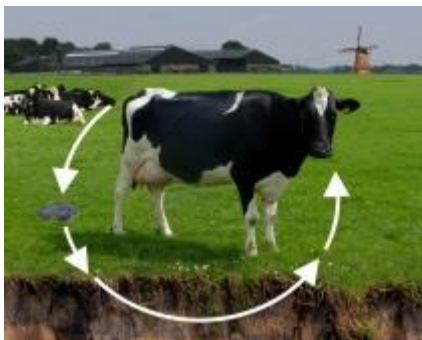


NUTRIËNTENBESCHIKBAARHEID: RELATIE TUSSEN BODEM EN GRASKUIL.

Afstudeerwerkstuk



PRAKTIJKTRAINING
BODEM & KOE
RENDEMENT VOOR NU EN LATER



LISSERBROEK, 7 NOVEMBER 2021

AUTEUR: TOM VAN DIJK

AFSTUDEERDOCENT: GERA VAN OS

Afstudeerwerkstuk

Titel van het onderzoek:	Nutriëntenbeschikbaarheid: relatie tussen bodem en graskuil.	
Rapport over:	Afstudeerwerkstuk	
Auteur:	Tom van Dijk Lisserdijk 447 2165 AG Lissersbroek 06-42554425 T.vandijk1997@hotmail.com	
Bacheloropleiding:	Agrarisch ondernemerschap dier- en veehouderij	
Gegevens opdrachtgever:	Aeres Hogeschool Dronten De Drieslag 4 8251 JZ Dronten 088-0206000 info.hogeschool.dronten@aeres.nl	
Gegevens stagebieder:	Agrimaco Jonkheer van der Welstraat 10 A 2751 AJ MOERKAPELLE 31 (0)6-54302525 r.dehaan@agrimaco.nl	
Project:	Praktijktraining Bodem en Koe	
Naam stagebegeleiders:	R. de Haan r.dehaan@agrimaco.nl	Bart Scholten b.scholten@agrimaco.nl
Naam afstudeerbegeleider:	Gera van Os	
Plaats & datum:	Lisserbroek, 7 november 2021	

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

Voorwoord

Mijn naam is Tom van Dijk, ik ben 24 jaar oud en ik volg de voltijd bacheloropleiding agrarisch ondernemerschap dier- en veehouderij aan de Aeres Hogeschool in Dronten.

Met deze opleiding krijgen wij alle onderdelen van het ondernemerschap aangeboden. In mijn afstudeerjaar heb ik mijn afstudeerwerkstuk geschreven. Tijdens de afstudeerfase word ik begeleid door Gera van Os. De stage biedende organisatie, Agrimaco, is betrokken bij het project Bodem en Koe. Ik word hierin begeleid door Roelof de Haan en Bart Scholten.

Bodem en Koe is een praktijktraining voor melkveehouders. De bodem staat bij deze training centraal. De bodem is een kostbaar bezit in de melkveehouderij, maar er is over het algemeen te weinig kennis bij melkveehouders over de bodem. Tijdens deze training wordt er kennis bij gebracht over alle nutriënten in de bodem en hoe deze door bodemleven worden omgezet tot opneembare stoffen voor de plant. Het bodemleven is een belangrijke factor en dient goed te worden verzorgd. Het streven van de training is om met een gezondere bodem een gezonder gewas te telen, om zo met gezond voer een gezondere koe te krijgen. Een aantal knelpunten die ontstaan tijdens de trainingen zijn de verschillen tussen theoretische kennis en de toepassing in de praktijk. Dat brengt consequenties met zich mee voor de bedrijfsvoering. Ik ga in dit afstudeerwerkstuk onderzoeken of er een relatie is tussen beschikbare nutriënten in de bodem en in graskuil. Ik ga onderzoeken of de beschikbare nutriënten daadwerkelijk worden opgenomen door het gras en terug te vinden zijn in graskuil. De bodemanalyses en kuilanalyses van de leden van Bodem en Koe ga ik gebruiken voor mijn data. Ik hoop dat de informatie en kennis die hieruit voortkomt kan worden gebruikt in de trainingen. Ik hoop dat de informatie toepasbaar is tijdens de trainingen en dat dit een extra toevoeging is voor de trainingen.

Ik wil graag Roelof en Bart bedanken voor hun gastvrijheid, medewerking en ondersteuning. Ik wil graag Gera van Os, Arthanja Verweij en Henk Valk bedanken voor de begeleiding van dit rapport.

Tom van Dijk, 7 november 2021.
Lisserbroek

Op basis van de vorige beoordeling dienen hoofdstuk drie en vier opnieuw beoordeeld te worden. Voor het schrijven zijn extra bronnen gebruikt.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
Summary	5
1. Inleiding	6
1.1 Voer van eigen bodem	7
1.2 Rol van het bodemleven	8
1.3 Zuurgraad	11
1.4 Het inkuilproces.....	12
1.5 Nutriëntenbehoefte van de koe	14
1.6 Knowlegde gap	16
2. Plan van aanpak.....	18
2.1 Methode	18
2.2 Materiaal	21
2.3 Data	21
3. Resultaten.....	22
3.1 Verhouding tussen grond- en kuilwaardes.	22
3.2 Invloed van grondsoort.	27
3.3 Invloed van graslandbeheer.	28
3.4 Invloed van maaisnede.....	29
3.5 Interacties.....	29
4. Discussie	31
5. Conclusie en aanbevelingen	34
Bibliografie	36
Bijlage 1 macro- en spoorelementen voor de koe	40
Bijlage 2. Dataset.....	46
Bijlage 3. Datum van data	47
Bijlage 4. Checklist schriftelijk rapporteren.....	48

Samenvatting

De Nederlandse melkveehouderij heeft als uitdaging efficiënt om te gaan met de middelen die ze tot hun beschikking hebben. Grond is één van die middelen. De bodem is in de praktijk productiefactor nummer één. Voer van eigen bodem oogsten is dus een manier om efficiënt met de bodem om te gaan. Bodemgezondheid is van belang voor een duurzame gewasproductie, maar staat onder druk door intensivering van de landbouw. De huidige wetgeving beperkt het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen en (kunst)mest, waardoor het steeds belangrijker wordt dat natuurlijke processen worden benut voor de gewasproductie. Duurzaam bodembeheer dat optimaal gebruik maakt van het bodemleven is belangrijk voor een goede gewasproductie, zorgt voor bodemvruchtbaarheid en is bovendien een belangrijke factor om een weerbare bodem te creëren. Het is voor een veehouder relevant om te weten of een hoger aandeel nutriënten in de bodem ertoe leidt het er een hoger aandeel aan nutriënten in de graskuil komen.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten in de bodem en beschikbare nutriënten in graskuil?

Uit 120 melkveebedrijven is een selectie gemaakt en van 9 bedrijven zijn gegevens verzameld voor het onderzoek. Er zijn kuilanalyses verzameld van de eerste en tweede snede en van hetzelfde jaar of het jaar daarvoor zijn grondanalyses verzameld van de percelen die zijn ingekuuld in de eerste en tweede snede. Aan de deelnemers is gevraagd of de percelen blijvend grasland of wisselteelt zijn. Met de verzamelde gegevens konden de volgende deelvragen worden beantwoord:

1. Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per grondsoort en beschikbare nutriënten in graskuil?
2. Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per graslandbeheer en beschikbare nutriënten in graskuil?
3. Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per maaisnede en beschikbare nutriënten in graskuil?

De conclusie is dat er geen correlatie is tussen beschikbare nutriënten in de bodem en beschikbare nutriënten in graskuil. De invloeden van externe factoren zoals bemesting, vochthuishouding, bodemprocessen en de werking van allerlei organismen in de bodem spelen naar verwachting en volgens de literatuur een grote rol bij de opname van nutriënten door gras. Er is dan ook een aanbeveling gedaan om een meer gedetailleerd onderzoek uit te voeren middels het aanleggen van proefvelden om mogelijk tot het gewenste resultaat te komen.

Summary

The challenge for Dutch dairy farmers is to use the resources at its disposal efficiently. Land is one of these. The soil is production factor number one. Harvesting feed from your own soil is a way of using the soil efficiently. Soil health is important for sustainable crop production, but is under pressure because of intensification of agriculture. Current legislation restricts the use of chemical crop protection products and fertilizers, making it increasingly important to use natural processes for crop production. Sustainable soil management that makes optimal use of soil life is important for good crop production, ensures soil fertility and is also an important factor in creating a resilient soil. It is relevant for a livestock farmer to know whether a higher proportion of nutrients in the soil leads to a higher proportion of nutrients entering the grass silage.

The main question of this research is:

Is there a correlation between available nutrients in the soil and available nutrients in grass silage?

A selection was made from 120 dairy farms and data from 9 dairy famers was collected for this study. Silage analyzes were collected from the first and second cut and from the same year or the year before, soil analyzes were collected from the plots ensiled in the first and second cut. The participants were asked whether the plots are permanent grassland or in rotation. With the collected data, the following sub-questions could be answered:

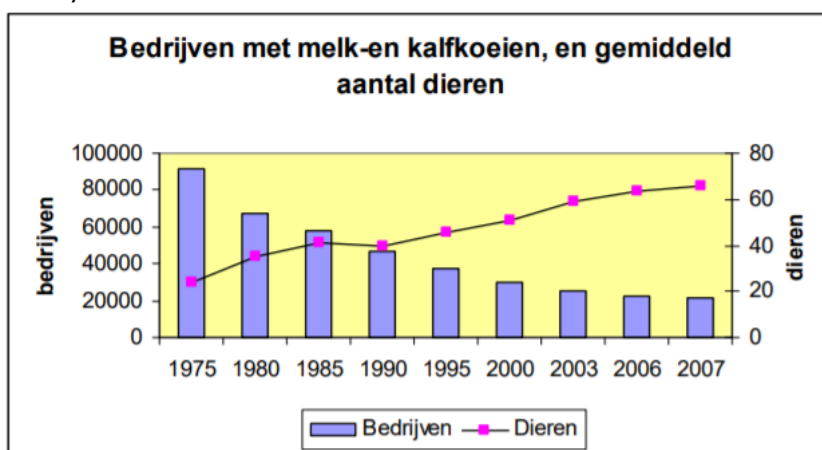
1. Is there a correlation between available nutrients per soil type and available nutrients in grass silage?
2. Is there a correlation between available nutrients per grassland management and available nutrients in grass silage?
3. Is there a correlation between available nutrients per mowing cut and available nutrients in grass silage?

The conclusion is there is no correlation between available nutrients in the soil and available nutrients in grass silage. The influence of external factors such as fertilization, moisture management, soil processes and the functioning of all kinds of organisms in the soil are expected and according to the literature, to play a major role in the absorption of nutrients by grass. A recommendation has therefore been made to carry out a more detailed study, by making trial plots, in order to get the desired result.

1. Inleiding

De landbouw is in de laatste honderd jaar veranderd. Vanaf 1920, waarin boeren van allerlei gewassen teelden en verschillende dieren hielden om voedsel te winnen, gingen steeds meer boeren zich specialiseren in een bepaalde tak. Veeteelt, akkerbouw of tuinbouw werd steeds meer een hoofdtak van een bedrijf. Er ontstonden bedrijven met koeien, varkens en kippen en akkerbouwbedrijven die allerlei gewassen teelden. Voor de veeteelt betekende het dat ze de melk en het vlees konden verkopen en dat ze de mest konden gebruiken op hun land om de bodem te voeden (Plattelandsklassen, 2020). Door ruilverkaveling en een afname van het aantal beschikbare arbeidskrachten nam de schaalvergroting toe. Er werd mechanisatie ingezet om arbeidskrachten en paarden te vervangen. Door het gebruiken van kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, efficiëntere manier van oogsten en van oogstproducten konden hogere opbrengsten per hectare worden gerealiseerd. Door de aankoop van voedermiddelen, ook van buitenlandse afkomst, konden bedrijven meer verschillende voedermiddelen voeren en zelf meer de focus leggen op het telen van één of twee gewassen. Door de ontwikkeling van stedelijke gebieden nam de hoeveelheid landbouwgrond af. Kortom, de landbouw is intensiever geworden (CBS; PBL; RIVM; WUR., 2009). Uiteindelijk leidden een overproductie van bepaalde goederen tot een crisis, hierdoor moesten verschillende boeren hun bedrijfsvoering stoppen (Historiek, 2019).

In figuur 1.1 is te zien in welke mate het aantal bedrijven met melk- en kalfkoeien en het aantal melk- en kalfkoeien zich heeft ontwikkeld vanaf 1975 tot en met 2007 (LEI; CBS., 2008)



Figuur 1.1 Ontwikkeling van bedrijven met melk- en kalfkoeien en aantal dieren tussen 1975 en 2007 in Nederland (LEI; CBS., 2008).

Ook cijfers uit CBS van het jaar 2021 bevestigen dat de melkveehouderij intensiever is geworden. In tabel 1.1 uit (CBS, 2021) is te zien dat de melkproductie in de afgelopen twintig jaar is toegenomen en dat het aantal koeien ook is toegenomen. Het aantal koeien is in verhouding tot het aantal kilogrammen melk minder gestegen, hieruit kan worden opgemaakt dat de productie per koe is toegenomen. Het aantal melkveebedrijven en het

aantal hectares grasland zijn afgenomen. De melkproductie per hectare en per bedrijf zijn toegenomen blijkt uit onderstaande cijfers.

Tabel 1.1 Ontwikkeling melkveehouderij in Nederland (CBS, 2021).

Onderwerp	Jaartal 2000	Jaartal 2020
Melkproductie in kilogrammen	11.155.000.000	13.959.632.000
Aantal melkveebedrijven	34.670	17.370
Aantal hectare gras	1.010.000	899.000
Aantal Graasdieren	1.504.000	1.593.000

De huidige landbouw in Nederland behoort tot de Top van de wereld. Dankzij de vorming van de interne Europese markt is Nederland een exporterend land geworden. In Nederland worden zo'n 1,6 miljoen melkkoeien gehouden (CBS, 2020). 65 procent van de geproduceerde zuivel is bestemd voor de export, dit komt neer op een exportwaarde van 7,7 miljard euro (Foodlog, 2019). Nederland is een dichtbevolkt land en kan zich sterk onderscheiden op de exportmarkt, omdat Nederland als klein land relatief veel producten kan exporteren. Dit komt omdat Nederland hogere producties haalt ten op zichten van andere landen, dit komt omdat Nederland relatief vruchtbare gronden heeft en in combinatie met een gunstig klimaat voor voedselproductie, voedsel kan produceren van hoge kwaliteit. Dit zorgt ervoor dat de druk op de Nederlandse bodem sterk is toegenomen in de laatste 60 jaar. De Nederlandse land- en tuinbouw is erin geslaagd om de bodem zo efficiënt mogelijk te gebruiken en om hoge producties per hectare te halen. Door innovaties, onderzoeken en allerlei nieuwe ontwikkelingen kunnen Nederlandse boeren hun grond inzetten voor maximale voedselproductie. De uitwisseling van nutriënten, energie en koolstof vanuit organische stof naar, het bodemmilieu, het grondwater en de lucht is van groot belang voor het behoudt van de landbouwproductiviteit, de waterkwaliteit en het klimaat (Lehmann & Kleber, 2015). Zonder één van deze elementen kunnen de Nederlandse boeren hun grond niet efficiënt inzetten voor voedselproductie. Daarbij komt dat in Nederland een fosfaat en stikstof overschot is, doordat er meer productie is van dierlijke mest dan dat er geplaatst kan worden op Nederlandse grond. Fosfaat en stikstof kunnen schade aanrichten in het milieu door uitspoeling of vervluchting.

1.1 Voer van eigen bodem

De bodem is in de praktijk productiefactor nummer één, alleen dit is bij Nederlandse boeren niet altijd terug te zien. Het is voor iedere melkveehouder van belang dat de bodem gezond is zodat er een grasopbrengst van 10-12 ton drogestof te oogsten is (Booij, 2020).

Bodemgezondheid is van belang voor een duurzame gewasproductie, maar staat onder druk door intensivering van de landbouw. De huidige wetgeving beperkt het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen en (kunst)mest, waardoor het steeds belangrijker wordt dat natuurlijke processen worden benut voor de gewasproductie. Duurzaam bodembeheer dat optimaal gebruik maakt van het bodemleven is belangrijk voor een goede gewasproductie, zorgt voor bodemvruchtbaarheid en is bovendien een belangrijke factor om een weerbare bodem te creëren (Jetten, Van der Weijden, & Lammerts van Bueren, 2019).

Een definitie van een gezonde bodem is (Wageningen UR, 2021): een bodem die zijn natuurlijke functies kan vervullen.

Een gezonde bodem:

- Is vruchtbaar en garandeert een goede voedselproductie;
- Werkt als een filter en beschermt zowel grondwater als voedselgewassen tegen te hoge concentraties van verontreinigingen en meststoffen;
- Heeft een goede structuur en reguleert daarmee de waterhuishouding van landbouwgronden;
- Is een belangrijk reservoir voor koolstof, en legt CO₂ vast in voor de bodem nuttige organische stof;
- Heeft een rijk en divers bodemleven dat de bovengenoemde functies in stand houdt;
- Biedt draagkracht en ruimte voor menselijke activiteiten.

Een gezonde bodem zorgt ervoor dat gewassen kunnen groeien en dat deze gewassen op hun beurt weer energie via de wortels kunnen leveren aan het bodemleven (Wageningen UR, 2021). Nutriënten zijn van belang voor de groei van gewassen en een goede groei en gezondheid van het vee (Bussink, Den Boer, Van Duinkerken, & Zom, 2007). Door het telen van gewassen kunnen melkveehouders de koeien voeren (Wageningen UR, 2021). Door voer met een hoge kwaliteit te verstrekken is het mogelijk om met eigen geteeld voer een goede basis te leggen voor de koeien, zodat ze goed en gezond melk kunnen produceren. De veevoerproducenten kunnen allerlei aanvullende voersoorten leveren in verschillende samenstellingen in zowel, droge als natte vorm. Al deze toevoegingen aan een rantsoen voor melkkoeien dienen om ervoor te zorgen dat de koeien een goed gebalanceerd rantsoen krijgen met daarin alle nutriënten, mineralen en vitamine die op dat moment nodig zijn voor de productie van melk en een goede gezondheid van de koe. Een melkveehouder hoeft minder voerelementen aan te kopen wanneer de betreffende elementen al in het eigen geteelde voer aanwezig zijn. Het is dus van belang voor een melkveehouder dat nutriënten, mineralen en vitamine in het eigen geteelde voer zitten zodat hij geen aanvullende voerelementen hoeft aan te kopen. In de melkveehouderij is gras in de meeste gevallen het hoofdbestanddeel van het rantsoen. Alle melkveehouders telen ook gras op hun bedrijf. Het is dus van belang voor melkveehouders om te weten hoe nutriënten zich in de bodem gedragen, hoe deze door gras worden gebruikt, of deze nutriënten daadwerkelijk in het kuilgras komen, wat de nutriënten doen met de kwaliteit van het kuilgras en welk effect dit heeft op de gezondheid van de koe.

1.2 Rol van het bodemleven

Om mineralen beschikbaar te laten komen voor het gewas dient organisch materiaal in de bodem te worden afgebroken en moeten mineralen omgezet worden tot plantopneembare nutriënten (Teunis, 2019). Organische stof is in de meeste Nederlandse gronden ongeveer vier procent van de bodem en het heeft een grotere invloed op de bodemeigenschappen dan het gehalte doet denken (Hendriks, 2011). Organische stof is van invloed op veel

bodemeigenschappen die belangrijk zijn voor de gewasgroei. Nutriëntenvoorziening, doorwortelbaarheid, bodemdichtheid, vochtleverend vermogen, waterbergend vermogen, beluchting, draagkracht, stuifgevoeligheid, verkruimelbaarheid, slempgevoeligheid en erosie gevoeligheid. In tabel 1.2.1 is te zien waar organische stof uit opgebouwd is. Vijftien procent van de organische stof is levende organische stof, bestaande uit planten en dieren. 85 procent van de organische stof bestaat uit dode bestanddelen.

Tabel 1.2.1 opbouw van organische stof (Hendriks, 2011).

grond	minerale grond	94%						
	organisch materiaal	6%	dood organisch materiaal	85%				
			levend organisch materiaal	15%	wortels	55%		
					bodemorganismen	45%	bacteriën	50%
							schimmels	23%
							wormen	14%
							macrofauna	5%
							mesofauna	2,5%
							microfauna	3,5%

Plantenresten bestaan voornamelijk uit koolstof en stikstof (Bokhorst, 2017). Koolstof wordt door vele organisme opgenomen. Organisch materiaal bevat ook veel stikstof. Een te hoog aandeel beschikbaar stikstof in de bodem heeft nadelige gevolgen voor het milieu, omdat het nitraat kan uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater (Fraters, Boumans, Van Leeuwen, & Reijs, 2007). Er moet een evenwicht zijn in de aanvoer van verteerbare koolstof en stikstof (Bokhorst, 2017).

De afbraak van organisch materiaal tot voedingstoffen voor de plant gebeurt door bodemleven, er zijn vele verschillende soorten bodemleven met allemaal hun eigen werking (Veldkamp, 1980). Voedingstoffen moeten eerst in oplossing komen in bodemvocht voordat de plant deze voedingstoffen kan opnemen via de wortels (Van Eekeren, Deru, Hoekstra, & De Wit, 2018). Door de mineralisatie van organisch materiaal komen er voedingstoffen vrij in de bodem (Veldkamp, 1980). Mineralisatie is het proces waarbij het bodemleven een deel van de organische stof verteert in de bodem en plant-opneembare nutriënten uitscheidt (Van Eekeren, Deru, Hoekstra, & De Wit, 2018). Mineralisatie wordt versneld bij het toepassen van grondbewerkingen (Bokhorst, 2017).

Geleedpotigen, wormen en slakken zijn de ‘versnipperaars’ (Veldkamp, 1980). Geleedpotigen versnipperen organisch materiaal zodat bacteriën en schimmels het materiaal verder kunnen verwerken. Er zijn veel verschillende geleedpotigen maar twee belangrijke soorten zijn: springstaarten en mijten. Zij zorgen voornamelijk voor de verwerking van bladresten en houtige resten. Stengel materiaal van gras bevat voornamelijk lignine wat deze beestjes kunnen verkleinen.

Een ander dier dat organisch materiaal versnipperd is de slak (Veldkamp, 1980). Slakken leven van organisch materiaal en versnipperen met hun tanden verschillend organisch materiaal. Slakken leven vooral ondergronds en hebben dus ook als functie om gangen in de bodem te maken waardoor lucht, water en wortels gemakkelijk in de bodem kunnen.

Wormen bewegen door de grond en hebben daarom net als de slak een functie om gangen in de grond te maken voor lucht, water en wortels (Veldkamp, 1980). De wormen trekken organisch materiaal wat boven op de bodem ligt mee de bodem in zodat het daar kan worden verwerkt.

Nadat organisch materiaal is versnipperd dient het nog omgezet te worden tot bruikbare voeding voor de plant.

Bacteriën, schimmels en alle andere bodemmicro-organisme gebruiken voornamelijk het materiaal wat de 'versnipperaars' achterlaten in de bodem en daarnaast gebruiken ze de uitscheiding van andere organismen. Bij de enzymatische afbraak van organische stof door micro-organismen ontstaan eenvoudige suikers. Deze suikers worden opgenomen door de micro-organismen en gebruikt voor hun ademhaling en energiehuishouding, waarbij CO₂ vrijkomt. Een ander deel van de suikers wordt gebruikt voor de groei en daarbij blijft stikstof en fosfor over. Dit overschot wordt uitgescheiden en is daarmee beschikbaar voor plantengroei, ook wel mineralisatie. Bacteriën hebben relatief veel vocht nodig en groeien vooral op suikers (Zanen, Belder, Cuijpers, & Bos, 2011). Bacteriën kunnen geen organisch materiaal afbreken met een relatief hoge C/N verhouding, omdat ze daar niet de juiste enzymen voor produceren. Schimmels daarentegen kunnen dit wel, maar kunnen ook organische stof met een relatief lage C/N verhouding afbreken. Schimmels hebben aanvullende stikstof nodig om organisch materiaal met een relatief hoge C/N verhouding af te breken en te gebruiken voor hun groei (Veldkamp, 1980). Schimmels leven zowel in een stikstof arm milieu, als in een stikstofrijk milieu. Stikstof wordt opgenomen door schimmels, stikstof is de basis voor eiwitten (Zanen, Belder, Cuijpers, & Bos, 2011).

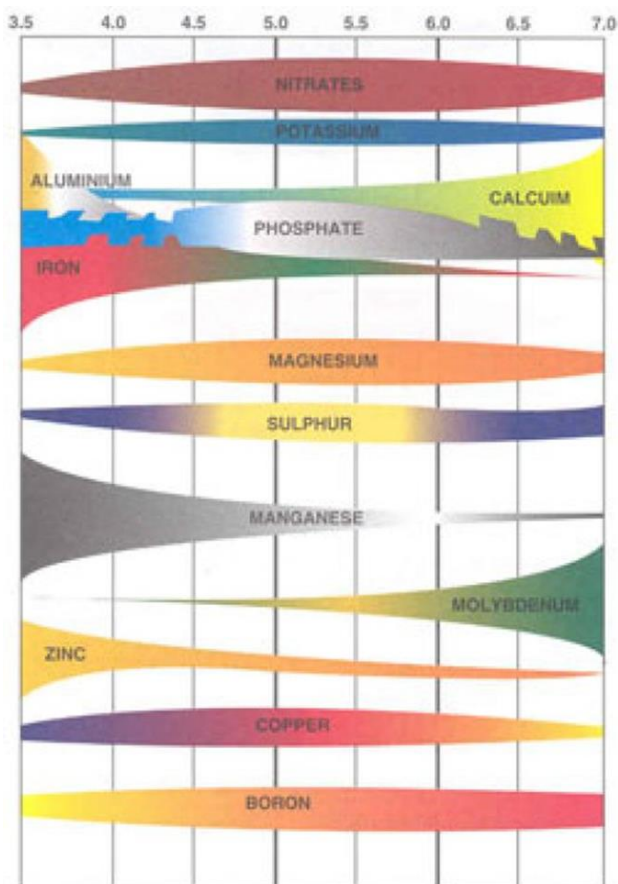
Als de bacteriën en schimmels hun werk hebben gedaan komen de protozoa en nematoden aan het werk (Veldkamp, 1980). Protozoa en nematoden groeien van suikers en voeden zich ook met dode bacteriën en schimmels (Vanilssen, Nilstrem, & Kuslovic, 2020). De opgeslagen nutriënten in de bacteriën en schimmels worden uitgescheiden in de bodem. Wanneer de nutriënten in het bodemvocht komen kunnen planten deze opnemen (Vanilssen, Nilstrem, & Kuslovic, 2020).

Er kan gezegd worden dat micro-organismen drie hoofdfuncties hebben (Veldkamp, 1980):

- Het mineraliseren van organische stof, waardoor chemische elementen in de kringloop worden gehouden.
- De vorming van celmateriaal dat uitgangspunt is voor de voedselketen van vele andere organismen (Veldkamp, 1980).
- Het beheersen van schade door ziekteverwekkers in gewassen via verschillende mechanisme (Jetten, Van der Weijden, & Lammerts van Bueren, 2019).

1.3 Zuurgraad

De pH in de bodem is een belangrijke graadmeter voor de beschikbaarheid van nutriënten voor de gewasgroei. De pH beïnvloedt de vorm waarin nutriënten in de bodem aanwezig zijn en daarmee de beschikbaarheid ervan. De pH heeft niet alleen een groot effect op de chemische vorm van de verbindingen en hun omzettingen, maar ook op samenstelling en activiteit van het bodemleven. Schimmels overheersen in bodems met een pH die lager is dan 5,5. Bacteriën leven liever in een bodem met een pH hoger dan 5,5. De werking van bodemorganismen hebben een optimum, die vaak ligt tussen een pH van 6 en 7. Bij lage pH's wordt de opname van nutriënten door plantenwortels geremd. Dit komt enerzijds door het directe negatieve effect van H^+ ionen op de wortelgroei en opname van nutriënten, en anderzijds doordat bij een lage pH de beschikbaarheid van veel nutriënten laag is (CBAV, Effect pH op beworteling, opname, mineralisatie en beschikbaarheid nutriënten, sd). Er zijn planten die via wortels bepaalde zuren uitscheiden waardoor sommige voedingstoffen die in een onoplosbare fase in de bodem zitten, kunnen transformeren tot een oplosbare fase zodat deze kunnen worden opgenomen door de wortels. Ook schimmels en bacteriën kunnen bepaalde zuren uitscheiden om dit effect te laten optreden (Goor, 1990). Figuur 1.3.1 laat het effect zien van de pH op de beschikbaarheid van nutriënten (CBAV, Effect pH op beworteling, opname, mineralisatie en beschikbaarheid nutriënten, sd).



Figuur 1.3.1 Effect van pH op beschikbaarheid van nutriënten (CBAV, Effect pH op beworteling, opname, mineralisatie en beschikbaarheid nutriënten, sd).

De beschikbaarheid van stikstof en zwavel is sterk afhankelijk van de mineralisatiesnelheid, omdat ze vrijkomen door mineralisatie van organische stof (CBAV, Effect pH op beworteling, opname, mineralisatie en beschikbaarheid nutriënten, sd). De mineralisatiesnelheid wordt sterk vertraagd bij een pH onder de 5,5, waardoor bij een lage pH's minder stikstof en zwavel beschikbaar is. Fosfaat wordt bij lage pH gebonden door ijzer- en aluminiumoxiden en bij hoge pH door Ca-verbindingen. De fosfaatbeschikbaarheid is afhankelijk van de pH en de vorm waarin het fosfaat in de bodem voorkomt. In het algemeen is de fosfaatbeschikbaarheid het hoogst bij pH-neutrale omstandigheden. Magnesium en molybdeen tekorten ontstaan vaak bij een lage Ph. Bij een hoge pH kunnen veel spoorelementen slechter worden opgenomen door het gewas. Zo kan er een tekort ontstaan. Dit is vooral zichtbaar bij ijzer, koper, borium en mangaan. Bij een hele lage pH van onder de 4,0 komt aluminium in de vorm van Al^{3+} in de bodemoplossing voor. Deze vorm is giftig voor planten.

1.4 Het inkuilproces

De kwaliteit van graskuil is van vele factoren afhankelijk, daar is de bodem er één van. Als er wordt gesproken over graskuil-kwaliteit, dan gaat het altijd over voederwaarde (VEM), ruw eiwit, de verteerbaarheid, bestendige- en onbestendige voederwaarden en opnamecapaciteit. Dit zijn meetbare gegevens die worden gebruikt bij het samenstellen van een geschikt rantsoen. Onder andere de graskwaliteit, maaistadium, weersomstandigheden, inkuilmanagement, conservering en uitkuilmanagement bepalen of een kuil van goede kwaliteit is. Tijdens het inkuilproces treden er verliezen op. In tabel 1.4.1. zijn de verliezen tijdens voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil te zien (Van Schooten & Philipsen, 2011). (Met vervoeding wordt bedoeld: het voeren van).

Tabel 1.4.1. Verliezen tijdens voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil (Van Schooten & Philipsen, 2011)

Verliezen tijdens voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil						
Soort verlies	Kwantitatief/ kwalitatief	Verliesposten	Opmerkingen	Ds-verlies (%)	VEM-waarde daling (%)	VEM-verlies (%)
Veldverliezen	Kwantitatief	Maaien	Zonder kneuzer	0	-	0
			Met kneuzer	1,2-2,0	-	1,2-2,0
		Schudden wiersen en laden	Afhankelijk van veldperiode Bij 3500 kg ds/ha	2,4-6,4 1,7-4,3	- -	2,4-6,4 1,7-4,3
	Kwalitatief	Ademhaling		0,5-2		
		Micro-organismen		0-2	0-3	0,5-11,7
		Uitloging		0-4		
		<i>Subtotaal veldverliezen</i>		5,3-20,7	0-3	5,8-23,5
Conserverings- en bewaringsverliezen	Kwalitatief	Conservering	Vochtig < 35% ds, matig/slecht	9-15	5-13	13,5-26,1
			Vochtig < 35% ds, goed	5-8	3-4	7,9-11,7
			Voordroog > 35% ds	3-4	2-3	4,9-6,9
		Perssap	> 28% ds	0	0	0
			20-28% ds	0-2	0-1	0-3
		Bewaringsverliezen	Bij 6 maand bewaring	1,2-6	1,2-2,4	2,4-8,3
			<i>Subtotaal conservering en bewaring</i>	4,2-23	3,2-16,4	7,3-37,4
Vervoeding	Kwantitatief	Uithalen, transport en voerresten		3-7	0	3-7
	Kwalitatief	Broei		0-12,5	0-5	0-16,9
		<i>Subtotaal vervoeding</i>		3-19,5	0-2	3-23,9

Op het veld treden de eerste verliezen op, want zolang het gemaaid gras nog leeft blijft het ademen. Hierbij gaat drogestof verloren, voornamelijk in de vorm van gemakkelijk oplosbare koolhydraten zoals suiker. VEM, oftewel voeder eenheid melk, is een kengetal voor energie. Door het verlies van oplosbare koolhydraten door ademhaling, is het verlies aan VEM groter dan het verlies aan drogestof. Als een gewas gemaaid is kunnen allerlei aerobe micro-organismen actief worden en vooral oplosbare koolhydraten en eiwitten afbreken (Van Schooten & Philipsen, 2011). Ook als gevolg van regen kunnen drogestof verliezen optreden door het uitspoelen van oplosbare bestanddelen (Van Dijk, 1995). Na het inkuilen begint de conservering. In de eerste fase is er nog zuurstof aanwezig. Aerobe micro-organisme kunnen oplosbare koolhydraten en eiwitten afbreken. Tijdens de aerobe fase worden suikers omgezet tot koolzuurgas en water en eiwitten worden afgebroken tot NH₃. Bij dit proces komt warmte vrij, dit is nadelig voor het conserveringsproces, omdat bij een te hoge temperatuurstijging drogestof verloren gaat (Honig, 1990). In tabel 1.4.2. is het effect van broei op drogestof verlies van graskuil te zien (Honig, 1990).

Tabel 1.4.2. Het effect van broei op drogestof verlies van graskuil (Honig, 1990).

Effect van broei op drogestofverlies van graskuil			
Temperatuurstijging (°C) boven de omgevingstemperatuur	5	10	15
Dagelijks drogestofverlies (%)	1,2	2,3	3,5
Drogestofverlies na 7 dagen (%)	8,4	16,1	24,5

Het is van belang dat de graskuil wordt aangereiden zodat er zoveel mogelijk zuurstof uit de graskuil is en dat de graskuil daarna luchtdicht wordt afgedekt, zodat de aerobe fase wordt verkort. Als al het zuurstof is opgebruikt bij de aerobe vertering van het gras door micro-

organismen, dan gaat de vertering én de ademhaling verder via anaerobe processen. Daarbij produceren bacteriën in plaats van CO₂ onder andere diverse zuren waardoor de pH van de kuil daalt. Als de pH ver genoeg daalt dan stoppen de bacteriën met hun activiteiten. Dan stopt dus ook de vertering van het gras en daarmee blijft het geconserveerd (Van Dijk, 1995). Anaerobe bacteriën voeden zich met suikers en produceren zuren zoals melkzuur, azijnzuur en boterzuur. Boterzuur wordt voornamelijk geproduceerd door de boterzuurbacterie. Boterzuur geeft een vieze smaak en geur aan het gras, waardoor koeien het minder graag vreten en is dus niet gewenst. De NH₃-fractie, het boterzuurgehalte, het aantal sporen van boterzuurbacteriën, de voederwaarde en het melkzuur gehalte zijn indicatoren om te bepalen of de conservering goed geslaagd is (Corporaal & Steg, 1990).

1.5 Nutriëntenbehoefte van de koe

Koeien kunnen ruwvoer verteren en omzetten tot hoogwaardige producten zoals melk. Zoals eerder genoemd kan een koe alleen goed produceren onder goede gezondheid met kwalitatief goed ruwvoer. Het is dus van belang om te weten welke nutriënten bijdragen aan de gezondheid van de koe. De nutriënten die bijdragen aan de gezondheid van de koe bestaan uit een aantal macro-elementen en een aantal sporenelementen. In bijlage 1 zijn de functies van macro- en sporenelementen beschreven. Wanneer deze nutriënten belangrijk zijn voor gezondheid en productie van de koe is het voor een melkveehouder interessant om te kijken of deze nutriënten vanuit de bodem in voldoende mate in het gras terecht komen.

Nutriënten zijn van essentieel belang voor het onderhoud en de productie van de koe (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). Nutriënten hebben diverse functies in de koe:

- Een groot gedeelte van de nutriënten is aanwezig in het skelet waar ze een structurele functie vervullen.
- Een juiste nutriëntenconcentratie is nodig voor het goed functioneren van de lichaamscellen. Cellen pompen voortdurend bepaalde nutriënten in en uit de cellen. De prikkels vanuit het zenuwstelsel naar de spieren hangen af van de concentratie van bepaalde nutriënten in het bloed. Tekorten aan deze nutriënten kunnen verlamming veroorzaken zoals melkziekte of kopziekte.
- Nutriënten dragen bij aan een goede werking van enzymen. Enzymen hebben veel functies in de koe. Nutriënten dienen als component of activator voor een enzym.
- De micro-organismen in de pens van de koe hebben bepaalde nutriënten nodig om voedermiddelen te mineraliseren zodat de koe de gemineraliseerde nutriënten kan opnemen.

Er is bekend dat koeien verschillende vormen van energie, zo'n 9 tot 10 essentiële aminozuren, vitamines A, D, E, K en verschillende vitamine B, 21 verschillende nutriënten en water nodig hebben (Miller, 2012). Er kunnen grote hoeveelheden nutriënten de koe verlaten via de melk (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). De

behoefte van nutriënten neemt toe wanneer er een tekort in het lichaam aanwezig is. De behoefte voor nutriënten wordt aangevuld vanuit het voer en via absorptie. Koeien kunnen bepaalde nutriënten uit lichaamsreserve gebruiken als er een tekort is in het voer. De absorptie past zich gedeeltelijk aan, aan de voeropname van het dier. Dat wil zeggen dat een koe alleen nutriënten uit de lichaamsreserve zal gebruiken als de behoefte niet volledig uit het voer kan worden benut. Bevat een rantsoen veel calcium en wordt dit goed benut door de koe dan zal er geen absorptie vanuit de botten plaatsvinden om aan de behoefte te voldoen. De absorptiecapaciteit is hoog bij jonge dieren en neemt af naarmate het dier ouder wordt. Nutriënten die koeien verkrijgen via het voer of via absorptie verschillen erg van elkaar (Miller, 2012). Door een complexe relatie tussen stofwisselingfuncties en immuun functies kan het zijn dat bij een tekort aan nutriënten de stofwisseling afneemt en daardoor immuun functies verzwakken, hiermee neemt het risico op een ziekte of aandoening toe (Ingvarsen & Moyes, 2012). De meeste gezondheidsproblemen bij een melkkoe doen zich voor rond de periode van afkalven, met name de koeien met een hoge melkgift.

De behoeftenormen voor nutriënten zijn niet scherp geformuleerd zoals dat het geval is bij VEM of eiwit. Dit komt omdat er veel verschillende invloeden zijn die de behoefte en opname van nutriënten beïnvloeden. Daarnaast is de nutriëntentoestand van elk voedermiddel verschillend en niet alle voedermiddelen worden bemonsterd op de nutriëntentoestand. De interacties tussen bepaalde nutriënten kan ervoor zorgen dat sommige onderdelen moeilijk worden opgenomen door de koe. Dit alles zorgt ervoor dat er gebruik wordt gemaakt van streefwaardes in plaats van concrete cijfers op basis van nutriënten in een rantsoen. Er is geen mogelijkheid om de nutriëntenvoorziening te preciseren. Het is op gebied van nutriënten wel van belang dat de behoefte wordt vergeleken met wat er wordt gevoerd en dat daar dan mogelijk op wordt bijgestuurd. In de praktijk is een nutriënten tekort heel lastig te herkennen. Verschijnselen die mede kunnen ontstaan zoals, verminderde conditie, verlaagde eetlust, verlaagde productie, verminderde vruchtbaarheid en de slechtere weerstand tegen infectieziekte zijn niet concreet te herleiden en kunnen ook een andere oorzaak hebben (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). De gebreken bij een tekort of overmaat aan macro-elementen zoals calcium en magnesium zijn vaak beter te herkennen dan de gebreken van een sporenelement. Macro-elementen worden sneller opgenomen en zijn beter bij te sturen in het rantsoen. Deze elementen gaan ook in grotere hoeveelheden weer het lichaam uit via de melk. De behoeften van macro-elementen worden dan ook uitgedrukt in grammen per dag. De gebreken van een tekort of overmaat aan sporenelementen zoals ijzer of koper zijn min of meer hetzelfde en vaak vaag te herkennen. Te veel ijzer zorgt voor diarree, maar er zijn zoveel oorzaken van diarree. De gevolgen of effecten van sporenelementen zie je niet meteen, omdat na de opname in het lichaam, het element eerst moet worden ingebouwd in eiwitten en enzymen voordat ze werkzaam zijn. De effecten zijn pas zichtbaar na vier tot acht weken (Burgers, 2014). Het is daarom moeilijk te bepalen in een vroeg stadium of er een mineralen tekort of overmaat is. Dit maakt snel bijsturen dus

ook niet mogelijk. Bij voeding is het dus van belang om te kijken naar de streefwaardes en deze te volgen. Er kan beter iets te veel gevoerd worden dan te weinig (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011).

1.6 Knowlegde gap

Aan de hand van de literatuur is bekend welke rol de bodem heeft bij het vasthouden en opslaan van nutriënten, hoe het bodemleven werkt en welke rol het bodemleven speelt bij het beschikbaar maken van plantopneembare nutriënten, hoe planten de nutriënten opnemen, hoe nutriënten in de bodem beschikbaar komen en welke rol de pH daarin heeft. Aan de hand van literatuur is bekend dat kuil kwaliteit van vele factoren afhankelijk is. Aan de hand van de literatuur is bekend welke mineralen en sporenelementen belangrijk zijn voor melkkoeien. Veel vragen zijn er nog over de samenhang tussen de kuil kwaliteit (en daarmee de gezondheid van de koe) enerzijds en de bodemkwaliteit anderzijds. Dit betreft onder andere de nutriënten beschikbaarheid in de bodem. Deze kennislacune is dan ook het uitgangspunt voor dit onderzoek.

Hoofdvraag:

Wat is de relatie tussen beschikbare nutriënten in de bodem en de beschikbare nutriënten in graskuil?

Met deze vraag kan antwoord worden gegeven of er een correlatie is tussen de plant-beschikbare nutriënten (calcium, magnesium, fosfor, zwavel en natrium) en de nutriënten in graskuil. Wanneer vastgesteld wordt dat er een correlatie is, hoeft dit niet te betekenen dat er ook een causaal verband is.

Om te onderzoeken hoe deze correlaties beïnvloed worden door verschillende factoren zijn er drie factoren onderzocht met per factor twee varianten.

- Factor één is grondsoort met daarin zand en klei.
- Factor twee is graslandbeheer met daarin blijvend grasland en wisselteelt. Blijvend grasland is grasland dat vijf jaar of meer achtereenvolgend grasland is.
- Factor drie is maaisnede met daarin eerste snede en tweede snede.

Hieruit zijn de volgende deelvragen geformuleerd. De deelvragen bieden ondersteuning bij het beantwoorden van de hoofdvraag:

Deelvragen:

1. Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per grondsoort en beschikbare nutriënten in graskuil?
2. Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per graslandbeheer en beschikbare nutriënten in graskuil?

3. Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per maaisnede en beschikbare nutriënten in graskuil?

Doelstelling en relevantie

Er wordt in dit onderzoek gekeken naar specifieke nutriënten die een positieve bijdrage leveren aan de gezondheid en productie van de melkkoeien. Onderzocht wordt in hoeverre deze vanuit de bodem in het kuilgras komen.

Met het antwoord op deze vragen zal geprobeerd worden om de kennislacune te doen verkleinen. Wanneer er daadwerkelijk een relatie is tussen beschikbare nutriënten in de bodem en de beschikbare nutriënten in graskuil is er een antwoord op de onderzoeksvraag, maar ook als er geen relatie wordt aangetoond is de onderzoeksvraag beantwoord.

Wanneer er een correlatie blijkt te zijn dan kunnen melkveehouders in het vervolg met bodembeheer, bouwplan en bemesting sturen om te kunnen voorzien in de mineralen behoefte van hun vee. Melkveehouders kunnen door bodembeheer, bouwplan en bemesting een bijdrage leveren aan de gezondheid van hun vee. Bij een balans tussen de behoefte van het vee en de aanwezige mineralen in het ruwvoer kan de aankoop van 'extra' mineralen via mengvoer of mineralenmix bespaard blijven. Resultaten van dit onderzoek kunnen veeartsen, voeradviseurs en bodemadviseurs nieuwe inzichten geven, mits deze resultaten een sterke correlatie vertonen en significant zijn.

Als er geen correlatie is dan betekent dat de nutriënten vanuit de bodem in mindere mate in het kuilgras komen op basis van de huidige data. Het toont niet aan dat er geen nutriënten vanuit de bodem in graskuil komen, mogelijk komen de nutriënten in een andere verhouding in graskuil of wellicht is er sprake van een beperkende of sturende factor. Als er geen correlatie blijkt te zijn dan zal uit verder onderzoek moeten blijken of er beperkende of sturende factor(en) zijn die invloed hebben op de mate van nutriënten in graskuil. Als er geen correlatie is, dan is niet zeker te stellen dat melkveehouders door bodembeheer, bouwplan en bemesting een bijdrage kunnen leveren aan hun vee. Het is dan ook niet met zekerheid te stellen dat melkveehouders minder 'extra' mineralen via mengvoer of mineralenmix hoeven aan te kopen. Als er geen correlatie blijkt te zijn dan zal er in het hoofdstuk discussie worden beschreven welke mogelijke oorzaken de huidige dataset geeft op het resultaat van het onderzoek en of er mogelijke andere factoren invloed kunnen hebben op het resultaat.

2. Plan van aanpak

2.1 Methode

In *'dit is onderzoek'* (Baarda, 2019) wordt gesteld dat het onderzoek een toegepast onderzoek was en dat met een kwalitatief onderzoek de hoofd- en deelvragen zijn beantwoord. Voor de beantwoording van de hoofdvraag en deelvragen zijn gegevens gebruikt van de organisatie Bodem & Koe. Bodem & Koe had de beschikking over de klantgegevens van 120 bedrijven. In het klantenbestand stonden alle bodemanalyses en kuilanalyses. In dit onderzoek zijn resultaten gebruikt van het jaar 2019 en 2020.

Uit deze gegevens is vervolgens een selectie gemaakt tussen de bedrijven die geschikt waren voor de resultaten. Uiteindelijk zijn alleen de bedrijven meegenomen in het onderzoek die volledige informatie hadden. Dat wil zeggen dat deze bedrijven een analyse hadden van de eerste en tweede snede graskuil en grondmonsters hadden van de percelen die in de eerste en tweede snede zijn ingekuild. Zowel de grondmonsters als de kuilmonsters hadden een mineralen overzicht en vielen binnen de richtlijn van de data, zoals eerder genoemd in dit hoofdstuk. De selectie had het volgende resultaat:

In totaal waren er vijf bedrijven met bodemanalyses en kuilanalyses uit 2020 en vier bedrijven met bodemanalyses en kuilanalyses uit 2019. De data van de grondanalyses was op alle bedrijven van december tot en met februari verzameld. De kuiluitslagen van de eerste snede waren in de periode van laatste week in april tot en met de tweede week in mei. De kuiluitslagen van de tweede snede waren in de periode van de laatste week van juni en de tweede week van juli verzameld. Over het algemeen was het verschil tussen de bodemanalyses en kuilanalyses vier tot zes maanden.

Uit de 120 bedrijven zijn uiteindelijk 9 bedrijven geselecteerd voor dit onderzoek. Hieruit is de volgende verdeling gemaakt:

Groep één bevatte 9 bedrijven waarvan 6 bedrijven met zand en 3 bedrijven met klei.

Groep twee bevatte 9 bedrijven waarvan 5 bedrijven met blijvend grasland en 4 bedrijven met wisselteelt.

Groep drie bevatte 9 bedrijven waarvan alle bedrijven zowel een eerste als tweede snede hadden geanalyseerd.

De grondsoort werd afgelezen van de grondanalyse. Welke snede geanalyseerd was stond vermeld op de kuilanalyses. Nadat de selectie was gemaakt zijn alle bedrijven gebeld en was er gevraagd welke percelen er waren ingekuild en welke bodemanalyses daarbij hoorden. Daarnaast was ook gevraagd of het perceel een blijvend grasland perceel was of een tijdelijk grasland perceel. Met de beschikking van de gegevens konden de deelvragen worden geanalyseerd.

De nutriënten die in dit onderzoek werden onderzocht, waren: calcium, magnesium, fosfor, zwavel en natrium. Deze nutriënten zijn belangrijk voor werking van verschillende organen en weefsel in de koe.

De gegevens die zijn gebruikt in het onderzoek verschillen van elkaar.

De verwachting was dat niet alle melkveehouders een uitgebreide analyse (met mineralen gegevens) voor elke kuil zouden hebben laten bemonsteren, dus in dit onderzoek was er gericht op de eerste en tweede snede. Dit zijn (vaak) ook de belangrijkste snede, met de grootste hoeveelheid op een melkveebedrijf. Aangezien er meerdere percelen per snede

geoogst worden, was het noodzakelijk voor het onderzoek om goed te weten welke percelen er in de eerste en tweede snede waren ingekuuld. De grondanalyses per perceel konden op deze wijze gekoppeld worden aan de kuilanalyse.

Er was gebruik gemaakt van de gemiddelde waarde van nutriënten in grammen per kilogram drogestof zoals vermeld op de kuilanalyse en de gemiddelde waarde van nutriënten in kilogrammen per hectare zoals vermeld op de bodemanalyse. De grote van het perceel of de kilogrammen drogestof gras die van het perceel zijn geoogst en in de kuil zijn gekomen waren niet gecorrigeerd met het gemiddelde. De grote van het perceel of de kilogrammen drogestof per perceel hadden invloed op de nutriënten waarden in de kuil. De beschikbare data gaf geen inzicht in de geoogste kilogrammen drogestof per hectare. De beschikbare data gaf in een aantal gevallen ook geen duidelijk beeld van de gemeten maten van een perceel.

Statistiek

Er was per nutriënt gekeken naar de correlaties tussen de grondanalyses en de kuilanalyses. Met de Pearson-correlatietoets werd er berekend of er een correlatie was per factor. Om te onderzoeken of er een relatie was, werd er gekeken of er een correlatie was voor elke nutriënt. Daarmee werd bedoeld dat wanneer de bodemwaarde van desbetreffende nutriënten toenamen dit ook in het kuilgras was terug te zien (positieve correlatie) of, wanneer de bodemwaarde van desbetreffende nutriënten toenamen, maar in het kuilgras niet toenamen of zelfs daalden (negatieve correlatie). Deze correlatie werd ook wel een lineaire regressie genoemd. Door de correlatie vervolgens te toetsen op significantie werd er gekeken of de correlatie ook betrouwbaar was. Ook de deelvragen zijn op dezelfde manier getoetst. Er werd per factor gekeken of er een correlatie was en of deze ook significant was. De correlatiecoëfficiënten zijn berekend met JASP. Daarnaast is er gekeken of er bepaalde interacties zijn tussen de verschillende factoren.

Met correlatie werd gekeken wat de samenhang was van twee variabelen, of te wel in welke mate de variabelen elkaar beïnvloeden. De correlatie werd uitgedrukt in correlatiecoëfficiënt (Van Heijst, 2018). De correlatiecoëfficiënt lag tussen -1 en +1. Bij een correlatie van -1 was er een perfect negatieve correlatie. Bij een correlatie van 0 was er geen correlatie en bij een correlatie van +1 was er een perfecte positieve correlatie (Afstudeerbegeleider.nl, 2020). De correlatiecoëfficiënt, zoals te zien in tabel 2.1., valt te interpreteren als (Van Heijst, 2018):

Tabel 2.1. Interpretatie van de correlatiecoëfficiënt (Van Heijst, 2018).

Correlatiecoëfficiënt	Interpretatie
0.00 – 0.30	Nauwelijks of geen correlatie
0.30 – 0.50	Lage of zwakke correlatie
0.50 – 0.70	Middelmatige correlatie
0.70 – 0.90	Hoge of sterke correlatie
0.90 – 1.00	Zeer hoge of zeer sterke correlatie

Nadat de correlatie was bepaald werd aan de hand van de ANOVA-toets naar de variatie gekeken per factor. De gemiddelde van een variant binnen een factor werd vergeleken met een gemiddelde van de andere variant binnen dezelfde factor (Van Heijst, 2018). Voor zowel

de correlatie als de ANOVA werd gekeken of het verschil tussen de behandelingen significant was. Voor de factor grondsoort werd de ANOVA gebruikt voor zand en klei. Voor de factor graslandbeheer werd de ANOVA gebruikt voor blijvend grasland en wisselteelt. Voor de factor maaisnede werd ANOVA gebruikt voor de eerste en tweede snede. Er werd ook onderzocht of er interacties waren tussen de verschillende factoren. Met de ANOVA-interactie toets werd er gekeken of er een verschil (interactie) werd aangetoond wanneer er twee of drie factoren werden getoetst. Met de interactie werd niet bepaald of er een hoofdeffect was van een bepaalde factor op het resultaat. Er werd alleen geconstateerd wat de invloed van meerdere factoren was op het resultaat. Ook de interactie was getoetst op significantie.

2.2 Materiaal

- De gegevens van de klanten van Bodem& Koe. Zij hadden de Dropbox van 120 bedrijven uit Overijssel, Gelderland en Brabant beschikbaar gesteld voor dit onderzoek.
- Kuilanalyses van de eerste en tweede snede met mineralen overzicht
- Grondanalyses van de percelen welke waren ingekuuld met mineralen overzicht
- Mineralenoverzicht op de grond- en kuilanalyses bevatte de elementen calcium, magnesium, fosfor, zwavel en natrium.
- Klantcontact gegevens van de bedrijven die geschikt waren voor het onderzoek.
- JASP, een rekenprogramma voor statistiek.

De gegevens die gebruikt zijn uit de bodemanalyse:

Calcium	plant beschikbaar in kilogrammen per hectare.
Magnesium	plant beschikbaar in kilogrammen per hectare.
Fosfor	plant beschikbaar in kilogrammen per hectare.
Zwavel	plant beschikbaar in kilogrammen per hectare.
Natrium	plant beschikbaar in kilogrammen per hectare.

2.3 Data

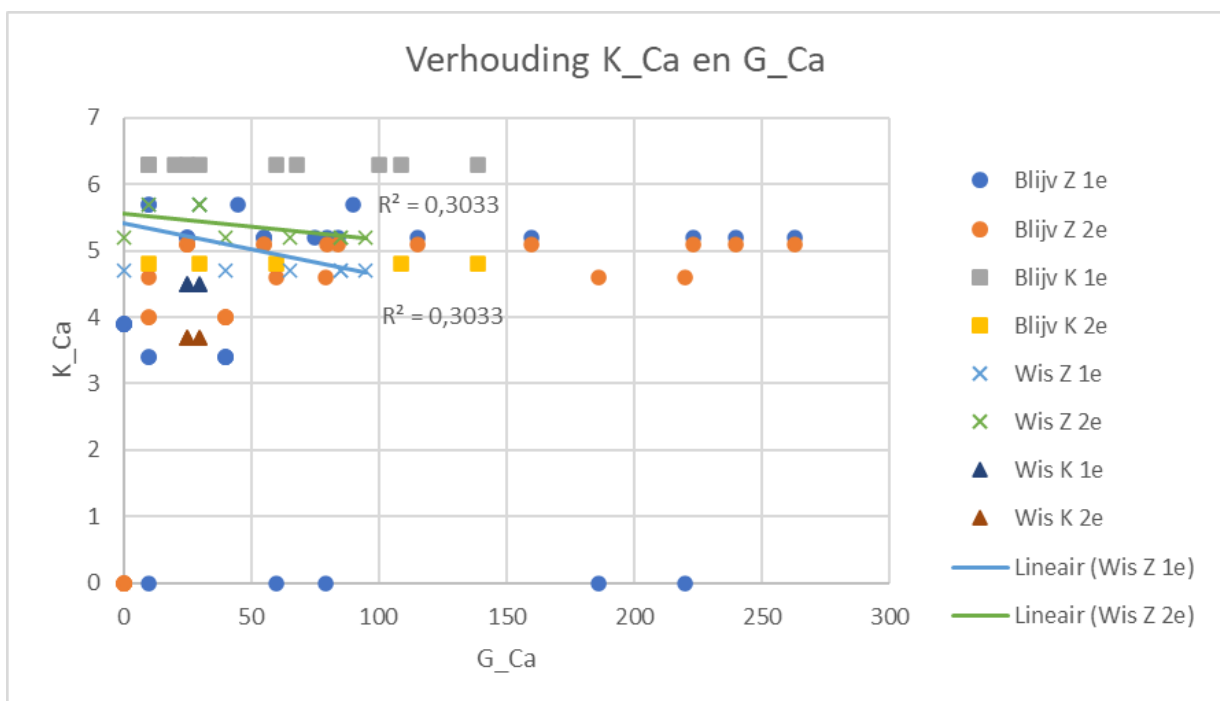
In bijlage twee is een weergave van een deel van dataset die is gebruikt voor de statistische analyse. In bijlage drie is een overzicht weergegeven met daarin de data van de genomen bodem- en kuilanalyses. In hoofdstuk 2.1 is beschreven binnen welk termijn de verschillende analyses van elkaar verschillen. In de bijlage staan de exacte data van de verschillende analyses vermeld.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven. De resultaten zijn per deelvraag uitgewerkt. Per deelvraag wordt zowel de correlatie als de ANOVA weergegeven. De kuilwaardes van de nutriënten zijn aangegeven met K_nutriënt. De grondwaardes zijn aangegeven met G_nutriënt.

3.1 Verhouding tussen grond- en kuilwaardes.

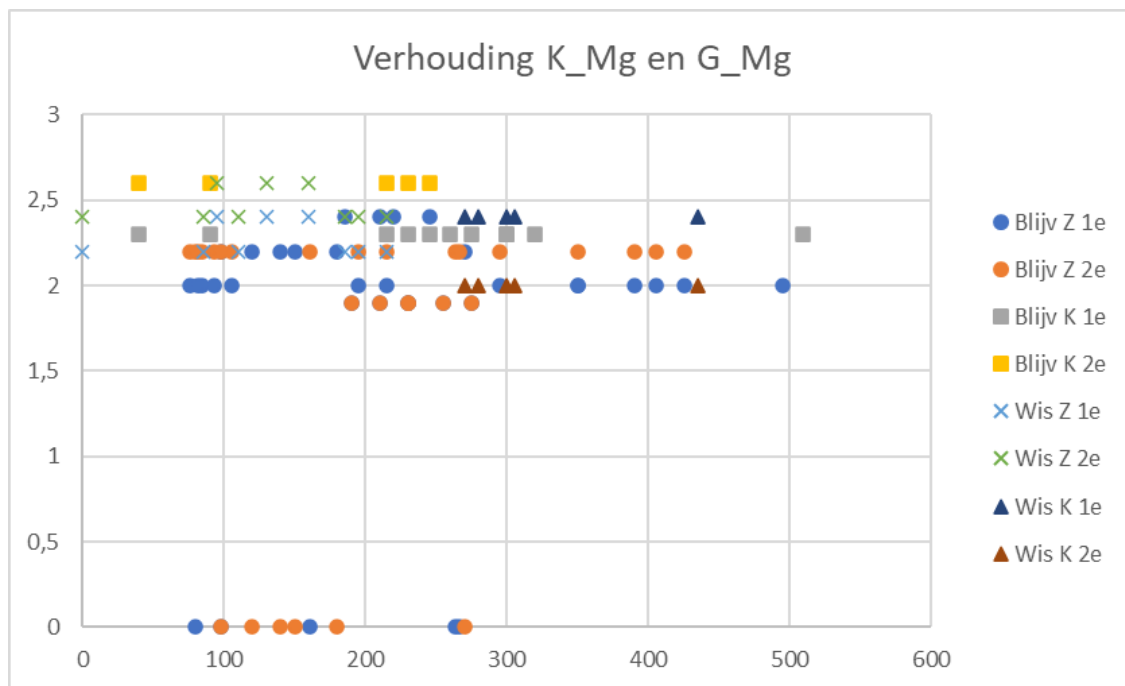
De data bevat drie verschillende factoren, deze zijn in de deelvragen opgenomen. Per factor zijn twee varianten, zoals beschreven in hoofdstuk twee. Om de resultaten per variant te laten zien zijn er vijf spreidingsdiagrammen gemaakt waarin per variant is te zien wat de verhouding is tussen de nutriënten in graskuil en de nutriënten in de bodem. De vijf spreidingsdiagrammen tonen ieder de verhouding per nutriënt.



Figuur 3.1 verhouding Calcium

In figuur 3.1 is de verhouding tussen calcium in graskuil en calcium in de bodem weergegeven. Op de X-as is de waarde van calcium in graskuil aangegeven met K_Ca. De waardes lopen van 0 tot 7 gram per kilogram drogestof. Op de Y-as is de waarde van plant beschikbaar calcium in de bodem aangegeven met G_Ca. De waardes lopen van 0 tot 300 kilogram per hectare. Zoals beschreven in hoofdstuk twee zijn er drie factoren, grondsoort, snede en graslandbeheer. Per factor zijn er twee varianten. In figuur 3.1 is er van iedere variant een symbool met een kleur. Voor blijvend grasland op zandgrond is het symbool een rondje. Voor blijvend grasland op kleigrond is het symbool een vierkant. Voor wisselteelt op zandgrond is het symbool een kruisje en voor wisselteelt op kleigrond is het symbool een driehoek. Om het verschil tussen de eerste en tweede snede aan te tonen voor elke variant is gekozen om een kleurverschil toe te passen. In de legenda in figuur 3.1 is te zien welke kleur en symbool bij welke variant hoort.

In de verhouding tussen calcium in graskuil en in de bodem is te zien dat percelen met blijvend grasland op kleigrond de hoogste waarde van calcium in graskuil leveren voor de eerste snede, maar dat de waarde voor de tweede snede 1,5 gram per kilogram drogestof lager ligt. In de figuur valt op dat wisselteelt en blijvend grasland op zandgrond qua calcium waarden in graskuil niet veel van elkaar verschillen, maar dat de bodemwaardes bij wisselteelt niet hoger zijn dan 100 kilogram per hectare in tegenstelling tot 260 kilogram per hectare bij blijvend grasland. In figuur 3.1 is de correlatiecoëfficiënt voor wisselteelt op zandgrond (eerste snede) weergegeven. Aan de regressielijn is te zien dat de correlatie negatief is, dat wil zeggen dat de waarden van calcium in kuil afnemen naarmate de waarden in de bodem toenemen. De correlatie is 0.3. Uit tabel 2.1 van het vorige hoofdstuk blijkt dat bij een waarde van 0.3 er geen tot nauwelijks een correlatie is.

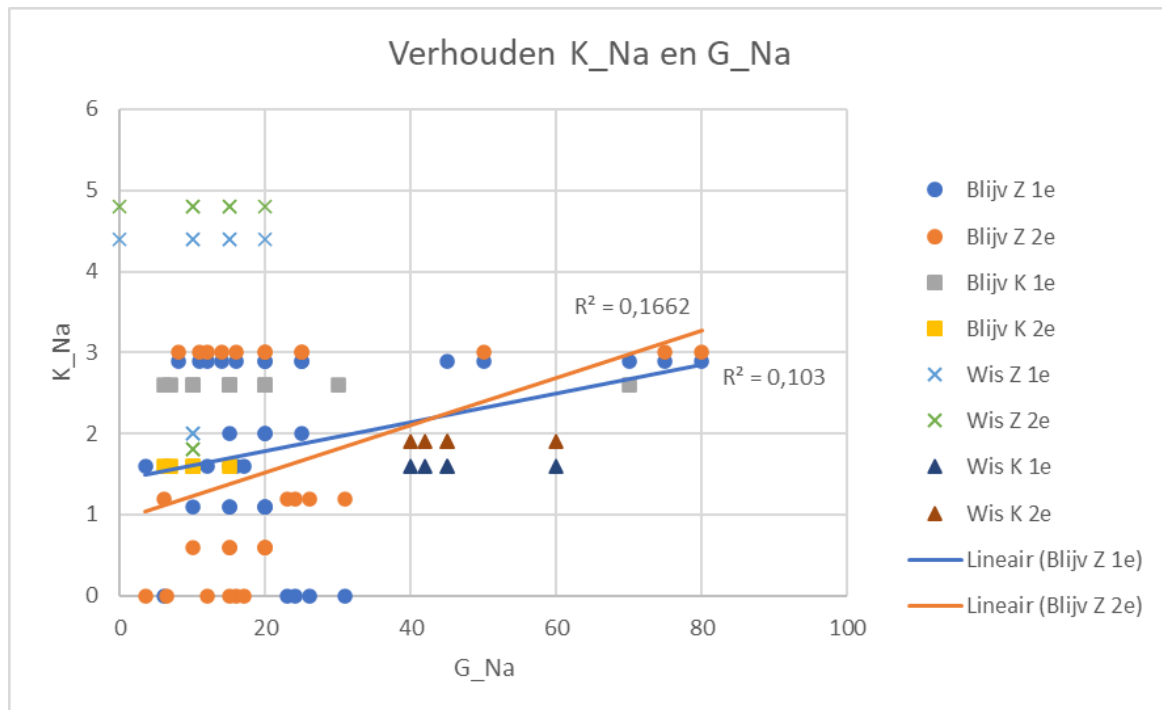


Figuur 3.2 verhouding magnesium

In figuur 3.2 is de verhouding tussen magnesium in graskuil en magnesium in de bodem weergegeven. Op de X-as is de waarde van magnesium in graskuil aangegeven met K_Mg. De waardes lopen van 0 tot 3 gram per kilogram drogestof. Op de Y-as is de waarde van plant beschikbaar magnesium in de bodem aangegeven met G_Mg. De waardes lopen van 0 tot 600 kilogram per hectare. Zoals beschreven in hoofdstuk twee zijn er drie factoren, grondsoort, snede en graslandbeheer. Per factor zijn er twee varianten. In figuur 3.2 is er van iedere variant een symbool met een kleur. Voor blijvend grasland op zandgrond is het symbool een rondje. Voor blijvend grasland op kleigrond is het symbool een vierkant. Voor wisselteelt op zandgrond is het symbool een kruisje en voor wisselteelt op kleigrond is het symbool een driehoek. Om het verschil tussen de eerste en tweede snede aan te tonen voor elke variant is gekozen om een kleurverschil toe te passen. In de legenda in figuur 3.2 is te zien welke kleur en symbool bij welke variant hoort.

In figuur 3.2 is te zien dat de waardes van de kuilen weinig spreiding bevatten. De waardes blijven tussen 1,8 en 2,6 gram per kilogram drogestof. Op blijvend grasland op kleigrond is te zien dat de kuilwaardes voor de tweede snede hoger zijn dan die van de eerste snede, dit is

in tegenstelling tot wat er in figuur 3.1 is te zien. In figuur 3.2 is te zien dat ook wisselteelt op zandgrond relatief hoge kuilwaardes heeft maar de bodemwaardes minder hoog zijn dan die van blijvend grasland op zandgrond. Er is te zien dat twee percelen kleigrond van zowel blijvend grasland als wisselteelt tot de top drie hoogste bodemwaardes horen.

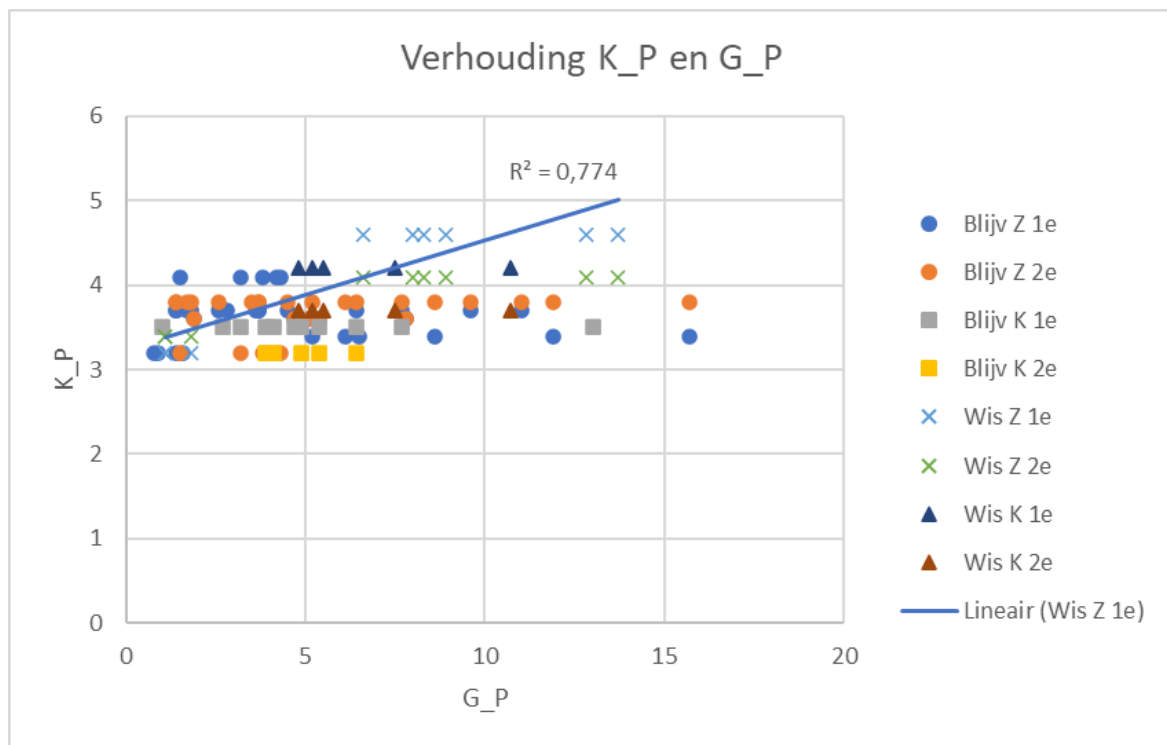


Figuur 3.3 verhouding natrium

In figuur 3.3 is de verhouding tussen natrium in graskuil en natrium in de bodem weergegeven. Op de X-as is de waarde van natrium graskuil aangegeven met K_Na. De waardes lopen van 0 tot 6 gram per kilogram drogestof. Op de Y-as is de waarde van plant beschikbaar natrium in de bodem aangegeven met G_Na. De waardes lopen van 0 tot 100 kilogram per hectare. Zoals beschreven in hoofdstuk twee zijn er drie factoren, grondsoort, snede en graslandbeheer. Per factor zijn er twee varianten. In figuur 3.3 is er van iedere variant een symbool met een kleur. Voor blijvend grasland op zandgrond is het symbool een rondje. Voor blijvend grasland op kleigrond is het symbool een vierkant. Voor wisselteelt op zandgrond is het symbool een kruisje en voor wisselteelt op kleigrond is het symbool een driehoek. Om het verschil tussen de eerste en tweede snede aan te tonen voor elke variant is gekozen om een kleurverschil toe te passen. In de legenda in figuur 3.3 is te zien welke kleur en symbool bij welke variant hoort.

In de verhouding tussen natrium in graskuil en in de bodem is te zien dat er veel meer spreiding is tussen kuilwaardes. Wisselteelt op zandgrond heeft de hoogste kuilwaarde, waarin de tweede snede iets hoger scoort dan de eerste snede. Ook natrium heeft op een aantal blijvend grasland percelen op zandgrond een hoge bodemwaarde ten opzichte van andere percelen. Aan de regressielijn voor zowel de eerste als tweede snede is te zien dat er een positieve correlatie is. De correlatiecoëfficiënt toont alleen aan dat de correlatie niet tot nauwelijks aanwezig is, zoals te zien in tabel 2.1 van het vorige hoofdstuk. De percelen wisselteelt op kleigrond hebben een hogere bodemwaarde dan de blijvend grasland

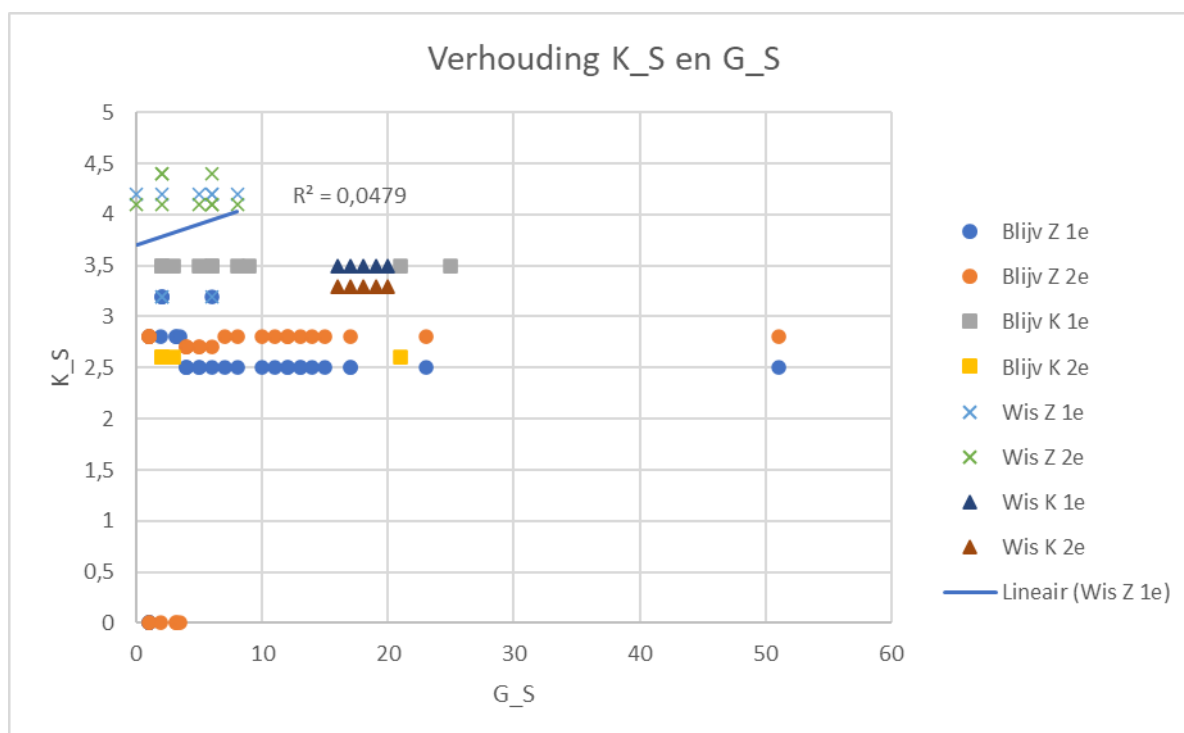
percelen op kleigrond. Daarbij is de spreiding bij wisselteelt op kleigrond tussen de eerste en tweede snede veel beperkter dan die van blijvend grasland op kleigrond.



Figuur 3.4 verhouding fosfaat

In figuur 3.4 is de verhouding tussen fosfor in graskuil en fosfor in de bodem weergegeven. Op de X-as is de waarde van fosfor in graskuil aangegeven met K_P. De waardes lopen van 0 tot 6 gram per kilogram drogestof. Op de Y-as is de waarde van plant beschikbaar fosfor in de bodem aangegeven met G_P. De waardes lopen van 0 tot 20 kilogram per hectare. Zoals beschreven in hoofdstuk twee zijn er drie factoren, grondsoort, snede en graslandbeheer. Per factor zijn er twee varianten. In figuur 3.4 is er van iedere variant een symbool met een kleur. Voor blijvend grasland op zandgrond is het symbool een rondje. Voor blijvend grasland op kleigrond is het symbool een vierkant. Voor wisselteelt op zandgrond is het symbool een kruisje en voor wisselteelt op kleigrond is het symbool een driehoek. Om het verschil tussen de eerste en tweede snede aan te tonen voor elke variant is gekozen om een kleurverschil toe te passen. In de legenda in figuur 3.4 is te zien welke kleur en symbool bij welke variant hoort.

In figuur 3.4 is te zien dat de spreiding voor fosfor in gram per kilogram drogestof en kilogram per hectare vele male kleiner is dan bij calcium, magnesium en natrium. Ook voor fosfor is te zien dat wisselteelt op zandgrond leidt tot een hoge waarde in graskuil. Voor fosfor geldt ook dat dit is te zien voor percelen met wisselteelt op kleigrond en dan met name voor de eerste snede. In figuur 3.4 is duidelijk te zien dat percelen met wisselteelt relatief een hogere kuilwaarde leveren dan blijvend grasland percelen. De regressielijn voor wisselteelt op zandgrond voor de eerste snede toont ook een scherpe stijgende lijn, wat wil zeggen dat er een positieve correlatie is. Dat wil zeggen dat de waarden van fosfor in kuil toenemen naarmate de waarden in de bodem afnemen. De correlatie is afgerond 0.8. Uit tabel 2.1 van het vorige hoofdstuk blijkt dat bij een waarde van 0.8 er een hoge tot sterke correlatie is.



Figuur 3.5 verhouding zwavel

In figuur 3.5 is de verhouding tussen zwavel in graskuil en zwavel in de bodem weergegeven. Op de X-as is de waarde van zwavel in graskuil aangegeven met K_S. De waardes lopen van 0 tot 5 gram per kilogram drogestof. Op de Y-as is de waarde van plant beschikbaar zwavel in de bodem aangegeven met G_S. De waardes lopen van 0 tot 60 kilogram per hectare. Zoals beschreven in hoofdstuk twee zijn er drie factoren, grondsoort, snede en graslandbeheer. Per factor zijn er twee varianten. In figuur 3.5 is er van iedere variant een symbool met een kleur. Voor blijvend grasland op zandgrond is het symbool een rondje. Voor blijvend grasland op kleigrond is het symbool een vierkant. Voor wisselteelt op zandgrond is het symbool een kruisje en voor wisselteelt op kleigrond is het symbool een driehoek. Om het verschil tussen de eerste en tweede snede aan te tonen voor elke variant is gekozen om een kleurverschil toe te passen. In de legenda in figuur 3.5 is te zien welke kleur en symbool bij welke variant hoort.

In figuur 3.5 is te zien dat er bijna geen spreiding is tussen eerste en tweede snede, maar dat er per grondsoort en graslandbeheer wat meer spreiding is te zien. Nogmaals wordt er op de percelen met wisselteelt op zandgrond de hoogste kuilwaardes gehaald. Wat opvalt is dat de bodemwaardes niet hoger komen dan 25 kilogram per hectare, met uitzondering van 1 perceel blijvend zandgrond waar een eerste en tweede snede zijn geoogst. Er is weinig spreiding, dit is ook terug te zien aan de correlatiecoëfficiënt van wisselteelt op zandgrond voor de eerste snede. Er is aangetoond dat er geen correlatie is.

Correlaties

Met behulp van Jasp is getoetst of er een correlatie is tussen alle grondwaardes en alle kuilwaardes per nutriënt. In tabel 3.1 is een overzicht van de bevindingen.

Tabel 3.1 Correlatiecoëfficiënt per nutriënt

Nutriënt	Correlatiecoëfficiënt	P-waarde
Calcium	0.14	0.214
Magnesium	0.005	0.44
Natrium	0.002	0.68
Fosfor	0.17	0.01
Zwavel	0.012	0.245

In tabel 3.1 is te zien dat voor calcium de correlatie tussen grondwaardes en kuilwaardes is getoetst. Er is nauwelijks tot geen positieve correlatie en deze is ook niet significant. Voor magnesium en natrium geldt dat er geen correlatie en dat deze ook niet significant is. In tabel 3.1 is te zien dat de correlatie is getoetst voor fosfor tussen grondwaardes en kuilwaardes. Er is een lage tot zwakke positieve correlatie. De correlatie is wel sterk significant. Ook is de correlatie getoetst voor zwavel tussen grondwaardes en kuilwaardes. Er is nauwelijks tot geen negatieve correlatie en deze is niet significant.

3.2 Invloed van grondsoort.

De invloed van grondsoort tussen de verhouding van de bodemwaardes en kuilwaardes voor calcium, magnesium, natrium, fosfor en zwavel zijn getoetst met de anova. In eerste instantie is getoetst of er een correlatie was en of deze significant was. Vervolgens is met de ANOVA gekeken of er een verschil was tussen kleigrond en zandgrond.

Calcium

In Jasp de correlatie en het verschil getoetst voor de verhouding van calcium tussen bodem en kuil. Er is nauwelijks tot geen correlatie aangetoond en de correlatie was negatief, dat wil zeggen dat de verhouding bodem en kuil voor calcium niet of minimaal wordt beïnvloedt door grondsoort. De correlatie toets was niet significant.

Met de Anova kwam naar voren dat er een klein verschil was tussen klei- en zandgrond. De F-waarde is 2.495 en met een P-waarde van 0.117 bleek deze niet significant. Gemiddeld was de verhouding tussen bodem en kuil op zandgrond hoger dan op kleigrond.

Magnesium

De correlatie voor magnesium is een lage tot zwakke positieve correlatie en deze is sterk significant. Met een F van 0.71 en een P van 0.39 is deze niet significant. De gemiddelde waarde van zandgrond ligt lager dan dat van kleigrond.

Natrium

De correlatie voor natrium is een nauwelijks tot geen negatieve correlatie. Dit is significant aangetoond. Uit de analyse blijkt dat de gemiddelde waarde van de verhouding tussen bodem en kuil voor natrium voornamelijk het laagste zijn op zandgrond. Met een F- waarde van 2.61 en met een P van 0.1 is het verschil niet significant. Bij een P-waarde van 0.1 kan er wel gesproken worden van een trend.

Fosfor

In Jasp is de correlatie getoetst voor fosfor. Er is significant aangetoond dat er geen correlatie is tussen grondsoort en de verhouding van fosforwaarde. Met een F van 0.186 en

een P van 0.667 is er een minimaal verschil tussen zand en kleigrond en deze is niet significant. De gemiddelde waarde is een fractie hoger op zandgrond dan op kleigrond.

Zwavel

Er is nauwelijks tot geen correlatie tussen grondsoort en de verhouding van zwavel tussen bodem en kuil. Deze is ook niet significant aangetoond. Het verschil is met een F van 0.9 en een P van 0.34 niet erg groot en niet significant. Gemiddeld is de waarde op zandgrond lager dan op kleigrond.

3.3 Invloed van graslandbeheer.

In dit hoofdstuk zijn de correlaties en de verschillen van de verhouding tussen bodem en graskuil vergeleken met graslandbeheer. Graslandbeheer is opgedeeld in blijvend grasland en wisselteelt.

Correlatie

Uit het onderzoek blijkt dat er geen correlatie is met graslandbeheer en calcium en deze is ook niet significant. Voor de nutriënten magnesium, natrium en fosfor blijkt dat er een zwakke correlatie is. Deze zijn overigens wel sterk significant. Voor zwavel geldt dat er een middelmatige correlatie is. Ook deze is sterk significant.

Met behulp van de ANOVA-toets zijn de verschillen aangetoond tussen blijvend grasland en wisselteelt voor elk nutriënt.

Calcium

Uit de ANOVA blijkt dat er met blijvend grasland gemiddeld een hoger calcium verhouding is dan bij wisselteelt. Met een F- waarde 3.144 en een P-waarde van 0.07 zijn de resultaten ook bijna significant voor calcium in.

Magnesium

Uit onderzoek blijkt dat er een duidelijk verschil is tussen blijvend grasland en wisselteelt. Met een F van 3.8 en een P van 0,05 is dit ook significant aangetoond. Net als bij calcium is geldt dat bij blijvend grasland de verhouding van magnesium hoger is dan bij wisselteelt.

Natrium

Uit onderzoek blijkt dat het verschil tussen blijvend grasland en wisselteelt voor natrium minimaal is en ook niet significant. Uit de analyse is een F van 0.004 en een P van 0.9 af te lezen.

Fosfor

Net als bij natrium geldt ook voor fosfor dat er een nihil verschil is tussen blijven grasland en wisselteelt. Met een F van 0.010 en een P van 0.9 is dit minimale verschil ook niet significant

Zwavel

Ook voor zwavel geldt een minimaal verschil tussen blijvend grasland en wisselteelt. Gemiddeld is de waarde bij blijvend grasland iets hoger dan bij wisselteelt. Het verschil voor

zwavel is ook groter dan dat van fosfor en natrium, maar met een F van 0.43 en een P van 0,51 is het niet significant.

3.4 Invloed van maaisnede.

In dit hoofdstuk is de correlatie tussen maaisnede en de nutriëntenverhouding tussen bodem en graskuil weergegeven. Vervolgens is met behulp van de ANOVA getoetst of er een verschil is tussen eerste en tweede snede.

Correlatie

Uit onderzoek blijkt dat voor alle nutriënten er nauwelijks tot geen correlatie is met de maaisnede. Ook voor alle resultaten geldt dat ze niet significant zijn al komt het resultaat voor zwavel nog in de buurt.

Calcium

Met een F van 0.33 en P van 0.56 is het verschil niet zo groot en is het niet significant. Er blijkt dat de calciumverhouding bij de eerste snede lager is dan bij de tweede snede. De gemiddelde waarde van de calciumverhouding voor de eerste snede is 11.6 en bij de tweede snede 13.1. Dit geeft wel aan dat het verschil niet zo groot is.

Magnesium

Voor magnesium geldt dat het verschil iets groter is dan bij calcium. Met een F van 0.4 en een P van 0.52 is het verschil niet significant. Bij magnesium is de waarde voor de eerste snede wel hoger dan bij de tweede snede, het tegenover gestelde van wat er bij calcium is geconstateerd.

Natrium

Het verschil bij natrium is net als bij graslandbeheer maar zeer minimaal. Uit onderzoek blijkt dat de waarde bij de tweede snede iets hoger is dan bij de eerste snede. Met een F van 0.027 en een P van 0.89 is het verschil niet significant.

Fosfor

Voor fosfor geldt als enige dat er een duidelijk verschil is te zien tussen de eerste en tweede snede. De gemiddelde waarde bij de tweede snede is 25% hoger dan bij de eerste snede. Met een F van 5.8 en een P van 0.018 is het verschil ook significant aangetoond.

Zwavel

Uit onderzoek blijkt dat er nauwelijks tot geen verschil is te zien. Met een F van 0,01 en een P van 0,89 is er geen verschil en is het resultaat niet significant. De gemiddelde waarde van zwavelverhouding is bij de eerste snede 2.9 en bij de tweede snede 3.0. Dit geeft wel aan dat het verschil minimaal is.

3.5 Interacties.

Er zijn niet zo zeer duidelijke verbanden te zien tussen de deelvragen. De spreiding van de nutriëntenverhouding tussen bodem en graskuil loopt niet ver uit elkaar. Natrium heeft de grootste spreiding van waardes in kuilgras, magnesium heeft vrijwel geen spreiding. De spreiding tussen de bedrijven op basis van de waardes die in de bodem voorkomen lopen, op zwavel na, ver uit elkaar.

Door de interactie te toetsten tussen de verschillende factoren is geconstateerd dat er geen interactie is tussen snede en grondsoort en snede en graslandbeheer. Er is wel een interactie te zien tussen grondsoort en graslandbeheer. Bij graslandbeheer is het verschil voor calcium en magnesium significant aangetoond.

In tabel 3.2 is de interactie tussen graslandbeheer en grondsoort voor magnesium te zien. Hieruit is af te lezen dat de waardes van wisselteelt op zandgrond een interactie hebben met de waardes van wisselteelt op kleigrond en de waardes van blijvend grasland op zandgrond.

Tabel 3.2 Interactie magnesium

Post-Hoc Vergelijkingen - Graslandbeheer * Grondsoort

		Gemiddeld Verschil	Std. Fout	t	p tukey
B, K	W, K	-50.404	21.549	-2.339	0.096
	B, Z	-21.698	14.942	-1.452	0.470
	W, Z	39.873	18.367	2.171	0.138
W, K	B, Z	28.705	18.177	1.579	0.395
	W, Z	90.277	21.084	4.282	< .001
B, Z	W, Z	61.571	14.262	4.317	< .001

Tabel 3.3 Interactie natrium.

Post-Hoc Vergelijkingen - Graslandbeheer * Grondsoort

		Gemiddeld Verschil	Std. Fout	t	p tukey
B, K	W, K	-19.595	3.147	-6.226	< .001
	B, Z	-6.055	2.182	-2.774	0.033
	W, Z	3.553	2.683	1.324	0.550
W, K	B, Z	13.540	2.655	5.100	< .001
	W, Z	23.148	3.079	7.517	< .001
B, Z	W, Z	9.607	2.083	4.612	< .001

In tabel 3.3 is te zien dat ook hier de waardes van wisselteelt op zandgrond een interactie hebben met de waardes van wisselteelt op kleigrond en de waardes van blijvend grasland op zandgrond. Daarnaast is er ook een interactie tussen blijvend grasland op zand en wisselteelt op klei. Wisselteelt op klei heeft vervolgens ook een interactie met blijvend grasland op klei.

Tabel 3.4 interactie zwavel

Post-Hoc Vergelijkingen - Graslandbeheer * Grondsoort

		Gemiddeld Verschil	Std. Fout	t	p tukey
B, K	W, K	-2.985	1.193	-2.502	0.066
	B, Z	-0.947	0.827	-1.144	0.663
	W, Z	1.181	1.017	1.161	0.653
W, K	B, Z	2.038	1.006	2.025	0.186
	W, Z	4.166	1.167	3.568	0.003
B, Z	W, Z	2.127	0.790	2.694	0.040

In tabel 3.4 is weer een interactie te zien waarbij wisselteelt zandgrond een rol speelt. De interactie is met wisselteelt op kleigrond en blijven grasland op zandgrond.

4. Discussie

In dit onderzoek is gekeken of er een correlatie is tussen nutriënten in de bodem en in graskuil. Het is relevant voor veehouders want, wanneer er een correlatie blijkt te zijn dan kunnen melkveehouders in het vervolg met bodembeheer, bouwplan en bemesting sturen om te kunnen voorzien in de mineralen behoefte van hun vee en zo een bijdrage leveren aan de gezondheid van hun vee. Bij een balans tussen de behoefte van het vee en de aanwezige mineralen in het ruwvoer kan de aankoop van 'extra' mineralen via mengvoer of mineralenmix bespaard blijven. De doelstelling van dit onderzoek was om inzicht te geven in de correlatie tussen de nutriënten in de bodem en in graskuil. De resultaten kunnen voor veehouders zinvol zijn om te doen bepalen of er binnen de bedrijfsvoering meer wordt gestuurd op mineralen winning van eigen land.

Samenvatting resultaten per deelvraag

Deelvraag 1: Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per grondsoort en beschikbare nutriënten in graskuil?

Hieruit bleek dat er voor het nutriënt magnesium een zwakke significante correlatie was met grondsoort. Voor de drie nutriënten magnesium, natrium en fosfor geldt dat deze een verschil aantoonde die significant was tussen zand en klei. Magnesium in graskuil was hoger bij zandgronden en voor natrium en fosfor was dit andersom.

Deelvraag 2: Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per graslandbeheer en beschikbare nutriënten in graskuil?

Voor magnesium, natrium en fosfor bleek er een zwakke significante correlatie te zijn met graslandbeheer. Bij zwavel was er een middelmatige positieve correlatie die significant is aangetoond. Voor zowel magnesium, natrium, fosfor en zwavel geldt dat er een verschil is aangetoond tussen blijvend grasland en wisselteelt. In alle gevallen waren de nutriënten in de kuil hoger bij wisselteelt percelen dan blijvend grasland.

Met wisselteelt vindt er een vruchtwisseling plaats die ervoor zorgt dat de bodem vruchtbaarder wordt. Met als resultaat dat de wortels tot diepere lagen kunnen groeien en de bodem meer vocht vasthoudt. Een minder vruchtbare bodem belemmert de waterhuishouding en de groei van plantenwortels. Een verminderde wortelgroei en minder vocht in de bodem hebben een negatief effect op de nutriëntenopname door de plant (Keijzer, Van Malland, Van Agtmaal, Van Eekeren, & Pot, 2020). Vanuit de literatuur is te verklaren dat wisselteelt een positief effect kan hebben op de nutriëntenopname, dit is terug te zien in de resultaten. Mineralisatie van organische stof neemt toe bij grondbewerking (Bokhorst, 2017). Dit zorgt voor een toename van beschikbare nutriënten voor het gewas. Bij wisselteelt is de kans op een hogere beschikbaarheid van beschikbare nutriënten groter dan bij blijvend grasland.

Deelvraag 3: Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per maaisnede en beschikbare nutriënten in graskuil?

Er is voor alle nutriënten geen significant correlatie getoetst met maaisnede. De correlatie was nauwelijks tot geen en daarbij waren deze ook niet significant. Ook is er geen duidelijk

verschil aangetoond. Behalve bij zwavel waar een klein verschil is aangetoond die bijna significant is.

Verloop van het onderzoek

Een afstudeerwerkstuk schrijven, dat doe je niet even. Zo is de ervaring nu wel. In eerste instantie was er niet een uitgewerkte planning waaraan werd vastgehouden. Er is te laat begonnen met schrijven en in het begin heeft de schrijver zichzelf te weinig ingelezen om alles goed te verwoorden in het vooronderzoek. Na nuttige en kritische feedback heeft het verslag een positieve boost gekregen en heeft het vooronderzoek en het opvragen van informatie een goede vorm gekregen. Al snel bleek dat er onvoldoende resultaten waren, omdat er veelal gegevens ontbraken of de data was niet gelijk aan de eisen die daarvoor zijn gesteld in dit onderzoek. Er is gekozen om extra data op te vragen om zo meer keuze te hebben. In het vervolg moet er eerst een realistische planning worden gemaakt en dient er ver van tevoren al een onderwerp besproken te worden en dient er gezorgd te worden dat er tijdig voldoende resultaten beschikbaar zijn. Het is in het vervolg goed om in de planning op te nemen dat er iedere week of iedere twee weken een deel wordt ingeleverd voor feedback. De schrijver had nog beter kunnen communiceren met de informatieverstrekkers en de afstudeerbegeleider.

Aandachtspunten

In de inleiding staat beschreven dat er in de bodem diverse processen plaatsvinden die ervoor zorgen dat nutriënten vrijkomen voor het gras. Er zijn diverse organismen die meewerken aan het beschikbaar maken van de nutriënten voor het gras. Er zijn verschillende factoren in de bodem of natuurinvloeden die ervoor zorgen dat een bodem goed functioneert. Wanneer op de bodemanalyse een hoog aandeel nutriënten staat weergegeven hoeft dit in de praktijk niet te betekenen dat deze door de plant worden opgenomen en in de graskuil komen.

Na het schrijven van deze scriptie zijn er een aantal aandachtspunten die een rol kunnen spelen in de resultaten. Deze aandachtspunten zijn niet zo zeer toe te rekenen aan één deelvraag, maar gelden voor het gehele resultaat, vandaar dat deze niet per deelvraag zijn uitgewerkt. Over het algemeen zijn er geen resultaten die niet te verklaren zijn. Een aantal discussiepunten van dit onderzoek zijn:

- Data van grond- en kuilmonsters
- Bemesting
- Vochthuishouding

De data die beschikbaar was voor het onderzoek is niet voldoende voor een goede spreiding en betrouwbaarheid. Van iedere variant zouden eigenlijk minstens vijf en het liefst tien bedrijven met gegevens moeten zijn om een betere spreiding en betrouwbaarheid te krijgen van het onderzoek.

De monsters van de grond zijn een momentopname en zijn in de winterperiode en het vroege voorjaar gestoken. De metingen van de nutriënten op de bodemanalyse worden niet beïnvloed door weersomstandigheden of bemesting (CBAV, sd). Dit geldt uitsluitend voor 'bodemtotaalvoorraden'. De voorraden zoals deze op de bodemanalyses als 'plant beschikbaar' zijn aangegeven, zijn wel beïnvloedbaar door omgevingsfactoren zoals weersomstandigheden en bemesting. Het is mogelijk dat de 'plant beschikbaar' nutriënten door het jaar heen verschillen dankzij invloeden van weer of bemesting. Er bestaat een kans

dat een bodemanalyse in de zomer een hogere 'plant beschikbaar' getal aangeeft dan dat, dat in de winter is.

De spreiding tussen de grond en kuil monsters ligt over het algemeen tussen de vier en zes maanden. Tussen deze periode is niet bekend of de beschikbaarheid van nutriënten voor de plant is af- of toegenomen. In het onderzoek is de data ook niet omgerekend naar opbrengst per hectare. Er is een gemiddelde genomen van alle bodemanalyses en deze is vergeleken met de kuilanalyse. Er zijn meerdere percelen per kuil ingekuild, maar er is geen verschil gemaakt in grote van percelen. Een perceel van vijf hectare met een gelijke hectareopbrengst in kilogrammen drogestof als van een perceel van één hectare, heeft 5x meer invloed op de uitslag van de kuilanalyse. Om een beter beeld te hebben van de invloed van ieder perceel op de kuil, had van alle percelen de grootte en opbrengst bekend moeten zijn.

In het onderzoek is niet gekeken naar de bemesting. Bemesting van grasland wordt op elk melkveebedrijf toegepast en kan in de vorm van dierlijke mest en/of kunstmest. Meststoffen leveren nutriënten aan het gewas, die vervolgens door het gewas worden benut, (bij juiste dosering) (Verstraten, et al., 2021). In 'bemesting advies' staan meerder bemestingsadviezen beschreven. De adviezen verschillen mede door grondsoort, graslandgebruik en snede. De bemesting van grasland geeft een hogere beschikbaarheid van nutriënten en verhoogt de productie en kwaliteit van gras (Abts, et al., 2016). In welke maten er is bemest en welke meststoffen er zijn gebruikt op de bedrijven waar de data van is verkregen is onduidelijk. Er is nu geen verschil aangetoond tussen de eerste en tweede snede, maar hoe zou dat zijn als er geen bemesting is toegepast in het voorjaar en na de eerste maaisnede. Bemesting heeft invloed op de opname van nutriënten en dus ook op de mate waarin het in graskuil zit.

De huidige data bevat ook geen overzicht van de vochthuishouding in de bodem. Voedingstoffen moeten eerst in oplossing komen in bodemvocht voordat de plant deze voedingstoffen kan opnemen via de wortels (Van Eekeren, Deru, Hoekstra, & De Wit, 2018). Als er minder vocht is, komen nutriënten minder in oplossing en kan de plant deze nutriënten niet opnemen via de wortels (Keijzer, Van Malland, Van Agtmaal, Van Eekeren, & Pot, 2020). Verdichting van de bodem heeft impact op de waterinfiltratie en zo de waterhuishouding in de bodem (Keijzer, et al., 2020). In 'De relatie tussen de vochttoestand van de bodem en de vochtindicatie van de vegetatie' staat beschreven dat neerslag de grootste invloed heeft op de vochttoestand, maar dat ook de capillaire werking en de mate van vochtvasthouding door de bodem een grote rol hebben (Verburg, 1995). Zandgronden houden over het algemeen minder water vast dan kleigronden, waardoor op zandgronden relatief eerder een vochttekort ontstaat voor het gewas. Daarentegen is vocht in kleigronden vaak sterk gebonden aan bodemdeeltjes waardoor er ook slecht een kleine hoeveelheid water beschikbaar is voor de plant. De grondwaterstanden en capillaire werking van de bodem bepalen of er voldoende vocht in de wortelzone beschikbaar is voor de plant. Te hoge grondwaterstanden kunnen zuurstof in de wortelzone verdringen. Hiermee neemt de beschikbaarheid van zuurstof voor de plant en het bodemleven af. Om een beeld te krijgen van de vochthuishouding in de bodem zouden het aantal millimeters regen iedere dag gemeten moeten worden. Wellicht zou een inschatting van de capillaire werking van de bodem en de grondwaterstanden hier ook een goede toevoeging aan zijn.

5. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de deelvragen en daarmee de hoofdvraag beantwoord wat samen de conclusie vormt, verder wordt er een advies gegeven voor een eventueel vervolgonderzoek.

Het onderzoek is uitgevoerd met als doel het nagaan of er een correlatie is tussen beschikbare nutriënten in de bodem en beschikbare nutriënten in graskuil. Het is relevant voor veehouders om te weten of er een correlatie is, dat wil zeggen, wanneer de nutriënten in de bodem toe- of afnemen deze ook in graskuil toe- of afnemen. Met bodembeheer, bouwplan en bemesting sturen op een hoger aandeel mineralen van eigen land kan voor veehouders interessant zijn om te voorzien in de mineralen behoefte van hun vee. Het kan ertoe leiden dat ze minder mineralen hoeven aan te kopen in de vorm van mengvoer of een mineralenmix. Resultaten van dit onderzoek kunnen ook veeartsen, voeradviseurs en bodemadviseurs nieuwe inzichten geven, mits deze resultaten een sterke correlatie vertonen en significant zijn.

Om tot het antwoord op de hoofdvraag te komen worden eerst de conclusies van iedere deelvraag beschreven.

Deelvraag 1: Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per grondsoort en beschikbare nutriënten in graskuil?

Om te beoordelen of er een verband is tussen grondsoort en graskuil is deze toets uitgevoerd. Met de grondsoorten klei en zand is er gekeken of er een correlatie en verschil is. Er is geen tot nauwelijks significante correlatie aangetoond voor calcium, natrium, fosfor en zwavel. Voor magnesium bleek er een zwakke positieve significante correlatie te zijn. Er is dus geen verband aangetoond dat nutriënten toenemen of afnemen in graskuil door de grondsoort. Met de ANOVA is aangetoond dat geen minimale verschillen zijn tussen zand en kleigrond en deze zijn significant. Voor calcium en zwavel blijkt het verschil op kleigrond hoger te zijn dan op zandgrond. Voor magnesium, natrium en zwavel is het verschil precies andersom.

Deelvraag 2: Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per graslandbeheer en beschikbare nutriënten in graskuil?

Door graslandbeheer op te delen in blijven grasland en wisselteelt is de correlatie en het verschil getoetst. Zwavel toonde een middelmatige positieve correlatie aan die significant is. Uit de ANOVA blijkt dat er met blijvend grasland gemiddeld een hoger calcium verhouding is dan bij wisselteelt en dat deze ook bijna significant is. Voor magnesium geldt ook dat er een duidelijk verschil is, waarbij gemiddeld de verhouding voor blijvend grasland hoger is dan wisselteelt. Voor magnesium geldt dat deze significant is aangetoond. Voor natrium, fosfor en zwavel is het verschil minimaal en ook niet significant.

Deelvraag 3: Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten per maaisnede en beschikbare nutriënten in graskuil?

Er is getoetst of er een correlatie en verschil was per maaisnede, hiervoor zijn kuiluitslagen van een eerste en tweede snede gebruikt. Uit onderzoek blijkt dat er voor alle nutriënten

geen tot nauwelijks een verband is aangetoond en deze waren allemaal niet significant. Uit onderzoek blijkt ook dat minimale tot kleine verschillen zijn voor calcium, magnesium, natrium en zwavel. De verschillen waren ook niet significant. Voor fosfor geldt als enige dat er een duidelijk verschil is te zien tussen de eerste en tweede snede. De gemiddelde waarde bij de tweede snede is 25% hoger dan bij de eerste snede.

De hoofdvraag luidt:

Is er een correlatie tussen beschikbare nutriënten in de bodem en beschikbare nutriënten in graskuil?

In de praktijk blijkt dat er geen verband is, dat graskuilen afkomstig van percelen met hoge waarde aan plant beschikbare nutriënten daadwerkelijk een hoger aandeel beschikbare nutriënten bevatten.

Om tot een mogelijke ander resultaat te komen is er een vervolgonderzoek nodig dat gedetailleerder wordt uitgevoerd. Zoals in de inleiding en discussie ook al staat beschreven zijn er meerdere factoren die de nutriënten huishouding in de bodem en de opname van deze nutriënten door gras beïnvloeden. In dit vervolgonderzoek moeten proefvelden gemaakt worden op kleigrond, zandgrond en wellicht veengrond. Een proefveld waarin niet alleen wordt gekeken naar de bodemonsters en kuiluitslagen, maar waar ook factoren zoals bemesting, vochthuishouding, bodemeigenschappen meer worden betrokken in het onderzoek.

Bibliografie

- Abts, M., Anthonissen, A., Hubrecht, L., Rombouts, G., Ryckaert, I., De Vliegheer, A., . . . Odeurs, W. (2016). *Praktijkgids bemesting*. Departement Landbouw en Visserij. Opgeroepen op oktober 6, 2021, van <https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Praktijkgids%20bemesting%20-%20Grasland%20en%20voedergewassen.pdf>
- Afstudeerbegeleider.nl*. (2020). Opgeroepen op mei 24, 2021, van *Afstudeerbegeleider.nl*: <https://spsshandboek.nl/correlatie/>
- Agrifirm*, 1. (2017). Opgeroepen op januari 25, 2021, van *Agrifirm*: <https://www.agrifirm.nl/nieuws/fosfor-is-onmisbaar-voor-koeien/#:~:text=Voor%20koeien%20is%20fosfor%20de,op%20in%20speeksel%20en%20bott en.>
- Aquablend*, 1. (2020). Opgeroepen op februari 9, 2021, van *Aquablend*: <https://www.aquablend.nl/mangaan-koeien-pas-op-tekorten>
- Baarda, B. (2019). *Dit is onderzoek* (3e ed.). Groningen: Noordhoff uitgevers b.v. Opgeroepen op mei 3, 2021, van <https://www.managementboek.nl/code/inkijkexemplaar/9789001895440/dit-is-onderzoek-ben-baarda.pdf>
- Bokhorst, J. (2017). *De dynamiek tussen koolstof en stikstof in de bodem*. Goedbodembeheer. Opgeroepen op november 17, 2020, van https://irp-cdn.multiscreensite.com/1bce804b/files/uploaded/koolstof_stikstof_dynamiek.pdf
- Booij, A. (2020). Groei uit grasopbrengst. *Veeteelt Gras, 2020*, 2. Opgeroepen op mei 20, 2021, van <https://edepot.wur.nl/526021>
- Burgers, R. (2014). Juiste gift met diagnostiek en boerenverstand. *Melkvee*(12). Opgeroepen op Januari 9, 2021, van <https://edepot.wur.nl/330733#:~:text=Kennis%20zorgt%20voor%20een%20verschil,de%20voedingsbehoefte%20van%20een%20koe.&text=goed%20functionerende%20stofwisseling,het%20bloed%20naar%20de%20cel.>
- Bussink, D., Den Boer, D., Van Duinkerken, G., & Zom, R. (2007). *Mineralenvoorziening rundvee via voerspoor of bodem- gewasspoor*. Oosterbeek: Nutriënten management instituut. Opgeroepen op mei 6, 2021, van <https://edepot.wur.nl/37683>
- CBAV (Red.). (sd). Opgeroepen op november 1, 2021, van <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Bodem/Bodemmetingen.htm>
- CBAV. (sd). *Effect pH op beworteling, opname, mineralisatie en beschikbaarheid nutriënten*. (C. b. akkerbouw/vollegrondsgroententeelt, Redacteur) Opgeroepen op December 18, 2020, van *Handboek Bodem&Bemesting*: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/pH-en-bekalking/Effect-pH-op-beworteling-opname-mineralisatie-en-beschikbaarheid-nutriënten.htm>
- CBS. (2020). Opgeroepen op november 17, 2020, van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/80780ned>

- CBS. (2021). Opgeroepen op mei 5, 2021, van CBS:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71904ned/table?ts=1620238729966>
- CBS; PBL; RIVM; WUR. (2009). *Ontwikkelingen in de landbouw, 1900-2008*. Den Haag; Bilthoven; Wageningen: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS); PBL Planbureau voor de Leefomgeving; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; Wageningen University and Research. Opgeroepen op mei 20, 2021, van www.clo.nl
- Corporaal, J., & Steg, A. (1990). *Bemonstering, kwaliteit en voederwaarde van graskuil*. Lelystad: Proefstation voor de rundveehouderij. Opgeroepen op april 26, 2021, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/20636>
- Counotte, G. (2010). Kobalt. *GD herkauwer*, 7. Opgeroepen op februari 11, 2021, van <https://edepot.wur.nl/167890>
- De Brabander, D., De Campeneere, S., Ryckaert, I., & Anthonissen, A. (2011). *Melkveevoeding*. Brussel: Vlaamse overheid. doi:D/2011/3241/211
- Den boer, D., & Bakker, D. (2005). *Bemesting en kwaliteit graskuil*. Lelystad: Animal Sciences Group. Opgeroepen op april 16, 2021, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/40825>
- Eurofins agro*. (2020). Opgeroepen op januari 25, 2021, van Eurofins agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/natrium>
- Eurofins Agro*. (2020). Opgeroepen op januari 20, 2021, van Eurofins Agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/calcium>
- Foodlog*. (2019). Opgeroepen op november 17, 2020, van Foodlog: <https://www.foodlog.nl/artikel/nederland-exporteerde-vorig-jaar-voor-77-miljard-aan-zuivel/>
- Fraters, B., Boumans, L., Van Leeuwen, T., & Reijs, J. (2007). *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlakte water op landbouwbedrijven*. RIVM. Bilthoven: RIVM. Opgeroepen op april 23, 2021, van <https://edepot.wur.nl/19104>
- Goor, B. J. (1990). *Exudaten van plantewortels en microben in de rhizosfeer* (1e ed.). Naaldwijk: PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK. Opgeroepen op november 24, 2020, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/419901>
- Hendriks, C. (2011). *Quick scan organische stof: kwaliteit, afbraak en trends*. Alterra. Wageningen: Wageningen, Alterra. Opgeroepen op mei 24, 2021, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/404892>
- Historiek*. (2019). Opgeroepen op november 17, 2020, van Historiek: <https://historiek.net/sicco-mansholt-architect-europees-landbouwbeleid/75558/>
- Honig, H. (1990). *Evaluation of aerobic stability*. Grovfoder, (Sweden): Bundesforschungsanstalt fuer Landwirtschaft. Opgeroepen op mei 20, 2021, van <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=SE9211068>
- Ingvartsen, K. L., & Moyes, K. (2012). *Nutrition, immune function and health of dairy cattle*. Tjele: The Animal Consortium. doi:<https://doi.org/10.1017/S175173111200170X>
- Jetten, T., Van der Weijden, W., & Lammerts van Bueren, E. (2019). *Integrale veerkracht: van bodemgezondheid naar gezondheid van plant, dier en mens*. Utrecht: Wetenschappelijke

- Raad voor Integrale Duurzame Landbouw en Voeding. Opgeroepen op mei 20, 2021, van <http://www.ridlv.nl/>
- Keijzer, P., Van Malland, F., Van Agtmaal, M., Van Eekeren, N., & Pot, G. &. (2020). *Gezonde bodem, gewas, vee, voeding en mens*. Bunnik: Louis Bolk Instituut. Opgeroepen op Oktober 6, 2021, van <https://www.louisbolk.nl/publicaties/gezonde-bodem-gewasvee-voeding-mens>
- Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). *The contentious nature of soil organic matter*. Nature. doi:<https://doi.org/10.1038/nature16069>
- LEI; CBS. (2008). *De land- en tuinbouwcijfers*. Wageningen; Den Haag.: LEI Wageningen UR; CBS Centraal bureau voor statistiek. Opgeroepen op mei 20, 2021, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2008/33/land-en-tuinbouwcijfers-2008>
- Melkveebedrijf*, 1. (2018). Opgeroepen op januari 9, 2021, van Melkveebedrijf: <https://www.melkveebedrijf.nl/veevoer-melkvee/grasland/goed-kwaliteit-drinkwater-belangrijk-voor-melkgift/#:~:text=IJzer%20tekort%20in%20de%20koe,0%2C5%20mg%2FL>
- Miller, W. (2012). *Dairy cattle feeding and nutrition* (1e ed., Vol. 1). New York: Academic Press inc. Opgeroepen op april 26, 2021, van https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=95S9GNAich4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=feeding+cattle&ots=HmLdSuL6Gw&sig=NUJ4hc-3huJZ1MdZDyblOl5LPmU&redir_esc=y#v=onepage&q=feeding%20cattle&f=false
- Mons, G. (2020). *Agrio Melkvee*, 1. Opgeroepen op januari 9, 2021, van Agrio Melkvee: <https://www.melkvee.nl/artikel/372484-gd-ijzer-in-drinkwater-is-nergens-goed-voor/#:~:text=IJzer%20in%20drinkwater%20is%20nergens%20goed%20voor%2C%20zegt%20GD.,%2C%20mangaan%2C%20selenium%20en%20koper.>
- Muskens, J., & Coun, G. (2012). De relatie met de selenium en gezondheid. *GD Herkauwer*, 14-15. Opgeroepen op februari 12, 2021, van <https://edepot.wur.nl/222067>
- Plattelandsklassen*. (2020). Opgeroepen op november 17, 2020, van Plattelandsklassen: <http://www.plattelandsklassen.be/ons-aanbod/kennisschuur/zuivel>
- Teunis, U. (2019). Opgeroepen op november 5, 2020, van Groenkennisnet: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/BB/Colofon>
- Trouwnutrition*. (2018). Opgeroepen op februari 20, 2021, van Trouwnutrition: <https://www.trouwnutrition.nl/News/waarom-is-zink-onmisbaar-voor-uw-koe/1590373>
- Van Dijk, H. (1995). *Voederwinning, conservering en bewaring*. Lelystad: Informatie- en kenniscentrum landbouw. Opgeroepen op april 26, 2021, van <https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-353239343232>
- Van Eekeren, N., Deru, J., Hoekstra, N., & De Wit, J. (2018). *Carbon Valley*. Bunnik: Louis Bolk instituut. Opgeroepen op april 15, 2021, van https://www.vruchtbarekringloopoverijssel.nl/wp-content/uploads/2018/02/3480_2-Carbon-Valley-LR.pdf
- Van Heijst, L. (2018). *Scribbr*. (L. Van Heijst, Red.) Opgeroepen op mei 24, 2021, van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/statistiek/correlatie/>

- Van Schooten, H., & Philipsen, A. (2011). *Effect van inkuilmanagement op emissie van broeikasgassen op bedrijfsniveau*. Lelystad: Wageningen Livestock Research. Opgeroepen op april 26, 2021, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/livestock-reports/405538>
- Vanilssen, A., Nilstrem, R., & Kuslovic, A. (2020). *Medische microbiologie I: pathogenen en menselijk microbiom* (1e ed.). Cambridge Stanford Books. Opgeroepen op november 16, 2020, van https://books.google.nl/books?id=FqH5DwAAQBAJ&dq=Andreas+Vanilssen&hl=nl&source=gs_navlinks_s
- Veldkamp, H. (1980). *Oecologie van micro-organisme* (2e ed.). (H. v. H. Veldkamp, Red.) Wageningen: Pudoc, centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentaties. Opgeroepen op november 23, 2020
- Verburg, P. (1995). *De relatie tussen de vochttoestand van de bodem en de vochtindicatie van de vegetatie*. Vakgroep waterhuishouding. Wageningen: Vakgroep waterhuishouding. Opgeroepen op november 1, 2021, van <https://edepot.wur.nl/218063>
- Verstraten, J., Van Middelkoop, J., Phillipsen, A., Van Dongen, C., Bussink, D., Bos, A., . . . Van Eekeren, N. (2021). *Bemestingsadvies*. Wageningen: Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen p.a. Wageningen Livestock Research. Opgeroepen op oktober 6, 2021, van <https://edepot.wur.nl/413891>
- Wageningen UR. (2021). Opgeroepen op april 23, 2021, van Wageningen UR: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Programmas/Duurzaam-landgebruik/Gezonde-bodems.htm>
- Zanen, M., Belder, P., Cuijpers, W., & Bos, M. (2011). *Bodem Breed interreg*. BodemBreed. Opgeroepen op december 4, 2020, van <https://edepot.wur.nl/198638>

Bijlage 1 macro- en spoorelementen voor de koe

Calcium (Eurofins Agro, 2020)

Calcium is nodig voor botvorming en melkproductie. Daarnaast is calcium verantwoordelijk voor de overdracht van zenuwprikkels, de productie van hormonen, de bloedstolling, pH-regulatie van het bloed, de vruchtbaarheid en de regulatie van membraanactiviteiten. De overdracht van zenuwprikkels heeft direct effect op het bewegen van de spieren. In de koe bevindt meer dan 95% van het calcium zich in de botten. Het calcium in de botten, maar ook in de melk, komt voor in de vorm van calciumfosfaat. Voor botvorming en de productie van melk is dus zowel calcium als fosfor nodig. De verhouding tussen calcium en fosfor is daarom ook van groot belang in het rantsoen. Van alle koeien hebben de hoogproductieve dieren de grootste behoefte aan calcium. De dieren kunnen bij een tekort aan calcium in het rantsoen hun behoefte voldoen door calcium te absorberen uit de botten. De botten van een koe vormen de grootste buffer. Vitamine D reguleert met behulp van hormonen de absorptie en resorptie van calcium van en naar de botten. Naarmate het dier ouder wordt, wordt het lastiger om calcium uit de botten te mobiliseren, waarmee ook de kans op melkziekte groter wordt. Structureel een calciumtekort kan tot botontkalking en pootproblemen leiden. Daarnaast vergroot het de kans op melkziekte en kunnen spierkrampen optreden. Net als in de bodem, is ook magnesium in de koe een concurrent van calcium. Een hoog magnesiumgehalte verlaagt de calciumabsorptie en kan daarmee een indirect calciumtekort veroorzaken. Een overschot aan calcium komt nauwelijks voor, omdat het lichaam een overschot aan calcium snel kan uitscheiden. Een tijdelijk te hoog calciumniveau in het voer is daarom geen probleem, een langdurig te hoog calciumniveau kan nierproblemen veroorzaken en kan leiden tot verkalking van nieren, lever en vaatwanden.

Fosfor

Fosfor is essentieel voor jongvee, droge en melkgevende koeien. Vanaf het embryo tot aan een oude lacterende koe wordt fosfor gebruikt voor groei. Fosfor is een bouwsteen en komt vaak voor in verbinding met eiwit. Fosfor is ook betrokken bij de aanmaak van melkeiwit. Fosfor is daarnaast essentieel voor de groei van pens flora en nodig in het speeksel voor het buffersysteem. Fosfor is ook de bouwsteen voor hormonen, enzymen en celmembranen. Fosfor wordt opgeslagen in speeksel en botten. Wanneer er voldoende structuur in het rantsoen zit gaat een koe herkauwen, hierdoor komt de speekselproductie op gang. Het speeksel bevat vele enzymen die de eerste afbraak van het voer realiseren. Met het speeksel komt ook fosfor en natriumbicarbonaat in de pens van de koe. De micro-organismen in de pens vragen veel fosfor, een deel hiervan wordt geleverd via het speeksel (Agrifirm, 2017). Een tijdelijk fosfor tekort kan gecompenseerd worden via reserves. Bij een overmaat aan fosfor wordt een deel opgeslagen in de botten en een deel gaat via de mest de koe uit. Een overmaat kan ook leiden tot een lagere benutting van magnesium en sommige sporenelementen (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011).

Bij een fosfortekort haalt de koe fosfor uit de voorraad in de botten. Bij jongvee kan dit een groeiachterstand opleveren. Droge koeien kunnen melkziekte-achtige verschijnselen vertonen zoals het niet meer kunnen staan. Bij koeien in lactatie daalt de voeropname omdat er onvoldoende fosfor is voor de speekselproductie. Verder vertoont de koe klachten als melk- en melkeiwitproductiedaling en een verminderde vruchtbaarheid (Agrifirm, 2017).

Magnesium (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011)

Magnesium zit net als calcium en fosfor in het lichaam van de koe opgeslagen in het beenweefsel. Een koe bevat slechts 200-300 gram magnesium tegenover 9 kg calcium en 6 kg fosfor. Dit betekent dat een koe bij een tekort aan magnesium slechts een klein deel kan halen uit de reserves, waardoor een tekort vrij vlg gevolgen kan hebben. Magnesium wordt slecht geabsorbeerd door een koe. De absorptie wordt sterk beïnvloed door het kaliumgehalte in het rantsoen. Een hoog kaliumgehalte zorgt voor een lagere absorptie van magnesium. Ook een fosforovermaat zorgt voor een lagere absorptie. Maisproducten, voederbieten en granen hebben een tekort aan magnesium. Gras bevat vaak voldoende magnesium, maar dit is afhankelijk van het kalium in het gras en dus ook afhankelijk van de bemesting. Het is tijdens het weiden soms aan te raden om extra magnesium in het krachtvoer te laten doen of een magnesiumbolus te geven aan de koeien om zo een tekort aan magnesium te voorkomen. Een tekort resulteert in een lagere voeropname, nervositeit, overprikkelijkheid en kopziekte. Een koe kan een overmaat aan magnesium goed verdragen. Bij een hele erge overmaat kan het leiden tot een verlaagde voeropname en diarree.

Natrium

Natrium is goed oplosbaar. Dit geldt niet voor calcium, fosfor en magnesium. Natrium vervult dankzij de goede oplosbaarheid ook belangrijke functies op celniveau. De regeling van de vochtbalans, het zorgt voor een evenwicht van intra- en extracellulaire vloeistof en het zorgt voor de buffering van de pH in de pens (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). Natrium speelt samen met chloor en kalium een essentiële rol bij de osmotische druk van lichaamscellen en daarmee de vochtuithouding van het lichaam. Samen bepalen deze mineralen het kation-anion-verschil, ook wel zuur-base-evenwicht van het rantsoen en van het lichaam. Natrium speelt net als magnesium een rol bij de overdracht van zenuwprikkels. Natrium is ook betrokken bij de productie van enzymen die essentieel zijn voor de absorptie van glucose en bepaalde aminozuren. Ook heeft natrium een bufferfunctie in het maagdarmkanaal in de vorm van natriumcarbonaat en natriumfosfaat. Natriumbicarbonaat is belangrijk bij de vertering en komt via het speeksel terecht in de pens (Eurofins agro, 2020). Een Natrium tekort heeft weinig specifieke gebrek verschijnselen, maar kan leiden tot een daling van de voeropname, vruchtbaarheid en productie. Er zijn aanwijzingen dat hogere natriumgehalten kunnen resulteren in een hogere melkproductie. Proeven toonden aan dat natrium bemesting op gras vaak de grasopname verhoogt en dus ook de melkproductie. Een overschot aan natrium is niet direct schadelijk.

Het blijft wel noodzaak dat een dier voldoende water kan opnemen. Een hoog zoutgehalte in het bloed dient een koe af te kunnen voeren via de urine, hiervoor is wel voldoende wateropname nodig. Zoutvergiftiging kan ontstaan als koeien zout water drinken, bijvoorbeeld op percelen vlak bij de zee waar zout en zoet water in elkaar stromen (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011).

Kalium (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011)

Kalium heeft zoals bij natrium al vermeld, een rol in de kation-anion balans. Kalium verzorgt een rol in de productie van enzymen en de overdracht van spierprikkel. Hogere kaliumgehalten remmen de magnesium absorptie af en verhogen daardoor het risico op kopziekte. Een tekort aan kalium leidt tot een vermindering van de voer- en wateropname en dus een lagere melkproductie.

Zwavel (Den boer & Bakker, 2005)

Zwavel is een bestanddeel van de aminozuren methionine en cysteïne. De aminozuren zijn een essentieel onderdeel van melkeiwit en van lichaamseiwitten. Zwavel heeft ook een belangrijke rol in de pens, het is van belang voor het functioneren en groeien van pens bacteriën. Afhankelijk van de melkproductie moet het rantsoen 1,1 – 2.0 gram zwavel per kilogram drogestof bevatten. Een hoog zwavelgehalte kan leiden tot een lagere opname van koper. Een hoog zwavelgehalte samen met een hoog molybdeengehalte versterkt het effect van lage koperopname.

Mangaan (Aquablend, 2020)

Mangaan is een spoorelement dat nodig is voor de bot- en kraakbeenvorming, en dus voor een sterk lichaam en gezonde benen en klauwen. De hoornkwaliteit en klauwgezondheid wordt mede bepaald door mangaan. Verder draagt mangaan bij aan de bescherming van lichaamscellen en aan de energievoorziening van het lichaam om allerlei processen te kunnen uitvoeren. Mangaanopname wordt beïnvloed door calcium, fosfaat en ijzer. Bij een te hoge waarde van deze mineralen vermindert de opname van mangaan. Mangaan dient in een juiste combinatie in het voer te zitten met zink en biotine om een goede opname te krijgen. Een mangaan tekort bij koeien kan direct effect hebben op de ongeboren kalveren, ze kunnen groeiachterstand oplopen of zelfs een groeiafwijking hebben in de botten. Ook de vruchtbaarheid kan verminderen bij een tekort aan mangaan. Bij een overschot aan mangaan kan het zijn dat de ijzeropname lager wordt en daardoor kan bloedarmoede ontstaan, alleen een koe kan redelijk wat mangaan verdragen en het ijzergehalte in het voer is normaal gesproken meer dan voldoende. Een mangaan tekort, komt zeer zelden voor. Het mangaangehalte in het gras is lager als de pH-waarde van de grond hoger is.

Ijzer

Een ijzertekort komt bijna nooit voor doordat er vaak genoeg in het gras zit. Het effect van ijzer toevoegen aan drinkwater is dus ook af te raden (Mons, 2020). Een ijzertekort in de koe

kan zorgen voor diarree en een verminderde opname van andere elementen zoals koper en zink (Melkveebedrijf, 2018). Een te hoge ijzeropname kan leiden tot ijzerstapeling in de lever. Dit heeft een negatief effect op leverfunctie en de weerstand. Daarnaast smaakt ijzerachtig water vies, waardoor koeien minder water opnemen en dat is nadelig voor de melkproductie. Bovendien verdringt ijzer de opname van andere belangrijke mineralen en sporenelementen, zoals zink, mangaan, selenium en koper (Mons, 2020). IJzer is onmisbaar voor hemoglobine. Dat is een eiwit in het bloed dat verantwoordelijk is voor het transport van zuurstof van de longen naar de cel. IJzer wordt opgenomen in de darmen en in het bloed gebonden door transferrine. Transferrine is een transporteiwit dat ijzer aflevert in cellen (Burgers, 2014).

Koper (Burgers, 2014)

In het bloed is ongeveer 95% van het koper gebonden aan ceruloplasmine. Koper wordt vanuit de darm naar de lever getransporteerd en wordt daar opgeslagen. Daarna kan het koper uit de lever worden opgenomen door ceruloplasmine en ter beschikking worden gesteld aan andere organen of het wordt uitgescheiden met de gal. Ceruloplasmine is net als transferrine een transporteiwit. Koper en ijzer werken met elkaar en tegen elkaar. Bloedarmoede hoeft niet persé een gevolg te zijn van een ijzertekort, want koper kan ook voor bloedarmoede zorgen. Koper is via enzymen ook belangrijk voor de weerstand en heeft daarnaast invloed op de vorming van collageen. Collageen zit in bindweefsel en botten. Bij een tekort aan koper kan er bij jonge dieren een woekering van het bot worden veroorzaakt en dan krijgen ze zogenoemde 'blokvoetjes'. Koper wordt ook gebruikt voor de pigmentvorming. Een ruigere doffe vacht kan het gevolg zijn van een kopertekort. Net als bij ijzer kan ook koper bij een overvoeding ophouden in de lever. Bij onvoldoende afvoer naar de galblaas kan de lever beschadigd raken door een overmaat aan koper.

Selenium

Selenium wordt niet snel opgenomen, omdat het eerst moeten worden ingebouwd in de lever in een enzym 'GSH-Px' dat in het weefsel zit. Het duurt 2 tot 3 maanden voordat selenium is opgenomen door de koe en echt actief is in het lichaam. In de praktijk betekent dit dat er op tijd moet worden begonnen met extra Selenium gift wanneer er tekorten worden verwacht (Muskens & Coun, 2012). Selenium is een spoorelement dat belangrijk is voor de weerstand. Witte bloedcellen ruimen bacteriën op. Deze bacteriën worden vervolgens opgevreten door zuurstofradicalen. Deze kunnen na het opvreten van de bacteriën schade aanrichten aan de celwand van de witte bloedcellen. Deze zuurstofradicalen dienen dus na hun verrichte werk ook afgebroken te worden. Selenium is bij deze afbraak betrokken samen met het enzym 'GSH-Px'. Een tekort aan selenium zorgt ervoor dat de witte bloedcellen beschadigd raken en niet voldoende hun werk kunnen doen en een overmaat zorgt ervoor dat de zuurstofradicalen te snel worden afgebroken, waardoor bacteriën in de witte bloedcellen achterblijven. Beide gevallen leidt dus tot een verminderde weerstand. Dit kan zich uiten in uierontsteking, aan de nageboorte blijven

staan en soms leidt het tot spierproblemen. Vitamine E heeft ook als functie om het immuunsysteem te verbeteren en te zorgen voor een goede weerstand. Er is aangetoond dat selenium en vitamine E veel met elkaar gemeen hebben. Ze kunnen elkaar voor een deel, maar niet geheel vervangen (Burgers, 2014). Niet alleen de weerstand is afhankelijk van selenium, ook de groei wordt er deels door bepaald. Selenium speelt ook een rol bij de vorming van het schildklierhormoon. Het schildklierhormoon is van belang bij de stofwisseling en zorgt voor een gezonde groei (Muskens & Coun, 2012).

Kobalt

Kobalt is nodig voor de aanmaak van een aantal B-vitamines. De B-vitamines spelen een rol in de energiehuishouding van mens en dier. Voor de omzetting van suikers naar bruikbare energie heeft een koe B1, B6, B9 en B12 vitamines nodig. B12 is een essentiële vitamine, omdat deze niet in het voer zit zoals de andere vitamines. De koe moet deze zelf aanmaken. B12 wordt door de pens-bacteriën aangemaakt. Vitamine B12 wordt ook wel cobalamine genoemd. Cobalamine wordt gemaakt vanuit kobalt. Als er te weinig kobalt aanwezig is, kan er dus ook geen vitamine B12 worden gemaakt. Als de omstandigheden in de pens niet optimaal zijn kan er ook geen B12 worden gemaakt. Dit gebeurt bijvoorbeeld als er chronische pens verzuring is, dan krijgen andere bacteriën in de pens de overhand waardoor de bacteriën die B12 maken niet goed kunnen functioneren (Counotte, 2010).

Kobalt is dus belangrijk voor de pens vertering bij de koe en dient als bouwsteen van vitamine B12. Er is een positief verband tussen de kobalt voorziening en het vitamine B12 gehalte in het bloed en de melk. Een tekort aan kobalt veroorzaakt een mindere eetlust, een verlaagde vruchtbaarheid, lik zucht en in de zomer een verhoogde gevoeligheid voor hittestress. Mais en granen bevatten weinig kobalt, graslandproducten voldoen vaak aan de behoefte en vlinderbloemige zoals luzerne en klaver hebben vaak een overschot aan kobalt (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). Vitamine B12 is van belang voor een goede omzetting van vetten naar energie, het speelt ook een rol bij de bouw van genen. Het is nodig voor het omzetten van propionzuur naar glucose. Glucose wordt opgenomen door de rode bloedcellen en hersencellen dus het glucosegehalte in het bloed dient altijd voldoende te zijn. In de melk zit veel B12, omdat dit van nature voor het kalf is. Een kalf heeft zeker in de eerste weken nog geen goede pens werking waardoor er niet genoeg vitamine B12 wordt gemaakt. Via de melk krijgt het kalf voldoende binnen (Counotte, 2010).

Zink

Zink is belangrijk voor de stofwisseling, voortplanting en van belang voor het immuunsysteem. Koeien nemen zink op in de dunne darm en bouwen geen zink reserve op waardoor er bij een tekort in de voeding al sprake is van een gebrek (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). Zink is een onderdeel van vele enzymen die betrokken zijn bij het energiemetabolisme en eiwitvorming. Een zinktekort beïnvloedt de aanmaak van belangrijke vruchtbaarheidshormonen, waardoor de ontwikkeling van de eicel

of het embryo wordt beperkt. Ook is zink een onderdeel van hormonen die betrokken zijn bij het afweermecanisme. Zink wordt veel gebruikt in combinatie met biotine voor de vorming van hoornweefsel. Dit resulteert in hardere klauwen (Waarom is zink onmisbaar voor uw koe?, 2018).

Bijlage 2. Dataset

Bedrijf	Graslandbeheer	Grondsoort	Snede	G_Ca	G_Mg	G_Na	G_P	G_S	K_Ca	K_Mg	K_Na	K_P	K_S	G/K_Ca	G/K_Mg	G/K_Na	G/K_P	G/K_S
1 B	Z	1	263	84	11	1,4	23	5,2	2	2,9	3,7	2,5	42	51	42	4	0	9
1 B	Z	1	84	76	12	3,7	7	5,2	2	2,9	3,7	2,5	38	16	38	4	1	3
1 B	Z	1	80	93	8	1,4	8	5,2	2	2,9	3,7	2,5	47	15	47	3	0	3
1 B	Z	1	223	82	14	1,8	11	5,2	2	2,9	3,7	2,5	41	43	41	5	0	4
1 B	Z	1	55	105	16	2,6	12	5,2	2	2,9	3,7	2,5	53	11	53	6	1	5
1 B	Z	1	240	425	75	9,6	13	5,2	2	2,9	3,7	2,5	213	46	213	26	3	5
1 B	Z	1	115	390	80	1,7	51	5,2	2	2,9	3,7	2,5	195	22	195	28	0	20
1 B	Z	1	25	405	50	7,7	17	5,2	2	2,9	3,7	2,5	203	5	203	17	2	7
1 B	Z	1	160	295	25	11	15	5,2	2	2,9	3,7	2,5	148	31	148	9	3	6
1 B	Z	1	25	215	20	6,4	14	5,2	2	2,9	3,7	2,5	108	5	108	7	2	6
1 B	Z	1	25	350	25	3,7	12	5,2	2	2,9	3,7	2,5	175	5	175	9	1	5
1 B	Z	1	55	195	20	4,5	10	5,2	2	2,9	3,7	2,5	98	11	98	7	1	4
1 B	Z	1	55	350	45	3,6	13	5,2	2	2,9	3,7	2,5	175	11	175	16	1	5
1 B	Z	1	75	495	70	2,8	17	5,2	2	2,9	3,7	2,5	248	14	248	24	1	7
1 B	Z	2	263	84	11	1,4	23	5,1	2,2	3	3,8	2,8	38	52	38	4	0	8
1 B	Z	2	84	76	12	3,7	7	5,1	2,2	3	3,8	2,8	35	16	35	4	1	3
1 B	Z	2	80	93	8	1,4	8	5,1	2,2	3	3,8	2,8	42	16	42	3	0	3
1 B	Z	2	223	82	14	1,8	11	5,1	2,2	3	3,8	2,8	37	44	37	5	0	4
1 B	Z	2	55	105	16	2,6	12	5,1	2,2	3	3,8	2,8	48	11	48	5	1	4
1 B	Z	2	240	425	75	9,6	13	5,1	2,2	3	3,8	2,8	193	47	193	25	3	5
1 B	Z	2	115	390	80	1,7	51	5,1	2,2	3	3,8	2,8	177	23	177	27	0	18
1 B	Z	2	25	405	50	7,7	17	5,1	2,2	3	3,8	2,8	184	5	184	17	2	6
1 B	Z	2	160	295	25	11	15	5,1	2,2	3	3,8	2,8	134	31	134	8	3	5
1 B	Z	2	25	215	20	6,4	14	5,1	2,2	3	3,8	2,8	98	5	98	7	2	5
1 B	Z	2	25	350	25	3,7	12	5,1	2,2	3	3,8	2,8	159	5	159	8	1	4
1 B	Z	2	55	195	20	4,5	10	5,1	2,2	3	3,8	2,8	89	11	89	7	1	4

Bijlage 3. Datum van data

Bedrijf	Grond	Kuil 1e	Kuil 2e
1	5-1-2020	14-5-2020	1-7-2020
2	8-1-2019	8-5-2019	2-7-2020
3	13-2-2020	28-4-2020	28-6-2020
4	9-1-2020	6-5-2020	2-7-2020
5	15-2-2019	13-5-2019	14-7-2019
6	3-2-2019	29-4-2019	26-6-2019
7	23-3-2020	12-5-2020	5-7-2020
8	2-1-2020	5-5-2020	28-6-2020
9	6-2-2019	7-5-2019	28-6-2019

Bijlage 4. Checklist schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren 2021

Naam: Tom van Dijk

Klas: 4 DVO

*De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn 'killing points'. Wanneer de beoordelaar daarvan meer dan vijf heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan.*

1. Het taalgebruik

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden; het rapport/verslag is dan afgekeurd
- ☐ Heeft een actieve schrijfstijl
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief
- ☐ Is coherent (verwijs- en verbindingswoorden)
- ☐ Heeft een adequate interpunctie
- ☐ Bevat niet de persoonlijke voornaamwoorden 'ik/mij/me, jij/je/jou, jullie, u, wij/we/ons'
- ☐ Is doelgroepgericht
- ☐ Heeft een uniforme stijl

2. De ordening

- ☐ Het verslag/rapport heeft een logisch opbouw
- ☐ Elk hoofdstuk heeft een logische alineastructuur
- ☐ Elk hoofdstuk kent een introductie (m.u.v. H.1)

3. Het rapport/verslag

- ☐ Is vrij van plagiaat
- ☐ De pagina's zijn genummerd
- ☐ Heeft een uniforme opmaak

4. De omslag

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

5. De titelpagina/het titelblad

- ☐ Heeft een specifieke titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)

6. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

7. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk/gestructureerd
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

8. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat de conclusies
- ☐ Bevat suggesties voor verder onderzoek

- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

9. De inleiding

- ☐ Is hoofdstuk 1
- ☐ Beschrijft het kader/de context en de aanleiding
- ☐ Geeft inhoudelijke relevante achtergrondinformatie
- ☐ Bevat de probleemstelling/de onderzoeksvraag
- ☐ Vermeldt het doel
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag

10. Materiaal en methode

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de probleemstelling/de onderzoeksvraag
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

11. De (opmaak van de) kern

- ☐ De hoofdstukken en de (sub)paragrafen met maximaal drie niveaus zijn genummerd
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)
- ☐ De tabellen zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen
- ☐ De tekst bevat verwijzingen naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen

12. De discussie

- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

13. De conclusies en aanbevelingen

- ☐ Bevatten antwoord(en) op de onderzoeksvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie

14. De bronvermelding

- ☐ Verwijzingen in de tekst zijn conform de APA-normen
- ☐ De bronnenlijst is conform de APA-normen

15. De bijlagen

- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse
- ☐ Zijn overzichtelijk weergegeven