

2019

Precisiebemesting op grasland



Sytse Keurentjes

In opdracht van Aeres hogeschool Dronen

11-6-2019

De meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland

Afstudeerwerkstuk van Sytse Keurentjes

Scriptie over de meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland.

Student;

Sytse Keurentjes

Hogeschool;

Aeres hogeschool Dronten

Studentnummer;

3021332

Stagedocent;

Sylvan Nysten

Stagebedrijf;

DLV Advies & Resultaat

Kantoor Deventer

Begeleider DLV;

Tom Ploeger

Opleiding;

Dier- en veehouderij

Datum;

11-06-2019

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 het afstudeerwerkstuk 'Precisiebemesting op grasland'. Dit werkstuk gaat over het toepassen van precisiebemesting op grasland. Het rapport is geschreven als product voor het afstudeerwerkstuk van Aeres hogeschool Dronten. Het onderzoek heeft plaatsgevonden tussen april en juni 2019. Dit afstudeerwerkstuk is geschreven door Sytse Keurentjes, 4^e jaars student dier- en veehouderij aan de Aeres hogeschool Dronten.

Het onderzoeksrapport gaat over de meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland op verschillende grondsoorten. De opdrachtgever is de examencommissie van de Aeres hogeschool Dronten. In samenwerking met DLV Advies & Resultaat is het onderzoek uitgevoerd en het onderzoeksrapport opgesteld.

Bij dezen wil ik graag mijn begeleider Tom Ploeger vanuit DLV Advies & Resultaat bedanken voor de begeleiding en het verstrekken van informatie benodigd voor dit onderzoeksrapport. Ook wil ik mijn afstudeerdocent Sylvan Nysten bedanken voor de begeleiding en coaching tijdens de onderzoeksperiode. Daarnaast bedank ik alle collega's van DLV Advies & Resultaat voor de leuke en leerzame tijd die ik heb gehad.

Ik wens u veel leesplezier,

Sytse Keurentjes

11-06-2019, Rutten

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	4
Summary	5
1. Inleiding	6
1.2 Precisielandbouw	6
1.2.1 Gebruik precisielandbouw door ondernemers	8
1.3 In kaart brengen van de bodemeigenschappen.....	9
1.4 Precisiebemesting	10
1.4.1 De impact van precisiebemesting	10
1.4.2 Precisiebemesting op grasland.....	12
1.5 Knowledge gap	14
1.6 Hoofdvraag en deelvragen	14
1.7 Doelstelling	15
2. Aanpak.....	16
2.1 Materiaal	16
2.2 Methode.....	16
2.3 Aanpak per deelvraag.....	17
3. Percelen.....	20
4. Resultaten.....	33
4.1 Relatie organische stof gehalte en droge stof opbrengst op veengrond.....	33
4.2 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op zandgrond.....	35
4.3 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond.....	36
4.4 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op veengrond	38
4.5 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond.....	39
5. Discussie	41
5.1 Relatie organische stof gehalte en droge stof opbrengst op veengrond.....	41
5.2 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op zandgrond.....	42
5.3 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond.....	43
5.4 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op veengrond	45
5.5 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond.....	45
5.6 Het proces	46
6. Conclusie en aanbevelingen	47
Literatuurlijst	50
Bijlagen	52

Samenvatting

Ondernemers en telers willen een hogere opbrengst van het land halen, en het liefst daarbij ook minder kosten maken. Precisiebemesting kan daar een rol in spelen.

Technieken voor variabele bemesting zijn al praktijkrijp. De kosten lijken met name te zitten in de scankosten voor het in kaart brengen van de variatie in de bodem. Over de effecten en meeropbrengsten van variabel bemesten op grasland is nog niet veel bekend. Vanuit de probleemstelling is de volgende vraagstelling geformuleerd: “Welke potentiële meeropbrengsten zijn er te behalen op grasland door middel van variabele bemesting?”.

De doelstelling van dit onderzoek is om de potentiële meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland in kaart te brengen. Door de relaties tussen organische stof/lutum in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras, mede als de relatie tussen de hoeveelheid mest en de droge stof opbrengst te analyseren, kan er gekeken worden of er een potentiële meeropbrengst te behalen is op de proefpercelen.

Voor alle proefpercelen geldt over het algemeen dat hoe lager het organische stof gehalte in de bodem hoe hoger de totale stikstof bemesting is geweest op die plekken. Voor en na het maaien van de eerste snede gras is de droge stof opbrengst bepaald.

Uit de resultaten blijkt dat voor veengronden de potentiële meeropbrengsten zitten in het verhogen van de opbrengstpotentie. Dit zou kunnen door meer mest toe te dienen op de plekken met een lager organische stof gehalte. Ook voor zandgronden lijken de potentiële meeropbrengsten te zitten in het verhogen van het organische stof gehalte. De verwachte meeropbrengst is 266 kg ds/ha, wat omgerekend €67 per hectare oplevert. De potentiële meeropbrengsten voor kleigronden in Flevoland blijken lastig in te schatten door wisselende resultaten. De meeropbrengsten voor de kleipercelen in Gelderland lijken te zitten in het verhogen van het organische stof gehalte. De verwachte meeropbrengst is geschat op 87kg ds/ha, omgerekend €22 per hectare.

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op basis van de uitslagen van de eerste maaisnede gras. Vervolgonderzoek moet uitwijzen of eerdergenoemde potentiële meeropbrengsten door variabele bemesting ook daadwerkelijk behaald kunnen worden. Na aanleiding van de resultaten uit dit onderzoek kunnen ondernemers variabele bemesting toepassen op perceelniveau. Het is aan te bevelen om voorafgaand de variatie in de bodem in kaart te brengen voordat er variabele bemesting wordt toegepast. Ondernemers kunnen door variabele bemesting toe te passen een meeropbrengst van gras in kg droge stof realiseren.

Summary

Entrepreneurs in agriculture are constantly seeking for ways to get higher yields, but they also want to make less costs. Precision fertilization can play a part in this.

Precision fertilization techniques are already ready for use. The costs seem to be mainly in the scan-costs for mapping the variation in the soil. There isn't much known about the effects and additional yields of variable applying fertilizer on grassland. Based on this issue, the following main question has been formulated: "What are the potential additional yields of variable applying fertilizer on grassland?".

The objective of this research is to map the potential additional yields of variable applying fertilizer on grassland. By analysing the relationships between organic matter/clay particles in the soil and the dry matter yield of the grass, and also as the relationship between the amount of manure added and the dry matter yield, we can look at whether potential additional yields can be achieved on the test plots or not.

For all test plots it generally applies that how lower the organic matter content in the soil, the higher the administration of nitrogen fertilizer has been at those places. The dry matter yield is measured for the first cut of grass.

Results show that for peat soils the potential additional yields could be in increasing the yield potential. This could be achieved by applying more fertilizer to the areas with a lower organic matter content. This is the case for sand soils too, the potential additional yields appear to be in increasing the organic matter content. The expected additional yield is 266kg dm/ha, which translates into €67 per hectare. Potential additional yields for clay soils in Flevoland appear to be difficult to estimate due to varying results. The additional yields for the clay soils in Gelderland seem to be in increasing the organic matter content. The expected additional yield is estimated at 87kg dm/ha, which translates into €22 per hectare.

Results of this research are based on the results of the first cut of the grass. Follow-up research should show whether the above-mentioned additional yields can actually be achieved by variable applying fertilizer. Based on the results of this study, entrepreneurs in agriculture can apply variable fertilizer at plot level. It is wise to map the variation in the soil before fertilization. By variable applying the fertilizer, entrepreneurs can realize an additional yield of grass in kg dry matter.

1. Inleiding

Er verandert veel in de wereld van de landbouw. Ondernemers en telers willen graag een hogere opbrengst van het land halen, en het liefst daarbij ook minder kosten maken. Voor plantaardige teelten betekent dat er steeds nauwkeuriger geteeld wordt naar draagkracht van de bodem en met uitgekiende bouwplannen, bemesting op maat en preventie van ziekten, plagen en onkruiden (Bouwmeester, 2018).

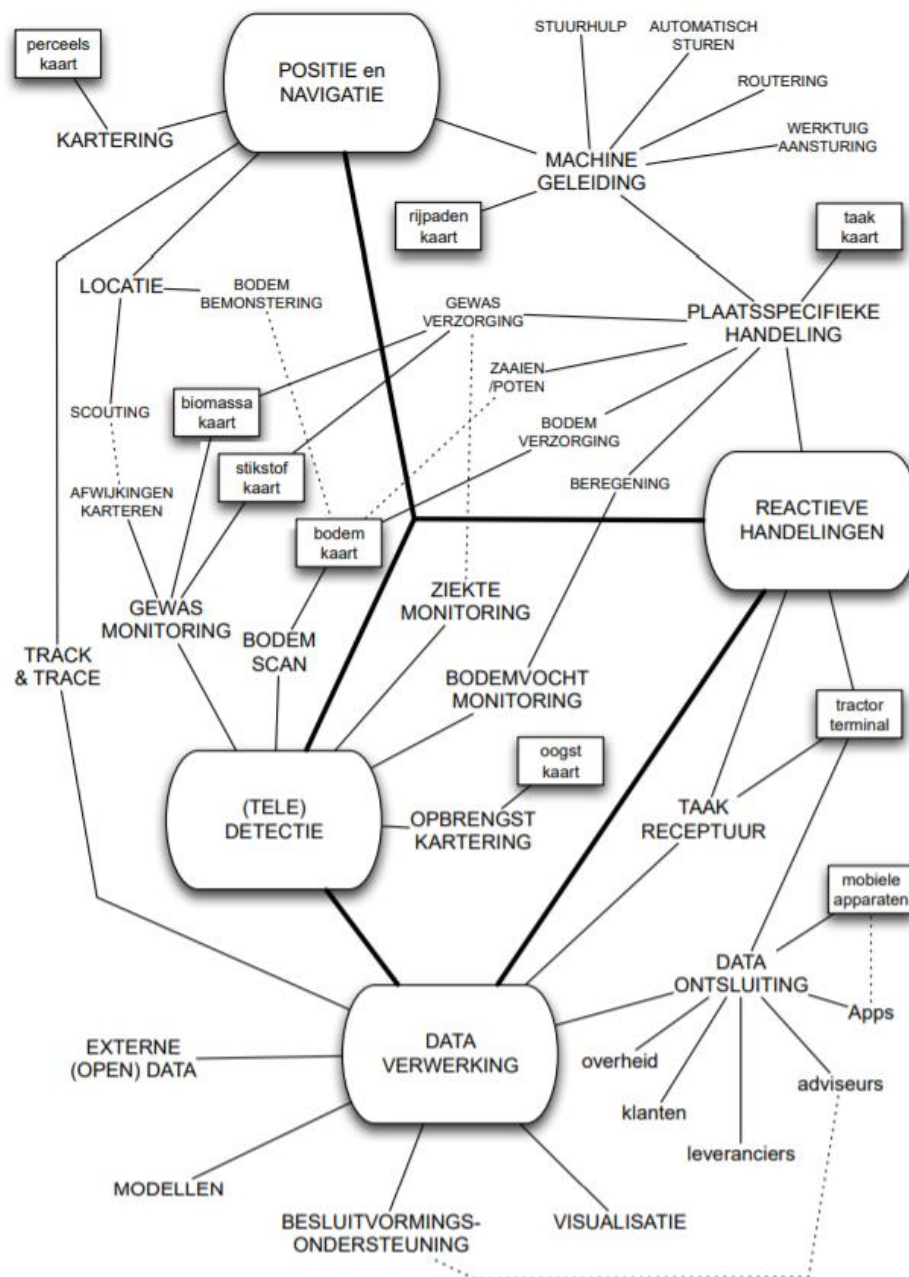
Er wordt steeds vaker gezocht naar technieken en oplossingen die dit mogelijk kunnen maken. Precisielandbouw kan daar een grote rol in spelen. Door een strengere regelgeving, een groeiende vraag aan duurzame teelt en marges die steeds verder onder druk komen te staan is het van belang om het maximale van de percelen te halen met minimale middelen. GPS-systemen worden al door vele ondernemers en telers toegepast. Deze systemen kunnen er onder andere voor zorgen dat het voertuig en of de werktuigen recht blijven rijden. Een rechtrijsysteem zorgt voor kleine verbeteringen in de teelt, die samenhangen met een betere aansluiting van werkgangen, meer werkbare uren omdat ook in het donker kan worden gewerkt en lichte besparing op kunstmest en bestrijdingsmiddelen (Van der Schans et al., 2008). Er zijn nog vele andere toepassingen die met behulp van GPS systemen kunnen worden toegepast. Deze toepassingen zijn een volgende stap binnen de 'precisielandbouw'. In dit hoofdstuk zal ingegaan worden op de ontwikkelingen van precisielandbouw.

1.2 Precisielandbouw

Precisielandbouw is een onderdeel van de ontwikkeling van een informatie-intensieve landbouw. Het wordt steeds belangrijker om over gedetailleerde informatie te beschikken over het gewas en de bodem. Naast het beschikken over informatie is het ook belangrijk om daarbij tijdige en overwogen beslissingen te nemen. De term 'precisielandbouw' wordt vaak gebruikt voor plantaardige teelten (o.a. akkerbouw, vollegrondstuinbouw, fruitteelt, en boomteelt). In de veehouderijsector wordt vaak gesproken van 'Precision Livestock Farming'. Precisielandbouw kent veel definities en begrippen. De Wageningse Universiteit omschrijft precisielandbouw als volgt: 'Bij precisielandbouw krijgen planten (of dieren) met behulp van technologie, heel nauwkeurig die behandeling die ze nodig hebben.' ("Precisielandbouw", z.d.) De uitspraak van precisielandbouw pionier prof. J. Bouma geeft een duidelijkere uitleg over de term precisielandbouw. *"Precision Agriculture aims at adjusting and fine-tuning land and crop management to the needs of plants within heterogeneous fields. Production aspects have to be balanced against environmental threshold values and modern information technology has made it possible to devise operational field systems. [...] Precision Agriculture is seen as making a major contribution towards the development of sustainable agricultural production systems."* (J. Bouma, 1997) Vanuit bovenstaande uitspraken en definities kan worden afgeleid dat het doel van precisielandbouw is om de akkerbouwmatige toepassingen binnen het perceel aan te passen op de behoefte van het perceel en gewas. Daarbij moet rekening gehouden worden met wat er binnen de wet- en regelgeving mogelijk is. In het kader van precisiebemesting betekent precisielandbouw het optimaliseren van het bemestingsplan naar de behoeften van het gewas, en het preciezer verdelen van de meststoffen over het seizoen.

Bij precisielandbouw worden verschillende technieken gecombineerd die het mogelijk maken om op gedetailleerde schaal (plaats en tijd) informatie te verzamelen. Het waarnemen van die informatie en het daarvan vertalen naar handelingen is de volgende stap in het proces. Over het effect van de handelingen kan vervolgens weer informatie verzameld worden waardoor het proces weer van voor af aan start. Precisielandbouw is vaak gericht op variatie binnen het perceel tot op de individuele plant. (Van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017)

Figuur 1 hieronder geeft een overzicht van de technologieën en toepassingen van precisielandbouw. De technologieën van precisielandbouw kunnen worden onderverdeeld in: plaatsbepalingstechnologie, sensor technologie, dataverwerking en reactief handelen.



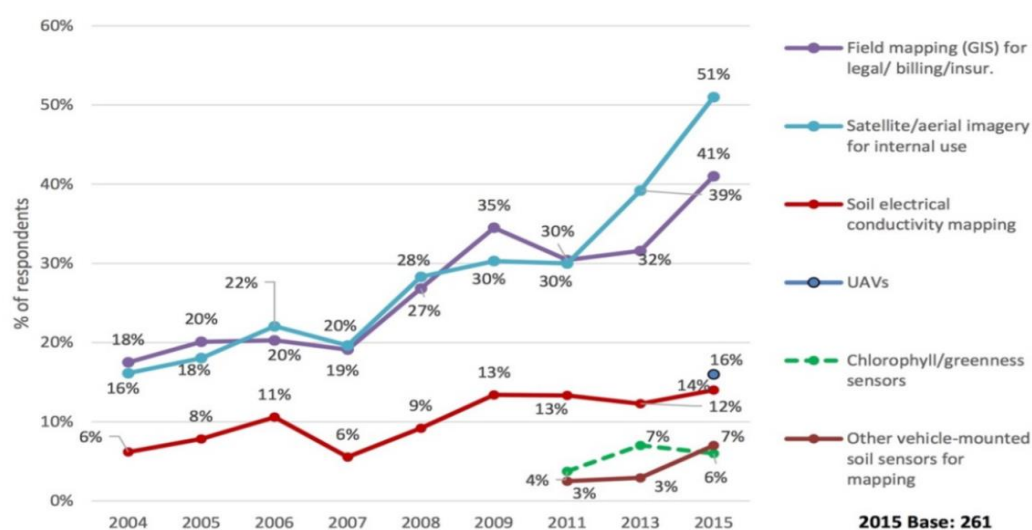
Figuur 1 Schematische weergave van de samenhang in de technieken van precisielandbouw. (Booij, 1997)

Uit de figuur blijkt dat de ruimtelijke aspecten van precisielandbouw het meest op de voorgrond treden, samen met de variabiliteit. In de figuur is terug te zien dat ook hier het proces van precisielandbouw van: detecteren, data verwerken en vervolgens handelen aan de hand van de waarnemingen, wordt uitgelicht. Positie en navigatie speelt een rol bij het plaatsspecifiek handelen binnen het perceel (Van Der Wal et al., 2017). Deze 'toepassingen' spelen ook een rol bij precisiebemesting. Dit kan bijvoorbeeld door het in kaart brengen van de variatie in de bodem en de behoeften van het gewas, en vervolgens op die kennis de bemesting aan te passen.

1.2.1 Gebruik precisielandbouw door ondernemers

‘Boeren’ kunnen worden gezien als ondernemers. Voor boeren maar ook loonwerkers geldt dat voordat ze gebruik zullen maken van de toepassingen van precisielandbouw eerst de kosten afwegen tegen de mogelijke baten. Loonwerkers zullen de technieken van precisielandbouw eerder toepassen omdat zij de inzet van hun machines kunnen maximaliseren. Loonwerkers zullen hun machines vaak ook intensiever gebruiken en daardoor sneller vervangen. Daardoor kan steeds nieuwer wordende technologie makkelijker opgenomen worden door deze groep. Onderzoek van de doorontwikkeling van precisielandbouw in Nederland (Van Der Wal et al., 2017) geeft aan dat er niet voldoende toegewijd onderzoek of geschikt cijfermatig materiaal is om te kunnen aangeven of de technologische innovaties van precisielandbouw worden toegepast in de Nederlandse bedrijfsvoering.

Een jaarlijkse enquête van de Purdue University (Verenigde Staten) onder de dealers van landbouwmechanisatie laat de adoptie/ontwikkelingen zien van plaatsspecifiek technieken. Deze ontwikkeling door de jaren heen is te zien in figuur 2 hieronder.



Figuur 2 Groei van het gebruik van plaatsspecifieke technieken in de USA. (Erickson & Widmar, 2015)

Er wordt geschat dat deze groei in gebruik van precisielandbouw technieken ook geldt voor Nederland. Uit de figuur valt op dat met name vanaf 2011 de groei van het gebruik van plaatsspecifieke technieken relatief sterk is toegenomen. Het FP7 project UNIFARM met ZLTO heeft een meerjarige enquête gehouden onder haar leden (143 akkerbouwbedrijven inclusief 25 loonwerkers, en 94 veehouderij bedrijven). Daaruit blijkt dat in de afgelopen jaren het gebruik van stuurautomaten is toegenomen.

Bij een goed ondernemingsplan voor de ondernemer worden de opbrengsten van precisielandbouw afgezet tegen de kosten. De onderstaande elementen hebben daar invloed op:

- Teeltrisico's vermijden/beheersen
- Meer houvast op gewasgroei (door onder andere het gebruik van sensoren)
- Betere prijs voor producten
- Het aantoonbaar maken van duurzame productie
- Verhoogde efficiëntie
- Verminderen van de input waarmee er kosten worden bespaard en een schonere landbouw kan worden gerealiseerd.

Waar veel ondernemers tegenaan lopen bij de investering in precisielandbouw is dat ze het te complex vinden, dat het rendement te onduidelijk/moeilijk te overzien is, en dat de meeste ondernemers moeite hebben met dataopslag en het beheer daarvan. Communicatie tussen met name de boeren en de ontwikkelaars lijkt daarin te onvolledig. Dit blijkt uit een Duits onderzoek naar de adoptiebarrières van precisielandbouw (Busse et al., 2014).

Melkveehouders passen precisielandbouw vaker toe in de stallen dan op hun percelen.

Melkveehouders maken vaak gebruik van robots of intelligente melksystemen. Het voeren gebeurt ook steeds vaker automatisch en de melk wordt vaak bemonsterd. Gedrag- en bewegingssensoren worden ook steeds vaker toegepast bij de koeien. De technologie in de stal ligt niet op één lijn met wat er op het gras- en het maisland gebeurt. De veehouderij sector kan daar nog meer op inspelen door bijvoorbeeld het toepassen van precisiebemesting. Goede kwaliteit ruwvoer is vaak de basis voor een goed rantsoen voor de veestapel. Daarvoor is een gezonde bodem en goede bemesting van belang.

1.3 In kaart brengen van de bodemeigenschappen

Een belangrijke factor binnen precisielandbouw is de bodem. Geen enkel perceel is volledig homogeen. De meeste ondernemers weten vaak dat er variatie in de bodem aanwezig is. Naast dat er per gebied variatie zit in de bodemsamenstelling, zijn er ook binnen een perceel verschillen in bodemsamenstelling aanwezig. Fysische parameters van de bodem zoals het vocht leverend vermogen, het percentage organische stof, de zwaarte van de bodem en bodemvruchtbaarheid variëren. Een uniforme behandeling van percelen zal daarom niet altijd tot het optimale resultaat leiden. Een variatie van bijvoorbeeld organische stof gehalte binnen een perceel kan al voor grote verschillen in opbrengst van het gewas zorgen. De variatie binnen een perceel kan ook ontstaan door hoogteverschillen. Een dicht gegooide sloot is bijvoorbeeld vaak terug te zien in de opbrengstkaarten en gewasmetingen.

Traditioneel gezien wordt de bodem vaak geanalyseerd door het handmatig nemen van mengmonsters. Voor het toepassen van precisielandbouw leveren deze mengmonsters vaak niet voldoende informatie. Om met zo weinig mogelijk kosten toch zo veel mogelijk informatie te krijgen over de variatie binnen een perceel, zijn er wel andere oplossingen. Een oplossing is bijvoorbeeld het gebruik maken van managementzones, daarbij wordt het perceel verdeeld in verschillende zones. Door de zones die qua bodemeigenschappen overeenkomen samen te voegen kunnen er grondmonsters genomen worden per zone. Daarbij wordt de variatie binnen een perceel in kaart gebracht met het steken van grondmonsters. Om de verschillende zones binnen een perceel in kaart te brengen kan de Nederlandse bodemkaart gecombineerd worden met de kennis van de boer. Ondernemers kunnen vaak op basis van ervaringen al een inschatting maken van de variatie binnen hun percelen (Heijting, Bregt, & De Bruin, z.d.).

De laatste jaren wordt er vaker gebruikt gemaakt van bodemscans. Dit soort scans kunnen helpen om inzicht te krijgen in de variatie binnen een perceel. Door het scannen van de bodem kunnen er kaarten met eigenschappen van de bodem worden gemaakt, waaronder pH en organische stofgehaltes. Het organische stofgehalte kan gemeten worden door met een optische sensor in de bodem te kijken onder de gewasresten. Het concept achter een optische camera is te vergelijken met de technieken van NIR-sensor. Een NIR sensor zendt licht naar het gewas en meet vervolgens de hoeveelheid licht dat gereflecteerd wordt.

Met de uitslagen van de bodemscans kunnen er veel toepassingen worden uitgevoerd met betrekking tot precisielandbouw. De kaarten vanuit de bodemscans kunnen voor veel variabele toepassingen gebruikt worden. Bijvoorbeeld voor variabele bemesting, compost strooien, bekalken, en het toepassen van een variabele pootafstand. (Nysten & Kempenaar, 2019)

Door het in kaart brengen van de variatie van de bodem binnen een perceel van een aantal bodemvariabelen, kunnen er zogeheten 'taakkaarten' gemaakt worden. Op basis van de taakkaart kan er een variabele toepassing uitgevoerd worden. Deze plaats specifieke toepassingen, gebaseerd op de behoefte van de grond of gewas wordt uitgevoerd door een onderdeel van het machinepark. Het in kaart brengen van de variatie van de bodem is de eerste stap binnen precisielandbouw op perceelsniveau.

De bodem is een van de belangrijkste productiefactoren van de boer. De bodem wordt onder andere verbeterd door het verhogen van het organisch stofgehalte. Organische stof verbetert de infiltratiecapaciteit van de bodem, waardoor het risico van oppervlakkige afspoeling wordt verminderd. Daarnaast zorgt het voor een betere waterberging in het perceel. Organische stof bindt daarnaast ook nutriënten. Door een hoger organisch stofgehalte kunnen meer nutriënten worden gebonden, waardoor het risico op uit- en afspoeling van nutriënten wordt beperkt. Een hoger gehalte organische stof draagt bij aan een hogere gewasopbrengst binnen het perceel. 1% verhoging van de organische stof kan leiden tot 10 % verhoging van de opbrengst van rooigewassen (b.v. aardappelen) en 2% voor granen en grassen. (De Lijster et al., 2016) Door de variatie van organische stof per perceel in kaart te brengen kan er aan de hand van de organische stof kaart variabel bemest worden. Op plekken met een lager organische stof gehalte kan meer organische mest toegediend worden om in de loop van de jaren het organische stof gehalte op die plekken te verhogen. Een hoger gehalte organische stof draagt bij aan een hogere gewasopbrengst. Door op plekken met een lager organische stof gehalte meer mest toe te dienen, en op plekken met een hoger gehalte organische stof minder mest toe te dienen kan er wellicht ook een egalere opbrengst van het perceel geoogst worden.

1.4 Precisiebemesting

Precisiebemesting is het optimaal bemesten van gewassen door de mestgift zodanig te regelen dat op ieder tijdstip de gewenste hoeveelheid meststoffen voor het gewas beschikbaar is. In deze paragraaf wordt het thema precisiebemesting verder uitgewerkt.

1.4.1 De impact van precisiebemesting

De invloed van precisielandbouw/precisiebemesting op de bodem en de directe omgeving van de teelt is op verschillende aspecten onderzocht. De milieubesparing van variabel bemesten is in verschillende onderzoeken aangetoond. Daarbij is een belangrijk onderdeel het efficiënter toedienen van meststoffen. Het efficiënter toedienen van meststoffen heeft vaak als resultaat een vermindering van het totaalgebruik van meststoffen. In sommige gevallen kunnen planten een hogere dosering dan gemiddeld opnemen. Daar kan dan een hogere benutting van de meststoffen worden gerealiseerd door de hogere gewasopbrengst. Een ander direct bijeffect van lagere doseringen is dat er minder broeikasgassen ontstaan. Een verminderende behoefte aan meststoffen heeft ook een effect in de productieketen van grondstoffen voor bijvoorbeeld kunstmest en kalk. Dit heeft mede als resultaat, lagere broeikasgasemissies.

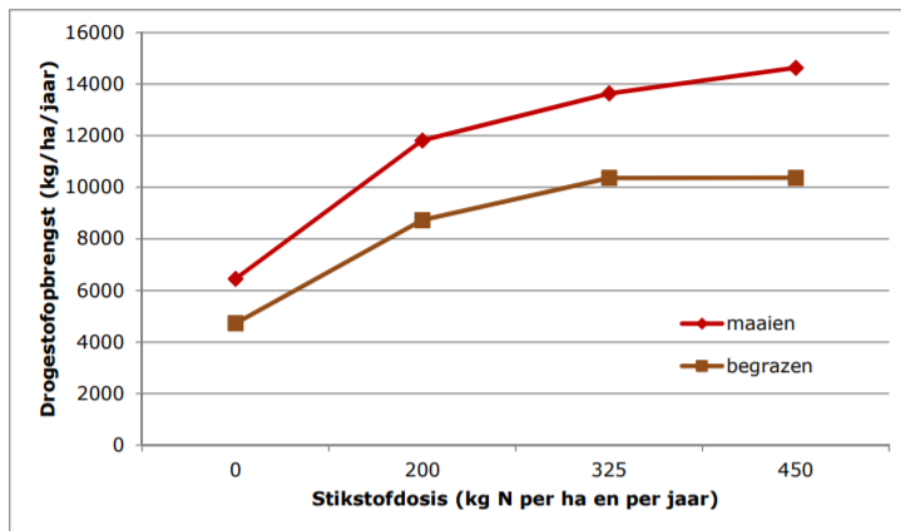
Over- en onderbemesting:

Een artikel over overbemesting van de bodem geeft aan dat het essentieel is om eerst bodemonsters van het perceel te laten nemen, voordat je begint met het bemesten. Op die manier weet je voordat je begint met bemesten hoe de nutriënten huishouding er voor staat in de bodem van het perceel. Aan de hand van het nutriënten gehalte kan vervolgens een passend bemestingsadvies worden gegeven en toegepast. (Allen & Mangan, 2015)

Een te hoge toediening van stikstof en fosfor kan leiden tot overmatige groei van planten en algen in sloten en rivieren. Dit kan onder andere de kwaliteit van het drinkwater beïnvloeden. Een overmatige toediening heeft ook een nadelige effect op de plantengroei. Daarnaast is er een verhoogde kans op uitspoeling van nutriënten wat leidt tot onder andere milieuverontreiniging. Een te lage toediening van meststoffen kan leiden tot een lagere opbrengst van het gewas.

Onderzoek over onder- en bovenmatig gebruik van meststoffen en de impact daarvan op de opbrengst bij zonnebloemen laat zien dat het over- en onderbemesten van de proefpercelen bij het onderzoek een negatief effect hebben op de uiteindelijke opbrengst. Bij zowel het over- als onderbemesten werd een lagere opbrengst gemeten ten opzichte van een standaard bemesting op de percelen. Dit resulteerde in een opbrengstverlies van €50 tot €241 per hectare (Marinković, 2017).

Voor grasland geldt dat een overbemesting kan leiden tot extra uitspoeling van nutriënten, en een onderbemesting kan resulteren in een lagere opbrengst. Gras heeft over het algemeen het meeste behoefte aan stikstof. De opbrengst van gras reageert positief op stikstofbemesting. In figuur 3 hieronder is de gemiddelde droge stof opbrengst uitgezet tegen de stikstofdosis op graslandpercelen in Vlaanderen.



Figuur 3 Droge stof opbrengst uitgezet tegen de stikstofdosis (Abts et al. 2015)

Uit de figuur blijkt dat bij een perceel gebruikt voor weiden de maximale opbrengst bij 325kg stikstof wordt behaald. Voor een maai perceel ligt dit optimum rond de 450kg stikstof per hectare. Met de huidige Nederlandse mestwetgeving blijkt dat met name onderbemesting een grote rol kan spelen. De maximale stikstofgift per hectare in Nederland ligt op 385kg bij volledig maaien en 345kg bij beweiden op kleigrond. Bovenstaande figuur laat na 450kg N/ha geen dalende lijn zien in droge stof opbrengst.

1.4.2 Precisiebemesting op grasland

De productie van gras en mais met activiteiten als grondbewerking, zaaibedbereiding, zaaien, maaien, bemesten, oogsten en inkuilen zijn akkerbouwmatige handelingen. Voor het toepassen van de techniek van precisielandbouw zou de melkveehouderij gebruik kunnen maken van de ontwikkelingen in de akkerbouw. Ze zouden daar een volgersrol in kunnen hebben, of kunnen hun loonwerker daar een precieze rol in geven. De technologie en machines zijn klaar voor precisiebemesting, maar worden nog weinig toegepast in de veehouderij. (Kempenaar & Kocks, 2013)

Een eerste stap om ook in de melkveehouderij precisielandbouw meer toe te gaan passen, kan precisiebemesting zijn. Vaak wordt de (kunst)mest gelijkmatig verdeeld over een perceel. Daarbij wordt vaak geen rekening gehouden met de behoefte van de bodem. Goede stukken gras krijgen evenveel mest als slechtere stukken gras. Daardoor is de kans op onder- of overbemesting groot. In combinatie met de verslechtering van de bodem wordt het risico van het uitspoelen van de meststoffen steeds groter. Het aantal m³ (kunst)mest wat over het grasland wordt uitgereden, wordt beperkt door de wet- en regelgeving. In Nederland is het mestbeleid gebaseerd op de Nitraatrichtlijn. Volgens de Nitraatrichtlijn mag het gehalte nitraat (NO₃⁻) in het grondwater niet hoger zijn dan 50 mg per liter. Dit is omgerekend zo'n 11 mg stikstof (N) per liter grondwater. (Van den Weerd & Torenbeek, 2007)

Precisiebemesting is veelal bekend binnen de akkerbouw. De resultaten die hiermee worden behaald, zijn zowel positief voor de agrariër als in het kader van de doelstellingen opgelegd vanuit de overheid. De conditie van de bodem verbetert, wat invloed heeft op zowel de sponswerking van de bodem, de uitstroom van nutriënten als de gewasopbrengsten. Precisiebemesting heeft echter niet alleen invloed op de resultaten qua groei van het product, maar ook op het gebruik van mest. Door op de juiste manier te bemesten kan er minder kunstmest gebruikt worden. Over de effecten van precisiebemesting op grasland is nog weinig tot geen informatie bekend. Het variabel bekalken is een voorbeeld van precisiebemesting. Daarbij wordt aan de hand van de pH-bodemkaart variabel kalk toegediend. Uit onderzoek (Weisz, Heiniger, White, Knox, & Reed, 2003) blijkt dat bij tarwe, drie jaar van bodem scannen en variabel bekalken geen meeropbrengst oplevert in vergelijking met het standaard toedienen van kalk. Als de uitslag van de bodemscan uit het eerste jaar ook gebruikt wordt voor het tweede jaar blijkt variabel bekalken wel een meeropbrengst op te leveren. Onderzoek in Canada naar de meeropbrengst van variabel bekalken geeft aan dat de toepassing van variabel bekalken in sommige gevallen een meeropbrengst op kan leveren. Deze meeropbrengst wordt sneller gerealiseerd bij hoogwaardige gewassen. De grootste kostenpost van variabel bekalken zit in het in kaart brengen van de variatie in de bodem. (Mills, Brorsen, & Arnall, 2018)

Onderzoek van (Huijsmans & Verwijs, 2011) geeft aan dat een eerste vereiste van precisiebemesting een goede lengte- en breedteverdeling van de meststoffen is. Met de huidige technieken kunnen bemesters de dosering (m³/ha) aanpassen op basis van een vooraf bepaalde doseringskaart. Op die manier kan er plaatsspecifiek bemest worden naar de behoefte van het gewas en de bodemsamenstelling. Op basis van de GPS locatie in het perceel wordt de dosering aangepast. De samenstelling van de mest kan variëren. Om precisiebemesting beter toe te kunnen passen moet vooraf de samenstelling van de mest bekend zijn.

Bij een onderzoek/veldexperiment naar dynamisch precisie bemesten (De Boer, 2010) is een concept getest waarbij de plaatselijke (8 * 2,5 m) variatie van de snedeopbrengst leidend was voor de N-bemesting van een volgende snede op die plek. Daarbij is bij elk melkveebedrijf gewerkt met een vaste hoeveelheid N-kunstmest. De hoeveelheid kunstmest kan optimaal benut worden door de verdeling over de percelen, en binnen de percelen, afhankelijk te maken van de plaatselijke opbrengstcapaciteit. Uit de resultaten blijkt dat deze manier van bemesten geen effect had op de grasopbrengst of N-opname.

Verdere uitslagen van onderzoeken zijn tot dusver nog niet te vinden vanuit de literatuur. Verschillende theorieën en werkwijzen van precisiebemesting (met bijbehorende kosten) worden relatief vaak benoemd in de literatuur, echter de resultaten of effecten (en daarbij de eventuele baten) van precisiebemesting blijven daarbij achterwege.

1.5 Knowledge gap

Technieken als het variabel toedienen van drijfmest en kunstmest voor precisiebemesting zijn al praktisch. De kosten daarvan zijn al goed in beeld te brengen. De kosten van variabel bemesten lijken met name te zitten in de scan kosten voor het in kaart brengen van de variatie in de bodem. Het scannen van de bodem in dit project is gedaan met de Veris scan. De kosten daarvan zijn €175 per hectare. De bodemscan hoeft niet elk jaar uitgevoerd te worden. Vantage Agrometius zegt dat de scan afhankelijk van de grondsoort zo'n 5 tot 10 jaar representatief is. Dit brengt de kosten voor het scannen (verdeeld over 5 jaar) op €35 per hectare. De kosten van het variabel toedienen van de mest blijken verwaarloosbaar met de kosten van de gangbare toedieningstechniek. Over de resultaten/effekten van variabel bemesten op grasland is nog niet veel bekend. Er is weinig tot geen informatie te vinden over de meeropbrengsten. Dit geeft goed de probleemstelling van het thema precisiebemesting op grasland weer.

Vanuit de literatuur is bekend dat een hoger gehalte organische stof resulteert in een hogere gewasopbrengst. Uit de literatuur blijkt dat een over- en onderbemesting kan resulteren in een negatieve invloed op de opbrengst en het milieu. Er is echter nog niet bekend hoeveel procent van het land er over- of onderbemest wordt. Een over- en/of onderbemesting kan invloed hebben op de uiteindelijke grasopbrengst, en daarmee ook op de potentiële meeropbrengsten. Door het in kaart brengen van de opbrengst, organische stof/lutum gehalte, en de hoeveelheid toegediende mest per perceel kunnen onderlinge relaties worden geanalyseerd. Met het analyseren van de data kan er worden gekeken naar de hoeveelheid over- of onderbemesting per perceel. Dat kan vervolgens worden vertaald naar opbrengstpotentie of eventuele opbrengstverliezen op de percelen.

Vanuit de probleemstelling is het onderstaande vraagstuk geformuleerd:

Welke potentiële meeropbrengsten zijn er te behalen op grasland door middel van variabele bemesting?

1.6 Hoofdvraag en deelvragen

In deze paragraaf zijn de hoofdvraag en deelvragen geformuleerd die in het afstudeeronderzoek worden behandeld.

De hoofdvraag luidt:

-Welke potentiële meeropbrengsten zijn er te behalen op grasland door middel van variabele bemesting?

Onderstaande deelvragen zijn afgeleid vanuit de hoofdvraag. De deelvragen worden in het afstudeeronderzoek beantwoord, en leiden tot het antwoord op de hoofdvraag.

-Wat is de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst van het gras op veengronden?

-Wat is de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op zandgronden?

-Wat is de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op kleigronden?

-Wat is de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op kleigronden?

-Wat is de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op veengronden?

1.7 Doelstelling

Deze paragraaf bevat de doelstelling van dit onderzoek. Hierin wordt beschreven wat er verwacht wordt met het beantwoorden van de hoofdvraag en deelvragen.

Het onderzoek maakt deel uit van een groter project over precisielandbouw. Het doel van dat project is het aantonen dat, door precisielandbouw en precisiebemesting, de conditie van het grondwater, oppervlaktewater en de bodem duidelijk verbeterd kan worden. Daarnaast is de doelstelling om bewustwording te creëren bij de melkveehouders, dat een goede bodem ook positieve resultaten voor hen kan opleveren. De doelstellingen van het project zijn de effecten van precisielandbouw en dan met name precisiebemesting, in het graslandbeheer in beeld te brengen. Daarbij wordt met name gekeken naar de kwaliteit van de bodem, het oppervlakte- en grondwater en het financiële rendement van de melkveehouders.

Het uitvoeren van dit onderzoek is onderdeel van het grotere project over precisielandbouw. De doelstelling met het schrijven van dit rapport en het uitvoeren van het onderzoek is om de potentiële meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland in kaart te brengen. Het in kaart brengen van de meeropbrengsten draagt bij aan de baten van precisiebemesting op grasland. De doelgroep is de veehouderij bedrijven in Nederland met grasland percelen.

De verwachting is dat de ondernemers (waar mogelijk) kunnen besparen op de hoeveelheid meststoffen die toegediend worden. Als een besparing op de hoeveelheid mest wordt geconstateerd draagt dit direct en indirect bij aan een beter milieu. Dit omdat er minder meststoffen aangevoerd hoeven worden, en er ook minder meststoffen uitspoelen in de bodem. Verder wordt er verwacht dat de ondernemers een gelijke of hogere opbrengst aan gras van het perceel halen. Er wordt daarbij gekeken naar de eventuele relatie tussen de droge stof opbrengst en lutum/organische stof gehalte. Met het in kaart brengen van de relatie tussen hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst van het gras per perceel kan mogelijk de hoeveelheid beschikbare meststoffen in de toekomst nog efficiënter worden ingezet.

Het eindproduct van dit onderzoek is een onderzoeksrapport waarin de aanpak, resultaten van het onderzoek, discussie, conclusie en de aanbevelingen worden beschreven. Daarin wordt informatie vanuit het uitgevoerde project gecombineerd met bestaande literatuur. Verwacht wordt dat begin juni het rapport wordt afgerond.

Dit vooronderzoek is opgedeeld in drie hoofdstukken. In hoofdstuk twee wordt de aanpak van het onderzoek beschreven aan de hand van materiaal, methode en aanpak per deelvraag. In hoofdstuk drie is de haalbaarheid en planning van het onderzoek beschreven.

2. Aanpak

In dit hoofdstuk staat beschreven hoe het onderzoek is uitgevoerd. Bij de paragraaf materiaal staat beschreven wat er onderzocht is. Bij de paragraaf methode staat beschreven hoe het onderzocht is. De aanpak is beschreven voor alle deelvragen.

2.1 Materiaal

Voor het onderzoek vanuit onder andere DLV is op 10 proefpercelen bij 10 meetpunten per perceel de grashoogte wekelijks gemeten. Dit is gedaan in de provincies Flevoland, Overijssel en Gelderland. De grashoogte is gemeten met de Jenquip grashoogtemeter EC01. De meetgegevens zijn voornamelijk verzameld door Matthijs en Robbin (VHL Leeuwarden), en Marc en Koen (DLV). Van de 10 proefpercelen zijn er 3 percelen op veengrond, 5 op kleigrond en 2 op zandgrond. In dit onderzoeksrapport is een hoofdstuk 'percelen' (hoofdstuk 3) opgenomen waarin van alle proefpercelen de locatie, meetpunten en variatie in de bodem (organische stof en lutum gehalte) worden weergegeven. Op deze proefpercelen is aan de hand van het organische stof gehalte variabel bemest. Het hoofdstuk 'percelen' bevat ook de bemestingsadviezen op basis van het organische stof gehalte. De variatie van het organische stof is in kaart gebracht door de Veris MSP3 scanner van Vantage Agrometius. Waar mogelijk is er per snede gras een opbrengstmeting uitgevoerd. Van de opbrengstmetingen zijn gewasanalyses bekend.

Voor het uitvoeren van het onderzoek zijn de volgende materialen gebruikt:

- 10 proefpercelen
- Scanuitslagen Veris MSP3 scanner
- Bemestingsadviezen
- Jenquip grashoogtemeter EC01
- Telefoon met GPS (om de meetpunten in het perceel te lokaliseren)
- Notitieblok/telefoon (om de hoogten per meetpunt te noteren)
- Heggenschaar (om per meetpunt de droge stof opbrengst te bepalen)
- Weegschaal (voor het wegen van hoeveelheid gras voor het bepalen van de droge stof opbrengst)
- Laptop met Excel (voor de verwerking van de gegevens)
- Laptop met toegang tot de server van DLV Advies en Resultaat (voor uitwisseling van bestanden)
- Opbrengstbakjes (om per meetlocatie de hoeveelheid gras te kunnen wegen/bepalen)
- Gewasanalyses Eurofins
- Inzage in offertes en facturen (voor het inschatten van de kosten van variabel bemesten)

2.2 Methode

Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met DLV Advies & Resultaat en 8 ondernemers (bijlage 1). Overige betrokken partijen zijn:

- AkkerAnalyse, Aurea BeNeLux en Loonbedrijf Thijssen (verantwoordelijk voor de drone werkzaamheden)
- Eurofins-Agro (verantwoordelijk voor de analyses van het gewas en de bodem)
- Loonbedrijf Corné Vinke en Loonbedrijf Koonstro (verantwoordelijk voor het uitvoeren van de bodemscans en eventuele precisiebemesting op GPS)
- Meiland Azewijn BV (dit bedrijf voert precisiebemesting op GPS uit)
- Vantage Agrometius BV (verantwoordelijk voor het uitvoeren van de bodemscans)

Door middel van de uitgevoerde bodemscans op alle proefpercelen is aan de hand van het organische stof gehalte variabel bemest. Deze variatie betreft voor de eerste snede zo'n 10 tot 20 kuub drijfmest per hectare. Het percentage organische stof in de bodem varieert daarbij zo'n 5 tot 15 procent per perceel. Een gedetailleerde beschrijving van de variaties in organische stof en hoeveelheid mest is opgenomen in hoofdstuk 3. Op 8 percelen wordt voor de eerste snede ook kunstmest toegevoegd. De variatie in kunstmestgift is zo'n 40 tot 50kg stikstof per hectare. De overige 2 percelen zijn 'biologisch' en hebben geen kunstmest toegediend gekregen.

DLV heeft voor de ondernemers de bemestingsplannen opgesteld. Daarbij is gekozen om op de plekken met een lager organische stof gehalte meer te bemesten en op de plekken met meer organische stof minder te bemesten. Dit met de theorie dat het gras er egaler bij zal staan op het perceel, en eventueel het organische stof gehalte te verhogen op de plekken met een lager organische stof gehalte in het perceel. Wekelijks is de grashoogte gemeten op alle proefpercelen om zo de groei van het gras in kaart te kunnen brengen en een schatting van de droge stof opbrengst te kunnen maken. Daarnaast is ter referentie per meetpunt een vierkante meter gras geknipt met behulp van een heggenschaar. Van deze afgeknipte hoeveelheid gras is vervolgens de droge stof opbrengst bepaald door het te wegen. Van elke maaisnede zijn gewasanalyses gemaakt.

2.3 Aanpak per deelvraag

In deze paragraaf is per deelvraag toegelicht hoe deze beantwoord is, en welke gegevens daarvoor zijn gebruikt.

-Wat is de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op veen- zand- en kleigronden?

Om de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst van het gras te bepalen zijn van alle betreffende percelen de uitslagen van de bodemscan opgevraagd.

Van de 10 proefpercelen zijn er 3 op veengrond, 5 op kleigrond en 2 op zandgrond. Op alle percelen zijn 10 meetpunten bepaald aan de hand van de variatie in organische stof binnen het perceel. Van de meetpunten in het perceel is het gehalte organische stof bepaald.

Bij alle meetpunten is de droge stof opbrengst van het gras bepaald door middel van de uitslag van de grashoogte metingen. Daarnaast is er per meetpunt een vierkante meter gras geknipt, ook ter bepaling van de droge stof opbrengst van het gras. Van elk perceel zijn van alle maaisnedes ook gewasanalyses gemaakt.

De opbrengsten zijn per organische stof categorie weergegeven in het hoofdstuk resultaten (hoofdstuk 4). Per grondsoort is de data van onderstaande hoeveelheid meetpunten verzameld. Daarbij zijn alle percelen met dezelfde grondsoort categorie samengevoegd.

-Veengronden: 30 meetpunten

-Zandgronden: 20 meetpunten

-Kleigronden: 50 meetpunten

De relatie van de droge stof opbrengst en het percentage organische stof is per grondsoort categorie geanalyseerd. Om de relatie perceel specifiek te analyseren waren er te weinig meetpunten per perceel om betrouwbaar statistisch onderzoek uit te voeren. De gegevens van alle betreffende percelen bekend zijn bij elkaar gevoegd, en de relatie tussen droge stof opbrengst en gehalte organische stof is daarbij geanalyseerd. Deze relatie is bepaald door statistisch de correlatiecoëfficiënt te bepalen en weer te geven in een spreidingsgrafiek.

De correlatiecoëfficiënt geeft de samenhang weer tussen de variabelen: droge stof opbrengst en organische stof gehalte. Daarnaast is er per grondsoort categorie een spreidingsgrafiek gemaakt. Daarin is de R^2 (determinatiecoëfficiënt) weergegeven. Deze determinatiecoëfficiënt geeft weer welk gedeelte van de variatie in droge stof opbrengst wordt verklaard door het organische stof gehalte. Op die manier is het verband/variatie gezocht tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst. Deze werkwijze is ook gehanteerd voor het zoeken naar het verband/variatie tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst van het gras. Onderzoek naar de relaties tussen bodemvariabelen en gewasontwikkeling (Dahal & Routray, 2011) heeft op eenzelfde werkwijze de relatie tussen gewasopbrengst (van o.a. rijst, mais en tarwe) en bodemvariabelen (o.a. pH, organische stof- en stikstofgehalte) geanalyseerd. Uit dat onderzoek bleek dat stikstof, fosfaat en organische stof gehalte de meeste relatie/invloed had op de gewasopbrengsten.

Van alle proefpercelen zijn de bemestingsplannen opgevraagd en is er bekeken hoeveel mest er is toegediend op de percelen, en ook hoe groot de variatie van de hoeveelheid toegediende mest binnen deze percelen is. Uit de bemestingskaarten is afgeleid hoeveel mest er is toegediend per organische stof categorie. De hoeveelheid toegediende mest evenals de droge stof opbrengst van het gras per perceel zijn bekend. Vervolgens is de relatie tussen de hoeveelheid mest en droge stof opbrengst bepaald. Daarbij is gekeken naar de hoeveelheid stikstof in de mest. Omdat gras over het algemeen het meeste behoefte heeft aan stikstof, en de opbrengst van gras positief reageert op stikstofbemesting.

-Wat is de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op klei- en veengronden?

Het lutumgehalte bij kleigronden bepaald voor een groot deel de vruchtbaarheid van de grond. Bij veengronden kan de combinatie van klei en veen zorgen voor een vochtigere en stevigere grond. Dit zorgt voor minder bodemdaling en een betere draagkracht van de bodem. Factoren als vruchtbaarheid en draagkracht kunnen invloed hebben op de gewasopbrengst. Mede om die reden is er ook naar de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en droge stof opbrengst van het gras gekeken. Dit is op dezelfde werkwijze gedaan als bij het bepalen van de relatie tussen de droge stof opbrengst en het organische stof gehalte. De gegevens van alle betreffende percelen zijn verzameld, en vervolgens is de relatie tussen droge stof opbrengst en lutum gehalte bepaald. Deze relatie is bepaald door statistisch de correlatiecoëfficiënt te bepalen. De correlatiecoëfficiënt geeft de samenhang weer tussen de variabelen: droge stof opbrengst en het lutum gehalte. Er is ook een spreidingsgrafiek gemaakt, waarin de R^2 is weergegeven. Deze determinatiecoëfficiënt geeft weer welk gedeelte van de variatie in droge stof opbrengst wordt verklaard door het lutum gehalte.

Door het beantwoorden van de deelvragen is het antwoord op onderstaande vraagstuk ontstaan: Welke potentiële meeropbrengsten zijn er te behalen op grasland door middel van variabele bemesting?

Doordat de relatie tussen het organische stof/lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras is bepaald, is er gekeken hoeveel meeropbrengst er potentieel nog te behalen is binnen de proefpercelen. Het bepalen van eventuele potentie voor meeropbrengst draagt bij aan de baten (meeropbrengsten) van precisiebemesting op grasland.

Andere baten (meeropbrengsten) kunnen zijn:

- Besparingen op de hoeveelheid toe te dienen meststoffen door het variabel verdelen van de mest binnen een perceel.
- Het verhogen van de gras kwaliteit.
- Egalere grasopbrengst over het hele perceel.

Gezien de omvang van het project en de beschikbare tijd, is er in dit onderzoek in eerste instantie alleen gekeken naar potentiële meeropbrengst aan de hand van het organische stof/lutum gehalte in de bodem.

3. Percelen

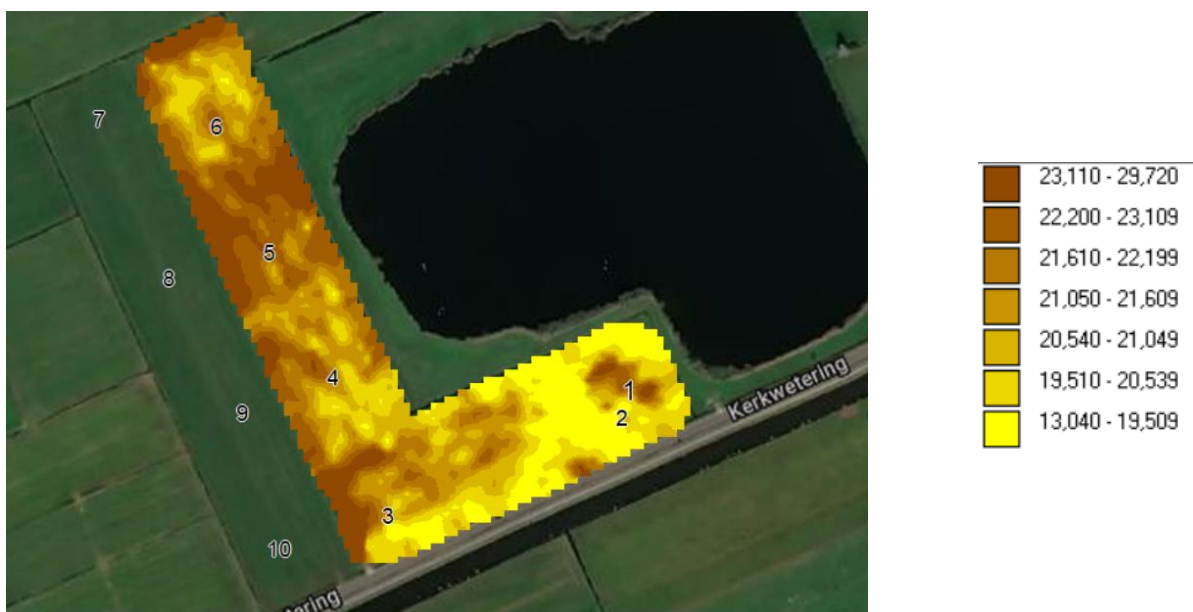
In dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van de betrokken percelen bij dit onderzoek. Per perceel is de ligging aangegeven. Daarnaast is per perceel de uitslag van het lutum en/of organische stof gehalte van de Veris scan te zien en worden eventuele bijzonderheden vermeld. Na de beschrijving van de percelen is bij elk perceel ook het bemestingsadvies voor de eerste snede vermeld.

-Perceel 1:

Eigenaar: Bedrijf H

Locatie: Kerkwetering, Mastenbroek

Figuur 3.1 hieronder laat de organische stof kaart zien van het perceel. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van zo'n 15 tot 25%. De meetpunten 1 t/m 10 zijn de meetpunten waarop met de graslandhoogte meter wekelijks is gemeten. Tevens is er op deze locaties ook de droge stof opbrengst bepaald van het gras.



Figuur 3.1

Organische stof kaart perceel bedrijf H

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Overijssel. De grondsoort van dit perceel wordt als veengrond omschreven volgens Boer en Bunder. Meetpunten 7 t/m 10 blijken niet gelegen in het perceel van bedrijf H. Door miscommunicatie doet dit perceel (waarin meetpunten 7 t/m 10 gelegen zijn) niet mee met het onderzoek. Meetpunt 7, 8, 9 en 10 komen te vervallen voor de verwerking van de resultaten van de eerste snede.

Het bemestingsadvies is op basis van bovenstaande organische stof kaart. Het lange stuk voorop wordt 30m³ drijfmest toegediend, achterop 25m³ en langs de weg 35m³ drijfmest per hectare. Op dit veenperceel kan er voor de eerste snede niet met de zware combinatie gereden worden die de mest plaatsspecifiek variabel toe kan dienen. Daarom is er door DLV besloten om de variatie in mest met behulp van stroken toe te dienen. De lichtere plekken in het perceel staan voor een lager organische stof gehalte. Hoe donkerder de plekken hoe hoger het organische stofgehalte. Op de plekken met meer organische stof is gemiddeld gezien minder mest toegediend. Bij een relatief lager organische stof gehalte is gemiddeld gezien meer mest toegediend. De kunstmestgift varieert van 120kg tot 150kg/ha. Voor kunstmest geldt dat er op de plekken met een hoger organische stof gehalte meer kunstmest is toegediend dan op de plekken met een lager organische stof gehalte.

Figuur 3.2 hieronder laat de lutum kaart van het perceel van bedrijf H zien.



Figuur 3.2

Lutum kaart perceel bedrijf H

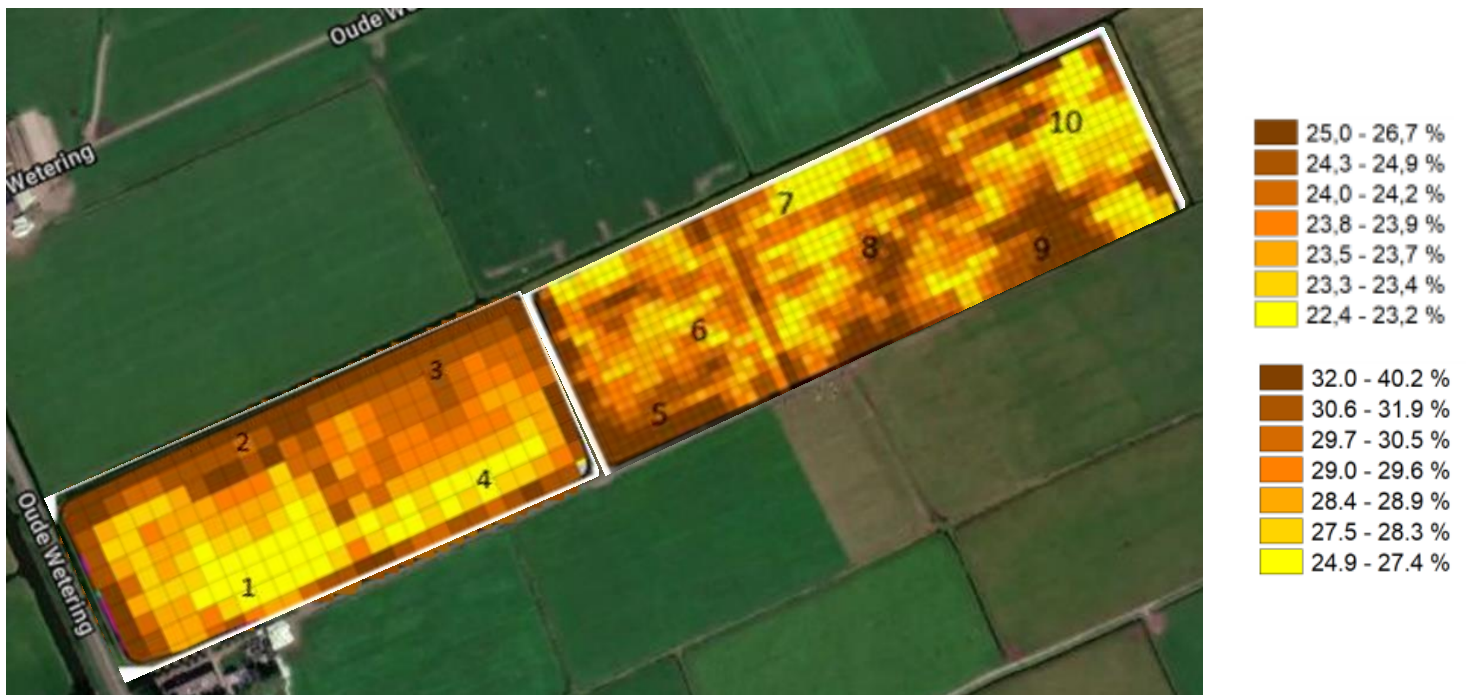
Het lutum gehalte in dit perceel varieert van zo'n 15 tot 35%. De lichtere plekken in het perceel hebben een lager lutum gehalte dan de donkere plekken. Als de lutumkaart en organische stof kaart over elkaar heen gelegd worden, komen deze aardig met elkaar overeen qua variatie.

-Perceel 2:

Eigenaar: Bedrijf G

Locatie: Oude Wetering, Mastenbroek

Figuur 3.3 laat de organische stof kaart zien van het perceel. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van zo'n 23 tot 40%. De meetpunten 1 t/m 10 zijn de meetpunten waarop met de graslandhoogte meter wekelijks is gemeten. Op de locaties van de meetpunten is ook de droge stof opbrengst van het gras bepaald. De eerste legenda is de legenda voor de eerste helft van het perceel dat tegen de weg ('Oude Wetering') ligt. De tweede legenda is voor het tweede gedeelte van het perceel.



Figuur 3.3

Organische stof kaart bedrijf G

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Overijssel. De grondsoort van dit perceel wordt als veengrond omschreven volgens Boer en Bunder. De kaart van het organische stofgehalte ziet er bij de meetpunten 1 t/m 4 iets anders uit ten opzichte van de kaart bij de andere meetpunten. Dit komt doordat de rechterhelft van het perceel op een later tijdstip is gescand met de Veris scan. DLV Advies en Resultaat krijgt de data van de percelen opgestuurd in pdf formaat. De weergave en legenda kunnen daardoor niet worden aangepast en/of samengevoegd.

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van bovenstaande organische stof kaart. Het advies is om te variëren van 25m³, 30m³ en 35m³ drijfmest per hectare, afhankelijk van het organische stof percentage. Ook op dit veenperceel kan er voor de eerste snede niet met de zware combinatie gereden worden die de mest plaatsspecifiek variabel toe kan dienen. Daarom is er voor gekozen om de variatie in mest met behulp van stroken toe te dienen. De kunstmestgift varieert van 225 tot 250kg/ha. Voor kunstmest geldt dat er op de plekken met een hoger organische stof gehalte meer kunstmest is toegediend dan op de plekken met een lager organische stof gehalte.

-Perceel 3:

Eigenaar: Bedrijf F

Locatie: Steenwetering, Zwolle

Figuur 3.4 hieronder laat de organische stof kaart zien van het perceel aan de Steenwetering. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van 3 tot zo'n 25%. De meetpunten 1 t/m 10 zijn geselecteerd op basis van de variatie van het organische stof gehalte in de bodem op het perceel. Op de meetpunten is de grashoogte gemeten en de droge stof opbrengst van het gras bepaald.



Figuur 3.4

Organische stof kaart bedrijf F

Bijzonderheden: Biologisch melkveebedrijf in de provincie Overijssel. De grondsoort van dit perceel wordt als veengrond omschreven volgens Boer en Bunder. Hoe donkerder de plekken hoe hoger het organische stofgehalte. De bemesting in dit perceel is gedaan aan de hand van het organische stof gehalte.

Op dit perceel blijken de koeien dag en nacht te weiden. Daarnaast is er op dit perceel niet variabel bemest maar is er over het gehele perceel 20m³ drijfmest per hectare uitgereden. Er is geen kunstmest toegediend op dit perceel.

Omdat er op dit perceel niet variabel bemest is, is dit perceel in het verdere verloop van dit onderzoek niet meegenomen.

-Perceel 4:

Eigenaar: Bedrijf D

Locatie: Schepersweg, Loerbeek

Figuur 3.5 hieronder geeft de organische stof kaart weer. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van zo'n 3 tot 6,5%. De meetpunten 1 t/m 4 zijn de meetpunten waarop met de graslandhoogte meter wekelijks is gemeten. Op de locaties van die meetpunten is ook de droge stof opbrengst van het gras bepaald. De locaties zijn bepaald aan de hand van de variatie van het organische stof gehalte binnen het perceel.



Figuur 3.5

Organische stof kaart Bedrijf D, Schepersweg

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Gelderland. De grondsoort van dit perceel wordt als zandgrond omschreven volgens Boer en Bunder. Alle proefpercelen in de provincie Gelderland hebben 4 meetpunten per perceel. Dit is besloten binnen DLV na intern overleg.

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. Voor drijfmest is geel 35m³, lichtbruin 30m³ en donkerbruin 25m³/ha. Hoe hoger het organische stof gehalte hoe minder drijfmest er gemiddeld is toegediend. Bij een lager organische stof gehalte is gemiddeld gezien meer mest toegediend. Ook is er kunstmest toegediend op dit perceel. Het bemestingsadvies voor kunstmest is geel 135kg, lichtbruin 150kg en donkerbruin 175kg/ha. Voor kunstmest is er op de plekken met een hoger organische stof gehalte meer kunstmest is toegediend dan op de plekken met een lager organische stof gehalte.

-Perceel 5:

Eigenaar: Bedrijf D

Locatie: Korenweg, Didam

Figuur 3.6 hieronder laat de organische stof kaart zien. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van zo'n 2 tot 5%. De meetpunten 1 t/m 4 zijn de meetpunten waarop met de graslandhoogte meter wekelijks is gemeten. De meetpunten zijn bepaald aan de hand van de variatie aan organische stof gehalte in de bodem.



Figuur 3.6

Organische stof kaart Bedrijf D, Korenweg

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Gelderland. De grondsoort van dit perceel wordt als zandgrond omschreven volgens Boer en Bunder. Alle proefpercelen in de provincie Gelderland hebben 4 meetpunten per perceel.

Bemestingsadvies:

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. Hoe hoger het organische stof gehalte hoe minder mest er gemiddeld is toegediend. Bij een lager organische stof gehalte wordt gemiddeld gezien meer mest toegediend. Voor drijfmest is geel 35m³, lichtbruin 30m³ en donkerbruin 25m³/ha. Ook is er kunstmest toegediend op dit perceel. Het bemestingsadvies voor kunstmest is geel 135kg, lichtbruin 150kg en donkerbruin 170kg/ha. Kunstmest is op de plekken met een hoger organische stof gehalte meer toegediend dan op de plekken met een lager organische stof gehalte.

-Perceel 6:

Eigenaar: Bedrijf E

Locatie: Broekweg, Azewijn

Figuur 3.7 hieronder geeft de organische stof kaart weer van het perceel aan de Broekweg. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van 6 tot 9%. De meetpunten 1 t/m 4 zijn de meetpunten waarop met de graslandhoogte meter wekelijks is gemeten. Tevens is er op deze locaties ook de droge stof opbrengst bepaald van het gras. De locatie van de meetpunten is bepaald aan de hand van de variatie van het organische stof gehalte binnen het perceel.



Figuur 3.7

Organische stof kaart bedrijf E, Broekweg

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Gelderland. De grondsoort van dit perceel wordt als kleigrond (zware klei) omschreven volgens Boer en Bunder. Alle proefpercelen in de provincie Gelderland hebben 4 meetpunten per perceel. Van dit perceel is geen lutumkaart beschikbaar. Door onbekende reden kon deze kaart ook niet toegestuurd worden. Het lutumgehalte van de meetpunten is wel gegeven op de uitslag van de grondmonsters. Deze uitslagen zijn verder gebruikt in dit onderzoeksrapport. Voor de meetpunten varieert het lutumgehalte van 32 tot 41%.

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. Met een hogere toediening drijfmest op de plekken met een lager gehalte organische stof. Geel is 35m³ drijfmest, lichtbruin 30m³ en donkerbruin 25m³/ha. Op dit perceel is ook kunstmest toegediend. Het bemestingsadvies voor kunstmest op dit perceel is: Geel 300kg, lichtbruin 325kg en donkerbruin 350kg/ha. Voor kunstmest is op de plekken met een hoger gehalte organische stof meer kunstmest toegediend dan op de plekken met een lager gehalte organische stof.

-Perceel 7:

Eigenaar: Bedrijf E

Locatie: Broekweg, Azewijn

Figuur 3.8 hieronder geeft de organische stof kaart weer van het graslandperceel aan de Broekweg. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van zo'n 8 tot 12%. De meetpunten 1 t/m 4 zijn de meetpunten waarop met de graslandhoogte meter wekelijks is gemeten. Tevens is er op deze locaties ook de droge stof opbrengst bepaald van het gras. De locatie van de meetpunten is bepaald aan de hand van de variatie van het organische stof gehalte binnen het perceel.



Figuur 3.8

Organische stof kaart bedrijf E, Broekweg

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Gelderland. De grondsoort van dit perceel wordt als kleigrond (zwarte klei) omschreven volgens Boer en Bunder. Van dit perceel is geen lutumkaart beschikbaar. Door onbekende reden kon deze kaart ook niet toegestuurd worden. Het lutumgehalte van de meetpunten is wel gegeven op de uitslag van de grondmonsters. Deze uitslagen zijn verder gebruikt in dit onderzoeksrapport. Voor de meetpunten varieert het lutumgehalte van 38 tot 41%.

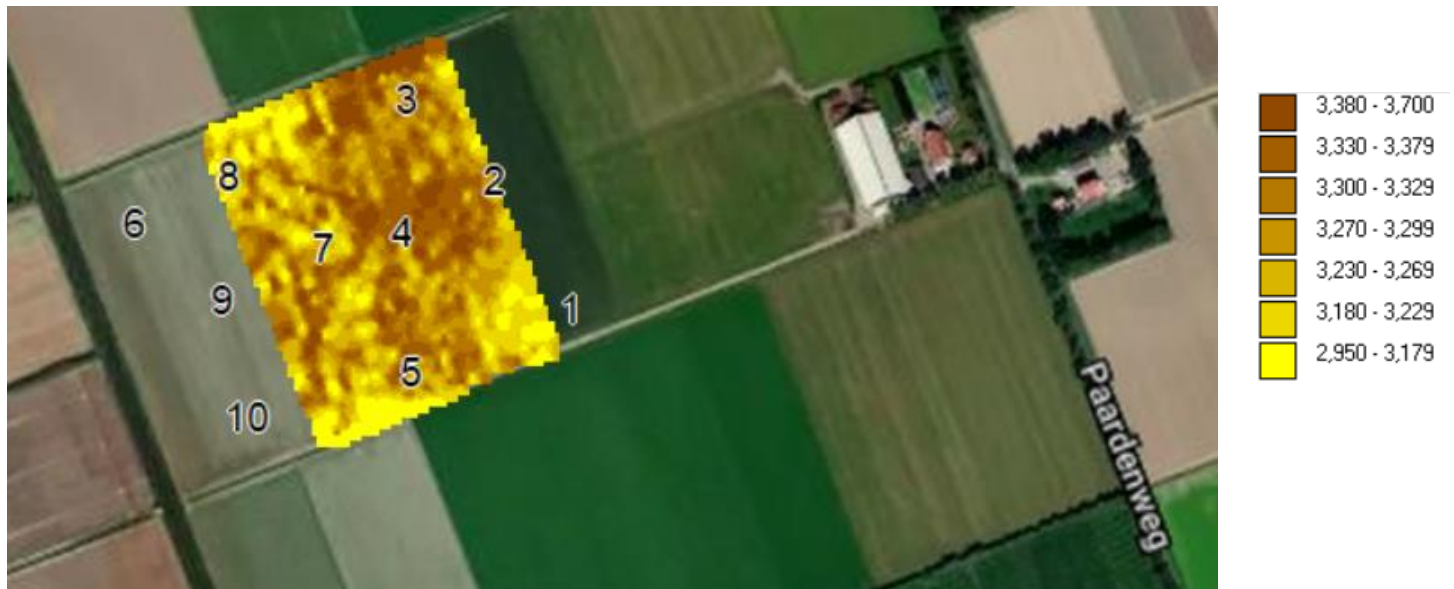
Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. Met een hogere toediening drijfmest op de plekken met een lager gehalte organische stof. Geel 35m³ drijfmest, lichtbruin 30m³ en donkerbruin 25m³/ha. Op dit perceel is ook kunstmest toegediend. Het bemestingsadvies voor kunstmest op dit perceel is: Geel 300kg, lichtbruin 325kg en donkerbruin 350kg/ha. Voor kunstmest is op de plekken met een hoger gehalte organische stof meer kunstmest toegediend dan op de plekken met een lager gehalte organische stof.

-Perceel 8:

Eigenaar: Bedrijf A

Locatie: Paardenweg 8, 8317 PL, Kraggenburg

Figuur 3.9 hieronder geeft de organische stof kaart weer van het perceel aan de Paardenweg. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van 3 tot zo'n 3,5%. De meetpunten 1 t/m 10 zijn geselecteerd op basis van de variatie van het organische stof gehalte in de bodem op het perceel. Op de meetpunten is de grashoogte gemeten en de droge stof opbrengst van het gras bepaald.



Figuur 3.9

Organische stof kaart bedrijf A, Paardenweg

Bijzonderheden: Biologisch melkveebedrijf in de provincie Flevoland. De grondsoort van dit perceel wordt als kleigrond (lichte zavel) omschreven volgens Boer en Bunder. Meetpunten 6, 9 en 10 lijken buiten de uitslag van de Veris scan te zitten. De oorzaak daarvan is niet duidelijk, maar meetpunten 6, 9 en 10 zijn in het verdere verloop van dit onderzoek niet meegenomen.

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. De gift van drijfmest varieert van 20 tot 40m³/ha afhankelijk van het organische stof gehalte. Op dit perceel is geen kunstmest toegediend.

Figuur 3.10 hieronder geeft de lutum kaart weer van het graslandperceel van bedrijf A. De meetpunten 1 t/m 10 zijn in deze figuur ook weergegeven.



Figuur 3.10

Lutum kaart bedrijf A, Paardenweg

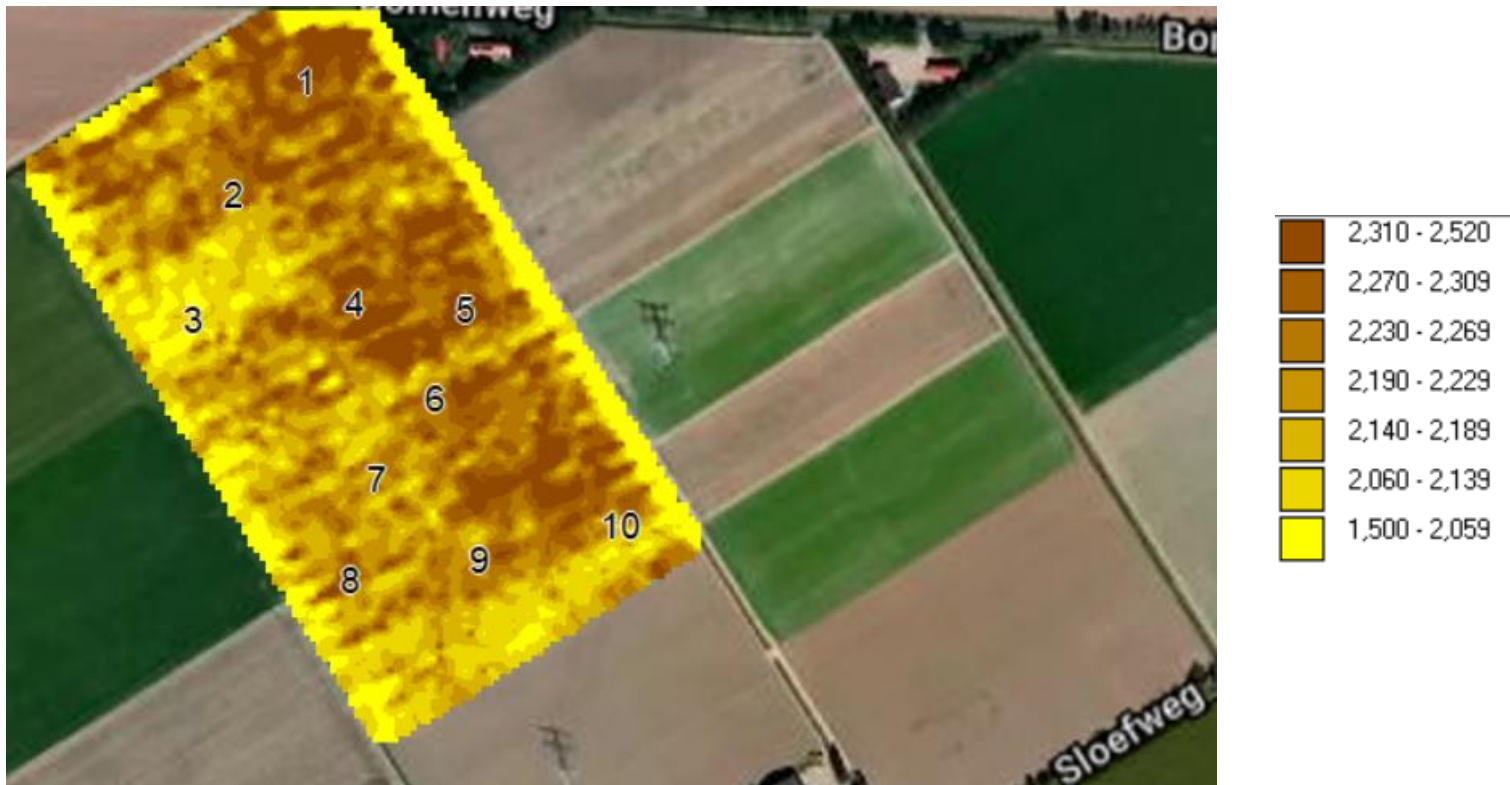
Het lutum gehalte in dit perceel varieert van 13 tot 16%. De lichtere plekken in het perceel hebben een lager lutum gehalte dan de donkere plekken.

-Perceel 9:

Eigenaar: bedrijf B

Locatie: Sloefweg, Marknesse

Figuur 3.11 hieronder geeft de organische stof kaart weer van het perceel aan de Sloefweg. Hoe donkerder de kleur op de kaart hoe hoger het percentage organische stof dat er gemeten is in de bodem. Het organische stofgehalte in dit perceel varieert van 1,5 tot zo'n 2,5%. De meetpunten 1 t/m 10 zijn bepaald aan de hand van de variatie van het organische stof gehalte binnen het perceel.



Figuur 3.11

Organische stof kaart bedrijf B, Sloefweg

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Flevoland. De grondsoort van dit perceel wordt als kleigrond (lichte zavel) omschreven volgens Boer en Bunder. De rechterhelft lijkt over het algemeen een hoger organische stof gehalte te hebben.

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. Met een hogere toediening drijfmest op de plekken met een lager gehalte organische stof. Het advies is om links 35m³, midden van het perceel 30m³ en rechts 25m³ drijfmest/ha toe te dienen. De kunstmestgift varieert van 300 tot 400kg/ha. Voor kunstmest geldt dat er op de plekken met een hoger organische stof gehalte meer kunstmest is toegediend dan op de plekken met een lager organische stof gehalte.

Figuur 3.12 hieronder geeft de lutum kaart weer van het graslandperceel van bedrijf B aan de Sloefweg. De meetpunten 1 t/m 10 zijn in deze figuur ook weergegeven.



Figuur 3.12

Lutum kaart bedrijf B, Sloefweg

Het lutum gehalte in dit perceel varieert van 12 tot 16%. De lichtere plekken in het perceel hebben een lager lutum gehalte dan de donkere plekken. Wat opvalt is dat gemiddeld gezien op de rechterhelft van het perceel een hoger lutum gehalte gemeten is dan op de linkerhelft. Als de lutumkaart en organische stof kaart over elkaar heen gelegd worden, komen deze aardig met elkaar overeen qua variatie.

-Perceel 10:

Eigenaar: Bedrijf C

Locatie: Luttelgeesterweg 5, 8316 PA, Marknesse

Figuur 3.13 hieronder geeft de ligging van het perceel aan de Luttelgeesterweg weer. De meetpunten 1 t/m 10 zijn bepaald aan de hand van de variatie van het organische stof gehalte binnen het perceel.



Figuur 3.13

Ligging perceel Luttelgeesterweg, bedrijf C

Bijzonderheden: Gangbaar melkveebedrijf in de provincie Flevoland. De grondsoort van dit perceel wordt als kleigrond (lichte zavel) omschreven volgens Boer en Bunder. Er is voor de start van het project een Veris scan van dit perceel gemaakt, achteraf bleek deze te veel af te wijken van de gestoken referentiemonsters en is daarom niet vrijgegeven. Het lutumgehalte en organische stof gehalte van de meetpunten is wel gegeven op de uitslag van de grondmonsters. Deze uitslagen zijn verder gebruikt in dit onderzoeksrapport. Voor de meetpunten varieert het lutumgehalte van 15 tot 18%, en het organische stof gehalte varieert van 3 tot 3,5%.

Het bemestingsadvies voor de eerste snede van dit perceel is gemaakt aan de hand van het organische stof gehalte. Met een hogere toediening drijfmest op de plekken met een lager gehalte organische stof. Het advies varieert van 20m³ tot 35m³ drijfmest/ha. De kunstmestgift varieert van 150 tot 200kg/ha. Voor kunstmest is er op de plekken met een hoger organische stof gehalte meer kunstmest toegediend dan op de plekken met een lager organische stof gehalte.

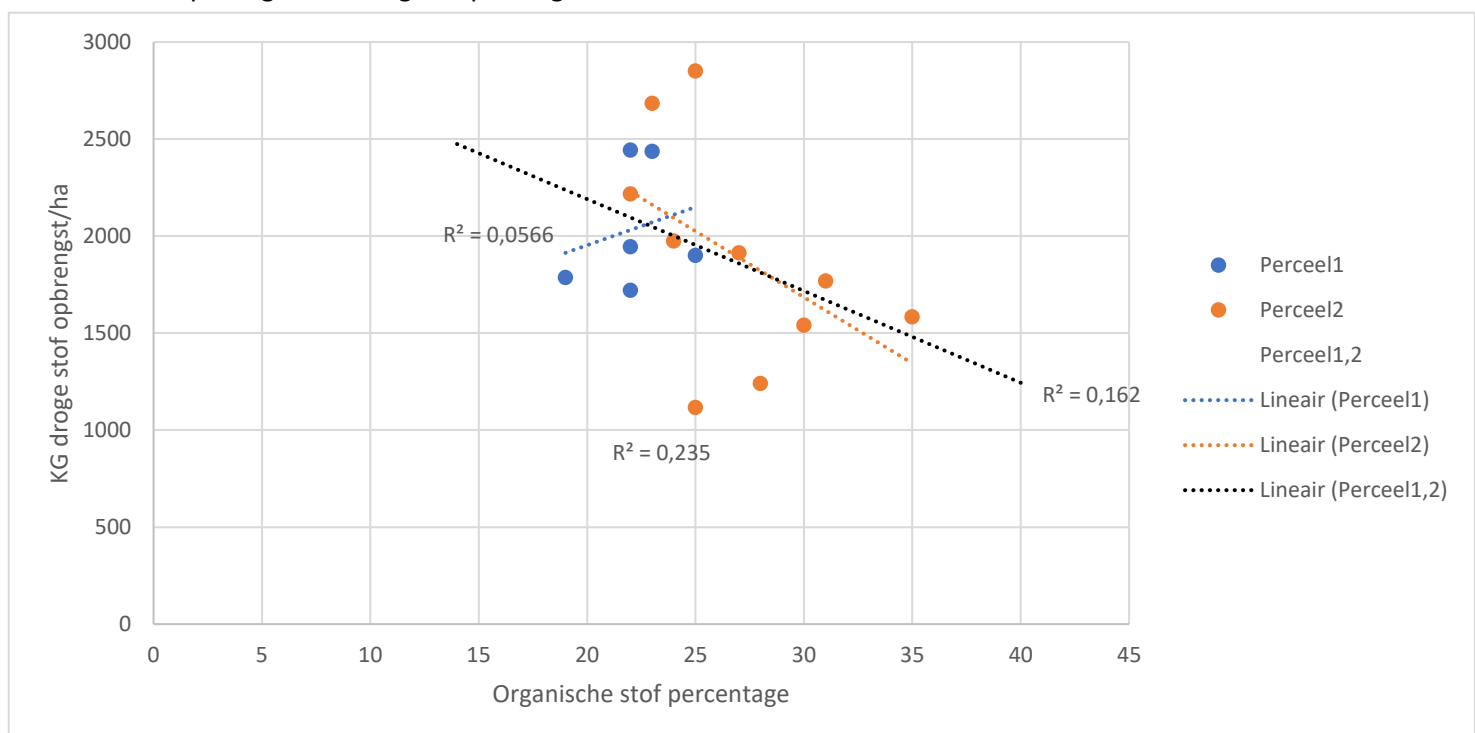
4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van de deelvragen over de relatie tussen het organische stof/lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras. Door de relaties tussen organische stof/lutum in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras, mede als de relatie tussen de hoeveelheid mest en de droge stof opbrengst te analyseren, kan er gekeken worden of er een potentiële meeropbrengst te behalen is op de proefpercelen binnen verschillende grondsoorten. Bij de grafieken met betrekking tot bemesting is uitgegaan van de stikstofnormen volgens de RVO. Voor rundveedrijfmest betreft dit 4kg N per ton mest. Voor drijfmest staat 1 ton gelijk aan 1 kubieke meter. Voor het stikstofgehalte in kunstmest is het percentage stikstof in de kunstmest vermenigvuldigd met de totaal toegediende hoeveelheid kunstmest per hectare.

4.1 Relatie organische stof gehalte en droge stof opbrengst op veengrond

Om de opbrengstpotentie en daarmee ook de meeropbrengsten van variabele bemesting in te kunnen schatten, is er gekeken naar de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras. Deze relatie is bekeken door de meetresultaten te verwerken in een spreidingsgrafiek. De trendlijn met bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2) geeft weer hoe sterk het verband/relatie is tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst.

De meetpunten van alle proefpercelen met de categorie veengrond zijn bij elkaar gevoegd. Figuur 4.1 hieronder geeft de spreidingsgrafiek weer van het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op veengrond.

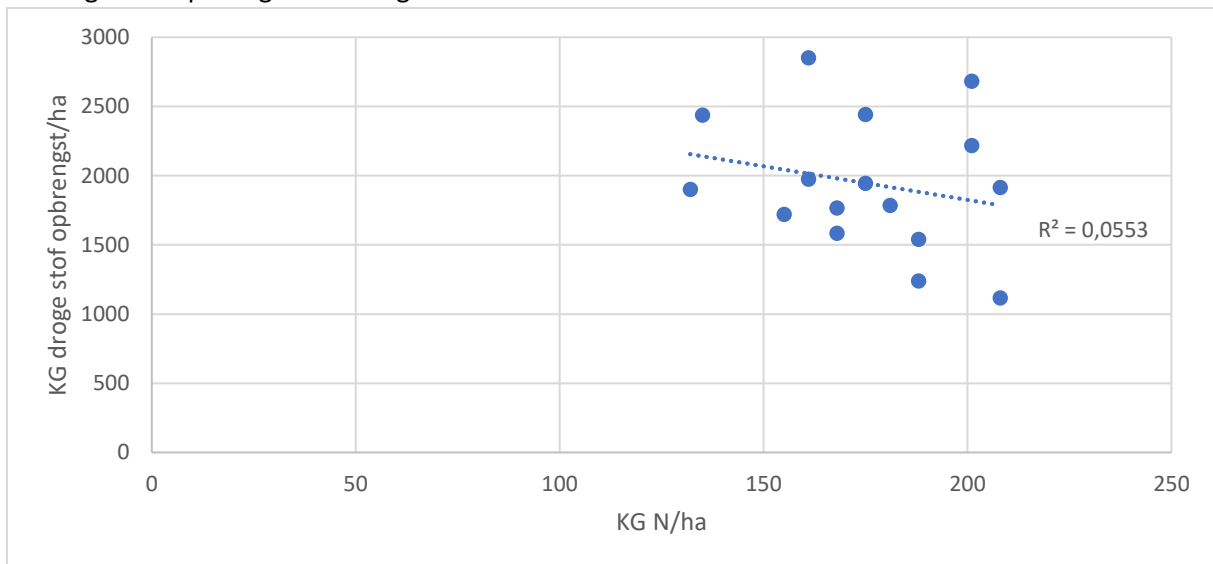


Figuur 4.1 Relatie tussen organische stof en droge stof opbrengst

De zwarte stippellijn geeft de trendlijn weer van alle meetpunten bij elkaar gevoegd. De spreidingsgrafiek laat een R^2 van 0,162 zien bij deze trendlijn. Dit betekent dat 16% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in organische stof gehalte in de bodem. De oranje en blauwe stippellijnen geven de trendlijn weer van de afzonderlijke proefpercelen.

Om de opbrengstpotentie en eventuele over- of onderbemesting in te schatten, is er gekeken naar de relatie tussen de hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst van het gras. Deze relatie is bepaald door voor alle proefpercelen op veengrond de resultaten van de meetpunten in een spreidingsgrafiek te verwerken. De trendlijn met bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2) geeft weer hoe sterk het verband/relatie is tussen de hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst.

Figuur 4.2 geeft de relatie weer tussen de hoeveelheid toegediende kilogram stikstof per hectare en de droge stof opbrengst van het gras.

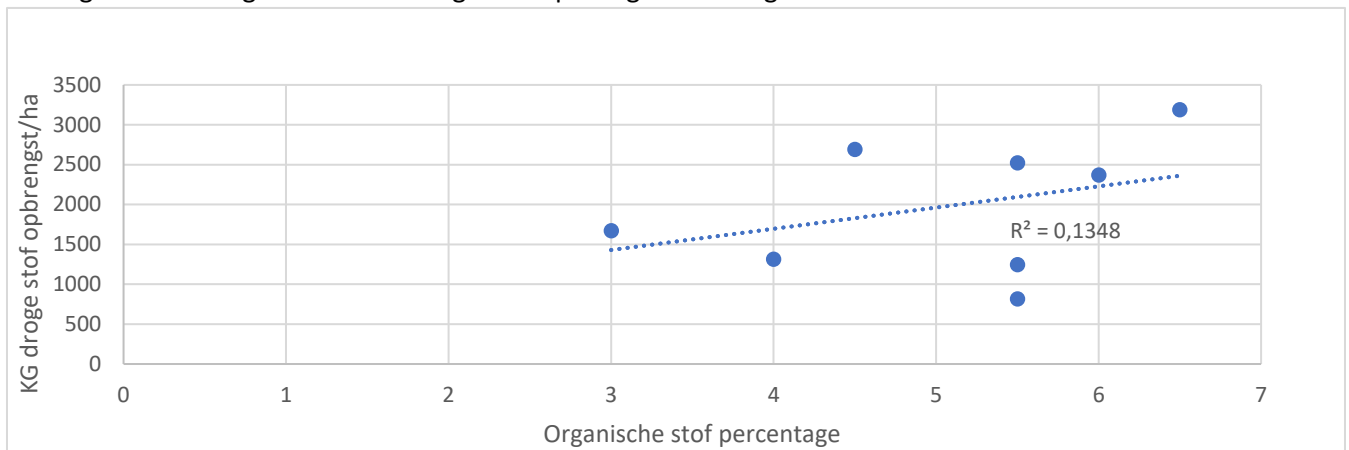


Figuur 4.2 Relatie tussen hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst op veengrond

De R^2 van de spreidingsgrafiek uit figuur 4.2 geeft een waarde van 0,0553. Dit betekent dat 6% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. De hoeveelheid toegediende stikstof bevat stikstof uit drijfmest en kunstmest.

4.2 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op zandgrond

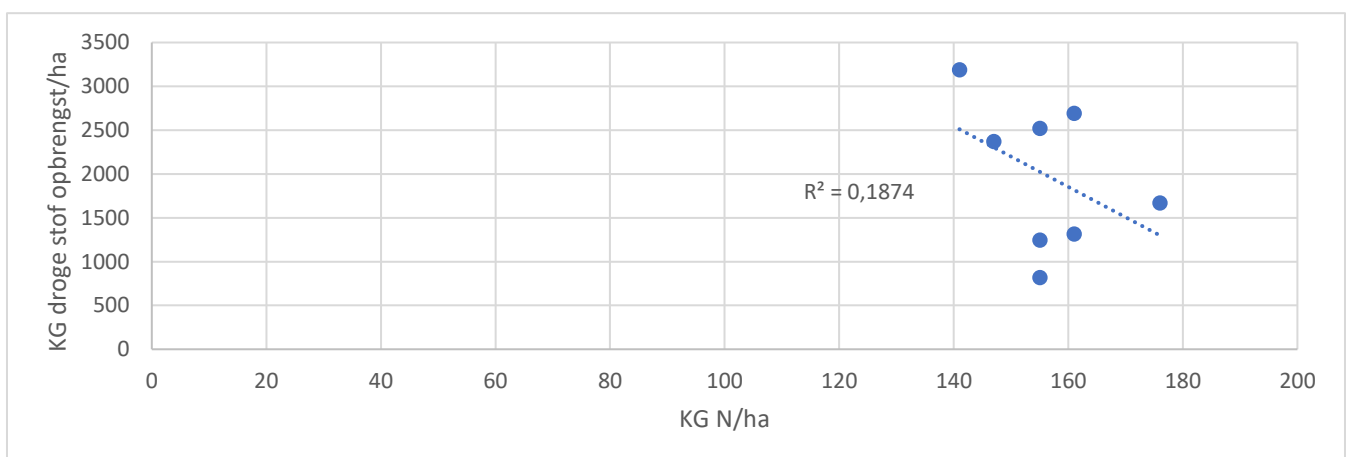
Om de opbrengstpotentie en daarmee ook de meeropbrengsten van variabele bemesting in te kunnen schatten, is er gekeken naar de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op zandgronden. Door de meetresultaten te verwerken in een spreidingsgrafiek wordt het onderlinge verband weergegeven. De trendlijn met bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2) geeft weer hoe sterk het verband/relatie is tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst op zandgrond. De meetpunten van alle proefpercelen met de categorie zandgrond zijn bij elkaar gevoegd. Figuur 4.3 hieronder geeft de spreidingsgrafiek weer van het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst van het gras.



Figuur 4.3 Relatie tussen organische stof en droge stof opbrengst

De spreidingsgrafiek heeft een R^2 van 0,1348. Dit betekent dat 13% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in organische stof gehalte in de bodem.

Om de opbrengstpotentie en eventuele over- of onderbemesting in te schatten, is er gekeken naar de relatie tussen de hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst van het gras. Deze relatie is bepaald door voor alle proefpercelen op veengrond de resultaten van de meetpunten in een spreidingsgrafiek te verwerken. Figuur 4.4 geeft de relatie weer tussen de hoeveelheid toegediende kilogram stikstof per hectare en de droge stof opbrengst van het gras op zandgrond.



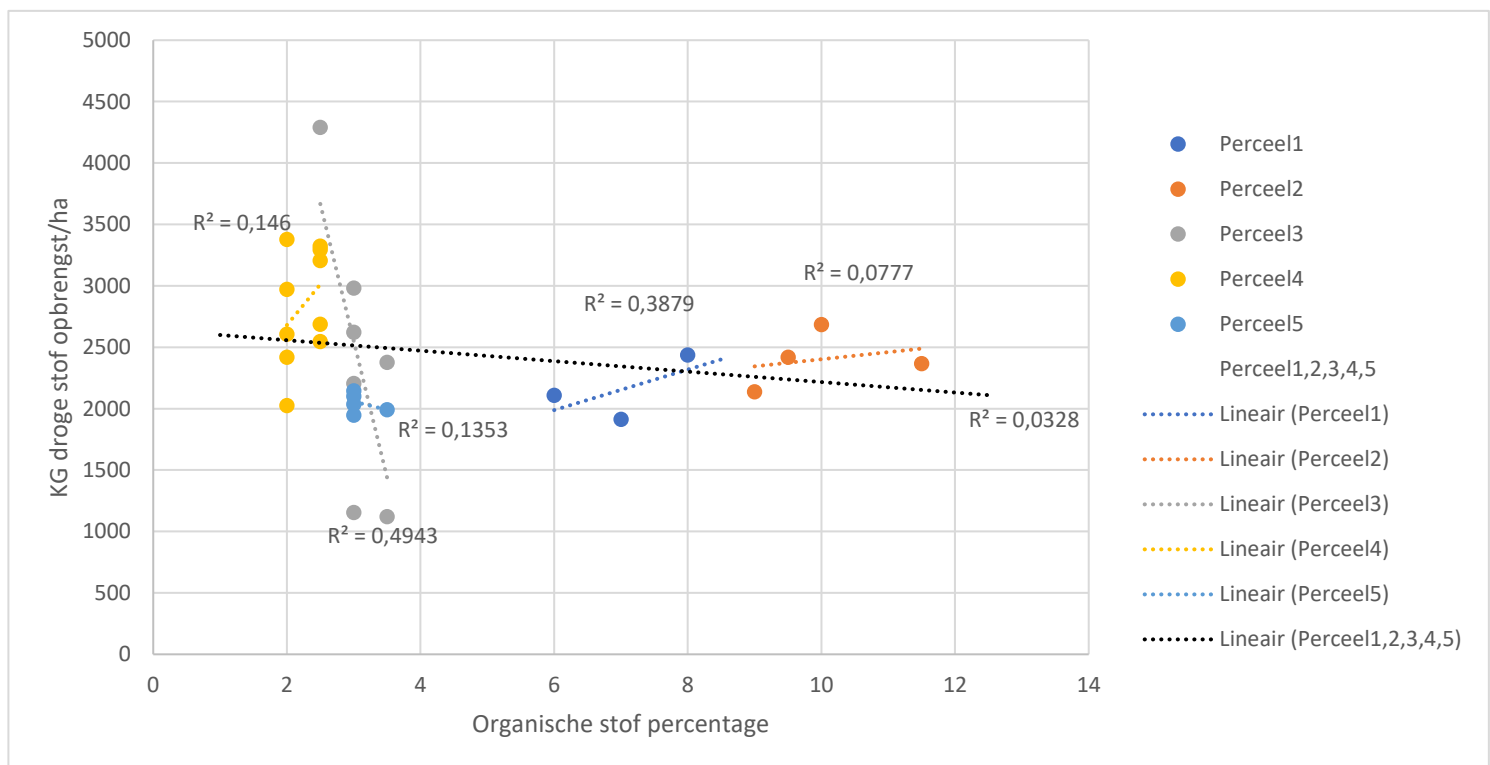
Figuur 4.4 Relatie tussen hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst op zandgrond

De R^2 van de spreidingsgrafiek uit figuur 4.4 geeft een waarde van 0,1874. Dit betekent dat 19% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. De hoeveelheid toegediende stikstof bevat stikstof uit drijfmest en kunstmest.

4.3 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond

Om de opbrengstpotentie van variabele bemesting in te kunnen schatten, is er gekeken naar de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras. Deze relatie is bekeken door de meetresultaten te verwerken in een spreidingsgrafiek. De trendlijn met bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2) geeft weer hoe sterk het verband/relatie is tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst op kleigrond.

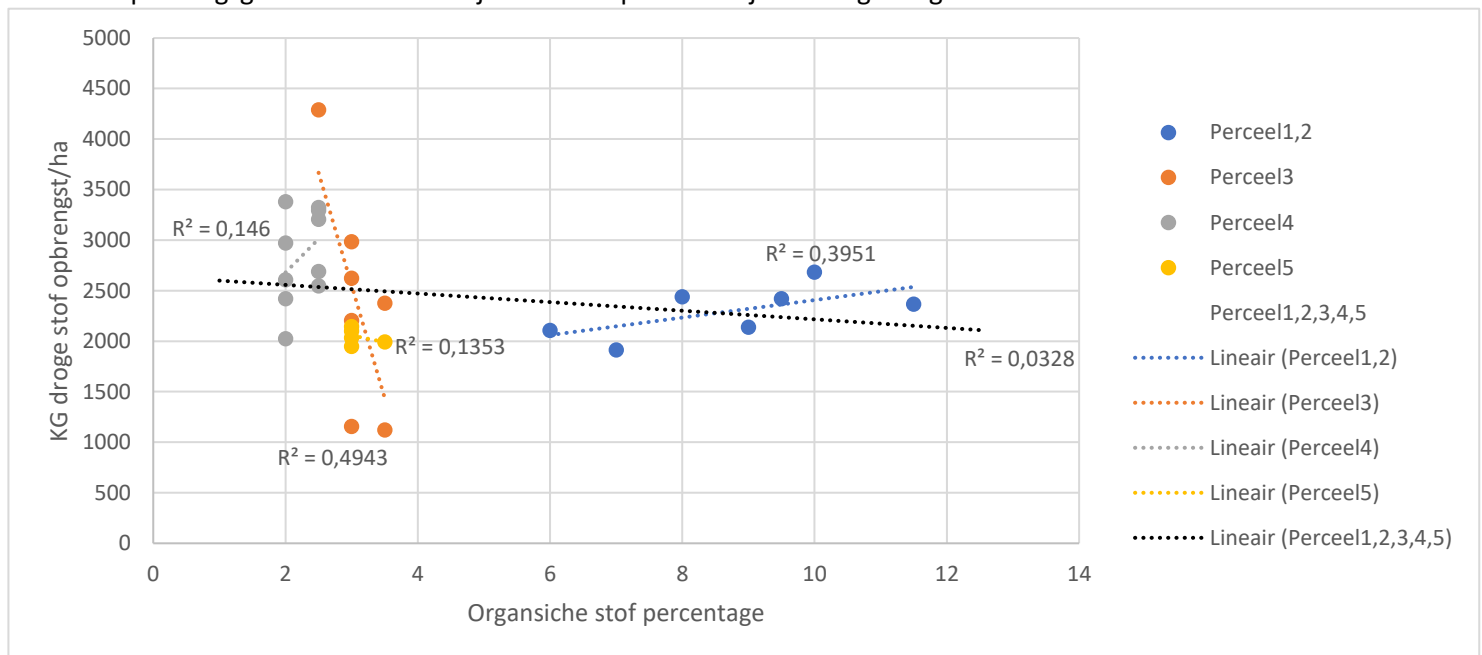
De meetpunten van alle proefpercelen met de categorie kleigrond zijn bij elkaar gevoegd. De bijbehorende spreidingsgrafiek laat daarbij grote verschillen zien per organische stof categorie. Deze verschillen blijken perceel gebonden te zijn, en zijn terug te zien als de spreidingsgrafiek per perceel wordt weergegeven. Figuur 4.5 hieronder laat de spreidingsgrafiek zien van de droge stof opbrengst en het organische stof gehalte per proefperceel (met de categorie kleigrond).



Figuur 4.5 Relatie tussen organische stof en droge stof opbrengst per perceel op kleigrond

Elke kleur staat voor de resultaten van een proefperceel. De R^2 laat verschillende resultaten zien per proefperceel, variërend van 0,0777 tot 0,4943. De zwarte stippellijn geeft de trendlijn weer van alle meetpunten bij elkaar gevoegd. De spreidingsgrafiek laat daarbij een R^2 van 0,0328 zien. Dit betekent dat 3% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in organische stof gehalte in de bodem (als de resultaten van alle proefpercelen bij elkaar gevoegd worden).

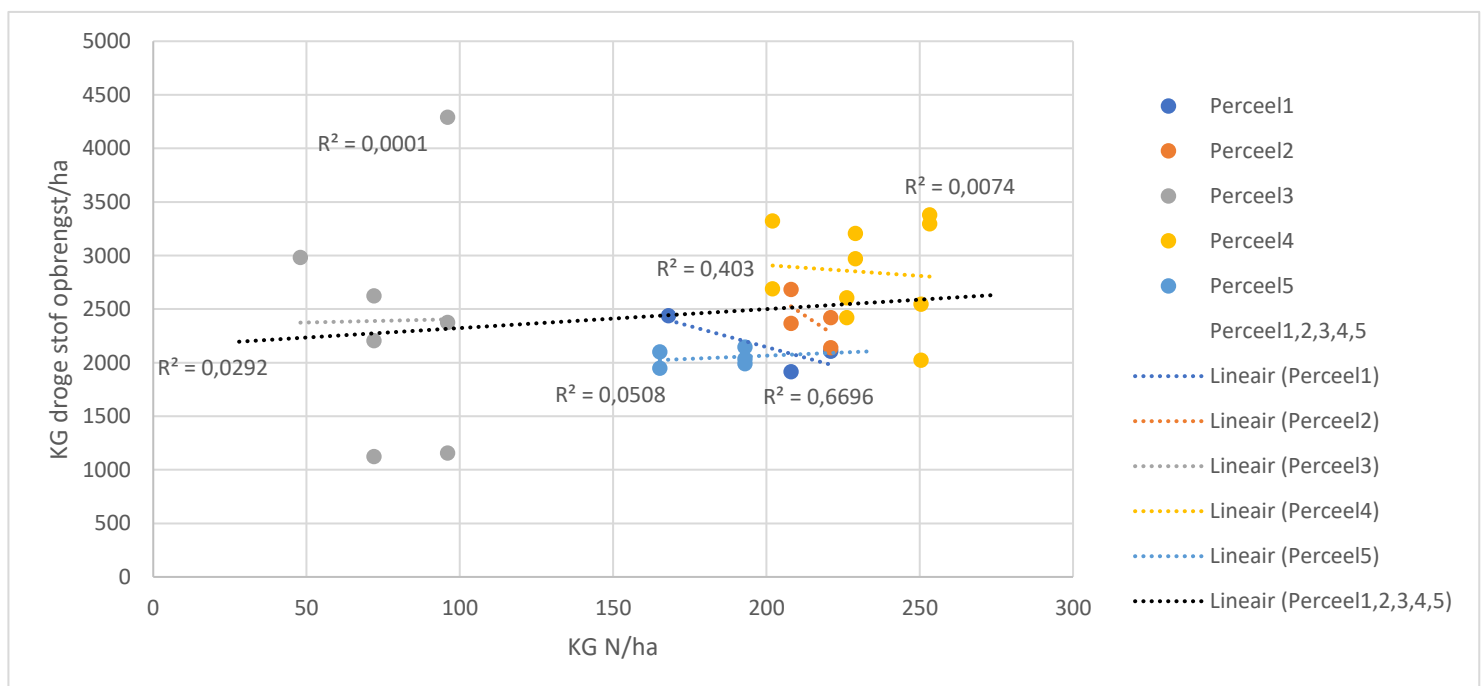
Percelen 1 en 2 in figuur 4.5 lijken beide een licht oplopende trendlijn te hebben. Figuur 4.6 geeft de spreidingsgrafiek weer waarbij deze twee percelen zijn samengevoegd.



Figuur 4.6 Relatie tussen organische stof en opbrengst op kleigronden

De R^2 in de spreidingsgrafiek van figuur 4.6 varieert van 0,1353 tot 0,4943. Perceel 1, 2 en 4 laten een stijgende trendlijn zien, perceel 3 en 5 een dalende trendlijn. De zwarte stippellijn geeft de trendlijn weer van alle meetpunten bij elkaar gevoegd, deze heeft een R^2 van 0,0328.

Figuur 4.7 geeft de relatie weer tussen de hoeveelheid toegediende kilogram stikstof per hectare en de droge stof opbrengst van het gras. Deze relatie is bepaald om de opbrengstpotentie en eventuele over- of onderbemesting in te schatten. Deze relatie is bepaald door voor alle proefpercelen op kleigronde de resultaten van de meetpunten in een spreidingsgrafiek te verwerken.



Figuur 4.7 Relatie tussen hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst op kleigronde per perceel

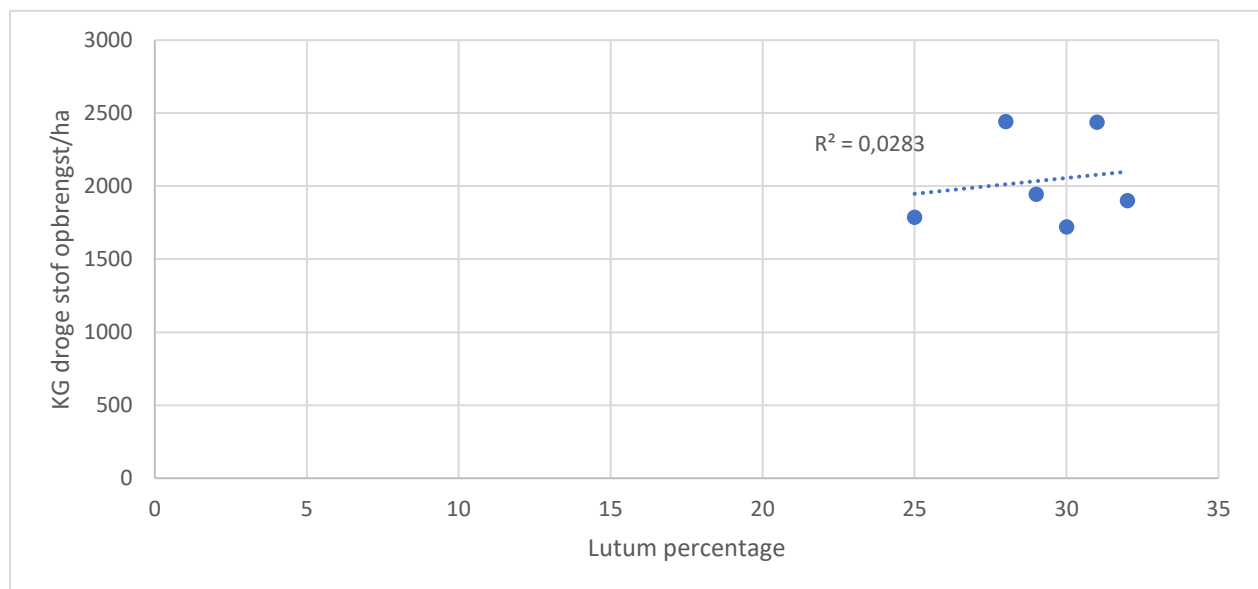
Evenals bij de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst laat de spreidingsgrafiek daarbij grote verschillen zien. Deze verschillen blijken perceel gebonden te zijn, en zijn terug te zien in de spreidingsgrafiek van figuur 4.7.

De trendlijnen met bijbehorende determinatiecoëfficiënten (R^2) geven weer hoe sterk het verband/relatie is tussen de hoeveelheid toegediende stikstof en de droge stof opbrengst. De R^2 laat verschillende resultaten zien per proefperceel, variërend van 0,0001 tot 0,6696. De zwarte stippellijn geeft de trendlijn weer van alle meetpunten bij elkaar gevoegd, deze heeft een R^2 van 0,0292. Dit betekent dat 3% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof (als de resultaten van alle proefpercelen bij elkaar gevoegd worden).

4.4 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op veengrond

Bij veengronden kan de combinatie van klei en veen zorgen voor een vochtigere en stevigere grond. Dit kan invloed hebben op de opbrengstpotentie. Met die reden is er gekeken naar de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op veengronden. Deze relatie is bekeken door de meetresultaten te verwerken in een spreidingsgrafiek. De trendlijn met bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2) geeft weer hoe sterk het verband/relatie is tussen het lutum gehalte en de droge stof opbrengst.

Figuur 4.8 hieronder geeft de spreidingsgrafiek weer tussen het lutum gehalte en de droge stof opbrengst van het gras.



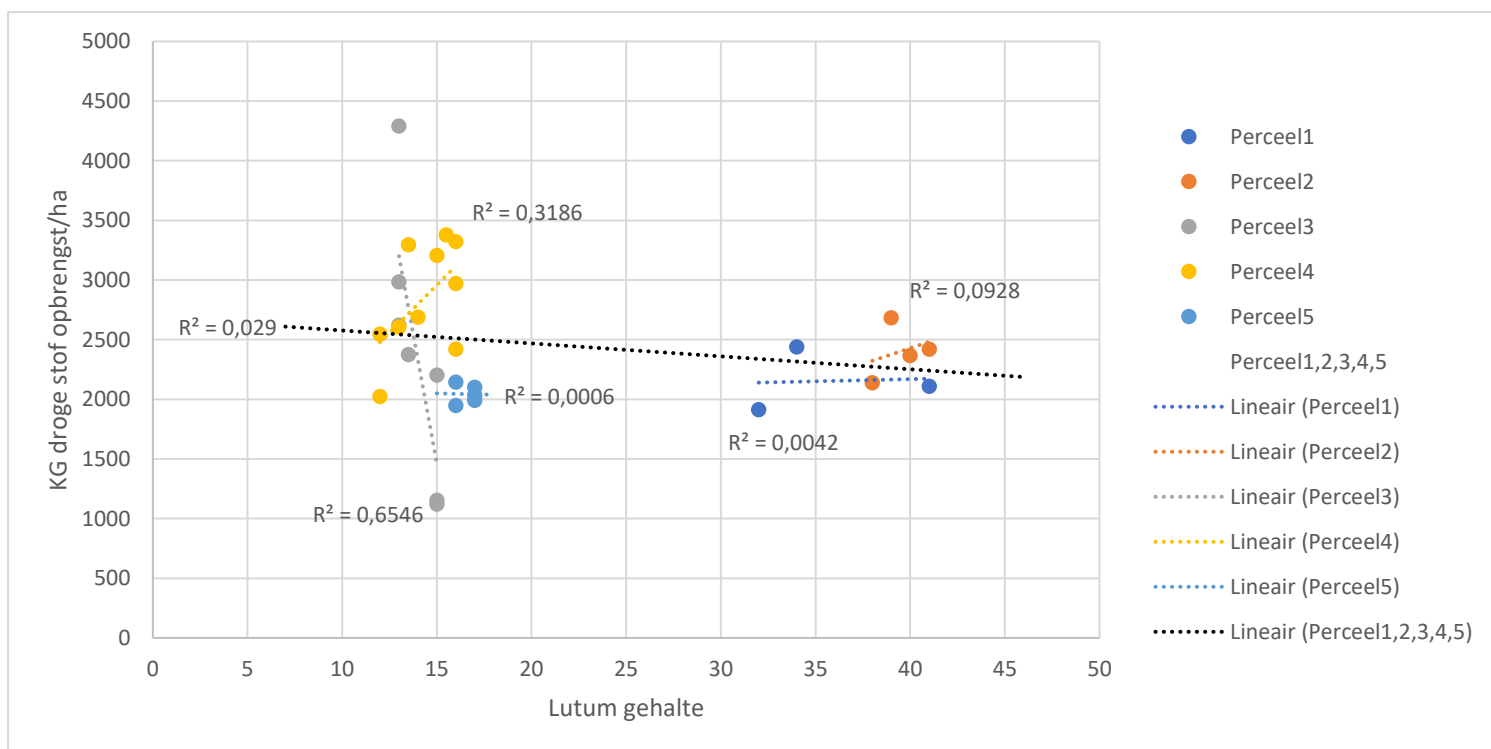
Figuur 4.8 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op veengrond

De spreidingsgrafiek heeft een R^2 van 0,0283. Dit betekent dat 3% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in lutum gehalte in de bodem. De trendlijn lijkt licht te stijgen.

4.5 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond

Het lutumgehalte bij kleigronden bepaald voor een groot deel de vruchtbaarheid van de grond. Dit kan invloed hebben op de opbrengstpotentie. Met die reden is er gekeken naar de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op kleigronden. Deze relatie is bekeken door de meetresultaten te verwerken in een spreidingsgrafiek. De trendlijn met bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2) geeft weer hoe sterk het verband/relatie is tussen het lutum gehalte en de droge stof opbrengst.

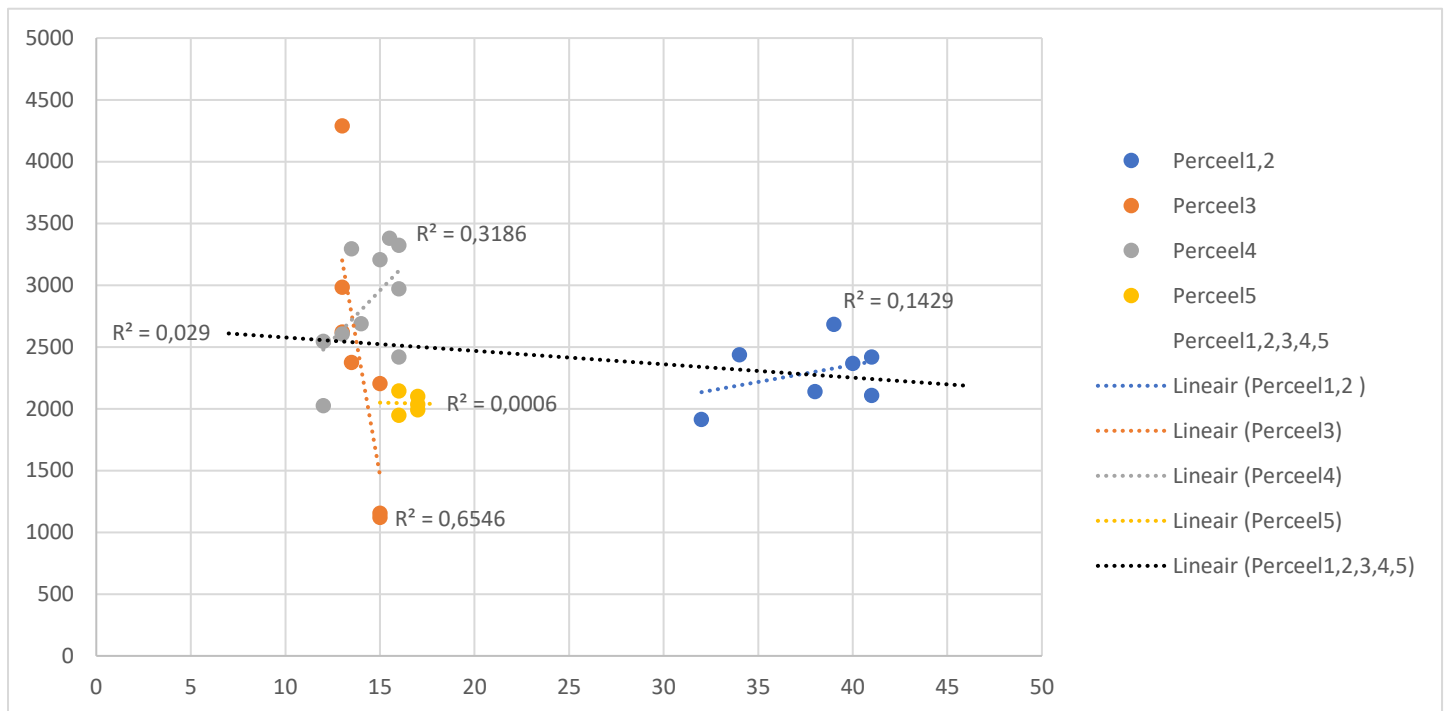
De meetpunten van alle proefpercelen met de categorie kleigrond zijn bij elkaar gevoegd. De bijbehorende spreidingsgrafiek laat daarbij grote verschillen zien per lutum gehalte. Deze verschillen blijken perceel gebonden te zijn, en zijn terug te zien als de spreidingsgrafiek per perceel wordt weergegeven. Figuur 4.9 hieronder laat de spreidingsgrafiek zien van de droge stof opbrengst en lutum gehalte per proefperceel (met de categorie kleigrond).



Figuur 4.9 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst per perceel op kleigrond

De zwarte stippellijn geeft de trendlijn weer van alle meetpunten bij elkaar gevoegd. De spreidingsgrafiek laat daarbij een R^2 van 0,029 zien. Dit betekent dat 3% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in lutum gehalte (als de resultaten van alle proefpercelen bij elkaar gevoegd worden). Per perceel varieert de R^2 van 0,0006 tot 0,6546.

Percelen 1 en 2 lijken in figuur 4.9 een licht stijgende trendlijn dicht bij elkaar te hebben. Figuur 4.10 geeft de spreidingsgrafiek weer waarbij de twee percelen zijn samengevoegd.



Figuur 4.10 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond

Perceel 1 en 2 samengevoegd laat een stijgende trendlijn zien in figuur 4.11 met een R^2 van 0,1429. Perceel 3 laat een dalende trendlijn zien met een R^2 van 0,6546. Perceel 4 een stijgende trendlijn met een R^2 van 0,3186 en perceel 5 een licht dalende trendlijn met een R^2 van 0,0006. De zwarte stippellijn geeft de trendlijn weer van alle meetpunten bij elkaar gevoegd, met een R^2 van 0,029.

5. Discussie

Als deel van een groter project over precisielandbouw is de doelstelling van dit onderzoek om de potentiële meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland in kaart te brengen. Het in kaart brengen van de meeropbrengsten draagt bij aan de baten van precisiebemesting op grasland. Door de relaties tussen organische stof/lutum in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras, mede als de relatie tussen de hoeveelheid mest en de droge stof opbrengst te analyseren, kan er gekeken worden of er een potentiële meeropbrengst te behalen is op de proefpercelen binnen verschillende grondsoorten. De genoemde opbrengsten in dit hoofdstuk zijn de droge stof opbrengsten van het gras.

5.1 Relatie organische stof gehalte en droge stof opbrengst op veengrond

De categorie veengronden bestaat uit twee proefpercelen met een totaal van 20 meetpunten. Beide percelen zijn gelegen in de provincie Overijssel. De spreidingsgrafiek geeft voor de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras een R^2 van 0,162. Dit houdt in dat 16% van de variantie in droge stof opbrengst is toe te schrijven aan de variantie in organische stof gehalte. De trendlijn laat een daling van de droge stof opbrengst zien naarmate het organische stof gehalte in de bodem toeneemt. Het lijkt erop dat een hoger organische stof gehalte op veengrond niet direct voor een hogere grasopbrengst zorgt. Organische stof is van nature in ruime hoeveelheden aanwezig in veengronden. Een veengrond wordt als veengrond omschreven als deze grond minimaal 25% organische stof bevat. Het hoge gehalte aan organische stof bepaalt voor een belangrijk deel de bodemeigenschappen van veengrond. Een hoog organische stof gehalte kan leiden tot een hoog NLV (stikstof leverend vermogen), een hoog vochtvasthoudend vermogen, maar leidt ook tot een lagere draagkracht. Een vermindering van de draagkracht van de bodem heeft bodemdaling en een slechtere ontwatering tot gevolg (van Eekeren, Deru, Lenssinck, & Bloem, 2016). Beide kunnen een negatieve invloed hebben op de droge stof opbrengst van het gras.

Als de veengrond percelen in de spreidingsgrafiek afzonderlijk worden bekeken lijkt de opbrengst in eerste instantie licht toe te nemen (weliswaar met een lage R^2) naarmate het organische stof gehalte toeneemt. Vanaf ongeveer 25% organische stof laat de trendlijn een daling in opbrengst zien. Een hoger organische stof gehalte kan gepaard gaan met een hoger NLV. Het NLV geeft de verwachte hoeveelheid stikstof weer die gedurende het jaar voor de plant beschikbaar komt. De plekken met een lager organische stof gehalte hebben over het algemeen een hogere hoeveelheid mest toegediend gekregen dan de plekken met een hoger gehalte organische stof. De R^2 van 6% is daarvan weliswaar laag. Door een lagere toediening van mest op de plekken met een hoger organische stof gehalte kan de droge stof opbrengst wellicht afnemen, ondanks een verwacht hoger NLV op de plekken met een hoger gehalte organische stof.

Omdat veengronden van nature al een hoog gehalte organische stof bevatten, kan het zo zijn dat het verhogen van het organische stof gehalte in de loop der jaren niet direct zal resulteren in een hogere grasopbrengst. De hoeveelheid mest is van invloed geweest op de totaal gemeten droge stof opbrengst. Hierdoor kan de relatie tussen organische stof en droge stof opbrengst lager uitvallen. Ondanks het variabel bemesten blijkt er uit de resultaten een R^2 van 16% te zijn. Dit geeft aan dat er een licht verband is tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras.

De spreidingsgrafiek geeft voor de relatie tussen de hoeveelheid toegediende stikstof per hectare en de droge stof opbrengst van het gras een R^2 van 0,0553. Dit betekent dat 6% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. De trendlijn van de droge stof opbrengst loopt af in de spreidingsgrafiek naarmate de hoeveelheid toegediende stikstof toeneemt. De proefpercelen op veengrond laten geen hogere grasopbrengst zien naarmate de hoeveelheid toegediende stikstof toeneemt. De plekken met een lagere toediening mest hebben gemiddeld een hoger organische stof gehalte en doordoor wellicht ook een hoger NLV. Ondanks de lagere toediening van meststoffen kan daardoor de droge stof opbrengst hoger zijn dan op de plekken met een hogere toediening van meststoffen.

Er lijkt geen verband te zijn tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst. Uit de literatuur (Oenema, Verloop, Bakker, den Boer, & Aarts, 2005) blijkt over het algemeen dat een hogere stikstofgift op veengrond leidt tot een hogere droge stof opbrengst van het gras. Een hoog gehalte organische stof in veengrond heeft invloed op de verhoging van het NLV. Om de opbrengstpotentie van de proefpercelen op veengrond te verhogen zou er meer mest toegediend kunnen worden op de plekken met een lager gehalte organische stof. Ervan uitgaande dat het NLV op plekken met een lager organische stof gehalte minder stikstof levert aan het gras dan op de plekken met een hoger organische stof gehalte.

5.2 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op zandgrond

De categorie zandgronden bestaat uit twee proefpercelen met een totaal van 8 meetpunten. Beide percelen zijn gelegen in de provincie Gelderland. De spreidingsgrafiek van de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst geeft een R^2 van 0,1348. Dit betekent dat 13% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in organische stof gehalte in de bodem. De trendlijn van de droge stof opbrengst van het gras laat een stijgende lijn zien (weliswaar met een matige R^2) naarmate het organische stof gehalte in de bodem toeneemt. De droge stof opbrengst lijkt te stijgen naarmate het gehalte organische stof toeneemt. Organische stof is belangrijk voor de levering van nutriënten, waaronder stikstof en fosfaat. Voor zandgronden geldt over het algemeen dat hoe hoger het organische stof gehalte in de bodem is, hoe groter het vermogen van de bodem is om vocht vast te houden. Vooral in drogere periodes speelt dit een belangrijke rol (Van Eekeren, Deru, Hoekstra, & De Wit, 2018). De levering van vocht, stikstof en andere nutriënten is van belang bij de groei en productie van het gras.

Om de opbrengstpotentie op zandgronden te verhogen zou het effect kunnen hebben om het organische stof gehalte in de bodem te verhogen. Uit onderzoek (Van Eekeren et al., 2018) blijkt dat op zandgronden 1% verhoging van het organische stof gehalte in de toplaag van de bodem voor een meeropbrengst van 1300kg ds/ha kan zorgen (bij standaard bemesting). Uit de trendlijn van de spreidingsgrafiek uit figuur 4.3 blijkt de verwachte meeropbrengst 266 kg ds/ha bij het verhogen van het organische stof gehalte met 1%. Rekenend met een verkoopprijs van €0,25 per kg/ds zou het een meeropbrengst kunnen opleveren van €67 per hectare. Deze prijs is gebaseerd op de verkoopprijs van vers gras. ("Gewasprijzen", z.d.)

Voor de relatie tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst van het gras, laat de spreidingsgrafiek uit figuur 4.4 een R^2 zien van 0,1874. Dit betekent dat 19% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. De trendlijn van de droge stof opbrengst neemt af (weliswaar met een matige R^2) naarmate de hoeveelheid toegediende stikstof toeneemt. Daarmee lijkt het erop dat een hogere toediening van stikstof niet resulteert in een hogere droge stof opbrengst van het gras.

Doordat op de plekken waar meer stikstof is toegediend over het algemeen de organische stof gehalten lager zijn dan op de plekken waar minder stikstof is toegediend, kan de grasopbrengst lager zijn. De kans op uitspoeling van nutriënten uit de mest is groter bij een lager organische stof gehalte. Wellicht is de hoeveelheid stikstof niet de beperkende factor geweest, maar is er door het lagere gehalte organische stof een tekort aan andere nutriënten geweest.

Zonder de toepassing van variabele bemesting blijkt uit onderzoek (Oenema et al., 2005) dat naarmate de input van de hoeveelheid stikstof per hectare toeneemt, ook de droge stof opbrengst van het gras toeneemt. De grafiek laat daarbij een stijging van de grasopbrengst zien tot aan een stikstof input van 500g N/ha. Om de opbrengstpotentie te verhogen op de proefpercelen op zandgrond kan het verstandig zijn om op de plekken met een lager organische stof gehalte een hogere hoeveelheid mest toe te dienen. Uit de resultaten blijkt een hogere bemesting niet direct te zorgen voor een hogere opbrengst. Echter kan er in de loop van de jaren door de hogere bemesting het organische stof gehalte omhoog worden gebracht, wat een positief effect blijkt te hebben op de grasopbrengst. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met eventuele overbemesting. Overbemesting geeft een verhoogde kans op uitspoeling van nutriënten, en kan ook een nadelige effect hebben op de grasopbrengst.

5.3 Relatie tussen organische stof gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond

De categorie kleigronden bestaat uit vijf proefpercelen met een totaal van 35 meetpunten. Drie percelen zijn gelegen in de provincie Flevoland. De overige twee percelen zijn gelegen in de provincie Gelderland. De spreidingsgrafiek laat voor de relatie tussen het organische stof gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras wisselende resultaten zien. Deze verschillen blijken perceel gebonden te zijn. De trendlijn van alle meetpunten samengevoegd laat een licht dalende lijn zien met een R^2 van 0,0328. Door de grote verschillen tussen percelen, geeft deze trendlijn wellicht geen betrouwbaar beeld van de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst.

De resultaten van percelen 1 en 2 liggen dicht bij elkaar in de spreidingsgrafiek (figuur 4.5) en geven samengevoegd een R^2 van 0,3951 met een oplopende trendlijn. Dit houdt in dat voor deze twee percelen 40% van de variantie in droge stof opbrengst is toe te schrijven aan de variantie in organische stof gehalte. Percelen 1 en 2 zijn beide gelegen in de provincie Gelderland en lijken in een andere categorie organische stof gehalte te vallen dan de overige 3 percelen. De droge stof opbrengst lijkt bij percelen 1 en 2 op te lopen naarmate het organische stof gehalte in de bodem toeneemt. Voor kleigronden geldt over het algemeen dat hoe hoger het organische stof gehalte in de bodem is, hoe groter het vermogen van de bodem is om vocht vast te houden. Organische stof zorgt voor een betere lucht- en waterhuishouding en bewerkbaarheid. Ook blijkt er een sterk verband tussen het organische stof gehalte en het NLV (Van Eekeren et al., 2018). De levering van vocht, stikstof en andere nutriënten is van belang bij de groei en productie van het gras. Daarmee heeft het organische stof gehalte invloed op de droge stof opbrengst, wat ook het geval lijkt te zijn bij de resultaten van perceel 1 en 2. Om de opbrengstpotentie op kleigronden te verhogen zou het effect kunnen hebben om het organische stof gehalte in de bodem te verhogen. Uit onderzoek (Van Eekeren et al., 2018) blijkt dat op kleigronden 1% verhoging van het organische stof gehalte in de toplaag van de bodem voor een meeropbrengst van 500kg ds/ha kan zorgen (bij standaard bemesting). Uit de trendlijn van perceel 1 en 2 uit de spreidingsgrafiek (figuur 4.6) blijkt de verwachte meeropbrengst 87kg ds/ha bij het verhogen van het organische stof gehalte met 1%. Rekenend met een verkoopprijs van vers gras van €0,25 per kg/ds zou het een meeropbrengst kunnen opleveren van €22 per hectare.

Percelen 3, 4 en 5 gelegen in de provincie Flevoland laten verschillende resultaten zien met stijgende en dalende trendlijnen. Perceel 3 en 5 laten een dalende trendlijn zien (met een lage en middelmatige R^2 van 14 en 49%), en perceel 4 een stijgende (met een weliswaar lage R^2 van 15%). Het organische stof gehalte varieert bij de drie percelen van zo'n 2 tot 3,5%. Per perceel gezien is de variatie in organische stof niet meer dan 0,5 tot maximaal 1%. De lichte variatie in organische stof gehalte bij deze percelen kan de oorzaak zijn van de wisselende resultaten, en geeft daarom misschien geen goed beeld van de relatie tussen het organische stof gehalte en droge stof opbrengst. De opbrengstpotentie is lastig in te schatten door de wisselende resultaten per proefperceel.

Voor de relatie tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst laat de spreidingsgrafiek (figuur 4.7) zien dat 3% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. Evenals bij de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst op kleigrond, geeft de spreidingsgrafiek verschillende resultaten weer. Deze wisselende uitslagen blijken te zitten in de verschillende resultaten per proefperceel. Percelen 1, 2, 4 en 5 uit figuur liggen dicht bij elkaar (qua toegediende hoeveelheid stikstof) in de spreidingsgrafiek, maar onderling variëren ze met stijgende en dalende trendlijnen. Perceel 3 van bedrijf A staat geregistreerd als 'biologisch'. Op perceel 3 geen kunstmest is gebruikt, en er in totaal ook minder stikstof is toegediend ten opzichte van de overige proefpercelen. Voor perceel 3 geeft de spreidingsgrafiek een R^2 van 0,0001, een zeer lage R^2 . Er blijkt voor dit perceel vrijwel geen verband te zitten tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst van het gras. Wellicht omdat de variatie in organische stof gehalte op dit perceel niet groot genoeg is geweest (en dus de variatie in hoeveelheid mest ook kleiner), is een eventueel verband tussen hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst lastig aan te tonen.

Percelen 1, 2, 4 en 5 laten dalende en stijgende trendlijnen zien naarmate de hoeveelheid toegediende mest toeneemt. Dit met een R^2 die varieert van 0,0074 tot 0,6696. Perceel 1, 2 en 4 geven een dalende trendlijn weer, perceel 5 een stijgende. Ondanks dat alle meetpunten redelijk in dezelfde categorie zitten (qua hoeveelheid toegediende mest), zijn er verschillende resultaten tussen percelen te zien. Dit kan wellicht komen doordat de variatie in organische stof gehalte op dit perceel niet groot genoeg is, waardoor de variatie in hoeveelheid mest ook kleiner is. Wat kan resulteren in resultaten die dicht bij elkaar liggen en geen duidelijk verband aantonen. Wellicht hebben andere factoren in de bodem ook invloed op de wisselende resultaten tussen percelen.

Uit onderzoek (Oenema et al., 2005) blijkt dat op kleigronden naarmate de input van de hoeveelheid stikstof per hectare toeneemt, ook de droge stof opbrengst van het gras toeneemt. De grafiek laat daarbij een stijging van de grasopbrengst zien tot aan een stikstof input van 500kg N/ha. Dit zou ook het geval kunnen zijn bij perceel 3 en 5. Perceel 1, 2 en 4 laten een afname in opbrengst zien naarmate er meer stikstof is toegediend. Dit kan het gevolg zijn van een te lage bemesting op de plekken met een laag organische stof gehalte. Voor het verhogen van de opbrengstpotentie op de percelen 1, 2 en 4 zou er wellicht meer mest kunnen worden toegediend op de plekken in het perceel met een lager organische stof gehalte.

5.4 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op veengrond

Van de twee veen percelen is van één perceel een lutumkaart bijgeleverd. De resultaten hebben betrekking op één proefperceel. De spreidingsgrafiek geeft voor de relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras een R^2 van 0,0283. Dit betekent dat 3% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in lutum gehalte in de bodem. De trendlijn van de droge stof opbrengst laat een licht stijgende lijn zien (met weliswaar een lage R^2) naarmate het lutum gehalte toeneemt. Lutum lijkt niet veel effect te hebben op de opbrengst van het gras, er blijkt bijna geen relatie tussen beide te zijn. Er is geen literatuur gevonden over de relatie tussen het lutumgehalte op veengronden en de droge stof opbrengst van het gras. Maar lutum in het algemeen kan op veen zorgen voor een vochtigere en stevigere grond. Dit zorgt voor minder bodemdaling en een betere draagkracht van de bodem wat mee kan spelen bij de opbrengstpotentie van percelen. Het effect van lutum lijkt bij deze resultaten niet groot genoeg om een grote invloed op de opbrengst te hebben.

5.5 Relatie tussen lutum gehalte en droge stof opbrengst op kleigrond

Het lutumgehalte bij kleigronden bepaald voor een groot deel de vruchtbaarheid van de grond. Dit kan invloed hebben op de opbrengstpotentie. De resultaten zijn van vijf proefpercelen met een totaal van 35 meetpunten. De meetpunten van alle proefpercelen met de categorie kleigrond zijn bij elkaar gevoegd. De bijbehorende spreidingsgrafiek laat daarbij grote verschillen zien per lutum gehalte. Deze verschillen blijken perceel gebonden te zijn. De trendlijn (figuur 4.9) met R^2 van 0,029 geeft wellicht door de wisselende resultaten geen betrouwbaar beeld van de relatie tussen het lutum gehalte en de droge stof opbrengst.

Net als bij de relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst, liggen de resultaten van percelen 1 en 2 dicht bij elkaar in de spreidingsgrafiek (figuur 4.9). Samengevoegd in figuur 4.10 hebben deze percelen een R^2 van 0,1429 met een oplopende trendlijn. Dit houdt in dat 14% van de variantie in droge stof opbrengst is toe te schrijven aan de variantie in lutum gehalte. Percelen 1 en 2 zijn beide gelegen in de provincie Gelderland. De droge stof opbrengst lijkt bij percelen 1 en 2 op te lopen naarmate het lutum gehalte in de bodem toeneemt (met weliswaar een lage R^2). Het lutumgehalte bij kleigronden bepaald voor een groot deel de vruchtbaarheid van de grond. Lutum in de bodem heeft onder andere invloed op de structuur, bewerkbaarheid en het vochtvasthoudend vermogen van de grond. Deze factoren hebben invloed op de grasopbrengst.

Percelen 3, 4 en 5 gelegen in de provincie Flevoland laten verschillende resultaten zien met stijgende en dalende trendlijnen. Perceel 3 en 5 laten een dalende trendlijn zien, en perceel 4 een stijgende. Het lutum gehalte varieert bij de drie percelen van zo'n 12 tot 18%. Per perceel gezien is de variatie in lutum niet meer dan 2 tot maximaal 4%. De lichte variatie in lutum gehalte bij deze percelen kan de oorzaak zijn van de wisselende resultaten, en geeft daarom misschien geen goed beeld van de relatie tussen het lutum gehalte en droge stof opbrengst. De opbrengstpotentie is lastig in te schatten door de wisselende resultaten per proefperceel.

5.6 Het proces

Het onderzoeksproces is goed verlopen. Het vooronderzoek voorafgaand aan dit onderzoek is aan de hand van feedback aangepast. Tijdens het uitvoeren van de literatuurstudie werd duidelijk dat de kosten van variabele bemesting redelijk goed in kaart zijn te brengen. Over de resultaten/effekten van variabel bemesten op grasland was nog weinig informatie te vinden. De meeropbrengsten bleken lastig inzichtelijk te maken. Voortbordurend op deze probleemstelling is de huidige onderzoeksvraag geformuleerd.

Voor de uitvoering van dit onderzoek was het aantal proefpercelen in de verschillende provincies al vastgesteld. Ondanks het ontbreken van enkele data (bodemscans) kon de proef toch uitgevoerd worden. Het onderzoek is zo goed als helemaal volgens planning verlopen. Er is een lichte vertraging opgelopen doordat de bodemdata van de proefpercelen niet voor elk perceel tijdig beschikbaar was. Het variabel bemesten kon op één perceel na op alle percelen uitgevoerd worden. Op percelen waarbij de draagkracht te laag was voor de machines om plaatsspecifiek variabel te bemesten, is in stroken bemest waardoor er nog wel gevarieerd bemest kon worden. De droge stof opbrengst is gemeten door onder andere gebruikt te maken van grashoogtemeters. De betrouwbaarheid van de grashoogtemeters is in de literatuur niet aangetoond. Om die reden is er op de proefpercelen ter referentie een vierkante meter gras op maaihoogte afgeknipt om de droge stof opbrengst te bepalen. De methode van het bepalen van de opbrengst is voor elk proefperceel gelijk geweest, wat van invloed is geweest op de betrouwbaarheid van de resultaten. De resultaten van de opbrengstmetingen waren na het maken van een Excel format redelijk eenvoudig te registreren.

De verwerking van alle resultaten bleek een tijdrovende taak. De uitwerking van de bemestingsplannen bleek per proefperceel anders te zijn. Ook bleek er soms informatie te missen op het bemestingsplan. Zo leek er bijvoorbeeld op een perceel in eerste instantie geen kunstmest toegediend (afgeleid uit het bemestingsadvies), maar na gesprek met de ondernemer bleek dit wel het geval. Van de vooraf bepaalde meetpunten moest het exacte gehalte organische stof gehalte bepaald worden, en daarbij ook de hoeveelheid toegediende mest op de betreffende meetpunten. Na een aantal gesprekken en aanpassingen van de resultaten is uiteindelijk bij alle meetpunten de juiste informatie verzameld. Van de 10 proefpercelen is er uiteindelijk 1 afgefallen. Dit omdat er op dat perceel dag en nacht geweid werd, en ook niet variabel is bemest. De overige percelen zijn gemaaid en allemaal variabel bemest aan de hand van het organische stof gehalte.

Het bepalen van de relatie tussen twee variabelen aan de hand van de determinatiecoëfficiënt door middel van een spreidingsgrafiek zegt niets over de causaliteit. De determinatiecoëfficiënt geeft weer welk gedeelte van de variatie in droge stof opbrengst wordt verklaard door bijvoorbeeld het organische stof gehalte in de bodem. De resultaten van het aantonen van de meeropbrengsten van variabele bemesting bleken per grondsoort erg te verschillen. Ook gaven percelen binnen een grondsoortcategorie verschillende uitslagen. Dit maakte het lastig om eventuele verbanden te verklaren, en meeropbrengsten aan te kunnen tonen.

Voor een vervolgonderzoek zou het aantal meetpunten per perceel wellicht verhoogt kunnen worden wat waarschijnlijk de betrouwbaarheid van de resultaten ten goede komt. Om duidelijke meeropbrengsten aan te kunnen tonen ten opzichte van de gangbare bemesting is het verstandig om referentiestroken of referentiepercelen te gebruiken voor een vervolgonderzoek. Verder onderzoek naar de resultaten van de tweede en eventueel daarop volgende snede(s) gras moeten uitwijzen of variabel bemesten voor het hele seizoen een meeropbrengst op kan leveren.

6. Conclusie en aanbevelingen

De onderzoeksvraag die ten grondslag lag aan dit onderzoek was: “Welke potentiële meeropbrengsten zijn er te behalen op grasland door middel van variabele bemesting?”.

Als deel van een groter project over precisielandbouw was de doelstelling van dit onderzoek om de potentiële meeropbrengsten van variabele bemesting op grasland in kaart te brengen. De kosten van variabel bemesten (€35 per hectare) blijken te zitten in de scan kosten voor het in kaart brengen van de variatie in de bodem. Het in kaart brengen van de meeropbrengsten draagt bij aan de baten van precisiebemesting op grasland. Door de relaties tussen organische stof/lutum in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras, mede als de relatie tussen de hoeveelheid mest en de droge stof opbrengst te analyseren (voor de eerste snede), is er gekeken of er een potentiële meeropbrengst te behalen is op de proefpercelen binnen verschillende grondsoorten. Plekken met een lager organische stof gehalte in de bodem hebben over het algemeen meer mest toegediend gekregen dan plekken met een hoog gehalte organische stof.

Voor de relatie tussen het organische stof gehalte en droge stof opbrengst op veengrond geldt dat 16% van de variantie in droge stof opbrengst is toe te schrijven aan de variantie in organische stof gehalte. Daarbij is een daling van de droge stof opbrengst waargenomen naarmate het organische stof gehalte in de bodem toeneemt. Een hoog NLV, vochtvasthoudend vermogen, en lagere draagkracht als gevolg van een hoog gehalte organische stof in de bodem kunnen daarvan de oorzaak zijn. Voor de relatie tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst geldt dat 6% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. Daarbij wordt een daling van de opbrengst waargenomen naarmate de hoeveelheid toegediende stikstof toeneemt. Er lijkt geen verband te zijn tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst.

Voor de relatie tussen het organische stof gehalte en droge stof opbrengst op zandgrond geldt dat 13% van de variantie in droge stof opbrengst is toe te schrijven aan de variantie in organische stof gehalte. De trendlijn van de droge stof opbrengst van het gras loopt op naarmate het organische stof gehalte in de bodem toeneemt. Organische stof is belangrijk voor de levering van nutriënten, waaronder stikstof en fosfaat. Voor zandgronden geldt over het algemeen dat hoe hoger het organische stof gehalte in de bodem is, hoe groter het vermogen van de bodem is om vocht vast te houden. Organische stof is daarmee van invloed op de opbrengst van het gras. Voor de relatie tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst geldt dat 19% van de variantie in droge stof opbrengst toe te schrijven is aan de variantie in toegediende hoeveelheid stikstof. De trendlijn van de droge stof opbrengst neemt af naarmate de hoeveelheid toegediende stikstof toeneemt. Een hogere toediening van stikstof resulteert niet in een hogere droge stof opbrengst van het gras, zoals in de literatuur beschreven. Echter kan er in de loop van de jaren door de hogere bemesting op plekken met een lager gehalte organische stof, het organische stof gehalte omhoog worden gebracht wat een positief effect heeft op de grasopbrengst. Uit de trendlijn blijkt de verwachte meeropbrengst 266 kg ds/ha bij het verhogen van het organische stof gehalte met 1%. Rekenend met een verkoopprijs van €0,25 per kg/ds zou dat een meeropbrengst kunnen opleveren van €67 per hectare.

De relatie tussen het organische stof gehalte en de droge stof opbrengst op kleigrond heeft wisselende resultaten. Deze verschillen blijken perceel gebonden te zijn. De percelen in Gelderland laten een gelijkwaardige oplopende trendlijn zien voor de droge stof opbrengst. Voor de twee percelen wordt 40% van de variantie in droge stof opbrengst toe geschreven aan de variantie in organische stof gehalte. De levering van vocht, stikstof en andere nutriënten is van belang bij de groei en productie van het gras. Daarmee heeft het organische stof gehalte invloed op de droge stof opbrengst, wat ook het geval lijkt te zijn bij de resultaten van perceel 1 en 2. Uit de trendlijn blijkt de verwachte meeropbrengst 87kg ds/ha bij het verhogen van het organische stof gehalte met 1%. Rekenend met een verkoopprijs van vers gras van €0,25 per kg/ds zou het verhogen van het organische stof gehalte een meeropbrengst kunnen opleveren van €22 per hectare. De overige percelen op de kleigrond (gelegen in provincie Flevoland) hebben wisselende resultaten. De lichte variatie in organische stof gehalte bij deze percelen kan de oorzaak zijn van de wisselende resultaten. Voor de relatie tussen de hoeveelheid toegediende mest en de droge stof opbrengst laten de resultaten geen sterke relatie zien (3%). Ook laten hier alle proefpercelen wisselende resultaten zien. Ook dit kan wellicht komen doordat de variatie in organische stof gehalte op dit perceel niet groot genoeg is, waardoor de variatie in hoeveelheid mest ook kleiner is.

De relatie tussen het lutum gehalte in de bodem en de droge stof opbrengst van het gras op veengrond is 3%. Lutum lijkt niet veel effect te hebben op de opbrengst van het gras, de relatie is niet sterk. Lutum in het algemeen kan op veen zorgen voor een vochtigere en stevigere grond. Dit zorgt voor minder bodemdaling en een betere draagkracht van de bodem wat mee kan spelen bij de opbrengstpotentie van percelen. Het effect van lutum lijkt bij deze resultaten niet groot genoeg om een grote invloed op de opbrengst te hebben. De relatie tussen het lutum gehalte en de droge stof opbrengst op kleigronden wisselt per perceel. Voor perceel 1 en 2 (met een oplopende trendlijn) geldt dat 14% van de variantie in droge stof opbrengst is toe te schrijven aan de variantie in lutum gehalte. Lutum in de bodem heeft onder andere invloed op de structuur, bewerkbaarheid en het vochtvasthoudend vermogen van de grond. Deze factoren hebben invloed op de grasopbrengst. Op de overige 3 percelen varieert de relatie tussen de 0,06 en 65%. De variatie in lutum is niet meer dan 2 tot maximaal 4%. De lichte variatie in lutum gehalte bij deze percelen kan de oorzaak zijn van de onderling wisselende resultaten, waardoor er wellicht geen helder beeld van de relatie tussen het lutum gehalte en droge stof opbrengst te zien is.

De antwoorden van de deelvragen geven antwoord op de hoofdvraag “Welke potentiële meeropbrengsten zijn er te behalen op grasland door middel van variabele bemesting?”. De potentiële meeropbrengsten door variabel te bemesten verschillen per grondsoort categorie. Voor veengronden lijken de potentiële meeropbrengsten te zitten in het verhogen van de opbrengstpotentie. Dit zou kunnen door meer mest toe te dienen op de plekken met een lager organische stof gehalte. Ervan uitgaande dat het NLV op plekken met een lager organische stof gehalte minder stikstof levert aan het gras dan op de plekken met een hoger organische stof gehalte. Voor zandgronden lijken de potentiële meeropbrengsten te zitten in het verhogen van het organische stof gehalte (door variabel te blijven bemesten). Uit de trendlijn blijkt de verwachte meeropbrengst 266 kg ds/ha bij het verhogen van het organische stof gehalte met 1%. Wat een meeropbrengst kan opleveren van €67 per hectare. Voor de kleigronden in Flevoland lijken de potentiële meeropbrengsten lastig in te schatten. De meeropbrengsten voor de kleipercelen in de provincie Gelderland lijken te zitten in het verhogen van het organische stof gehalte (door variabel te blijven bemesten). De verwachte meeropbrengst is geschat op 87kg ds/ha bij het verhogen van het organische stof gehalte met 1%. Omgerekend kan dat €22 per hectare opleveren.

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op basis van de uitslagen van de eerste maaisnede gras. Vervolgonderzoek moet uitwijzen of eerdergenoemde potentiële meeropbrengsten door variabele bemesting ook daadwerkelijk behaald kunnen worden. Na aanleiding van de resultaten uit dit onderzoek kunnen ondernemers variabel bemesten toepassen op perceelniveau. Het is aan te bevelen om voorafgaand de variatie in de bodem in kaart te brengen voordat er variabele bemesting wordt toegepast. Ondernemers kunnen door variabele bemesting toe te passen een meeropbrengst van gras in kg droge stof realiseren.

De aanbevelingen voor een vervolgonderzoek zijn om het aantal meetpunten per perceel wellicht te verhogen wat waarschijnlijk de betrouwbaarheid van de resultaten ten goede komt. Om duidelijke meeropbrengsten aan te kunnen tonen ten opzichte van de gangbare bemesting is het verstandig om referentiestroken of referentiepercelen te gebruiken voor een vervolgonderzoek. Verder onderzoek naar de resultaten van de tweede en eventueel daarop volgende snede(s) gras moeten uitwijzen of variabel bemesten voor het hele seizoen een meeropbrengst op kan leveren. Daarnaast kan het verstandig zijn om proefpercelen te selecteren die een ruimere variatie hebben in organische stof gehalte. Op die manier zijn onderlinge verbanden wellicht beter aan te tonen. In dit onderzoek is geen rekening gehouden met verschillen in grassoorten en leeftijd van het gras. Wellicht is het interessant om voor een vervolgonderzoek vooraf de percelen te selecteren met eenzelfde grasleeftijd. Aansluitend op de conclusies van dit rapport, moet vervolgonderzoek uitwijzen of de potentie voor meeropbrengsten op de verschillende grondsoorten ook daadwerkelijk behaald kan worden. Overige meeropbrengsten zoals een besparing op de hoeveelheid toegediende mest en het verhogen van de graskwaliteit zijn niet in dit onderzoek meegenomen. Daarvan wordt aanbevolen om er nader onderzoek naar te doen.

Literatuurlijst

Hieronder is de literatuur te vinden die is geraadpleegd voor dit onderzoek.

Abts, M., Anthonissen, A., Hubrecht, L., Rombouts, G., Ryckaert, I., De Vliegheer, A., . . . Odeurs, W. (Reds.). (2015). Praktijkgids bemesting.

Allen, T., & Mangan, F. (2015). Over-Fertilization of Soils: Its Causes, Effects and Remediation (SPTTL_11). Geraadpleegd van https://www.researchgate.net/profile/Yuan-Yeu-Yau/post/Will_the_crops_will_dessicate_die_when_higher_dose_of_chemical_fertilizers_is_applied_If_Yes_HOW/attachment/59d62e9d79197b807798cce7/AS%3A355029455261696%401461657026066/download/Over-Fertilization+of+Soils.pdf

Booij, R. (1997). "Precisielandbouw als een kwestie van tijd." Agro Informatica, december 1997.

Bouma, J. (1997). Precision Agriculture: Introduction to the spatial and temporal variability of environmental quality. CIBA Foundation Symposium 210, 1997.

Bouwmeester, R. (2018c, 10 september). Hoofdpunten landbouwvisie per sector. Geraadpleegd op 3 april 2019, van <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/09/10/hoofdpunten-landbouwvisie-per-sector>

Busse, M., Doernberg, A., Siebert, R., Kuntosch, A., Schwerdtner, W., König, W., & Bokelmann, W. (Reds.). (2014). Innovation mechanisms in German precision farming.. <https://doi.org/10.1007/s11119-013-9337-2>

Dahal, H., & Routray, J. K. (2011, June). IDENTIFYING ASSOCIATIONS BETWEEN SOIL AND PRODUCTION VARIABLES USING LINEAR MULTIPLE REGRESSION MODELS. The Journal of Agriculture and Environment, 12. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/6f79/1b764bd2e34cdbeebee2fd199275117c7c2f.pdf>

De Boer, H. C. (2010). Dynamisch precisiebemesten van grasland: test van een concept. (Record number 389332). Geraadpleegd van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/389332>

De Lijster, E., Van de Akker, J., Visser, A., Allema, B., Van der Wal, A., & Dijkman, W. (2016). *Waarderen van bodemwatermaatregelen* (CLM-912). Geraadpleegd van <https://www.clm.nl/publicatie/30/18>

Erickson, B., & Widmar, D. (2015). *PRECISION AGRICULTURAL SERVICES DEALERSHIP SURVEY RESULTS*. Geraadpleegd van <https://agribusiness.purdue.edu/resources/2015-precision-dealership-survey-results>

Gewasprijzen. (z.d.). Geraadpleegd 4 juni 2019, van <https://www.bij12.nl/onderwerpen/faunazaken/taxaties-en-schadecijfers/gewasprijzen/>

Heijting, S., Bregt, A. K., & De Bruin, S. (z.d.). De akkerbouwer als sensor. Agro Informatica, 2010(23 5), 14–16.

Huijsmans, J. F. M., & Verwijs, B. R. (2011). Toedieningsnauwkeurigheid dierlijke mest : deskstudie. Geraadpleegd van <https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-343536373535>

Kempenaar, C., & Kocks, C. G. (2013). Van precisielandbouw naar smart farming technology (Record number 450227). Geraadpleegd van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/450227>

Marinković, D. (2017, januari). IRRATIONAL FERTILIZATION AND ITS IMPACT ON YIELD AND PRODUCTION ECONOMICS. For Our Land, 2017(No. 49). Geraadpleegd van <http://www.victorialogistic.rs/en/poljoprivreda/agrotehnicke-mere/irrational-fertilization-and-its-impact-yield-and-production>

Mills, B. E., Brorsen, B. W., & Arnall, D. B. (Reds.). (2018). The Profitability of Variable Rate Lime in Wheat (-). Monticello, Virginia: International society of precision agriculture.

Nysten, S., & Kempenaar, C. (2019). Toepassing van Bodemscans voor Smart Farming : Vergelijking van bodemscans in Ens maakt bodemeigenschappen inzichtelijk. (Record number 547913). Geraadpleegd van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/547913>

Oenema, J., Verloop, J., Bakker, R. F., Den Boer, D. J., & Aarts, H. F. M. (2005). De invloed van het mestbeleid op de opbrengst van grasland (Record number 340332). Geraadpleegd van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/340332>

Precisielandbouw. (z.d.). Geraadpleegd op 3 april 2019, van <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/dossier-precisielandbouw.htm>

Van den Weerd, H., & Torenbeek, R. (2007). Uitspoeling van meststoffen uit grasland (Rapport 14). Geraadpleegd van <https://www.stowa.nl/publicaties/uitspoeling-van-meststoffen-uit-grasland>

Van der Schans, D. A., Jukema, J. N., Van der Klooster, A., Molenaar, K., Krebbers, H., Korver, R., . . . Truiman, J. (2008). Toepassing GPS en GIS in de akkerbouw (Projectnummer: 3250062000). Geraadpleegd van <http://edepot.wur.nl/24641>

Van der Wal, T., Vullings, L. A. E., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. J. (2017). Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland : een 360 graden-verkenning van de stand van zaken rond informatie-intensieve landbouw en in het bijzonder de plantaardige, openluchtteelt. (Record number: 523749). Geraadpleegd van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/523749>

Van Eekeren, N. J. M., Deru, J. G. C., Hoekstra, N. J., & De Wit, J. (2018). Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven: Ruwvoerproductie, waterregulatie, klimaat en biodiversiteit. (Rapport 2018-002 LbD). Geraadpleegd van <http://www.louisbolck.org/publications/publication/?pubID=3319>

Van Eekeren, N. J. M., Deru, J. G. C., Lenssinck, F., & Bloem, J. (2016). Bodemkwaliteit op veengrond: Effecten van drie maatregelen op een rij (Rapport 2016-013 LbD). Geraadpleegd van <http://www.louisbolck.org/nl/publicaties/publicatie/?pubID=3119>

Weisz, R., Heiniger, R., White, J. G., Knox, B., & Reed, L. (2003). Long-Term Variable Rate Lime and Phosphorus Application for Piedmont No-Till Field Crops. Precision Agriculture, 4(3), 311–330. Geraadpleegd van <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1024908724491>

Bijlagen

Bijlage 1: Lijst met deelnemende ondernemers/bedrijven

Naam	Adres	Omschrijving
Bedrijf A	Paardenweg 8, 8317 PL, Kraggenburg	Biologisch melkveebedrijf Noordoostpolder
Bedrijf B	Sloefweg 22, 8316 PL, Marknesse	Gangbaar melkveebedrijf Noordoostpolder
Bedrijf C	Luttelgeesterweg 5, 8316 PA, Marknesse	Gangbaar melkveebedrijf Noordoostpolder
Bedrijf D	Korenweg 17, 6942 PA, Didam	Gangbaar melkveebedrijf Gelderland
Bedrijf E	Ongerstraat 2, 7045 BH, Azewijn	Gangbaar melkveebedrijf Gelderland
Bedrijf F	Kooiweg 2a, 8035 RM, Zwolle	Biologisch melkveebedrijf Overijssel
Bedrijf G	Oude Wetering 123, 8293 PD, Mastenbroek	Gangbaar melkveebedrijf Overijssel
Bedrijf H	Nieuwe Wetering 12, 8294 PC, Mastenbroek	Gangbaar melkveebedrijf Overijssel

Bijlage 2: Checklist schriftelijk rapporteren

Naam: Sytse Keurentjes Klas: 4DvB

Datum:

Titel verslag:

Nadat je je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de checklist vindt er geen beoordeling plaats.

De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde 'killing points'. Indien de assessor meer dan vijf 'killing points' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan! AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!

- | | |
|--|--|
| <p>1. Het taalgebruik:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typfouten per duizend woorden* <p>Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd!</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Heeft een adequate interpunctie* ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl)* ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien* ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden* <p>2. Het rapport/verslag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is ingebonden (hard copy)* ☐ Is vrij van plagiaat* (zie examenreglement) <p>3. De omslag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat de titel ☐ Vermeldt de auteur(s) <p>4. De titelpagina/het titelblad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Heeft een specifieke titel* ☐ Vermeldt de auteur(s)* ☐ Vermeldt de plaats en de datum* ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)* <p>5. Het voorwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan) <p>6. De inhoudsopgave:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag* ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n) ☐ Is overzichtelijk ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing <p>7. De samenvatting:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag ☐ Bevat conclusies ☐ Bevat geen persoonlijke mening ☐ Is gestructureerd ☐ Is zakelijk geschreven ☐ Staat direct na de inhoudsopgave <p>8. De inleiding:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is hoofdstuk 1* ☐ Nodigt uit tot lezen ☐ Beschrijft het onderzoekskader* ☐ Beschrijft de probleemstelling* ☐ Vermeldt het doel <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Geeft informatie over de gevolgde onderzoeksmethode* | <p>Geeft kort de inhoud per hoofdstuk van het rapport/verslag weer*</p> <p>9. De (opmaak van de) kern:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken, paragrafen en sub paragrafen (maximaal drie niveaus)* ☐ Deze zijn verschillend in opmaak* ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken) ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel* ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel* ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen* ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n) ☐ De pagina's zijn genummerd* ☐ De pagina's hebben een aantrekkelijke opmaak <p>10. De discussie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur ☐ Geeft de valide argumentatie weer ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen <p>11. De conclusies en aanbevelingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ Bevatten geen nieuwe informatie* <p>12. De bronvermelding:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet) <p>13. De literatuurlijst:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet) <p>14. De bijlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Zijn genummerd ☐ Zijn voorzien van een passende titel ☐ Bevatten geen eigen analyse |
|--|--|