naast stikstof ook vocht de beperkende factor is geweest voor de grasgroei. Door het extra water bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water was vocht wat minder beperkend en kon zodoende zorgen voor extra stikstofopname door het gewas.

In dit onderzoek is alleen een positief effect van verdunnen van mest op de opbrengst gevonden in de snede direct na aanwenden. In de tweede snede na aanwenden werd er geen effect meer gevonden op de opbrengst. In de praktijk worden niet alle sneden maar gemiddeld drie van de vijf (alleen maaien) tot zeven (maaien +weiden) sneden per jaar bemest met organische mest. Verder werd in dit onderzoek in tegenstelling tot de praktijk de bemesting met organische mest niet aangevuld met stikstof uit kunstmest waardoor het stikstofbemestingsniveau wat lager was dan normaal in de praktijk. De gewasgroei per kg toegediende stikstof zal daardoor wat hoger zijn dan in de praktijk. Daarnaast waren de weersomstandigheden tijdens en de periode kort na uitrijden droog, waardoor het effect van verdunnen met water wat groter zal zijn dan onder gemiddelde omstandigheden. Bovenstaande verschillen met de praktijk betekenen dat het relatieve effect op de opbrengst van het verdunnen van mest op jaarbasis in de praktijk kleiner zal zijn dan het relatieve effect wat in dit onderzoek gevonden is in de snede na aanwenden van de mest.

3.2 Economische waarde mest verdunnen

Verdunnen van mest leidde in dit onderzoek bij een gemiddelde mestdosering van 20 m³ per ha afhankelijk van de locatie tot een meeropbrengst van 100 tot 230 kg ds per ha bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water en van 265 tot 490 kg ds per ha bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water. Daar staan extra uitrijkosten tegenover. Op basis van de gemeten meeropbrengst in dit onderzoek is berekend wat de extra uitrijkosten van de verdunde mest ten opzichte van uitrijden van onverdunde mest mogen zijn tot het 'break even point' met de meeropbrengsten (punt waarbij extra

kosten gelijk zijn aan de meeropbrengsten). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 14. Hieruit blijkt dat bij een waarde van €0,17 per kg drogestof de waarde van de meeropbrengst € 17-39 per ha was bij een verdunning van 1 mest : 0,5 water en € 45-83 per ha bij een verdunning van 1 deel mest :1 deel water. Dit betekent dat de meerkosten tot het 'break even point' bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water maximaal € 0,85-1,95 per m³ onverdunde mest mogen zijn of € 1,70-3,90 per m³ toegevoegd water. Bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water mogen de meerkosten maximaal € 2,25-4,15 per m³ onverdunde mest en per m³ toegevoegd water zijn.

Bij het uitrijden van de mest via de sleepslangenmethode op afgelegen percelen wordt de mest ten behoeve van een goede verpompbaarheid vaak al verdund in een verhouding van 1 deel mest :0,3 deel water tot 1 deel mest : 0,5 deel water. Tegenover de meeropbrengsten door een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water staan in dergelijke situaties dus nauwelijks tot geen extra kosten. Stel dat bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water de kosten per m³ uitgereden onverdunde mest met ongeveer 25% stijgen (pers. mededeling Loonbedrijf De Vries, Stolwijk), dan betekent dit bij een uitrijttarief van €3,25 per m³ en bij een mestdosering van 20 m³ per ha dat de meerkosten ruim € 16,- per ha (20 m³ x € 3,25 x 25%) bedragen. Daarmee is het saldo van de meeropbrengsten (€ 45-83 per ha) minus de meerkosten duidelijk positief.

Bij het uitrijden van de mest met een tank zullen de meerkosten per m³ toegevoegd water overeenkomen met het uitrijttarief. Wanneer als uitgangspunt weer een uitrijttarief van €3,25 per m³ wordt genomen dan betekent dit dat bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water de meerkosten €32,50 per ha zullen zijn (10m³ water x € 3,25 per m³). Daarmee zijn de meerkosten iets hoger dan het gemiddelde van de meeropbrengsten (€ 17-39 per ha). Bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water de meerkosten zullen de meerkosten € 65 per ha zijn (20m³ water x € 3,25 per m³). Daarmee zijn de meerkosten ongeveer gelijk aan het gemiddelde van de meeropbrengsten (€ 45-83 per ha.)

Zoals in de vorige paragraaf bij het effect op de gewasopbrengst is opgemerkt dient ook hierbij opgemerkt te worden dat de berekende meerwaarde in de praktijk onder minder droge omstandigheden en bij een hoger stikstofbemestingsniveau waarschijnlijk kleiner zal zijn.

Tabel 14

Meeropbrengsten van verdunde mest in de snede na aanwenden.

	Verdunning	
	1 mest : 0,5 water	1 mest : 1 water
Dosering onverdunde mest (m ³ /ha)	20	20
Dosering water (m ³ /ha)	10	20
Meeropbrengst (kg ds/ha)	100-230	265-490
Waarde per kg ds (€)	0,17	0,17
Waarde meeropbrengst (€/ha)	17-39	45-83
Ruimte voor extra uitrijkosten (€) tot break even		
- Uitgedrukt per m ³ onverdunde mest	0,85-1,95	2,25-4,15
- Uitgedrukt per m ³ water	1,70-3,90	2,25-4,15

4 Conclusies en aanbevelingen

In dit onderzoek werd in twee veldproeven (locatie Nieuwkoop en Dairy Campus) het effect van het verdunnen van de mest, aangewend met de sleepvoetenmachine, op de grasopbrengst, N-benutting en N-recovery onderzocht. Daarnaast werd het effect van het "afdekken" van de strookjes mest met water, vloeibare zetmeel, raapolie en verdund citroenzuur onderzocht en in één veldproef werd de zogenaamde Triple spray methode onderzocht. De mest werd tijdens een relatief droge periode in juni aangewend (15 en 25 m³ per ha) en de effecten werden gemeten in de eerste twee sneden na aanwenden. Alleen in de eerste snede na aanwenden werden duidelijke effecten van de alternatieve methoden van mest toedienen op de gewasopbrengst en stikstofbenutting gevonden ten opzichte van het onverdund toedienen van mest met de sleepvoetenmachine. In de tweede snede na aanwenden waren er geen noemenswaardige effecten meer.

De effecten in de eerste snede na aanwenden kunnen als volgt worden samengevat:

- Verdunning van de mest in een verhouding van 1 deel mest : 0,5 deel water gaf een 100 tot 230 kg per ha (7- 12%) hogere drogestofopbrengst ten opzichte van onverdunde mest en in een verhouding van 1 deel mest : 1 deel water zelfs een 265 tot 490 kg per ha (20- 25%) hogere drogestofopbrengst.
- De stikstofrecovery nam toe van gemiddeld 9% bij onverdunde mest naar 13 en 18% bij een verdunning van resp. 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water.
- Alleen op Dairy Campus had ook het afdekken van de strookjes mest met water, zetmeel en verdund citroenzuur een positief effect op de opbrengst en stikstofbenutting. De grasopbrengst van deze behandelingen was circa 10% hoger dan van de behandelingen met mest zonder afdekking en de stikstofrecovery werd verhoogd van 14% naar ongeveer 20%.
- Op beide locaties had het afdekken van de strookjes mest met raapolie een negatief effect op grasopbrengst doordat de groei van het gras dat in aanraking kwam met raapolie sterk werd geremd.
- Ook de grasopbrengst van de velden bemest met de Triple spray machine bleef achter ten opzichte van de velden bemest met sleepvoetenmachine omdat waarschijnlijk de mest onvoldoende van het gras werd afgespoeld.
- De waarde van de hogere gewasopbrengst in de eerste snede na aanwenden van de drijfmest (gemiddeld van 15 en 25 m³ per ha) bedroeg bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water € 17-39 per ha en bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water € 45-83 per ha. Dit betekent dat bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water de meerkosten van het toevoegen van water tot het 'break even point' met de meeropbrengsten maximaal € 0,85-1,95 per m³ onverdunde mest mogen zijn of € 1,70-3,90 per m³ toegevoegd water. Bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water mogen de meerkosten € 2,25-4,15 per m³ onverdunde mest of per m³ toegevoegde water zijn.

In voorliggend onderzoek werden de positieve effecten op de gewasopbrengst en N-recovery van verdunnen van mest gerealiseerd onder relatief droge bodem- en weersomstandigheden. Bij toepassing van de sleepslangenmethode, waarbij de extra kosten van het water toevoegen beperkt zijn, kan dat in een duidelijk hoger saldo resulteren. Aanbevolen wordt daarom om onder droge omstandigheden de mest extra te verdunnen. Het alternatief is om te wachten tot de omstandigheden minder droog zijn. Bij uitrijden van de mest met een tank zijn de meerkosten van het verdunnen van de mest hoger dan bij toepassing van de sleepslangenmethode. Toepassing van deze methode bij verdunnen van mest zal daarom minder snel tot een positief saldo leiden dan toepassing van de sleepslangenmethode.

In voorliggend onderzoek is het effect van verdunnen mest onderzocht na een éénmalige aanwending in de zomerperiode zonder aanvulling met stikstof uit kunstmest. Voor de praktijk is het interessant om het jaarrond effecten te weten van het verdunnen van mest. Hiervoor zal onderzoek uitgevoerd moeten worden waarbij op jaarbasis de mest verdund wordt aangewend en waarbij tevens de drijfmestgiften worden aangevuld met stikstof uit kunstmest.

Het afdekken van de strookjes mest met een vloeibaar middel lijkt een perspectiefvolle methode om tot een betere stikstofbenutting van de mest te komen. Voor toepassing in de praktijk moet deze methode echter nog verder ontwikkeld worden.

Referenties

Boxem, T.J. en J. Zonderland. 1990. Meer gras bij bewerkelijke verdunning van drijfmest. Boerderij, editie veehouderij, deel 75 nummer 5, p 24-25.

Commissie bemesting grasland en voedergewassen. 2014. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. www.bemestingsadvies.nl, Wageningen UR Livestock Research.

Genstat Seventeenth edition. 2014. www.vsni.co.uk, VSN International Ltd.

Huijsmans, J.F.M., J.J. Schröder, G.D. Vermeulen, R.G.M. de Goede, D. Kleijn en W.A. Teunissen. 2008. Emissiearme mesttoediening, Ammoniakemissie, mestbenutting en nevenaspecten. Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, rapport 195, pp 66.

Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en H.A. van Schooten 2015-a. Toediening van aangezuurde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, rapport 629, pp 45.

Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en H.A. van Schooten 2015-b. Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Wageningen, Plant Research International, Wageningen UR, PRI-rapport 633. 33 pp.

Schils, R.L.M. 1992. Stikstofwerking van verdunde drijfmest op grasland. Praktijkonderzoek (1992) 1. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.

Bijlage 1 Schematisch overzicht proefvelden

Locatie Nieuwkoop

12m			16m	12m		
39	B	15		1	D	15
40	H	25		2	F	25
41	J	25		3	G	25
42	I	15		4	C	15
43	G	15		5	E	15
44	C	25		6	B	25
45	E	25		7	H	15
46	D	15		8	D	25
47	F	15		9	I	15
48	A			10	J	15
49	I	25		11	E	25
50	B	25		12	B	15
51	H	15		13	F	15
52	G	25		14	J	25
53	J	15		15	H	25
54	E	15		16	A	
55	C	15		17	G	15
56	F	25		18	I	25
57	D	25		19	C	25
58	D	15		20	B	25
59	F	15		21	H	25
60	G	25		22	A	
61	C	25		23	I	15
62	E	15		24	C	15
63	D	25		25	G	15
64	I	25		26	E	25
65	J	15		27	B	15
66	G	15		28	H	15
67	H	15		29	D	15
68	J	25		30	I	25
69	F	25		31	C	25
70	B	15		32	F	25
71	I	15		33	G	25
72	B	25		34	D	25
73	H	25		35	E	15
74	A			36	J	15
75	E	25		37	F	15
76	C	15		38	J	25



- A Geen mest
- B Sleepvoet onverdund
- C Sleepvoet verdund 1 mest : 0.5 water
- D Sleepvoet verdund 1 mest : 1 water
- E Sleepvoet sealen water
- F Sleepvoet sealen raapolie
- G Sleepvoet sealen zetmeel
- H Sleepvoet sealen citroenzuur
- I Zodebemester
- J Sleepvoet nasproei citroenzuur

- 15 15 m3/ha runderdrijfmest
- 25 25 m3/ha runderdrijfmest



Locatie Dairy Campus

12m		
39	B	15
40	H	25
41	J	25
42	I	15
43	G	15
44	C	25
45	E	25
46	D	15
47	F	15
48	A	
49	I	25
50	B	25
51	H	15
52	G	25
53	J	15
54	E	15
55	C	15
56	F	25
57	D	25
58	D	15
59	F	15
60	G	25
61	C	25
62	E	15
63	D	25
64	I	25
65	J	15
66	G	15
67	H	15
68	J	25
69	F	25
70	B	15
71	I	15
72	B	25
73	H	25
74	A	
75	E	25
76	C	15

16m

12m		
1	D	15
2	F	25
3	G	25
4	C	15
5	E	15
6	B	25
7	H	15
8	D	25
9	I	15
10	J	15
11	E	25
12	B	15
13	F	15
14	J	25
15	H	25
16	A	
17	G	15
18	I	25
19	C	25
20	B	25
21	H	25
22	A	
23	I	15
24	C	15
25	G	15
26	E	25
27	B	15
28	H	15
29	D	15
30	I	25
31	C	25
32	F	25
33	G	25
34	D	25
35	E	15
36	J	15
37	F	15
38	J	25

6m



- A Geen mest
- B Sleepvoet onverdund
- C Sleepvoet verdund 1 mest : 0.5 water
- D Sleepvoet verdund 1 mest : 1 water
- E Sleepvoet afdekken water
- F Sleepvoet afdekken raapolie
- G Sleepvoet afdekken zetmeel
- H Sleepvoet afdekken citroenzuur
- I Zodenbemester
- J Triple spray

- 15 15 m3/ha runderdrijfmest
- 25 25 m3/ha runderdrijfmest



Bijlage 2 Grasopbrengsten en samenstelling per behandeling

Locatie Nieuwkoop, eerste snede na mest aanwenden

Behandelingen		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestof gehalte (%)	Drogestof opbrengst (kg/ha)	Ruw eiwit gehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	Stikstof benutting (kg ds/kg N)	Stikstof recovery (%)	VEM per kg ds	DVE (g/kg ds)	OEB (g/kg ds)
Aanwendingsmethode	Mestdosering (m ³ /ha)										
Geen mest	0	6150	20.8	1253	144	29.2	*	*	806	69	2
Sleepvoet onverdund	15	5585	20.9	1167	142	26.4	-1.8	-5.7	773	66	1
Sleepvoet verdund 1:0,5	15	6564	20.6	1344	143	30.9	1.9	3.5	799	68	0
Sleepvoet verdund 1:1	15	7315	20.3	1474	141	33.4	4.5	8.5	814	69	-3
Sleepvoet afdekken water	15	6461	20.5	1324	150	31.7	1.5	5.2	816	72	5
Sleepvoet afdekken raapolie	15	5232	22.6	1165	151	28.1	-1.8	-2.2	809	69	10
Sleepvoet afdekken zetmeel	15	6023	20.9	1256	146	29.4	0.1	0.4	807	70	4
Sleepvoet afdekken citroenz	15	5375	21.5	1158	141	26.5	-1.9	-5.6	811	69	-2
Zodenbemester onverdund	15	7664	19.5	1491	153	36.7	4.9	15.4	816	72	7
Nasproeien citroenzuur	15	6432	20.6	1316	141	29.6	1.3	0.8	807	69	-1
Sleepvoet onverdund	25	7701	19.7	1517	154	37.5	3.2	10.2	825	74	7
Sleepvoet verdund 1:0,5	25	8118	19.5	1569	148	37.3	3.9	9.9	818	72	4
Sleepvoet verdund 1:1	25	9517	18.7	1775	153	43.5	6.4	17.5	817	73	8
Sleepvoet afdekken water	25	6938	19.6	1351	153	32.9	1.2	4.5	812	73	6
Sleepvoet afdekken raapolie	25	5236	21.6	1125	137	24.9	-1.6	-5.3	789	64	-2
Sleepvoet afdekken zetmeel	25	7767	19.5	1505	144	34.8	3.1	6.9	804	69	0
Sleepvoet afdekken citroenz	25	7733	19.3	1485	147	34.9	2.8	7.0	811	70	4
Zodenbemester onverdund	25	8492	18.7	1587	156	39.5	4.1	12.7	814	72	11
Nasproeien citroenzuur	25	7936	20.2	1591	146	37.5	4.2	10.1	812	71	3

Locatie Nieuwkoop, tweede snede na mest aanwenden

Behandelingen		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestof gehalte (%)	Drogestof opbrengst (kg/ha)	Ruw eiwit gehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	Stikstof benutting (kg ds/kg N)	Stikstof recovery (%)	VEM per kg ds	DVE (g/kg ds)	OEB (g/kg ds)
Aanwendungsmethode	Mestdosering (m ³ /ha)										
Geen mest	0	7369	18.3	1329	176	37.5	*	*	894	85	17
Sleepvoet onverdund	15	7004	17.9	1241	179	35.5	-1.8	-4.1	894	86	21
Sleepvoet verdund 1:0,5	15	7719	18.0	1375	176	38.7	0.9	2.5	883	84	18
Sleepvoet verdund 1:1	15	7700	18.0	1380	167	36.7	1.0	-1.6	885	83	13
Sleepvoet afdekken water	15	7246	18.1	1293	181	37.7	-0.7	0.3	888	86	22
Sleepvoet afdekken raapolie	15	7184	18.4	1317	177	37.5	-0.2	-0.1	895	85	17
Sleepvoet afdekken zetmeel	15	6906	18.6	1277	180	36.8	-1.1	-1.5	896	86	20
Sleepvoet afdekken citroenz	15	6304	18.2	1137	179	32.6	-3.9	-9.9	896	86	20
Zodenbemester onverdund	15	8658	17.8	1536	173	42.5	4.2	10.2	893	84	15
Nasproeien citroenzuur	15	6888	18.6	1260	180	36.9	-1.4	-1.2	896	87	23
Sleepvoet onverdund	25	8559	17.7	1508	183	44.0	2.2	8.0	894	87	24
Sleepvoet verdund 1:0,5	25	6867	18.5	1266	168	34.0	-0.8	-4.4	889	83	11
Sleepvoet verdund 1:1	25	8395	18.2	1526	178	43.5	2.4	7.4	891	85	18
Sleepvoet afdekken water	25	8827	17.4	1510	182	43.7	2.2	7.6	900	88	24
Sleepvoet afdekken raapolie	25	6315	18.0	1139	182	32.8	-2.3	-5.8	897	86	20
Sleepvoet afdekken zetmeel	25	8562	19.0	1635	168	43.1	3.8	6.8	840	76	17
Sleepvoet afdekken citroenz	25	8677	18.0	1560	171	42.6	2.8	6.3	890	84	12
Zodenbemester onverdund	25	7559	18.3	1375	175	38.6	0.6	1.4	887	83	15
Nasproeien citroenzuur	25	9357	18.9	1759	173	48.7	5.3	13.7	837	78	19

Locatie Dairy Campus, eerste snede na mest aanwenden

Behandelingen		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestof gehalte (%)	Drogestof opbrengst (kg/ha)	Ruw eiwit gehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	Stikstof benutting (kg ds/kg N)	Stikstof recovery (%)	VEM per kg ds (g/kg ds)	DVE (g/kg ds)	OEB (g/kg ds)
Aanwendingsmethode	Mestdosering (m ³ /ha)										
Geen mest	0	4397	27.4	1180	121	22.9	*	*	812	62	-17
Sleepvoet onverdund	15	7057	26.1	1841	115	33.9	7.6	12.7	818	60	-21
Sleepvoet verdund 1:0,5	15	8019	24.3	1936	121	37.7	8.7	17.1	825	63	-18
Sleepvoet verdund 1:1	15	9259	23.7	2178	114	39.8	11.5	19.5	826	62	-23
Sleepvoet afdekken water	15	8412	24.7	2063	122	40.6	10.1	20.4	836	64	-18
Sleepvoet afdekken raapolie	15	6689	25.6	1708	128	34.8	6.1	13.7	834	65	-12
Sleepvoet afdekken zetmeel	15	7601	25.0	1894	121	36.9	8.2	16.1	824	63	-17
Sleepvoet afdekken citroenz	15	7332	25.4	1859	116	34.5	7.8	13.4	830	62	-21
Sleufkouter onverdund	15	6744	25.8	1729	120	33.4	6.3	12.1	837	65	-20
Triple spray onverdund	15	6280	26.5	1655	127	33.7	5.4	12.4	829	65	-13
Sleepvoet onverdund	25	8466	24.5	2056	123	40.9	6.8	14.1	829	64	-16
Sleepvoet verdund 1:0,5	25	10607	23.0	2426	125	48.3	9.7	19.9	844	67	-17
Sleepvoet verdund 1:1	25	12378	21.9	2702	127	55.2	11.9	25.3	838	67	-15
Sleepvoet afdekken water	25	9063	23.6	2135	132	44.9	7.5	17.2	841	68	-11
Sleepvoet afdekken raapolie	25	7134	25.7	1830	136	39.8	5.1	13.3	838	68	-6
Sleepvoet afdekken zetmeel	25	10911	22.2	2407	136	52.4	9.6	23.1	838	69	-8
Sleepvoet afdekken citroenz	25	11004	23.0	2516	134	54.2	10.4	24.5	837	69	-10
Sleufkouter onverdund	25	9188	23.7	2157	135	46.9	7.6	18.8	829	68	-9
Triple spray onverdund	25	6832	26.1	1782	128	36.6	4.7	10.7	821	64	-11

Locatie Dairy Campus, tweede snede na mest aanwenden

Behandelingen		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestof gehalte (%)	Drogestof opbrengst (kg/ha)	Ruw eiwit gehalte (g/kg ds)	Stikstof opbrengst (kg/ha)	Stikstof benutting (kg ds/kg N)	Stikstof recovery (%)	VEM per kg ds (g/kg ds)	DVE (g/kg ds)	OEB (g/kg ds)
Aanwendingsmethode	Mestdosering (m ³ /ha)										
Geen mest	0	4212	22.0	938	129	19.4	*	*	819	65	-14
Sleepvoet onverdund	15	5322	23.6	1259	112	22.5	3.7	3.6	711	47	-15
Sleepvoet verdund 1:0,5	15	5362	22.1	1185	118	22.6	2.8	3.7	824	61	-22
Sleepvoet verdund 1:1	15	5613	22.2	1258	126	25.2	3.7	6.7	809	64	-12
Sleepvoet afdekken water	15	6004	22.5	1361	116	25.2	4.9	6.7	819	61	-20
Sleepvoet afdekken raapolie	15	5889	21.7	1181	125	23.6	3.9	7.4	845	68	-15
Sleepvoet afdekken zetmeel	15	5777	22.6	1322	122	25.4	4.4	7.0	816	62	-20
Sleepvoet afdekken citroenz	15	5806	22.2	1297	118	24.6	4.1	6.1	822	62	-23
Sleufkouter onverdund	15	5248	22.6	1204	122	23.6	3.1	4.8	797	60	-17
Triple spray onverdund	15	5148	22.8	1198	125	24.1	3.0	5.5	827	66	-15
Sleepvoet onverdund	25	5503	23.1	1278	114	23.7	2.7	3.4	771	55	-20
Sleepvoet verdund 1:0,5	25	6729	22.3	1389	118	25.8	4.5	7.0	810	62	-17
Sleepvoet verdund 1:1	25	6480	24.2	1562	108	27.5	4.9	6.3	704	45	-14
Sleepvoet afdekken water	25	6005	22.0	1330	121	26.0	3.1	5.2	801	61	-18
Sleepvoet afdekken raapolie	25	5973	23.9	1447	109	25.0	4.0	4.4	723	48	-15
Sleepvoet afdekken zetmeel	25	7045	22.3	1586	114	29.4	5.1	7.8	823	62	-22
Sleepvoet afdekken citroenz	25	6197	23.5	1471	118	27.9	4.2	6.7	748	53	-15
Sleufkouter onverdund	25	6546	22.8	1503	119	28.7	4.4	7.3	824	63	-19
Triple spray onverdund	25	5407	23.9	1295	112	23.1	2.8	2.9	805	59	-21

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Report 912



Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
