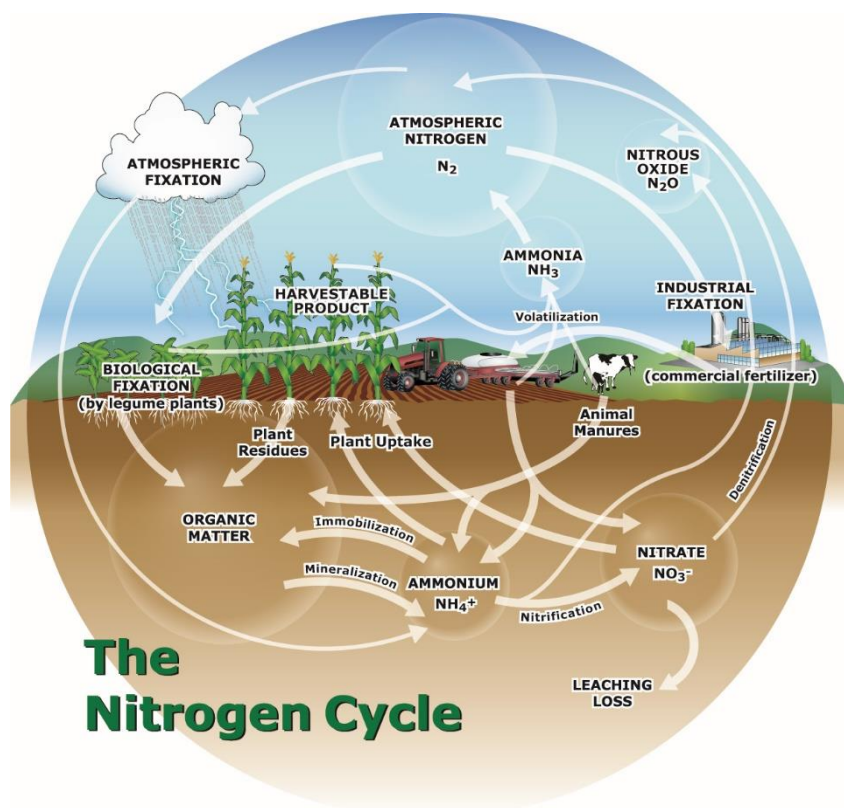




Precisiebemesting in snijmaïs

AERES UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

MATTHIJS HIERINK

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.

Precisiebemesting in snijmaïs

Nutriënten toediening getoetst volgens een praktijksetting

Auteur: Matthijs Hierink
Opleiding: Dier- en veehouderij
Emailadres: 3023788@aeres.nl
Begeleidend docent: Arthanja van Woerden
Emailadres: a.van.woerden@aeres.nl
Plaats: Dronten
Datum: januari '21

Voorwoord

Dit afstudeerwerkstuk is geschreven ten behoeve van de Aeres Hogeschool te Dronten. Het onderzoek is uitgevoerd naar eigen interesse in bemesting van bodem en gewas. De opzet is mede vormgegeven door loonbedrijf Breure te Swifterbant en het beschikbaar stellen van de proeflocatie door Aeres Farm te Dronten. Tevens hebben Fertilab te Dronten en meerdere studenten een belangrijke bijdrage geleverd in het gehele proces.

Mijn dankwoord gaat dan ook uit naar hierboven genoemden, mijn afstudeerbegeleider Arthanja van Woerden en meerdere docenten van het team veehouderij, agrotechniek & management en het lectoraat precisielandbouw.

Matthijs Hierink

Dronten 5 januari 2021,

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Summary	6
1. Inleiding	7
1.1 Van nieuw gewas naar belangrijk ruwvoeder	7
1.2 Teelt van maïs in een ander daglicht.....	7
1.3 Belang van maïsteelt in Nederland	8
1.4 Bemesting van het gewas.....	9
1.4.1 Praktische invulling.....	11
1.4.2 Nieuwe ontwikkelingen	11
1.4.3 Precisiebemesting	12
1.5 Hoofd- en deelvragen.....	16
1.6 Doelstelling.....	16
2. Materiaal en methode.....	17
2.1 De praktijksetting	17
2.1.1 Rijenbemesting.....	18
2.1.2 Breedwerpige mest injectie	18
2.1.3 De proefopzet.....	19
2.2 Gewasopbrengst in relatie tot drijfmesttechniek	20
2.3 Potentiële uitspoeling in relatie tot efficiëntie	20
2.4 Bodemverdichting in relatie tot drijfmesttechniek.....	20
2.5 Uitvoering.....	21
Metingen analyse	21
3. Resultaten.....	22
3.1 De verschillen in gewasopbrengst bij verschillende drijfmesttechnieken	22
3.2 De relaties tussen minerale uitspoeling en efficiëntie	23
3.3 Bodemverdichting bij verschillende drijfmesttechnieken.....	26
4. Discussie	27
4.1 Een korte terugblik	27
4.1.1 Het groeiseizoen 2020.....	27
4.2 Samenvatting verschillen gewasopbrengsten.....	28
4.2.1 Klimatologische invloeden.....	28
4.2.2 Mechanische invloeden.....	30
4.2.3 Menselijke invloeden	30
4.3 Samenvatting minerale uitspoeling en efficiëntie	31

4.3.1	Klimatologische invloeden.....	31
4.3.2	Mechanische invloeden.....	31
4.3.3	Menselijke invloeden	31
4.4	Samenvatting bodemverdichting	33
4.4.1	Klimatologische invloeden.....	33
4.4.2	Mechanische invloeden.....	33
5.	Conclusie	34
5.1	Wat zijn de verschillen in gewasopbrengst bij verschillende drijfmest technieken?.....	34
5.2	Wat is de potentie van minerale uitspoeling in relatie tot de efficiëntie?	34
5.3	In welke mate is er sprake van bodemverdichting tussen verschillende drijfmest technieken?	35
5.4	Beantwoording hoofdvraag.....	35
6.	Aanbevelingen	36
6.1	Praktische relevantie	36
6.2	Theoretische relevantie.....	36
	Referenties	38
	Bijlagen	41
	Bijlage 1	42
	Bijlage 2	44
	Bijlage 3	45
	Bijlage 4	46
	Bijlage 5	47

Samenvatting

Afgelopen decennia hebben vele ontwikkelingen plaatsgevonden rondom het nutriëntengebruik in de voedselproductie, zo ook voor het gewas maïs (*Zea mays*). Vanuit literatuur en instanties is recent aandacht besteedt aan het bemesten in rijen bij het telen van rij gewassen. Er wordt aangedragen dat rijenbemesting als optie kan dienen voor een verbeterde afstemming van het nutriëntengebruik bij de snijmaïsteelt.

Aeres Farms te Dronten zag hierbij aanleiding om de drijfmest toediening te toetsen in een proefveld onder praktijkomstandigheden. De snijmaïs is behandeld volgens praktijkomstandigheden (breedwerpig drijfmest 50m^3), een drijfmest gift in de rij (50m^3 en 25m^3) en een controle behandeling (0m^3). Deze vier behandelingen zijn vervolgens driemaal herhaald. De opbrengsten zijn per behandeling bemonsterd op de aanwezige micro- en macro-elementen en gewogen in kilogrammen droge stof. Daarnaast is de bodem en het gewas bemonsterd om de stikstofefficiëntie per behandeling te achterhalen, gedurende het groeiseizoen. Als laatste is beoordeeld met een penetrologger of er bodemverdichting is opgetreden bij zowel het drijfmest toedienen breedwerpig als in rijen. De hierboven genoemde bemonstering en metingen zijn allen statistisch getoetst volgens een ANOVA analyse via het programma JASP.

Aan de hand van de statistische analyse is gebleken dat er geen significantie verschillen zijn opgetreden in droge stof opbrengsten en kwaliteitselementen. Daarnaast is er geen bodemverdichting opgetreden bij beide uitgevoerde drijfmesttechnieken, ook zijn er geen significante verschillen tussen de behandelingen ontstaan. Wel is significant aangetoond dat drijfmest toedienen in de rij een betere stikstofopname van snijmaïs oplevert en minder stikstof bodemoverschot.

De bovenstaande conclusies kunnen weerlegt worden door verschillende praktijkomstandigheden. Allereerst kenmerkt het groeiseizoen zich door een moeizame start en heeft niet iedere opbrengstweging volgens dezelfde methode plaats gevonden. Daarnaast betwijfelt de auteur de toegepaste berekening voor het vaststellen van de gegeven nutriënten. En hebben het aantal waarnemingen niet geleid tot een significant verschil in zowel kwaliteit als kwantiteit van het geoogste product.

Ter afsluiting kijkt de auteur in samenwerking met Aeres Farms terug op een geslaagde proef waarin alle georganiseerde samenwerkingen hebben geleid tot een succesvol resultaat. En de beantwoording van de hoofdvraag;

“Wat is het effect van rijenbemesting bij snijmaïs op de bodem en het gewas?”

Uit de proef van Aeres Farms te Dronten blijkt dat drijfmest in rijen geen significante verschillen aantoon in gewas opbrengst of bodemverdichting ten opzichte van breedwerpig toedienen. Daarnaast heeft het toedienen in rijen volgens de theorie van De wit een significant verbeterde afstemming van het nutriëntengebruik dan breedwerpig.

Summary

In the last decades, many developments have taken place regarding the use of nutrients in food production, including corn (*Zea mays*). From literature and agencies, recent attention has been paid to fertilization in band when growing row crops. It has been suggested that band fertilization can serve as an option for improved coordination of nutrient use in forages.

For Aeres Farms in Dronten (The Netherlands) was this a reason to do field research about the application of dairy manure. At the cornfield were a common treatment (broadcast 50m³), a band application (50m³ and 25m³), and a control treatment (0m³). Those treatment were repeated three times. The yields were sampled per treatment on micro and macro elements and weighed in kilograms per dry matter. In addition, the forage and soil were sampled to determine the nitrogen efficiency per treatment, during the growing season. Finally, a penetrometer was used to assess whether soil compaction occurred during the application of manure, at all treatments. The mentioned sampling and measurements have all been statistically tested according to an ANOVA analysis by JASP.

The statistical analysis showed that there were no significant differences in dry matter yields and quality elements. In addition, no soil compaction has occurred in both manure techniques, nor have there been any significant differences between treatments. However, it has been significantly demonstrated that applying manure in bands results in a better nitrogen uptake of corn plants and less nitrogen surplus in the soil.

The above conclusions can be refuted by different in-field circumstances. First of all, the growing season is characterized by a difficult start, and not every yield weighting has taken place according to the same method. Secondly, the author doubts the calculation used to determine the given nutrients. And the number of observations did not lead to a significant difference in both quality and quantity of the harvested field-plots.

In conclusion, the author and Aeres Farms, look back on successful research in which all organized collaborations have led to a great result. And the answer to the main question;

"What is the effect of band fertilization in corn silage?"

The research of Aeres Farms shows that dairy manure in bands does not show significant differences in crop yield or soil compaction compared to a broadcast application. In addition, according to the theory of De wit the application in bands has a significantly improved alignment of nutrient use compared to a broadcast application.

1. Inleiding

De schrijver zal informatie verschaffen over het onderwerp (hoofdstuk 1.1), de aanleiding (hoofdstuk 1.2) en de relevantie van het onderwerp (hoofdstuk 1.3).

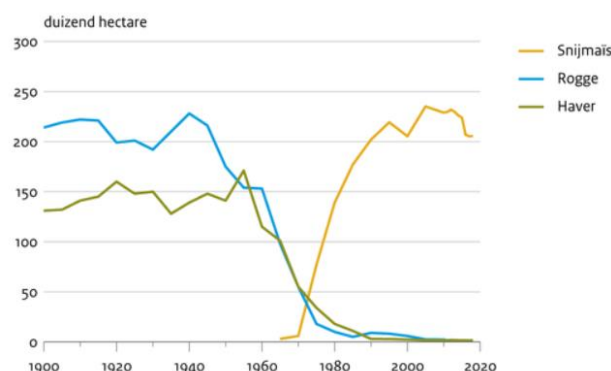
1.1 Van nieuw gewas naar belangrijk ruwvoeder

Maïs (*Zea mays*) is een subtropisch gewas, doordat de oorsprong zich voortdoet uit Midden-Amerika. Na de ontdekking van Columbus in het jaar 1492 is het gewas verspreid naar verdere werelddelen. Sinds die tijd zijn er verschillende pogingen getracht om het gewas ook te introduceren in de Nederlandse landbouw en voedselvoorziening. Een van deze pogingen betrof in Tholen en Sints Philipsland, boeren zaaiden in 1846 en 1847 de maïszaad die werden aangeboden vanuit het rijk. Tijdens deze pogingen ervaarde men hoge gewasopbrengsten zoals 5000 kilogram per hectare, maar veel onbekende teeltfactoren (Becker, 1962).

Circa een eeuw later is het onderzoek naar maïs in een stroomversnelling gekomen door wereldwijde crisjaren en het belang naar nieuwe methoden en gewassen in de landbouw. De uitvoering vond plaats op het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, onder leiding van de ingenieurs P.G. Meijers en J.J. Manschot. Zo blijkt uit een van de proefstation verslagen dat er steeds meer bekend wordt over de eigenschappen van maïs mede door studies uit Amerika, maar ook door zelf ondernomen studiereizen. Uit de proefresultaten worden de verschillende maïsrasen vergeleken op droge stof massa van het blad, de stengel en de kolf. De proeven bleken een eerste basis voor het rasen onderzoek in Nederland (Meijers, 1939).

Vanaf de zeventiger jaren is het maïsareaal sterk gestegen. Deze stijging is tot stand gekomen door hybride-rassen en een betere productbewaring. Door de hybride-rassen in begin jaren tachtig werden vroege oogsttijdstippen mogelijk, waardoor het areaal snijmaïs sterk verhoogde in het noorden van Nederland (Van Schoten et al., 2016).

Areaal rogge, haver en snijmaïs



Figuur 1. Akkergewassen areaal in Nederland (CBS, 2020)

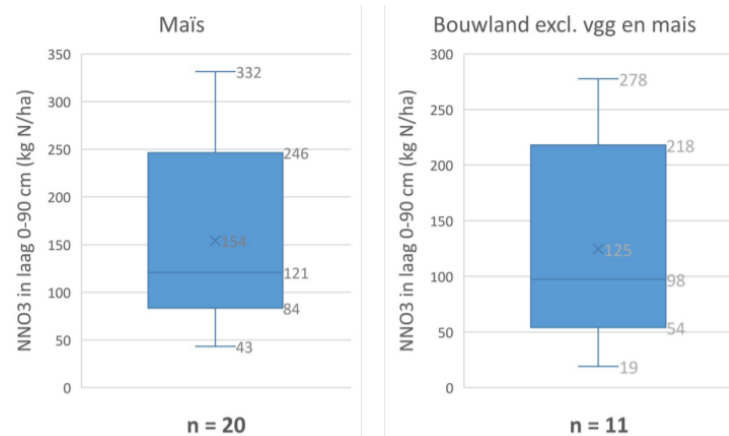
1.2 Teelt van maïs in een ander daglicht

Door de ontwikkelingen van voor en na de oorlog, is het voedergras volledig ingebed in de Nederlandse landbouw. Deze wereldwijde ontwikkelingen (bijvoorbeeld veredeling) staan bekend als 'De Groene Revolutie' en hebben bijgedragen aan het verhelpen van vele voedselproblemen. Een van de hoofdrolspelers in deze periode is Norman Borlaug, met name door vernieuwende veredelingsmethoden (Groot, 2019). Een van de grondleggers voor Nederland en West-Europa was voormalig EGG-commissaris Sicco Mansholt. Door financiële ondersteuning te verlenen aan de boer werden grootschalige voedselproducties opgezet tegen lage kostprijzen. Dit resulteerde in betaalbaar voedsel voor een ieder in met name Europa (Westerman, 1999).

De Europese inkomensondersteuning zorgde niet alleen voor een stijging in de graanproductie, maar ook in de dierlijke sectoren. Een bijkomstigheid van de productieopscaling was dat de dierlijke mestproductie ook toenam. Deze toename in mest moest bij veel landbouwbedrijven geplaatst worden op hetzelfde grondareaal als jaren daarvoor. Dit was aanleiding om praktijkonderzoek te verrichten welke gewassen geen schade ondervonden van grote hoeveelheden drijfmest per hectare. Uit de resultaten bleek dat een hoge drijfmest gift geen invloed had op maïs, het gewas was dan ook een goede oplossing voor een boer die te weinig grond had om alle mest te plaatsen.

Alhoewel deze gebruiken tot een ommekeer kwamen in 1985, door meerdere milieuproblemen en overmatig plaatsen van drijfmest op landbouwgrond werd de ‘meststoffenwet’ ingevoerd. Onder andere in het rapport van de RIVM werd destijds al aangegeven dat maïsland een knelpunt is in de veehouderij door de overmatige uitspoeling en het effect op oppervlaktewater. Wel worden positieve dalingen bereikt met doorberekende modellen waarin mest wordt geïnjecteerd op zowel grasland als bouwland (Langeweg, 1985). Mede door invoeringen van nationale regelgeving en Europese normen op het gebied van milieu zijn dalingen bereikt in uitspoelingsgevoeligheid van landbouwgronden (bijvoorbeeld het actieprogramma Nitraatrichtlijn). Dit wordt nog eens bevestigd in het evaluatierapport van de ‘meststoffenwet’ en de daarop genomen maatregelen. Wel wordt verduidelijkt dat maïsland nog steeds de hoogste uitspoeling geeft op zowel stikstof als fosfaat in oppervlaktewater. Als advies wordt gesteld dat het genoodzaakt is om verdere fosfaatuitspoelingen drastisch te reduceren. Daarentegen wordt opgemerkt dat dermate gemeten waarden sterk variëren per gebied en regio (De Blois et al., 2002).

Dat deze variatie optreedt is nog eens duidelijk bij opgedane nitraat analyses per individuele percelen, in het kader van het Zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn. In figuur 2 zijn alle verrichte nitraatresidu metingen weergegeven op maïsland en andere akkerlanden op gemeten diepte in de grond. Te zien is dat de box plot van maïsland hoger is dan bouwland.



Figuur 2. Nitraatresidu metingen 0-90 cm (kg N/ha) (Noij & Ten Berge, 2019)

Verder zijn er nog analyses verricht op het gebied van grondsoort en grondwatertrap. Via een ANOVA lineaire regressie en een LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) analyse is een significante interactie tussen grondsoort en grondwatertrap aangetoond in relatie tot gevonden nitraatresidu. Het gewas is hierbij een van de hoofdrolspelers in geziene effecten tussen deze interactie, tevens de neerslag. Ter discussie kan daarbij gesteld worden de opgetreden variaties tussen de metingen, zie ook figuur 2. Ter conclusie wordt dan ook gesteld dat beleid niet gebaseerd kan worden op nitraatresidu per perceel vanwege beperkte data en een grote voorspellingsfout (Noij & Ten Berge, 2019).

1.3 Belang van maïsteelt in Nederland

Vanuit verschillende perspectieven is ondertussen gebleken dat het voedergras maïs een veroorzaker van een aantal problemen, bijvoorbeeld milieu kwaliteit en landschapsvervuiling. Dit kan aanleiding zijn om de teelt van maïs af te schaffen. Daarentegen is het gewas niet meer weg te denken uit de Nederlandse landbouw, met name als veevoeding. Allereerst vraagt de teelt van het gewas weinig aandacht in relatie tot een hoge opbrengstpotentie. Maïs is snelgroeiend gewas waardoor 25% betere fotosynthese ontstaat en dus koolstofdioxide beter om kan zetten in groei (Dankert, 2018). Door de snelle groei hoeft een veehouder weinig input te leveren. Ook vindt er maar één oogstmoment plaats in tegenstelling tot bijvoorbeeld gras. Naast de teeltvoordelen geeft het gewas een goede compensatie in het diervoeder rantsoen voor onbestendig eiwit en is een basis component voor energie rijk zetmeel (Eurofins-Agro, 2020).

Vanuit eerdere proeven uitgevoerd aan het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) Bosma Zathe is bekend dat snijmaïs een goede krachtvoervervanger is in het rantsoen. In een vierjarige proef werd het effect vergeleken tussen een rantsoen met graskuil en krachtvoer tegenover graskuil met

krachtvoervervangers, waaronder snijmaïs. Uit de resultaten is gebleken dat er geen verschil is in voeropname per rantsoen. Wat wel opviel is dat het vetgehalte hoger was bij alleen gras en dat het eiwitgehalte hoger was bij een rantsoen met krachtvoervervangers. Tevens was de melkproductie en het lichaamsgewicht ook hoger bij het rantsoen met krachtvoervervangers. Samenvattend kon er dus geconcludeerd worden dat een rantsoen met krachtvoer uit eigen teelt in de vorm van ruwvoer gunstiger is voor een hogere productie van het dier. Financieel gezien waren deze voordelen nog groter, omdat in deze situatie tevens de voerkosten dalen, wel werd gesteld dat vakmanschap van de boer een doorslaggevende factor betreft (Boxem, 1990).

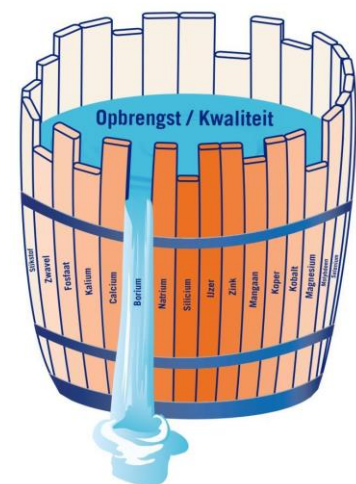
De financiële voordelen zijn dus lastig te onderbouwen en kennen vele verschillen per regio en bedrijf. Dat de teeltkosten van eigen ruwvoer van belang zijn voor een ieder mag wel duidelijk zijn, gemiddeld betreft dit namelijk 20% van de totale bedrijfskosten (Stevens, 2019).

Naast de landbouwkundige voordelen biedt maïs ook een uitkomst voor koolstofdioxide opslag en zuurstofproductie volgens verschillende onderzoekers. Daarnaast proberen meerdere agrarische bedrijven het gewas te promoten door bijvoorbeeld een maïsdoelhof aan te leggen. Ook is de teelt van het gewas een weidevogel habitat door de late werkzaamheden in het voorjaar. Dat neemt niet weg dat het gewas nog steeds op meerdere fronten tot discussie leidt (Broek, 1995).

1.4 Bemesting van het gewas

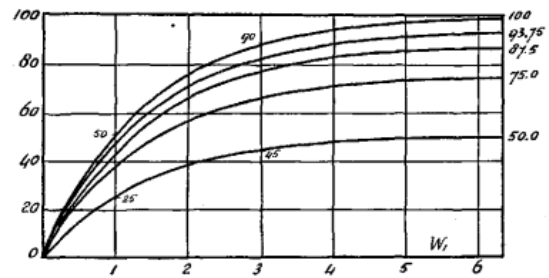
Sinds de jaren zestig is maïs een populair landbouwgewas in de Nederlandse veehouderij. Daarentegen heeft het gewas ook door de jaren heen een negatieve naam opgebouwd door de gebleken negatieve milieueffecten. Ondanks blijvende restricties is de veehouder nog steeds economisch gebaat bij het ruwvoedergewas maïs. Dit zet dan ook de praktijk aan om verschillende acties te ondernemen ter verduurzaming van de teelt (Verhoeven et al., 2015).

Een onderdeel van deze verschillende verduurzaming acties is een andere bemestingsstrategie te ondernemen, vanuit dit onderwerp zal er verdere detail informatie verschaft worden door middel van literatuur, de zogeheten bemestingsleer. Een van de grondleggers is Justus von Liebig geweest. Tevens grondlegger van “de wet van het minimum”, waarin gesteld wordt dat de opbrengst direct afhankelijk is van de factor die in het minimale voorkomt (afgebeeld in figuur 3). Deze theorie is uitvoerig getest in diverse opzetten, maar helemaal blindstaren op deze basis is niet voldoende, zo schrijft dr. F. van der Paauw. De wet volgens von Liebig is namelijk hervat in “de wet van het optimum” aan de hand van de heer Liebscher. Deze wet stelt wanneer de minimumfactor wordt aangevuld volgens Von Liebig zullen de overige factoren ook tegelijkertijd meer moeten worden, om het gelijke niveau te behalen. Daarnaast kan ook “de wet van constante” (volgens Mitscherlich) zich voortdoen. Deze wet benadrukt dat een verhoging van elk nutriënt een maximum bestaat in relatie tot opbrengstverhoging, dus direct bijdraagt aan de wet van de afnemende meeropbrengsten, afgebeeld in figuur 4 (van der Paauw, 1938).



Figuur 3. "De wet van het minimum" (Eurofins Agro, 2017)

De belangrijkste conclusies van deze onderzoeken geven aan dat er geen eenduidig principe of wet kan gelden voor de bemesting van bodem en gewas in praktijk. Dermate onderbouwende bodem onderzoeken en gewasopbrengsten kunnen bij grafische weergave meer inzicht geven in verbanden dan de standaard principes van wetten. Om een praktische waarde aan de principes te geven, dienen deze uitvoerig getest te zijn in regionale proefvelden.



Figuur 4. De wet van Mitscherlich (De Vries, 1939)

Daarnaast zijn de gegevens afhankelijk van een aantal factoren die niet te voorspellen zijn. Deze methode heeft dus een standaard systematische fout, ook wel “de biologische fout” genoemd. Naast de biologische fout is het van belang voor de teler om alle individuele factoren in context te plaatsen met daarbij alle bedrijfskringlopen (van der Paauw, 1938).

Deze laatst genoemde conclusie volgens van der Paauw is al zeer vroeg in belangstelling gekomen door Dr. William Albrecht en recent vorm gegeven volgens de Kinsey-Albrecht methode. De methode gaat uit van balansen tussen kationen en anionen. Ieder element treedt op in synergie of is een antagonist, deze elementen dienen toegevoegd te worden aan de bodem en hiermee van waarde te zijn voor plant en dier (Walters, 1971). De methode houdt hierbij rekening met het zogenoemde wiel van bodemmineralen, samengesteld door de heer D. Mulder in zijn studie “Les elements mineurs en culture fruitière” (Mulder, 1953).

De bemestingsleer is via deze wetten en vele regionale proefresultaten vorm gegeven in recente richtlijnen voor een ieder die een landbouwkundig gewas wil telen. Deze richtlijnen zijn onafhankelijk sinds 2007 vormgegeven in de oprichting van de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV). Sinds de oprichting van deze commissie is ook het zogeheten handboek snijmaïs opgesteld met daarin alle informatie gebundeld voor het desbetreffende gewas. In dit handboek zijn ook de methoden voor bemesting overgenomen vanuit de CBGV. Deze methode is benaderd volgens een economisch meest optimale gewasopbrengst en niet afhankelijk van het opbrengstniveau of grondsoort, zie bijlage 3. De methode rekent met vooraf bepaalde schattingen op het gebied van minerale levering uit de bodem en nalevering van een vanggewas. Op basis van deze schatting wordt de startgift bepaald bestaande uit zowel drijfmest als kunstmest bij zaaien, hierna kunnen eventuele te korten nog aangevuld worden. Tevens worden basisprincipes eerst meegenomen, zoals de zuurtegraad van de grond en aanvullen van eventuele micro-elementen bij de bemesting. Dit alles is een onderbouwende methode op basis van onderzoek waarin snijmaïs wordt geteeld (Schie-Rameijer et al., 2019).

Alhoewel deze methode nog wel eens ter twijfel wordt gesteld door de vele verschillende praktijkervaringen door regionale specialisten en bedrijfsadviseurs. Deze ervaringen worden dan ook erkend door middel van twee auteurs van het handboek bodem & bemesting, dit handboek is tevens de basis voor alle voortvloeiende bemestingsadviezen in de CBGV en zowel het handboek snijmaïs. Er wordt aangegeven dat de financiering van bemestingsonderzoek sterk is veranderd en tevens de praktijk met schaalvergroting en precisietoepassingen. Daarnaast zijn er de afgelopen twintig jaar veel adviezen en methoden ontstaan door private partijen, met soms goede resultaten die aansluiten bij praktijkbehoeften. Dit geeft veel verwarring voor ondernemers die behoefte hebben aan onafhankelijke bemestingsadviezen, onderbouwd op gedegen en recentelijk onderzoek. De stap die hierop wordt ondernomen door de commissie is het meenemen van private bemestingsadviezen met een gedegen wetenschappelijke beoordeling (De Haan & Van Geel, 2016).

1.4.1 Praktische invulling

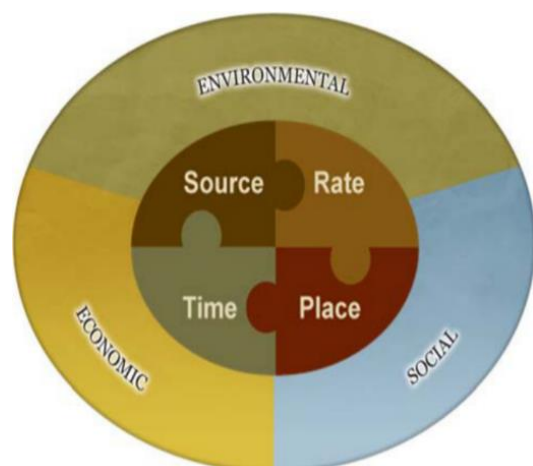
De gehele voorgeschiedenis van het gewas en de landbouw “heeft nogal wat stof doen opwaaien” met onder andere wetenschappelijke invulling vanuit agronomisch, fysiologisch en ecologisch perspectief. Om al deze literatuur praktisch in te vullen, vandaag de dag als boer, is een veelomvattende taak, die menigeen op zijn eigen manier invult. Dit wordt nog eens bevestigd door een evaluatie van de Meststoffenwet, uitgevoerd te 2016. De geënquêteerde boeren geven aan dat er behoefte is aan beleid en dit na te leven. Alleen de huidige onderbouwing van het beleid ondervindt in geringe mate draagvlak. De knelpunten die daarbij naar voren komen zijn onder andere verminderde bodemvruchtbaarheid, te duur en te ingewikkeld, fraude en weinig ruimte voor maatwerk en flexibiliteit. De desbetreffende enquêteurs zien verbetermogelijkheden in meer eenvoud, flexibiliteit, samenhang tussen sectoren, aanpakken van fraude en meer aandacht voor bodemvruchtbaarheid (De Lauwere et al., 2016). Dit alles heeft geleid tot een basis van twee bemestingsplannen in praktijksituaties, met onderscheid tussen wettelijke verplichtingen en een agronomische teeltdoelen.

Dit laatste plan is voor iedere praktijksituatie verschillend met onder andere factoren die afhangen van de ondernemer, de omgeving, het bedrijf en de daarbij gestelde doelen. Om de gestelde doelen te behalen is het juist en frequent monitoren van belang. Het monitoren en analyseren op bedrijfsniveau kan plaatsvinden op basis van grond-, ruwvoer-, mest- en melkmonsters (De Heus, 2018). De daaraan gestelde eisen op basis van levering en onttrekking is een eerste basis van het bemestingsplan, dit wordt vaak samen in overleg met een expert/ erfbetreder opgesteld.

Het tweede deel behoort zich tot het uitvoeren van het bemestingsplan. In dit gedeelte is de kennis en kunde van de boer vereist en hiermee ook de schakel in succes tot een goed gewas, bodem en dus een sluitende kringloop. Dit tweede deel wordt ook wel de vier juistheden (4R) van bemesting genoemd. Deze vier juistheden (4R) zijn de juiste plaats, tijd, hoeveelheid en het juiste product (afgebeeld in figuur 5). Allereerst is de juiste plaats bedoeld om te bemesten zo dicht mogelijk bij het gewas of bij de wortels, om de opname capaciteit te vergroten. Dit is vooral afhankelijk van de technische mogelijkheden. Daarnaast is het van waarde om voedingsstoffen in de juiste samenstelling en de juiste vorm toe te dienen wanneer de plant het nodig is (Johnston & Bruulsema, 2014).

1.4.2 Nieuwe ontwikkelingen

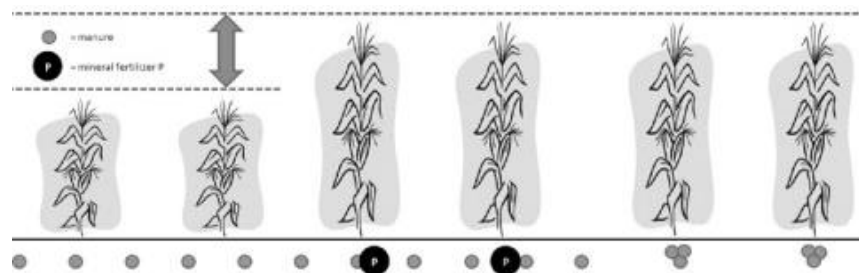
Elk land en elke regio heeft zo zijn eigen interpretatie van de vier juistheden, vanwege de vele variabelen. In Nederland kennen we een opgang van technische innovaties en kennis sinds de Groene Revolutie. Vanwege de dalende bemestingsnormen in snijmaïs hebben zich dan ook vele innovaties voor zich opgedaan. Daarnaast ook dat een toekomstig veehouder streeft naar het telen van ruwvoer met eigen meststoffen of circulaire producten. Een paar voorbeelden hiervan zijn zaaien in ruitvorm voor een betere benutting van het breedwerpig drijfmest toedienen, ruggenteelt voor een betere beginontwikkeling en daarnaast rijenbemesting bij maïsteelt in rijen. Deze laatste techniek is al een veelbesproken methode zowel in praktijk als in het onderzoek (van Schoten et al., 2016).



Figuur 5. 4R Nutrient stewardship (IPNI, 2020)

Het telen van gewassen in rijen is volledig ingebed in de agrarische sector en kent vele voordelen, zo ook voedergewassen. Daarnaast gebeurt het toedienen van meststoffen nog breedwerpig wat de efficiëntie verlaagt ten opzichte van de gewasbenutting. Dit was aanleiding voor van Wijk & de Wit in 1953 om een eerste theorie te ontwikkelen voor rijenbemesting, tevens een promotieonderzoek. Tijdens verschillende proeven tussen 1912 en 1952 werd ondervonden dat het plaatsen van meststoffen in rijen een betere opbrengst gaf met een lagere toediening, dit was mede de onderbouwing voor het promotieonderzoek (De Wit, 1953). Deze ontwikkelde theorie was een eerste basis voor de vele volgende proeven en onderzoeken naar rijenbemesting met verschillende gewassen onder Nederlandse omstandigheden.

Rijenbemesting bij het gewas snijmaïs wordt ook wel verstaan onder het precies toedienen van zowel kunstmest als drijfmest binnen een afstand van circa 10 centimeter binnen het



Figuur 6. Schematische weergave mestplaatsing (Schröder et al., 2015)

maïszaad. Voor een schematische weergave zie figuur 6. Hierin is aan de linkerzijde weergegeven hoe een bemesting breedwerpig plaatsvindt onder praktijkomstandigheden en daarnaast aan de rechterzijde is weergegeven hoe een praktijkbemesting van drijfmest en kunstmest in rijen plaatsvindt.

Bij proeven met aardappelen en suikerbieten, zowel op zandgrond als kleigrond, is gebleken dat bij rijenbemesting met stikstof een besparing kan opleveren van 13% tot 16%. Voor fosfaat werd een besparing ondervonden bij aardappelen van 33%, voor maïs en bonen werd zelfs een besparing behaald van 66% met dezelfde opbrengsten als breedwerpig toedienen (Prummel, 1957).

Alhoewel in de jaren daarna zijn ook proefresultaten bekend met zeer fluctuerende conclusies. Dit geeft een indicatie dat precisiebemesting bij gewas en bodem nog steeds een zeer complexe materie is gebleven. Om toch een advies over rijenbemesting te kunnen publiceren, is in 2015 door Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) te Lelystad, vernieuwd literatuur onderzoek gepleegd. Uit de geraadpleegde literatuur en proefresultaten is gebleken dat er geen eenduidige conclusie kan worden gegeven voor rijenbemesting bij akkerbouwgewassen. Vanwege gestegen bodemvruchtbaarheid en mineralisatie, daarnaast is ook de plaatsing en de keuze van de meststoffen niet altijd juist geweest met uitkomsten als zoutschade. Wel wordt aangegeven dat het veehouderij gewas maïs zichtbare effecten laat zien bij de beginontwikkeling en opbrengsten als stikstof en fosfaat in de rij wordt toegediend (van Geel, 2015).

1.4.3 Precisiebemesting

Voordat de teler nieuwe mogelijkheden toepast, moet eerst inzichtelijk worden wat de uitgangssituatie is op het bedrijf, bijvoorbeeld ken uw bodem, opbrengstpotentie en nutriëntengebruik. Vervolgens op basis van deze gegevens een bemestingsplan opstellen aan de hand van de afstemming tussen bodem en gewas is een eerste stap richting precisiebemesting. Vervolgens dienen de vier juistheden van bemesting te worden meegenomen in het teeltseizoen. Dit alles is een hele opgave voor zowel maïsteler als loonwerker. Als volgende stap kan er gekozen worden voor een nieuwe techniek toe te passen bij het bemesten van de gewassen. Een van deze technieken is het bemesten van drijfmest in stroken met GPS-toepassing, zodat hier later in het seizoen gezaaid kan worden met behulp van dezelfde GPS-toepassingen en tevens rijenbemesting met kunstmest (De Haan, 2015).

Deze techniek is uitvoerig getest in veertien veldexperimenten van 1993 tot 2012, op verschillende zandgrond locaties in Nederland. Dit alles ter bevestiging of het mestgebruik ter vervanging kan leiden voor een kunstmestgift van fosfaat bij het zaaien. De experimenten werden uitgevoerd door de vergelijking tussen een startgift van kunstmest met een ruimte van 0,05 meter onder en naast het maïszaad en een drijfmestgift met een ruimte van 0,05 – 0,10 meter onder en naast het zaad, of een drijfmestgift met een ruimte van 0,20 meter en niet nauwkeurig naast het zaad. De opbrengsten en de stikstof en fosfaatgehalten in het gehakselde product zijn vergeleken. En daarmee is de vergelijking gemaakt volgens de ANR (Apparent Nitrogen Recovery) formule en de APR (Apparent Phosphorus Recovery) formule, voor deze formule zie figuur 7.

$$ANR (kg\ ha^{-1}) = \frac{NU_F - NU_C}{FN}$$

Where, NU_F = Total N uptake in fertilized plot, NU_C = Total N uptake in control plot and FN = Fertilizer N applied ($kg\ ha^{-1}$).

Figuur 7. ANR formule (Husan, Islam, Faried, & Mian, 2014)

De droge stof opbrengsten hadden een toename van gemiddeld 440 kg per hectare wanneer een fosfaat kunstmest gift in rijen bij zaaien had plaats gevonden. Daarnaast gaf een rijeninjectie van drijfmest een droge stof opbrengstverhoging van gemiddeld 760 kg per hectare bij 32 getoetste vergelijkingen. Alhoewel er geen aanzienlijke opbrengstverhoging werd gehaald bij drijfmest rijeninjectie in combinatie met een fosfaat kunstmest startgift of alleen kunstmest zonder drijfmest. Ter discussie wordt gesteld dat sommige tegenvallende resultaten zijn te herleiden aan een verzadigde fosfaattoestand in de bodem en een slechte wortelontwikkeling ten opzichte van de mestplaatsing. Aan de hand van de veertien uitgevoerde experimenten door de jaren heen en de resultaten hiervan kan geconcludeerd worden dat drijfmest injectie in stroken op 0,05 meter van het maïszaad een positieve invloed heeft op de droge stof opbrengst per hectare van maïs. En leidt tot een betere balans tussen de nutriënten input en output per landbouwperceel (J. J. Schröder et al., 2015).

Dat drijfmest van veehouderij bedrijven een uitstekende vervanger is voor fosfaat kunstmest is tevens bewezen door een driejarige studie in British Columbia, Canada. Hierbij is drijfmest in de rij geïnjecteerd op drie verschillende afstanden van het maïszaad en vergeleken met een startgift Triple Superphosphate. Bij de oogst en het derde en zesde bladstadium zijn planten bemonsterd op fosfaatopname en opbrengst, tevens is bij het zesde bladstadium ook de wortelmassa in relatie tot de Arbusculaire Mycorrhiza (AM) geanalyseerd. De AM schimmel leeft namelijk in interactie met de fosfaatopname door de wortels. De uitkomsten na drie jaar waren allereerst dat de AM kolonisatie bij de wortelvorming en opname van nutriënten significant lager was (33-55%) bij voorgaande braakliggende grond in tegenstelling tot continue maïssteelt, alhoewel deze conclusie over de AM en wortelmassa al meerdere malen wetenschappelijk is aangetoond. Deze conclusie is dus meegenomen in de relatie tussen de voedingstoffen opname en de continue teelt versus tussentijdse braakligging. Er werden daarentegen geen significante verschillen aangetroffen van wortelmassa en AM kolonisatie tussen de objecten met drijfmest en kunstmest. Wel werden er significant hogere droge stof opbrengsten behaald in de tussentijdse monsters bij een mestplaatsing circa vijf centimeter ten opzichte van het zaad in relatie tot verder afstanden, zoals tien en vijftien centimeter. Deze aangetoonde verschillen staan dus direct in verband met de wortelontwikkeling en de AM kolonisatie. Daarentegen kan een slechte wortelontwikkeling en AM kolonisatie niet een gevolg zijn van mestplaatsing maar alleen de opname verbeteren. Deze gevolgen zijn vaak intensieve

grondbewerkingen, zoals ploegen, bodemverdichting, slechte ontwatering of braakligging tussen de teeltseizoenen. De oogstresultaten zijn weergegeven in tabel 1, van het tweede experimentjaar.

Tabel 1. De effecten van teeltmethoden en nutriënt behandelingen op oogst en gewas in 2006 (Bittman et al., 2012)

Factor	Level	Yield Mg ha ⁻¹	Dry matter —— % ——	Harvest Index	Grain yield Mg ha ⁻¹	P concentration g kg ⁻¹	P uptake kg ha ⁻¹
Previous crop (PC)	corn	11.03ns [†]	40.54a	37.17ns	4.13a	1.3a	13.7a
	fallow	9.79ns	34.60b	35.82ns	3.54b	1.0b	10.3b
	LSD (PC)	2.02	2.46	1.54	0.90	0.16	0.29
Nutrient	control	9.22c	36.8b	35.0bc	3.25c	1.1	10.1c
	DS5‡	11.35a	37.2b	38.3a	4.35a	1.2	13.6a
	DS10	10.98ab	36.9b	37.4abc	4.15ab	1.2	13.0ab
	DS15	9.26c	36.5b	34.5c	3.22c	1.1	10.6c
	fertilizer	10.90a	39.9a	37.6ab	4.11a	1.1	11.6bc
	DS10 + f§	10.85ab	38.0ab	37.1abc	4.04ab	1.2	13.1ab
	fertilizer + f	9.83bc	38.4ab	36.2abc	3.60bc	1.1	10.9bc
	control + f	10.67ab	36.9b	35.8abc	3.85ab	1.2	12.9ab
	LSD (nutrient)	1.00	2.42	2.93	0.503	0.127	2.04
Probability of type 1 error							
Previous crop		0.175	0.005	0.073	0.146	0.034	0.021
Nutrient		0.004	0.126	0.141	<0.001	0.154	0.006
Previous crop x nutrient		0.221	0.102	0.355	0.106	0.482	0.855

† Means followed by the same letter within the same column and the same factor are not significantly different at $p < 0.05$. ns, not significant.

‡ DS represents distance between manure band and seed furrow in cm.

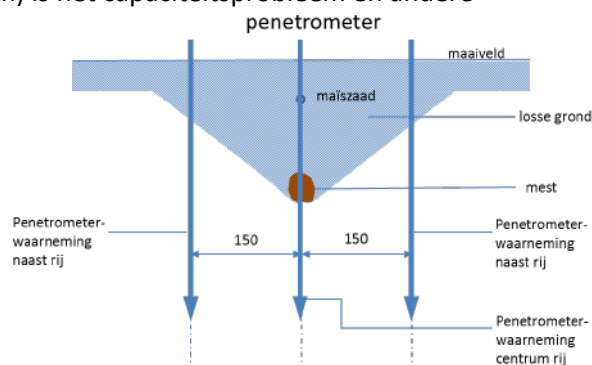
§ f denotes commercial fertilizer in the seed furrow at 7 kg P ha⁻¹.

Uit tabel 1 is af te lezen dat de opbrengst of kwaliteit niet verminderd bij het vervangen van kunstmest (fertilizer) door drijfmest (DS5, DS10, DS15). Geconcludeerd kan worden dat fosfaatkunstmest vervangen kan worden door drijfmest injectie in rijen op circa vijf centimeter afstand van het maïszaad. Deze vervanging leidt tot geen opbrengstderving en heeft dezelfde resultaten wanneer er een slechte nutriënt opname plaatsvindt door gebreken in wortelvorming of AM kolonisatie (Bittman et al., 2012).

Corresponderend aan proeven in het verleden, is het wel degelijk te verklaren dat rijenbemesting met dierlijke mest voldoende toekomstperspectief biedt ter vervanging van kunstmest. Door vele technische innovaties (bijvoorbeeld het GPS-systeem) is het capaciteitsprobleem en andere tegenargumenten ook af te wijzen. Als

kanttekening kan daarbij nog wel geplaatst worden dat elke situatie zich anders voortdoet en niet altijd te verklaren is. Zo is dit ook ondervonden in 2010 bij twee aangelegde proeven op zandgrond in Vredepeel, Noord-Limburg. Op onverklaarbare wijze is gebleken dat praktisch objecten het beste resulteerde tegenoverstaande rijenbemesting. Door tevens de bodemverdichting te toetsen is ook gebleken dat er geen schade ontstaan was door dusdanig

gebruik van werktuigen tijdens het aanleggen van de proef. Het meten van bodemverdichting is hierin uitgevoerd met een penetrometer. Voor een schematische weergave zie figuur 8. In figuur 8 is weergegeven dat er drie meetpunten zijn vastgesteld op basis van de uitgevoerde bewerkingen in relatie met de ruimte voor wortels van het gewas. Het belangrijkste onderscheid is gemaakt tussen de verdichting in de maïs rij en buiten de maïs rij met daarbij de bewerkingen van drijfmest breedwerpig en in rijen. Deze schade is zichtbaar gemaakt in opbrengsten van het gewas, zie tabel 2.



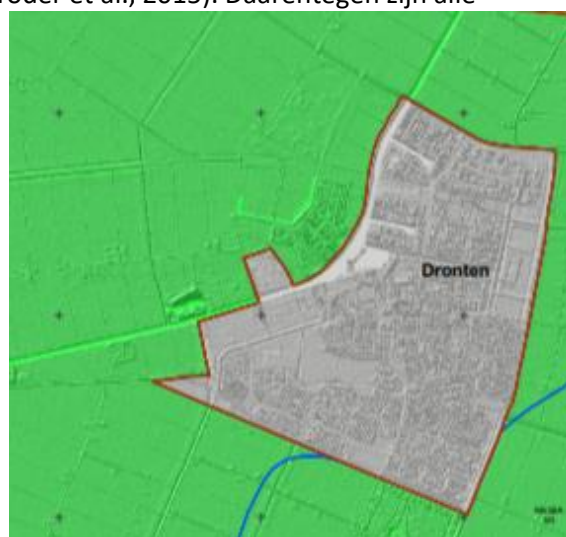
Figuur 8. Bodemverdichting (Vermeulen et al., 2013)

Tabel 2. Opbrengst snijmaïs in relatie tot rijsporen (Vermeulen et al., 2013)

Herhaling	Tankvulling (%)	drogestof opbrengst (ton/ha)			drogestofgehalte (% w/w, w.b.)		
		naast spoor	in spoor	spoor-effect	naast spoor	in spoor	spoor-effect
1	100	18.7	17.1	-1.6	35.5	29.7	-5.8
2	80	18.1	19.0	+0.9	31.0	32.9	+1.9
3	60	20.6	20.4	-0.2	33.2	30.7	-2.5
4	40	20.6	20.7	+0.1	32.5	31.9	-0.6
5	20	21.6	20.1	-1.5	34.8	32.6	-2.2
6	0	18.8	18.8	0	33.5	31.7	-1.8
gemiddeld		19.8	19.4	-0.4	33.4	31.6	-1.8
l.s.d. 5%			0.8			2,1	

Volgens tabel 2 heeft de belasting van het werktuig tijdens het bewerken van het proefveld geen invloed op de eventuele gewasopbrengsten, wel is er een minimaal verschil in het droge stof gehalte. Uit deze eenjarige proef is geen eenvoudige conclusie te trekken doordat er in een teeltjaar vele variabelen meespelen die onbewust invloed kunnen uitoefenen op de resultaten (Vermeulen et al., 2013). Wat wel gesteld kan worden is dat er zoveel mogelijk variabelen gemonitord moeten worden om eventuele oorzaken te kunnen herleiden. Een paar van deze variabelen uit de voorgaande proeven zijn dus bodem en bemesting geschiedenis van het perceel, klimatologische omstandigheden tijdens teeltseizoen, wortelvorming en wortelmassa tijdens teeltseizoen en met name beginontwikkeling en het onbewust optreden van verdichting door machinale bewerkingen (Huiden, 2019). Ook is de benadering van één element (bijvoorbeeld fosfaatbenutting) onjuist doordat de bemestingsleer voorschrijft rekening te houden met balansen en evenwichten binnen de plant tussen alle elementen, hoofdstuk 1.4.

Daarentegen blijft de theorie van rijenbemesting (De Wit, 1953) te verklaren in relatie tot een meeropbrengst van het gewas ten opzichte van een breedwerpige toediening. Tevens is dit onderbouwd door 14 proefresultaten te vergelijken onder Nederlandse omstandigheden. Uit deze resultaten is statisch een gemiddelde meeropbrengst van 760 kilogram droge stof te behalen door drijfmest in rijen te positioneren bij snijmaïs (J. J. Schröder et al., 2015). Daarentegen zijn alle resultaten afkomstig van zandgrond en zijn dus de effecten op kleigrond nog onbekend. Gezien de situatie van de uitgevoerde proef niet op zandgrond zich bevindt zijn er grondsoortkaarten geraadpleegd via Alterra, zie figuur 9. Bij verdere benadering van detailinformatie wordt het perceel geclassificeerd in een poldervaaggrond (Alterra, 2009).



Mn35A Kalkrijke poldervaaggronden; lichte klei, profielverloop 5

Figuur 9. Bodemkaart 20 oost (Alterra, 2009)

1.5 Hoofd- en deelvragen

De voorgaande inleidende hoofdstukken hebben ertoe geleid dat er nog diverse resultaten zijn binnen praktijksituaties over bemesting van snijmaïs, op basis hiervan zijn er dusdanig ook diverse meningen gevormd. Naast deze gevormde meningen neemt het niet weg dat volgens de bemestingsleer op basis van de theorie van rijenbemesting (de Wit, 1953) een betere benutting geeft voor bemesting van het gewas. Hoe deze theorie in combinatie met praktijkkennis wordt uitgevoerd, dat is een basis voor de gevormde meningen. Om deze theorie te laten slagen in praktijk moet dus meer data opgebouwd worden voor een betere ondersteuning van het nemen van beslissingen. Hierbij is dus behoefte aan het toetsen van de theorie rijenbemesting op basis van een praktijksituatie. Bij het opzetten van de setting zijn een aantal vragen die hierbij geanalyseerd moeten worden om zo tot een omarming van de theorie te komen in een zo breed mogelijke context. Deze vragen zijn hieronder weergegeven in drie deelvragen en samengevat in de hoofdvraag.

“Wat is het effect van rijenbemesting bij snijmaïs op de bodem en het gewas?”

- 1. Wat zijn de verschillen in gewasopbrengst bij verschillende drijfmest technieken?*
- 2. Wat is de potentie van minerale uitspoeling in relatie tot de efficiëntie?*
- 3. In welke mate is er sprake van bodemverdichting tussen verschillende drijfmest technieken?*

1.6 Doelstelling

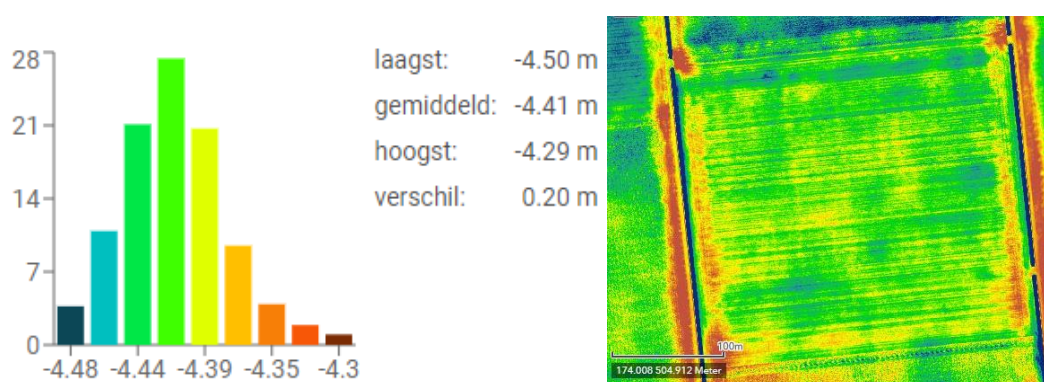
Vanuit overheidsorganisaties is het gewenst om de mineraal verliezen in de landbouw te beperken, dit vraagt dus om een betere benutting onder andere bij de teelt van snijmaïs ten doel te stellen. Daarnaast is een agrariër niet direct gebaat bij rijenbemesting in snijmaïs, vanwege investeringenplichten en meer kennis en kunde. Daarentegen kan volgens verschillende bronnen de manier van bemesting wel degelijk agronomische voordelen hebben. Ter doel gesteld is dus het prioriteren van de economische voordelen voor de agrariër met daarbij handvaten voor de kennis en kunde in een praktijksetting. Bij deze ten doel gestelde formuleringen is een objectieve benadering met de juiste kennis van praktijk, bodem en gewas noodzaak.

2. Materiaal en methode

In hoofdstuk twee zal beschreven worden hoe de beantwoording van de hoofd- en deelvragen heeft plaats gevonden. Om zo de theorie van rijenbemesting in snijmaïs te toetsen volgens een praktijksetting en de effecten die zijn ontdekt voor de boer, bodem en gewas.

2.1 De praktijksetting

Het testen van de verschillende drijfmesttechnieken heeft plaats gevonden onder praktijkomstandigheden. Dat wil zeggen dat er een snijmaïs veld beschikbaar is gesteld door Aeres Farms, te Dronten. Het veld bevond zich aan de Wisentweg en heeft een grootte van circa acht hectare. De jaarlijkse gemiddelde neerslag van 1981 tot 2010 bedraagt in de deze regio 850 millimeter. De hierbij horende jaargemiddelde temperatuur betreft 9,7 graden Celsius met 205 dagen in een groeiseizoen. Het groeiseizoen start vanaf een gemiddelde dagtemperatuur boven de vijf graden Celsius (KNMI, 2019). Het perceel heeft een hoogte verschil van gemiddeld 0,20 meter, zie figuur 10 & 11.



Figuur 10. Hoogteverschillen perceel (Boer & Bunder, 2020) Figuur 11. Hoogtekaart perceel (AHN, 2020)

Daarnaast kan het perceel geclassificeerd worden als een kalkrijke poldervaaggrond, lichte klei met een codering MN35A VI (figuur 9). De laatste Romeinse cijfers geven aan dat het perceel een gemiddeld hoogste grondwaterstand heeft van 40 tot 80 centimeter beneden maaiveld en een gemiddeld laagste grondwaterstand heeft van 120 centimeter of lager beneden maaiveld (Alterra, 2009a).

De locatie van Aeres Farms is onder te verdelen in verschillende bedrijfstakingen, zoals bijvoorbeeld veehouderij en akkerbouw. De percelen die gebruikt worden voor de ruwvoederwinning bevinden zich in de rotatie van het bouwplan voor alle akkerbouwgewassen. Dit betekent dat het betreffende perceel snijmaïs in de voorgaande jaren is beteelt met gewassen, zoals uien, aardappelen, grasland en bieten. Het perceel snijmaïs was beproefd met verschillende drijfmesttechnieken onder gebruikelijke praktijkomstandigheden naar aanleiding van Aeres Farms en Loonbedrijf Breure. Deze technieken betroffen twee verschillende methoden, namelijk rijenbemesting en breedwerpig drijfmest injectie (zie figuur 12 & 13). Beide toegepaste technieken zullen hieronder worden toegelicht.

2.1.1 Rijenbemesting

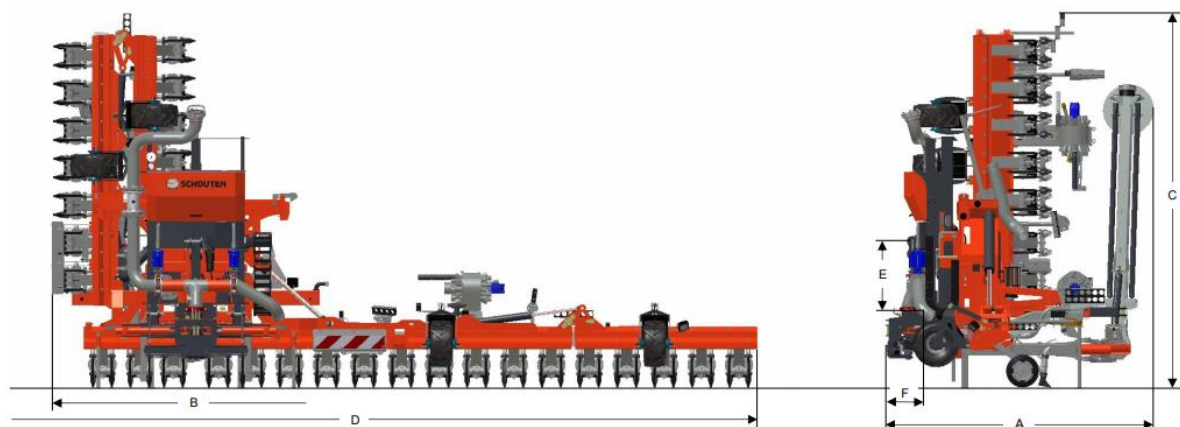
De rijenbemesting was uitgevoerd door een Kuhn Striger acht-rijige 'strip-till' bemester (werkbreedte zes meter). De machine is door Loonbedrijf Breure opgebouwd in combinatie met een Schouten sleepslang systeem. Door opgedane ervaringen sinds 2012 zijn de te behalen capaciteit en schade aan bodem door verdichting nauwelijks voorgekomen problemen. De machine (figuur 12) bestaat uit een mes die de eventuele graszode doorsnijdt, daarachter twee 'row cleaners' die het zaaibed vrijmaken, hierna een injectietand waar mest wordt toegediend en als laatste een rol voor het aandrukken van het zaaibed. De mestdiepte wordt geplaatst op één locatie met een diepte van 10 – 15 centimeter onder het maaiveld, andere rijenbemesting technieken bestaan vaak uit het plaatsen van de mest aan beide kanten van het zaad.



Figuur 12. Technische weergave rijenbemesting (Kuhn, 2020)

2.1.2 Breedwerpig mest injectie

Het breedwerpig bemesten heeft plaatsgevonden met een schouten sleepslangstelsysteem, afgebeeld in figuur 13. Het werktuig is gebouwd voor graslandinjectie, maar wordt tevens in praktijk gebruikt voor bouwland. Deze techniek heeft schijven met een diameter van 35 centimeter en zorgt voor een sleuf van circa 10 centimeter diep onder het maaiveld waar de drijfmest geïnjecteerd wordt. Deze injectie vindt plaats om de twintig centimeter, met een werkbreedte van twaalf meter. Wat een feitelijke constatering blijft is dat dit systeem geen praktijk bemesting van snijmaïs betreft. Ter nabootsing was deze techniek ingewerkt met een cultivator op een diepte van 10 centimeter beneden maaiveld.



Figuur 13. Technische weergave breedwerpig bemesten (Schouten, 2020)

2.1.3 De proefopzet

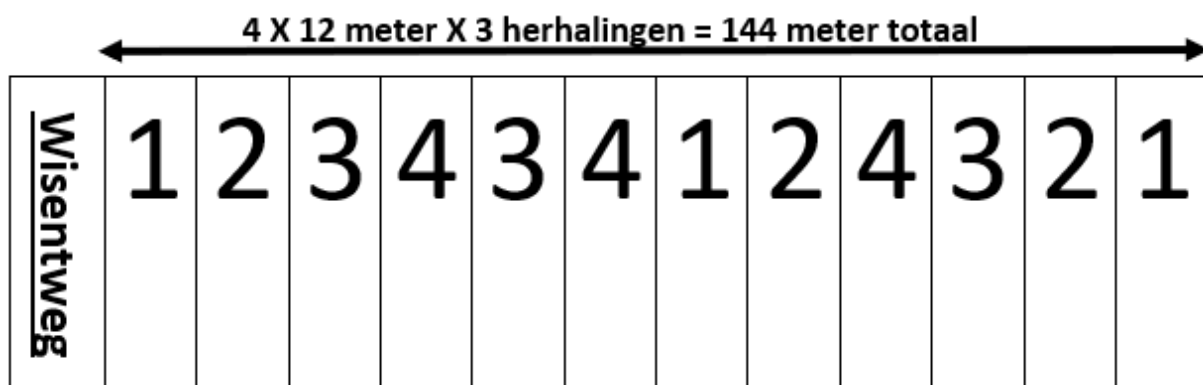
Het veld was aan de hand van een praktijksetting ingedeeld, hierbij is dus praktische invulling leidend voor gerichte metingen en analyse. Om de rijenbemesting met bijbehorende theorie op efficiëntie te toetsen zijn er de volgende behandelingen aangelegd, zie tabel 3.

Tabel 3. Behandeling proefopzet

Behandeling	Omschrijving	Variabele drijfmest
1	Drijfmest praktijk	50 m ³
2	Drijfmest in de rij	50 m ³
3	Nulmeting	0 m ³
4	Drijfmest in de rij	25 m ³

Deze behandelingen zijn gekozen om de theorie van de efficiëntie en de techniek van rijenbemesting te toetsen. De variatie vond plaats in de manier van toedienen en de hoeveelheid van drijfmest, verdere hoeveelheden zoals kunstmest zijn overal gelijk gehouden. De hoeveelheden zijn tevens onderbouwd via een bemestingsplan vanuit de CBGV, zie bijlage 3. De hoeveelheden vanuit praktisch oogpunt zijn vijftig kuub rundveedrijfmest met daarbij 150 kilogram kunstmest bij zaaien en 200 kilogram kunstmest na zaaien toegediend, de kunstmestsoort bevat Kalkammonsalpeter (KAS). Voor een volledige uitwerking van het bemestingsplan zie bijlage 4. Tevens zijn er aan de basis van het bemestingsplan, onder andere bodem- en mestmonsters aangeleverd door Fertilab (weergegeven in bijlage 1 en 2).

Er is voor gekozen om de vier behandelingen aan te leggen over de volledige lengte van het proefveld met daarbij drie herhalingen van elke behandeling zie figuur 14, voor een uitgebreide plattegrond van de situatie zie bijlage 5.



Figuur 14. Indeling proefveld

In figuur 14 zijn de behandelingen ten opzichte van de herhalingen weergegeven. Ook is er voor gekozen dat de werkbreedtes van de machines zijn aangehouden, hierbij is ieder veld twaalf meter breed.

2.2 Gewasopbrengst in relatie tot drijfmesttechniek

Voor de verschillende teeltmaatregelen op het gebied van bemesting is een veehouder gebaat bij aantoonbare verschillen in de gewasopbrengst kwantiteit en kwaliteit. Deze analyse heeft plaats gevonden bij het oogstmoment aan de hand van opbrengstweging volgens geijkte weegplaten waarover iedere as van de transportmachine gewogen is, daarnaast is elke proef bemonsterd en geanalyseerd op voederwaarde volgens Fertilab. De beantwoording was volgens een f-toets ANOVA analyse uitgevoerd via het programma JASP, met een betrouwbaarheid van 95%. Tijdens de analyse is gekeken naar aantoonbare verschillen tussen de opbrengsten in kilogrammen droge stof per behandeling en in opbrengsten van micro- en macro-elementen per behandeling.

2.3 Potentiële uitspoeling in relatie tot efficiëntie

Om de uitspoeling te toetsen werden er per behandeling grondmonsters genomen op verschillende momenten. Namelijk twee in het seizoen op acht en zestien weken vanaf het zaaien en als laatste een week na de oogst. Deze grondmonsters werden op 0-25 centimeter diepte vanaf het maaiveld genomen. Deze monsters samen gaven een waarde die een indicatie is over mineralen benutting uit de bodem van het gewas, per behandeling. Als kanttekening is de plaatsing van de monsternamen bij rijenbemesting een kritisch punt om hierbij een gedegen vergelijking te verrichten tegenover een breedwerpig bemesten. Op basis van onderzoek (Fernández & Schaefer, 2012) is er een monsternamenstrategie toegepast met een ratio 1:3, hierbij dus één monster in de rij en drie buiten de maïsrij. De geanalyseerde metingen zijn teruggekoppeld aan Fernández en bleken een indicatie te geven over een juist gekozen monsternamenstrategie. Hierdoor zijn de metingen gebruikt om het verloop van de minerale stikstofopname door het gewas en de minerale stikstof in de bodem weer te geven per behandeling. Tevens is de stikstofefficiëntie per behandeling berekend volgens de gekozen ANR formule (zie hoofdstuk 1.4.3) en de verschillen in efficiëntie getoetst volgens een ANOVA analyse in JASP, met een betrouwbaarheid van 95%. De ANR formule voor deze proefopzet is als volgt berekend;

(de totale stikstofopname van de behandeling – de totale stikstofopname van het nul-veld) / de stikstofgift

Vanwege drie herhalingen zijn er ook drie ANR indexcijfers beschikbaar per behandeling. Vanwege een percentage zijn de ANR indexcijfers met honderd vermenigvuldigd.

2.4 Bodemverdichting in relatie tot drijfmesttechniek

Hoewel de praktijkomstandigheden te Dronten niet vergelijkbaar waren als in situaties op zandgronden (Vermeulen et al., 2013), werd hierbij ook de indringingsweerstand inzichtelijk gemaakt. De indringingsweerstand van elke behandeling is geanalyseerd aan de hand van een penetrologger instrument en gekozen meetschema volgens figuur 8. De gegevens van de penetrologger heeft uiteindelijk genoeg aanleiding gegeven om de verschillen tussen de behandelingen waar te nemen. Deze verschillen zijn getoetst volgens een ANOVA analyse via JASP. Daarnaast is de mate van wortels een belangrijke indicator voor zowel verdichting als nutriëntenbenutting. De wortelmasse en AM kolonisatie zal niet geanalyseerd worden zoals eerder is gebleken uit het onderzoek van (Bittman et al., 2012).

2.5 Uitvoering

Om de deelvragen van het proefveld in het seizoen 2020 te beantwoorden zijn verschillende meettechnieken met bijbehorende analyse tot stand gekomen. Bij het uitvoeren van deze meetmethoden zijn bewuste meetmomenten gekozen vanuit theoretisch en soms praktisch oogpunt. De theoretische meetmomenten zijn hieronder weergegeven met daarna de praktische meetmomenten;

Metingen analyse

- Voor aanvang seizoen (1^e week april) is eenmaal een grond en mest analyse genomen door Fertilab van het gehele perceel en mestkelder Flevolandstal Robot gedeelte. Volgens de CBGV methode (bijlage 3) is de bemesting bepaald van elk object en tevens in overleg met Aeres Farms en loonbedrijf Breure een zaai- en bemestingsdatum bepaald.
- 8 weken na zaaien werden N mineraal grondmonster genomen 0 – 30 centimeter per veld (12 stuks) voor een exacte waarde van de mineralen benutting in de bodem per veld. Tevens werd er een meting verricht per veld met een penetrologger voor een schematische weergave van de mate van bodemverdichting.
- 16 weken na zaaien werden N mineraal grondmonsters genomen 0 – 30 centimeter per veld (12 stuks) voor een exacte waarde van de mineralen benutting in de bodem per veld. Tevens werd er een meting verricht per veld met een penetrologger voor een schematische weergave van de mate van bodemverdichting.
- Maximaal 1 week na oogst werden N mineraal grondmonsters genomen 0 – 30 centimeter per veld (12 stuks)
- 8 weken na zaaien werden droge stof N-gewas monsters genomen per veld (12 stuks). Tevens werd de wortellengte vastgelegd door middel van het noteren van afmetingen.
- 16 weken na zaaien werden droge stof N-gewas monsters genomen per veld (12 stuks). Tevens werd de wortellengte vastgelegd door middel van het noteren van afmetingen.
- Bij oogst werden droge stof gewas analyses genomen voor stikstof en kwaliteit per veld (12 stuks). Tevens werd het kolfgewicht en de wortellengte vastgelegd door middel van het noteren van afmetingen en gewichten.
- Het dagelijkse weerverloop werd vastgelegd door een Sencrop weerstation van Aeres Farms, ter weergave van de neerslag in het gehele teeltseizoen.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zullen alle bevindingen getoetst worden die tijdens het groeiseizoen 2020 hebben plaats gevonden. De resultaten zullen per deelvraag worden beschreven, ter voorbereiding hierop zal eerst het groeiseizoen en de plaatsgevonden bijzonderheden worden samengevat.

3.1 De verschillen in gewasopbrengst bij verschillende drijfmesttechnieken

Bij de eerste deelvraag is getracht inzicht te krijgen in de kwantitatieve en de kwalitatieve verschillen tussen de twee drijfmesttechnieken. Hiervoor zijn negen proefvelden van gelijke afmetingen geoogst onder praktijkomstandigheden, elk proefveld is gewogen en bemonsterd op alle aanwezige nutriënten. Deze proefvelden omvatten de eerste, tweede en vierde behandeling, de proefvelden volgens de derde behandeling zijn handmatig geoogst en gewogen (zie hoofdstuk 2.2). De gegevens zijn verwerkt in Excel, zie tabel 4. Van elk veld is de omgerekende hectare opbrengst in droge stof weergegeven en de bemonsterde macro-elementen (exclusief behandeling 3).

Tabel 4. Opbrengst resultaten in kilogrammen droge stof en macro-elementen in grammen per kilogram droge stof

Veld nr.	Behandeling	Omschrijving	DS	Stikstof	Fosfor	Kalium	Calcium	Ha opbrengst
			%	Nn(g/kg ds)	P (g/kg ds)	K (g/kg ds)	Ca (g/kg ds)	Droge stof
1	1	50m3 volvelds	33.6	13.0	2.2	11.6	1.9	21812
2	2	50m3 in rij	35.6	13.0	2.3	11.6	2.1	21656
3	3	nul-veld	31.6	-	-	-	-	18149
4	4	25m3 in rij	34.9	13.8	2.3	12.2	2.5	20619
5	3	nul-veld	32.3	-	-	-	-	19716
6	4	25m3 in rij	36.6	12.5	2.2	11.0	1.9	21670
7	1	50m3 volvelds	34.3	13.1	2.4	11.6	1.9	21799
8	2	50m3 in rij	35.2	13.3	2.1	11.4	2.1	21207
9	4	25m3 in rij	37.0	12.3	2.2	11.1	1.9	21547
10	3	nul-veld	33.7	-	-	-	-	20429
11	2	50m3 in rij	36.3	12.7	2.2	11.8	2.0	20386
12	1	50m3 volvelds	33.9	13.0	2.2	12.1	2.0	19280

Volgens de bovenstaande tabel 4 zijn de opbrengsten gegeven in volgorde van de proefvelden op locatie. De maximum opbrengst is behaald volgens de weging van veld nummer 1 en de minimum opbrengst is behaald bij de weging van veld nummer 3. De herhaalde behandelingen gaven een gemiddelde droge stof opbrengst van 20.964 kg (50m³ volvelds), 21.083 kg (50m³ in rij), 19.431 (nul-veld) en 21.279 (25m³ in rij). De ontstane verschillen tussen de behandelingen en de droge stof opbrengsten zijn getoetst volgens een ANOVA analyse. Aan de hand van de analyse uitslag is de berekende P-waarde 0,187. Verder zijn de P-waarden voor verschillen tussen de behandeling en de macro-elementen ook geanalyseerd aan de hand van een ANOVA analyse. Deze berekende P-waarden bevinden zich tussen de 0,146 (stikstof) en 0,111 (kalium).

Naast de ontstane verschillen in kwantitatieve variabelen hebben kwalitatieve verschillen ook zeker een waarde bij het beoordelen van het resultaat. Mede vanuit dit standpunt is de actie ondernomen om daardoor de verschillen te ontdekken in micro-elementen. Deze verschillen zijn weergegeven per veld in tabel 5, de niet aangetoonde elementen, zoals natrium, kobalt, mangaan, molybdeen, koper en zink, zijn niet meegenomen in de analyse.

Tabel 5. Opbrengst resultaten aan micro-elementen in grammen per kilogram droge stof

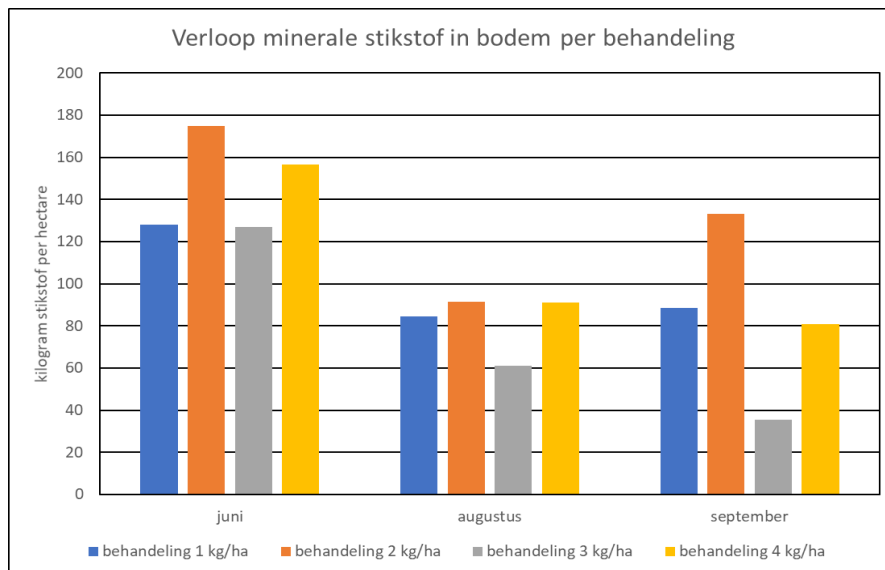
Veld nr.	Behandeling	Omschrijving	Magnesium	Zwavel	Silicium	Aluminium	Borium	IJzer	Mangaan
			Mg (g/kg ds)	S (mg/kg ds)	Si (mg/kg ds)	Al (mg/kg ds)	B (mg/kg ds)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg ds)
1	1	50m3 volvelds	1.1	0.91	125	25.3	3.8	52.1	12.2
2	2	50m3 in rij	1.2	0.92	183	33.6	4.2	57.8	12.9
3	3	nul-veld	-	-	-	-	-	-	-
4	4	25m3 in rij	1.2	1.00	192	57.4	7.0	126	17.6
5	3	nul-veld	-	-	-	-	-	-	-
6	4	25m3 in rij	1.1	0.88	114	32.7	3.6	60.5	11.9
7	1	50m3 volvelds	1.2	0.91	142	23.7	3.9	51.3	12.5
8	2	50m3 in rij	1.1	0.94	137	30.2	4.1	59.4	12.9
9	4	25m3 in rij	1.1	0.89	154	31.2	3.6	52.7	12.0
10	3	nul-veld	-	-	-	-	-	-	-
11	2	50m3 in rij	1.1	0.91	119	26.4	3.8	50.9	11.9
12	1	50m3 volvelds	1.1	0.89	110	28.2	3.8	53.3	12.2

Uit tabel 5 zijn geen verschillen gebleken op de meest voorkomende micro-elementen in snijmaïs, met uitzondering van het element silicium. De waarden van silicium geven de meeste spreiding tussen de velden van deze datareeks. Aan de hand van de uitgevoerde ANOVA analyse bleek silicium per behandeling een P-waarde van 0,555 te geven. De P-waarde geeft hierbij een indicatie dat er een verscheidenheid is aan oorzaken van de grote spreiding. Het element silicium zal dan ook verder worden geanalyseerd in het hoofdstuk 5. De overige micro-elementen waren geen aanleiding om deze verschillen statistisch te toetsen.

3.2 De relaties tussen minerale uitspoeling en efficiëntie

Bij de tweede deelvraag is ten doel gesteld om de verschillende drijfmesttechnieken te toetsen op eventuele milieu en bedrijfsvoordelen per behandeling omtrent nutriëntengebruik. Een teeltverbetering doorvoeren vraagt niet alleen om de technische toepassingen maar ook acceptatie van de producent (melkveehouder) en de maatschappij.

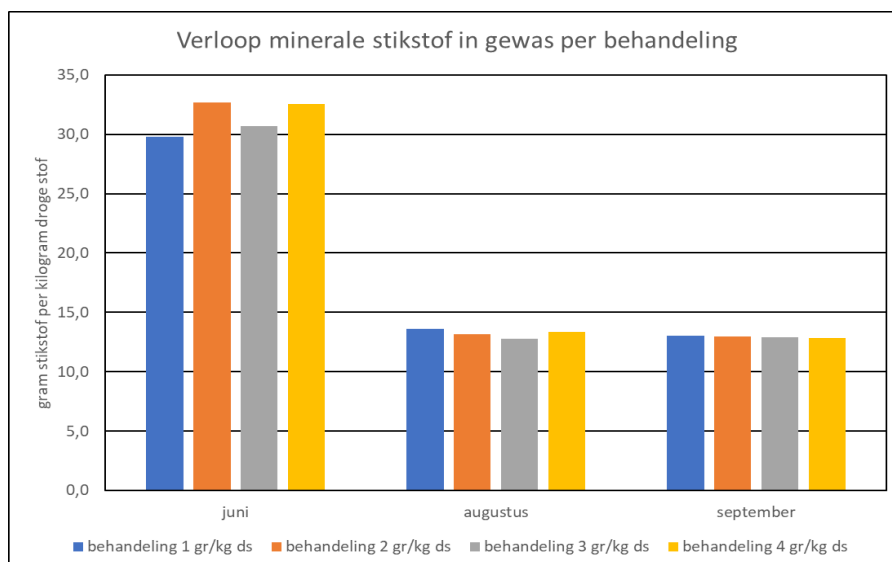
Deze toetsing is ingevuld door alle twaalf velden te bemonsteren op de minerale toestand in de bovenste 30 centimeter van de bodem en het complete gewas, op basis van minerale stikstof. De monsternamen heeft plaats gevonden op het moment van acht en zestien weken na het zaaien van de snijmaïs en als laatste tijdens het oogstmoment. Het verloop van de minerale toestand in de bodem is weergegeven in figuur 15 en de minerale opname van het gewas is weergegeven in figuur 16.



Figuur 15. Resultaten monsternamen minerale stikstof in bodem gemiddeld per behandeling (kg/ha)

Aan de hand van figuur 15 zijn de gemiddelden weergegeven van de totale hoeveelheid kilogrammen nitraat en ammonium per behandeling, tijdens de drie meetmomenten gedurende het seizoen. Voor de maanden juni (P-waarde 0,278) en augustus (P-waarde 0,630) bleken geen significante verschillen opgetreden tussen de behandelingen. Voor de maand september (P-waarde 0,026) bleek dat er een significant verschil opgetreden tussen de minerale bodemstikstof die na de maïsoogst in de bodem achterbleef. Behandeling nummer 2 (in de rij 50m³) en nummer 1 (volvelds 50m³) hadden hierbij de hoogste minerale stikstof en behandeling 3 (nul-veld 0m³) en 4 (in de rij 25m³) de laagste stikstof.

In figuur 16 zijn de gemiddelden weergegeven van de totale hoeveelheid minerale stikstof in grammen die per kilogram droge stof is opgenomen, gedurende het seizoen.



Figuur 16. Resultaten monsternamen gemiddelde stikstof in gewas per behandeling (gr/ kg ds)

Zoals figuur 16 laat zien zijn er gemeten verschillen in stikstof opname per behandeling, met name in de beginontwikkeling van het gewas. Voor de maand juni (P-waarde 0,048) is er een significant hoge opname van de behandeling 2 (in de rij 50m³) en behandeling 4 (in de rij 25m³). Voor de rest van het groeiseizoen is de gewasopname van minerale stikstof niet significant afwijkend per behandeling.

Niet iedere behandeling heeft dus geleid tot een gelijke efficiënte omzetting van de gegeven nutriënten. Deze constatering kan zich vormgeven via een verhoudingscijfer waarbij de exacte verbanden duidelijk worden tussen de variabele factoren. Dit cijfer 'oftewel index' wordt berekend vanuit agronomisch perspectief volgens de ANR formule (hoofdstuk 1.4.3 & hoofdstuk 2.3). Vanwege drie herhalingen zijn er ook drie ANR indexcijfers beschikbaar per behandeling. De uitgevoerde berekeningen zijn hieronder in tabel 6 weergegeven. De ANR uitkomsten zijn vermenigvuldigd met honderd en afgerond op twee decimalen om zo de verschillen in percentages te analyseren.

Tabel 6. Stikstofefficiëntie index berekend volgens ANR-formule

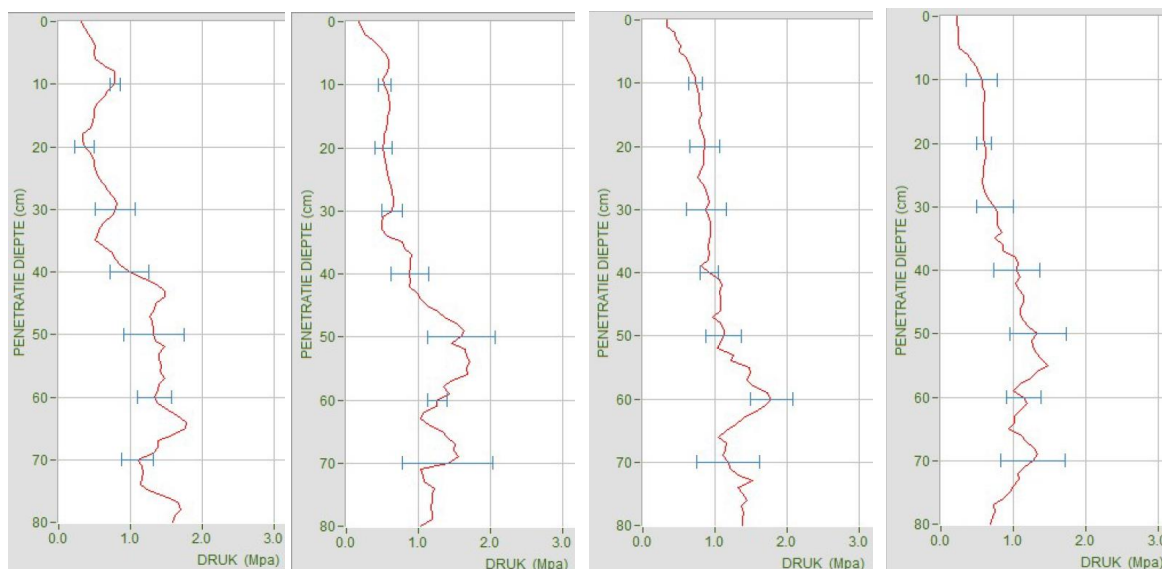
Veld nr.	Behandeling	Omschrijving	Berekening	ANR	ANR (%)	Gemiddeld	Standard Error
Veld 1	nr. 1	volvelds 50m3	(57,8-57,5)/188	0,00160	0,16	0,02	0,75
Veld 2	nr. 2	in de rij 50m3	(59,7-57,5)/188	0,01170	1,17	1,28	0,91
Veld 3	nr. 3	nul-veld 0m3	(57,5-57,5)/95	0,00000	0,00	0,00	-
Veld 4	nr. 4	in de rij 25m3	(59,6-57,7)/142	0,01479	1,48	1,64	0,97
Veld 5	nr. 3	nul-veld 0m3	(54,9-54,9)/95	0,00000	0,00		
Veld 6	nr. 4	in de rij 25m3	(58,4-54,9)/142	0,02465	2,46		
Veld 7	nr. 1	volvelds 50m3	(56,6-54,9)/188	0,00904	0,90		
Veld 8	nr. 2	in de rij 50m3	(59,1-54,9)/188	0,02234	2,23		
Veld 9	nr. 4	in de rij 25m3	(58,2-56,8)/142	0,00986	0,99		
Veld 10	nr. 3	nul-veld 0m3	(56,8-56,8)/95	0,00000	0,00		
Veld 11	nr. 2	in de rij 50m3	(57,6-56,8)/188	0,00426	0,43		
Veld 12	nr. 1	volvelds 50m3	(54,9-56,8)/188	-0,01011	-1,01		

Volgens tabel 6 zijn de uitkomsten te interpreteren aan de hand van het feit dat des te hoger het ANR indexcijfer, hoe hoger de stikstofefficiëntie. En bij een afname van het ANR indexcijfer, is het stikstof aanbod vanuit de bodem groter dan de vraag van het gewas. Hiermee evalueert de ANR-index het vermogen van het gewas per behandeling om de minerale stikstof uit de bodem te absorberen. In de laatste kolom is de gemiddelde ANR gegeven per behandeling. Het gemiddelde van behandeling 1 is opvallend laag ten gevolge van de daadwerkelijke meting van veld 12. Aan de hand van de spreiding tussen de behandelingen is een ANOVA analyse uitgevoerd om het verschil tussen de vier groepen aan te tonen. Aan de hand van de berekende P-waarde 0,137 kan geen significant verschil aangetoond worden tussen de ANR indexcijfers van de vier behandelingen inclusief drie herhalingen. Deze verschillen zijn tevens weergegeven door de gemiddelden en de standaardafwijkingen van elke behandeling.

3.3 Bodemverdichting bij verschillende drijfmesttechnieken

Vanuit praktijkervaringen is gebleken dat de toediening van drijfmest in de rij zorgt voor bodemverdichting, deze nadelige gevolgen zijn tevens onderzocht tijdens het onderzoek op Aeres Farms. Het onderzoek naar bodemverdichting heeft niet statistisch plaatsgevonden vanwege andere praktijkomstandigheden dan de eerdere geraadpleegde literatuur op zandgronden.

Daarentegen is zeker getracht om de manier van drijfmesttoediening te toetsen aan de mate van bodemverdichting. Via macro- en microporiën kunnen wortels, vocht, zuurstof en nutriënten zich bewegen in de bodem. Het aantal en de grote van de poriën zorgen voor een vermindering in weerstand die de wortelvorming ondervindt. De hierbij ontstane indringingsweerstand is inzichtelijk gemaakt met een penetrologger (conus 2 cm²), gemeten in Megapascal. De ontstane indringingsweerstand is gemeten per verschillende drijfmesttechniek en vastgelegd tot een diepte van tachtig centimeter beneden maaiveld, zie figuur 19. De metingen hebben plaatsgevonden voor beide technieken in de rij (nummer 1) en buiten de rij (nummer 2), zoals figuur 8. De metingen zijn dus twee keer uitgevoerd per behandeling en daarvan zijn de gemiddelde waarden ontstaan, voortkomend uit vier metingen.



Figuur 17. volvelds 1, volvelds 2, in de rij 1, in de rij 2

De gemeten indringingsweerstand per techniek is weergegeven in figuur 17, met daarbij de metingen in de rij (1) en buiten de rij (2). De totale gemiddelde waarden uit figuur 19 betreffen voor volvelds (1) 0,992 MPa en volvelds (2) 0,935 MPa. En voor in de rij (1) 1,022 MPa en in de rij (2) 0,851 MPa. De totale meetwaarden zijn tevens geanalyseerd door ANOVA met een P-waarde 0,145. Aan de hand van de ANOVA-resultaten zijn geen significante verschillen aangetoond in weerstands verandering per behandeling.

4. Discussie

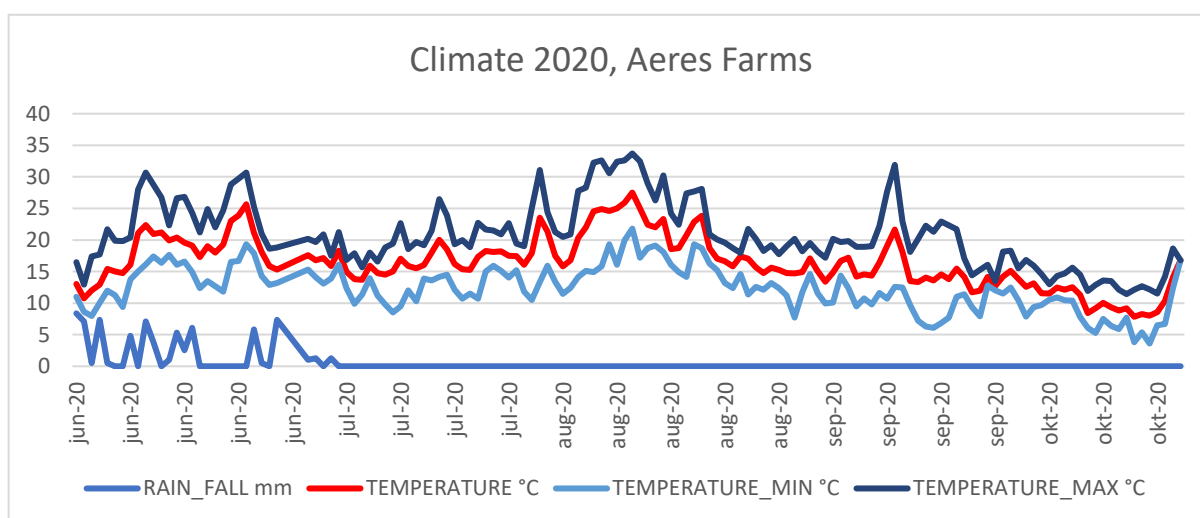
In het hoofdstuk zal de gehele evaluatie plaatsvinden. Onder andere de ontstane connecties tussen literatuur en het uitgevoerde onderzoek per deelvraag.

4.1 Een korte terugblik

Gezien de discussie rondom agrarisch nutriënten gebruik en de continue beleidsmatige inmenging neemt de relevantie nog elke dag toe. Een urgent aangekondigd wetsvoorstel zou rijenbemesting van dierlijke mest verplichten bij het telen van snijmaïs in uitspoelingsgevoelige gebieden. In het werkveld ontstonden hierop een tal van negatieve reacties. Bij nader inzien zijn de wetenschappelijke (zoals de bemestingsleer) voordelen van rijenbemesting theoretisch te verklaren. Alhoewel de praktijkervaringen deze voordelen niet altijd erkennen. Vandaar dat Aeres Farms in overleg met studenten er kans toe zag een praktijkproef uit te voeren en de ervaringen met rijenbemesting te verkennen. Met als doel om de theorie van een efficiëntieverbetering te toetsen en hiermee een verandering in nutriëntengebruik onder praktijkomstandigheden te constateren. Daarnaast heeft men altijd te maken met een zogenoemde 'biologische fout' bij het hanteren van principes ontstaan uit de wetenschap, zie hoofdstuk 1.4. Om dus een dergelijke conclusie uit te spreken zal dan ook meerjarige data beschikbaar moeten zijn uit eenzelfde regio of gebied, zoals is gebleken uit de studie van (Schröder et al., 2015).

4.1.1 Het groeiseizoen 2020

Het jaar kenmerkt zich door een moeizame start. De zaaibedbereiding heeft eind april plaatsgevonden onder droge en koude omstandigheden, dit kwam de beginontwikkeling van de plant niet ten goede. Desondanks was de tweede helft zeer gunstig door regelmatige regenval en veel zonuren met bijbehorende temperaturen. Deze weergegevens zijn plaats specifiek geobserveerd door een Sencrop weerstation op het betreffende perceel, zie figuur 15.



Figuur 15. Klimatologische gegevens proefveld

Aan de hand van figuur 15 kan een beeld geschetst worden over het weerverloop op de proeflocatie in het seizoen. Opvallend zijn de ontbrekende regenval observaties vanaf de maand juli, helaas zijn deze ontbrekende gegevens van zeer groot belang voor een agrariër. Deze gegevens ontbreken doordat de regenval meter van het weerstation niet heeft gewerkt in het gehele groeiseizoen na de maand juli. Aan de hand van observaties in het veld en van Aeres Farms heeft er wel degelijk een regen interval plaatsgevonden en zodoende gezorgd voor een gunstige gewasgroei in combinatie met de temperatuur. Dit alles heeft gezorgd voor een succesvolle oogst van snijmaïs eind september.

Alhoewel er een aantal directe en indirecte factoren van zekere wijs impact hebben uitgeoefend op het gewas en de bodem tijdens het groeiseizoen. Deze factoren komen per deelvraag aanbod.

4.2 Samenvatting verschillen gewasopbrengsten

Uit het hoofdstuk resultaten is gebleken dat de kwantitatieve opbrengsten geen aangetoond verschil vertonen tussen de vier behandelingen. Reflecterend op het groeiseizoen van het proefjaar zijn met name abiotische factoren van invloed geweest op de gewasopbrengst en kwaliteit. Door meerdere gewasobservaties kan dus met zekerheid gesteld worden dat plagen geen bedreiging hebben gevormd voor de praktijksetting. De abiotische factoren zullen hieronder worden beschreven.

4.2.1 Klimatologische invloeden

Volgens hoofdstuk 3.1 heeft het proefjaar heeft zich gekenmerkt door een moeilijke beginontwikkeling en daarna gezorgd voor een extreme groeiperiode door een juiste verhouding van neerslag, temperatuur en hoeveelheid zonlicht in de regio van Dronten. Deze beginontwikkeling heeft zich gekenmerkt door koude omstandigheden en hiermee het aantal groeidagen sterk beïnvloed voor de potentiële opbrengst. Volgens (Lauer, 2015) en (Nielsen, 2020) is de potentiële kolfopbrengst en wortelontwikkeling al genetisch bepaald tijdens V2 tot V6 bladstadium. Door de klimatologische omstandigheden tijdens deze periode is de potentiële opbrengst en gehele plantontwikkeling met zekerheid negatief beïnvloed. Na deze koude beginperiode heeft er volgens figuur 15 een gemiddelde temperatuurstijging plaatsgevonden in combinatie met een gunstige vochtvoorziening. Deze tweede periode heeft gezorgd voor een extreme vegetatieve groei van het gewas door mineralisatie van meststoffen en de beïnvloeding van planthormonen (specifiek auxine) en dus als gevolg een extreme celdeling en celstrekking. Mede door in deze periode gewasobservaties uit te voeren zijn verschillende planten gevonden met een aantasting van de stengel door de brandschimmel *Ustilago maydis* ook wel 'builenbrand' genoemd (Matei & Doehlemann, 2016). Vanuit de jarenlange telerervaring is deze schimmel nog niet vaker in extreme vorm voortgekomen. Tevens heeft het gezaaide ras LG 31.205 de laagste notering voor builenbrandresistentie en de hoogste notering voor plantlengte (CSAR, 2020). De ras eigenschappen geven hierbij aan dat de extreme groei eigenschappen leiden tot een mindere plantvitaliteit en celwand ontwikkeling.

Naast de schimmelaantasting heeft zich ook periode voortgedaan met een stormachtige wind aan het einde van het groeiseizoen. Deze periode heeft zich geuit in een willekeurige verdeling van omvallende gehele planten, inclusief wortelstelsel. Deze situatie is fotografisch vastgelegd volgens figuur 20. Op dit figuur is het gehele proefveld met de kleur rood gekaderd.



Figuur 16. Extreme windinvloeden met rood gekaderde proefveld, 16 september 2020

Aan de hand van figuur 20 kan niet worden aangetoond of de behandelingen van invloed zijn op het aantal omgevallen planten. Buiten het rode kader (het proefveld) zijn ook willekeurige planten omgevallen. Daarentegen kan wel degelijk een ander patroon worden herkend, dit patroon is met name ontstaan door mechanische invloeden (hoofdstuk 4.2.2). De auteur veronderstelt dat de extreme groei door gunstige weersomstandigheden niet bij heeft gedragen aan de ontwikkeling van de stengel. Daarmee blijkt de plant vatbaar voor schimmelziekten en niet bestand tegen harde wind. Wanneer blijkt dat er verschillen zijn in het element silicium dan zou dit enig verband kunnen aantonen. Dit element is namelijk een belangrijk onderdeel van de celwanden bij grassen (Deshmukh, Ma, & Bélanger, 2017). Verschillen in het element kunnen dus duiden op een sterkere en vitale plant. Deze bewering is getoetst volgens een ANOVA analyse met een P-waarde van 0,555. Aan de hand van de toetsing kan niet aangetoond worden dat er een verband is met de silicium waarde per behandeling. Om verdere verbanden uit te sluiten zijn nog de bestandsdelen van de celwanden geanalyseerd volgens de “van Soest methode” (Kolver & Muller, 1998). Uit deze analyse bleek dat de beide drijfmest behandelingen in de rij hogere waarden aangaven voor de houtfractie en dus betere celwanden hadden ontwikkeld tegenover volvelds. Daarentegen had dit negatieve gevolgen voor de verteerbaarheid van het diervoeder. Deze veronderstelling volgens de auteur is niet statistisch aangetoond maar zou aanleiding geven tot verder vervolgonderzoek.

4.2.2 Mechanische invloeden

Voor de aanpak van de proefopzet is een samenwerking gevormd met loonbedrijf Breure te Swifterbant. Deze samenwerking heeft ertoe geleid dat de werkzaamheden in alle zorgvuldigheid zijn uitgevoerd, ten behoeve van de betrouwbaarheid van het onderzoek. Met name de variabele factoren (zoals de verschillende drijfmest toedieningstechnieken) zijn uitgevoerd onder de juiste omstandigheden, met dezelfde soort machines, met behulp van nauwkeurige precisietechnieken en op dezelfde dag. De overige technieken zijn allemaal niet gevarieerd om zo het enige verschil te verwachten van de manier van drijfmest toediening, ten behoeve van een nabootsing onder praktijkomstandigheden.

Wanneer figuur 20 kritisch wordt geanalyseerd zijn hier schuine lijnen te ontdekken die enige verwijzing hebben naar mechanische bewerkingen. Deze patronen zijn sinds de beginontwikkeling van het gewas al te ontdekken en met enige voorkennis van de uitgevoerde werkzaamheden door het loonbedrijf, hebben deze patronen geen enkel verband hiermee. Bij verdere analyse door meerdere personen van Aeres Farms is gebleken dat deze patronen zijn ontstaan aan de hand van een mechanische bewerking rond februari 2020. In deze tijd heeft namelijk een bodemscan plaatsgevonden met zwaar materiaal en tevens onder natte omstandigheden. Als figuur 20 met deze achtergrond informatie opnieuw wordt geanalyseerd, dan zijn de schuine lijnen van de uitgevoerde bodemscan zichtbaar. Deze schuine lijnen geven de rijrichting van de machine aan en daarmee valt op dat het gewas duidelijk zichtbaar beter presteert dan waar niet is gereden. Met een zekere voorzichtigheid kan hierbij gesteld worden dat door de uitgevoerde werkzaamheden het gewas op deze plek beter is ontwikkeld. Deze stelling gebaseerd op veldobservaties en vastgelegd volgens figuur 20 geven aanleiding om te onderzoeken of bodembewerking onder natte omstandigheden wel degelijk nadelige gevolgen hebben op de ontwikkeling van het gewas.

4.2.3 Menselijke invloeden

De gevormde deelvragen met daarbij de hypothese hebben een uitwerking gekregen volgens een methode. Deze methode is mede tot stand gekomen door de geraadpleegde literatuur en tevens door intensief overleg met het agrarisch laboratorium Fertilab. In samenwerking met de studenten zijn de objecten bemonsterd en door Fertilab geanalyseerd. In de methode is specifiek gekozen om naast de drie behandelingen met drijfmest ook een controle behandeling zonder drijfmest uit te voeren. Deze controle is behandeling nummer drie en ook tevens drie keer herhaald ten behoeve van de betrouwbaarheid van het onderzoek. Daarentegen heeft de controle behandeling niet dezelfde oppervlakte als alle andere behandelingen in het proefveld, vanwege een verwachte negatieve opbrengst voor Aeres Farms. Door de andere afmetingen van de controlevelden zijn de opbrengsten handmatig gewogen en omgerekend. Bij deze uitvoeringen zijn de wegingen niet bemonsterd op de inhoudelijke kwaliteitselementen. Daarnaast zijn de controle velden wel bemonsterd op minerale stikstof in het gewas en de bodem.

Er kan dus gesteld worden dat de correctheid van de kwantiteitsbepaling van de gehele controle behandeling niet betrouwbaar is en dat de kwaliteitsbepaling ontbreekt. Alhoewel dit alleen van invloed is voor de beantwoording van de eerste deelvraag. Tevens is het aantal waarnemingen en de onderbouwing van de nutrientengift ter twijfel te stellen, zie hiervoor het hoofdstuk aanbevelingen.

4.3 Samenvatting minerale uitspoeling en efficiëntie

In de praktijk wordt vaak het gewas beoordeeld aan de hand van de uitgevoerde variabelen. Deze methode van beoordelen is te verklaren doordat men de oogst ervaart als het eindproduct van het gewasonderzoek. Daarentegen heeft de bodem in dit onderzoek ook een belangrijk rol als meespelende factor bij het nutriëntengebruik op het boerenbedrijf. Om het gewas te voorzien van voedingstoffen is de bodemgezondheid namelijk van cruciaal belang voor een efficiënte teelt. Bij een juiste teelt van het gewas is er een balans tussen de aanbod en de vraag naar de nutriënten. Deze balans resulteert in een positief saldo voor de teler door een minimaal gebruik van aangekochte meststoffen, bijkomend voordeel is een vermindering van nutriënten verlies door uit- of afspoeling.

4.3.1 Klimatologische invloeden

Het weer heeft sterke interacties met de mineralisatie van nutriënten in de bodem en het gewas. Een tal van factoren kunnen hierbij een rol spelen, volgens pagina 38 van het rapport “Recommendations for establishing Action Programmes under Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources” deel B (Alterra, 2011). Met name extreme regenval en het ontbreken van een vegetatie, kan de mobiele elementen naar diepere bodemhorizonten verplaatsen. Vanuit geraadpleegde literatuur is gebleken dat de uitspoeling gevoelige gebieden zich bevinden in de zandregio's van Nederland. Er is specifiek gekozen voor de proefveld locatie op kleigrond. Daarentegen is uitspoeling van minder belang op deze locatie. Alsnog is deze urgentie wel meegenomen in het onderzoek vanwege het economische nadeel dat is te behalen bij het wegspoelen van nutriënten. En hierbij zijn deze ‘aangekochte’ nutriënten niet meer bruikbaar voor het volgende gewas. Als kanttekening is het plaats specifiek meten van klimatologische gegevens mislukt vanwege een weerstation, waarvan de regenval in het groeiseizoen ontbreekt.

4.3.2 Mechanische invloeden

De opname van meststoffen is bepalend door vrijwel alle uitgevoerde mechanische werkzaamheden op het proefveld. Zo zijn de meststoffen geplaatst aan de hand van een rechtrijsysteem op de tractoren bij bemesting en bij zaaien. Tijdens het toedienen van dierlijke mest en kunstmatige meststoffen bij zaaien zijn alle werkgangen verschillende keren gecontroleerd op de plaatsingsdiepte. Bij het plaatsen van dierlijke mest in rijen naast het maïszaad is het van essentieel belang dat deze niet binnen vijf centimeter komt van het zaad, dit ter uitsluiting van verbranding (Schröder et al., 2015). Bij het uitvoeren van een rijenbemesting is de agrariër meer afhankelijk van hulptechnieken die het werk uitvoeren. Het is dus zeer aannemelijk dat de frequentie van een fout groter is bij rijenbemesting dan volvelds toedienen. Dit vraagt om de deskundigheid van de agrariër en de staat van het voertuig waarmee de toediening plaatsvindt. Tijdens de werkzaamheden op het proefveld zijn geen onjuistheden gevonden tijdens het controleren van de plaatsingsdiepte van het maïszaad, kunstmest of drijfmest.

4.3.3 Menselijke invloeden

Bij het achterhalen van nutriëntenverliezen zijn een tal van meettechnieken en methoden beschikbaar. In overleg met Fertilab is gekozen voor een simpele methode vanuit het oogpunt van de urgentie van uitspoeling op kleigrond. De methode gaat alleen uit van een gewasopname van de nutriëntenvoorraad in de bovenste dertig centimeter van de bodem. Daarentegen kan een gewas zoals snijmaïs onder gunstige omstandigheden wortels vormen tot circa 120 centimeter beneden maaiveld, volgens (van Schoten, Philipsen, Groten, 2016). Dat betekent dus niet dat er geen gewasopname van nutriënten plaatsvindt onder de dertig centimeter. Daarentegen kan informatie over de bodemvoorraad en gewasopname per behandeling van wel degelijk nuttige informatie voorzien, en een indicatie geven over de efficiëntie van het meststoffengebruik. Deze informatie

wordt met name gebruikt voor de verbindingen voortkomend uit de elementen fosfor en stikstof. Vanwege de complexiteit van fosfaatopname door het gewas is er specifiek gekozen voor het meten van stikstofopname en bodemvoorraad. Deze keuze is dan ook niet onderbouwd door het feit dat fosfor evenveel urgentie biedt dan stikstof bij het voorkomen van nutriëntverliezen.

Bij naderhand gepleegd literatuuronderzoek is gebleken dat de gekozen methode niet exact is te verklaren. Aan de hand van (Cameira et al., 2019) is gebleken dat nitraat uitspoeling is te berekenen doormiddel van bemonsterde drainage uitvloeisels door middel van een experiment met een lysimeter. Dit weerlegt het doel van een toetsing onder praktijkomstandigheden. Vandaar dat is gekozen voor de bodembemonstering strategie volgens (Fernández & Schaefer, 2012), alhoewel deze alleen getoetst is voor fosfor en kalium en niet voor stikstof. Vandaar dat persoonlijk contact het ertoe heeft gebracht om alsnog dezelfde strategie voor stikstof te hanteren. Aan de hand van de bevonden resultaten is te concluderen dat het een indicatie geeft en daarbij niet dezelfde waarde heeft als een wetenschappelijke onderbouwing.

Als laatste is het vergelijken via het ANR indexcijfer ter discussie te stellen. Dit vanwege vele literatuur aanleiding geeft tot een vergelijking via NUE (Nitrogen Use Efficiency) of anders. De auteur heeft er specifiek voor ANR gekozen vanwege het ontbreken van onderbouwde opbrengst wegingen van behandeling 3 (nul-veld 0m³), het controleveld. Zonder deze gegevens is alsnog de ANR methode te berekenen op basis van

onderbouwende minerale stikstof monsternames. Daarentegen is de ANR methode geen onbekende in de literatuur (Greenwood et al., 1989). Bijvoorbeeld uit het proefschrift van J. Schröder (tabel 7) is gebleken dat een bemesting van drijfmest in de rij een betere ANR index heeft dan een drijfmest toediening breedwerpig (Schröder, 1998), tevens uit de meerjarige experimenten van (Schröder et al., 2015).

Tabel 7. Vijf experimenten drijfmest in de rij (Schröder, 1998)

Treatment			Surplus		ANR	ANE	N content
slurry application	P-starter		N	P			
method	rate (m ³ ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)					
control	0	0	-110	-20	-	-	0.0109
standard	30	0	-23	-2	0.29	15	0.0122
banded	30	0	-30	-4	0.35	22	0.0122
control	0	22	-118	8	-	-	0.0110
standard	30	22	-32	24	0.36	24	0.0118
banded	30	22	-37	23	0.42	24	0.0124
LSD (P<0.05)		17	4	0.13		6	0.0009

4.4 Samenvatting bodemverdichting

De nutriënten opname van een gewas vindt plaats vanuit de bodem en de toegediende stoffen via mechanische bewerkingen. De bodem en de mechanisatie is dus van belang bij de juistheid van de opname door het gewas, maar zorgt ook direct voor een grote complexiteit van de juistheid. De mineralisatie en wortelontwikkeling kunnen direct de opname van nutriënten beperken voor het gewas. Deze beperking wordt veroorzaakt door fysieke verstoring van de bodem door mechanische bewerkingen. De zogenoemde abiotische factoren van bodemverdichting zullen ter discussie gesteld worden voor het proefveld van Aeres Farms.

4.4.1 Klimatologische invloeden

Het klimaat heeft diverse invloeden op de mineralen opname van het gewas. Daarnaast heeft de regenval ook direct invloed op het ontstaan van bodemverdichting. Dit wordt onderbouwd uit een experiment van (Novara, Armstrong, Gristina, Semple, & Quinton, 2012). Onder andere blijkt dat bodemverdichting in relatie staat met koolstofdioxide uitstoot en de afspoeling van nutriënten kan verhogen. Deze factoren zijn niet meegenomen in het huidige onderzoek maar dat een agrariër bodemverdichting wil voorkomen mag dan wel duidelijk zijn. Vanuit het wetenschappelijk oogpunt dat neerslag op braakliggende grond bodemverdichting veroorzaakt, is het van zeker belang dat de grond het jaarrond bedekt blijft. Deze belangen zijn niet alleen voor verdichting maar ook tevens voor behouden van de AM schimmelpopulatie en verdere nuttige organismen, aangetoond door (Bittman et al., 2012). Voor het uitgevoerde onderzoek kan geen conclusie gegeven worden over de hoeveelheid extreme neerslag die effect zou kunnen hebben op de bodemverdichting, dit vanwege het ontbreken van de plaats specifieke neerslaggegevens.

4.4.2 Mechanische invloeden

Volgens het experiment van (Vermeulen et al., 2013) is gebleken dat rijenbemesting van drijfmest bodemverdichting veroorzaakt. Deze oorzaak lag aan de manier van mechanische werkzaamheden na de hoofdgrondbewerking. Dit experiment weerlegt op praktische wijze de verklaarde theoretische voordelen van rijenbemesting. Vandaar dat de bodemweerstand getoetst is onder praktijkomstandigheden op het proefveld van Aeres Farms. Ten gevolge van prioriteiten is geen beginwaarde van de bodemverdichting gemeten voordat de werkzaamheden plaatsvonden. Daarnaast gaven de metingen (gemiddelde weerstand <1,3 Mpa) voldoende aanleiding om ervan uit te gaan dat er geen opgetreden bodemverdichting plaatsvond in alle behandelingen. Tevens is uit literatuur gebleken dat beneden de 1,3 MPa wordt de wortelvorming niet of nauwelijks beïnvloedt. Bij een gemeten waarde boven de 3,0 MPa is wortelvorming voor elk gewas onmogelijk (Zwart et al., 2011). Daarentegen heeft de auteur een andere mening over de veelvoorkomende bodemverdichting in relatie tot rijenbemesting. De bemesting heeft plaatsgevonden met een sleepslangstelsel, dat levert in de praktijk een minimale rijspoorverdichting op. Daarnaast bestond de hoofdgrondbewerking niet uit ploegen voor het zaaien maar een oppervlakkige zaaibedbereiding van circa 8 centimeter beneden maaiveld. Daarentegen bevond de geplaatste drijfmest in de rij zich op 15 centimeter beneden maaiveld.

Deze planning van mechanische werkzaamheden geeft dus een voorbeeld dat bodemverdichting een op zichzelf staande variabele factor betreft. De auteur stelt het verband tussen agronomische deskundigheid van de agrariër en de gestelde prioriteiten tussen rijenbemesting of een hoofdgrondbewerking zoals ploegen. Daarnaast blijkt uit figuur 20 dat mechanische werkzaamheden van grote invloed zijn op de bodem en het gewas.

5. Conclusie

Aan de hand van een praktijkproef zijn twee verschillende drijfmest toedieningstechnieken getoetst voor de snijmaïsteelt van Aeres Farms te Dronten. Er is getracht inzicht te krijgen in de voor- en nadelen van rijenbemesting ten opzichte van breedwerpig bemesten. Tijdens het groeiseizoen is gekeken naar het stikstofverloop in de bodem en het gewas. Daarnaast is de kwaliteit en de kwantiteit gemeten en als laatste een aanname genomen in de mate van opgetreden bodemverdichtingen per behandeling.

5.1 Wat zijn de verschillen in gewasopbrengst bij verschillende drijfmest technieken?

Uit de proefresultaten blijkt dat er geen significant verschil is aangetoond in zowel kwantitatieve en kwalitatieve opbrengsten. Deze constatering houdt dus in dat de opbrengst in kilogrammen droge stof zich onafhankelijk gedroegen ten opzichte van de uitgevoerde behandeling. Deze behandelingen bestonden uit geen drijfmest gift, een breedwerpig gift van 50m³, een gift in de rij van 50m³ of een gift in de rij van 25m³. Daarnaast is geconstateerd dat er tevens geen inhoudelijke verschillen aan macro- en micro-elementen zijn aangetoond tussen de behandelingen. Het element silicium heeft wel een onverwachte grote spreiding tussen alle bemonsterde proefvelden.

Volgens de theoretische benadering van een nutriëntengift plaatsen in dezelfde rij als het geteelde gewas (De Wit, 1953) is te verklaren dat de opbrengsten niet significant verschillen in vergelijking met een dubbele hoeveelheid onafhankelijk geplaatst ten opzichte van het gewas. Volgens de theorie is tevens te verklaren dat het element fosfor meer voordelen ondervindt dan het element stikstof. Deze verklaring verhoudt zich in de mobiliteit van de bodem, alhoewel dit niet is aangetoond aan de hand van de uitgevoerde veldproef. Geconcludeerd kan worden dat de opbrengsten van elke hierboven genoemde behandeling dezelfde opbrengsten in kwantiteit en kwaliteit aan tonen, getoetst onder praktijkomstandigheden. Deze conclusie is aan de hand van de resultaten en op het toeval berust.

5.2 Wat is de potentie van minerale uitspoeling in relatie tot de efficiëntie?

De metingen volgens figuur 16 geven aan dat beide behandelingen met rijenbemesting een significant hogere stikstofopname hebben aan het begin van het groeiseizoen. Deze opname van drijfmest heeft plaats gevonden door de mineralisatie in de bodem. Nadat het gewas is geoogst blijft significant aandeel stikstof onbenut bij een drijfmest gift van 50 m³ in de rij of breedwerpig, blijkt uit figuur 15.

Er is aangetoond dat bij een drijfmest gift in de rij van 25m³ de meeste minerale stikstof is benut door het snijmaïs gewas. Daarnaast zijn er vele factoren die na de gewasogst invloed kunnen uitoefenen op de mate van stikstof uitspoeling, denk hierbij aan de grondsoort of telen van geen vanggewas.

Vanuit het oogpunt van de agrariër heeft de behandeling van 25m³ drijfmest in de rij gezorgd voor de hoogste berekende ANR-index (Apparent Nitrogen Recovery). Dat wil zeggen dat deze behandeling de laagste input heeft weten te converteren tot de hoogste output. Deze conclusie is niet statistisch aangetoond en berust dus op enig toeval dat gebleken is aan de hand van de metingen. Daarentegen is ook deze conclusie herhaald in de studies (Schröder, 1998) en (Schröder et al., 2015).

5.3 In welke mate is er sprake van bodemverdichting tussen verschillende drijfmest technieken?

Aan de hand van het gekozen meetschema per drijfmest techniek zijn een aantal aannames gegeven voor de mate van indringingsweerstand.

Geconstateerd kan worden dat beide uitgevoerde drijfmest technieken geen invloed hebben gehad op de gemeten bodemverdichting. De metingen geven geen significant verschil per drijfmest techniek en de weerstand in de plantrij of buiten de plantrij. Tevens is gebleken aan de hand van literatuur dat de gemeten waarden geen negatieve invloeden hebben uitgeoefend op de wortelontwikkeling, onafhankelijk van de drijfmesttechnieken.

5.4 Beantwoording hoofdvraag

Vanwege de complexiteit van de hoofdvraag zijn ten eerste de drie deelvragen beantwoordt. Volgens deze deelvragen en de methodische beantwoording kan er voldoende informatie worden aangeleverd ten behoeve van het antwoord op de hoofdvraag. De hoofdvraag die naar voren is gekomen in hoofdstuk 1.5 betrof;

“Wat is het effect van rijenbemesting bij snijmaïs op de bodem en het gewas?”

Gebleken is uit de veldproef te Dronten dat er geen significante verschillen zijn aangetoond ten opzichte van de huidige praktijk. Deze huidige praktijk betrof de drijfmest gift breedwerpig toedienen. Bij beide drijfmesttechnieken werden dezelfde opbrengsten behaald, deze opbrengst was hetzelfde op zowel de kwaliteit als de kwantiteit. Tevens hebben beide toedieningstechnieken geen negatieve invloed gehad op de weerstand in de bodem. Wel is aangetoond dat een drijfmesttoediening in de rij met een gehalveerde gift ten opzichte van de praktijkgift, resulteert in een significant hogere stikstof gewasopname en een lager stikstof bodemoverschot.

Ook is gebleken uit literatuur dat rijenbemesting bij snijmaïs leidt tot geen opbrengstderving en een betere nutriënten benutting, aangetoond uit meerjarige experimenten uitgevoerd op zandgrond (Schröder et al., 2015).

6. Aanbevelingen

De conclusie geeft beantwoording van de hoofd- en deelvragen. Toch zijn er nog enkele verbeterpunten voortgekomen aan de hand van de discussie in combinatie met de toegepaste methoden. Deze verbeterpunten worden hieronder beantwoordt.

6.1 Praktische relevantie

Uit de conclusie is gebleken dat er geen verschillen zijn per verschillende techniek. Dat houdt in dat een agrariër beide technieken in de praktijk kan toepassen met volle tevredenheid. Het breedwerpig toedienen van drijfmest heeft het voordeel dat er geen vereiste zich voortdoet op aanschaf van precisietechnieken. Deze techniek heeft dus minder voorspellingsfouten en is hiermee te gebruiken onder alle praktijkomstandigheden. Ten nadelige gevolgen heeft de techniek wel een standaard hogere nutriënten gift nodig dan de toedieningstechniek in de rij. De techniek in de rij is dus voordelig op het gebied van het meststoffen gebruik. Daarentegen is deze techniek niet geschikt voor alle praktijkomstandigheden. De toepassing van rijenbemesting is erg afhankelijk van de deskundigheid van de agrariër op het gebied van een precieze plaatsing rondom het maïszaad. Wanneer men een rijenbemesting wil toepassen dan is het vereist om eerst kritisch de hoofdgrondbewerking te evalueren in relatie tot het optreden van bodemverdichting.

6.2 Theoretische relevantie

Het in twijfel trekken van de verschillende conclusies kan meerdere oorzaken hebben. Ten eerste doordat de oppervlakte van de derde behandeling niet vergelijkbaar zijn met de andere behandelingen. Daardoor is de foutmarge groter, doordat de kwantitatieve opbrengsten handmatig zijn omgerekend in plaats van geijkte weegplaten. Daarnaast kan de nutriënten gift in twijfel worden gebracht door ongebruikelijke hoeveelheid in vergelijking tot zandgronden. Daarentegen is de gift theoretisch onderbouwd volgens (Schie-Rameijer et al., 2019). Door ervaringen vanuit het werkveld kan deze onderbouwing in twijfel worden getrokken op het gebied van stikstof. De stikstofgift voor akkergewassen wordt namelijk berekend op het feit van de momentopname aanwezige minerale stikstof. Daarentegen wordt de stikstofgift voor grasland berekend op het feit van de aanname van stikstoflevering (NLV) gedurende het groeiseizoen. Uit ervaring baseren veehouderij bedrijven in zandregio's hun stikstofgift voor snijmaïs op de NLV aanname. Deze twee manieren van berekenen betreft een dermate groot verschil, terwijl met beide berekeningsmanieren goede praktijkervaringen zijn. De auteur acht het dan ook van uiterst belang dat een bemestingsplan voor snijmaïs theoretisch onderbouwd dient te zijn. Maar daarentegen dient de deskundige die het plan heeft uitgewerkt wel rekening te houden met de betreffende balansen en wetten volgens de bemestingsleer.

Toch ziet de auteur een dergelijk belang naar meer duidelijkheid vanuit instanties welke methode het beste resulteert in de gezondheid van mens, plant en dier. Daarnaast zijn de berekeningen volgens verschillende handboeken van dermate oudere jaargangen dat er geen invulling is gegeven aan bijvoorbeeld precisietoepassingen.

Als laatste is gebleken dat de beantwoording van de eerste deelvraag niet significant is onderbouwd. Om deze conclusies significant aan te tonen kan men de populatiegrootte berekenen via het G*Power berekeningsprogramma. Dit berekeningsprogramma is verkregen via de Heinrich Heine Universiteit te Düsseldorf (Universität, 2020). Als de berekening wordt uitgevoerd volgens de ANOVA analyse en bij een verwachting van een “effect size” van 0.5 met bijbehorende betrouwbaarheidsinterval van 95%. Dan wordt aangegeven dat bij een totaal aantal waarnemingen van 76 of meer een significant verschil kan worden aangetoond tussen de vier groepen en de opbrengsten in droge stof. Dit aantal waarnemen geeft een power van 95%. Als het totaal aantal gedane waarnemingen van twaalf wordt ingevoerd dan geeft dit een power van 18% (Universität, 2020). Dit totaal aantal waarnemingen was onder praktijkomstandigheden niet uit te voeren. Daarentegen zou wel het aantal waarnemingen over meerdere jaren verdeeld kunnen worden bij exact dezelfde opzet van het uitgevoerde praktijkonderzoek.

Referenties

- Alterra. (2009). *Bodemkaart van Nederland schaal 1:50000 Blad 20Oost*. Wageningen.
- Alterra. (2011). *Recommendations for establishing Action Programmes under Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources Analysis of the processes in soil that influence nutrient leaching and runoff*.
- Becker, I. W. R. (1962). *DE MAISTEELT IN NEDERLAND MAIZE GROWING IN THE NETHERLANDS*.
- Bittman, S., Liu, A., Hunt, D. E., Forge, T. A., Kowalenko, C. G., Chantigny, M. H., & Buckley, K. (2012). Precision Placement of Separated Dairy Sludge Improves Early Phosphorus Nutrition and Growth in Corn (*Zea mays* L.) . *Journal of Environmental Quality*, 41(2), 582–591.
<https://doi.org/10.2134/jeq2011.0284>
- Boer&Bunder. (2020). Perceelsrapport. Retrieved May 19, 2020, from Perceelsrapport website: <https://boerenbunder.nl/report/52.53118,5.66521>
- Boxem, T. (1990). *Snijmais en natte bijprodukten in rantsoenen voor hoogproductieve melkkoeien : Vier jaar onderzoek op roc bosma zathe*.
- Broek, M. van den. (1995, June 17). Maisland | De Volkskrant. Retrieved April 19, 2020, from Maisland website: <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/maisland~bf582dfe/>
- Cameira, M. do R., Valente, F., Li, R., Surgu, S., Abreu, F. G., Coutinho, J., & Fangueiro, D. (2019). Band application of acidified slurry as an alternative to slurry injection in Mediterranean winter conditions: Impact on nitrate leaching. *Soil and Tillage Research*, 187, 172–181.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.001>
- CSAR. (2020). *Aanbevelende Rassenlijst Landbouwgewassen*. Retrieved from <https://rassenlijst.info/>
- Dankert, R. (2018, March 2). Mais, evolutionair gezien een wonderplant . Retrieved April 19, 2020, from <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/03/02/mais-evolutionair-gezien-een-wonderplant>
- De Blois, C., Brouwer, R., Eulen, J. R., Griffioen, A., Klavers, H. C., Portielje, R., ... Van Liere, E. (2002). *Mest en oppervlaktewater Een terugblik*.
- De Haan, J. (2015, November 27). Precisiebemesting en bodemkwaliteit in het Handboek Bodem en Bemesting. *Presentatie Dag van de Precisiebemesting*. Wageningen.
- De Haan, J., & Van Geel, W. (2016). *Beoordelingssystematiek voor bemestingsadviezen in het Handboek Bodem en Bemesting*.
- De Heus. (2018, June 19). Kennis van bodem, mest en kuil omzetten in een bemestingsplan op maat | Melkvee.nl - Nieuws en kennis voor de melkveehouder. Retrieved May 8, 2020, from Kennis van bodem, mest en kuil omzetten in een bemestingsplan op maat website: <https://www.melkvee.nl/artikel/82673-kennis-van-bodem-mest-en-kuil-omzetten-in-een-bemestingsplan-op-maat/>
- De Lauwere, C., Bock, B., Van Broekhuizen, R., Candel, J., Geerling-Eiff, F., De Koeijer, T., ... Termeer, K. (2016). *Agrarische ondernemers over de mestwetgeving Beleving van het mestbeleid: draagvlak, knelpunten en oplossingen*. <https://doi.org/10.18174/397357>
- De Wit, C. T. (1953). *A PHYSICAL THEORY ON PLACEMENT OF FERTILIZERS*. 's-Gravenhage.

- Deshmukh, R. K., Ma, J. F., & Bélanger, R. R. (2017). Editorial: Role of Silicon in Plants . *Frontiers in Plant Science* , Vol. 8, p. 1858. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2017.01858>
- Eurofins-Agro. (2020). Zetmeel. Retrieved April 19, 2020, from Wiki's - Zetmeel website: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/zetmeel>
- Fernández, F. G., & Schaefer, D. (2012). Assessment of Soil Phosphorus and Potassium following Real Time Kinematic-Guided Broadcast and Deep-Band Placement in Strip-Till and No-Till. *Soil Science Society of America Journal*, 76(3), 1090–1099. <https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0352>
- Greenwood, D., Kubo, K., Burns, I., & Draycott, A. (1989). Apparent recovery of fertilizer N by vegetable crops. *Soil Science and Plant Nutrition - SOIL SCI PLANT NUTR*, 35, 367–381. <https://doi.org/10.1080/00380768.1989.10434770>
- Groot, W. (2019). Hoe ontwikkelt de landbouw zich? | NPO Focus. Retrieved April 13, 2020, from <https://npofocus.nl/artikel/7692/hoe-ontwikkelt-de-landbouw-zich>
- Huiden, F. (2019, April 5). Rijenbemesting beproefd, maar niet omarmd - boerderij.nl. Retrieved May 17, 2020, from <https://www.boerderij.nl/Mechanisatie/Achtergrond/2019/4/Rijenbemesting-beproefd-maar-niet-omarmd-411005E/>
- Husan, M. R., Islam, M. R., Faried, K., & Mian, M. H. (2014). Nitrogen use efficiency and rice yield as influenced by the application of prilled urea and urea super granule with or without organic manure. *J. Bangladesh Agril. Univ*, 12(1), 37–43.
- Johnston, A. M., & Bruulsema, T. W. (2014). 4R Nutrient Stewardship for Improved Nutrient Use Efficiency. *Procedia Engineering*, 83, 365–370. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.09.029>
- KNMI. (2019, January). Klimaatverandering Regio Flevoland. Retrieved May 19, 2020, from facts & figures voor klimaatadaptatie in de regio Flevoland website: <https://www.erikzeegers.nl/regio-flevoland/klimaatverandering/>
- Kolver, E. S., & Muller, L. D. (1998). Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1403–1411. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75704-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75704-2)
- Kuhn. (2020). In Spring - KUHN.com [en]. Retrieved May 19, 2020, from the striger website: https://www.kuhn.com/com_en/striger-in-spring.html
- Langeweg, F. (1985). *Zorgen voor Morgen*.
- Lauer, J. (2015). *Wisconsin Counties Cooperating Providing Equal Opportunities in Employment and Programming When is Yield “Determined” for Corn Grain Production?*
- Matei, A., & Doehlemann, G. (2016). Cell biology of corn smut disease—Ustilago maydis as a model for biotrophic interactions. *Current Opinion in Microbiology*, 34, 60–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mib.2016.07.020>
- Meijers, P. G. . van I. T. B. . M. J. J. (1939). *De productiegang van mais*. 's-Gravenhage .
- Nielsen, R. L. B. (2020). Root Development in Young Corn (Purdue University). Retrieved November 26, 2020, from <https://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/timeless/Roots.html>
- Noij, G.-J., & Ten Berge, H. (2019). *Rapportage Project Nitraatwijzer Fase I*. Wageningen.

- Novara, A., Armstrong, A., Gristina, L., Semple, K., & Quinton, J. (2012). Effects of soil compaction, rain exposure and their interaction on soil carbon dioxide emission. *Earth Surface Processes and Landforms*, 37, 994–999. <https://doi.org/10.1002/esp.3224>
- Prummel, J. (1957). Fertilizer placement experiments. *Plant and Soil*, 8(3), 231–253. <https://doi.org/10.1007/BF01666159>
- Schie-Rameijer, I. van, Middelkoop, J. C. van, Philipsen, A. P., Dongen, C. van, Bussink, D. W., Bos, A. J., ... Eekeren, N. van. (2019). *Bemestingsadvies*. Retrieved from <http://www.bemestingsadvies.nl>
- Schouten. (2020). SPIDER SP12260/HS5100. *Factsheet Spider SP12260/HS5100*. Uddel.
- Schröder, J. (1998). *Towards improved nitrogen management in silage maize production on sandy soils*. Wageningen.
- Schröder, J. J., Vermeulen, G. D., van der Schoot, J. R., van Dijk, W., Huijsmans, J. F. M., Meuffels, G. J. H. M., & van der Schans, D. A. (2015a). Maize yields benefit from injected manure positioned in bands. *European Journal of Agronomy*, 64, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.12.011>
- Stevens, R. (2019, August 2). Eigen ruwvoer is goedkoop, of peperduur - Melkvee100Plus. Retrieved April 19, 2020, from Eigen ruwvoer is goedkoop, of peperduur website: <https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Financieel/2019/8/Eigen-ruwvoer-is-goedkoop-of-peperduur-455160E/>
- Universität, D. (2020). Universität Düsseldorf: G*Power. Retrieved November 27, 2020, from <https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower.html>
- van der Paauw, F. (1938). *Over den samenhang tusschen groeifactoren en opbrengst, en de principes, die dit verband bepalen*. Retrieved from <https://edepot.wur.nl/216813>
- van Geel, W. (2015). *Advisering rijenbemesting bij aardappel en zaaiui*. Retrieved from www.wageningenur.nl
- van Schoten, H.; Philipsen, B.; Groten, J. . (2016). *Handboek snijmaïs*. Wageningen.
- Verhoeven, J. T. W., Van Der Schans, D. A., Van Schooten, H. A., & Groten, J. (2015). Grondig boeren met maïs in Drenthe. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*. <https://doi.org/10.18174/393360>
- Vermeulen, G. D., Huijsmans, J. F. M., & Meuffels, G. J. H. M. (2013). *Precisieplaatsing van drijfmest en grondbewerking in maïs*. Retrieved from Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde website: <https://edepot.wur.nl/249908>
- Walters, C. (1971). Interview: Dr. William Albrecht. Retrieved April 24, 2020, from Interview: Dr. William Albrecht website: <https://www.ecofarmingdaily.com/interview-dr-william-albrecht/>
- Westerman, F. (1999). De graanrepubliek. In *De graanrepubliek* (pp. 153–185).
- Zwart, K. B., van den Akker, J. J. H., Bussink, D. W., de Haas, M. J. O. M., van der weide, R. Y., Paauw, J. G. M., ... Doornbos, A. J. (2011). *Waterkwaliteit bij de wortel aangepakt*. Wageningen.

Bijlagen

Bijlage 1

ANALYSERAPPORT

BD04 | FERTILYSE TOTAAL Kavel K60 mais

HERZIEN RAPPORT - Dit rapport vervangt de resultaten van analyserapport AR-20DB1221-01



Aeres Landbouwbedrijf B.V.
Wisentweg 13
NL-8251 PB DRONTEN

ONDERZOEK

Monsternummer : 20DB1221
Datum ontvangst : 6 april 2020

Datum rapportage : 29 april 2020
Ordernummer : 80022200406H

Rapportnummer: AR-20DB1221-11

MONSTER en TEELT

Monsteraanduiding : Kavel K60 mais
Grondsoort : Jonge zeeklei
Teelt : Mais

zoals opgegeven door opdrachtgever

ANALYSERESULTATEN

Parameter		Analyseresultaat	Streeftraject	Waardering			Opneembare bodemvoorraad
				laag	streef	hoog	
Totaal N	voorraad	2250	mg/kg ds				
N-leverend vermogen		110	kg/ha per jaar				
Nitraat-N	opneembaar	4.8	mg/l	40 - 100			16.8 kg N/ha
Ammonium-N	opneembaar	< 1.0	mg/l	< 5.0			
Fosfor	opneembaar	1.1	mg/l	3.0 - 6.0			7.7 kg P ₂ O ₅ /ha
Fosfaat, Pw	voorraad	39	mg P ₂ O ₅ /l	25 - 45			
Fosfaat, P-AL	voorraad	54	mg P ₂ O ₅ /100 g	27 - 36			
Kalium	opneembaar	76.7	mg/l	75 - 100			277.3 kg K ₂ O/ha
Kalium, K-HCl	voorraad	40	mg K ₂ O/100 g				
K-getal	voorraad	61					
Magnesium	opneembaar	64.9	mg/l	50 - 75			323.0 kg MgO/ha
Zwavel	opneembaar	29.6	mg/l	10 - 15			221.5 kg SO ₃ /ha
Calcium	opneembaar	1959	mg/l	1350 - 1900			8222 kg CaO/ha
Borium	opneembaar	0.4	mg/l	0.30 - 0.50			1.3 kg B/ha
Kobalt	opneembaar	< 0.1	mg/l				- kg Co/ha
Koper	opneembaar	1.3	mg/l	2.0 - 8.0			3.8 kg Cu/ha
Ijzer	opneembaar	28.5	mg/l	30 - 150			85.5 kg Fe/ha
Mangaan	opneembaar	< 0.1	mg/l	1.0 - 3.0			- kg Mn/ha
Molybdeen	opneembaar	< 0.1	mg/l	0.10 - 0.30			- kg Mo/ha
Zink	opneembaar	4.1	mg/l	1.0 - 10.0			12.2 kg Zn/ha
Natrium	opneembaar	67.3	mg/l	< 50			201.9 kg Na/ha
Chloride	opneembaar	0.9	mg/l	< 40			2.6 kg Cl/ha
Silicium	opneembaar	24.1	mg/l	6.0 - 23.0			72.4 kg Si/ha
Zuurgraad, pH-KCl		7.5		> 5.8			
Zuurgraad, pH-H ₂ O		8.0		5.7 - 7.5			
Geleidbaarheid		0.8	mS/cm	0.60 - 1.20			
Organische stof		3.2	%	2.0 - 5.0			
C/N-verhouding		8		12 - 18			
Klei-humuscomplex, CEC		509	mmol ⁺ /kg	150 - 250			

De resultaten hebben alleen betrekking op het onderzochte monster. De analysemethoden, rapportagegrenzen en prestatiekenmerken zijn opvraagbaar. Dit analyserapport mag zonder schriftelijke toestemming van Fertilab niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd. De resultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van Peter Speek

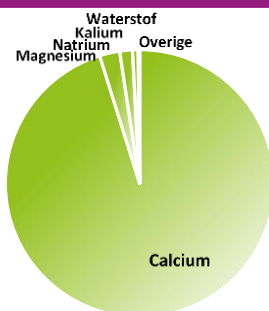
K.v.K. Gooi-, Eem- en Flevoland reg.nr. 64670252 | BTW-nr. NL8557.71.392.B01 | IBAN: NL32 RABO 0307774465 Fertilab B.V. | Houtwijk 16 | 8251 GD Dronten | t. 0321-745005 | info@fertilab.nl | www.fertilab.nl

Pagina 1 van 2

ANALYSERAPPORT

Rapportnummer: AR-20DB1221-11

CEC EN KATIONENBALANS



	Bezetting	laag	goed	hoog
Calcium (Ca ²⁺)	95 %			
Magnesium (Mg ²⁺)	2.4 %			
Kalium (K ⁺)	1.5 %			
Natrium (Na ⁺)	0.7 %			
Waterstof (H ⁺)	< 0.1 %			
Overige (o.a. Al ³⁺ , Fe ²⁺)	0.2 %			

Basebezetting 100%

TOEGEPASTE METHODES

Parameter	Toegepaste norm(en) of richtlijn
Extractie	Eigen methode; extractie; WV-HAC
Nitraat-N	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395; fotometrie (SFA); WV-NO3
Ammonium-N	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732; fotometrie (SFA); WV-NH4
Chloride	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 15682; fotometrie; WV-CL
Fosfor, Kalium, Magnesium, Zwavel, Calcium, Mangaan, Borium, Natrium, Silicium	Conform NEN 6966; AES-ICP; WV-ICPOES
Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN 13651; extractie; WV-CAT
Koper, IJzer, Molybdeen, Zink	Conform NEN 6966; AES-ICP; WV-ICPOES
Totaal N	Conform VDLUFA (I) A.2.2.5; droge verbranding (Dumas); WV-TN
Fosfaat, Pw	Eigen methode; fotometrie; WV-PW
Fosfaat, P-AL	Conform NEN 5793; fotometrie; WV-PAL
Kalium, K-HCl	Eigen methode; extractie; WV-KHCL
Zuurgraad, pH-KCl	Gelijkwaardig aan NEN 5750; potentiometrie; WV-PHB
Zuurgraad, pH-H ₂ O	Gelijkwaardig aan NEN 5750; potentiometrie; WV-PHB
Geleidbaarheid	Gelijkwaardig aan NEN 5749; conductometrie; WV-ECB
Organische stof	Conform VDLUFA (I) A.4.1.3.1; droge verbranding; WV-TC
Klei-humuscomplex, CEC	Eigen methode; extractie; WV-NH4OAC7
N-leverend vermogen, K-getal, C/N-verhouding	Afgeleide waarde

Alle analyses zijn in de periode van 6 april 2020 tot 29 april 2020 uitgevoerd door Fertilab B.V., Houtwijk 16, 8251 GD Dronten

KWALITEITSWAARBORGING

Het laboratorium van Fertilab werkt volgens de internationale standaard voor testlaboratoria, NEN-EN-ISO/IEC 17025:2018. Dit houdt ondermeer in dat, binnen het laboratorium, richtlijnen worden gebruikt om de kwaliteit in de keten van monsterneming tot analyse te verhogen. Het aangeboden monster (20DB1221) is volgens deze richtlijnen behandeld.

MONSTERNAME

zoals opgegeven door opdrachtgever

Datum monstername : 27 maart 2020

Bemonsterde laag

: 30 cm

Monsternamen door : Opdrachtgever

Bijlage 2

ANALYSERAPPORT

OM03 | ORGANISCHE MESTSTOFFEN PAKKET 3 Put Flevolandstal robot



Aeres Landbouwbedrijf B.V.
Wisentweg 13
NL-8251 PB DRONTEN

MONSTER en ONDERZOEK Rapportnummer: AR-20DM1002-01

Monsternummer	: 20DM1002	Datum rapportage	: 16 april 2020
Datum ontvangst	: 06 april 2020	Ordernummer	: 80022200406
Monsteraanduiding	: Put Flevolandstal robot		

MONSTERINFORMATIE

zoals opgegeven

Batchnummer : -

ANALYSERESULTATEN

Parameter	Eenheid ^a		Analysesresultaat	Analysesresultaat
			in vers product	in droge stof
Droge stof	DS	%	93.1	
Totaal stikstof	N	g/kg	3.6	3.8
- Organisch stikstof ^b	N-org	g/kg	1.9	2.1
- Ammoniumstikstof	NH ₄ -N	g/kg	1.7	1.8
- Nitraatstikstof	NO ₃ -N	g/kg	< 0.1	< 0.1
Fosfaat	P ₂ O ₅	g/kg	0.9	0.9
Kalium	K ₂ O	g/kg	5.1	5.5
Magnesium	MgO	g/kg	1.3	1.4
Calcium	CaO	g/kg	2.7	2.9
Natrium	Na ₂ O	g/kg	0.7	0.8
Zwavel	SO ₃	g/kg	1.1	1.1
Organische stof	OS	%	66.9	71.8
As (anorganische stof)	AS	%	26.3	28.2
C/N-verhouding	C/N		7.3	

TOELICHTING OP DE RESULTATEN

^a De gebruikte eenheid 'g/kg' komt overeen met 'kg/ton'

^b Het gehalte aan organisch stikstof wordt berekend uit het verschil aan totaal stikstof en de som van nitraat- en ammoniumstikstof

**Voorbeeld 3-1 Berekening van de stikstofbemesting op maïs**

Uitgangspunten:	Zandgrond met 6,6 %organische stof, goed ontwikkelde groenbemester geteeld, in het verleden 50 m³ drijfmest/ha toegediend, rundveedrijfmest volvelds toedienen, maïs in vruchtwisseling	
Stikstofadvies	> 50 m ³ uitgereden in het verleden: 180	180 kg N
N _{min} grondonderzoek:	Voor zand niet nodig: Geschatte N _{min} = 20 Bij goed geslaagd vanggewas wordt 10 kg N _{min} vastgelegd door vanggewas. 20 – 10 = 10	- 10 kg N
Nalevering	Nalevering goed geslaagd vanggewas: 25	-25 kg N
Stikstofgift	180 – 10 – 25 = 145	145 kg N
Startgift:	Er wordt 30 kg stikstof met rijenbemesting gegeven Werking stikstof in rij is 1,25 keer beter dan volvelds 30 x 1,25 = 38	-38 kg N
Drijfmest:	Nog toe te dienen met drijfmest: 145 – 38 = 107	107 kg N
Samenstelling mest:	Uit mestanalyse blijkt de samenstelling van de mest. N _{min} = 2,2 kg/m ³ , N _{org} = 2,2 kg/m ³	
Werking drijfmest voorjaarstoediening:	N _{min} : 95 % N _{org} : 30 %	
Werkzame N per m ³ :	(2,2 x 0,95) + (2,2 x 0,30) = 2,75 kg N	
Toe te dienen drijfmest:	107 / 2,75 = 39	39 m³
Keuze stikstof meststoffen:	Om aan de N-behoefte te voldoen wordt 30 kg stikstof in de rij toegediend en 40 m³ drijfmest . Let bij de keuze voor de meststof in de rij op het boriumadvies. Indien de waardering goed is hoeft geen borium in de rij te worden toegediend.	

Bijlage 4

alle gegevens zijn afkomstig uit het handboek Bemestingsadvies CBGV hoofdstuk 3 maïs								
perceel/ drijfmest gegevens Fertilab kavel K60 06-04-2020 Aeres Farms								
ontrekking maïs afhankelijk van opbrengstniveau Handboek Snijmaïs 2020								
ton DS/Ha		12	16	20				
kg N		140	185	235				
kg P2O5		55	70	90				
kg K2O		185	240	295				
kg MgO		25	35	45				
Berekening mestgift snijmaïs		Stikstof	Fosfaat	Kali				
Behoeftte bij 20 ton DS/Ha		205	90	295				
Beschikbaar uit de bodem		16,8	7,7	277				
nalevering gewas		0	0	0				
Aanvullen in kilo's/hectare		188,2	82	18				
Drijfmest gehalten min		1,8	0,9	5,5				
Werkzaam coefficient		80%	100%	100%				
Drijfmest gehalten org		2,10						
Werkzaam coefficient		20%						
Gehalten werkzaam per M3		1,86	0,9	5,5				
Drijfmest gift 50M3		93	45	275				
Aanvullen kg/ha zuiver KM		95	37	-257				
								KUUBS
behandeling 1 nulveld	Kunstmest kg/ha	95	37	-257				0M3
	Drijfmest kg/ha	0	0	0				
behandeling 2 volvelds praktijk	Kunstmest kg/ha	95	37	-257				50M3
	Drijfmest kg/ha	93	45	275				
behandeling 3 in de rij praktijk	Kunstmest kg/ha	95	37	-257				50M3
	Drijfmest kg/ha	93	45	275				
behandeling 4 in de rij	Kunstmest kg/ha	95	37	-257				25M3
	Drijfmest kg/ha	47	23	138				
Theorie bij behandeling 4 is P efficiëntie X2 en N efficiëntie X1,25								
Theorie bij kunstmest in de rij zaai= X1,25								
Resultaat praktijk								
50m3 drijfmest met daarbij 150 kilogram KAS in de rij bij zaai								
Bijbemest 200 kilogram KAS breedwerpig								

