

Het effect van minder dierlijke mest bemesten op de voederwaarde van de eerste snede gras 2022

Afstudeerwerkstuk naar het effect van minder dierlijke minerale stikstof bemesten op de opbrengst en voederwaarde van de eerste snede gras 2022

7 juni 2022



Naam: Michel Rodijk

Opleiding: Dier- & Veehouderij

Plaats: Dronten

Datum: 7 juni 2022

Begeleider: Arthanja Verweij – van Woerden



AERES
HOGESCHOOL
DRONTEN

Feijen
Diervoeders

Het effect van minder dierlijke mest bemesten op de voederwaarde van de eerste snede gras 2022

Afstudeerwerkstuk naar het effect van minder dierlijke minerale stikstof bemesten op de opbrengst en voederwaarde van de eerste snede gras 2022

Auteur: Michel Rodijk
3027734@aeres.nl
michel-rodijk@hotmail.com
+31 6 13297758

Opleiding: Aeres Hogeschool Dronten
De Drieslag 4
8251 JZ Dronten

Opdrachtgever: Examencommissie Aeres Hogeschool
De Drieslag 4
8251 JZ Dronten

Feijen Diervoeders Dalfsen
Rondweg 14
7721 AA Dalfsen

Afstudeerdocent: Arthanja Verweij – van Woerden
a.verweij@aeres.nl

Begeleider Feijen Paul Willems
p.willems@feijendalfsen.nl
+31 6 29451818

Raymond Holtmaat
r.holtmaat@feijendalfsen.nl
+31 6 53625323

Beau Feijen
b.feijen@feijendalfsen.nl
+31 6 34069591

Datum: 7 juni 2022

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt afstudeerwerkstuk 'het effect van minder dierlijke mest bemesten op de voederwaarde van de eerste snede gras 2022'. Rapport is het meesterwerk van de opleiding Dier- en Veehouder aan de Aeres Hogeschool te Dronten. Het afstudeerwerkstuk is een onderdeel van het laatste jaar van de opleiding. Dit rapport geeft het vooronderzoek, aanpak, resultaten en conclusies/aanbevelingen weer over het onderzoek die is uitgevoerd.

De Aeres Hogeschool, examencommissie, is de opdrachtgever van het onderzoek. Om goede data en informatie te verkrijgen is er een samenwerking met Feijen diervoeders in Dalfsen. Vanuit Feijen was er ook interesse om dit onderwerp verder uit te zoeken.

Via deze weg wil ik ook graag de begeleiders bedanken. Dit zijn Paul Willems, Raymont Holtmaat en Beau Feijen van Feijen diervoeders in Dalfsen. Bij hun kon ik terecht om informatie in te winnen en de praktische opzet van het onderzoek te bespreken. Vanuit Aeres Hogeschool heeft Arthanja Verweij mij begeleid. Ook wil ik haar bedanken voor de begeleiding en hulp.

Veel leesplezier!

Michel Rodijk
Nieuw Heeten, 7 juni 2022

Samenvatting

Het aantal grootvee-eenheden is gestegen tot het jaar 2016 waarna het daarna is gedaald en afgevlakt tot het niveau van het jaar 2008 en tegelijkertijd is de melkproductie per koe toegenomen. Hierdoor is er meer milieuvervuiling zoals, nitraat uitspoeling en stikstofvervluchting. Om het milieu te ontzien zijn er de afgelopen jaren al meerdere maatregelen genomen zoals de nitraatrichtlijn. Doordat Nederland niet heeft voldaan aan de laatste nitraatrichtlijn is het onbekend als Nederland een derogatie vergunning krijgt op het uitrijden van dierlijke mest. Tevens is het voor de komende jaren onzeker als er een derogatievergunning komt. Als de Nederlandse veehouderij terug moet naar minder dierlijke stikstof bemesten is het handig om al te weten wat de invloeden zijn op de grasland opbrengsten. Om deze redenen is het onderzoek opgesteld met de volgende hoofdvraag:

Wat is de invloed van minder dierlijke minerale stikstof bemesten voor de eerste snede 2022 op de opbrengst en voederwaarde van de eerste snede van 2022 op zandgrond?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden is er een onderzoek opgesteld. Er zijn zeven keer vier proefvelden opgesteld waarbij er bij de vier proefvelden elke keer minder dierlijke N mineraal wordt bemest en aangevuld met kunstmest. Op deze manier blijft de totale toegediende stikstof gelijk. Door op twee momenten de drogestof opbrengst te meten en een voeranalyse uit te voeren door een laboratorium zijn de opbrengsten in kaart gebracht.

Uit de resultaten blijkt dat er na zeven groeiweken geen significant verschil is in drogestof opbrengst. Na acht groeiweken is er significant verschil aangetoond ($P=0,049$) dat er tussen het proefveld, waar het meest drijfmest is bemest (veld 4), meer droge stof is geoogst dan bij het proefveld waar het minst drijfmest is bemest (veld 1). Het verschil bedraagt 490 kilogram droge stof. Tevens is er ook een significante relatie tussen de proefvelden en de drogestof opbrengsten. Verder was er geen verschil in de voederanalyse aangetoond.

Doordat er mengmonsters van de proefvelden zijn geanalyseerd is de betrouwbaarheid van de resultaten laag. Daarnaast heeft het weer een sterke invloed gehad op het ruw eiwit/suiker verhouding.

De conclusie van het onderzoek is dat er bij meer dierlijke minerale stikstof bemesting meer kilogram droge stof groeit met een gelijkblijvende voederwaarde. Door deze verschillen in massa van het gewas met een dezelfde voeranalyse kan een veehouder bepalen hoeveel gras hij oogst met dezelfde voederwaarde. Hierdoor kan hij zijn drijfmest beter inzetten over de grassneden of andere gewassen.

Summary

The number of dairy cows increased until the year 2016 after which it decreased and levelled off to the level of 2008 and at the same time the milk production per cow increased. As a result, there is more environmental pollution such as nitrate leaching and nitrogen volatilisation. To protect the environment, several measures have been taken in recent years, such as the Nitrate Directive. Because the Netherlands has not complied with the latest Nitrate Directive, it is unknown if the Netherlands will receive a derogation permit for the spreading of animal manure. It is also uncertain for the coming years if a derogation permit will be granted. If the Dutch livestock sector has to return to applying less animal nitrogen, it is useful to already know what the influences are on grassland yields. For these reasons, the research has been set up with the following main question:

What is the influence of applying less animal mineral nitrogen for the first cut 2022 on the yield and feed value of the first cut 2022 on sandy soil?

To answer this main question, a study has been set up. Seven times four test fields were set up, whereby each time less animal N mineral is fertilised and supplemented with artificial fertilizer. In this way, the total amount of nitrogen applied remained the same. By measuring the dry matter yield at two points in time and by having a feed analysis carried out by a laboratory, the yields were charted.

The results show that there is no significant difference in dry matter yield after seven weeks of growth. After eight weeks of growth, a significant difference was shown ($P=0.049$) that more dry matter was harvested in the trial field where the most manure was applied (field 4) than in the trial field where the least manure was applied (field 1). The difference is 490 kilograms of dry matter. There was also a significant relationship between the trial fields and the dry matter yields. Furthermore, there was no difference in the feed analysis.

Due to the fact that mixed samples from the trial fields were analysed, the reliability of the results is low. In addition, the weather had a strong influence on the crude protein/sugar ratio.

The conclusion of the study is that with more animal mineral nitrogen fertilisation, more kilograms of dry matter grow with the same feed value. By using these differences in the mass of the crop with the same feed analysis, a farmer can determine how much grass he will harvest with the same feed value. This allows him to better apply his manure over the grass cuts or other crops.

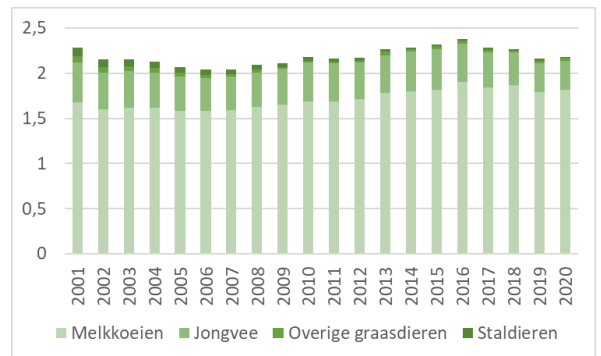
Inhoud

1.	Inleiding	6
1.1	Derogatie	7
1.2	Stikstof bemesting	8
1.3	Invloed van bemesting op de grasopbrengst	11
1.4	Eiwit van eigen land.....	13
1.5	Knowledgegap	14
2.	Materiaal en Methode	15
3.	Resultaten.....	17
3.1	Drogestof opbrengsten	17
3.2	Voederwaarde opbrengsten	18
3.3	De relatie tussen afname in dierlijke Nmineraal en toename van N uit kunstmest op de grasopbrengst.....	19
4.	Discussie	20
5.	Conclusies en aanbevelingen	22
5.1	Conclusie	22
5.2	Aanbevelingen.....	22
	Bronnenlijst	24
	Bijlage	28
	Bijlage 1: Droge stof opbrengst meting 1.....	28
	Bijlage 2: Droge stof opbrengst meting 2.....	28

1. Inleiding

In de melkveehouderij wordt de grondgebondenheid steeds belangrijker. Tot en met het jaar 2016 is het aantal grootvee-eenheden (GVE) per hectare gestegen. Dit heeft te maken met het afschaffen van het melkquotum in 2015. De jaren na 2016 is het aantal GVE per hectare afgenomen tot de jaren 2019 en 2020, in die jaren is het afgevlakt. In figuur 1 is een overzicht te zien van het aantal GVE per hectare van de afgelopen 20 jaren. Gelijktijdig met de stijging van het aantal GVE per hectare is ook de melkproductie per hectare gestegen. Dit komt doordat er meer koeien per bedrijf werden gehouden maar met hetzelfde aantal hectares grond.

Tevens is de gemiddelde productie per koe gestegen. De stijging in melkproductie komt mede door meer voer van buiten het bedrijf, zowel krachtvoerders als ruwvoer (Van Leeuwen, 2021). Door deze groei is vervuiling van het milieu toegenomen. Om deze redenen zijn er al maatregelen getroffen, zoals de nitraatrichtlijnen en het fosfaatrechtenstelsel. Daarnaast zijn er ook initiatieven vanuit de sector, zoals de 65% eiwit van eigenland regeling om te zorgen voor minder vervuiling van het milieu (Smit, 2021).



Figuur 1 Overzicht van het aantal GVE per hectare (Van Leeuwen, 2021)

Een koe is erop ingesteld om voer te verwerken tot melk. De magen (pens, lebmaag, boekmaag en netmaag) zorgen ervoor dat deze voeders worden gefermenteerd, zodat de voedingsstoffen later kunnen worden opgenomen. Voor een goede energie en eiwit opname voor de koe is het belangrijk dat deze voeders de juiste hoeveelheden van deze verschillende energie en eiwitten bevatten. Deze eiwitten zijn er in verschillende vormen, darm verteerbaar eiwit (DVE), onbestendig eiwit (OEB) en ruweiwit (RE). De energie kan worden uitgesplitst in voeder eenheid melk (VEM), suikers en koolhydraten. Door de hoeveelheid en tijdstip van bemesting, het tijdstip van maaien en de hoeveelheid product wat er staat, kan de voederwaarde van het gewas beïnvloed worden (Van Schoten & Zom, 2002). In het rantsoen van de melkkoeien moeten deze voederwaardes ook allemaal in de juiste hoeveelheden aanwezig zijn. Het rantsoen is vaak een samenstelling van (meerdere) grassneden, mais, bijproducten, zoals hooi en restproducten, en krachtvoerders. Vaak wordt er pas achteraf, wanneer het gras is bemonsterd en er een rantsoen moet worden samengesteld, gekeken wat de voederwaarde is en hoe dit goed toe te passen is. Met de huidige dure krachtvoerders en de komende regelgeving over de hoeveelheid eiwit van eigenland is het van belang om hier vooraf al over na te denken.

Op het uitrijden van dierlijke mest kunnen Nederlandse veehouders een derogatie vergunning krijgen. Als een veehouder in Nederland een derogatievergunning heeft, mag hij 230 of 250 kilogram stikstof per hectare uit dierlijke mest op het land aanwenden. Wanneer een veehouder geen derogatievergunning heeft, mag de veehouder 170 kilogram stikstof uit dierlijke mest aanwenden volgens de regels de Europese Unie. De totale hoeveelheid stikstof (dierlijk en kunstmest) die een veehouder mag aanwenden per hectare blijft hetzelfde bij wel of geen derogatie (Hofman, 2021; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, z.d.a).

Voor het huidige jaar (2022) is het onzeker als er derogatie komt vanuit de Europese Unie. De Europese Unie (EU) heeft nog geen vergunning verleend aan Nederland omtrent derogatie. De EU is onvoldoende overtuigd is dat het zevende actieprogramma Nitraatrichtlijn helpt om alle doelen te halen van de waterkwaliteit in Nederland. Het lijkt erop dat er pas in de tweede helft van 2022 een derogatievergunning worden verleend aan Nederland vanuit de EU (Smit, 2021).

Om bovenstaande redenen is dit onderzoek opgesteld; met welke bemesting kan de veehouder het beste voldoen aan de (nieuwe)regelgeving, en kan hij zijn optimale grassnede oogsten voor het rantsoen? Als eerste wordt de literatuur bestudeerd om de huidige kennis te vergaren. Over de mest(samenstelling), voer(samenstelling) en de bemestingsmogelijkheden worden onderzocht. Deze informatie geeft weer wat er al bekend is over dit onderwerp. Daarna kan er verder worden onderzocht naar het onbekende om optimaal gras te oogsten voor de veehouder.

In het onderzoek worden de proefvelden onderverdeeld in bemesting met verschillende hoeveelheden stikstof (N) uit dierlijke mest. Dit wordt gedaan, omdat de hoeveelheid N uit dierlijke mest bij derogatie ook de beperkende factor is. Om die reden wordt in dit vooronderzoek voornamelijk ingegaan op N-bemesting.

1.1 Derogatie

Er zijn gebruiksnormen voor de veehouderij hoeveel stikstof er geplaatst mag worden op een hectare landbouwgrond. Normaal gesproken is dit vanuit de Europese Unie 170 kilogram stikstof per hectare. Een bedrijf kan hierop een uitzondering krijgen, wanneer er aan bepaalde regels worden voldaan. Deze uitzondering wordt derogatie genoemd. In de Europese Unie zijn enkele landen naast Nederland die ook derogatie kunnen aanvragen. Dit zijn Vlaanderen, Denemarken, Ierland en Italië (Oppewal, 2021). Als een melkveebedrijf in Nederland voldoet aan de regels mag er 230 of 250 kilogram stikstof per hectare worden aangewend op landbouwgrond. De hoeveelheid is regio afhankelijk en wordt bepaald door de grondsoort. Er mag maximaal 230 kilogram stikstof worden aangewend op zand- en lössgrond in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg. Alle overige gronden mag er maximaal 250 kilogram stikstof uit graasdierenmest worden aangewend (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, z.d.a).

Naast de maximale hoeveelheid mestgift zijn er nog enkele andere regels waaraan de veehouder zich moet houden bij een derogatievergunning (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, z.d.):

- Geen gebruik maken van fosfaatkunstmest
- Er mag niet bovengronds mest worden uitgereden
- Gebruik van de sleepvoetbemester mag alleen bij buitentemperatuur <20 graden Celsius en mest met water verdund op klei- of veengrond.
- Minimaal 80% van de landbouwgrond is grasland.

Door een derogatie vergunning aan te vragen mag de veehouder dus meer drijfmest aanwenden op het land en kan zo besparen op de aankoop van kunstmest. Daarnaast scheelt het ook in het afvoeren van de dierlijke mest bij een mestoverschot op het bedrijf.

Tot het jaar 2018 was het normaal dat er vanuit de Europese Unie een derogatie werd verleend aan Nederland voor een periode van 4 jaar. Omdat er in 2017 mestfraude heeft plaats gevonden is er voor de jaren 2018 en 2019 een derogatie verleend voor een periode van twee jaar. Voor de jaren 2020 en 2021 is ook een derogatievergunning verleend voor twee jaar. Voor het huidige en komende jaren is het nog onzeker of er derogatie komt (Smit, 2021).

1.2 Stikstof bemesting

Een goede teelt is alleen mogelijk wanneer dit gebeurt onder goede omstandigheden. De grond, bodembewerkingen en bemesting moeten goed worden uitgevoerd. Enkele basisvoorwaarden voor de bodem zijn textuur, structuur, waterhuishouding en de zuurtegraad. Deze basisvoorwaarden worden (in)direct beïnvloed door bemesting. Daarnaast geeft bemesting voedingstoffen en mineralen aan de bodem. De plant kan deze opnemen om te groeien en zichzelf van voedingstoffen te voorzien (Hoekstra, et al., 2010). Drijfmest bevat verschillende nutriënten en gehalten. De gemiddelde gehalten over de afgelopen vijf jaar zijn hieronder weergegeven in de tabel 1.

Tabel 1 Gemiddelde gehalten rundveedrijfmest van 2017 tot en met 2021 (Eurolab, z.d.)

Drogestof	Organische stof	N*-totaal	N-mineraal	N-Organisch	P ₂ O ₅ *	K ₂ O*	MgO*	Na ₂ O*	S ₃ *
9,2%	7,1%	4,0	1,9	2,1	1,5	5,4	1,2	0,8	0,7

*N = Stikstof, P₂O₅ = Fosfaat, K₂O = Kaliumoxide, MgO = Magnesiumoxide, Na₂O = Natriumoxide, S₃ = Selenium

Deze stikstof- en fosfaatgehalten zijn de forfaitaire normen. Met deze gehalten moet een veehouder rekenen om te bepalen hoeveel kuub dierlijke mest er in een jaar kan worden aan- en afgevoerd. Wanneer een veehouder een bemestingsplan maakt en er zijn geen gemonsterde gehalten, dan wordt er ook met deze gehalten gerekend (Rijksdiens voor ondernemend Nederland, z.d.).

Bij een hogere drogestof gehalte zijn de gehalten in de mest hoger. Dit geldt niet voor N-mineraal (N-min) deze blijft wel gelijk (EurofinsAgro, z.d.a). Uit onderzoek van Schils (1992) blijkt dat het verdunnen van mest met water invloed heeft op de opbrengsten van de grasoogst. De opbrengsten, zowel in kilogrammen drogestof als de stikstofopbrengst zijn hoger als er wordt verdund met water. Dit is te herleiden aan het feit dat de organische stikstof dan sneller vrijkomt (Schils, 1992). Dit is in relatie met de werkingscoëfficiënt, meer hierover is verderop in het rapport te lezen.

Stikstof (N) is op te delen in stikstof in organische vorm (N-org) en stikstof in minerale vorm (N-min), beide soorten komen ongeveer respectievelijk 51% en 49% voor in de mest. N-org komt later beschikbaar als N-min. Dat komt omdat deze stikstof eerst moet worden gemineraliseerd om door de gewassen te kunnen worden opgenomen. Deze afbraak kan meerdere tientallen jaren duren. Maar wanneer er elk jaar een dezelfde hoeveelheid N-org wordt aangevoerd blijft het in evenwicht. De mineralisatie in de bodem gebeurt door de schimmels, bacteriën en andere bodemmicroben. Deze organismen breken de organische meststoffen af tot humus waardoor de nutriënten beschikbaar komen en op te nemen zijn door de plant (Calderon, McCarty, & Reeves, 2005).

De snelheid waarmee N-org vrijkomt heeft ook te maken met de voeding van de koeien. De koeien breken in de pens al een deel van het eiwit af. Hoeveel dat is, ligt aan de verteringcoëfficiënt van de organische stof (VCOS). Het deel wat de koe niet afbreekt komt in de mest terecht. Dit is dus het moeilijk af te breken stikstof (De Visser & Van Eekeren, 2004). Deze stikstof is organisch gebonden en is in relatie met het drogestof percentage in de mest. Als het drogestof percentage hoger is, is de N-org ook hoger (Jaspers & Riemersma, 2022). Van de bemesting voor de eerste snede komt ongeveer 3% van N-org vrij voor de eerste snede. Wanneer het wordt aangemengd met water kan dit op lopen met enkele procenten tot wel 20% (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2021).

Naast de N-org is er ook minerale stikstof beschikbaar in de mest. N-min is anorganisch en bestaat voornamelijk uit ammonium stikstof (NH₄). Deze ammonium is vooral afkomstig uit het ureum in de urine (Anon, 2010). Tijdens en na het bemesten kunnen er wel grote verliezen optreden door vervluchtiging van de ammoniak. Dit kan oplopen tot wel 80%. Door emissiearm de mest toe te dienen kan dit worden verminderd (Anon, 2010).

Werkingscoëfficiënt stikstof

De bovengenoemde N-org en N-min zijn van invloed op de werkingscoëfficiënt van de stikstof (Wn). Bij verdunning van de mest met water wordt de werkingscoëfficiënt hoger. De organisch gebonden stikstof komt dan sneller vrij. Door het toevoegen van water kan de mest beter infiltreren in de grond en verspreiden naar de wortelen van de plant. Tevens is water een transportmiddel van nutriënten voor de plant, door het aanmengen is er direct water beschikbaar om de nutriënten te verdelen in de plant (Van Schooten en Huijsmans, 2015). Ook de drogestof percentage is van invloed op de benutting van de stikstof. Bij een hoger percentage drogestof is er meer N-org. Hierdoor zal er minder percentage van de toegediende stikstof vrijkomen (Verantwoordemelkveehouderij, 2015).

Tabel 2 Werkingscoëfficiënt stikstof (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2021)

Mestsoort		Snedes na toediening					
Toedieningsmethode		1	2	3	4	5	Tot.
Rundveedrijfmest							
Zodenbemester of –injectie	Wmin	61	15	4	1		81
Sleepvoeten onverdund**	Wmin	54	12	2	1		69
Sleepvoeten verdund 2:1*	Wmin	61	15	4	1		81
<i>Alle methoden, bij toedieningstijdstip</i>							
1 maart	Worg	3	4	5	5	3	20
10 mei	Worg	3	5	5	3	1	17
20 juni	Worg	4	5	3	1		13

Tijdens het onderzoek wordt er alleen drijfmest aangewend via een zodenbemester. Hiervoor geldt een Nw van 61% van N-min voor de eerste snede. Voor N-org geldt een werkingscoëfficiënt van 3%. De kunstmeststoffen die zijn gemaakt van nitraat en/of ammonium werken direct, omdat de plant het ook in de vorm van nitraat en ammonium opneemt. Als de kunstmest (deels) is gemaakt van een amide/ureum dan moeten deze eerst worden omgezet naar ammonium. Tijdens deze omzetting kan 20% worden verloren door ammoniakemissie. Onder natte omstandigheden kan het net als nitraat uitspoelen naar de bodem (Haanstra, 2011).

Uit een onderzoek van Vereniging tot Behoud van Boer en Milieu (VBBM; 2019) blijkt dat er ook invloeden zijn van buitenaf die de werkingscoëfficiënt beïnvloeden. De bodem moet op de juiste temperatuur zijn om te zorgen voor goede mineralisatie en zo goede benutting van de stikstof. De VBBM geeft aan dat er meestal pas vanaf maart drijfmest kan worden toegediend aangezien dan de bodemtemperatuur op orde is. Voor een goede mineralisatie is een bodemtemperatuur nodig van 15 graden Celsius of meer. Uit onderzoek van 2005 blijkt dat bij die temperatuur de mineralisatie significant toeneemt (Wang et. al., 2005). Van de 135 veehouders die meewerkten aan het onderzoek van VMVB is gekeken naar de manier van toedienen. Eén derde van de veehouders had vrijstelling om bovengronds uit te rijden en de andere lieten de mest zodenbemesten zonder water toediening en de andere sleepslangen met watertoediening. Hieruit bleek dat de veehouders met die bovengronds uitreden een betere benutting hadden de nutriënten. De onderzoekers verklaarden deze betere benutting aan het feit dat de mest netter wordt verdeeld over het perceel bij bovengronds uitrijden. Bij zodenbemesten wordt er veel drijfmest in smalle stroken toegediend. De bodem kan deze hoeveelheid niet zo snel verwerken en opnemen (VBBM 2019).

Stikstof in de mest komt dus voor in meerdere soorten, mineraal en organisch. Scheikundig is stikstof ook in meerdere vormen te vinden, onder andere nitraat. Voor een goede omzetting van nitraat naar N zijn er heterotrofe microben nodig (Meng, Ding, & Cai, 2004). Deze heterotrofe microben gebruiken koolstof als energiebron. De koolstof die de microben gebruiken zit in de organische stof in de mest. Door dit proces wordt het nitraat omgezet in de stikstof wat voor de plant beschikbaar is. Dit gebeurt in de volgende reactie (Emis, z.d.):



Hieruit blijkt dus dat er altijd dierlijke mest of een andere vorm van koolstof (compost) moet worden aangewend om te zorgen voor een goede opname door de plant. Als dit niet gebeurt, zal het nitraat uitspoelen naar het grondwater. Vervanging van rundveedrijfmest door nitraat houdende kunstmest leidt tot meer uitspoeling van nitraat (De Boer, 2017). De Boer geeft aan dat de uitspoeling komt door preferente stroming. Dit is stroming door de poriën en scheuren in de bodem (De Boer, 2017). Onderzoek van Cameron et al. (2013) spreekt dit tegen. Doordat grasland gedurende het gehele jaar stikstof op kan nemen en zo een hoge opname capaciteit heeft, is het uitspoeling risico lager. Het is wel afhankelijk van enkele toestanden van de bodem en omgeving. Volgens Cameron et al. (2013) is de omzetting van ammonium naar nitraat afhankelijk van de bodemgesteldheid (vochtgehalte, pH en nutriëntentoestand), maar ook door regenval en temperatuur. Bij een temperatuur van 10 graden Celsius wordt er slechts 20% ammonium omgezet in nitraat (Den Boer et. al., 2017). Nitrificatie is het beste bij een bodem met een pH van 4,5 tot 7,5 en een bodemtemperatuur van 25 graden Celsius (Haynes, Cameron, Goh, & Sherlock, 2012).

Zoals in tabel 1 te lezen is zit er in mest meer dan alleen N. Er zijn veel andere nutriënten die vanuit mest beschikbaar komen. Belangrijke onderdelen zijn ook fosfaat (P_2O_5) en Kali (K_2O). Fosfor is van belang voor de planten en dieren voor de energieoverdracht tussen cellen, groei, ontwikkeling en reproductie (Schoumans, Willems, & Van Duinhoven, z.d.). Voor de plant is P_2O_5 nodig om te zorgen voor de ontwikkeling van het wortelstelsel, uitstulping en stimuleert de groei. Kali is naast de N en P_2O_5 van belang voor drogestof opbrengst van het grasland. Kali speelt ook een belangrijke rol in de watervoorziening en transport in de plant (Schoumans, Willems, & Van Duinhoven, z.d.).

Naast dierlijke bemesting wordt er ook gebruikt gemaakt van kunstmest. Kunstmest zijn er in meerder soorten en worden voornamelijk gemaakt van nitraat, ammoniak en ureum of een mengsel van deze stikstof soorten. Deze stikstofsoorten hebben allemaal hun eigen werking, nitraat en ammonium kunnen snel worden opgenomen terwijl ureum eerst moet worden omgezet ammonium. Aan de hand van deze soorten kan een veehouder bepalen welke het beste werkt bij de omstandigheden. In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van Novurea, Powerbasic en Ntec kunstmest. Novurea is een stikstof kunstmest met 38% N. Dit is een mengsel van NH_2 (31,4%) en NH_4 (6,6%). Door het hoge aandeel van NH_2 is het een langwerkende kunstmest. Daarnaast is er een toevoeging van 18% zwavel (S) in Novurea. Powerbasic is een vloeibare kunstmest en bestaat uit 22% NH_2 aangevuld met 10% S. Deze meststof is net als Novurea langwerkend maar doordat het vloeibaar is wel sneller. Ntec is bestaat voor 7,5% uit NO_3 en 18,5% uit NH_4 . De plant kan deze vormen van stikstof makkelijk opnemen en daardoor snelwerkend. Daarnaast is Ntec ook aangevuld met 32,5% S. Novurea en Ntec kunstmest zijn voorzien van een nitrificatieremmer. Deze nitrificatieremmers zorgen ervoor dat de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor de nitrificatie worden geïnactiveerd. Op deze manier komt de ammoniumstikstof geleidelijke vrij en is het beter beschikbaar voor de plant (Jaspers & Riemersma, 2022). Bij gebruik van een nitrificatieremmer wordt de grasopbrengst in het voorjaar verhoogt tot wel 20% (Den Boer et. al., 2011). Nitraat wordt makkelijker opgenomen dan ammonium door de grasplant. Daarnaast is de kans op uitspoeling van nitraat groter in het voorjaar. Er valt meer neerslag en de opname is minder als in de zomer. Ook blijkt dat ammonium makkelijker in koude omstandigheden op te nemen is door de plant. Het verschil in opname van ammonium en nitraat door de plant komt vermoedelijk doordat het metaboliëten van ammonium minder energie vergt dan van nitraat. (Van Schoten, Honkoop & Houwelingen, 2017).

Van Schoten, Honkoop en Houwelingen (2017) hebben onderzoek gedaan naar de opbrengsten van meerdere kunstmestsoorten met verschillende stikstofsoorten: ammonium, nitraat en ureum. In dit onderzoek zijn kunstmest soorten KAS (13,5% N-nitraat + 13,5% N-ammonium), Uren (vloeibaar, 7% N-nitraat + 8% N-ammonium + 15% N-ureum), N-xt (vloeibaar, 24% N-ureum), Exacote (6% N-nitraat 12% N-ammonium 11% gecoat N-ureum + 8% zwavel) en ammoniumsulfaat (21% N-ammonium + 24% zwavel) meegenomen. Bij elke kunstmest toediening was de opbrengst aan kilogrammen drogestof, kilogrammen ruw eiwit en totale stikstof opbrengst significant hoger over de eerste 3 sneden dan bij geen kunstmest toediening. Dit kwam vooral omdat bij de eerste snede meer is geoogst. Bij de proefvelden waar N-xt en Urean is toegediend was de opbrengst bij de tweede en derde snede hoger. Dit kan te maken hebben omdat hier de ureumstikstof in zit en deze eerst omgezet moet worden. Daarnaast blijkt ook dat de proefvelden bemest met KAS en ammoniumsulfaat de hoogste stikstof opbrengst hebben. Dit is te herleiden aan het feit dat ammonium zoals eerder vermeld beter in koude omstandigheden, vooral voor de eerste snede, is op te nemen door de plant (Van Schoten, Honkoop & Houwelingen, 2017).

1.3 Invloed van bemesting op de grasopbrengst

Gras is een basis voedermiddel voor de melkkoeien in de meeste rantsoenen. Gras is bedoeld voor de eiwit en structuur behoefte van de koe. Bemesting is dus nodig om het gras te laten groeien. De voederwaarde wordt ook bepaald door de bemesting. Hieronder wordt er meer over beschreven. Belangrijke voedingswaarde voor energie in gras zijn Voeder Eenheid Melk (VEM). VEM is de parameter in Nederland voor de netto energie in een product. Andere belangrijke voederwaardes in gras zijn darm verteerbaar eiwit (DVE) en onbestendig eiwit (OEB).

Eiwit in gras zijn er in meerder soorten. Ruw eiwit (RE) is de verzameling van alle eiwitten. Dit zijn zowel de eiwitten als die niet eiwitstikstoffen (NPN). Niet eiwitstikstoffen zijn bijvoorbeeld ammoniak en nitraat (EurofinsAgro, z.d.b). DVE is het eiwit dat in de darmen van de koe verteerd kan worden. DVE bevat zowel het darm verteerbare bestendige eiwit als het microbieel eiwit wat vanuit de pens in de darm komt. De DVE wordt berekend en is ook afhankelijk van de fermenteerbare organische stof (FOS) (EurofinsAgro, z.d.c). OEB moet in de pens worden omgezet naar DVE. Wanneer er te veel onbestendig eiwit is, kan het door een energie gebrek niet worden omgezet in microbieel eiwit. Bij te veel OEB komt het eiwit in het lichaam vrij als ammoniak en wordt het via de nieren als ureum via de urine het lichaam uitgevoerd (Den Boer & Bakker, 2005; Subnel, Boxem, Meijer & Zom, 1994).

Stikstof is een bouwsteen voor eiwitten in de plant. De eiwitten in een plant zijn opgebouwd uit aminozuren die weer worden gemaakt doormiddel van stikstof. Een grasplant neemt stikstof vooral op in nitraat (NH_3^-) en ammonium (NH_4^+). Ureum stikstof (NH_2) wordt eerst door een enzymreactie omgezet in NH_4 . Dit heeft wel meer tijd nodig en daarom wordt er eerst veel nitraat opgenomen door de plant. De omzetting en opname door de plant van de verschillende stikstoffen is ook afhankelijk van weer- en bodemomstandigheden. In de loop van de tijd verandert dus de samenstelling en hoeveelheid stikstof in de plant. Hierdoor verandert ook de hoeveelheid en kwaliteit eiwit in de plant. Veel nitraat in de plant zorgt voor een hoog gehalte aan RE en OEB. Gras met een hoog aandeel ammonium, vaak een ouder gewas door de omzetting van ureum, heeft vaak meer DVE (Den Boer & Bakker, 2005).

Een onderzoek uit van Valk et al. (2000) blijkt dat bij mindere totale N bemesting de drogestof percentage, hoeveelheid suiker en ruwe celstof significant stegen. De VEM, DVE- en OEB-gehalten daalden significant. Het NDF-gehalte werd niet beïnvloed door de mindere totale N bemesting. Als men gaat rekenen hoeveel voer een melkkoe kan opnemen, kan er gerekend worden met NDF. 1,1% van het lichaamsgewicht kan een koe aan NDF opnemen. Doordat de NDF niet is beïnvloed neemt een koe minder DVE, OEB en VEM op bij gras wat minder is bemest met stikstof. De hoeveelheid

eiwit in het gras kan worden omgerekend met de omrekeningsfactor van stikstof naar eiwit. Deze omrekeningsfactor is 6,25 (Valk, Leusink-Kappers, & Van Vuuren, 2000).

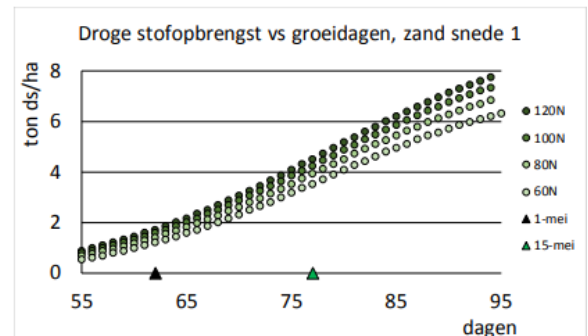
In de literatuur zijn al meerdere onderzoeken te vinden over de invloed van verschillende bemesting hoeveelheden van drijfmest en/of kunstmest en de hoeveelheden N/P/K. Er is door Wróbel en Jankowska-Hulfejt (2010) onderzocht wat de verschillen zijn tussen twee hoeveelheden (60 en 90 kilogram N) drijfmest en twee hoeveelheden (60 en 90 kilogram N) kunstmest bemesting op de grasopbrengst. In dit onderzoek is een significant verschil aangetoond in voederwaarde tussen de opbrengsten. Het gras met het meest bemeste dierlijke mest had de meeste opbrengst en de hoogste gehalten aan voederwaarde. Ook is er een significant verschil in ammoniak concentratie in het gewas als er meer drijfmest wordt bemest (Wróbel & Jankowska-Hulfejt, 2010).

Naast bemesting is de bodemvruchtbaarheid ook van belang voor de kwaliteit van de ruwvoerproductie. De mineralen in het gewas (S,P,K,Na,Mg, en Ca) worden significant beïnvloed door de bodemvruchtbaarheid (Reijneveld, Abbink, Termorshuizen & Oenema, 2014; Edmeades, 2003). De mineralen zijn ook van belang voor de melkkoe. Edmeades geeft in zijn onderzoek tevens aan wanneer er langdurig meer drijfmest op het land wordt aan gewend de opbrengst en voederwaarde van het gewas hoger is. Daarnaast is bij een hogere mestgift de kans op uitspoeling van P en N. Dit komt omdat de verhouding van opgenomen nutriënten door de plant verschilt van de toegediende hoeveelheid (Reijneveld, Abbink, Termorshuizen & Oenema, 2014; Edmeades, 2003).

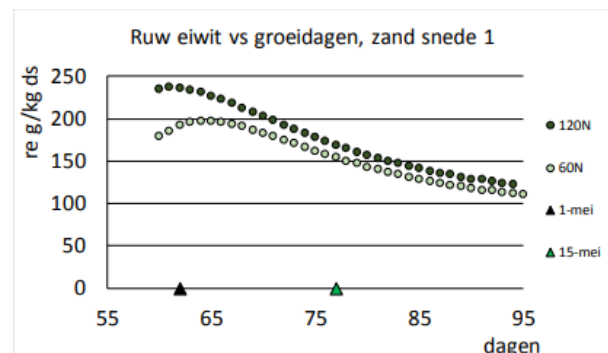
Jantine van Middelkoop (2019) gaf in een presentatie aan dat de drogestof opbrengst in de loop van de groeidagen van de eerste snede gaat verschillen bij verschillende N bemestingen. In figuur 3 is te zien dat het verschil in drogestof opbrengst kan oplopen tot 2000 kilogram drogestof per hectare over 95 groeidagen. Dit verschil is bij een bemesting van 60 tot 120 kilogram N. Wanneer er wordt gemaaid rond groeidag 60 en dag 75 (1 en 15 mei) is het verschil in opbrengst kleiner. Het verschil is dan respectievelijk 750 en 1200 kilogram drogestof per hectare (Van Middelkoop, 2019)

De hoeveelheid N bemesting heeft ook invloed het percentage RE in het gras. In figuur 4 is te zien dat het verschil vooral in het begin van het groeiseizoen is. Het verschil in RE kan dan oplopen tot 60 g/kg drogestof. Later in de groeidagen loopt het verschil in RE terug (Van Middelkoop, 2019).

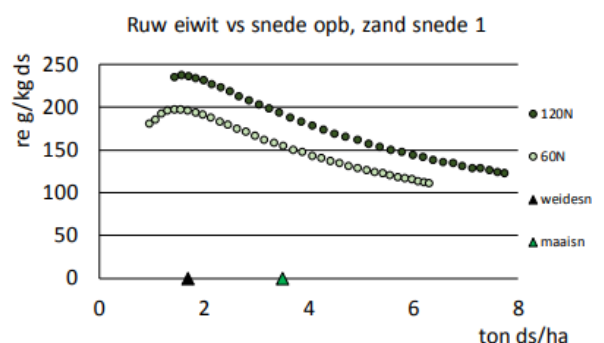
Kijkend naar de relatie van N bemesting en kilogram drogestof per hectare is te zien dat daar ook duidelijk een verschil in zit volgens Jantine van Middelkoop (2019). Bij een mindere N bemesting is het percentage RE minder per kilogram drogestof. Van Middelkoop gaf ook enkele handvatten aan, het RE gehalte daalt met ongeveer 6 gram bij elke 10 kilogram minder N bemesting (Van Middelkoop, 2019).



Figuur 2, Verband tussen groeidagen, N bemesting en drogestofopbrengst, (Van Middelkoop, 2019)



Figuur 3, Verband tussen groeidagen, N bemesting en RE, (Van Middelkoop, 2019)



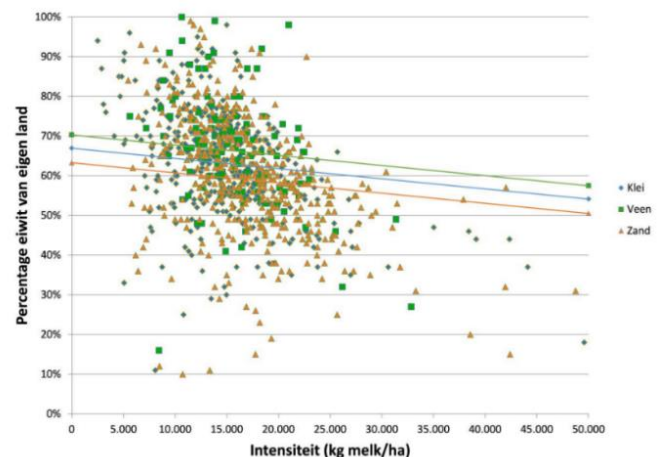
Figuur 4, Verband tussen DS opbrengst, N bemesting en RE, (Van Middelkoop, 2019)

1.4 Eiwit van eigen land

Dit onderzoek is er niet specifiek op gericht om te onderzoeken als er meer eiwit van eigenland te halen valt. Wel speelt het de laatste jaren steeds meer een rol in de regelgeving en management van de melkveehouders. Voor de toekomst is het belangrijk om er wel aan te denken. Daarom is er voor dit onderwerp wel aandacht.

In het najaar van 2017 is er door de Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO) en de Land en Tuinbouw Organisatie (LTO) een commissie aangesteld om een duidelijk beeld en doel te schetsen voor grondgebondenheid binnen de melkveehouder. Voor de korte termijn (2025) en de lange termijn (2040) is er een doel opgesteld. Op korte termijn is het doel gesteld dat elk bedrijf minimaal 65% van het benodigde eiwit voor het vee van eigenland moet halen. Dit wordt berekend aan de hand van het afgelopen drie jarig gemiddelde. Dit doel is vooral te halen door zelf gras te telen en daar de mest op aan te brengen. Als de veehouder niet voldoende grond ter beschikking heeft, kan hij voer-mest contracten sluiten in de regio. Voor de lange termijn is er een doel dat elke veehouder zijn mest op eigen grond of in de buurt moet kunnen plaatsen. Dat betekent dat elk bedrijf in 2040 zelfvoorzienend zal zijn. Krachtvoerders zullen in die tijd ook voornamelijk bestaan uit reststromen uit de humane voeding (Grondgebondenheid, 2018).

Uit enkele onderzoeken van uit 2018 blijkt dat ongeveer een derde van de bedrijven 65% eiwit van eigen land afgehaald (Evers & Hilhorst, 2018). Dit komt omdat grondsoort ook een grote invloed heeft op de geoogste hoeveelheid eiwit. Een ander onderzoek uit 2020 bevestigt dit ook, het percentage eiwit van eigen land dat een melkveebedrijf kan halen ligt vooral aan het management. Uit analyse blijkt dat er een grote spreiding is tussen de bedrijven en intensiteit (kilogram melk per hectare). In figuur 2 is te zien dat intensievere bedrijven minder percentage eiwit van eigenland halen dan de extensievere melkveebedrijven. Ook per grondsoort is het verschillend hoeveel procent eiwit van eigen land er gehaald wordt. Bedrijven op zandgrond halen over het algemeen een lager percentage dan veehouders op klei- of veengrond (Philipsen, Meerkerk, Van Noord, & Verhoeff, 2020).



Figuur 5, verband tussen intensiteit en percentage eiwit van eigenland (Philipsen, Meerkerk, Van Noord, & Verhoeff, 2020)

Het percentage eiwit van eigenland wordt bepaald door 6 factoren; het percentage grasland, percentage vers gras in het rantsoen, graslandopbrengst, jongvee/10 melkkoeien, krachtvoer & bijproducten en het RE/kVEM verhouding. Uit de analyse van Van Middelkoop (2019) is gebleken dat veehouders het effectiefst kunnen sturen aan deze zes factoren. De verhouding RE/kVEM is te beïnvloeden door te sturen op het gewenste hoeveelheid en kwaliteit eiwit. Dit is af te stemmen door bemesting en het maaimoment. Ook de grasland opbrengst is af te stemmen door bemesting en maaimoment. Door het gras langer te laten groeien speelt er verdunning van de nutriënten op, waardoor het percentage RE minder wordt (Jaspers & Riemersma, 2022).

1.5 Knowledgegap

Over bemesting en de relatie met de kwaliteit van het voedergewas is al veel bekend. De bemesting zorgt ervoor dat de plant zijn voedingstoffen krijgt om te groeien. De hoeveelheid bemesting en nutriënten beïnvloeden de opbrengst van het grasland. Bemesting van stikstof beïnvloedt de hoeveelheid en kwaliteit eiwit. Bij meer stikstof bemesten komt er ook meer eiwit in het gras. Er zijn in mindere mate al onderzoeken gedaan naar het minder bemesten van dierlijke mest en deze vervangen door kunstmest. Het is echter onbekend wat de voederwaarde doet wanneer er dierlijke drijfmest wordt vervangen voor kunstmest met in totaal dezelfde hoeveelheid toegediende kilogrammen stikstof per hectare. Om milieuregelgeving (geen derogatie) moet er in de toekomst misschien met minder dierlijke mest worden bemest en met meer kunstmest. De gevolgen hiervan voor de opbrengsten zijn niet helder. Het kan zijn dat dit helemaal niet efficiënt is om minder dierlijke mest te bemesten. Daarnaast wordt het aandeel eiwit van eigen land ook steeds belangrijker. Hoe kunnen veehouders nu inspelen op de eiwit regelingen als de derogatie vervalt? Er gaan geruchten rond dat niet de gehele derogatie vervalt, maar de maximale stikstofgift uit dierlijke mest naar beneden wordt aangepast. Met welke hoeveelheid N bemesting kan de veehouder straks zijn optimale hoeveelheid en kwaliteit gras oogsten? Uit deze probleemstelling is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Wat is de invloed van minder dierlijke minerale stikstof bemesten voor de eerste snede 2022 op de opbrengst en voederwaarde van de eerste snede van 2022 op zandgrond?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- Wat is de drogestof opbrengst en voederwaarde na 6 tot 8 weken na bemesten bij 27, 36, 45 & 54 kilogram Nmineraal uit dierlijke mest per hectare?
- Wat is het verschil in opbrengst en voederwaarde tussen de verschillende bemestingen?
- Wat is de relatie tussen afname in dierlijke Nmineraal en toename van N uit kunstmest op de grasopbrengst van de 1^e snede 2022?

Voor dit onderzoek is een hypothese opgesteld aan de hand van de informatie die is opgezocht. De hypothese luidt als volgt:

Door het verschil in vrijkomen, beschikbaarheid en benutting van typen stikstof, dierlijk of via kunstmest, is de voederwaarde en opbrengst verschillend tussen de proefvelden.

Doordat er meer minerale stikstof wordt toegediend zal er meer stikstof vrijkomen voor de plant. Daarnaast wordt door het verschil van kunstmest soort komt er ook sneller of langzamer stikstof vrij, dit beïnvloedt de drogestof opbrengst en voederwaarde.

Het doel van dit onderzoek is om na te gaan wat de invloed is van minder dierlijke mest bemesten en vervangen door kunstmest. Daaruit kan worden gekeken hoe dit het best toe te passen is als de derogatievergunning mogelijk gaat vervallen in de toekomst. Dit onderzoek is bestemd voor veehouders en adviseurs op het gebied van bemesting en voeding.

2. Materiaal en Methode

In dit hoofdstuk is de aanpak van het onderzoek beschreven. Er is beschreven op welke manier het onderzoek is uitgevoerd en welke middelen ervoor zijn gebruikt.

Dit onderzoek vond plaats in maart, april en mei 2022. In dit onderzoek is er gekeken naar de relatie tussen bemesting en opbrengsten van de eerste grassnede 2022. Het onderzoek is uitgevoerd op percelen van zeven verschillende melkveebedrijven. Van elke veehouder is een perceel opgedeeld in 4 kleinere proefveldjes. De grondsoort van de percelen voor het onderzoek zijn zandgronden. Op de percelen is de eigen rundveedrijfmest van de veehouders aangewend doormiddel een zodenbemester.

Alle veehouders hadden voor het onderzoek een monsterpotje met drijfmest opgestuurd naar het kantoor van Feijen diervoeders in Dalfsen. Daar werden ze opgehaald en gemonsterd door EurofinsAgro op N-min, N-org en de andere nutriënten. Aan de hand van deze gegevens werd uitgerekend hoeveel kuub drijfmest er per hectare er op de percelen moest worden aangewend. Dit is gedaan aan de hand van $N\text{-min} \cdot W_{\text{min}}$ en $N\text{-org} \cdot W_{\text{org}}$ ($N\text{-min} \cdot 0,61$ en $N\text{-org} \cdot 0,3$). Voor kunstmest is gerekend met een werking van 100%. In tabel 3 is de berekening weergegeven van een voorbeeld. Hierbij is gerekend met de fortaire normen.

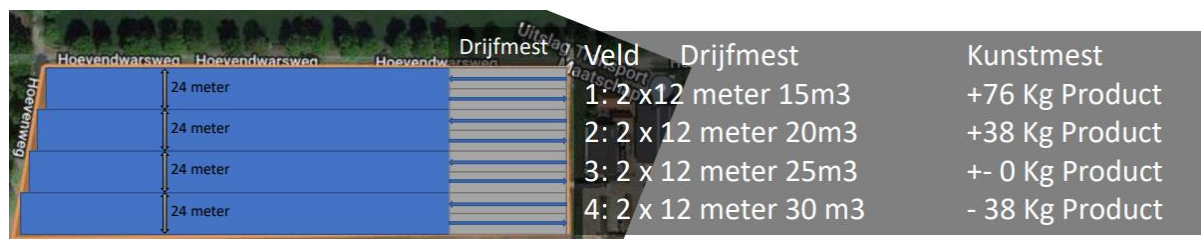
In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van Novurea, Powerbasic en Ntec kunstmest. Novurea is een stikstof kunstmest met 38% N. Dit is een mengsel van NH_2 (31,4%) en NH_4 (6,6%). Door het hoge aandeel van NH_2 is het een langwerkende kunstmest. Daarnaast is er een toevoeging van 18% zwavel (S) in Novurea. Powerbasic is een vloeibare kunstmest en bestaat uit 22% NH_2 aangevuld met 10% S. Deze meststof is net als Novurea langwerkend maar doordat het vloeibaar is wel sneller beschikbaar. Ntec is bestaat voor 7,5% uit NO_3 en 18,5% uit NH_4 .

Tabel 3, Voorbeeld van bemesting op de proefvelden

Proefveld	Drijfmest							Kunstmest		
	Bemest M3	Bemest totaal Kg stikstof	Bemest Kg N-min	Werkbare N-min (61%)	Bemest Kg N-org	Werkbare N-org (3%)	Totale werkbare Kg N	Novurea 38%N +/- Kg product	Powerbasic 22%N (Vloeibaar)	Ntec 26%N +/- Kg product
4	30	120	60	36,6	60	18	54,6	-27 Kg	-45 Kg	-38 Kg
3	25	100	50	30,5	50	15	45,5	+ 0 Kg	+ 0 Kg	+ 0 Kg
2	20	80	40	24,4	40	12	36,4	+ 27 Kg	+ 45 Kg	+ 38 Kg
1	15	60	30	18,3	30	9	27,3	+ 57 Kg	+ 90 Kg	+ 76 Kg

Op de percelen zijn veldjes ingedeeld op de hoeveelheid werkbare N uit dierlijke mest, in figuur 6 is een voorbeeld van een perceel weergegeven. De verdeling is 27, 36, 45 & 54 Kg werkbare N. De bemesting is aangevuld met kunstmest. De hoeveelheid kunstmest gift is op de percelen waar minder dierlijke N wordt bemest meer als bij de percelen waar meer wordt bemest, in de tabel is dit aangeduid met +/- aantal kilogrammen kunstmest. De totale hoeveelheid bemeste N is op die manier gelijk over alle proefpercelen. Wel zit er een verschil in snelheid van werken tussen de kunstmest soorten zoals eerder is aangegeven in het rapport. Qua verdeling van de meststof is hier geen rekening mee gehouden. In het onderzoek zijn 3 veehouders die Novurea meststof hebben bemesten en van Powerbasic en Ntec waren er beide twee. In de eerste twee weken van maart werd de drijf- en kunstmest aangewend op de proefvelden.

Figuur 6, Voorbeeld indeling proefperceel



Een proefveldjes is 2 of 3 werkgangen van de kunstmeststrooier breed. Op deze manier is het makkelijk werken en is er genoeg breedte om monsters te nemen. Tijdens het nemen van de monsters is aan beide kanten van de proefveldjes de buitenste meter niet meegenomen om invloeden vanuit het andere proefveldje te voorkomen.

Op 25 april 2022 en 2 mei 2022 zijn de grashoogte gemeten en grasmonsters genomen. Deze zijn afgeleverd bij Dumua laboratorium in Wijhe waar de monsters zijn geanalyseerd. Er is onderzocht op drogestof, ruw as, ruw eiwit, ruwe celstof, suiker, ruw vet, NDF, ADF en ADL. Doormiddel van een graslandhoogtemeter is de kilogrammen drogestof gemeten van de proefvelden. De grashoogte is op 30 plaatsen per proefveld gemeten, voor de grasmonsters is er op 5 plekken per proefveld een monster genomen. De monsters zijn genomen over de gehele lengte van het perceel. Alle waarden zijn in een Excel bestand ingevoerd. Per perceel werd er per proefveld alle metingen, grashoogte en voederwaarde uitkomsten ingevuld. Voor elk perceel is er een nieuw tabblad in Exel aangemaakt. Aan de hand van deze waarden en gemiddelden zijn de veldjes met elkaar vergeleken, conclusies getrokken en de deelvragen beantwoordt.

Voor deelvraag één werden de resultaten verwerkt in een tabel om overzichtelijk te krijgen wat de opbrengsten zijn. Hiervoor zijn zowel de proefvelden los in beeld gebracht als de gemiddelde waarden van de proefvelden. Bij deelvraag drie werden de resultaten uit deelvraag één en twee met elkaar vergeleken en statistisch getoetst. Aan de hand van de conclusies van deelvraag één en twee is deelvraag drie beantwoord door de relatie te zoeken tussen bemesting en de opbrengsten. Hierna zijn alle deelvragen samengevat tot de conclusie en de hoofdvraag beantwoord.

Doormiddel van het statistisch programma JASP zijn de resultaten met elkaar vergeleken door middel van een ANOVA statistische toets. Voor deze toets zijn de volgende variabelen nodig: aantal per groep, groepsgemiddelde en het totaalgemiddelde. De ANOVA is bij deelvraag twee en drie toegepast met een betrouwbaarheid (α) van 95%.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek beschreven. Er zijn vers gras monsters naar het laboratorium van Dumea in Wijhe gebracht. Aangezien dit per monster geld kost is ervoor gekozen om mengmonsters te maken. De mengmonsters zijn verdeeld op basis van de hoeveelheid kilogram drogestof wat er stond bij de eerste meting. De verdeling is <2500 kg drogestof per hectare en >2500 kg drogestof per hectare. De resultaten zijn hieronder weergegeven. Deelvraag 1 & 2 zijn samengevoegd in 3.1 en 3.2. In deze hoofdstukken zijn de drogestof- en voederwaardeopbrengsten en verschillen weergegeven. Veld 1 is het proefveld met het minst aangewende hoeveelheid drijfmest, veld 4 is het proefveld met meeste aangewende hoeveelheid drijfmest.

3.1 Drogestof opbrengsten

Hieronder zijn de gemeten kilogram drogestof weergegeven van de meting op 25 april (groeiweek 7) en 2 mei 2022 (groeiweek 8). Er is gemeten door middel van een graslandhoogte meter en op minimaal 30 plaatsten in het veld. De gemiddelde gemeten waarden per veld zijn weergegeven in tabel 4(25 april) en 5(2 mei). Echter was er geen verschil in drogestof opbrengst tussen de proefvelden bij de eerste meting ($P=0,553$). Bij de tweede meting is er wel een significant verschil aangetoond in drogestof opbrengst ($P=0,049$). Tussen proefveld 1 en proefveld 4 is er significant verschil in drogestof opbrengst ($P_{\text{tukey}}=0,048$). Alle gemiddelde gemeten waarde van de proefvelden per perceel zijn weergegeven in bijlage 1 en 2.

Tabel 4, Resultaten drogestof opbrengst 25 april in kilogram drogestof per hectare

	VELD 1	VELD 2	VELD 3	VELD 4
GEMIDDELDE	2554	2683	2805	2941
STANDAARD AFWIJKING	514	491	497	568

Tabel 5, Resultaten drogestof opbrengst 2 mei 2022 in kilogram drogestof per hectare

	VELD 1	VELD 2	VELD 3	VELD 4
GEMIDDELDE	3003	3187	3387	3493
STANDAARD AFWIJKING	338	312	279	290

3.2 Voederwaarde opbrengsten

Het vers gras is gemonsterd in het laboratorium. De uitkomsten hiervan zijn weergegeven in de tabellen hieronder. Zoals eerder aangeven is het door een laboratorium onderzocht, waardoor elk monster geld kost. Om die reden zijn de percelen met de hoogste en laagste drogestof opbrengst samengevoegd. Hieronder is tabel 6, 7 en 8 (meting 25 april) en tabel 9, 10 en 11 (meting 2 mei) weergegeven. De waarden uit tabel 8 en 10 is een ANOVA statistische toets gemeten. Echter is er geen significant verschil, zoals te zien is aan de P-waarde in tabel 8 en 11.

Tabel 6, Gemiddelde vers gras analyse van de percelen met lage drogestof opbrengst 25 april

	ADF	ADL	NDF	RAS	RUWE CELSTOF	RUW EIWIT	RUW VET	SUIKER	VCOS
VELD 1	189	18	410	68	185	187	35	232	73,4
VELD 2	208	21	435	69	199	194	40	221	77,1
VELD 3	186	17	414	70	181	179	34	215	72,2
VELD 4	186	18	401	73	186	199	38	207	74,2
GEMIDDELDE	192,3	18,5	415,0	70,0	187,8	189,8	36,8	218,8	74,2

Tabel 7, Voedingswaarde vers graspercelen met hoge drogestof opbrengst 25 april

	ADF	ADL	NDF	RAS	RUWE CELSTOF	RUW EIWIT	RUW VET	SUIKER	VCOS
VELD 1	192	17	413	68	184	182	34	227	74,2
VELD 2	193	19	421	80	191	201	36	196	76
VELD 3	190	17	417	82	191	197	35	208	76,3
VELD 4	196	20	434	73	197	211	35	180	75,7
GEMIDDELDE	192,8	18,3	421,3	75,8	190,8	197,8	35,0	202,8	75,6

Tabel 8, Descriptive statistics voederanalyse 25 april

VOEDERANALYSE	GEMIDDELDE	STANDAARD AFWIJKING	P WAARDE
ADF	192,5	7,1	0,370
ADL	18,4	1,5	-
NDF	418,1	11,6	0,644
RAS	72,8	5,4	-
RUWE CELSTOF	189,3	6,3	0,382
RUW EIWIT	193,8	10,6	0,194
RUW VET	35,9	2,1	0,301
SUIKER	210,8	17,0	0,204
VCOS	74,9	1.6	0,443

Tabel 9, Voedingswaarde vers graspercelen met lage drogestof opbrengst 2 mei

	ADF	ADL	NDF	RAS	RUWE CELSTOF	RUW EIWIT	RUW VET	SUIKER	VCOS
VELD 1	187	14	398	58	185	158	38	347	72,6
VELD 2	189	13	399	65	187	146	40	327	73,4
VELD 3	193	14	407	59	187	131	34	337	71,9
VELD 4	197	12	409	64	193	124	34	342	72
GEMIDDELDE	191,5	13,3	403,3	61,5	188,0	139,8	36,5	338,3	72,5

Tabel 10, Voedingswaarde vers graspercelen met hoge drogestof opbrengst 2 mei

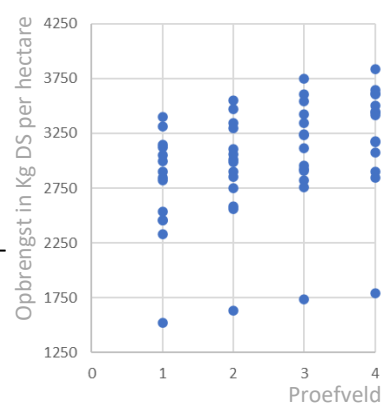
	ADF	ADL	NDF	RAS	RUWE CELSTOF	RUW EIWIT	RUW VET	SUIKER	VCOS
VELD 1	193	13	400	56	185	125	32	382	71,7
VELD 2	184	14	405	57	184	151	37	321	72,2
VELD 3	215	21	448	68	209	155	37	275	72,8
VELD 4	204	19	429	69	196	159	38	265	71,3
GEMIDDELDE	199,0	16,8	420,5	62,5	193,5	147,5	36,0	310,8	72,0

Tabel 11, Descriptive statistics voederanalyse 2 mei

VOEDERANALYSE	GEMIDDELDE	STANDAARD AFWIJKING	P WAARDE
ADF	192,3	10,1	0,276
ADL	15,0	3,2	0,655
NDF	411,9	17,7	0,364
RAS	62,0	5,1	0,346
RUWE CELSTOF	190,8	8,5	-
RUW EIWIT	143,6	14,8	0,978
RUW VET	36,3	2,7	0,673
SUIKER	324,5	38,3	0,430
VCOS	72,2	0,7	0,471

3.3 De relatie tussen afname in dierlijke Nmineraal en toename van N uit kunstmest op de grasopbrengst

Doormiddel van een lineaire regressie wordt er berekend of er een relatie is tussen afname dierlijke N minerale en toename N uit kunstmest op de opbrengst van de 1^e snede. In figuur 7 is de correlatie te zien tussen de opbrengst en de velden, waar een significant verband is aangetoond tussen de opbrengst en de proefvelden (P=0,009, R²=0,344). Het meer bemesten van dierlijke N-min geeft in mindere maten dus wel een extra opbrengst maar het verband is wel zwak.



Figuur 7, De correlatie tussen opbrengst en de proefvelden

4. Discussie

Het doel van dit onderzoek is om na te gaan wat het invloed is van minder dierlijke minerale stikstof bemesten en vervangen door kunstmest op de opbrengst en voederwaarde van het gras. Uit de resultaten kan worden gekeken hoe dit het best toe te passen is als de derogatievergunning mogelijk gaat vervallen in de toekomst zodat de veehouders hun eigen optimale grassnede kunnen oogsten. Dit onderzoek is bestemd voor veehouders en adviseurs op het gebied van bemesting en veevoeding.

In eerste instantie was het plan om de voederwaarde te bepalen door een NIR-sensor. Helaas door miscommunicatie (dubbele agenda voor de NIR-sensor) en later een missende ijklijn voor vers gras was het genoodzaakt om te schakelen en de voederwaarde te bepalen in het laboratorium. Door de vele monsters die bemonsterd moesten worden ging het veel geld kosten. Om die reden is er besloten om mengmonsters te maken op basis van hoeveelheid gras wat op het perceel staat. Deze keuze is gemaakt om verdunning in de plant uit te sluiten. Door deze mengmonsters is het helaas onmogelijk om uitersten te weren uit het onderzoek. Mogelijk verklaart dit ook de dip in RE, proefveld 3, tabel. Tevens kon er door het gras apart te monstren de verschillen in kunstmest worden geselecteerd. Door de mengmonsters is dit niet gebeurd en kan dit invloed hebben op het resultaten. De kunstmest soorten komen namelijk in verschillende snelheden vrij en zijn niet evenredig verdeeld over de mengmonsters.

Naast de meting staat het weer ook ter discussie. In de eerste week van april is er sneeuw gevallen waardoor de bodemtemperatuur in de regio van het onderzoek gedaald naar onder de 8 graden Celsius (Willems, 2022). De grasgroei is hierdoor tijdelijk stil gaan staan doordat de mineralisatie in de bodem niet actief is. Dit komt overeen met het onderzoek van Van Schooten, Honkoop & Houwelingen (2017). Zij gaven aan ammonium al bij koudere omstandigheden gaat mineraliseren. Nitraat en ureum kan pas bij warmere omstandigheden mineraliseren. Daarnaast was het eind april zonnig met koude nachten waardoor er veel suiker in het gras zit. Deze suikers verdringen het eiwit, waardoor het eiwitpercentage daalt. Deze verhoudingen aan Ruw Eiwit en suiker komt overeen met het gemiddeld vers gras monsters over Nederland. Volgens ruwvoerplus (2022) is in dezelfde week het eiwit percentage afgenomen en het suikergehalte toegenomen over heel Nederland. Grote planten hebben meer bladoppervlakte en kunnen meer zon opvangen waardoor in die planten meer suiker kan gaan zitten. Hierdoor kan het RE percentage nog extra worden beïnvloed door fotosynthese. Bij fotosynthese ontstaat er glucose. Deze glucose is de energie waarvan de plant aminozuren maakt waarvan de eiwitten zijn opgebouwd. Met lage temperaturen wordt dit in de plant niet omgezet tot eiwit maar blijft de glucose en wordt het weergegeven als suiker (Van der Esch & Kuipers, z.d.).

Er is een significant verschil in droge stof bij groeiweek acht. Van Middelkoop (2016) geeft aan dat er meer droge stof wordt geoogst bij een hogere N bemesting. Uit het huidige onderzoek blijkt ook dat de vorm van N bemesting er invloed op heeft. Uit het onderzoek van Van Middelkoop (2016) blijkt ook dat later in de groeiweken de drogestof opbrengst dichter bij elkaar komt. Uit dit huidige onderzoek blijkt dat er later in de groeiweken juist een verschil wordt aangetoond in groei.

Het verschil in voederwaarde kan mede komen doordat er verschillende soorten kunstmest zijn gebruikt. De stikstof in deze kunstmest soorten komen op verschillende tijdstippen vrij. De nitraat en ammonium kan snel door de plant worden opgenomen. Ureum stikstof moet eerst worden omgezet tot ammonium wat de plant kan opnemen (Van Schoten, Honkoop & Houwelingen, 2017). Doordat de kunstmest sneller vrijkomt als drijfmest kan dit ervoor zorgen dat er in het begin meer stikstof vrijkomt en dus eiwit van wordt gemaakt. Doordat de drijfmest langzamer vrijkomt kan deze later in groeidagen zorgen voor de eiwit productie in het gewas. Hierdoor kunnen de verschillen komen en dat er geen verband is tussen de proefvelden. Doordat de drijfmest is vervangen door kunstmest en er alleen de hoeveelheid N is aangevuld, is er bij de proefvelden met minder dierlijke mest minder

fosfaat en kali toegediend. Schoumans, Willems & Van Duinhoven (z.d.) gaven al aan dat deze nutriënten onder andere een belangrijke rol spelen in de groei, ontwikkeling, water/nutriënten transport door de plant. Doordat deze niet zijn aangevuld kan dit invloed hebben gehad op de resultaten om te onderzoeken wat het effect is van minder dierlijke N-min bemesten op de gras opbrengsten. Doordat de meewerkende veehouders een derogatie vergunning hebben, mocht er geen fosfaat kunstmest worden aangewend op de proefvelden.

Uit dit onderzoek komen verschillen naar boven in grasopbrengst en voederwaarde. Doordat er anders wordt bemest, vooral het verschil in vrijkomen van stikstof, moet het gras andere voedingstoffen bevatten. De verschillen in voederanalyse zijn niet significant, bij verschil in droge stof groei wel. Doordat er mengmonsters zijn gemaakt, zijn er te weinig waarnemingen om een hogere n(aantal) te krijgen en een lagere standaardafwijking. Mogelijk is er bij meer waarnemingen wel een significant verschil.

5. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de conclusies en aanbevelingen weergegeven. De aanbevelingen zijn voor de adviseurs en veehouders die te maken hebben met de grasteelt. De conclusie geeft antwoord op deelvragen en de hoofdvraag. Als eerst zijn de deelvragen beantwoord in 5.1 en 5.2, in 5.3 wordt de hoofdvraag beantwoord.

5.1 Conclusie

Bij deelvraag 1 & 2 is onderzocht wat de gras- en voederwaarde opbrengsten en verschillen zijn bij het vervangen van dierlijke minerale N door kunstmest. Hieruit is gebleken dat de droge stof opbrengst varieert van gemiddeld 2554 kilogram drogestof per hectare op proefveld 1 tot gemiddeld 2941 kilogram drogestof per hectare op proefveld 4 bij zeven weken na bemesten. Hierin is geen significant verschil aangetoond. Acht weken na bemesten varieert de drogestof opbrengst gemiddeld van 3003 kilogram drogestof per hectare voor proefveld 1 tot 3493 kilogram drogestof per hectare voor proefveld 4. Hierbij is een significant verschil aangetoond dat er een gemiddeld groeiverschil is van 490 kilogram drogestof. De voederanalyses variëren over deze metingen ook. Hierbij is echter geen significant verschil aangetoond. Verder is bij deelvraag 3 onderzocht of er een relatie is tussen de verhouding N-min uit dierlijke mest en N uit kunstmest op de grasopbrengst. Tussen de afname dierlijke N-min en toename N uit kunstmest is een relatie te zien, wanneer er meer dierlijke N-min wordt bemest, is er een hogere drogestof opbrengst. Echter was het verband zwak. Er kan dus gezegd worden dat er bij een hogere dierlijke minerale N gift meer kilogrammen drogestof aan gras groeit.

Door middel van de deelvragen kan de hoofdvraag beantwoord worden. De hoofdvraag is: 'Wat is de invloed van minder dierlijke minerale stikstof bemesten voor de eerste snede 2022 op de opbrengst en voederwaarde van de eerste snede van 2022 op zandgrond?' In dit onderzoek is aangetoond dat er geen significant verschil is in hoeveelheid kilogrammen droge stof wat er groeit per hectare na 7 weken. Bij een latere meting, op 8 weken na bemesting, is er wel een significant verschil in groei te zien tussen het veld met het minste en het veld met het meeste bemeste dierlijke N-min. Bij de voederanalyse is geen significant verschil aangetoond dus kan er niet worden gezegd dat minder dierlijke N-min invloed heeft op de voederanalyse.

5.2 Aanbevelingen

Door de significante verschillen in drogestof opbrengst tussen veld 1 en veld 4 met gelijkblijvende voeranalyse is het mogelijk om een verschillende hoeveelheid gras te oogsten met dezelfde voederwaarde. Op deze manier kan er gekozen worden om eventueel drijfmest aan te wenden bij andere gewassen of later in het jaar om daar meer kilogrammen droge stof te oogsten. Tevens kan er ook voor de eerste snede meer worden geoogst omdat dat een van de betere grasoogsten zijn. In de literatuurstudie was al bekend dat de hoeveelheid drogestof wat er geoogst kan worden te beïnvloeden is door de hoeveelheid van bemesting. Bij een hogere bemesting wordt er meer kilogram drogestof geoogst. Door dit onderzoek blijkt dat er wel verschil zit tussen de hoeveelheid toegediende dierlijke mest of kunstmest. Meer dierlijke mest geeft een hogere droge stof opbrengst en daarbij zorgen de extra aangewende nutriënten zoals fosfaat en kali voor een beter doorstroming, ontwikkeling en dergelijke in de plant. Hierdoor wordt er een hogere voederwaarde behaald.

Voor een volgend of herhaal onderzoek is het verstandig om te zorgen voor de juiste ijklijn op de NIR-sensor of een budget waarmee alle monsters apart van elkaar in een laboratorium kan worden onderzocht. Op deze manier worden er genoeg waarnemingen geanalyseerd om een betrouwbaarder resultaat te krijgen. Het weer is niet te voorspellen, dus is het beter om het onderzoek over meerdere jaren of sneden uit te voeren om een betrouwbaarder beeld te krijgen.

Ook is het belangrijk om te zorgen dat de hoeveelheden kali en fosfaat op peil blijven, zodat alle toegediende nutriënten over alle proefvelden gelijk blijven. Als alle nutriënten op het zelfde niveau blijven is het onderzoek ook betrouwbaarder, dan kan er ook geconcludeerd worden als de verschillen aan de verhouding N-min uit dierlijke mest ligt of N uit kunstmest.

Aangezien de eerste snede vaak een van de belangrijkste is voor de wintervoorraad is het van belang om deze met een hoge hoeveelheid en kwaliteit te oogsten. Uit het onderzoek blijkt dat dit kan door een hoge dierlijke mestgift. Wanneer de derogatie vervalt of wordt aangepast, is het nog steeds de aanbeveling om de eerste snede goed te bemesten om zo al een goede snede te oogsten met kwaliteit. Door de na levering van de meststoffen kan er later in het seizoen wel minder worden bemest.

Bronnenlijst

Anon. (2010). *Fertiliser Recommendations for Aricultural and Horicultural Crops (RB209)*. The stationery Office. geraadpleegd op 15 februari 2022, van http://adlib.everysite.co.uk/resources/000/015/656/RB209_intro.pdf

Calderon, F. J., McCarty, G. W., & Reeves, J. B. (2005). Analysis of manure and soil nitrogen mineralization during incubation. *Biology and Fertility of soils*, 41(5), 328-336. <https://doi.org/10.1007/s00374-005-0843-x>

Cameron, K. C., Di, H. J., & Moir, J. L. (2013). Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of applied biology*, 162(2), 145-173. <https://doi.org/10.1111/aab.12014>

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. (2021). *Bemestingsadvies*. Wageningen University & Research. geraadpleegd op 3 april 2022, van <https://edepot.wur.nl/413891>

Commissie Grondgebondenheid. (2018, 12 april). *Grondgebondenheid als basis voor een toekomstbestendige melkveehouderij*. Geraadpleegd op 15 februari 2022, van <https://edepot.wur.nl/446638>

De Boer, H. (2017). *Nitrate leaching from liquid cattle manure compared to synthetic fertilizer applied to grassland or silage maize in the Netherlands* (No. 1055). Wageningen Livestock Research. doi:<https://doi.org/10.18174/425920>

De Visser, M., & van Eekeren, N. J. M. (2004). Mest is meer dan mineralen. *Praktijkkompas. Rundvee*, 18(1), 22-23. Geraadpleegd op 22 maart 2022 van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/34180>

Den Boer, D. J., & Bakker, R. F. (2006). *Bemesting en kwaliteit graskuil: Koeien & Kansen, 1997-2003* (No. 25). Animal Sciences Group. <https://edepot.wur.nl/40825>

Den Boer, D. J., Holshof, G., Bussink, D.W., Van Middelkoop, J.C. (2011). *Type en toedieningsvorm van N-kunstmest; Effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit*. Wageningen Universiteit & Research. Geraadpleegd op 4 mei 2022 van https://www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2020/03/Rapport_1364.N.09.pdf

Edmeades, D. C. (2003). The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 66(2), 165-180. <https://doi.org/10.1023/A:1023999816690>

Emis. (z.d.). *Biologische nutriëntenverwijdering*. Emis.vito.be Geraadpleegd op 28 maart 2022, van <https://emis.vito.be/nl/bbt/bbt-tools/selectiesystemen/wass/technieken/biologische-nutriëntenverwijdering>

EurofinsAgro. (z.d.a). *Het Mestverslag*. Eurofins-agro.nl. Geraadpleegd op 2 maart van https://www.eurofins-agro.com/uploads/downloads/Bemesting/Leaflet_2P_KengetallenMestverslag-NL-A4-PMS2747-LR.pdf

EurofinsAgro. (z.d.b). *Ruw Eiwit*. Eurofins-agro.nl. Geraadpleegd op 2 april van: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/ruw-eiwit>

EurofinsAgro. (z.d.c). *Darm Verteerbaar Eiwit (DVE)*. Eurofins-agro.nl. Geraadpleegd op 22 maart van Eurofins-agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/dve>

Eurolab. (z.d.). *Eurolab.nl*. Meststof organisch. Geraadpleegd op 10 februari van: <https://www.eurolab.nl/meststof-organisch-v.html>

Evers, A., & Hilhorst, G. (2018). Een derde van Koeien & Kansenbedrijven haalt al genoeg eiwit van eigenland. *Nieuwsbrief Koeien & Kansen*, pp. 3-4. Geraadpleegd op 3 maart van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/454624>

Haanstra, Jaap. (2011). *Wat u moet weten over stikstof*. Wageningen Universiteit & Research. Geraadpleegd op 27 april 2022 van: <https://edepot.wur.nl/171879>

Haynes, R. J. R. J. (2012). *Mineral nitrogen in the plant-soil system*. Elsevier. Geraadpleegd op 28 maart 2022 van https://books.google.nl/books?hl=en&lr=&id=FcVfW4myqjgC&oi=fnd&pg=PP1&ots=ZpNua4c6dR&sig=56zAW1ISERUF3R3o-V5MH0VbXDU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Hoekstra, N. J., Lalor, S. T. J., Richards, K. G., O’Hea, N., Dungait, J. A. J., Schulte, R. P. O., & Schmidt, O. (2011). The fate of slurry-N fractions in herbage and soil during two growing seasons following application. *Plant and soil*, 342(1), 83-96. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0669-7>

Hofman, G. (2021, 14 december). *Verlenging derogatie vanaf 2022 nog onzeker*. Melkveebedrijf.nl. geraadpleegd op 15 februari van <https://www.melkveebedrijf.nl/wet-en-regelgeving/derogatie/verlenging-derogatie-vanaf-2022-nog-onzeker/>

Jaspers, W., & Riemersma, P. (2022, april 1). Interview extra informatie. (M. Rodijk, Interviewer)

Meng, L., Ding, W., & Cai, Z. (2005). Long-term application of organic manure and nitrogen fertilizer on N₂O emissions, soil quality and crop production in a sandy loam soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(11), 2037-2045. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.03.007>

Oppewal, Johan. (2021, November 19). *Brussel: 6 landen moeten meer doen voor nitraatrichtlijn*. Boerderij.nl. Geraadpleegd op 2 mei 2022 van: <https://www.boerderij.nl/brussel-zes-landen-moeten-meer-doen-voor-nitraatrichtlijn#:~:text=Derogatie,van%20de%20brexit%20nog%20derogatie>

Philipsen, A., Meerkerk, B., Van Noord, T., & Verhoeff, T. (2020). *Eiwit van eigenland*. Wageningen Universiteit & Research. Geraadpleegd op 23 maart 2022 van <https://edepot.wur.nl/530990>

Reijneveld, J. A., Abbink, G. W., Termorshuizen, A. J., & Oenema, O. (2014). Relationships between soil fertility, herbage quality and manure composition on grassland-based dairy farms. *European Journal of Agronomy*, 56, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.004>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (z.d.a). *Derogatie*. Rvo.nl. Geraadpleegd op 16 februari 2022 van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/derogatie>

Rijksdienst voor ondernemend Nederland. (z.d.b). *Normen en mestcodes aanvoer afvoer dierlijke mest*. Rvo.nl. Geraadpleegd op 5 maart 2022 van: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/06/Tabel-11-Normen-en-mestcodes-aanvoer-afvoer-dierlijke-mest-2019-2021.pdf>

Rijpkema, Y. S. (1978). Ruwvoer en krachtvoer in de melkveevoeding. *Landbouwkundig Tijdschrift*, 90(6), 155-160. Geraadpleegd op 15 februari 2022 van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/384660>

Ruwvoerplus. (2022). *Vers gras weidepercelen: prima kwaliteit weidegras*. www.ruwvoerplus.nl. Geraadpleegd op 29 mei van: [06-05 | Grasmonitor: prima kwaliteit - Agrifirm Ruwvoer - Agrifirm Ruwvoer \(ruwvoerplus.nl\)](https://www.ruwvoerplus.nl/06-05-Grasmonitor-prima-kwaliteit-Agrifirm-Ruwvoer-Agrifirm-Ruwvoer)

Schoumans, O., Willems, J., & Van Duinhoven, G. (z.d.). *30 vragen en antwoorden over fosfaat*. Wageningen: Alterra. Geraadpleegd op 18 februari 2022 van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/4399>

Smit, P. (2021, December 13). *Brussel: Nitraatrichtlijn onvoldoende voor verlening derogatie*. Nieuweoogst.nl. Geraadpleegd op 13 februari 2022 van: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/12/13/brussel-nitraatrichtlijn-onvoldoende-voor-verlenging-derogatie>

Subnel, A. P. J., Boxem, T., Meijer, R. G. M., & Zom, R. L. G. (1994). *Voeding van melkvee en jongvee in de praktijk* (No. 12). Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij. Geraadpleegd op 15 februari 2022 van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/42151>

Van Schoten, Herman & Huijsmans, Jan. (2015). *Meer gras, minder ammoniak, water bij de mest*. Wageningen Universiteit & Research. Geraadpleegd op 2 mei 2022 van: <https://edepot.wur.nl/342631>

Van Schoten, H.A. & Zom, R.L.G. (2002, December). *Invloed oogsttijdstip, stikstofbemesting en ras op kwaliteit Quinoa-GPS*. Wageningen Universiteit & Research. Geraadpleegd op 4 mei 2022 van: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/34277>

Valk, H., Leusink-Kappers, I. E., & Van Vuuren, A. M. (2000). Effect of reducing nitrogen fertilizer on grassland on grass intake, digestibility and milk production of dairy cows. *Livestock production science*, 63(1), 27-38. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00118-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00118-9)

Van Middelkoop, J. (2019, februari 2). *Hoger of juist lager eiwit in de graskuil: wil dat niet of kan dat niet?* Bemestingsadvies.nl. Geraadpleegd op 22 maart 2022 van https://www.bemestingsadvies.nl/upload_mm/1/3/a/d8043242-309a-45bf-9491-ea05357829a4_IV_JantineVanMiddelkoop_CBGV_2019%207%20feb%20JvM%20c2DEF.pdf

Van Leeuwen, T. (2021, 8 juni). *Veebezetting stijgt weer sinds 2017*. Wageningen University & Research. geraadpleegd op 18 februari 2022, van <https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2523&themalD=2755&indicatorID=2767§orID=2245>

Philipsen, Bert. (2015, 29 juni). *Juiste toediening van drijfmest geeft hogere N-benutting*. Wageningen Universiteit & Research. Geraadpleegd op 3 maart 2022 van <https://www.verantwoordeveehouderij.nl/show/-Juiste-toediening-van-drijfmest-geeft-hogere-Nbenutting.htm>

Van der Esch, Kim, Kuipers, Jan (z.d.). *Wat is fotosynthese en waarom is dit zo belangrijk?*. Mrchadd.nl. Geraadpleegd op 31 mei 2022 van <https://www.mrchadd.nl/academy/vakken/biologie/wat-is-fotosynthese-en-waarom-is-dit-zo-belangrijk#:~:text=Fotosynthese%20is%20het%20proces%20waarbij,in%20bijvoorbeeld%20zetmeel%20of%20cellulose>

VBBM. (2019). *Slechte benutting van stikstof bij zodebemester*. Platformkringlooplandbouw.nl. Geraadpleegd op 27 april 2022 van: <https://www.platformkringlooplandbouw.nl/initiatieven-en-inspiratie/drijfmestonderzoek#:~:text=Zodebemesten%20leverde%20gemiddeld%20een%20stikstofbenutting,een%20benutting%20van%2099%20procent>

Wang, C., Wan, S., Xing, X., Zhang, L., & Han, X. (2006). Temperature and soil moisture interactively affected soil net N mineralization in temperate grassland in Northern China. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5), 1101-1110. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.009>

Willems, P. (2022, mei 06). Interview groeiomstandigheden. (M. Rodijk, Interviewer)

Wróbel, B., & Jankowska-Huflejt, H. (2010). The influence of natural fertilisation on quality and nutritive value of grass silage. *Grassland Science in Europe*, 15, 581-583. Geraadpleegd op 15 maart 2022 van https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2_010_GSE_vol15.pdf#page=205

Bijlage

Bijlage 1: Droge stof opbrengst meting 1

VEEHOUDER	VELD 1	VELD 2	VELD 3	VELD 4
BOESSENKOOL	1525	1630	1734	1788
V. LEUSSEN	2460	2581	2757	2700
KASPERS	2329	2747	2912	3066
MEIJER	2823	2856	2922	3076
RODIJK	2997	2900	2958	3078
UITSLAG	2845	3060	3116	3435
BELTMAN	2900	3010	3241	3449

Bijlage 2: Droge stof opbrengst meting 2

VEEHOUDER	VELD 1	VELD 2	VELD 3	VELD 4
BOESSENKOOL	2457	2561	2820	2845
V. LEUSSEN	3054	3547	3604	3648
KASPERS	2537	3109	3230	3500
MEIJER	3400	3473	3538	3614
RODIJK	3310	2987	3346	3416
UITSLAG	3121	3296	3426	3602
BELTMAN	3142	3340	3745	3832