



Benutting verdunde mest aangewend met sleepvoetenmachine op grasland

Resultaten éénjarige veldproeven op klei- en veengrond 2016

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

RAPPORT 1084



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Benutting verdunde mest aangewend met sloopvoetenmachine op grasland

Resultaten éénjarige veldproeven op klei- en veengrond 2016

H.A. van Schooten¹⁾, J.F.M. Huijsmans²⁾, K.M. van Houwelingen³⁾

1 Wageningen Livestock Research

2 Wageningen Plant Research

3 KTC Zegveld

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research in opdracht van LTO Noord in het kader van Proeftuin Natura 2000, een samenwerkingsverband tussen LTO Noord, Projecten LTO Noord en Wageningen Universiteit.

Wageningen Livestock Research

Wageningen, december 2017

Rapport 1084

Van Schooten, H.A., J.F.M. Huijsmans, K.M. Houwelingen, 2017. *Benutting verdunde mest aangewend met sleepvoetenmachine op grasland: Eénjarige veldproeven op klei- en veengrond*. Wageningen Livestock Research, Rapport 1084.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/440968> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2017 Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl,
www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen 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 onderzoeksoopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1084

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	Summary	9
1	Inleiding	11
2	Materiaal en methoden	12
	2.1 Proefopzet	12
	2.2 Locaties Wageningen en Zegveld	12
	2.3 Proefuitvoering	13
	2.3.1 Drijfmest aanwenden	13
	2.3.2 Aanvulling met kunstmest-N	14
	2.4 Waarnemingen	14
	2.5 Weersomstandigheden	14
	2.5.1 Op de dag van aanwenden	14
	2.5.2 Tijdens het groeiseizoen	15
3	Resultaten	17
	3.1 Mestsamenstelling en mestgift	17
	3.1.1 Locatie Wageningen	17
	3.1.2 Locatie Zegveld	18
	3.2 Gewasopbrengst en samenstelling	19
	3.2.1 Locatie Wageningen	19
	3.2.2 Locatie Zegveld	23
4	Discussie	29
5	Conclusies	31
	Referenties	32
	Bijlage 1 Schematisch overzicht proefvelden	33
	Bijlage 2 Opbrengst en samenstelling per veldje	35

Woord vooraf

Binnen de huidige regelgeving wordt aangegeven hoe mest emissiearm toegediend dient te worden op grasland. Om aan verdere reductiedoelstellingen t.a.v. ammoniakemissie te kunnen voldoen staat nationaal het gebruik van de sleepvoetenmachine als methode van mest toedienen in de toekomst onder druk tenzij een maatregel wordt gevonden die de emissie reduceert. Het aanwenden van met water verdunde mest lijkt een perspectievolle methode. Naast emissiemetingen in 2013, 2014, 2016 en 2017 werd in 2014 oriënterend onderzoek uitgevoerd naar het effect op de gewasopbrengst en stikstofbenutting. In het voorliggend rapport wordt vervolgonderzoek naar het effect op de gewasopbrengst en stikstofbenutting besproken dat in 2016 werd uitgevoerd. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van Proeftuin Natura 2000 en gefinancierd door Zuivel.nl, Melkveefonds en de LTO Noord Fondsen.

Samenvatting

Om de sleepvoetenmachine voor de landbouwsector te behouden dient deze methode van mest toedienen te worden verbeterd waarbij de ammoniakemissie wordt gereduceerd tot het niveau van de zodenbemester. In 2013 en 2014 zijn eerste emissiemetingen uitgevoerd met het toedienen van met water verdunde drijfmest met relatief grote verdunningen. Daarnaast werd in 2014 een oriënterende mestbenuttingsonderzoek uitgevoerd. In 2016 en 2017 werden aanvullende emissiemetingen uitgevoerd met kleinere verdunningen. Daarnaast werd in 2016 aanvullend onderzoek uitgevoerd waarin het effect van verdunnen van drijfmest op de gewasopbrengst en benutting werd onderzocht. De resultaten van laatst genoemde onderzoek worden in voorliggende rapportage beschreven. Op twee locaties (één op veengrond en één op kleigrond) werd een veldproef aangelegd. Op beide locaties werd de mest aangewend met een sleepvoetenmachine en werden drie verschillende stappen van verdunnen (1 deel mest : 0,25 deel water, 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water) en onverdunde drijfmest met elkaar vergeleken. De behandelingen met drijfmest werden gecombineerd met en zonder aanvulling met kunstmest-N. Op jaarbasis werd er ca. 60 m³ drijfmest (onverdund) aangewend (1^e snede 25, 2^e snede 20 en 4^e snede 15 m³ per ha). Totaal werden er vijf sneden geoogst. De sneden 3 en 5 werden alleen bemest met kunstmest. De resultaten van het onderzoek op de beide locaties kunnen als volgt worden samengevat:

Locatie Wageningen (kleigrond)

- Binnen de behandelingen zonder aanvulling met kunstmest-N gaf alleen de grootste verdunning van drijfmest (1 deel mest : 1 deel water) op jaarbasis een hogere ds-opbrengst, N-benutting en N-recovery ten opzichte van onverdunde mest. De ds-opbrengst was bijna 10% hoger, de N-benutting was ruim 3,5 kg ds per kg N hoger en de N-recovery was ruim 11% (abs.) hoger. De beide andere verdunningen (1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 0,25 deel water) lieten geen significante effecten zien ten opzichte van onverdunde mest.
- Binnen de behandelingen met aanvulling met kunstmest-N waren er geen significante effecten van het verdunnen van mest op de opbrengst en stikstofbenutting ten opzichte van onverdunde mest.

Locatie Zegveld (veengrond):

- Zowel binnen de behandeling zonder aanvulling met kunstmest-N als binnen de behandelingen met aanvulling met kunstmest-N waren er geen significante effecten van het verdunnen van mest op de opbrengst en stikstofbenutting ten opzichte van onverdunde mest.

In het voorliggend onderzoek werd een duidelijke relatie gevonden tussen de berekende hoeveelheid extra beschikbare stikstof door aanwenden van mest met verschillende verdunningen en de gemeten extra stikstofopname door het gewas. Dit effect van het verdunnen van de mest resulteerde echter niet in significante effecten op de gewasopbrengst. Wat betreft N-benutting en N-recovery varieerde het effect van alleen een significant effect bij de grootste verdunning (1 deel mest : 1 deel water) op kleigrond tot geen significante effecten op veengrond. In het onderzoek van Van Schooten et al.(2015) werden duidelijker effecten op de gewasopbrengst gevonden van het verdunnen van drijfmest dan in voorliggend onderzoek. Een belangrijk verschil tussen beide onderzoeken waren de weers- en bodemomstandigheden. In voorliggend onderzoek waren die gemiddeld vochtiger dan in het onderzoek van Van Schooten et al.(2015). Op basis van beide onderzoeken kan geconcludeerd worden dat het uit oogpunt van gewasopbrengst alleen interessant is om mest verdund aan te wenden onder droge weers- en bodemomstandigheden. Echter om deze conclusie beter te kunnen onderbouwen wordt aanbevolen om de resultaten aan te vullen met nog minimaal één jaar onderzoek.

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. For narrow band application by trailing feet an additional reduction of the ammonia emission is required. In 2013-2014, first emission experiments were carried out with diluted manure with relatively high dilution rates (Huijsmans et al., 2015). In addition experiments were carried out in 2014 to investigate the effect on crop yield, N-utilization and N-recovery (Van Schooten et al., 2015). In 2016 and 2017 new emission experiments were carried out with a relatively low dilution rate (Huijsmans et al., 2017). Additionally, in two field trials (one on clay and one on peat soil) on grassland the effect of diluted manure applied by narrow band application with trailing feet was investigated on crop yield, N-utilization and N-recovery. The results of latter study are described in the present report.

The experiments were carried out with non-diluted manure (reference) and dilution rates of 1 part manure : 0.25 part water (1:0.25) and 1 part manure : 0.5 part water (1:0.5) and 1 part manure : 1 part water (1 : 1). The manure treatments were combined with and without the addition of artificial fertilizer-N. On annual basis 60 tons of (undiluted) manure was applied (1st cut 25, 2nd cut 20 and 3rd cut 15 tons per ha). A total of five cuts were harvested. The 3rd and 5th cut were fertilized with only artificial fertilizer-N. The results can be summarized as follows:

Clay soil

- Within the manure treatments without the addition of artificial fertilizer-N only the highest dilution rate (1 : 1) resulted in a higher dry matter yield and N-recovery compared to non-diluted manure. On annual basis the dry matter yield was 10% higher and the N-recovery was 11% (abs.) higher.
- No significant effects on dry matter yield and N-recovery were found within the treatments where besides manure, artificial fertilizer-N was applied.

Peat soil

- No significant effects on dry matter yield and N-recovery were found of diluted manure compared to non-diluted manure.

The present research showed a clear relation between the calculated extra amount of nitrogen by applying manure with different dilution rates (based on ammonia emission reduction) and measured extra nitrogen uptake of the grass. However, this effect of diluting manure did not result in significant effects on crop yield. The effect on N-recovery varied from only a significant effect of the highest dilution rate (1 part manure : 1 part water) on clay soil to no significant effects on peat soil. In the research of Van Schooten et al.(2015) clearer effects were found of diluting manure. There were important differences in soil and weather conditions during this research period and the current research period. During the current research period the weather and soil conditions were more humid than during the research period of Van Schooten et al.(2015). Based on these two researches it can be discussed that it is only profitable to apply diluted manure on grassland under dry weather and soil conditions. However more research is needed to support this.

1 Inleiding

Nationaal staat het gebruik van de sleepvoetenmachine als methode van mest toedienen in de toekomst onder druk. Alleen indien de huidige methode kan worden verbeterd, waarbij de ammoniakemissie wordt gereduceerd tot het niveau van de zodenbemester, kan deze techniek behouden blijven voor de landbouwsector. In 2013 en 2014 zijn eerste emissiemetingen uitgevoerd bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. De verdunningen waren in die jaren resp. 1 deel mest : 1 deel water en 1 deel mest : 0,5 deel water. De resultaten van deze metingen waren positief met een gemiddelde reductie van de emissie van resp. ca. 50 en 40% (Huijsmans et al., 2015). Daarnaast werd in 2014 een oriënterende mestbenuttingsonderzoek op grasland uitgevoerd waarbij na de 2^e snede eenmalig mest werd aangewend met twee verschillende verdunningen. Verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water leidde tot verhoogde opbrengsten ten opzichte van onverdunde mest van resp. 7-12% en 20-25% (Van Schooten et al., 2015). Het effect in dit onderzoek werd onderzocht bij een éénmalige toediening na de tweede snede onder relatief droge omstandigheden en zonder aanvulling van kunstmeststikstof.

In het emissieonderzoek van 2013 en 2014 werden relatief grote verdunningen toegepast. De positieve resultaten leidden tot de vraag of een kleinere verdunning ook nog voldoende emissiereductie zou opleveren. In 2016 en 2017 zijn daarom aanvullende emissiemetingen uitgevoerd met kleinere verdunningen van 1 deel mest : 0,25 deel water en 1 deel mest : 0,33 deel water. De resultaten daarvan zijn beschreven in Huijsmans en Hol (2017).

Hoewel de resultaten van de oriënterende mestbenuttingsproef in 2014 (Van Schooten et al., 2015), waarbij aan één snede is gemeten, zeer bemoedigend zijn, zijn ze onvoldoende om tot een onderbouwde conclusie voor de praktijk te komen. Daarvoor is het nodig om aanvullende proeven uit te voeren waarbij het gehele seizoen volgens praktijk wordt bemest (drijfmest aangevuld met kunstmest-N) en jaarrond de gewasopbrengst en stikstofbenutting wordt gemeten. De doelstelling van in voorliggende rapportage beschreven onderzoek was dan ook het vaststellen van jaarrond gewasopbrengst en stikstofbenutting door het gras bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine bij verschillende verdunningen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

Op twee locaties (één op kleigrond en één op veengrond) werd een veldproef aangelegd waarin het effect van verdunnen op de gewasopbrengst en benutting werd onderzocht. Op beide locaties werd de mest aangewend met de sleepvoetenmethode en werden drie verschillende stappen van verdunnen en onverdunde drijfmest met elkaar vergeleken. De behandelingen met drijfmest werden gecombineerd met en zonder aanvulling met kunstmest-N. Daarnaast werd er een behandeling aangelegd zonder bemesting om de N-benutting en N-recovery te kunnen berekenen. Samengevat bestonden de beide veldproeven uit onderstaande behandelingen:

1. Geen mest.
2. Sleepvoet met onverdunde drijfmest (referentie) zonder kunstmest-N aanvulling.
3. Sleepvoet met onverdunde drijfmest (referentie) met kunstmest-N aanvulling.
4. Sleepvoet met verdunde drijfmest (1 mest : 0,25 deel water) zonder kunstmest-N aanvulling.
5. Sleepvoet met verdunde drijfmest (1 mest : 0,25 deel water) met kunstmest-N aanvulling.
6. Sleepvoet met verdunde drijfmest (1 deel mest : 0,5 deel water) zonder kunstmest-N aanvulling.
7. Sleepvoet met verdunde drijfmest (1 deel mest : 0,5 deel water) met kunstmest-N aanvulling.
8. Sleepvoet met verdunde drijfmest (1 deel mest : 1 deel water) zonder kunstmest-N aanvulling.
9. Sleepvoet met verdunde drijfmest (1 deel mest : 1 deel water) met kunstmest-N aanvulling.

De proeven werden aangelegd als een volledig gewarde blokkenproef met 4 herhalingen. Dit resulteerde in $4 \times 9 = 36$ veldjes per locatie. De veldjes hadden een bruto afmeting van 12 x 6 m. In Bijlage 1 zijn de proefvelden van de beide locaties schematisch weergegeven.

Er werden drie snedes bemest met drijfmest. De beoogde drijfmestgiften waren respectievelijk 25, 20 en 15 m³ per ha. Alleen de behandeling "Geen mest" wordt aangevuld met P₂O₅ en K₂O uit kunstmest, waarbij de hoeveelheid overeenkwam met de gift uit drijfmest.

2.2 Locaties Wageningen en Zegveld

Het onderzoek bestond uit twee veldproeven op grasland. De veldproef op kleigrond werd uitgevoerd in de omgeving van proefbedrijf Unifarm van Wageningen UR op een perceel grasland van melkveebedrijf Schimmel te Wageningen (51°57'56"N, 5°37'16"O) en de veldproef op veengrond werd uitgevoerd op een perceel grasland van KTC Zegveld te Zegveld (52°13'72"N, 4°84'07"O) (zie Bijlage 1). De grondsoort op locatie Wageningen wordt getypeerd als kleigrond en locatie Zegveld als veengrond. Voorafgaand aan de proeven is op beide locaties een grondmonster genomen. De analysesresultaten zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Bodemanalyses locaties Wageningen en Zegveld (laag 0-10 cm).

	Locatie	
	Wageningen	Zegveld
Organische stof (%)	11,2	43,3
pH	5,4	5,2
Lutum (%)	44	24
NLV (kg N/ha)	239	250
P-AL (mg P ₂ O ₅ /100 g)	13	34
P-PAE (mg P/kg)	0,6	1,6
K-PAE (mg K/kg)	86	239
Mg-PAE (mg MG/kg)	456	665
SLV (kg S/ha)	22	45

2.3 Proefuitvoering

Op beide locaties werden vijf sneden bemest en geoogst. De sneden 1, 2 en 4 werden bemest met drijfmest en kunstmest. De sneden 3 en 5 werden alleen met kunstmest bemest. In Tabel 2 zijn de bemestings- en oogstdata op de beide locaties per snede weergegeven.

Tabel 2 Data mest aanwenden en oogsten per snede op de locaties Wageningen en Zegveld.

Locatie	Snede	Drijfmest aanwenden	Kunstmest	Oogst
Wageningen	1	11 april	11 april	12 mei
	2	20 mei	20 mei	9 juni
	3	-	21 juni	15 juli
	4	22 juli	22 juli	16 augustus
	5	-	22 augustus	14 oktober
Zegveld	1	6 april	7 april	9 mei
	2	18 mei	19 mei	7 juni
	3	-	20 juni	12 juli
	4	26 juli	27 juli	31 augustus
	5	-	6 september	13 oktober

2.3.1 Drijfmest aanwenden

Op locatie Wageningen werd de drijfmest aangewend met een proefveldmachine. Deze bestond uit een getrokken tank met een 3 m brede sleufkouterbemester (zie onderstaande Foto 1). Deze bemester is uitgerust met schijfkouters en beitels voor het maken van een sleufje in de grond. Bij het aanwenden van de mest voor de proef werd de bemester zodanig afgesteld dat er geen sleufjes in de grond werden gemaakt, zodat de mest werd aangewend volgens de sleepvoetenmethode. De mestcombinatie was uitgerust met een automatische doseerinrichting. Deze doseerinrichting bestaat uit een doorstroommeter waarmee de mestgift constant wordt gemeten en daaraan gekoppeld een elektronisch bediende kogelkraan waarmee de dosering continu wordt bijgesteld. De verdunningen werden gerealiseerd met behulp van een mechanische meter op de tank die de vulling weergaf.

Op locatie Zegveld werd de mest aangewend met een praktijkbemester. Deze bestond uit een getrokken tank met een 5,2 m brede sleepvoetenbemester (zie onderstaande foto 2). Per verdunning werd voorafgaand aan het aanwenden van de mest de combinatie (trekker plus bemester) gewogen op een weegbrug. Na het aanwenden werd de combinatie nogmaals gewogen. Tevens werd de bemeste oppervlakte gemeten. Uit het gewichtsverschil en de afmetingen van de bemeste oppervlakte werd de mestdosering berekend. De verdunningen werden gerealiseerd door eerst een hoeveelheid mest in de tank te zuigen en deze te wegen m.b.v. een weegbrug. Vervolgens werd de juiste hoeveelheid water toegevoegd door de tank continu te wegen tijdens het opzuigen van het water.



Foto 1 Proefveldmachine waarmee de drijfmest werd aangewend op locatie Wageningen



Foto 2 Praktijkmachine waarmee de drijfmest werd aangewend op locatie Zegveld

2.3.2 Aanvulling met kunstmest-N

De helft van drijfmestbehandelingen werden aangevuld met kunstmest-N in de vorm van KAS op basis van het landbouwkundig bemestingsadvies (www.bemestingsadvies.nl). Voor kleigrond (locatie Wageningen) werd een stikstofgebruiksnorm (werkzame stikstof) op jaarbasis aangehouden van 350 kg per ha en voor veengrond (locatie Zegveld) van 300 kg per ha. Zowel op locatie Wageningen als op locatie Zegveld werd de kunstmest met de hand gestrooid. In Tabel 5 zijn de aanvullingen met kunstmest-N per snede op beide locaties weergegeven.

Tabel 5 Aanvullingen met kunstmest-N per snede ($kg\ ha^{-1}$)

Snedes	Locatie	
	Wageningen	Zegveld
1	95	75
2	60	45
3	55	45
4	15	15
5	20	15
Totaal	245	195

2.4 Waarnemingen

De methoden van vaststellen van de mestdoseringen op beide locaties zijn beschreven in paragraaf 2.3.1. Per verdunningstrap werd tijdens het aanwenden van de mest een mestmonster genomen door vier keer een hoeveelheid mest vanuit een mestkouter in een emmer te laten lopen. Vervolgens werd hieruit een submonster genomen. Deze monsters werden gekoeld bewaard en verzonden naar Eurofins Agro voor analyse op het gehalte aan drogestof (ds), stikstof-totaal (N-totaal), ammoniumstikstof (NH_4-N), fosfaat (P_2O_5), kali (K_2O).

De grasopbrengst werd bepaald door per veldje een strook met een oppervlakte van $10 \times 1,5\ m^2$ uit te maaien en te wegen met een proefveldmaaier (Haldrup). Tijdens de oogst werd per veldje een monster genomen voor de bepaling van het gehalte aan drogestof en ruw eiwit (RE). Het gehalte aan totale stikstof (N-totaal) werd berekend met de formule: $N\text{-totaal (g/kg ds)} = RE\text{-gehalte (g/kg ds)} : 6,25$.

2.5 Weersomstandigheden

2.5.1 Op de dag van aanwenden

In Tabel 3 zijn de tijdstippen van drijfmest aanwenden en de weersomstandigheden op de dag van aanwenden weergegeven en in Tabel 4 is een indicatie van de vochtigheid van de bodem tijdens het aanwenden van de mest weergegeven. De weersomstandigheden op de dag van uitrijden varieerden op beide locaties van droog en half bewolkt tot enkele millimeters neerslag en half tot zwaar bewolkt. De bodemomstandigheden varieerden op beide locaties van vochtig tot erg vochtig, waarbij de bodem nog net voldoende berijdbaar was.

Tabel 3 Tijdstip van drijfmest aanwenden en weersomstandigheden op de dag van aanwenden.

Locatie	Snede	Datum	Tijdstip	Bewolking	Neerslag (mm)	Max. temp. (°C)	Windsnelheid (Bft)
Wageningen	1	11 april		Half bewolkt	0	17	4
	2	20 mei	10.30-13.00	Bewolkt	0	16	3-4
	4	22 juli	11.00-13.00	Half bewolkt	8 ¹⁾	25	2
Zegveld	1	6 april	10.30-14.00	Half tot zwaar bewolkt	4,4	11	4
	2	18 mei	11.30-13.30	Vrijwel bewolkt	3	18	3-4
	4	26 juli	11.00-13.00	Half bewolkt	0	23	2-3

1) 's Morgens voor aanwenden.

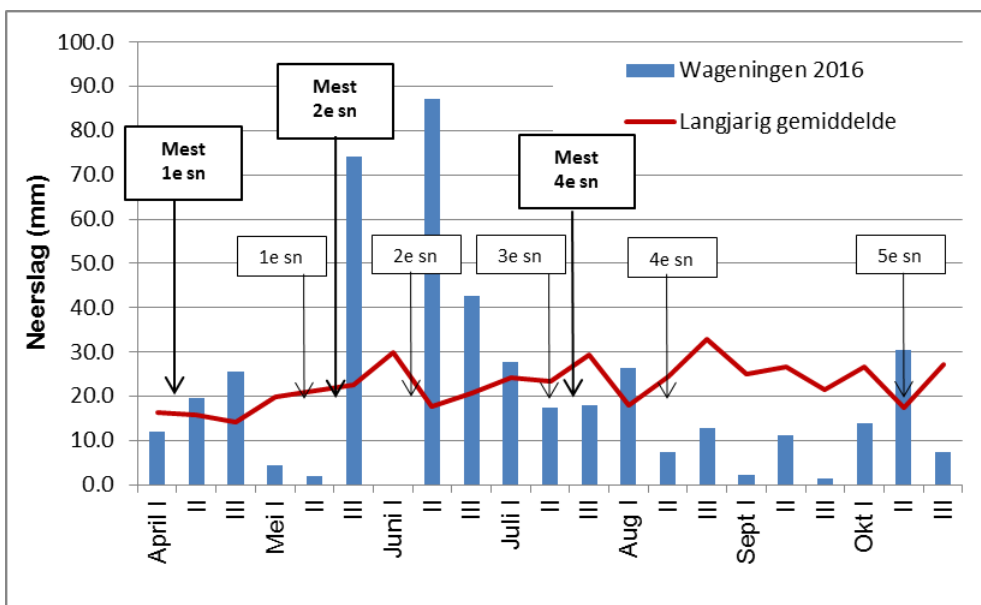
Tabel 4 Vochtigheidsindicatie van de bodem op de dag van drijfmest aanwenden.

Locatie	Snede	Vochtigheid
Wageningen	1	Vochtig, goed berijdbaar
	2	Vochtig/droog
	4	Erg vochtig, nog net voldoende berijdbaar
Zegveld	1	Erg vochtig, nog net voldoende berijdbaar
	2	Vochtig, toplaag droog
	4	Vochtig, toplaag droog

2.5.2 Tijdens het groeiseizoen

Wageningen

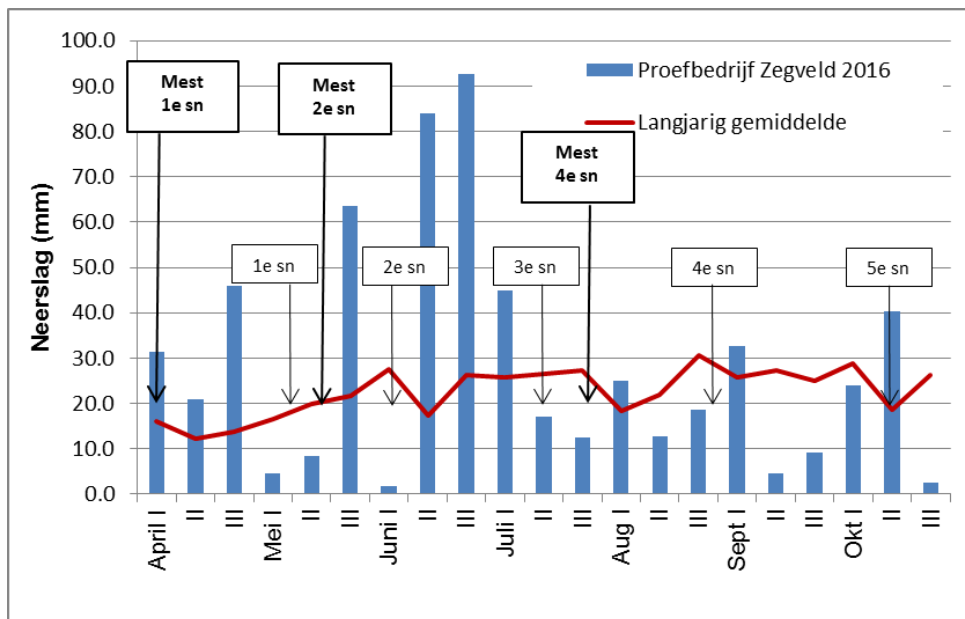
Op locatie Wageningen was de totale hoeveelheid neerslag gedurende het groeiseizoen (april t/m oktober) met 476 mm iets groter dan het langjarig gemiddelde in die periode met 444 mm. De verdeling was echter erg onregelmatig (zie Figuur 1). Met name in de perioden eind mei en half juni was de hoeveelheid neerslag veel groter dan normaal in die perioden. De perioden van begin mei tot eind mei en van half augustus tot half oktober waren duidelijk droger dan normaal.



Figuur 1 Neerslag per decade in de proefperiode en het langjarig gemiddelde van weerstation Wageningen (bron: KNMI).

Zegveld

Op locatie Zegveld was de totale hoeveelheid neerslag gedurende het groeiseizoen (april t/m oktober) met 597 mm ruim 25% groter dan het langjarig gemiddelde in die periode (474 mm). Daarnaast was de verdeling erg onregelmatig (zie Figuur 2). Met name in de perioden eind mei, half juni en eind juni was de hoeveelheid neerslag veel groter dan normaal in de perioden. De perioden van begin mei tot eind mei, begin juni en de tweede helft van september waren duidelijk droger dan normaal.



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

3 Resultaten

3.1 Mestsamenstelling en mestgift

3.1.1 Locatie Wageningen

In Tabel 6 is de samenstelling van de onverdunde en verdunde mest van locatie Wageningen weergegeven. De gemiddelde relatieve gehalten ten opzichte van onverdunde mest waren bij de verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water 79%, bij de verdunning 1 deel mest : 0,5 deel water 69% en bij de verdunning 1 deel mest : 1 deel water 52%. Aangezien de beoogde relatieve verdunningen resp. 80%, 66,6% en 50% waren kan geconcludeerd worden dat de verdunningen goed gelukt waren. Ook waren de verschillen in relatieve gehalten van de verschillende verdunningen tussen de sneden beperkt.

Tabel 6 Samenstelling van de onverdunde en verdunde mest ($g\ kg^{-1}$).

Sneede	Verdunning	Drogestof	N-totaal	N-NH ₄	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Onverdund	79	4,24	2,1	2,1	1,38	6,6
	1 : 0,25	63	3,35	1,8	1,6	1,15	5,4
	1 : 0,5	55	2,87	1,5	1,4	0,98	4,7
	1 : 1	40	2,02	1,1	0,9	0,71	3,5
2	Onverdund	68	3,81	1,9	1,9	1,21	5,5
	1 : 0,25	52	3,07	1,5	1,6	0,89	4,5
	1 : 0,5	44	2,63	1,3	1,3	0,8	3,7
	1 : 1	38	2,01	1,0	1,0	0,66	2,8
4	Onverdund	98	4,81	2,0	2,8	1,72	8,6
	1 : 0,25	82	3,67	1,6	2,1	1,28	6,5
	1 : 0,5	69	3,26	1,3	2,0	1,19	5,8
	1 : 1	50	2,48	1,0	1,5	0,89	4,5

In Tabel 7 zijn de gerealiseerde drijfmestgiften en de nutriëntengiften uit de drijfmest weergegeven. De mestgiften werden met behulp van een automatische doseerinrichting gerealiseerd. Daarom is aangenomen dat de beoogde mestgiften zijn gerealiseerd. Uit de mestgiften en de gehalten zijn de nutriëntengiften berekend. De totale nutriëntengiften uit drijfmest en de nutriëntengiften per sneede van de verschillende verdunningen kwamen behoorlijk goed met elkaar overeen.

Tabel 7 Drijfmestgiften ($m^3\ ha^{-1}$) en nutriëntengiften uit drijfmest ($kg\ ha^{-1}$).

Sneede	Verdunning	Mestgift	N-totaal	N-NH ₄	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Onverdund	25,0	106	53	53	35	165
	1 : 0,25	31,3	105	56	50	36	169
	1 : 0,5	37,5	108	56	53	37	176
	1 : 1	50,0	101	55	45	36	175
2	Onverdund ¹⁾	25,0	95	48	48	30	138
	1 : 0,25	31,3	96	47	50	28	141
	1 : 0,5	37,5	99	49	49	30	139
	1 : 1	50,0	101	50	50	33	140
4	Onverdund	15,0	72	30	42	26	129
	1 : 0,25	18,8	69	30	39	24	122
	1 : 0,5	22,5	73	29	45	27	131
	1 : 1	30,0	74	30	45	27	135
Totaal	Onverdund	65,0	273	130	142	91	432
	1 : 0,25	81,3	269	133	139	88	431
	1 : 0,5	97,5	280	134	146	94	446
	1 : 1	130,0	276	135	140	95	450

¹⁾ Voor de 2^e sneede is 25 m³ per ha aangewend in plaats van de geplande 20 m³ per ha.

3.1.2 Locatie Zegveld

In Tabel 8 is de samenstelling van de onverdunde en verdunde mest van locatie Zegveld weergegeven. De gemiddelde relatieve gehalten bij verdunningen waren bij de verdunning 1 deel mest : 0,25 water 76%, bij de verdunning 1 deel mest : 0,5 deel water 64% en bij de verdunning 1 deel mest : 1 deel water 50%. Aangezien de beoogde relatieve verdunningen resp. 80%, 66,6% en 50% waren kan geconcludeerd worden dat de verdunningen goed gelukt zijn. Het wat lagere gemiddelde relatieve gehalte van de verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water van 76% werd vooral veroorzaakt bij de aanleg van de 2^e snede. Het relatieve gehalte was in die snede 73% in plaats van de beoogde 80%.

Tabel 8 Samenstelling van de onverdunde en verdunde mest ($g\ kg^{-1}$).

Snede	Verdunning	Drogestof	N-totaal	N-NH ₄	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Onverdund	84	4,34	2,1	2,2	1,28	6,6
	1 : 0,25	63	3,50	1,6	1,9	0,96	5,1
	1 : 0,5	55	2,68	1,3	1,4	0,8	4,3
	1 : 1	45	2,07	1,0	1,1	0,65	3,5
2	Onverdund	89	3,94	1,6	2,3	1,42	6,6
	1 : 0,25	64	2,85	1,2	1,7	1,03	4,6
	1 : 0,5	56	2,55	1,0	1,6	0,94	4,2
	1 : 1	42	1,92	0,8	1,1	0,71	3,3
4	Onverdund	73	3,05	1,2	1,9	1,05	5,0
	1 : 0,25	60	2,30	0,9	1,4	0,78	3,7
	1 : 0,5	46	1,97	0,7	1,3	0,62	3,1
	1 : 1	36	1,61	0,6	1,0	0,48	2,7

In Tabel 9 zijn de gerealiseerde drijfmestgiften en de nutriëntengiften uit de drijfmest weergegeven. De relatieve totale mestgiften van de verdunningen 1 deel mest : 0,25 deel water, 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 1 deel water ten opzichte van de onverdunde mest kwamen uit op 127%, 163% en 206% terwijl de beoogde relatieve mestgiften resp. 125%, 150% en 200% waren. Hieruit blijkt dat de relatieve totale mestgift van de verdunning 1 deel mest : 0,5 deel water wat hoger was dan de beoogde. Dit werd vooral veroorzaakt door de gift van de 1^e snede. De relatieve gift kwam in die snede uit op 174%. Uit de mestgiften en de gehalten (Tabel 8) zijn de nutriëntengiften berekend. De totale nutriëntengiften uit drijfmest van de verschillende verdunningen kwamen behoorlijk goed met elkaar overeen. De totale gift aan N-totaal en N-NH₄ van de verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water kwam iets (3-4%) lager uit dan van de onverdunde mest, dit werd veroorzaakt door de wat lage relatieve gehalten van de verdunning in de 2^e snede.

Tabel 9 Drijfmestgiften ($m^3\ ha^{-1}$) en nutriëntengiften uit drijfmest ($kg\ ha^{-1}$).

Snede	Verdunning	Mestgift	N-totaal	N-NH ₄	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Onverdund	21,9	95	46	49	28	145
	1 : 0,25	28,2	99	45	53	27	144
	1 : 0,5	38,0	102	49	52	30	163
	1 : 1	50,6	105	51	54	33	177
2	Onverdund	18,8	74	30	44	27	124
	1 : 0,25	23,6	67	28	39	24	109
	1 : 0,5	30,2	77	30	47	28	127
	1 : 1	34,4	66	28	39	24	113
4 ¹⁾	Onverdund	15,0	46	18	29	16	75
	1 : 0,25	18,8	43	17	26	15	69
	1 : 0,5	22,5	44	16	29	14	70
	1 : 1	30,0	48	18	30	14	81
Totaal	Onverdund	55,7	215	94	122	71	344
	1 : 0,25	70,5	209	90	119	66	322
	1 : 0,5	90,7	223	95	129	73	360
	1 : 1	115,0	219	96	123	72	372

¹⁾ Voor snede 4 is de drijfmest aangewend met de machine van proefbedrijf Unifarm

3.2 Gewasopbrengst en samenstelling

Per locatie werden de effecten van de behandelingen op de opbrengst en samenstelling van het gras statistisch geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de ANOVA procedure van het statistische pakket Genstat (Genstat Eighteenth Edition, 2015). Daarbij is de LSD (Least Significant Difference) gebruikt om statistische verschillen met een $P < 0.05$ aan te kunnen tonen. In Bijlage 2 zijn de resultaten van de beide locaties per veldje weergegeven.

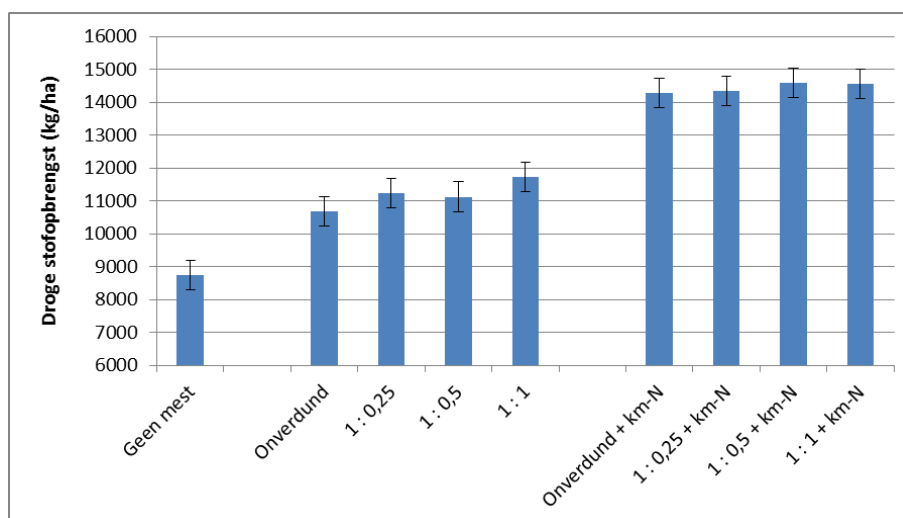
3.2.1 Locatie Wageningen

In Tabel 10 is het effect van de verdunningen op de ds-opbrengst per snede en de totale ds-opbrengst van het gras weergegeven. Tevens is het effect op de totale ds-opbrengst in een grafiek weergegeven in Figuur 3. De totale ds-opbrengsten van alle bemeste behandelingen waren significant hoger dan van de onbemeste behandeling. Daarnaast waren de totale ds-opbrengsten van alle behandelingen met aanvulling van kunstmest-N significant hoger dan van de behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N. Binnen de behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N was de totale ds-opbrengst van de behandeling met een verdunning 1 deel mest : 1 deel water significant hoger (ruim 1 ton ds) dan van de behandeling met onverdunde mest. De totale ds-opbrengsten van de behandelingen met de verdunningen 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 0,25 deel water waren niet significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest. Binnen de behandelingen met aanvulling van kunstmest-N waren geen significante verschillen in totale ds-opbrengsten tussen de verschillende verdunningen.

Tabel 10 Droge stofopbrengsten ($kg\ ha^{-1}$) per snede en totaal van de verschillende behandelingen op locatie Wageningen.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Totaal
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	4112 ^a	1188 ^a	1743 ^a	925 ^a	782 ^a	8749 ^a
Onverdund	Niet	4306 ^{ab}	1825 ^b	2476 ^b	1166 ^b	918 ^{abc}	10690 ^b
1 : 0,25	Niet	4612 ^{abc}	1869 ^b	2581 ^b	1282 ^{bc}	878 ^{ab}	11222 ^{bc}
1 : 0,5	Niet	4573 ^{abc}	1952 ^b	2315 ^b	1272 ^{bc}	1014 ^{bcd}	11126 ^{bc}
1 : 1	Niet	4817 ^{bcd}	1934 ^b	2539 ^b	1451 ^c	977 ^{bcd}	11718 ^c
Onverdund	Wel	5226 ^{de}	2500 ^c	3684 ^c	1737 ^d	1136 ^{de}	14283 ^d
1 : 0,25	Wel	5089 ^{cde}	2469 ^c	3863 ^c	1807 ^d	1129 ^{de}	14356 ^d
1 : 0,5	Wel	5421 ^e	2359 ^c	3945 ^c	1791 ^d	1087 ^{cde}	14603 ^d
1 : 1	Wel	5261 ^{de}	2415 ^c	3852 ^c	1801 ^d	1228 ^e	14557 ^d
LSD (5% niveau)		538	205	322	217	183	893

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



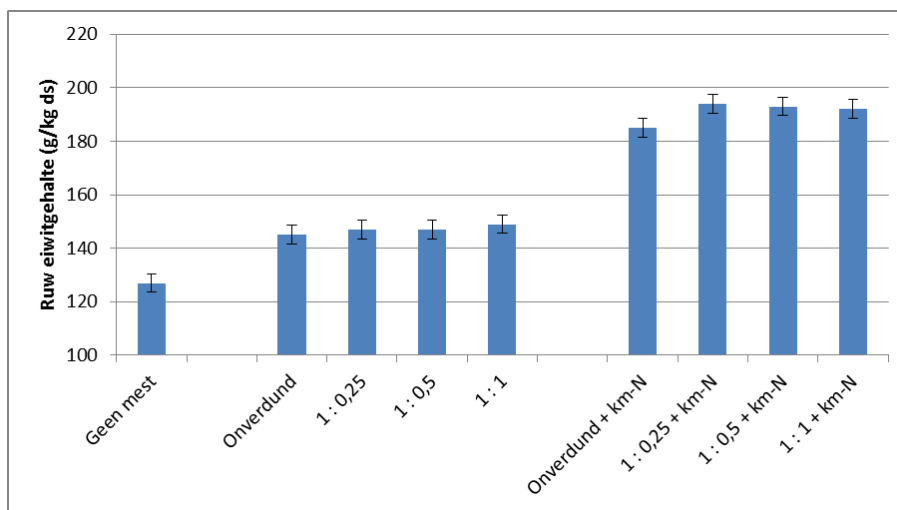
Figuur 3 Totale droge stofopbrengsten per behandeling op locatie Wageningen. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

In Tabel 11 is het effect van de verdunningen op de ruw eiwitgehalten van het gras per snede en het gemiddeld op jaarbasis weergegeven. Het effect op het gemiddelde ruw eiwitgehalte is tevens weergegeven in Figuur 4. De gemiddelde RE-gehalten van alle bemeste behandelingen waren significant hoger dan van de onbemeste behandeling. Daarnaast waren de gemiddelde eiwitgehalten van de bemeste behandelingen met aanvulling van kunstmest-N significant hoger (ca 45 g/kg ds) dan van de bemeste behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N. Binnen de bemeste behandelingen zonder aanvulling met kunstmest-N zaten geen significante verschillen in RE-gehalten tussen de verschillende verdunningen. Binnen de behandelingen met aanvulling van kunstmest-N waren de RE-gehalten van de behandelingen met verdunde mest, behalve de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 1 deel water, significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest. Dit werd veroorzaakt door verschillen in de eerste twee sneden. Tussen de verschillende verdunningen zaten geen verschillen in RE-gehalten.

Tabel 11 Ruw eiwitgehalten ($g\ kg ds^{-1}$) per snede en gemiddeld van de verschillende behandelingen op locatie Wageningen.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Gemiddeld
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	115 ^a	132 ^a	120 ^a	154 ^a	163 ^a	127 ^a
Onverdund	Niet	143 ^b	149 ^b	124 ^a	172 ^b	169 ^a	145 ^b
1 : 0,25	Niet	147 ^b	154 ^b	123 ^a	171 ^b	165 ^a	147 ^b
1 : 0,5	Niet	146 ^b	150 ^b	123 ^a	170 ^b	165 ^a	147 ^b
1 : 1	Niet	149 ^b	155 ^b	127 ^a	170 ^b	162 ^a	149 ^b
Onverdund	Wel	172 ^c	200 ^c	190 ^b	195 ^c	187 ^b	185 ^c
1 : 0,25	Wel	188 ^d	219 ^d	187 ^b	196 ^c	184 ^b	194 ^d
1 : 0,5	Wel	188 ^d	219 ^d	183 ^b	197 ^c	188 ^b	193 ^d
1 : 1	Wel	191 ^d	209 ^{cd}	184 ^b	196 ^c	183 ^b	192 ^{cd}
LSD (5% niveau)		13	13	15	10	9	7

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



Figuur 4 Gemiddelde ruw eiwitgehalten per behandeling op locatie Wageningen. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

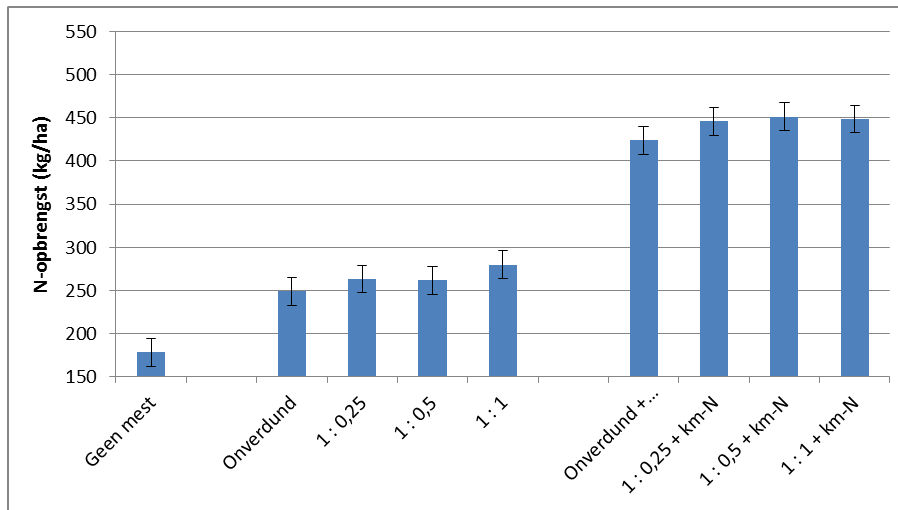
In Tabel 12 is het effect van de verdunningen op de N-opbrengst van het gras per snede en totaal weergegeven. Tevens is het effect op de totale N-opbrengst weergegeven in Figuur 5. Het beeld van de N-opbrengsten komt praktisch overeen met die van de ds-opbrengsten. De totale N-opbrengsten van alle bemeste behandelingen waren significant hoger dan van de onbemeste behandeling. Daarnaast waren de totale N-opbrengsten van alle behandelingen met aanvulling van kunstmest-N significant hoger dan van de behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N. Binnen de bemeste behandelingen zonder aanvulling met kunstmest-N waren geen significante verschillen in N-opbrengst. I.t.t. de ds-opbrengst was het verschil in N-opbrengst (van 31 kg N per ha) tussen de verdunning 1

deel mest : 1 deel water en onverdunde mest net niet significant. Ook binnen de behandelingen met aanvulling van kunstmest-N waren geen significante verschillen in N-opbrengst.

Tabel 12 Stikstofopbrengsten (kg ha^{-1}) per snede en totaal van de verschillende behandelingen op locatie Wageningen.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snedes					Totaal
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	76 ^a	25 ^a	33 ^a	23 ^a	20 ^a	178 ^a
Onverdund	Niet	99 ^b	43 ^b	49 ^b	32 ^b	25 ^{ab}	249 ^b
1 : 0,25	Niet	108 ^b	46 ^b	51 ^b	35 ^{bc}	23 ^{ab}	263 ^b
1 : 0,5	Niet	107 ^b	47 ^b	46 ^b	35 ^{bc}	27 ^b	261 ^b
1 : 1	Niet	115 ^b	48 ^b	52 ^b	40 ^c	25 ^{ab}	280 ^b
Onverdund	Wel	144 ^c	80 ^c	111 ^c	54 ^d	34 ^c	424 ^c
1 : 0,25	Wel	154 ^{cd}	87 ^c	116 ^c	57 ^d	33 ^c	446 ^c
1 : 0,5	Wel	164 ^d	83 ^c	115 ^c	56 ^d	33 ^c	451 ^c
1 : 1	Wel	162 ^{cd}	81 ^c	113 ^c	57 ^d	36 ^c	449 ^c
LSD (5% niveau)		19	8	10	7	5	32

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



Figuur 5 Totale stikstofopbrengsten per behandeling op locatie Wageningen. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

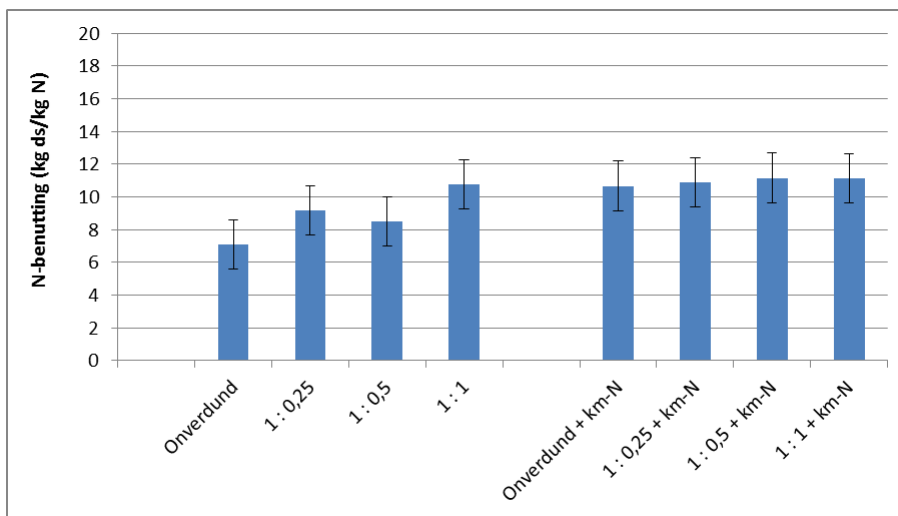
In Tabel 13 is het effect van de verdunningen op de N-benutting van het gras per snede en gemiddeld op jaarbasis weergegeven. Tevens is het effect op de gemiddelde N-benutting weergegeven in Figuur 6. Binnen de behandelingen zonder aanvullingen van kunstmest-N was alleen de gemiddelde N-benutting van de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 1 deel water significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest. Het beeld van de verschillen in N-benutting in snede 1 en 4 kwam overeen met het beeld van de gemiddelde verschillen. In snede 2 zaten geen significante verschillen. Binnen de behandelingen met aanvulling van kunstmest-N waren er per snede en gemiddeld geen verschillen in N-benutting tussen de verschillende verdunningen.

Tabel 13 Stikstofbenutting¹⁾ (kg ds/kg N⁻¹) per snede en gemiddeld van de verschillende behandelingen op locatie Wageningen.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Gemiddeld
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	-	-	-	-	-	-
Onverdund	Niet	1.8 ^a	6.7	-	3.3 ^a	-	7.1 ^a
1 : 0,25	Niet	4.8 ^{ab}	7.1	-	5.2 ^{ab}	-	9.2 ^{ab}
1 : 0,5	Niet	4.3 ^{ab}	7.8	-	4.7 ^{ab}	-	8.5 ^{ab}
1 : 1	Niet	7.0 ^b	7.4	-	7.1 ^{bc}	-	10.8 ^b
Onverdund	Wel	5.5 ^{ab}	8.5	35.3	9.3 ^{cd}	17.7	10.7 ^b
1 : 0,25	Wel	4.9 ^{ab}	8.2	38.5	10.5 ^d	17.4	10.9 ^b
1 : 0,5	Wel	6.5 ^{ab}	7.4	40.1	9.8 ^{cd}	15.3	11.2 ^b
1 : 1	Wel	5.9 ^{ab}	7.6	38.4	9.8 ^{cd}	22.3	11.2 ^b
LSD (5% niveau)		4.7	1.9	5.5	2.8	9.5	3.0

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 drijfmest+kunstmest.



Figuur 6 Gemiddelde stikstofbenutting per behandeling op locatie Wageningen. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

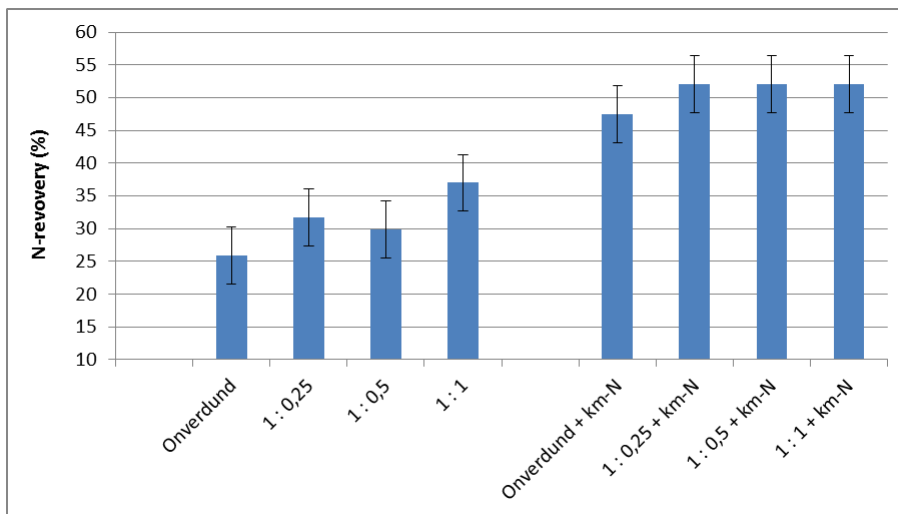
In Tabel 14 is het effect van de verdunningen op de N-recovery van het gras per snede en gemiddeld op jaarbasis weergegeven. Het effect op de gemiddelde N-recovery is tevens weergegeven in Figuur 7. Het beeld van de verschillen in N-recovery komt praktisch overeen met die van de verschillen in N-benutting. Binnen de behandelingen zonder aanvullingen van kunstmest-N was alleen de gemiddelde N-recovery van de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 1 deel water significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest. Binnen de behandelingen met aanvulling van kunstmest-N waren er per snede gemiddeld geen verschillen in N-recovery tussen de verschillende verdunningen. In tegenstelling tot de N-benutting hadden alle behandelingen met aanvulling van kunstmest-N als gevolg van een hoger ruw eiwitgehalte een significant hogere N-recovery dan de behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N.

Tabel 14 Stikstofrecovery¹⁾ (%) per snede en gemiddeld van de verschillende behandelingen op locatie Wageningen.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snedes					Gemiddeld
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	-	-	-	-	-	-
Onverdund	Niet	21.6 ^a	19.2 ^a	-	12.8 ^a	-	25.9 ^a
1 : 0,25	Niet	30.7 ^{ab}	21.8 ^a	-	17.7 ^{ab}	-	31.7 ^{ab}
1 : 0,5	Niet	28.8 ^{ab}	22.3 ^a	-	16.2 ^{ab}	-	29.9 ^{ab}
1 : 1	Niet	38.8 ^{bc}	22.8 ^{ab}	-	22.3 ^{bc}	-	37.0 ^b
Onverdund	Wel	33.8 ^{bc}	35.5 ^d	141.6	36.0 ^d	69.1	47.5 ^c
1 : 0,25	Wel	39.0 ^{bc}	39.5 ^d	149.5	40.1 ^d	65.1	52.2 ^c
1 : 0,5	Wel	43.4 ^c	36.4 ^d	149.0	37.9 ^d	62.0	52.1 ^c
1 : 1	Wel	43.9 ^c	34.6 ^{cd}	144.8	37.8 ^d	80.2	52.0 ^c
LSD (5% niveau)		11.7	6.4	21.3	8.3	29.4	8.7

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

¹⁾ N-recovery = 100 x ((N-opbrengst bemeste behandeling – N-opbrengst onbemeste behandeling) / toegediende N uit drijfmest+kunstmest).



Figuur 7 Gemiddelde stikstofrecovery's per behandeling op locatie Wageningen. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

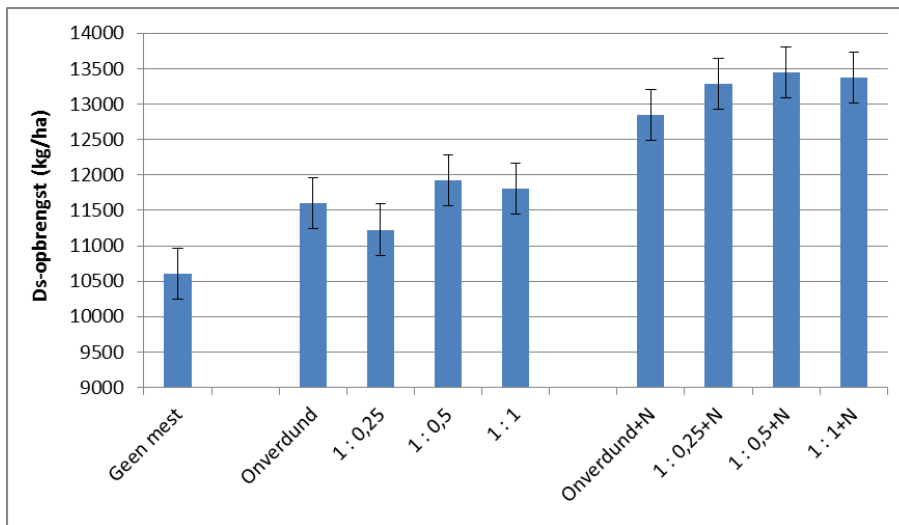
3.2.2 Locatie Zegveld

In Tabel 15 is het effect van de verdunningen op de ds-opbrengst per snede en de totale ds-opbrengst van het gras weergegeven. Het effect op de totale ds-opbrengst is tevens in een grafiek weergegeven in Figuur 8. De totale ds-opbrengsten van alle bemeste behandelingen waren significant hoger dan van de onbemeste behandeling, behalve van de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water zonder aanvulling van kunstmest-N. Verder waren de totale ds-opbrengsten van alle behandelingen met aanvulling van kunstmest-N significant hoger dan van de behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N. Zowel binnen de bemeste behandelingen zonder aanvulling met kunstmest als met aanvulling met kunstmest waren geen verschillen in ds-opbrengsten tussen de verschillende verdunningen.

Tabel 15 Droge stofopbrengsten (kg ha^{-1}) per snede en totaal van de verschillende behandelingen op locatie Zegveld.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snedes					Totaal
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	2839 ^a	2733 ^a	1485 ^a	1712 ^a	1830 ^{ab}	10598 ^a
Onverdund	Niet	3244 ^{ab}	2915 ^{ab}	1652 ^{ab}	2003 ^{bc}	1785 ^a	11598 ^b
1 : 0,25	Niet	3082 ^{ab}	2867 ^{ab}	1571 ^{ab}	1922 ^{ab}	1786 ^a	11227 ^{ab}
1 : 0,5	Niet	3519 ^{bc}	2950 ^{ab}	1633 ^{ab}	1996 ^{bc}	1822 ^{ab}	11920 ^b
1 : 1	Niet	3460 ^{bc}	2974 ^{ab}	1664 ^{ab}	1924 ^{ab}	1789 ^a	11811 ^b
Onverdund	Wel	3618 ^{bc}	3127 ^{bc}	1637 ^{ab}	2300 ^d	2161 ^c	12843 ^c
1 : 0,25	Wel	3921 ^c	3316 ^c	1633 ^{ab}	2411 ^d	2008 ^{bc}	13288 ^c
1 : 0,5	Wel	4015 ^c	3338 ^c	1704 ^{ab}	2225 ^{cd}	2163 ^c	13445 ^c
1 : 1	Wel	3918 ^c	3094 ^{bc}	1822 ^b	2454 ^d	2079 ^c	13368 ^c
LSD (5% niveau)		578	291	322	230	208	718

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



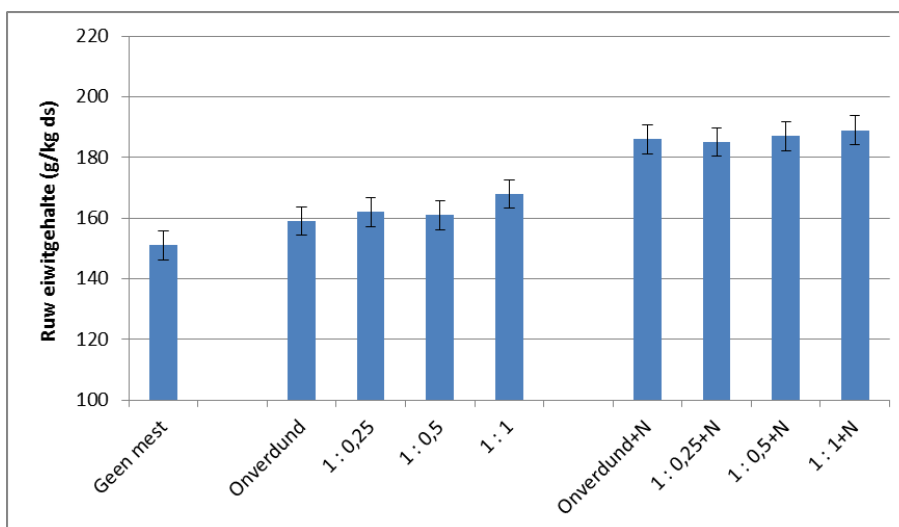
Figuur 8 Totale droge stofopbrengsten per behandeling op locatie Zegveld. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

In Tabel 16 is het effect van de verdunningen op de RE-gehalten van het gras per snede en gemiddeld op jaarbasis weergegeven. Het effect op het gemiddelde RE-gehalte is tevens weergegeven in Figuur 9. De gemiddelde RE-gehalten van alle bemeste behandelingen, behalve van de behandeling met onverdunde mest zonder aanvulling van kunstmest-N, waren significant hoger dan van de onbemeste behandeling. Daarnaast waren de gemiddelde RE-gehalten van de bemeste behandelingen met aanvulling van kunstmest-N significant hoger (20-25 g/kg ds) dan van de bemeste behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N. Zowel binnen de bemeste behandelingen zonder aanvulling met kunstmest als met aanvulling met kunstmest waren geen verschillen in RE-gehalten tussen de verschillende verdunningen. Alleen in de eerste snede was binnen de behandelingen zonder aanvullingen met kunstmest-N het RE-gehalte van de behandeling met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest.

Tabel 16 Ruw eiwitgehalten (g kgds⁻¹) per snede en gemiddeld van de verschillende behandelingen op locatie Zegveld.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Gemiddeld
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	125 ^a	150 ^a	135 ^a	172	185 ^a	151 ^a
Onverdund	Niet	136 ^a	169 ^b	130 ^a	179	191 ^{abc}	159 ^{ab}
1 : 0,25	Niet	149 ^{ab}	162 ^{ab}	137 ^a	178	189 ^{ab}	162 ^b
1 : 0,5	Niet	148 ^{ab}	167 ^b	131 ^a	180	186 ^{ab}	161 ^b
1 : 1	Niet	165 ^{bc}	171 ^b	133 ^a	183	185 ^a	168 ^b
Onverdund	Wel	175 ^{cd}	204 ^c	162 ^b	180	199 ^{bc}	186 ^c
1 : 0,25	Wel	173 ^{bcd}	204 ^c	159 ^b	182	199 ^{bc}	185 ^c
1 : 0,5	Wel	181 ^{cd}	200 ^c	161 ^b	183	204 ^c	187 ^c
1 : 1	Wel	192 ^d	201 ^c	158 ^b	183	203 ^c	189 ^c
LSD (5% niveau)		25	13	11	14	14	9

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



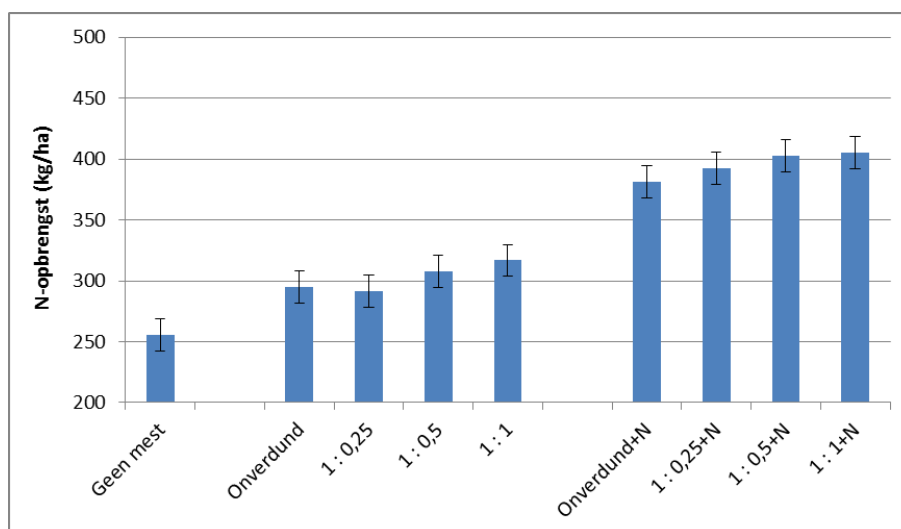
Figuur 9 Gemiddelde ruw eiwitgehalten per behandeling op locatie Zegveld. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

In Tabel 17 is het effect van de verdunningen op de N-opbrengst van het gras per snede en totaal weergegeven. Tevens is het effect op de totale N-opbrengst weergegeven in Figuur 10. Het beeld van de N-opbrengsten komt praktisch overeen met die van de ds-opbrengsten. De totale N-opbrengsten van alle bemeste behandelingen waren significant hoger dan van de onbemeste behandeling. Daarnaast waren de totale N-opbrengsten van alle behandelingen met aanvulling van kunstmest-N significant hoger dan van de behandelingen zonder aanvulling van kunstmest-N. Zowel binnen de bemeste behandelingen zonder aanvulling met kunstmest-N als mest binnen de bemeste behandelingen met aanvulling met kunstmest-N waren geen significante verschillen in N-opbrengst.

Tabel 17 Stikstofopbrengsten (kg ha⁻¹) per snede en totaal van de verschillende behandelingen op locatie Zegveld.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Totaal
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	57 ^a	66 ^a	32 ^a	47 ^a	54 ^a	256 ^a
Onverdund	Niet	70 ^{ab}	79 ^b	34 ^{ab}	57 ^b	54 ^a	295 ^b
1 : 0,25	Niet	74 ^{ab}	74 ^b	35 ^{ab}	55 ^b	54 ^a	291 ^b
1 : 0,5	Niet	84 ^{bc}	79 ^b	34 ^{ab}	57 ^b	54 ^a	308 ^b
1 : 1	Niet	91 ^{bcd}	81 ^b	35 ^{abc}	56 ^b	53 ^a	317 ^b
Onverdund	Wel	102 ^{cde}	102 ^{cd}	42 ^{bcd}	66 ^c	69 ^b	381 ^c
1 : 0,25	Wel	109 ^{de}	108 ^d	42 ^{bcd}	70 ^c	64 ^b	392 ^c
1 : 0,5	Wel	116 ^e	106 ^{cd}	44 ^{cd}	65 ^c	71 ^b	402 ^c
1 : 1	Wel	120 ^e	100 ^c	46 ^d	72 ^c	68 ^b	405 ^c
LSD (5% niveau)		22	8	9	7	8	26

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



Figuur 10 Totale stikstofopbrengsten per behandeling op locatie Zegveld. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

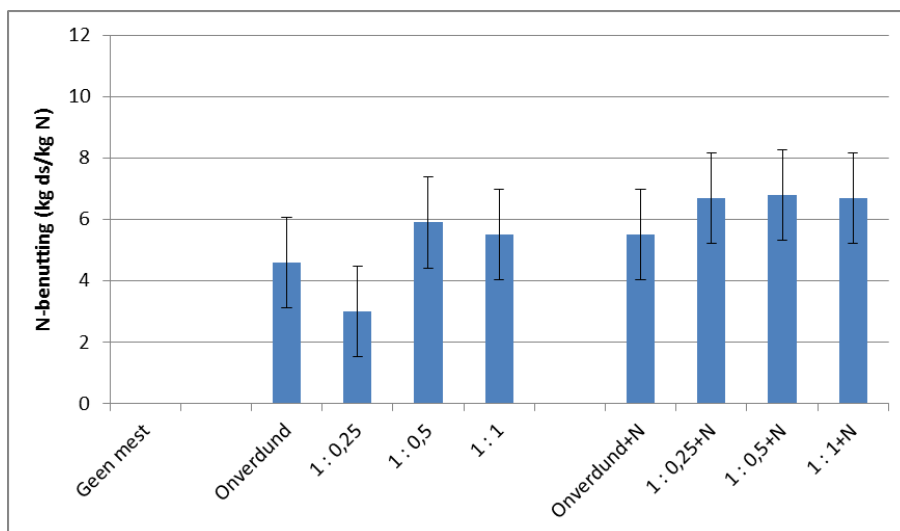
In Tabel 18 is het effect van de verdunningen op de N-benutting van het gras per snede en gemiddeld op jaarbasis weergegeven. Tevens is het effect op de gemiddelde N-benutting weergegeven in Figuur 11. De verschillen in gemiddelde N-benutting tussen de behandelingen zonder en met aanvulling van kunstmest waren beperkt. Alleen de N-benutting van de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water zonder aanvulling van kunstmest-N was significant lager dan de behandelingen met aanvulling met kunstmest in combinatie met verdunde mest. Zowel binnen de behandelingen zonder aanvulling met kunstmest als binnen de behandelingen met aanvulling van kunstmest waren de N-benuttings van de behandelingen met verdunde mest niet significant hoger dan de behandelingen met onverdunde mest.

Tabel 18 Stikstofbenutting¹⁾ (kg ds kg N⁻¹) per snede en gemiddeld van de verschillende behandelingen op locatie Zegveld.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Gemiddeld
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	-	-	-	-	-	-
Onverdund	Niet	4.3	2.5	-	6.4 ^{ab}	-	4.6 ^{ab}
1 : 0,25	Niet	2.5	2.0	-	4.9 ^a	-	3.0 ^a
1 : 0,5	Niet	6.7	2.8	-	6.4 ^{ab}	-	5.9 ^{ab}
1 : 1	Niet	5.9	3.7	-	4.4 ^a	-	5.5 ^{ab}
Onverdund	Wel	4.6	3.3	3.4	9.7 ^{bc}	22.1	5.5 ^{ab}
1 : 0,25	Wel	6.2	5.2	3.3	12.0 ^c	11.9	6.7 ^b
1 : 0,5	Wel	6.7	5.0	4.9	8.6 ^{abc}	22.2	6.8 ^b
1 : 1	Wel	6.0	3.3	7.5	11.7 ^c	16.6	6.7 ^b
LSD (5% niveau)		5.8	3.3	9.2	4.8	16.9	3.0

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 drijfmest+kunstmest.



Figuur 11 Gemiddelde stikstofbenutting per behandeling op locatie Zegveld. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

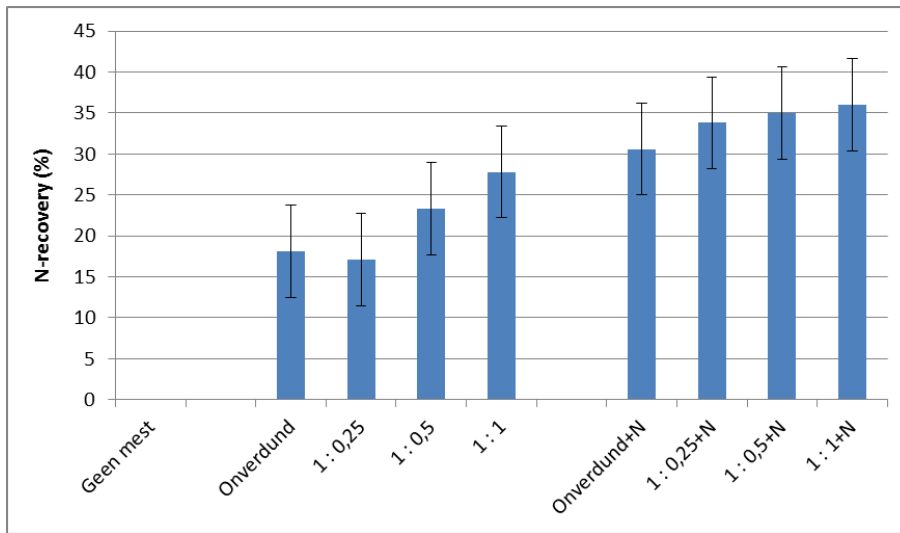
In Tabel 19 is het effect van de verdunningen op de N-recovery van het gras per snede en gemiddeld op jaarbasis weergegeven. Het effect op de gemiddelde N-recovery is tevens weergegeven in Figuur 12. De verschillen in gemiddelde N-recovery tussen de behandelingen met en zonder aanvulling met kunstmest waren beperkt. Alleen de gemiddelde N-recovery's van de behandelingen met onverdunde mest en met de verdunning van 1 deel mest : 0,25 deel water, beide zonder aanvulling met kunstmest waren significant lager dan van de behandelingen met aanvulling met kunstmest. Binnen de behandelingen met en zonder aanvulling met kunstmest waren geen significante verschillen in N-recovery tussen de verschillende verdunningen. Wat betreft de verschillen per snede was binnen de behandelingen zonder aanvulling met kunstmest in snede 1 de N-recovery van de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 1 deel water significant hoger dan van de behandeling met onverdunde mest.

Tabel 19 Stikstofrecovery's¹⁾ (%) per snede en gemiddeld van de verschillende behandelingen op locatie Zegveld.

Verdunning	Aanvulling Kunstmest-N	Snede					Gemiddeld
		1	2	3	4	5	
Geen bemesting	Niet	-	-	-	-	-	-
Onverdund	Niet	13.8 ^a	17.3 ^{ab}	-	22.9 ^a	-	18.1 ^a
1 : 0,25	Niet	17.0 ^{ab}	12.3 ^a	-	18.6 ^a	-	17.1 ^a
1 : 0,5	Niet	26.1 ^{ab}	16.9 ^{ab}	-	23.6 ^a	-	23.3 ^{ab}
1 : 1	Niet	32.5 ^b	23.2 ^{bc}	-	19.2 ^a	-	27.8 ^{abc}
Onverdund	Wel	26.4 ^{ab}	30.1 ^{cd}	22.9	31.8 ^{ab}	99.3	30.6 ^{bc}
1 : 0,25	Wel	29.9 ^{ab}	37.5 ^d	21.2	39.8 ^b	66.5	33.8 ^{bc}
1 : 0,5	Wel	33.3 ^b	33.1 ^d	26.9	30.8 ^{ab}	112.5	35.0 ^c
1 : 1	Wel	35.2 ^b	30.2 ^{cd}	30.9	39.0 ^b	91.9	36.0 ^c
LSD (5% niveau)		18.7	7.7	26.3	13.3	74.8	11.3

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

¹⁾ N-recovery = $100 \times ((N\text{-opbrengst bemeste behandeling} - N\text{-opbrengst onbemeste behandeling}) / \text{toegediende N uit drijfmest} + \text{kunstmest})$.



Figuur 12 Gemiddelde stikstofrecovery's per behandeling op locatie Zegveld. De spreidingsstaafjes geven de LSD weer.

4 Discussie

Op locatie Wageningen waren de gemiddelde N-benuttingen en N-recovery's duidelijk hoger dan op locatie Zegveld. Het verschil was groter dan op basis van de NLV's van de bodemanalyses zou worden verwacht. Deze waren voor locatie Wageningen en Zegveld resp. 239 en 250 kg N per ha. De N-opbrengst van de onbemeste veldjes waren resp. 178 en 256 kg per ha. Daarmee komt de gemeten stikstofopname op locatie Zegveld aardig overeen met de verwachte stikstoflevering op basis van de bodemanalyse. Op locatie Wageningen was de gemeten stikstofopname duidelijk lager dan de verwachte stikstoflevering op basis van de bodemanalyse. Daarmee lijkt de N-levering op basis van de bodemanalyse wat overschat.

Op locatie Wageningen werd totaal 130-135 kg per ha ammonium-N uit drijfmest gegeven en op locatie Zegveld 90-95 kg per ha. Dit verschil werd veroorzaakt doordat op locatie Wageningen de totale drijfmestgift circa 10 m³ per ha hoger was dan op locatie Zegveld. Daarnaast was op locatie Wageningen het gehalte aan ammonium-N in de drijfmest gemiddeld ca. 0,4 kg per m³ hoger dan op locatie Zegveld. Ondanks de hogere gift aan werkzame stikstof in de vorm van ammonium-N, was op locatie Wageningen de gemiddelde N-benutting en N-recovery hoger dan op locatie Zegveld. Dit werd veroorzaakt door de hogere N-levering uit de bodem op locatie Zegveld dan die op locatie Wageningen.

Op locatie Zegveld valt binnen de behandelingen zonder aanvulling met kunstmest de relatief lage totaal ds-opbrengst (Tabel 15) en N-benutting (Tabel 18) van de behandeling met de verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water op. Dit werd vooral veroorzaakt door een relatief lage ds-opbrengst in de eerste snede. De spreiding tussen de herhalingen van die behandeling was in die snede relatief hoog waarbij de ds-opbrengst van herhalingen 1 en 3 relatief laag waren. Hiervoor kon geen goede verklaring worden gevonden.

Op locatie Zegveld was de recovery van de aangewende stikstof uit kunstmest voor de 3^e snede met gemiddeld circa 25% relatief laag. Dit werd veroorzaakt door de grote hoeveelheid neerslag die er in de periode tussen aanwenden van de kunstmest en de oogst van de 3^e snede viel (ca. 200 mm, zie hoofdstuk 2.5).

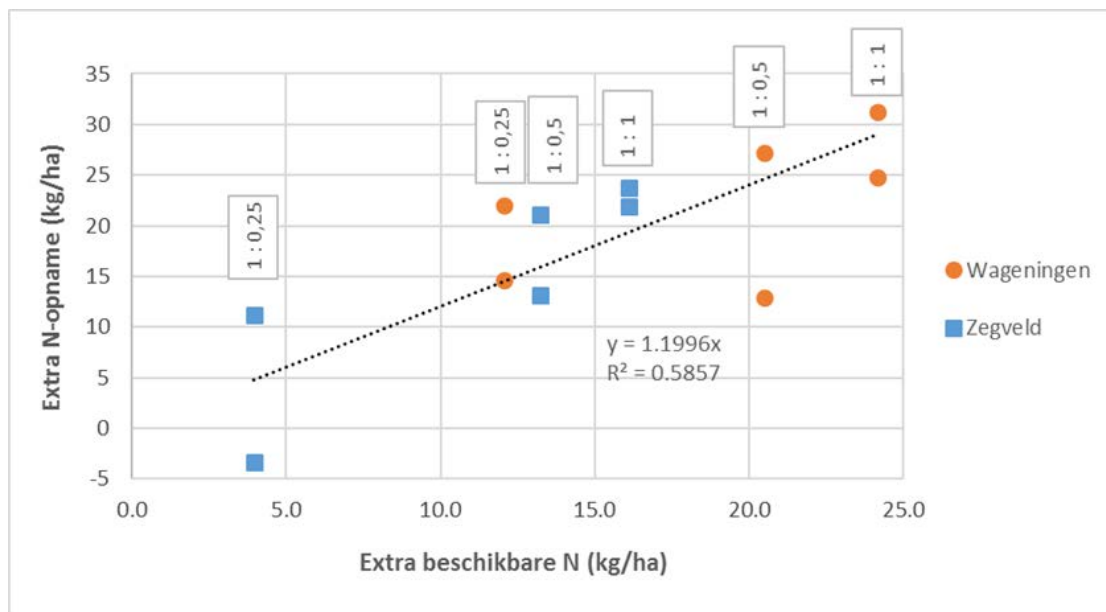
In onderhavig onderzoek had alleen een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water zonder aanvulling van kunstmest-N op locatie Wageningen een significant effect op de ds-opbrengst en N-recovery op jaarbasis. Dit effect werd vooral veroorzaakt in de 1^e en 4^e snede. Op locatie Zegveld werden zowel per snede als op jaarbasis geen significante effecten gevonden van het verdunnen van mest op de gewasopbrengst en N-recovery. In onderzoek van Van Schooten et al. (2015), waarbij alleen naar het effect van verdunning werd gekeken na één keer aanwenden van mest eind juni, werden duidelijker effecten van het verdunnen van mest gevonden. In dat onderzoek, uitgevoerd op een locatie op kleigrond en een locatie op klei op veen gaf verdunde mest, aangewend met de sleepvoetenmachine, een duidelijk hogere grasopbrengst en stikstofrecovery van de mest ten opzichte van onverdunde mest. Verdunning van de mest in een verhouding van 1 deel mest : 0,5 deel water gaf 7- 12% hogere opbrengst en verdunning in een verhouding van 1 deel mest : 1 deel water gaf zelfs 20- 25% hogere opbrengst in de snede na aanwenden. De stikstofrecovery nam toe van gemiddeld 9% bij onverdunde mest naar 13 respectievelijk 18%. Het verschil in effect tussen het onderzoek van Van Schooten et al. (2015 en onderhavig onderzoek wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door verschil in weers- en bodemomstandigheden. Het onderzoek van Van Schooten et al. (2015) werd uitgevoerd onder relatief droge omstandigheden terwijl de weers- en bodemomstandigheden in onderhavig onderzoek het hele jaar gemiddeld behoorlijk vochtig waren (hoofdstuk 2.3 en 2.5).

Benutting van extra beschikbare stikstof

Uit de onderzoeken van Huijsmans et al. (2015) en Huijsmans et al. (2017) bleek dat er duidelijke reducties van de ammoniakemissie kunnen worden behaald bij het aanwenden verdunde mest met de sleepvoet op grasland. De emissiereducties die gemiddeld werden behaald bij verdunningen van 1 deel mest : 1 deel water, 1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 0,25 deel water waren resp. 51%, 45% en 25%. De gemiddelde emissiefactor van onverdunde mest was in deze onderzoek gemiddeld meer dan 30% en daarmee hoger dan de huidige gehanteerde factor van 26%. Op basis van deze

resultaten (emissie 30% bij onverdunde mest en de genoemde reducties bij de verdunningen) is de hoeveelheid extra beschikbare stikstof binnen de proeven van voorliggend onderzoek berekend als gevolg van minder verlies aan ammoniak bij aanwenden van verdunde mest ten opzichte van onverdunde mest. De totale hoeveelheden toegediende ammoniumstikstof uit drijfmest (Tabel 7 en 9) zijn daarbij als uitgangspunt genomen. Bij een verdunning 1 deel mest : 0,25 deel water was deze extra hoeveelheid beschikbare stikstof 4 kg per ha op locatie Zegveld en 12 kg per ha op locatie Wageningen, bij een verdunning van 1 deel mest : 0,5 deel water 13 en 21 kg per ha en bij een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water 16 tot 24 kg per ha. De extra hoeveelheid beschikbare stikstof bij de verschillende verdunningen was op locatie Wageningen steeds hoger dan op locatie Zegveld omdat op de hoeveelheid toegediende ammoniumstikstof met drijfmest gemiddeld bijna 40 kg per ha hoger was. De hoeveelheden extra beschikbare stikstof bleken binnen voorliggend onderzoek te klein om tot significante effecten op de N-opname door het gewas te leiden. Alleen het verschil in N-benutting en N-recovery op jaarbasis tussen de behandelingen met onverdunde mest en verdunde mest met een verdunning van 1 deel mest : 1 deel water (zonder aanvulling met kunstmest-N) was op locatie Wageningen significant. De stikstofopbrengst op jaarbasis van deze behandeling met verdunde mest was 31 kg per ha hoger dan van de behandeling met onverdunde mest (Tabel 12), terwijl de berekende hoeveelheid extra beschikbare stikstof 24 kg per ha was.

In Figuur 13 zijn de berekende hoeveelheden extra beschikbare stikstof van de verschillende verdunningen ten opzichte van onverdunde mest op de beide proeflocaties uitgezet tegen de gemeten extra stikstofopname door het gewas (Tabel 12 en 17). Hieruit blijkt dat er een duidelijke relatie is tussen de berekende extra beschikbare stikstof en de gemeten extra stikstofopname door het gewas, ondanks dat de verschillen tussen de stikstofopnames door het gewas van de behandelingen met verschillende verdunningen en die van de behandeling met onverdunde mest niet significant waren. Hierbij dient nog opgemerkt te worden dat gerekend is met gemiddelde emissies en emissiereducties. Beide kunnen variëren tussen proeven, evenals de stikstofbenutting tussen proeven en snedes. Opvallend is dat de gemeten extra stikstofopname door het gewas van de behandelingen met verdunde mest ten opzichte van de behandelingen met onverdunde mest gemiddeld een factor 1,2 hoger was dan de berekende extra hoeveelheid beschikbare stikstof door minder ammoniakverlies. Ondanks dat het groeiseizoen van 2016 gekenmerkt werd door relatief veel neerslag (zie hoofdstuk 2.5) heeft het extra vocht wat bij verdunde mest toegediend wordt mogelijk bijgedragen aan extra N-opname.



Figuur 13 Relatie tussen de berekende hoeveelheid extra beschikbare stikstof bij aanwenden van verdunde mest ten gevolge van emissiereductie ten opzichte van onverdunde mest en de gemeten extra stikstofopname door het gewas. Boven de punten zijn de bijbehorende verdunningen aangegeven, $1 : x = 1$ deel : x deel water

5 Conclusies

In dit onderzoek werd in twee veldproeven het effect van het verdunnen van runderdrijfmest, aangewend met de sleepvoetenmachine, op de grasopbrengst, N-benutting en N-recovery onderzocht. Eén veldproef werd aangelegd op kleigrond (Wageningen) en één op veengrond (Zegveld). Op jaarbasis werd er ca. 60 m³ drijfmest per ha (onverdund) aangewend (1^e snede 25, 2^e snede 20 en 4^e snede 15 m³ per ha). Totaal werden er vijf sneden geoogst. De sneden 3 en 5 werden alleen bemest met kunstmest. De resultaten van het onderzoek op de beide locaties kunnen als volgt worden samengevat:

Locatie Wageningen (kleigrond)

- Binnen de behandelingen zonder aanvulling met kunstmest-N gaf alleen de grootste verdunning van drijfmest (1 deel mest : 1 deel water) op jaarbasis een hogere de ds-opbrengst, N-benutting en N-recovery ten opzichte van onverdunde mest. De ds-opbrengst was bijna 10% hoger, de N-benutting was ruim 3,5 kg ds per kg N hoger en de N-recovery was ruim 11% (abs) hoger. De beide andere verdunningen (1 deel mest : 0,5 deel water en 1 deel mest : 0,25 deel water) lieten geen significante effecten zien ten opzichte van onverdunde mest.
- Binnen de behandelingen met aanvulling met kunstmest-N waren er geen significante effecten van het verdunnen van mest op de opbrengst en stikstofbenutting ten opzichte van onverdunde mest.

Locatie Zegveld (veengrond):

- Zowel binnen de behandeling zonder aanvulling met kunstmest-N als binnen de behandelingen met aanvulling met kunstmest-N waren er geen significante effecten van het verdunnen van mest op de opbrengst en stikstofbenutting ten opzichte van onverdunde mest.

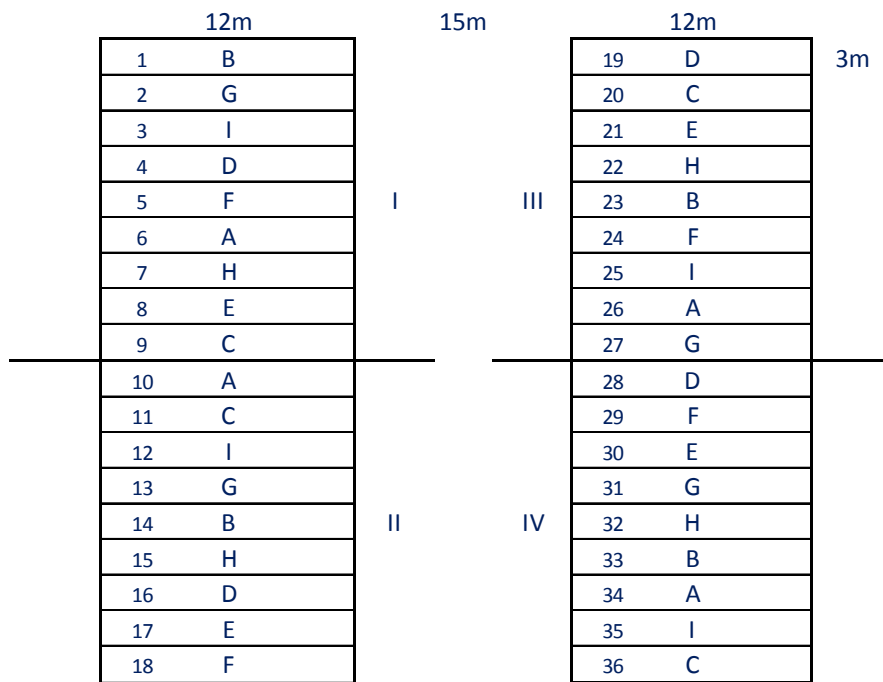
In het voorliggend onderzoek werd een duidelijke relatie gevonden tussen de berekende hoeveelheid extra beschikbare stikstof door aanwenden van mest met verschillende verdunningen en de gemeten extra stikstofopname door het gewas. Dit effect van het verdunnen van de mest resulteerde echter niet in significante effecten op de gewasopbrengst. Wat betreft N-benutting en N-recovery varieerde het effect van alleen een significant effect bij de grootste verdunning (1 deel mest : 1 deel water) op kleigrond tot geen significante effecten op veengrond. In het onderzoek van Van Schooten et al.(2015) werden duidelijker effecten op de gewasopbrengst gevonden van het verdunnen van drijfmest dan in voorliggend onderzoek. Een belangrijk verschil tussen beide onderzoeken waren de weers- en bodemomstandigheden. In voorliggend onderzoek waren die gemiddeld vochtiger dan in het onderzoek van Van Schooten et al.(2015). Op basis van beide onderzoeken kan geconcludeerd worden dat het uit oogpunt van gewasopbrengst alleen interessant is om mest verdund aan te wenden onder droge weers- en bodemomstandigheden. Echter om deze conclusie beter te kunnen onderbouwen wordt aanbevolen om de resultaten aan te vullen met nog minimaal één jaar onderzoek.

Referenties

- Commissie bemesting grasland en voedergewassen. 2014. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. www.bemestingsadvies.nl, Wageningen UR Livestock Research.
- Genstat Eighteenth Edition. 2015. www.vsni.co.uk, VSN International Ltd.
- Huijsmans, J.F.M. & R.L.M. Schils, 2009. Ammonia and nitrous oxide emissions following field-application of manure: state of art measurements in the Netherlands. Proceedings 655, International Fertiliser Society, 35 pp.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en H.A. van Schooten. 2015. Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Wageningen, Plant Research International, Wageningen UR, PRI-rapport 633, 33 pp.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol, H.A. van Schooten en B.R. Verwijs. 2017. Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland II. Resultaten 2016-2017. Wageningen, Plant Research International, Wageningen UR, PRI-rapport 754, 36 pp.
- Van Schooten, H.A., K.M. van Houwelingen en J.F.M. Huijsmans. 2015. Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door gras, Resultaten van twee oriënterende veldproeven, Livestock Research, Wageningen UR, Wageningen, rapport 912, 39 pp.

Bijlage 1 Schematisch overzicht proefvelden

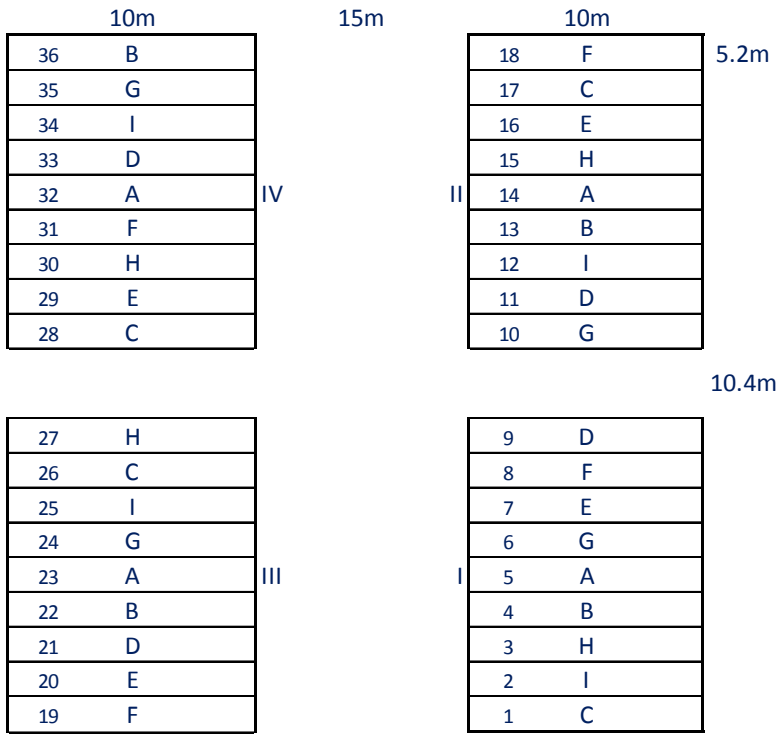
Locatie Wageningen



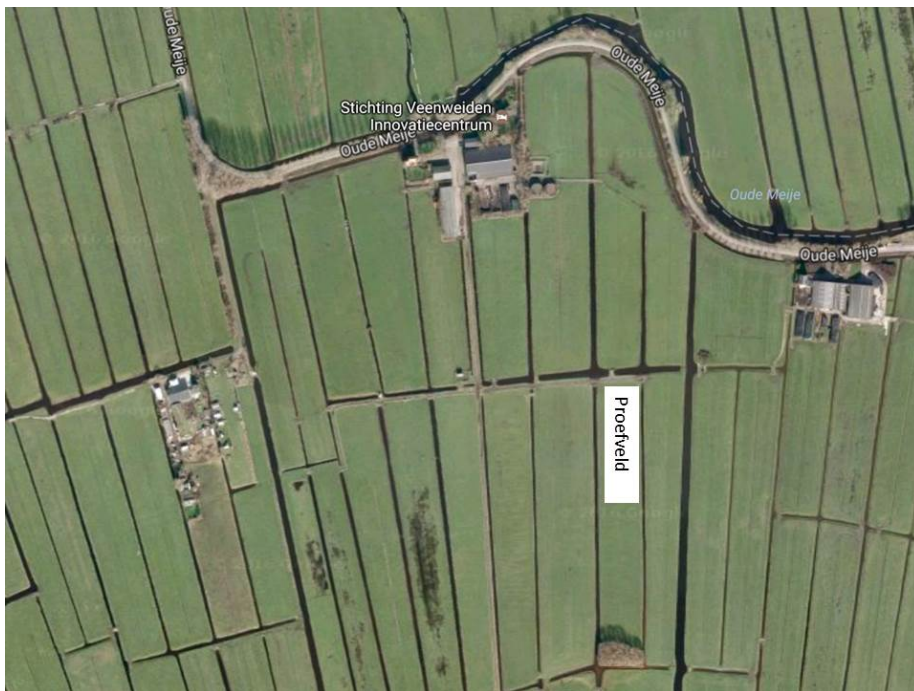
- A Geen mest
- B onverdund
- C verdund 1 mest : 0,25 water
- D verdund 1 mest : 0,5 water
- E verdund 1 mest : 1 water
- F onverdund +kunstmest-N
- G verdund 1 mest : 0,25 water +kunstmest-N
- H verdund 1 mest : 0,5 water +kunstmest-N
- I verdund 1 mest : 1 water +kunstmest-N



Locatie Zegveld



- A Geen mest
- B onverdund
- C verdund 1 mest : 0,25 water
- D verdund 1 mest : 0,5 water
- E verdund 1 mest : 1 water
- F onverdund
- G verdund 1 mest : 0,25 water +kunstmest-N
- H verdund 1 mest : 0,5 water +kunstmest-N
- I verdund 1 mest : 1 water +kunstmest-N



Bijlage 2 Opbrengst en samenstelling per veldje

Locatie Wageningen

Veld nr	Blok	Verdunning (mest : water)	Kunstm-N aanvulling	Ds-opbrengst (kg/ha)						Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)						N-opbrengst (kg/ha)						N-benutting (kg ds/ kg N)						N-recovery (%)					
				1	2	3	4	5	Tot	1	2	3	4	5	Gem	1	2	3	4	5	Tot	1	2	3	4	5	Gem	1	2	3	4	5	Gem
1	1	Onverdund	Niet	3954	1628	2251	1020	727	9580	134	149	130	166	164	141	85	39	47	27	19	217	-1.7	5.0	*	1.6	*	3.7	8.3	14.0	*	7.7	*	16.3
2	1	1 : 0,25	Wel	4767	2351	3894	1571	778	13361	185	212	166	194	177	185	141	80	103	49	22	395	3.2	7.7	41.1	8.0	1.6	9.3	32.6	34.8	132.4	32.5	17.5	43.4
3	1	1 : 1	Wel	4675	2211	3918	1675	948	13426	170	213	178	182	162	180	127	75	112	49	25	387	2.8	6.6	41.5	8.6	10.0	9.3	26.1	31.1	147.3	30.5	30.2	41.4
4	1	1 : 0,5	Niet	4351	1861	2362	1135	739	10446	138	138	111	156	158	135	96	41	42	28	19	226	2.1	7.2	*	3.2	*	6.7	18.7	15.9	*	9.3	*	19.3
5	1	Onverdund	Wel	4587	2250	3713	1508	955	13012	161	201	177	193	174	177	118	72	105	47	27	369	2.3	7.1	37.8	6.9	10.4	8.6	21.0	30.2	135.6	28.7	40.3	38.0
6	1	Geen bem	Niet	4129	1155	1633	902	747	8566	115	138	117	149	155	126	76	25	31	22	19	172	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	1	1 : 0,5	Wel	5736	2198	3867	1619	978	14397	174	205	185	189	172	183	160	72	114	49	27	422	7.9	6.6	40.6	8.1	11.5	11.1	41.3	29.4	152.5	31.1	41.9	47.7
8	1	1 : 1	Niet	5408	1658	2747	1196	805	11814	147	164	134	159	150	148	127	44	59	30	19	279	12.7	5.0	*	3.9	*	11.8	50.7	18.0	*	12.0	*	38.9
9	1	1 : 0,25	Niet	4753	1910	2787	1266	891	11607	143	162	126	163	157	145	109	50	56	33	22	270	6.0	7.9	*	5.3	*	11.3	31.3	25.1	*	16.7	*	36.3
10	2	Geen bem	Niet	3906	1113	1482	743	652	7895	122	128	117	143	160	127	76	23	28	17	17	160	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	2	1 : 0,25	Niet	5308	1642	2683	1289	647	11568	138	156	119	168	153	140	117	41	51	35	16	260	13.4	5.5	*	7.9	*	13.6	39.1	18.9	*	25.7	*	36.8
12	2	1 : 1	Wel	5368	2333	4130	1783	978	14591	180	195	173	190	184	182	155	73	114	54	29	425	7.5	7.6	48.1	11.6	16.3	12.9	40.0	31.2	157.4	41.6	60.5	50.7
13	2	1 : 0,25	Wel	5211	2479	3881	2050	1106	14727	183	226	194	197	184	195	153	90	120	65	33	460	6.5	8.8	43.6	15.6	22.7	13.3	38.2	42.9	168.6	56.8	79.3	58.2
14	2	Onverdund	Niet	4680	1618	2742	1031	692	10762	145	154	117	161	159	142	109	40	51	27	18	244	7.3	5.3	*	4.0	*	10.5	30.5	17.9	*	13.3	*	30.5
15	2	1 : 0,5	Wel	5178	2532	3980	1983	1003	14676	179	228	202	178	188	194	148	92	129	56	30	456	6.3	8.9	45.4	14.0	17.5	12.9	35.6	43.9	183.4	44.7	67.4	56.3
16	2	1 : 0,5	Niet	4640	1852	2483	1124	893	10992	148	148	128	164	160	146	110	44	51	29	23	257	6.8	7.5	*	5.2	*	11.1	31.2	21.3	*	17.1	*	34.5
17	2	1 : 1	Niet	4750	2143	2676	1727	849	12145	148	156	130	169	153	149	112	53	56	47	21	289	8.4	10.2	*	13.2	*	15.4	35.9	30.5	*	39.9	*	46.6
18	2	Onverdund	Wel	5571	2368	3798	1627	1056	14421	172	186	184	195	181	181	153	70	112	51	31	417	8.3	8.1	42.1	10.2	20.2	12.6	38.3	30.7	152.9	38.8	69.4	49.5
19	3	1 : 0,5	Niet	4340	1922	1836	1247	1120	10464	151	156	122	178	168	152	105	48	36	36	30	254	0.2	7.4	*	3.6	*	4.2	25.5	23.2	*	12.7	*	23.1
20	3	1 : 0,25	Niet	4117	2014	2033	1161	1207	10532	146	144	121	176	162	146	96	46	39	33	31	246	-1.9	8.6	*	2.6	*	4.6	17.9	22.2	*	9.5	*	20.9
21	3	1 : 1	Niet	4333	1824	1859	1217	1239	10472	146	147	114	175	166	146	101	43	34	34	33	245	0.1	6.3	*	3.2	*	4.3	23.6	17.7	*	10.6	*	20.1
22	3	1 : 0,5	Wel	5264	2423	3610	1626	1109	14032	184	224	169	201	196	190	155	87	98	52	35	426	4.7	7.8	31.7	7.3	8.9	9.0	38.3	38.9	112.3	29.6	48.9	45.2
23	3	Onverdund	Niet	4375	1964	2204	1066	1103	10713	136	138	118	181	171	141	95	43	42	31	30	241	0.5	8.1	*	1.2	*	5.2	16.8	19.1	*	6.5	*	18.9
24	3	Onverdund	Wel	5558	2755	3354	1916	1361	14944	161	196	209	194	198	186	143	86	112	59	43	444	6.2	10.1	27.0	10.7	21.5	10.9	32.7	39.5	138.8	38.2	90.6	49.1
25	3	1 : 1	Wel	5256	2533	3712	1852	1525	14878	191	214	192	204	198	198	161	87	114	60	48	470	4.8	8.4	33.6	9.8	29.7	10.7	42.4	38.4	142.2	38.3	116.5	53.9
26	3	Geen bem	Niet	4321	1190	1867	979	931	9287	112	132	120	167	168	128	77	25	36	26	25	190	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	3	1 : 0,25	Wel	5075	2600	3850	1748	1290	14563	187	218	191	196	189	195	152	91	118	55	39	454	3.8	9.0	36.1	9.2	18.0	10.3	37.3	42.0	148.8	34.2	70.0	51.4
28	4	1 : 0,5	Niet	4960	2175	2581	1583	1303	12602	147	158	132	181	174	153	117	55	55	46	36	308	8.1	8.9	*	6.9	*	12.0	39.6	28.7	*	25.7	*	42.7
29	4	Onverdund	Wel	5190	2628	3870	1898	1170	14756	194	217	188	199	196	197	161	91	116	60	37	466	5.5	8.6	34.2	9.4	18.5	10.6	43.3	41.6	139.3	38.3	76.0	53.4
30	4	1 : 1	Niet	4779	2111	2872	1664	1017	12443	156	153	128	176	178	154	119	52	59	47	29	306	6.8	8.1	*	7.9	*	11.6	44.8	24.9	*	26.7	*	42.3
31	4	1 : 0,25	Wel	5303	2444	3825	1858	1343	14774	200	220	198	195	187	201	170	86	121	58	40	475	6.1	7.4	33.4	9.3	27.2	10.7	47.9	38.1	148.0	36.9	93.4	55.6
32	4	1 : 0,5	Wel	5507	2282	4325	1935	1260	15309	218	218	175	219	196	204	192	80	121	68	40	500	7.0	6.2	42.5	9.7	23.0	11.6	58.3	33.4	147.8	46.2	90.0	59.3
33	4	Onverdund	Niet	4213	2090	2709	1545	1149	11706	158	153	132	178	182	156	107	51	57	44	33	292	1.1	8.4	*	6.5	*	9.0	30.7	25.7	*	23.6	*	37.8
34	4	Geen bem	Niet	4092	1293	1989	1075	800	9249	113	129	125	157	168	128	74	27	40	27	22	189	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
35	4	1 : 1	Wel	5748	2581	3649	1896	1462	15336	223	212	193	209	189	209	205	88	113	63	44	513	8.4	8.0	30.2	9.2	33.1	11.7	66.9	37.9	132.6	40.7	113.6	62.2
36	4	1 : 0,25	Niet	4270	1910	2820	1413	766	11179	161	153	127	177	186	155	110	47	57	40	23	277	1.7	6.4	*	4.9	*	7.2	34.4	20.9	*	18.9	*	32.6

Locatie Zegveld

Veld nr	Blok	Verdunning (mest : water)	Kunstm-N aanvulling	Ds-opbrengst (kg/ha)						Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)						N-opbrengst (kg/ha)						N-benutting (kg ds/ kg N)						N-recovery (%)					
				1	2	3	4	5	Tot	1	2	3	4	5	Gem	1	2	3	4	5	Tot	1	2	3	4	5	Gem	1	2	3	4	5	Gem
1	1	1 : 0,25	Niet	2564	3075	1488	1891	1686	10704	143	156	131	169	187	157	59	77	31	51	50	268	1.9	9.2	*	2.0	*	4.1	14.7	30.0	*	7.5	*	17.2
2	1	1 : 1	Wel	3639	3128	1644	2421	2232	13065	185	195	154	193	212	190	108	98	41	75	76	396	7.0	6.1	3.0	9.8	35.0	7.8	35.3	37.0	17.7	42.5	164.2	39.6
3	1	1 : 0,5	Wel	3878	3355	1629	2460	2112	13433	166	204	145	174	196	179	103	109	38	68	66	385	8.5	7.4	2.7	11.1	27.0	8.6	33.3	43.3	11.6	34.7	101.0	36.5
4	1	Onverdund	Niet	3318	2924	1681	1960	1645	11529	140	168	123	174	206	160	74	79	33	55	54	295	9.9	6.3	*	3.4	*	7.8	31.7	29.7	*	14.6	*	29.1
5	1	Geen bem	Niet	2381	2455	1507	1803	1708	9853	116	144	135	166	187	147	44	57	33	48	51	232	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1	1 : 0,25	Wel	4012	3252	1565	2523	1975	13328	177	212	146	177	199	185	114	110	37	71	63	395	9.4	7.1	1.3	12.4	17.8	8.6	40.0	47.9	8.9	40.6	78.7	40.2
7	1	1 : 1	Niet	3243	3234	1394	2057	1596	11524	194	164	124	170	186	172	101	85	28	56	48	317	8.2	11.8	*	5.3	*	7.6	53.9	42.9	*	16.7	*	38.5
8	1	Onverdund	Wel	3366	3391	1658	2265	2295	12976	140	193	158	163	195	170	75	105	42	59	72	353	5.8	7.9	3.4	7.6	39.2	7.6	18.3	40.4	20.8	18.4	136.8	29.4
9	1	1 : 0,5	Niet	4164	2930	1593	2196	1783	12666	153	175	128	180	196	166	102	82	33	63	56	336	17.5	6.2	*	8.9	*	12.6	56.7	33.0	*	34.7	*	46.3
10	2	1 : 0,25	Wel	3810	3241	1461	2451	2029	12993	192	204	167	193	199	193	117	106	39	76	65	402	3.6	3.7	-6.2	10.5	18.3	4.1	28.9	37.1	0.0	50.1	65.7	32.4
11	2	1 : 0,5	Niet	3175	2984	1580	1857	1826	11423	150	165	131	181	193	163	76	79	33	54	56	298	-0.1	2.1	*	0.3	*	0.3	9.2	19.1	*	16.2	*	12.1
12	2	1 : 1	Wel	3847	3094	1623	2704	2060	13329	172	213	166	177	204	187	106	105	43	77	67	398	3.7	2.5	-2.6	13.6	20.4	4.8	21.7	37.3	9.1	47.4	83.3	30.7
13	2	Onverdund	Niet	2518	2937	1618	2198	2000	11271	141	160	135	182	178	160	57	75	35	64	57	288	-7.1	1.6	*	7.8	*	-0.4	-10.5	15.0	*	38.1	*	7.7
14	2	Geen bem	Niet	3188	2820	1742	1842	1755	11348	131	142	140	158	195	149	67	64	39	47	55	271	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	2	1 : 0,5	Wel	4378	3705	1961	2295	1848	14187	181	181	176	186	197	183	127	107	55	68	58	416	6.7	7.2	4.9	7.6	6.2	6.8	33.9	35.4	36.0	36.6	23.3	34.6
16	2	1 : 1	Niet	3323	2800	1833	1928	1849	11733	146	175	135	197	181	165	78	78	40	61	54	310	1.3	-0.3	*	1.8	*	1.8	10.3	21.7	*	29.4	*	17.7
17	2	1 : 0,25	Niet	3289	2792	1842	2087	1790	11800	147	167	150	194	204	169	77	75	44	65	58	319	1.0	-0.4	*	5.7	*	2.2	10.7	15.6	*	42.2	*	23.0
18	2	Onverdund	Wel	3371	3186	1758	2587	1958	12859	180	209	161	190	195	189	97	107	45	79	61	389	1.1	3.1	0.4	12.3	13.5	3.7	17.8	35.6	13.9	52.8	42.1	28.6
19	3	Onverdund	Wel	3947	2792	1836	2040	2322	12937	205	218	164	179	204	198	129	97	48	58	76	409	5.4	0.5	2.6	7.8	20.9	4.6	38.3	27.0	29.3	21.2	145.3	35.4
20	3	1 : 1	Niet	3245	2991	1713	1941	1840	11731	154	173	147	174	187	166	80	83	40	54	55	312	2.1	3.9	*	7.8	*	3.1	14.9	26.7	*	17.6	*	21.9
21	3	1 : 0,5	Niet	3398	2853	1792	2075	1739	11857	150	171	124	175	185	161	82	78	36	58	51	305	3.7	1.5	*	11.5	*	3.6	16.9	16.7	*	28.3	*	18.2
22	3	Onverdund	Niet	3915	2701	1587	1773	1674	11649	121	176	117	181	189	152	76	76	30	51	51	284	9.4	-0.5	*	4.6	*	2.8	12.0	14.6	*	12.7	*	9.0
23	3	Geen bem	Niet	3025	2735	1721	1564	2009	11053	133	149	127	182	168	149	64	65	35	46	54	264	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24	3	1 : 0,25	Wel	3538	3539	1963	2013	2088	13140	145	201	164	189	195	178	82	114	51	61	65	373	3.0	7.2	5.4	7.7	5.3	5.2	10.2	43.3	36.7	26.4	74.3	27.1
25	3	1 : 1	Wel	4245	2729	1804	2251	1925	12954	197	204	151	189	196	191	134	89	44	68	60	395	6.8	-0.1	1.8	10.9	-5.6	4.6	38.6	21.5	19.1	35.6	42.4	31.6
26	3	1 : 0,25	Niet	2736	2759	1373	1844	1843	10556	152	157	126	173	171	157	67	69	28	51	50	265	-2.9	0.4	*	6.5	*	-2.4	2.2	6.1	*	12.8	*	0.4
27	3	1 : 0,5	Wel	3793	3213	1532	2191	2365	13094	208	210	156	187	204	198	126	108	38	66	77	415	4.3	3.9	-4.2	10.6	23.7	4.9	35.0	35.0	7.3	33.8	154.6	36.1
28	4	1 : 0,25	Niet	3738	2842	1580	1865	1824	11848	155	167	139	176	195	165	93	76	35	53	57	313	9.9	-1.2	*	5.2	*	8.2	40.3	-2.5	*	11.7	*	27.6
29	4	1 : 1	Niet	4030	2871	1717	1769	1869	12257	165	171	124	190	185	167	106	79	34	54	55	328	12.1	-0.8	*	2.7	*	9.7	51.0	1.4	*	13.1	*	33.2
30	4	1 : 0,5	Wel	4013	3077	1695	1953	2329	13067	168	204	167	186	219	188	108	100	45	58	82	393	7.1	1.3	16.1	5.3	32.0	7.0	31.0	18.7	52.8	18.0	171.2	32.9
31	4	Onverdund	Wel	3788	3139	1295	2309	2069	12599	175	196	164	186	202	186	106	98	34	69	67	374	6.0	1.8	7.3	11.0	14.7	6.0	31.2	17.5	27.6	35.0	73.0	28.9
32	4	Geen bem	Niet	2760	2922	968	1639	1849	10139	120	166	139	181	189	158	53	78	22	47	56	256	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
33	4	1 : 0,5	Niet	3340	3033	1566	1855	1939	11732	140	158	140	183	168	156	75	77	35	54	52	293	5.7	1.4	*	4.9	*	7.1	21.4	-1.2	*	15.2	*	16.7
34	4	1 : 1	Wel	3941	3424	2218	2441	2100	14125	213	192	159	171	201	190	134	105	56	67	68	430	6.6	4.5	27.8	12.7	16.7	9.6	45.3	24.8	77.5	30.6	77.5	42.2
35	4	1 : 0,25	Wel	4324	3230	1541	2657	1941	13692	178	197	159	169	203	182	123	102	39	72	63	399	9.0	2.7	12.7	17.5	6.1	8.8	40.4	21.5	39.3	42.0	47.5	35.5
36	4	Onverdund	Niet	3224	3100	1721	2079	1820	11944	143	171	144	179	189	164	74	85	40	60	55	313	4.9	2.4	*	9.6	*	8.4	21.8	9.7	*	26.4	*	26.6

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Livestock Research Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl [www.wur.nl/
livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen 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 University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research 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, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.

