

Fosfortekort, een (toekomstig) probleem voor de Nederlandse melkveesector?

Een literatuurstudie naar de benutbaarheid van fosfor binnen de huidige wet- en regelgeving in de Nederlandse melkveesector.



Afstudeerwerkstuk

Daarle, november 2020

Auteur

Jim Fokke
Aeres Hogeschool, Dronten
Bachelor Dier- en Veehouderij (deeltijd)
D4DV
✉ 3024912@aeres.nl
☎ 06 - 25 16 85 12

Afstudeerdocent

Wander Postma – Aeres Hogeschool
✉ w.postma@aeres.nl

Opdrachtgever

Aeres Hogeschool Dronten

Begeleiders C.A.V. Den Ham

Matthijs van Ommen – rundveeadviseur
✉ m.vanommen@cavdenham.nl

Henri Kolkman – technisch specialist rundvee
✉ h.kolkman@cavdenham.nl

DISCLAIMER

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

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk geschreven door een vierdejaarsstudent dier- en veehouderij van Aeres Hogeschool te Dronten, welke is geschreven in de periode januari tot en met november 2020.

In dit afstudeeronderzoek is een literatuurstudie gedaan om melkveehouders en andere geïnteresseerden meer inzicht te geven omtrent fosfor in deze sector gelet op de huidige wet- en regelgeving.

De onderzoeksvraag en dit onderzoeksplan zijn tot stand gekomen na aanleiding van meerdere gesprekken met Matthijs van Ommen (rundveeadviseur bij C.A.V. Den Ham) en Henri Kolkman (technisch specialist rundvee bij C.A.V. Den Ham). Zij gaven adviezen om het onderzoek passend te maken binnen de kaders van het bedrijf en de opdracht gegeven door Aeres Hogeschool Dronten. Afstudeerbegeleider Wander Postma (docent Aeres Hogeschool Dronten) heeft begeleiding geboden bij het opstellen van dit onderzoeksplan binnen de kaders van de afstudeeropdracht. Matthijs van Ommen en Henri Kolkman boden hulp bij de uitvoering van de literatuurstudie.

Tijdens de voorbereiding en de uitvoering van het onderzoek zijn alle betrokkenen bereid geweest vragen te beantwoorden en hebben ze tijd vrij gemaakt voor bijeenkomsten en telefonisch contact. Daarnaast heb ik dankbaar gebruik gemaakt van de gegeven feedback. Bij dezen bedank ik hen hartelijk voor de goede begeleiding.

Ik wens u veel leesplezier toe!

Jim Fokke

Daarle, 30 november 2020

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Summary	6
1.1 Achtergrond	7
1.2 Aanleiding	8
1.3 Relevantie van het onderzoek.....	12
1.3.1 Poll social media	12
1.4 Theoretisch kader	13
1.4.1 Literatuur.....	13
1.4.2 Knowledge gap	20
1.4.3 Afbakening	20
1.5 Hoofdvraag en deelvragen	20
1.6 Doelstelling	20
2 Aanpak	22
3 Resultaten	24
3.1 Hoe groot is het verschil van de P- benutbaarheid tussen melkveeantsoenen?.....	24
3.1.1 Onderzoek SFR	24
3.1.2 Onderzoek Wageningen UR	30
3.2 Hoe groot zijn de verschillen tussen graskuilen, wat betreft de P- benutbaarheid?	34
3.2.1 Maaistadium	34
3.2.2 P-beschikbaarheid per seizoen, regio en jaren	35
3.2.3 Grondsoort	36
3.2.4 Ontwikkeling bepaling P- beschikbaarheid	37
3.3 Welke verschillen worden waargenomen bij verschillende mengvoergrondstoffen op het gebied van de P- benutbaarheid?	38
3.3.1 Verband eiwit en P-gehalte	38
3.3.2 Kenmerken krachtvoergrondstoffen	41
3.4 Welke manieren kunnen melkveehouders toepassen om de P- benutbaarheid te verbeteren?	43
3.4.1 Efficiënter omgaan met P	43
3.4.2 De kringloopwijzer.....	45
4 Discussie	48

5 Conclusie en aanbevelingen	50
Conclusies.....	50
Aanbevelingen.....	52
Bronnenlijst.....	53
Bijlagen	57
Bijlage 1 Excretieforfaits tabel.....	58
Bijlage 2 Poll social media.....	59

Samenvatting

In deze literatuurstudie is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kan de P-behoefte van melkkoeien gedekt blijven worden bij afnemende P- toediening in de Nederlandse melkveehouderij?

Deze vraag is tot stand gekomen naar aanleiding van aanpassingen in de Nederlandse wet- en regelgeving om de uitstoot van P te beperken en op deze manier 'onder' het fosfaatexcretieplafond te blijven. Hierdoor staat de P-behoefte van melkveekoeien onder druk.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is een literatuurstudie uitgevoerd met als doel geïnteresseerden informeren over de gevolgen van de genomen maatregelen en hen concrete handvatten te bieden voor in de praktijk. Er is gebruik gemaakt meerdere wetenschappelijke databanken en rapporten van organisaties welke informatie bevatten over de P- benutbaarheid. De verkregen informatie is kritisch vergeleken. Hieruit volgden onder andere de volgende resultaten:

- De hoeveelheid P en de structuurwaarde welke toegediend worden op het rantsoen, kunnen invloed hebben op kenmerken en prestaties van de melkkoe.
- Het aandeel P in een rantsoen kan verlaagd worden, mits het absorptiepercentage hoog is.
- Het blijkt dat er een dalende trend gaande is wat betreft P- gehalten in graskuilen, waardoor de komende jaren op gelet moet worden op de P- beschikbaarheid.
- De benutbaarheid van P in graskuilen is afhankelijk van de P- beschikbaarheid in graskuilen.
 - Door gebruik te maken van de P- index, kan mogelijk bespaard worden op de P- aanvoer. Daarnaast zorgt een korter maaistadium voor een betere P- beschikbaarheid. Hierdoor kan het P dat aanwezig is in graskuilen efficiënter gebruikt worden, wat indirect positief is voor de P- benutbaarheid.
- Door afbraak en verteringskenmerken tussen P en eiwit te vergelijken, kunnen er verbanden worden geconstateerd tussen mengvoergrondstoffen. Hierdoor kunnen rantsoenen nauwkeuriger worden opgesteld, wat de P- benutting ten goede komt.
- Door verschillende maatregelen te treffen in het management op bedrijven, kan een hogere P- benutbaarheid worden gerealiseerd. Dit kan met name door de P- aanvoer te beperken, het teeltplan aan te passen en het graslandmanagement te verbeteren. Daarnaast is een tool in ontwikkeling die melkveehouders kan helpen een hogere P- benutting te realiseren.

Om melkkoeien ook in de toekomst van voldoende P te voorzien, dient er aandacht te worden besteed aan het monitoren van het P- gehalte in graskuilen omdat deze een zeer dalende trend laat zien. Daarnaast dient gelet te worden op de bodemvruchtbaarheid, met name op zandgronden. De tool dient verder te worden ontwikkeld, om melkveehouders meer handvatten te bieden omtrent P-gebruik.

Summary

The following main question has been formulated in this literature study:

How can the P requirement of dairy cows be met with decreasing P application in Dutch dairy farming?

This question arose as a result of changes in Dutch legislation and regulations to limit the emission of P and in this way to remain "below" the phosphate excretion ceiling. This puts the P requirement of dairy cows under pressure.

In order to answer the main question, a literature study was carried out with the aim of informing interested parties about the consequences of the measures taken and offering them concrete tools for practice. Several scientific databases and reports from organizations have been used which contain information about the P utilization. The information obtained has been critically compared. This resulted in the following results:

- The amount of P and the structure value that are added to the ration can influence the characteristics and performance of the dairy cow.
- The proportion of P in a ration can be reduced, provided the absorption percentage is high.
- It appears that there is a downward trend in the P levels in grass silages, which means that attention must be paid to P availability in the coming years.
- The utilization of P in grass silage depends on the P availability in grass silage.
 - By using the P-index, it may be possible to save on the P supply. In addition, a shorter cutting stage ensures better P availability. As a result, the P present in grass silage can be used more efficiently, which is indirectly positive for the P utilization.
- By comparing degradation and digestion characteristics between P and protein, relationships can be established between compound feed raw materials. This allows rations to be set up more accurately, which benefits P utilization.
- By taking various measures in the management of companies, a higher P-usability can be achieved. This can be done in particular by limiting the P supply, adjusting the cultivation plan and improving grassland management. In addition, a tool is being developed to help dairy farmers achieve higher P utilization, unfortunately this tool has not yet been fully developed.

In order to provide dairy cows with sufficient phosphorus in the future as well, attention must be paid to monitoring the P content in grass silages, as this shows a very downward trend. In addition, attention should be paid to soil fertility, especially on sandy soils. The tool should be further developed in order to provide dairy farmers with more guidance on phosphorus use.

Inleiding

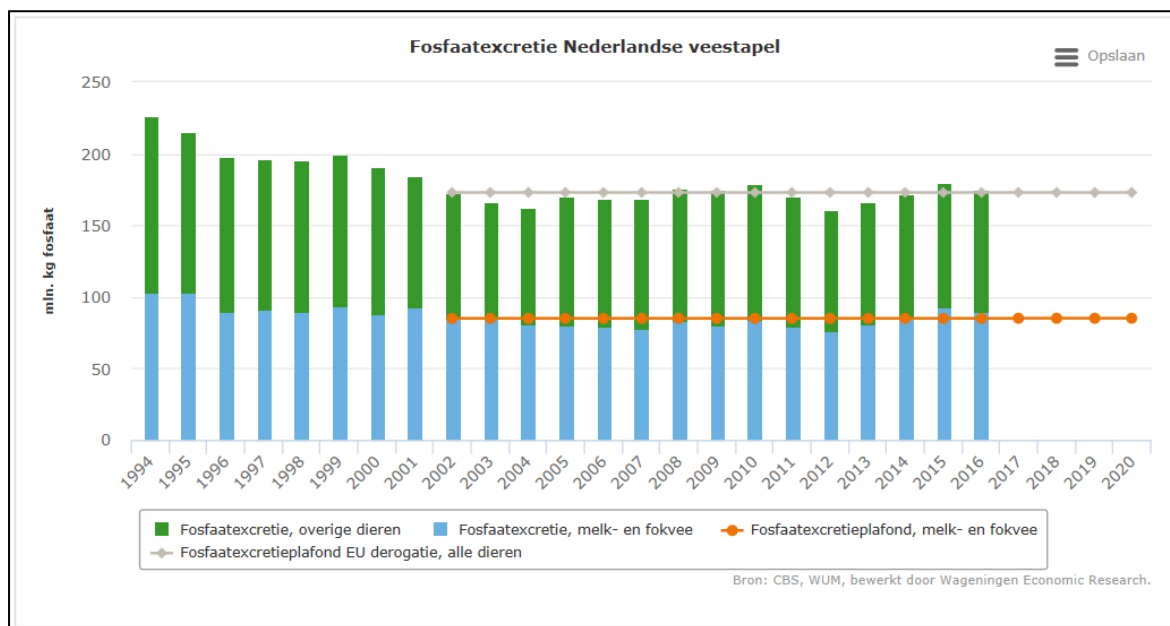
1.1 Achtergrond

De afgelopen decennia is de hoeveelheid wet- en regelgeving voor de veehouderijsectoren fors toegenomen (Hartog, Backus, Enting, Hermans, De vries, 2004). Fosfaatregelgeving is er hier één van. Fosfaat is een verbinding van fosfor (P) met zuurstof, bijvoorbeeld H_2PO_4 of P_2O_5 . Fosfaat wordt veelal gebruikt in de context van bodemkundige aspecten, het mestbeleid en bemestingsadviezen (Schoumans, Willems, Duinhoven, 2008). De fosfaatregelgeving is opgesteld doordat de Nederlandse veehouderij in 2015 meer fosfaat geproduceerd heeft dan is toegestaan op basis van Europese afspraken en dus boven het 'fosfaatexcretieplafond' kwam. De grootste toename werd veroorzaakt door de melkveehouderij. Om deze reden is sinds 1 januari 2018 het stelsel van fosfaatrechten onder andere binnen de melkveehouderij ingevoerd. Het doel van het stelsel is de productie van fosfaat reduceren tot onder het fosfaatplafond en dit door te zetten (RVO, z.d.). Gevolg van dit stelsel is een forse daling van 4% (60.000 stuks) van de melkveestapel binnen Nederland tussen 1 januari en 31 december 2018. Het aantal kalveren, pinken en vaarzen daalde in die periode met 14% (ruim 150.000 stuks). Tevens worden strengere bemestingsnormen gehanteerd. Dit heeft in de toekomst effect op het P-gehalte in het ruwvoer. Ten derde zijn de P-gehalten in de mengvoeders verlaagd om de mineralenuitscheiding van P in de mest te beperken. Ten slotte verdween bij derogatie- boeren het fosfaat uit de kunstmest (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016).

Door bovenstaande wet- en regelgeving kwam de nadruk meer en meer op P te liggen binnen de melkveesector. De veiligheidsmarge die jarenlang werd ingebouwd zodat geen enkele koe een P-tekort zou hebben verdween. Hierdoor werd P een veelbesproken 'item' omdat met name veehouders van mening waren dat het scherper voeren op P, effect had op de gezondheid en productie van de melkkoeien. Ook werden er "downer koeien" geconstateerd, dit zijn koeien met een 'hypofosfatemie', ook wel een P-tekort. Hierdoor wordt spierzwakte veroorzaakt. Redenen genoeg voor melkveehouders om te concluderen dat er beneden de P- norm werd gevoerd. Uit onderzoek naar de P-behoefte van melkvee in 2012 door Krimpen, Goessink, Heeres, & Jongbloed bleek dat de behoefte norm voeren geen problemen hoeft te geven voor de gezondheid, vruchtbaarheid of productie van de dieren. In 2019 is opnieuw onderzoek gedaan door Goselink, Bannink & Dijkstra. Hieruit bleek wederom dat verlaging van het P-gehalte in lactatiediëten geen direct schadelijke invloed heeft op de voeropname, melkgift, melksamenstelling of diergezondheid.

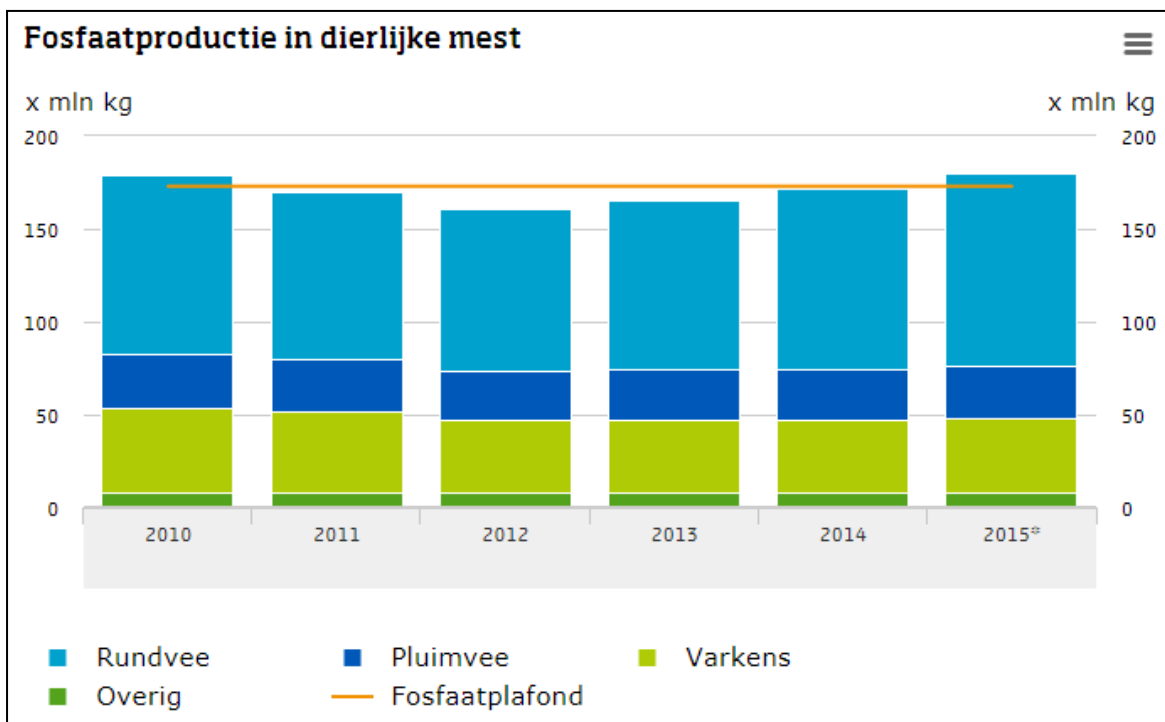
1.2 Aanleiding

Binnen de Europese Unie (EU) zijn eisen gesteld dat elk land een bepaalde hoeveelheid fosfaat mag produceren. De Nederlandse veehouderij had moeite om aan deze eisen te voldoen, waardoor het EU-fosfaatexcretieplafond in de jaren 2008, 2009, 2010, 2015 en 2016 overschreden werd (zie Figuur 1) (Koning, Šebek & Dijkstra, 2019). Deze overschrijding werd met name veroorzaakt door de afschaffing van het melkquotum op 1 april 2015. Hierdoor werden melkveehouders niet langer beperkt in de melkproductie. Als voorbereiding op de afschaffing schroefden melkveehouders in 2013 en 2014 de melkproductie per koe op. De verhoogde melkproductie veroorzaakte een hogere fosfaatproductie. Zie Bijlage 1. Tevens nam het aantal melkkoeien toe. Volgens de Landbouwtelling zijn op 1 april 2015, vijftigduizend melkkoeien meer geteld dan in 2014 en steeg de melkproductie tot 13,5 miljard kilogram (kg), een toename van 6,8 % (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016).



Figuur 1. Fosfaatexcretie (in miljoenen kg fosfaat) van de Nederlandse veestapel, voor zowel melk- en fokvee (blauwe staven) als alle overige dieren (groene staven), inclusief het fosfaatexcretieplafond voor melk- en fokvee (oranje lijn) en het totale fosfaatexcretieplafond (grijze lijn). Overgenomen uit Fosfaatexcretie melkveehouderij stijgt in 2013 van Wageningen University & Research, 2015 (<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2282&indicatorID=2454>).

Door toename van melkproductie steeg met name de fosfaatuitscheiding binnen de melkveehouderij. De sectoren pluimvee- en varkenshouderij bleef nagenoeg gelijk. Zie Figuur 2.



*Figuur 2. Fosfaatproductie in dierlijke mest. Overgenomen uit *Overschrijding fosfaatplafond hoger* van Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016 (<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/26/overschrijding-fosfaatplafond-hoger>).*

In 2016 lukte het Nederland wederom niet om zich aan de eisen van de EU te houden en kwam het wederom boven het fosfaatexcretieplafond uit. Ook op 1 januari 2017 was de productie nog 179,5 miljoen kg. Hierdoor werd in de loop van 2017 een fosfaatreductieplan ontwikkeld. In dit plan stonden een drietal maatregelen, te weten de verlaging van het P-gehalte van het voer, een subsidieregeling voor bedrijfsbeëindiging in de melkveehouderij (stoppersregeling) en een verkleining van de melkveestapel. Deze maatregelen moesten ervoor zorgen dat de fosfaatsuitscheiding in 2017 weer ruim onder het door de EU vastgestelde productieplafond van 172,9 miljoen kg uit zou komen. Dit betekende dat het gemiddelde P-gehalte van krachtvoer voor melkvee in 2017 moest worden verlaagd van 4,5 gram P per kg tot maximaal 4,3 gram. Met deze maatregel moest de fosfaatsuitscheiding in 2017 met 1,7 miljoen kg worden verminderd (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017).

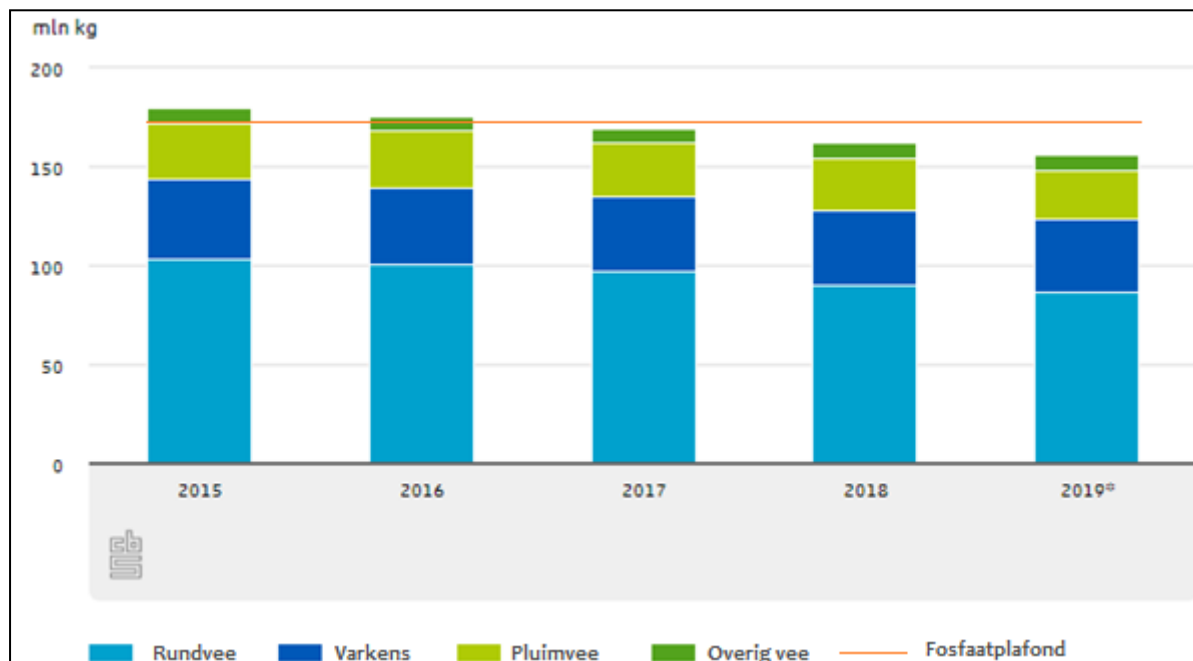
Met name door het opgestelde fosfaatreductieplan slaagde Nederland erin om de hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest laten dalen van 175,2 kg in 2016 tot 169 miljoen kg in 2017. Daardoor kwam Nederland weer onder het door de Europese Unie vastgestelde plafond van 172,9 miljoen kg fosfaat (van Bruggen, 2017). Dit kwam mede doordat de totale fosfaatproductie van de melkveesector in 2017 daalde van 89,5 miljoen kg naar 85,2 miljoen kg. De fosfaatproductie van het vleesrundvee bleef met 10,9 miljoen kg zo goed als gelijk aan het voorgaande jaar. De Nederlandse melkveesector slaagde er in 2017 in het P-gehalte te laten dalen tot 4,3 gram per kilo, een daling van ongeveer 4%. Het P-gehalte van gras en maïs, ander belangrijk voer voor melkvee, lag in 2017 op 'gangbare waarden' (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2018).

De hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest daalde van 169,0 miljoen kg in 2017 tot 162,0 miljoen kg in 2018. De fosfaatexcretie lag daardoor in dat jaar ruim onder het door de EU vastgestelde plafond van 172,9 miljoen kilogram (van Bruggen & Gosseling, 2018). De melkveesector produceerde in totaal 77,4 miljoen kg fosfaat. De melkveesector kwam daardoor 9% onder het verplichte fosfaatplafond van 84,9

miljoen kg. De fosfaatproductie van vleesrundvee steeg dat jaar overigens en zat met 11,2 miljoen kg iets hoger dan de 10,9 miljoen van een jaar eerder (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019).

Het fosfaatreductieplan, waarin melkveebedrijven van 2017 verplicht waren om melkkoeien en vrouwelijk jongvee af te voeren, heeft gezorgd voor een flinke krimp in de melkveestapel. Tussen 1 januari 2017 en 31 december 2018 nam het aantal melkkoeien met ruim 190 duizend eenheden af, een daling van 11%. Het aantal kalveren, pinken en vaarzen daalde in die periode met ruim 300 duizend, een daling van 25%. Daarnaast maakten van de circa 16 duizend melkveebedrijven bijna 600 bedrijven kenbaar dat ze met het bedrijf wilden stoppen. Mede hierdoor kwam Nederland dus ruim onder het fosfaatexcretieplafond. Een ander effect van het fosfaatreductieplan was dat in 2018 het P-gehalte in mengvoer nog verder daalde. Dit keer daalde het P-gehalte in mengvoer van 4,3 gram per kg in 2017 naar 4,1 gram per kg in 2018. Wederom een daling van ruim 4%. Het P-gehalte van gras en maïs daalde daarbij in 2018 tot onder het niveau van voorgaande jaren (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019).

In 2019 slaagde Nederland er wederom in om de fosfaatuitscheiding te laten zakken. Zie Figuur 3. De hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest was 156,0 miljoen kg en kwam daarmee 17 miljoen kg (10%) onder het fosfaatplafond van 172,9 miljoen kg. De fosfaatuitscheiding daalde in 2019 met 6,0 miljoen kg, een afname van 3,7% vergeleken met een jaar daarvoor. De fosfaatproductie van de melkveesector lag in dit jaar met 75,1 miljoen kg bijna 12% onder het fosfaatplafond voor deze sector (84,9 miljoen kg). Vleesrundvee produceerde daarnaast 11,8 miljoen kg fosfaat, ruim 2% minder dan het jaar daarvoor. Dat de fosfaatuitscheiding in dierlijke mest wederom was gedaald, kwam met name door de blijvende daling van het aantal melkkoeien en de vermindering van het aantal stuks jongvee. Maar ook het P-gehalte in mengvoer werd weer met 0,1 gram naar beneden geschroefd, waardoor het daalde van 4,5 gram per kg in 2015 naar 4,0 gram in 2019. Ook het P-gehalte van de kuilgrasoogst daalde in die periode van 4,0 tot 3,6 gram per kg (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020).



Figuur 3. Fosfaatuitscheiding in dierlijke mest. Overgenomen uit *Minder vee zorgt voor minder stikstof en fosfaat in mest* van Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020 (<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/05/minder-vee-zorgt-voor-minder-stikstof-en-fosfaat-in-mest>)

De dalingen van P- gehalten in meng- en ruwvoer veroorzaken ongerustheid bij veehouders en veeartsen. Deze dalingen kunnen gevolgen hebben voor de P-huishouding van de melkkoe. De combinatie van minder P in krachtvoer en een eventuele hogere uitstroom via melk resulteert in minder fosfaat in de mest. Een gevolg hiervan is dat minder P beschikbaar is voor gewassen, wat kan leiden tot een nog lager P-gehalte in het ruwvoer. Het aanbod van P in het voer is dus minder ruim, terwijl de behoefte (door hogere melkproductie per koe) is toegenomen (De Vries, 2019).

Normaliter kan P als kunstmest worden toegediend zodat er meer beschikbaar is voor gewassen, echter door de derogatie waar veel boeren aan mee doen en de voorwaarden die ze daarbij stellen is fosfaat in kunstmest niet toegestaan, waardoor bijsturen met fosfaat in kunstmest niet mogelijk is (RVO, z.d.). Dit was dan ook voor een aantal melkveebedrijven een reden om te stoppen met derogatie. Van alle bedrijven die deelnemen aan derogatie, zijn ongeveer 75% daarvan melkveebedrijven. Van deze melkveebedrijven stopten in 2017: 2,1%, en in 2018: 7,5%. Een andere reden waarom melkveebedrijven overwegen te stoppen met derogatie, is de 80% grasland eis. Dit omdat grasland veel meer arbeidsinzet vergt en droogtegevoeliger is dan bijvoorbeeld maïs. Daarnaast is maïs makkelijker te beregenen, past het beter bij het productiegerichte bedrijfsconcept dat de meeste melkveebedrijven in Nederland hebben en heeft maïs een hogere opbrengst per ha (Hoogeveen, Daatselaar, Prins, 2019).

Naast de invoering van het fosfaatrechtensysteem, werd er ook ingezet op het zogenaamde voerspoor. Het voerspoor heeft ervoor gezorgd dat de en negatieve fosfaatbalans heeft, met een teruglopende fosfaattoestand tot gevolg. Bij een 10% lagere fosfaatgift, betekent dit dat er nog meer bedrijven negatief uit komen op het gebied van de fosfaathuishouding. Dit heeft op korte termijn nog niet direct gevolgen voor de gewasopbrengsten, maar omdat er binnen de derogatie geen reparatiebemesting mogelijk is, geeft dit bij boeren de nodige onrust of deze ontwikkelingen geen problemen geven voor de fosfaattoestand (Hoogeveen et al., 2019).

Veel melkveehouders worden door derogatie verplicht om 80% grasland te bewerken. Daarnaast is er binnen de commissie van grondgebondenheid besloten dat van 2025 minimaal 65% van het eiwit binnen de voeding van eigen bedrijf afkomstig is. Omdat de eiwitproductie per hectare van grasland hoger is dan dat van maïs, worden melkveehouders om deze reden ook verplicht meer grasland te verbouwen, waardoor ook de deelname aan derogatie versterkt blijft (Hoogeveen et al., 2019).

Naast fosfaatmaatregelen is het kabinet in Nederland binnen het voerspoor verdergegaan met het verlagen van N- uitstoot. Er komen doelvoorschriften waarmee kan worden gestuurd op de hoeveelheid eiwit in het veevoer (Smit, 2019). Deze maatregelen geven voor veehouders naast zorgen om extra kosten die waarschijnlijk gemaakt zullen moeten worden, ook zorgen om de melkproductie die mogelijk onder druk komt te staan. Hierbij is het feit dat eiwit een sterke verhouding heeft met P, waardoor mogelijk de P-huishouding van de melkkoe nog verder onder druk komt te staan. Lage eiwitgrondstoffen veroorzaken indirect voor lagere P- gehalten in het rantsoen (Siemes, 2019).

1.3 Relevantie van het onderzoek

De meningen over P-tekorten zijn verdeeld in Nederland. Zo schrijft Jan Dijkstra in een artikel van het vakblad 'Veehouder en Veearts' over hetgeen dat veehouders uit voorzorg extra P toevoegen aan het melkveerantsoen om P-tekorten te voorkomen. Hij geeft aan te begrijpen dat veehouders zo handelen, maar dat het niet nodig is. Volgens hem hoeven melkveehouders die het management op orde hebben en de P-normen in het rantsoen aanhouden geen problemen te verwachten. "Het management is niet in orde als koeien te weinig herkauwen (dat is het geval bij onvoldoende gebalanceerde rantsoenen) waardoor de P-recycling in het lichaam vermindert en het dier extra P nodig heeft. Jan Dijkstra verwacht dat veehouders bij hittestress hun voermanagement aanpassen, anders moet er meer P gevoerd worden." (Hofstee, 2019, p. 28). Ryan van Egmond geeft een soortgelijke verklaring in het vakblad Veeteelt. In het artikel staat dat niet het P-gehalte, maar een te lage voeropname kan leiden tot een P-tekort (De Vries, 2019, p. 8.). Tevens wordt evenwichtsbemesting een belangrijk item. Wanneer hier niet aan voldaan wordt, worden er meer problemen verwacht door tekort aan ruw eiwit in het eigen voer, en P-tekorten rond het afkalven (Feenstra, 2014). Dit beaamt ook dierenarts Folkert Postma in een artikel van nieuwe oogst (Stokkermans, 2018). Robin Wolf, productmanager veehouderij bij Eurofins Agro verwacht dat de problemen mee zullen vallen. Hij geeft aan dat wanneer voldoende gras wordt gevoerd, de problemen omtrent de lagere bemestingsnormen geen tot weinig gevolgen zullen hebben (Stokkermans, 2018).

Veel melkveehouders zijn echter bang voor P-tekorten binnen de melkveestapel waardoor gezondheidsproblemen en verminderde prestaties worden verwacht. Dit vraagt volgens dierenarts Gerrit Hegen in een artikel van Veeteelt voor meer onderzoek naar P, en meer voeranalyses binnen de agrarische sector.

1.3.1 Poll social media

Om inzicht te krijgen in de huidige situatie is middels een onderzoek via social media de volgende vraag verspreid in een groep met (voornamelijk Nederlandse) melkveehouders:

Zijn er melkveehouders die wel eens koeien hebben gehad met een "fosfortekort"? En zijn er melkveehouders die bijvoorbeeld monocalciumfosfaat of een ander product toevoegen aan het rantsoen als ondersteuning op de fosforhuishouding van de koe?

In totaal hebben 121 respondenten deelgenomen. Zie bijlage 2. De respondenten kwamen grotendeels uit Nederland en een enkeling uit het buitenland. Het percentage buitenlandse respondenten was dusdanig laag waardoor het gewenste inzicht voor het onderzoek niet verstoord werd.

Het blijkt dat het merendeel van de melkveehouders (69%) ervaring heeft met P-tekorten binnen de melkveestapel en dat veiligheidsmarges worden ingebouwd deze te voorkomen. Hiervan voegt 58% standaard een ondersteunend product toe aan het rantsoen. Daarnaast blijkt dat 39% niet standaard een ondersteunend product toevoegt. Eén respondent gaf aan enkel een ondersteunend product toe te voegen in de droogstand. Twee respondenten gaven aan enkel op koeniveau te behandelen, dus na constatering of vermoeden van een P-tekort. 31% van de respondenten geven aan geen ervaringen te hebben met P-tekorten binnen de melkveestapel.

1.4 Theoretisch kader

1.4.1 Literatuur

Chemisch element

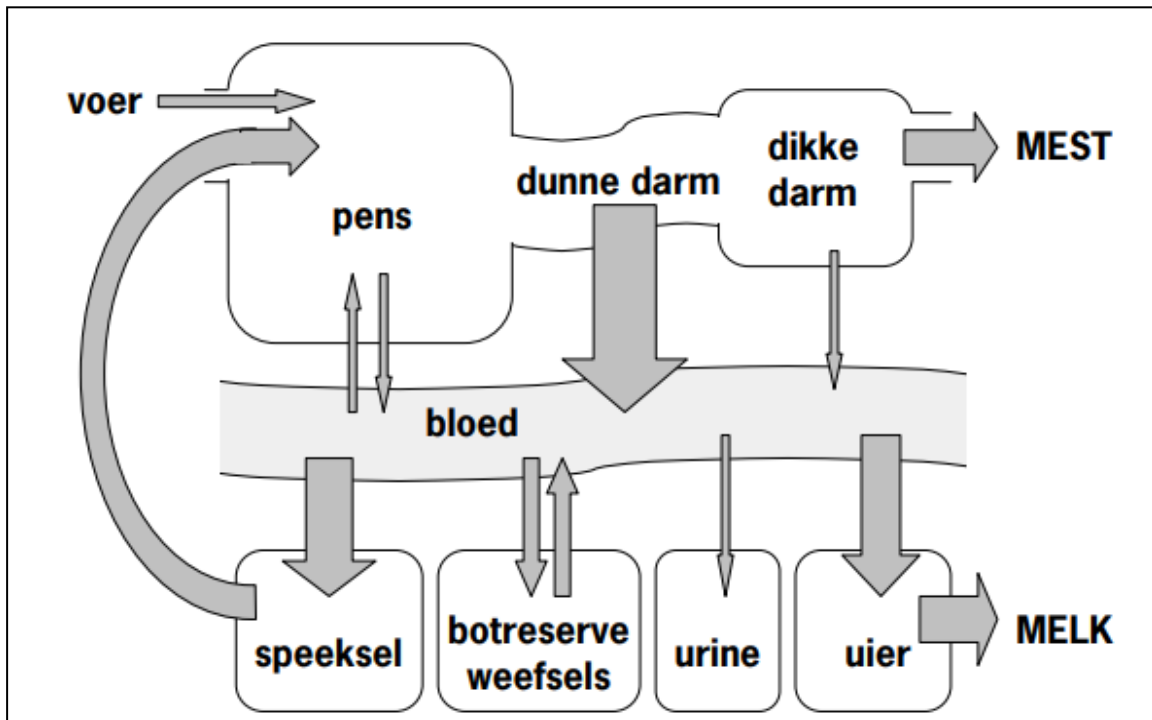
P staat voor het chemische element P uit het periodieke systeem en wordt gebruikt in de beschrijving van de mineralenhuishouding van plant, dier, bodem en water. In de natuur komt P meestal voor in fosfaatverbindingen. Fosfaat is een term welke veelal gebruikt wordt bij bodemkundige aspecten zoals bijvoorbeeld in het mestbeleid (Schoumans et al., 2008).

Mineraal of organische vorm

Een goede P-voorziening is van groot belang voor het functioneren van plant en dier. P zorgt voor de overdracht van energie tussen levende cellen. Dit maakt P noodzakelijk voor alle levende wezens. P komt in levende cellen voor als een mineraal of een organische vorm. Voorbeelden van organische vormen zijn suikers, vetachtige stoffen, reservestoffen, enzymen, eiwitten en DNA. Tevens is P van groot belang voor het bot- en tandweefsel (Schoumans et al., 2008).

1.4.1.1 P- opname

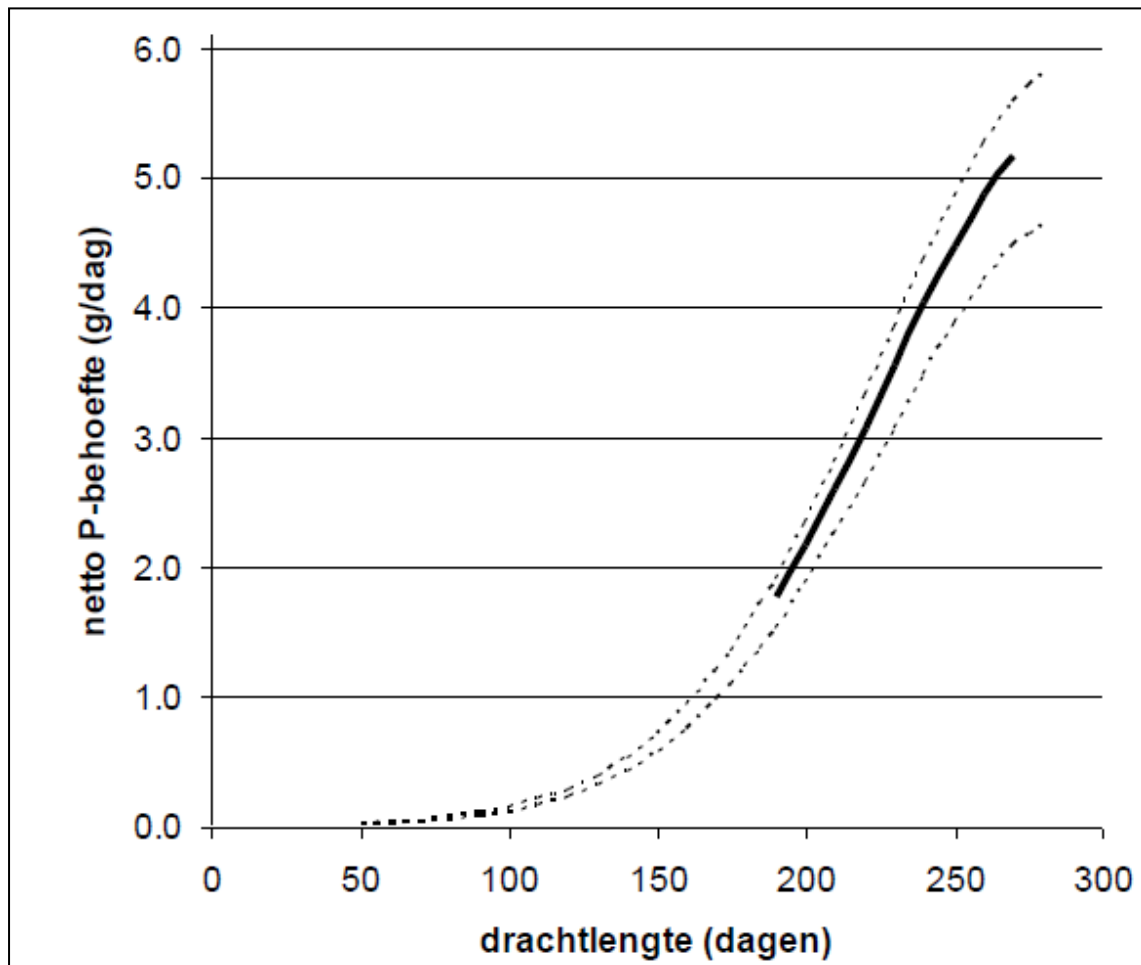
P komt via het voedsel allereerst in de pens terecht. Hier moet P worden benut voor de groei van pensmicroben en wordt het in het eiwit van het DNA ingebouwd. P levert via speeksel een groot P-gehalte aan de pens. Dit komt door de actieve uitscheiding van P in de speekselklieren. Zie Figuur 4. Deze nutriënten worden in de dunne darm opgenomen in het bloed. Via het bloed worden weefsels van de P-behoefte voorzien. Hoe goed P uiteindelijk geabsorbeerd wordt, hangt af van de toegevoegde hoeveelheid P in het rantsoen (Krimpen, Goessink, Heeres, & Jongbloed, 2012). P uit voer wordt door de koe niet efficiënt genoeg gebruikt. De fosfaattoestand in de bodem bepaalt hoeveel P beschikbaar is. Er moet dus voldoende bodemfosfaat aanwezig zijn, om zo de productie en kwaliteit van gewassen van voldoende fosfaat te voorzien (Schoumans et al., 2008). Naast de bovengenoemde aspecten is P ook nodig als buffer in bloed. P uit voer wordt door de koe niet efficiënt genoeg gebruikt, waardoor dieren meer P opnemen dan dat ze daadwerkelijk gebruiken. Hierdoor gaat via excretie veel P verloren. Deze onbenutte delen kunnen uiteindelijk in grond- en oppervlaktewater terecht komen. Dit kan een negatief effect geven op het milieu (Koning et al., 2019).



Figuur 4. Schematisch overzicht van de P- stromen in herkauwers. Overgenomen uit Fosforbehoefte van melkvee, vleesvee, varkens en pluimvee: een literatuurstudie= Phosphorus requirements of dairy cattle, beef cattle, pigs and poultry: a review (No. 574) door M. v. Krimpen, R.M.A. Goessink, J.J. Heeres, & A.W.Jongbloed, 2012, Wageningen UR Livestock Research.

1.4.1.2 P- behoefte

De P-behoefte van een melkkoe is te verdelen in vier onderdelen; onderhoud, melkproductie, dracht en groei. Voor onderhoud is tijdens de lactatie 0,81 gram per kg droge stof nodig, tijdens de droogstand is dit meer, namelijk 1,04 gram per kg droge stof. Voor de melkproductie wordt gekeken naar de output. Dit is gemiddeld 1,0 gram P per kg melk. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met een spreiding die afhankelijk is van het eiwitpercentage in de melk en de genetica van de koe. Hoe hoog de P-behoefte is tijdens de dracht, is afhankelijk van het stadium van de dracht. Aan het einde van de dracht is de P-behoefte het hoogst. Zie Figuur 5. De P-behoefte voor groei is vooral van belang bij vaarzen en tweedekalfs koeien (Krimpen, Goessink, Heeres, & Jongbloed, 2012).



Figuur 5. Berekende netto P-behoefte van melkvee tijdens de dracht. Overgenomen uit Fosforbehoefte van melkvee, vleesvee, varkens en pluimvee: een literatuurstudie= Phosphorus requirements of dairy cattle, beef cattle, pigs and poultry: a review (No. 574) door M. v. Krimpen, R.M.A. Goessink, J.J. Heeres, & A.W.Jongbloed, 2012, Wageningen UR Livestock Research.

De Nederlandse behoeftenormen zijn vastgesteld door het Centraal Veevoeder Bureau (CVB) van het Productschap Diervoeder in Den Haag. Deze normen zijn zo opgesteld dat wanneer er volgens de CVB-norm wordt gevoerd, geen gevaar bestaat dat er te weinig via nutriënten binnenkomt. Dat is ook zo voor de CVB P- behoeftenormen voor melkvee. Deze P- behoeftenormen zijn onder andere gebaseerd op onderzoek van de Animal Sciences Group van WUR naar de P- behoeftenormen van melkgevende koeien (van Krimpen, 2010).

In Figuur 6 wordt de P-behoefte schematisch weergegevens. Tijdens de droogstand hebben koeien een lage P-behoefte doordat er geen P wordt uitgescheiden via de melk. Daardoor is de droogstand het ideale moment om indien nodig de P- reserves in het bot weer aan te vullen (Krimpen, Goessink, Heeres, & Jongbloed, 2012). Er moet wel op gelet worden dat er niet te veel P in het droogstandsrantsoen gevoerd wordt. Een melkkoe heeft voldoende aan de huidige toegewezen behoefte, mits de drogestofopname goed op orde is.

Categorie	Behoefte aan Fosfor (CVB, 2016)	
	g/kgds	g/dier/dag
Jongvee vanaf 4 maanden	3,4	13
Jongvee vanaf 9 maanden	2,3	13
Jongvee vanaf 16 maanden	1,8	13
Droog 8-3 wkn tot afkalven	1,9	21
Droog 3-0 wkn tot afkalven	2,0	22
Melkgevend (20 kg)	2,5	47
Melkgevend (40 kg)	3,3	79

Figuur 6. Fosforbehoeften. Aangepast overgenomen uit Tabellenboek Veevoeding 2016: voedernormen rundvee, schapen, geiten en voederwaarden voedermiddelen voor herkauwers (Nr. 52). Door G. Duinkerken & J.W. Spek, 2016, Federatie Nederlandse Diervoederketen en Wageningen Livestock Research.

In Figuur 7 wordt weergegeven hoe de netto P-behoefte voor verschillende categorieën rundvee berekend wordt. De P- behoefte van verschillende factoren worden opgeteld. Bij het berekenen van de bruto P- behoefte moet er rekening gehouden worden met een absorptiepercentage van 75% (COMV, 2005). Bij een laag P- gehalte in het rantsoen is dit absorptiepercentage hoger, ongeveer 90% (Valk en Beynen, 2003). Het absorptiepercentage is afhankelijk van het P- aanbod in een rantsoen, de darmen zullen hier op reageren waardoor het deel dat geabsorbeerd daardoor bepaald wordt (Krimpen, Goessink, Heeres, & Jongbloed, 2012).

	Droogstand	Lactatie	NRC (2001)
Onderhoud			
Verlies in mest (g/kg ds- opname)	1,04	0,81	1,00
Verlies in urine (g/kg LG)	0	0	0,002
Dracht (g/dag)			
8 tot 3 weken voor afkalven	4,1	4,1	4,1
3 weken voor tot aan afkalven	5,1	5,1	5,1
Melk (g/kg)	-	1,0	0,9
Groei (g/kg groei)	$1,2 + (4,635 \times VLG^{0,22} \times LG^{-0,22})$		$1,2 + (4,635 \times VLG^{0,22} \times LG^{-0,22})$

ds = droge stof; VLG = verwacht volwassen lichaamsgewicht; LG = actueel lichaamsgewicht

Figuur 7. Overzicht netto P-behoefte van melkvee volgens Nederlandse en Amerikaanse standaard. Overgenomen uit Fosforbehoefte van melkvee, vleesvee, varkens en pluimvee: een literatuurstudie= Phosphorus requirements of dairy cattle, beef cattle, pigs and poultry: a review (No. 574) door M. v. Krimpen, R.M.A. Goessink, J.J. Heeres, & A.W. Jongbloed, 2012, Wageningen UR Livestock Research.

In Figuur 8 zijn de P-normen weergegeven voor rantsoenen in verschillende stadia's van de koe, gebaseerd op de factoriële methode uit Figuur 7.

	Voer- opname (kg ds)	P-norm			
		(g/dier/dag)		(g/kg ds)	
		COMV	NRC	COMV	NRC
<i>Melkvee (650 kg LG)</i>					
Droogstaand, wk -8-3, 800 VEM/kg	11,5	21	26	1,9	2,3
Droogstaand, wk -3-0, 920 VEM/kg	11,0	22	26	2,0	2,3
Melkgevend, 20 kg/dag, 920 VEM/kg	18,5	47	56	2,5	3,0
Melkgevend, 40 kg/dag, 970 VEM/kg	23,5	79	87	3,3	3,7
Melkgevend, 50 kg/dag, 990 VEM/kg	27,5	96	106	3,5	3,9
<i>ds = droge stof</i>					

Figuur 8. Geschatte droge stofopname en daarbij behorende bruto P-normen voor verschillende categorieën rundvee, op basis van de dagelijkse netto behoefte. Overgenomen uit Fosforbehoefte van melkvee, vleesvee, varkens en pluimvee: een literatuurstudie= Phosphorus requirements of dairy cattle, beef cattle, pigs and poultry: a review (No. 574) door M. v. Krimpen, R.M.A. Goessink, J.J. Heeres, & A.W.Jongbloed, 2012, Wageningen UR Livestock Research.

Samenhang met eiwit

P-gehalte in melk hangt sterk samen met eiwitgehalte (caseïne) (Koopman, 2019).

De behoefte voor melkproductie is gebaseerd op de output aan P via de melkgift. Het P-gehalte van melk is gemiddeld 1,0 g/kg met een standaarddeviatie van 0,1 g/kg. Deze spreiding kan deels verklaard worden door het eiwitgehalte: bij een hoog eiwitgehalte zal ook het P-gehalte van de melk wat hoger zijn (Krimpen et al, 2012).

Het werkelijk darm verteerbaar fosforsysteem

Schothorst Feed en Research (SFR) heeft onlangs een nieuw P- waarderingssysteem geïntroduceerd: het werkelijk darm verteerbaar fosforsysteem (WDVP). Dit systeem houdt naast de P- beschikbaarheid van voedermiddelen ook rekening met de P-behoefte van pensmicroben. 'Zo kunnen bij lagere gehalten van P in het rantsoen gecontroleerd worden of zowel de pensmicroben als het dier niet te weinig P krijgen om zo problemen met gezondheid te voorkomen' (van Egmond, van Straalen, & Goselink, 2019, p. 7).

1.4.1.3 P- metabolisme

P heeft een belangrijke functie binnen het metabolisme van de koe. Ook tijdens de transitieperiode, de periode aan het einde van de droogstand en het begin van de lactatie, is P een belangrijk onderdeel. Voeropname is in deze periode erg belangrijk. Een afwijkende voeropname, kan een afwijkende opname van nutriënten geven, waardoor ook de opname van P onder druk kan komen te staan (Hogenkamp, 2019). Om deze hoge voeropname en absorptie van nutriënten te halen, moet de pensflora goed met het rantsoen uit de voeten kunnen. De pensflora heeft P nodig voor een goede fermentatie; het is nodig voor onder meer de celwandvertering en de synthese van microbieel ruw eiwit (Veearts.nl, 2013). Ook moet het zorgen dat de penspapillen een groot absorptievlak hebben om de fermentatieproducten snel op te nemen in het bloed. Daarnaast is P nodig in speeksel voor het buffersysteem. Tevens is P een bouwsteen voor verschillende hormonen, enzymen en celmembranen (van de Kamp, 2019). Dit alles is belangrijk voor optimale lactatiestart omdat de koe dan voorbereid is op veranderingen die na het afkalven aanwezig zijn (Knegsel, 2014). Om de P-verliezen te beperken, is er binnen een onderzoeksprogramma genaamd feed4foodure een melkkoeienproef gedaan naar het P- metabolisme in de transitieperiode. Het doel van dit project was om inzicht te krijgen in de dynamiek en de regulering van P- absorptie, mobilisatie en gebruik bij landbouwhuisdieren om de huidige P-behoefte bij te werken, waardoor de P- efficiëntie wordt verbeterd. Hierbij is voor melkvee veel werk verricht om de vertering, opname en metabolisme van P te begrijpen, maar de regulering van

de P- homeostase, vooral tijdens de overgangperiode, is nog niet volledig duidelijk te krijgen (Goselink, Bannink & Dijkstra, 2019).

1.4.1.4 P- uitscheiding

De uitscheiding van fosfaat moet zo veel mogelijk beperkt worden, om het milieu zo min mogelijk te belasten. Daarom is het belangrijk dat P- voorziening zo goed mogelijk overeenkomt met de fysiologische behoefte aan P, waardoor de P- benutting zo hoog mogelijk is (van Krimpen, 2010). De hoeveelheid P in het voer, bepaald hoe groot de P- uitscheiding van melkvee is. Het grootste deel van de voedingsbehoefte van melkvee wordt gedekt met gras en snijmaïs. De gehalten van deze voedermiddelen bepalen dus voor een groot deel de uitscheiding. Veel factoren bepalen het P- gehalte van gras, waarvan er een aantal te sturen zijn: de P- bemesting, de voorraad opneembaar P in de bodem en het stadium van het gras. In de praktijk zijn ook een aantal niet-stuurbare factoren zoals het weer en variatie in de bodem. Dit zorgt ervoor dat er per jaar veel variatie kan zitten in het P- gehalte. Ook het stadium wanneer het gras gemaaid wordt heeft invloed op het P- gehalte. Hoe ouder het gras, hoe lager het P- gehalte. Het toepassen van een andere snedenzwaarte is mogelijk, maar dit kan voor erg grote veranderingen zorgen zoals een lager P- gehalte in het gras, maar ook het eiwitgehalte en de voederwaarde kunnen hierbij sterk veranderen (Krimpen, 2010).

Lacterende dieren scheiden P uit via melk en mest. De uitscheiding van P via de melk is afhankelijk van de dagproductie per koe en het P-gehalte in de geproduceerde melk. Het grootste gedeelte P wordt uitgescheiden via de melk (gemiddeld 1,0 g P/kg). Het overige deel wordt uigescheiden via mest. Deze bestaan uit drie onderdelen: een deel “metabool verlies” van darmcellen en dergelijke; een deel “niet benutbaar P” (bijvoorbeeld in fytaat dat aan de pensfermentatie is ontsnapt); en een deel “niet opgenomen P”, omdat de P-opname op darmniveau wordt gereguleerd. Extra P- uitscheiding kan leiden tot verplichte mestafvoer. Daarom is het bedrijfseconomisch aantrekkelijk om de P- uitscheiding te beperken, om zo mestafvoer(kosten) te voorkomen (van Krimpen et al, 2010).

1.4.1.5 P- benutbaarheid

De gemiddelde Nederlandse melkveehouder weet dat door een zo laag mogelijk P- gehalte te voeren, de P- benutting (%) te sturen is. Daardoor wordt maximaal gebruik gemaakt van de P- dynamiek (wisselend depositie en mobilisatie tijdens lactatiecyclus) zonder productieverlies en gezondheidseffecten. Op deze manier kun je een groot effect realiseren, maar in de Nederlandse praktijk wordt het effect begrensd doordat er meestal grasrantsoenen worden verstrekt. Gras is een P-rijk voedermiddel en dus nadelig voor de P- benutting (Goselink & Šebek, 2012).

Een verhoging van de melkproductie en een goede diergezondheid zorgen in het algemeen voor een hogere efficiëntie bij voergebruik en dus voor een betere P- benutting. Het is echter de vraag of de Nederlandse melkveehouder nog een betere P- benutting kan realiseren. Anderzijds is het wel belangrijk om een zo hoog mogelijk P- benutting te realiseren omdat P- gehalten in melkveerantsoenen steeds verder dalen. Zolang de CVB- normen gehanteerd worden, zijn de te verwachten risico's hierbij laag. Toch zijn er melkveehouders op basis van ervaring beducht op gezondheidsproblemen. Ook adviseurs en de Gezondheidsdienst voor Dieren (GD) benoemen mogelijke risico's. Dit met name omdat de Nederlandse P- normen het laagst zijn van heel Europa en maar op één experiment van Wageningen UR gebaseerd zijn (Goselink & Šebek, 2012).

1.4.1.6 Monitoren van P

In 2019 is onderzoek gedaan door Koning et al. naar jaarrond monitoren van het P- gehalte in melk van de Nederlandse melkveestapel en de mogelijkheid om het P- gehalte in melk te schatten uit andere bestanddelen. Dit rapport geeft weer hoe gedurende een jaar wekelijks representatieve monsters van de melk van de Nederlandse melkveestapel zijn verzameld. Deze weekmonsters zijn niet alleen geanalyseerd op het P-gehalte maar ook op andere componenten van de melksamenstelling (droge

stof, vet, eiwit, lactose, ureum, caseïne, niet-eiwit stikstof, vriespunt, het vetzuurpatroon en diverse mineralen). Door deze data kan het gemiddelde P- gehalte in de melk van de Nederlandse melkveestapel bepaald worden.

MIR analyse

Sinds kort bepalen alle leden van Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO) het P-gehalte in iedere levering tankmelk met behulp van MIR- analyse. NZO is de branchevereniging van de zuivelsector met 13 zuivelbedrijven als lid. Deze bedrijven zijn goed voor 98% van de zuivelproductie in Nederland. Op basis van deze (nieuwe) gegevens van NZO manier kan de ontwikkeling van het P-gehalte in de melk van de Nederlandse melkveestapel eenvoudig en betrouwbaar gevolgd worden (Koning *et al.*).

1.4.1.7 P-tekort

Symptomen

De zorgen die veehouders en adviseurs uitspraken omtrent diergezondheid door mogelijke serieuze P-tekorten uiten zich in de eerste serieuze zichtbare P-tekorten die door veehouders en adviseurs bevestigd werden (Feenstra, 2014). Deze P-tekorten hebben dezelfde verschijnselen als een koe met een calciumtekort. De koe blijft na het afkalven liggen en komt niet overeind. In tegenstelling tot hypocalciëmie (melkziekte) heeft de koe geen koude oren en vreet het nog goed. De koe kan na de behandeling van een calcium- infuus nog steeds niet staan (Stokkermans, 2018). Na behandeling van bijvoorbeeld een P- pil kan de koe staan. Langdurig P-tekort heeft ook een nadelig effect voor de voeropname van de melkkoe waardoor gewichtsafname en een lagere melkgift ontstaan. Er kunnen ook ernstige P-tekorten ontstaan waardoor koeien kunnen stoppen met vreten, juist vreemde dingen gaan eten of verzwakte spieren en een verstoorde leverfunctie krijgen (van Benthem, 2018). De laatstgenoemde verschijnselen komen zelden voor in de praktijk. Als gevolg van P-tekort in het bloed worden rode cellen afgebroken en kan rode urine ontstaan. Dit is te behandelen door het toedienen van P en het toedienen van rode bloedcellen bijvoorbeeld middels een bloedtransfusie (Stokkermans, 2018). P- gebrek is volgens een artikel in de Veeteelt zelfs aan de buitenkant van de koe zichtbaar. Er zijn dwarsstrepen of huidplooiën op het sprongewricht zichtbaar en open plekken aan de binnenkant van de hak. In 99% van deze gevallen is P-tekort hiervan de oorzaak (Van Zessen, 2011).

P-tekort na afkalven

Na afkalven stijgt de behoefte aan P snel met name vanwege de hoge uitscheiding van P via de melk. Daarnaast stijgt ook de Ca behoefte sterk met het op gang komen van de melkproductie. De voeropname is rond afkalven echter vaak te laag om direct aan de vraag te kunnen voldoen, waardoor het P-gehalte en met name het Ca-gehaltes in het bloed dalen. Het lage Ca-gehalte zorgt voor een stijging van het hormoon PTH. PTH stimuleert de resorptie van Ca en P uit de botreserves om de Ca- en P- concentratie in het bloed op peil te houden. Een neveneffect van PTH is dat de uitscheiding van P via speeksel en urine stijgt, waarmee het P- verlies tijdelijk nog groter is. Hierdoor kan de P- concentratie in het bloed in de eerste week van de lactatie toch laag zijn, ondanks het aanspreken van de botreserves. Het is daarom erg belangrijk dat een te laag Ca-gehalte in het bloed voorkomen wordt, zodat de PTH-concentratie niet sterk zal stijgen (Goff, 2006). De gewenste calcium/fosforverhouding in het rantsoen is 1.3 – 1.4 (Rotgers, 2013). Een korte periode met een negatieve P- balans, kan gedekt worden door voldoende P te mobiliseren uit de botreserves. Echter zijn deze reserves niet onuitputbaar, waardoor een chronisch tekort aan P uiteindelijk zal leiden tot een absoluut P-tekort (Krimpen, 2010).

P-tekort op pensniveau

Ook het P-gehalte in de pens moet voldoende hoog zijn om te voorzien in de behoefte van de pensflora, zodat de pensfermentatie niet beperkt wordt (van Krimpen et al, 2012). Het tekort ontstaat hierbij op pensniveau, waar de pensbacteriën en protozoën te weinig P tot hun beschikking hebben. Als koeien wel goed doorvreten, en de melkproducties vallen tegen, kan dit een geval zijn van P-tekort. Het P-aanbod zal verder dalen door: (subklinische) pensverzuring. Hierdoor vermindert de opname van P nog verder. De P-opname wordt verbeterd door herkauwen. Dit omdat P onder andere via het speeksel uitgescheiden wordt en na het herkauwen weer terug in de pens komt. Wanneer de koe weinig herkauwt en er lage P-gehalten in het rantsoen zitten (vooral in rantsoenen met een hoog aandeel maïs), kunnen P-tekorten op pensniveau ontstaan (Rotgers, 2013).

1.4.2 Knowledge gap

P(-tekort) is een term die de laatste jaren steeds meer aandacht krijgt binnen Nederland. Door de huidige regelgeving omtrent fosfaat dient er scherp op mineralen en sporenelementen gelet te worden. Dit om te voorkomen dat Nederland opnieuw boven het fosfaatexcretieplafond komt. Onderzoeken wijzen verschillende resultaten uit. Is P-tekort daadwerkelijk een (toekomstig) probleem voor de Nederlandse melkveehouders en wat zijn de gevolgen? Moeten melkveehouders vanwege de huidige wet- en regelgeving binnen Nederland aanpassingen doen om de melkveestapel aan de P-behoefte te voorzien om de dieren gezond te houden? Zo ja, welke?

1.4.3 Afbakening

Het onderzoek wordt uitgevoerd middels een literatuurstudie. Informatie wordt verkregen aan de hand van wetenschappelijke literatuur. Het onderzoek is gericht op Nederlandse melkveehouders en de Nederlandse wet- en regelgeving.

1.5 Hoofdvraag en deelvragen

Hoofdvraag

Hoe kan de P-behoefte van melkkoeien gedekt blijven worden bij afnemende P-toediening in de Nederlandse melkveehouderij?

Deelvragen

1. Hoe groot is het verschil van de P-benutbaarheid tussen melkveerantsoenen?
2. Hoe groot zijn de verschillen tussen graskuilen, wat betreft P-benutbaarheid?
3. Welke verschillen worden waargenomen bij verschillende mengvoergrondstoffen op het gebied van de P-benutbaarheid?
4. Welke manieren kunnen melkveehouders toepassen om de P-benutbaarheid te verbeteren?

1.6 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is Nederlandse melkveehouders en agrarisch adviseurs meer inzicht en kennis aan te dragen op het gebied van P. Er is zijn veel onduidelijkheden omtrent dit onderwerp. Enerzijds wordt gezegd dat P-tekort niet bestaat. Anderzijds geven melkveehouders aan ervaring te hebben met P-tekort. Zij bouwen een veiligheidsmarge in het rantsoen om een P-tekort te voorkomen. Bij onvoldoende kennis, kan de koe een overmaat aan P toegediend krijgen. Dit werkt nadelig voor het fosfaatexcretieplafond in Nederland en het veroorzaakt onnodige kosten voor de melkveehouder.

De verwachting is dat er meer inzicht komt omtrent P onder de Nederlandse melkveehouders. Dit uit zich met name in de samenstellingen van rantsoenen en voedermiddelen. Door de benutbaarheid van

verschillende onderdelen binnen de voerbranche in kaart te brengen, kan meer duidelijkheid geschept worden over de P- dekking van de koe. Door het overdragen van kennis kunnen melkveehouders werken aan een goede P- balans.

2 Aanpak

Zoektermen

Voor het beantwoorden van de hoofd- en deelvragen zijn de volgende zoektermen gebruikt:

- Fosfor
- Phosphorus
- P- beschikbaarheid
- P- availability
- P- benutbaarheid
- P- usability
- Monitoren van P
- Monitoring of phosphorus
- P- behoeftes
- P- needs
- P- excretie
- P- excretion
- P- opname
- P- recording
- Verlaging van P
- Lowering phosphorus
- Voeropname melkvee
- Feed intake dairy cows
- Nederlandse wetgeving

Er is gebruik gemaakt van meerdere wetenschappelijke databanken. Te heetten: GREEN-I, Wageningen Universiteit, en internetzoekmachine Google Scholar.

Naast deze databanken is binnen dit onderzoek beroep gedaan op SFR). De organisatie heeft rapporten ter beschikking gesteld. Tevens heeft C.A.V. Den Ham data beschikbaar gesteld.

Methode

Het onderzoek is kwalitatief (Baarda, 2019). Rapporten zijn bestudeerd en vergeleken. Er is geen gebruik gemaakt van enquêtes en/of interviews.

Om de doelstelling te kunnen bereiken, is per deelvraag een plan van aanpak beschreven.

Hoe groot is het verschil van de P- benutbaarheid op melkveerantsoenen?

Allereerst is informatie verkregen over de P-benutbaarheid binnen de rantsoenen. Vervolgens werd de verzamelde informatie geanalyseerd en vergeleken. Ten slotte werden de uitkomst beschreven.

Hoe groot zijn de verschillen tussen graskuilen, wat betreft P- benutbaarheid?

Allereerst is informatie verkregen over graskuilen in Nederland. Vervolgens zijn de uitkomsten vergeleken en is het verschil van de benutting van P in graskuilen worden vastgesteld. Daarna is onderzocht welke graskuilen (bijv. vroeg stadium gemaaid of laat stadium gemaaid) het gunstigst zijn wat betreft de benutting van P.

Welke verschillen worden waargenomen bij verschillende mengvoergrondstoffen op het gebied van de P- benutbaarheid?

Allereerst is informatie verkregen over verschillende mengvoergrondstoffen en de effecten die een rol speelden in de P- benutbaarheid. Hierbij is gekeken naar interacties tussen benutting van eiwit en P. Vervolgens zijn uitkomsten vergeleken en resultaten beschreven.

Welke manieren kunnen melkveehouders toepassen om de P- benutbaarheid te verbeteren?

Allereerst is informatie verkregen vanuit de literatuur. Vervolgens zijn de uitkomsten vergeleken en resultaten beschreven. Het doel hiervan was melkveehouders en agrarisch adviseurs concrete handvatten bieden welke relatief eenvoudig te gebruiken zijn in de praktijk.

Validiteit en betrouwbaarheid

Er is enkel gebruik gemaakt van recente, wetenschappelijke rapporten verkregen uit betrouwbare databanken.

Dataverwerking

Binnen dit onderzoek is gebruik gemaakt van statische analyse (Baarda, 2019). Data is geanalyseerd en beschreven.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten per deelvraag beschreven.

3.1 Hoe groot is het verschil van de P- benutbaarheid tussen melkveerantsoenen?

Voor het verbeteren van de P- benutting op melkveebedrijven, is het belangrijk om de P in melkveerantsoenen te optimaliseren. De eerste stap hierin is dichtbij de huidige bruto P norm te voeren (COMV, 2005), dat gerealiseerd kan worden door de hoeveel P in rantsoenen te verlagen. In de eerstvolgende paragrafen worden rantsoenen beoordeeld en vergeleken. SFR heeft onderzocht welke invloed een verlaging van het P-gehalte in het rantsoen heeft op de P- status, de voeropname en de melkproductie en welke rol structuur hierin speelt. De uitkomsten hiervan zijn gebruikt ter ontwikkeling van het P- waarderingssysteem. Tevens is gebruik gemaakt van een onderzoek waar P- gehalten in rantsoenen worden verlaagd en bekeken welke invloed het absorptiepercentage hierop heeft. Dit onderzoek wordt uitgevoerd door Wageningen UR, waarbij het 'Koemodel' een rol speelt. De resultaten uit bovengenoemde onderzoeken worden vergeleken om het verschil van de P- benutbaarheid tussen melkveerantsoenen inzichtelijk te maken.

3.1.1 Onderzoek SFR

3.1.1.1 Uitvoering proef

In voorgaande hoofdstukken werd duidelijk dat er ruimte zit in verdere verlaging van de P- norm, zodat melkveerantsoenen mogelijk beter benut kunnen worden. SFR heeft hierop in gespeeld en een vervolgonderzoek uitgevoerd (Van Straalen, Kok, & Tas, 2009). In deze proef werden twee behandelingsfactoren opgezet. Hierin zijn twee niveaus van P voorziening (100% of 80% dekking t.o.v. de norm) en twee niveaus van structuurvoorziening meegenomen (0,5 of 2,0 kg gedroogde luzerne). Deze behandelingsfactoren zijn gebruikt om te zien wat de invloed is van een hoge of lage P-voorziening in de koe en wat de rol van een hoge of lage structuur hierbij is. Om uit te zoeken wat en wanneer de P- status wordt beïnvloed, werden de dieren binnen deze proef opgedeeld in blokken van drie. Hierbij werd gekeken naar de pariteit, lactatiestadium en productie (Van Straalen et al., 2009). Tevens werd van alle dieren een monster genomen van het bloed en het speeksel. Ook werd een botbiopt van het heupbeen genomen om verandering in de P- concentratie in het bot te kunnen vaststellen. (Van Straalen et al., 2009).

3.1.1.2 Resultaten proef

Rantsoensamenstelling

Uit het onderzoek werd duidelijk dat het verschil in rantsoenen leidde tot duidelijk verschil in P-gehalte, Acid Detergent Lignine (ADL), zie Figuur 9, en structuurwaarde (PSW) gehalte, zie Figuur 10. In Figuur 10 zijn Ca en Mg zichtbaar. Deze zijn van belang binnen dit onderzoek vanwege de interacties met P. De Mg- voorziening is voor alle behandelingen nagenoeg gelijk, de Ca- gehalten verschilden lichtelijk (6,2 voor laag structuur behandeling versus 6,0 voor hoog structuurbehandeling). Bekend is dat Ca- gehalten effect kunnen hebben op de P- beschikbaarheid. Echter geldt dit bij gehalten tot 9 g/kg DS (Clark, Wohlt, Gilbreath & Zajac, 1986). In deze proef kon daardoor uitgesloten worden dat de Ca- gehalten binnen deze rantsoenen geen effect hadden op de P- beschikbaarheid, dus ook niet op de P- benutting.

In g/kg DS	voorperiode	Behandeling ¹			
		HPHS	HPLS	LPHS	LPLS
RE	165	165	164	165	164
RVET	32	33	35	33	35
Zetmeel	167	167	163	167	165
Suiker	73	71	76	71	76
NDF	335	337	340	338	341
ADF	194	198	191	198	191
ADL	18	18	15	18	15
P	3,3	3,3	3,4	2,8	2,8

¹ HPHS: hoog P, hoog structuur; HPLS: hoog P, laag structuur; LPHS: laag P, hoog structuur; LPLS: laag P, laag structuur.

Figuur 9. Berekende samenstelling van de rantsoenen. Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P- opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.

g/kg DS	voor- periode	Behandeling ¹			
		HPHS	HPLS	LPHS	LPLS
OEB	8,7	8,9	11,1	9,0	11,2
SUSAZ	109	108	109	108	109
BZET	56	54	53	54	54
PSW	140	137	126	137	128
FEB	9,2	7,8	8,7	7,8	8,8
SFKH	172	168	169	168	169
GFKH	148	148	151	148	151
LFKH	131	133	135	134	136
WFKH	452	450	455	450	455
SFRE	54	54	58	54	58
GFRE	30	29	29	29	29
LFRE	12	12	12	12	12
WFRE	97	95	98	95	98
WDVLys	6,0	5,9	5,9	5,9	5,9
WDVMet	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
GN	145	143	141	143	142
K	18,5	18,7	18,7	18,7	18,8
Ca	6,1	6,0	6,2	6,0	6,1
Mg	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8
Na	1,6	1,5	1,7	1,5	1,6
P	3,3	3,3	3,4	2,8	2,8

¹ HPHS: hoog P, hoog structuur; HPLS: hoog P, laag structuur; LPHS: laag P, hoog structuur; LPLS: laag P, laag structuur.

Figuur 10. Berekende voederwaardekenmerken van de rantsoenen met verschil in fosforgehalte en structuurniveau. Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P- opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.

Voeropname

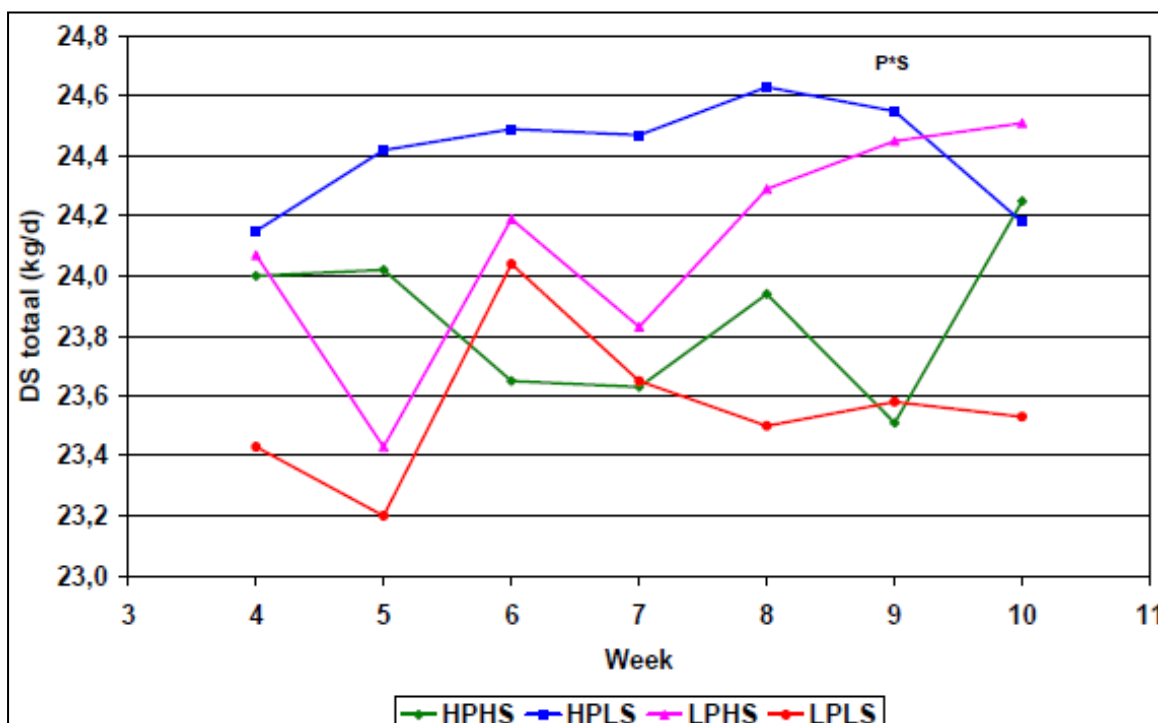
In de proef is tevens gekeken naar de voeropname, omdat met een verlaagde voeropname de opname van P onder druk kan komen te staan (zie paragraaf 1.4.1.3). Uit het onderzoek bleek dat de voeropname een relatie heeft met P- gehalten in speeksel en bloed en dat behandelingen met een laag

P (vooral LPLS, week 5) een daling van de DS- opname geeft, zie Figuur 12, en hierbij de P- gehalten in bloed en speeksel ook laag zijn, zie Figuur 14, week 5. Doordat de P- gehalten in bloed en speeksel laag zijn, is er een verminderde activiteit van pensmicroben, waardoor er een kortstondig tekort aan P in de pens ontstaat. Door de verminderde activiteit van de pensmicroben, wordt mogelijk ook het P dat aangeboden wordt, minder goed benut, waardoor het tekort aan P langduriger kan zijn.

	voor- periode	Behandeling				ksv ¹		Significantie	
		HPHS	HPLS	LPHS	LPLS	p<0,05	P	S	PxS
basisrantsoen (kg DS/d)	15,6	16,0	16,1	16,2	15,8	0,77	0,784	0,565	0,268
krachtvoer (kg DS/d)	8,3	7,8	8,3	8,0	7,9	0,47	0,433	0,291	0,069
totaal (kg DS/d)	23,9	23,9	24,4	24,1	23,6	0,96	0,382	0,994	0,086
VEM (kVEM/d)	23,3	23,3	24,1	23,6	23,3	0,93	0,396	0,439	0,080
WDVE (g/d)	2325	2317	2379	2344	2295	92	0,385	0,842	0,075
VEM-dekking (%)	100,9	105,9	106,4	103,9	104,0	2,95	0,037	0,784	0,855
WDVE-dekking (%)	105,9	114,8	110,8	111,1	110,9	4,95	0,315	0,219	0,232
PSW (/d)	3325	3259	3077	3302	3007	162,4	0,790	<0,001	0,297
P (g/d)	77,9	79,1	82,1	67,8	66,6	3,19	<0,001	0,431	0,054

¹ HPHS: hoog P, hoog structuur; HPLS: hoog P, laag structuur; LPHS: laag P, hoog structuur; LPLS: laag P, laag structuur
² ksv = kleinste significante verschil.

Figuur 11. Invloed van fosfordekking en structuurniveau op DS-, VEM-, WDVE-, structuur- en P opname. Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P-opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.



Figuur 12. Effect van P- en structuurniveau op de drogestof opname gedurende het verloop van de hoofdperiode, waarden gecorrigeerd voor lactatienummer en melkproductie tijdens de voorperiode. In de grafiek zijn de significantie ($p<0,05$) effecten per week weergegeven. Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P- opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.

Melkproductie

Binnen het onderzoek is tevens gekeken naar de melkproductie, omdat een verhoging van de melkproductie zorgt voor een hogere efficiëntie bij voergebruik en dus voor een betere P- benutting (zie paragraaf 1.4.1.5). De effecten op de melkproductie zijn weergegeven in Figuur 13. Een lagere voeropname in behandeling 4 (LPLS), resulteert ook in een lagere melkproductie. Hieruit blijkt dat de verlaagde melkproductie, een minder goede benutting van P geeft, omdat de gehalten in bloed en speeksel daardoor ook lager zijn. Echter geeft HPHS een nog lagere melkproductie, maar zijn de gehalten aan bloed en speeksel daarbij wel heel hoog. Het wil niet zeggen dat deze behandeling dus een relatief slechte benutting heeft, mogelijk heeft de lagere productie ook te maken met het hoge aanbod aan structuur.

	voor-	Behandeling ¹				Ksv ²		Significantie	
Hoofdperiode (wk 4-10)	periode	HPHS	HPLS	LPHS	LPLS	p<0,05	P	S	PxS
Melk (kg/d)	39,7	36,4	37,3	38,1	36,7	1,66	0,369	0,673	0,039
FPCM (kg/d)	37,9	36,0	36,6	37,1	36,1	1,19	0,409	0,549	0,041
Vet (%)	3,68	3,93	3,84	3,88	3,92	0,20	0,828	0,703	0,319
Eiwit (%)	3,18	3,23	3,33	3,20	3,25	0,08	0,080	0,015	0,304
Lactose (%)	4,70	4,70	4,66	4,67	4,64	0,03	0,031	0,005	0,941
Ureum (mg/dl)	18,3	19,8	19,5	19,9	19,1	1,61	0,782	0,276	0,616
Celgetal (log)	1,6	1,7	1,6	1,7	1,5	0,18	0,622	0,176	0,642
Vet (g/d)	1456	1432	1425	1467	1431	60	0,334	0,280	0,462
Eiwit (g/d)	1263	1174	1237	1217	1190	61	0,939	0,392	0,031
Lactose (g/d)	1861	1701	1739	1775	1700	79	0,533	0,464	0,035
vet/eiwit (/)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,07	0,523	0,255	0,235

¹ HPHS: hoog P, hoog structuur; HPLS: hoog P, laag structuur; LPHS: laag P, hoog structuur; LPLS: laag P, laag structuur

² ksv = kleinste significante verschil.

Figuur 13. Invloed van fosfordekking en structuurniveau op melkproductie en samenstelling.

Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P- opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien.

Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.

P in bloed en speeksel

In behandeling 1 en 2 werden er binnen de proef hoge P- opnames toegepast, dat duidelijk terug te zien is in de hogere gehalten in bloed en speeksel. Zie Figuur 14. De P- gehalten in het bloed varieerden tussen de behandelingen van 1,32 tot 1,88 mmol/l. Normaal variëren deze waarden tussen 1,3 en 2,5 mmol/l (COMV 2005, Wu, Satter & Sojo, 2000). Een lager gehalte kan duiden op een tekort aan P.

N=48	Voor periode	Behandeling ¹				Ksv ²	Significantie		
P in bloed (mmol/l)	wk 3	HPHS	HPLS	LPHS	LPLS	p<0,05	P	S	PxS
Week 5	1,57	1,79	1,59	1,41	1,32	0,23	<0,001	0,067	0,514
Week 8		1,61	1,75	1,41	1,44	0,22	0,002	0,269	0,475
Week 10		1,88	1,90	1,50	1,59	0,24	<0,001	0,484	0,648
P in speeksel (mmol/l)									
Week 5	8,31	8,82	8,16	7,48	6,08	1,92	0,018	0,116	0,563
Week 8		8,98	8,51	7,37	6,70	1,89	0,015	0,375	0,867
Week 10		9,28	8,67	6,85	7,89	1,61	0,007	0,679	0,127
¹ HPHS: hoog P, hoog structuur; HPLS: hoog P, laag structuur; LPHS: laag P, hoog structuur; LPLS: laag P, laag structuur									
² ksv = kleinste significante verschil.									

Figuur 14. Invloed van fosfordekking en structuurniveau op het fosforgehalte in bloed en speeksel. Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P- opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.

Uitscheiding mest

Een doel van de verlaging van het P-gehalte in het rantsoen is onder andere de P- uitscheiding in de mest verminderen waardoor het milieu zo min mogelijk belast wordt. Daarom is het belangrijk dat P-voorziening zo goed mogelijk overeenkomt met de fysiologische behoefte aan P, waardoor de P-benutting zo hoog mogelijk wordt (van Krimpen, 2010). Binnen deze proef werd binnen de P- stromen ook gekeken naar de uitscheiding van mest. Uit de proef komt naar voren dat bij een toenemende P-dekking, de P-opname ook toeneemt, zie Figuur 15. Er werd geen verband tussen P-dekking en P-uitscheiding met de melk geconstateert, waardoor het verschil in P-opname terugkomt in de P-uitscheiding met de mest. De uitscheiding met de mest neemt toe bij een hogere P-dekking. Dit komt overeen met de data uit de studie van Valk (2002). Een laag P in een rantsoen geeft daardoor logischerwijs een lagere P-uitscheiding in de mest, zoals te zien aan de hoge netto absorptie bij LPLS, wat duidt op een betere benutting van P.

	Voor- periode	Behandeling				Ksv ¹		Significantie	
		HPHS	HPLS	LPHS	LPLS	p<0,05	P	S	PxS
P behoefte ²	75,4	72,7	71,7	73,1	71,1	3,07	0,846	0,409	<0,001
P dekking (%)	101,4	111,6	112,7	93,7	96,4	4,58	<0,001	0,973	0,666
Aanvoer									
voer	76,3	79,4	81,6	69,9	66,9	3,67	<0,001	0,919	0,046
speeksel ³	75,0	82,6	85,9	60,0	84,5	21,5	0,050	0,089	0,125
Totaal naar pens	151,3	164,6	165,7	128,1	152,4	21,7	0,001	0,138	0,099
Gehaltes (mmol/l)									
in speeksel	7,90	8,62	9,11	6,57	8,82	2,42	0,097	0,110	0,264
in bloed	1,52	1,96	1,97	1,50	1,62	0,34	0,002	0,596	0,620
Afvoer									
mest	49,9	51,9	51,7	36,5	40,1	7,75	<0,001	0,886	0,710
melk ⁴	37,5	35,2	34,7	35,7	34,3	2,09	0,812	0,621	0,001
P balans ⁵	-11,1	-6,2	-5,7	-4,0	-6,2	5,53	0,102	0,927	0,794
Netto absorptie ⁵	101,4	112,7	114,4	90,7	112,9	17,71	0,050	0,099	0,108
Netto absorptie (%)	66,1	68,4	68,8	71,4	73,8	4,21	0,009	0,319	0,435

¹ ksv = kleinste significante verschil
² P behoefte = (P onderhoud + P groei (bij vaarzen en 2e kalfs koeien) + P melk)/0,75 (COMV, 2005)
³ Hierbij is uitgegaan van een speekselproductie van 13 l/kg DS opname.
⁴ Hierbij is uitgegaan van een relatie tussen P gehalte in de melk en het melkeiwitgehalte (P melk (g/l) = 0,024 x eiwit (g/kg) + 0,194, R² = 0,36; Brandsma & Blok, 2005)
⁵ Vastlegging in lichaam = aanvoer via voer – vastlegging in melk – afvoer in mest en urine, waarbij de afvoer met de urine is verwaarloosd.
⁶ Netto absorptie = aanvoer totaal naar pens – afvoer met mest.

Figuur 15. Invloed van P niveau en structuur op de P stromen (alles in g P/dag, tenzij anders vermeld). Overgenomen uit de invloed van gerichte verlaging van de P- opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Door Van Straalen et al., 2009, Schothorst Feed Research, Lelystad.

3.1.1.3 P- waardering

Omdat het huidige bruto P-systeem volgens SFR een aantal beperkingen had, is er in een parallel lopend onderzoek van SFR de beschikbaarheid van P uit krachtvoergrondstoffen ruwvoerders en bijproducten vastgesteld (Van Straalen, Kok, Bruinenberg, & Tas, 2009). Uit deze waarnemingen werden tabelwaarden en regressieformules afgeleid waarmee de beschikbaarheid van P in rantsoenen voor melkkoeien kan worden berekend. Hiermee werden nieuwe rekenregels opgesteld om te komen tot een voorstel voor een nieuw P waarderingssysteem. Als kenmerken hierbij werden de onbestendige P balans (FPB) en WDVP voorgesteld. Hierin is gebaseerd op literatuur gegevens de bijdrage van endogeen P en de behoefte van P van de pensmicroben en verteerbaarheid van P in de darm gebruikt. Dit nieuwe systeem zorgt ervoor dat een verlaging van het P- aanbod beter aansluit bij de P- huishouding van de koe. Hierdoor kunnen rantsoenen verder geoptimaliseerd worden.

Praktijk

De rekenregels van de WDVP en de FPB zijn beschikbaar gesteld aan bedrijven die rantsoenberekeningsprogramma's leveren. Hierdoor kan met geanalyseerde P gehalten van ruwvoerders een actuele waarde voor WDVP en FPB beschikbaar zijn voor de rantsoenoptimalisatie. Dit geeft de mogelijkheid voor verdere verfijning van de P verstrekking aan melkkoeien en verbetering van de P- benutting zonder dat nadelige effecten voor de koe heeft. Met name bij bedrijven waar gericht beneden de bruto P-norm gevoerd wordt kan het nieuwe P- waarderingssysteem een extra hulpmiddel zijn om tekort aan P op pensniveau tegen te gaan.

3.1.2 Onderzoek Wageningen UR

In 2010 heeft Wageningen UR onderzoek gedaan naar de mogelijkheden tot verlaging van het P-gehalte in melkveerantsoenen. Hierbij is gebruik gemaakt van het Koemodel. Het Koemodel berekent (per lactatiedag) op basis van de voeropnamecapaciteit de voeropname en melkproductie. Daarbij wordt rekening gehouden met een negatieve energiebalans aan de het begin van de lactatie. Met deze gegevens en de P- gehalten van de voedermiddelen wordt snel inzicht verkregen in de dagelijkse P-voorziening van melkgevendende dieren. Op deze manier kan gevoerd worden naar de behoefte van de koe en kan een goede P- benutting worden gecreëerd.

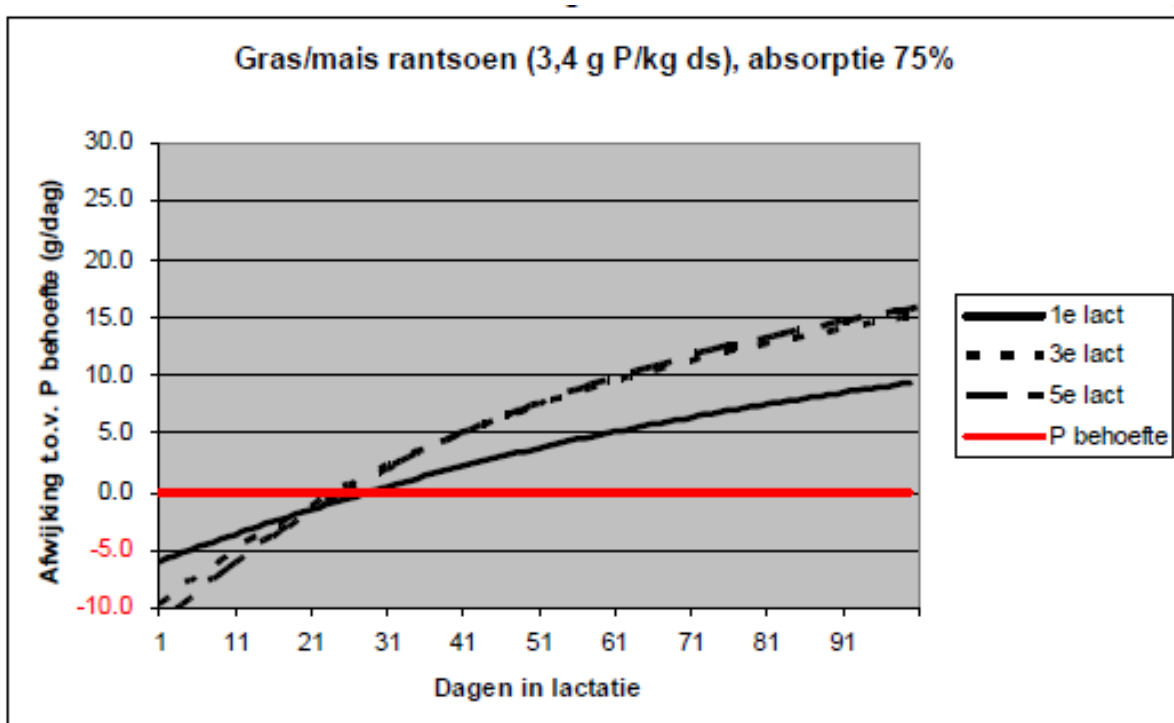
3.1.2.1 Uitgevoerde proef

Binnen de proef zijn vier verschillende rantsoenen met een verlaagd P-gehalte vergeleken. De proef is uitgevoerd voor koeien in de eerste 100 dagen van de lactatie. In deze periode kan namelijk sprake zijn van een achterblijvende voeropnamecapaciteit. Om effecten van leeftijd zichtbaar te maken, is de proef uitgevoerd voor dieren in de eerste, derde en vijfde lactatie.

Rantsoen 1

Rantsoen 1 bevatte (in DS): 40% krachtvoer, 30% snijmaïssilage en 30% grassilage. Daarnaast werd het P-gehalte in het krachtvoer verlaagd naar 3,5 P/kg DS. Het totale P-gehalte in het rantsoen was 3,4 g P/kg DS.

Uit Figuur 16 blijkt dat het rantsoen geen problemen oplevert voor de P- voorziening van melkvee. Een periode van drie tot vier weken in combinatie met hoog P aanbod in de rest van de lactatie levert geen problemen op voor diergezondheid en dierwelzijn.

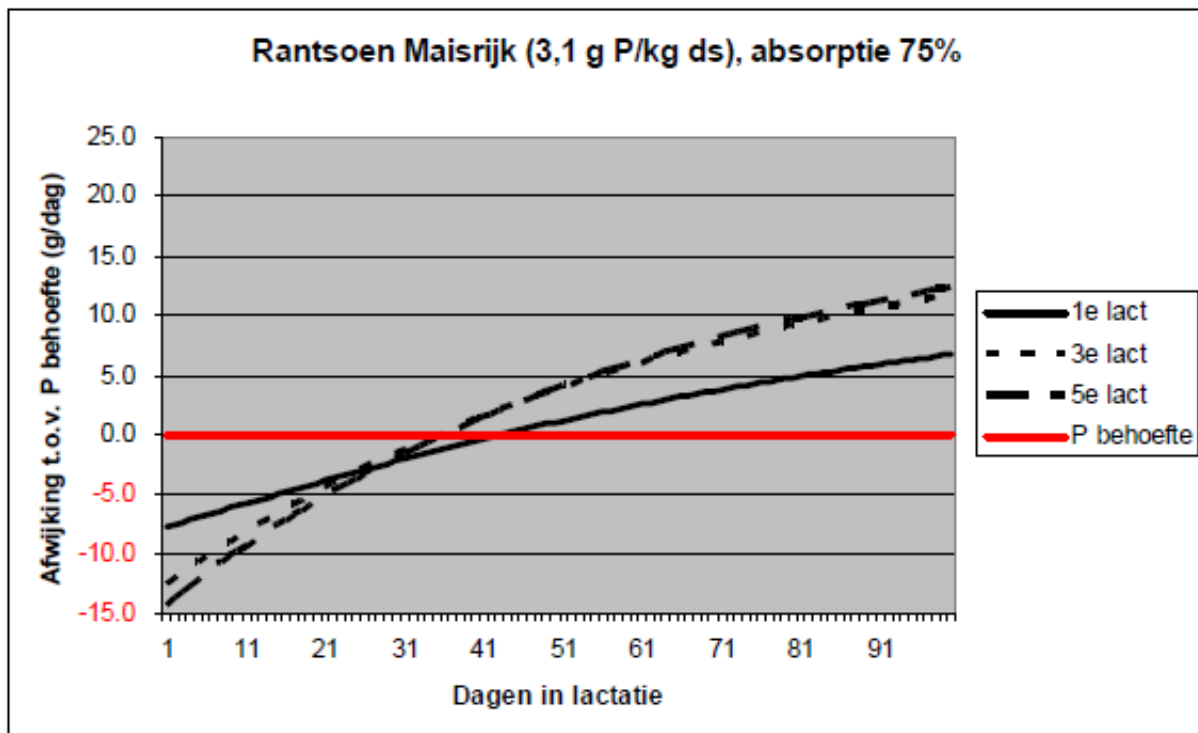


Figuur 16. Afwijking tussen P-behoefte en P- opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens het Koemodel voor een gras/maïs rantsoen met een in P verlaagd krachtvoer. Overgenomen uit effect van fosforverlaging in melkveerantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest (Rapport/wageningen ur livestock research, 324). Door van Krimpen, Middelkoop, Sebek, Jongbloed. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research. (2010).

Rantsoen 2

In rantsoen 2 is het aandeel P- arme snijmaïssilage verhoogd en het aandeel van de P rijke grassilage verlaagd. Het rantsoen bevatte (in DS): 40% krachtvoer, 50% snijmaïssilage en 10% grassilage. Het totale P gehalte in rantsoen was 3,1 g P/kg DS.

In Figuur 17 is te zien dat een verdere verlaging van het P-gehalte in het rantsoen leidt tot een verlenging van de periode met een negatieve dekking van de P-behoefte. Dit keer is deze negatieve dekking to 5-6 weken te zien. In deze periode is er een groter P- tekort, ook voor de oudere dieren die in die periode nog tot -15 g P/dag zitten. Desondanks worden hier ook geen problemen verwacht op het gebied van diergezondheid en -welzijn.



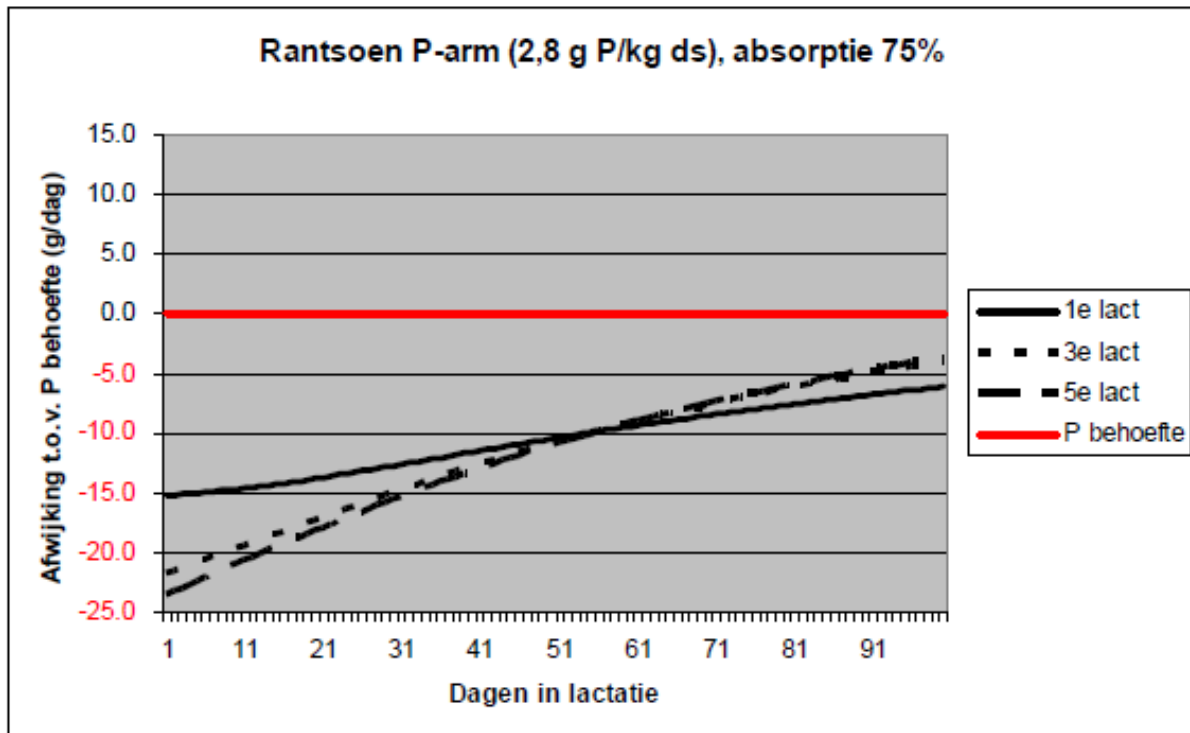
Figuur 17. Afwijking tussen P-behoefte en P- opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens het Koemodel met een snijmaïssrijk rantsoen met een in P verlaagd krachtvoer. Overgenomen uit effect van fosforverlaging in melkveerantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest (Rapport/ wageningen ur livestock research, 324). Door van Krimpen et al., 2010. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research. (2010).

Rantsoen 3

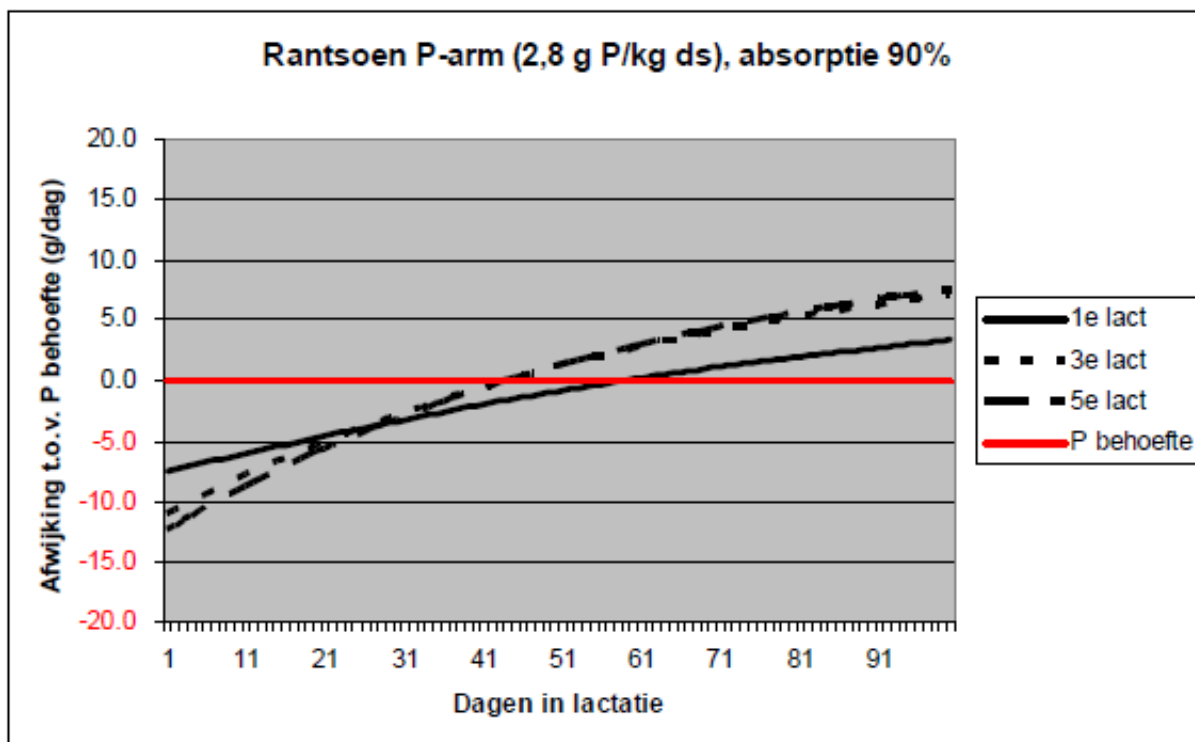
In rantsoen 3 is gerekend met een extreem laag P-gehalte. De helft van het krachtvoer werd vervangen door het P- arme product perspulsilage. Het rantsoen bevatte (in DS): 20% krachtvoer, 20% perspulsilage, 30% snijmaïssilage en 30% grassilage. Het totale P- gehalte in het rantsoen was 2,8 g P/kg DS.

In Figuur 18 is te zien dat het rantsoen een fors effect heeft op de P- behoefte dekking. Voor zowel de jonge als de oudere dieren worden in de eerste 100 dagen in lactatie onder de P- behoeftenormen gevoerd. Te zien is dat in het begin van de lactatie zelfs tot circa -20 g P per dag gaat. Dit gaat hoogstwaarschijnlijk gepaard met een langdurig negatieve P-balans. Om uit te zoeken of dieren met een lager aanbod aan P, efficiënter met P omgaan, is hetzelfde rantsoen ook doorgerekend met een absorptiecoëfficiënt van 90%. Zie Figuur 24.

In Figuur 19 is te zien dat dit extreem lage P rantsoen ook bij een absorptiecoëfficiënt van 90% niet in staat is om gedurende de eerste 6-7 weken van de lactatie te voldoen aan de P- behoeftenormen. Echter is er geen rekening gehouden met de P- mobilisatie (bijvoorbeeld uit de botten). Wanneer je uit zou gaan van 8 g P- mobilisatie per dag (Valk, 2002), is er ook voor dit rantsoen vanaf circa dag 10 geen aanleiding te veronderstellen dat er structurele negatieve P- balansen voorkomen in de Nederlandse melkveehouderij.



Figuur 18. Afwijking tussen P-behoefte en P- opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens het Koemodel voor een extreem P- arm rantsoen met een in P verlaagd krachtvoer. Overgenomen uit effect van fosforverlaging in melkveeantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest (Rapport/ wageningen ur livestock research, 324). Door van Krimpen et al., 2010. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research. (2010).



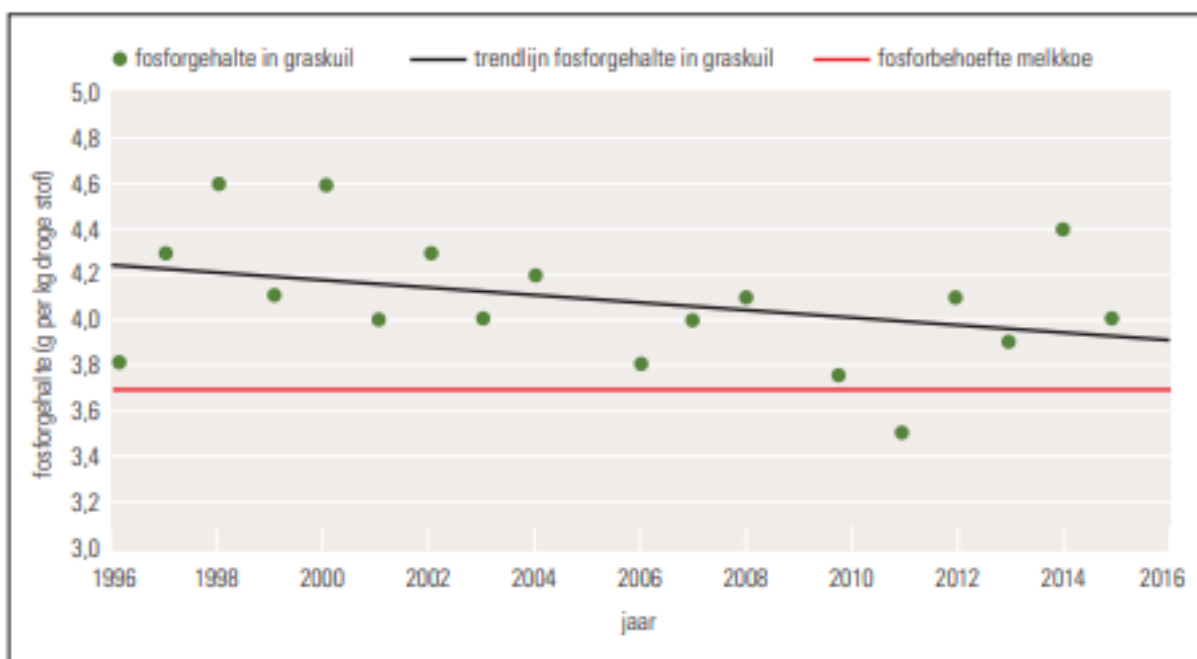
Figuur 19. Afwijking tussen P-behoefte en P-opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens het Koemodel voor een extreem P-arm rantsoen met een P verlaagd krachtvoer en een absorptiecoëfficiënt van 90%. Overgenomen uit effect van fosforverlaging in melkveerantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest (Rapport/ wageningen ur livestock research, 324). Door van Krimpen et al., 2010. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research. (2010).

3.2 Hoe groot zijn de verschillen tussen graskuilen, wat betreft de P-benutbaarheid?

Gras is een P- rijk voedermiddel en nadelig voor de P- benutbaarheid (Goselink & Šebek, 2012). Door de derogatie (80% graslandeis) en de aankomende eis om 65% eiwit van eigen land te halen, is de veehouder verplicht om veel gras in het rantsoen te blijven voeren. Gras is in staat een groot gedeelte van de behoefte te dekken, maar heeft wel een nadelig effect op de P- benutbaarheid. Om verschillen te constateren wat betreft de P- benutbaarheid in graskuilen, wordt in dit hoofdstuk gekeken wanneer de P- gehalten in graskuilen het hoogst zijn en hoe hoog de beschikbaarheid is. Dit wordt beschreven omdat een deel van P in gras niet benut kan worden door melkkoeien vanwege de aanwezigheid van een onverteerbare fractie. Tevens wordt bekeken wat de grondsoort voor invloed kan hebben op het P- gehalte.

3.2.1 Maaistadium

Het P-gehalte in het gras wordt bepaald door het stadium waarin het gras wordt gemaaid. Hoe ouder het gras, hoe lager het P-gehalte. Echter heeft het toepassen van een andere snedenzwaarte effect op het eiwitgehalte en de voederwaarde (Van Krimpen et al, 2010). De P- gehalten in graskuilen zijn de laatste decennia afgenomen (met uitzondering van 2014), dit blijkt uit cijfers van Eurofins, zie Figuur 20. De beschikbaarheid van P in kuilgras neemt af bij een later maaistadium. Over het algemeen varieert de beschikbaarheid van 80 tot meer dan 90 procent (van der Knaap, 2016).



Figuur 20. Fosforgehalten in gram per kg droge stof in graskuilen. Overgenomen uit: mag het een gram minder zijn? Door van der Knaap., 2016. Veeteelt.

3.2.1.1 Kengetallen Fosfor beschikbaar en Fosfor index

Eurofins presenteerde in 2016 de kengetallen “Fosfor beschikbaar” en “Fosfor index”. Deze kengetallen werden toegevoegd op de uitslagen van graskuilen. Door deze kengetallen wordt inzicht verkregen in de P- efficiëntie van de graskuil en kan beter gestuurd worden op de reductie van de P- aanvoer op bedrijven (Eurofins Agro, 2016).

Fosfor beschikbaar

Voor P variëren de gehalten in graskuilen tussen 1,5 en 6,5 gr/kg DS. Dit is bruto P, en is niet volledig verteerbaar voor de koe. Het kengetal "Fosfor beschikbaar" geeft aan hoeveel P daadwerkelijk kan worden opgenomen door de koe. De beschikbaarheid van P wordt bepaald door: bruto P minus de onverteerbare fractie. Een onderzoek naar de verteerbaarheid van P in de pens, dat SFR en Eurofins samen hebben gedaan, toont aan dat kuilen met een vergelijkbaar P-gehalte een verschillende P-beschikbaarheid kunnen hebben (Eurofins Agro, 2016).

Fosfor index

Binnen het beschikbare P wordt gerekend met de bekende CVB- normen met 75% beschikbaarheid van het aanwezige P in het ruwvoer. De rekenwaarde staat gelijk aan een P index van 100. Echter is in de meeste graskuilen het P beter beschikbaar, gemiddeld zo'n 85%. Deze 10% betere beschikbaarheid wordt aangeduid met een fosfor index van 110. Een fosfor index van 110 zou betekenen dat er bespaart kan worden op de P-aanvoer in het rantsoen.

Klantenkring C.A.V. Den Ham

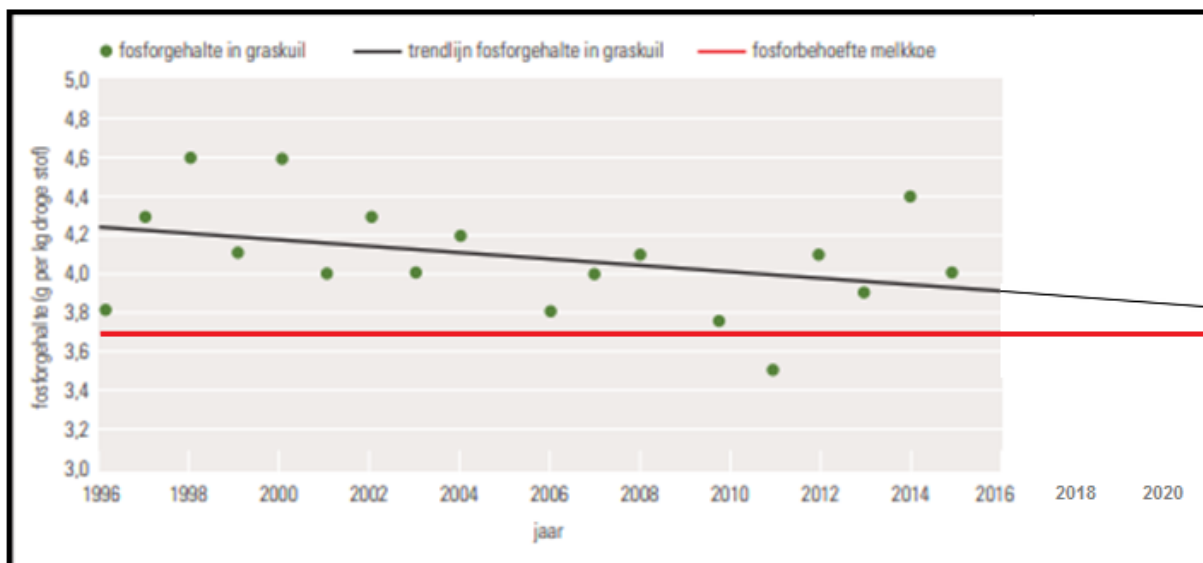
Tevens zijn resultaten van de eerste en tweede snede van het klantenbestand van C.A.V. Den Ham opgevraagd bij Eurofins. Zie Bijlage 3. Ten eerste is gekeken naar het P- gehalte in de graskuilen, deze varieert van 2,5 tot 4,4. Het gemiddelde P- gehalte is 3,3. Vergeleken met de cijfers van Eurofins (2016), is dit een zeer gemiddeld tot een laag gehalte aan P. Het lage P-gehalte is te verklaren doordat het voornamelijk om eerste snedes gras gaat. Het percentage P- beschikbaarheid van de graskuilen varieert van 74 tot 94%, met een gemiddelde van 86%. Hieruit kan worden opgemaakt dat de P-beschikbaarheid over het algemeen goed is (van der Knaap, 2016). De Fosfor index varieert van 99 tot 117, met een gemiddelde van 110. Dit wil zeggen dat graskuilen onder de klanten van C.A.V. Den Ham beter beschikbaar zijn dan de 75% waarmee gerekend wordt binnen rantsoenen. Bij een Fosfor index van 110 kan er 12% bespaard worden op de P- aanvoer, wat uiteindelijk gunstig is voor het bedrijfsresultaat van klanten (Eurofins, 2016).

Een lang maaistadium bevat een hoog gehalte aan droge stof, een hoog NDF- gehalte, een hoge structuurwaarde en een lagere VEM- waarde. Wanneer gekeken wordt naar deze waarden in het klantenbestand, blijkt dat deze partijen gras een vele lagere P- beschikbaarheid hebben. Ook is het Ruw Eiwit bij deze partijen lager (dan de meeste) andere partijen. Een kort maaistadium bevat over het algemeen een lagere DS, een lager NDF- gehalte, en een lagere structuurwaarde en VEM- waarde. Uit het klantenbestand blijkt dat deze partijen een hogere P- beschikbaarheid hebben. Deze partijen hebben daarnaast een lager gehalte aan Ruw Eiwit.

3.2.2 P-beschikbaarheid per seizoen, regio en jaren

In het voorjaar, de zomer en het najaar van 2019 is de variatie in P en P- beschikbaarheid relatief groot. Zie Bijlage 5. In de zomer is weinig P beschikbaar, waardoor gelet moet worden op voldoende P in het rantsoen dat voor de koe beschikbaar is. Tevens valt op dat de P- beschikbaarheid in de provincies Overijssel, Drenthe en Gelderland laag is. Deze provincies telen veelal op zandgrond, zie Bijlage 4 (Brouwer, 2006). Daardoor lijkt er een verband te zijn tussen het telen op zandgrond en een lage P- beschikbaarheid.

Wanneer de trendlijn in Figuur 20 doorgetrokken zou worden naar 2020, komt deze op ongeveer 3,8 g/kg DS, zie Figuur 21. Uit gegevens van Eurofins is gebleken dat het gemiddelde P-gehalte in graskuilen in 2019 echter slechts 3,6 g/kg DS is (zie Bijlage 5). Dit is relatief laag voor een graskuil. Wanneer het gehalte lager is dan 3,5 g/kg DS is dit zorgelijk betreft het P- aanbod vanuit graskuilen.



Figuur 21. Trendlijn fosforgehalte in graskuil tot 2020. Aangepast overgenomen van: mag het een gram minder zijn? Door van der Knaap, 2016. Veeteelt.

3.2.3 Grondsoort

Bij evenwichtsbemesting mag even veel P worden aangevoerd via dierlijke mest en kunstmest als wordt afgevoerd door het gewas (Van Middelkoop, Van der Salm & Ehlert, 2005). In verschillende onderzoeken is gekeken naar het effect van evenwichtsbemesting en de effecten van twee fosfaatbehandelingen (20 of 40 kg P₂O₅ ha/jr overschot). In het onderzoek van de WUR door Van Middelkoop, Van der Salm & Ehlert (2005) werden twee zandgronden, een veen en zeekleigrond geselecteerd. Hieruit bleek dat het ingestelde P- overschot na acht jaar een klein significant effect had op de drogestofopbrengst op zand- en veengrond. Bij toegepaste evenwichtsbemesting is de drogestofopbrengst gemiddeld 450 kg ds/ha/jr lager dan bij een overschot van 40 kg P₂O₅ ha/jr. De kleigrond liet een tegengesteld effect zien, hierbij was de opbrengst bij een overschot van 40 kg lager dan bij alle andere behandelingen. In een maaiproef door van Krimpen et al. (2010) was dit tegengestelde effect minder zichtbaar. In deze proef waren de P- gehalten in g P/kg ds bij een overschot van 40 kg P₂O₅ wel hoger dan bij alle ander behandelingen, maar waren de verschillen wel kleiner dan bij zand- en veengronden.

De behandelingen van Van Middelkoop et al. (2005) met een fosfaatoverschot hadden alle twee een positief effect op het P-gehalte van het gras. Opvallend is dat het effect op zand- en kleigrond minder is dan bij veengrond. Tevens kan geconcludeerd worden uit het rapport van Van Middelkoop et al. (2005) dat bij evenwichtsbemesting het gehalte aan P op iedere grondsoort daalt en dus een negatief effect heeft op P-gehalte. Uit de maaiproef van Van Krimpen et al. (2010) kan geconcludeerd worden dat na vijf jaar evenwichtsbemesting het P-gehalte in gras ruim 10% lager is dan na vijf jaar bemesting volgens een overschot van 40 kg P per ha. De weideproef uitgevoerd door van Krimpen et al. (2010) liet hetzelfde beeld zien.

P-AL getal

Voor grasland is het P-AL- getal in 0-10 cm onder maaiveld het kenmerk dat wordt gebruikt om aan te geven of er voldoende opneembaar P voor gras aanwezig is (Van Middelkoop et al., 2005). Ook wordt het P-AL getal een aanduiding voor de bodemvruchtbaarheid genoemd (Van Krimpen et al, 2010). In de proef van Van Middelkoop et al. (2005) bleek dat op de zandgronden en de veengronden bij evenwichtsbemesting het P-AL getal daalde. Het effect van de 20 en 40 kg P₂O₅ overschot, was dat

het P- Al getal gelijk bleef of was gestegen. De kleigrond liet niet of nauwelijks verschil zien. De maai en weideproeven van Van Krimpen et al. (2010) lieten wat betreft het P-AL getal hetzelfde beeld zien. Op alle grondsoorten werd bij evenwichtsbemesting een lager P-AL getal geconstateerd.

P- benutting

Uit onderzoek van Oenema & Aarts (2015) naar P- benutting tussen verschillende grondsoorten en intensiteiten van bedrijven blijkt dat de P- benutting gemiddeld het laagst is op extensieve veenbedrijven en het hoogst op intensieve zandbedrijven.

3.2.4 Ontwikkeling bepaling P- beschikbaarheid

SFR heeft in 2009 onderzoek gedaan om de beschikbaarheid van P te bepalen uit de kenmerken voor eiwit. Dit werd gedaan middels een in vitro methode welke werd vergeleken met een in sacco bepaalde eiwitbeschikbaarheid. De monsters hierbij werden eveneens geselecteerd op seizoen en grondsoort, en op verschil in P/N verhouding. Om de beschikbaarheid van P te bepalen werd bekeken welke invloed P in graskuilen heeft door te kijken naar de oplosbaarheid, de wasfractie, verteerbaarheid en de afbraaksnelheid. Uit al deze afbraakkenmerken werd een goed verband gevonden met de gelijkbare kenmerken voor eiwit. De uitwasbare fractie bleek het meest bepalend te zijn voor de beschikbaarheid van P, al kon dit niet direct gerelateerd worden aan de selectiecriteria van de kuilen (grondsoort, seizoen of eiwit-fosfor verhouding). Wel werd er een verband geconstateerd tussen het Ruw Eiwit (RE) gehalte van het gras en fractie uitwasbare P (Van Straalen et al, 2009).

3.3 Welke verschillen worden waargenomen bij verschillende mengvoergrondstoffen op het gebied van de P- benutbaarheid?

In deze paragraaf worden met name resultaten van bepalingen van krachtvoerstoffen, ook wel mengvoerstoffen, beschreven. Door te kijken naar de beschikbaarheid van krachtvoerstoffen en de verhouding tussen P en eiwit binnen krachtvoerstoffen, kan een grondstof aan het rantsoen worden toegevoegd welke efficiënt werkt binnen het rantsoen. Op deze manier kan de P- benutbaarheid vergroot worden en kan voorkomen dat P verloren gaat binnen het rantsoen. Dit vergroot de P- efficiëntie.

3.3.1 Verband eiwit en P-gehalte

In de literatuur- en deskstudie van Van Straalen & Bruinenberg (2007) is de relatie tussen eiwit en P in voedermiddelen en de factoren die van invloed zijn op de beschikbaarheid van P onderzocht. Hieruit bleek dat er een positief verband is tussen eiwit en P-gehalte over voedermiddelen heen, maar dat er bij de krachtvoergrondstoffen de nodige variatie in deze relatie bestond.

3.3.1.1 Proef SFR

Van Stralen et al. (2009) onderzochten het verband tussen eiwit en P en de afbraak- en verteringskenmerken ervan, met als doel het ontwikkelen van tabelwaarden voor de P- beschikbaarheid van voedermiddelen om vervolgens voorspellingsformules (WDVP en FPB) op te kunnen stellen. Hierin is geprobeerd de P- beschikbaarheid te voorspellen aan de hand van eiwitkenmerken. Deze formules worden gebruikt om P afbraakkenmerken te voorspellen voor krachtvoergrondstoffen. Om dit te voorspellen werd gekeken naar de oplosbaarheid (S%), de uitwasbare fractie (W%), de afbraaksnelheid (Kd), bestendigheid, onverteerbaarheid (U%) en de darmverteerbaarheid van P en RE. Op de oplosbaarheid en onverteerbare fractie na, konden al deze kenmerken voor P goed worden voorspeld vanuit het RE.

3.3.1.2 Uitwerking van de afbraak en verteringskenmerken tussen P en eiwit

In Figuur 27 zijn afbraakkenmerken en verteringskenmerken van eiwit en P van krachtvoergrondstoffen weergegeven die in de proef behandeld zijn. Hieruit bleek dat de oplosbare fractie van P gemiddeld iets hoger is dan van RE (15% t.o.v. 13%). Voedermiddelen met een hoge P- oplosbaarheid in vergelijking met RE waren vooral de vlinderbloemigen (erwten, lupinen en lijnzaadschilfers). Het verband tussen de oplosbare fractie van P en eiwit is relatief zwak ($R^2 = 0,38$). Dit wordt volledig bepaald door maïsglutenvoermeel, die heeft een grote fractie oplosbaar eiwit, maar in vergelijking met eiwit een relatief lage fractie oplosbaar P (beide ongeveer 30%).

Voor de uitwasbare fractie is ongeveer de helft oplosbaar voor zowel RE als P (54% versus 42%). Bij de vlinderbloemigen zijn relatief veel eiwit en P uitwasbaar. Het verband tussen RE en P uitwasbaarheid over voedermiddelen heen is relatief gezien matig ($R^2 = 0,63$).

De onverteerbare fractie van bijvoorbeeld bietenpulp en behandelde raapzaad- en sojaschroot heeft bij P een fors hoger percentage dan RE. Hieruit blijkt dat het verband tussen beide kenmerken zwak is ($R^2 = 0,09$).

3.3.1.3 Bestendigheid en darmverteerbaarheid van eiwit en P

Tevens zijn binnen de proefmetingen gedaan om de bestendigheid en darmverteerbaarheid van eiwit en P te bepalen. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 23. De bestendigheid van P over de voedermiddelen heen, was lager (26,5%) dan het RE (37,6%). Er werd een verband tussen deze kenmerken ($R^2 = 0,65$) geconstateerd. Ook de bepaalde darmverteerbaarheid van P en eiwit liet een duidelijk verband zien ($R^2 = 0,62$). Gemiddeld lag de darmverteerbaarheid van krachtvoergrondstoffen op 65%.

	VC-OS	Eiwit				P			
	%	%S	%W	%U	kd	%S	%W	%U	Kd
Pulp (inlands)	90,5	12,3	19,7	12,2	7,27	14,8	18,7	26,0	8,19
Citruspulp	89,9	25,6	44,1	4,8	7,85	-	54,8	2,0 ¹	5,70
Erwten	93,7	3,6	68,4	0,0 ¹	10,35	19,1	75,4	0,7	11,29
Lupinen	88,1	11,3	38,2	2,4	15,56	25,3	49,2	4,1	19,00
Lijnzaadschilfers	78,1	13,5	27,4	5,1	9,71	22,7	29,5	2,8	16,65
Mais	89,3	12,1	24,4	3,8	6,19	8,9	58,7	4,7 ¹	22,12
Maisglutenvoer	81,1	30,3	44,3	2,4	5,74	33,0	92,2	0,9	5,36
Palmpitschilfers	73,0	11,7	22,7	9,4	2,81	12,5	45,9	1,6	7,89
Raapz.schroot	79,9	10,0	16,7	5,9	13,27	0,7	14,3	4,3	14,89
Sojaschroot	91,6	6,8	13,5	0,5	7,12	2,8	31,8	0,1 ¹	13,50
Tarwe	88,6	10,8	24,9	4,9	21,40	11,5	31,0	3,2	15,87
Tarwegries	75,3	11,1	23,9	16,5	18,84	19,7	24,6	4,6	23,76
Zonnebloemschroot	76,5	8,7	16,9	4,2	12,25	12,4	20,8	2,4	14,03
Sojaschr. Fo-beh	- ²	6,5	7,1	1,1	0,81	-	31,2	19,9 ¹	2,17
Raapz.schr. Fo-beh	-	5,4	5,7	6,7	1,75	-	5,7	17,1	3,14

¹ Door het ontbreken van voldoende residu voor fosfor bepaling is de U-waarde niet de bepaalde maar gefitte waarde.

² Niet bepaald.

Figuur 22. Afbraakkenmerken en verteringskenmerken van eiwit en fosfor van krachtvoergrondstoffen. Overgenomen uit beschikbaarheid van eiwit en fosfor uit voedermiddelen in de pens en darm bij melkkoeien bepaald met in sacco en in vitro methoden. Proefverslag nr. 1014. Door Van Straalen et al., 2009. Schothorst Feed Research, Lelystad.

	Eiwit				P	
	%BRE	%BRE	%DVBE	%DVBE	%BP	%DVP
	sacco	vitro	sacco	vitro	sacco	Sacco
Pulp (inlands)	43,0	38,1	77,1	83,6	49,4	72,1
Citruspulp	26,9	23,2	78,1	82,2	24,1	79,2
Erwten	11,6	16,2	69,1	95,7	9,0	60,4
Lupinen	19,0	9,0	73,8	94,5	15,3	66,1
Lijnzaadschilfers	30,9	38,1	72,8	87,7	20,7	68,4
Maïs	39,1	65,5	90,2	88,3	12,5	85,3
Maïsglutenvoer	29,7	35,9	68,6	¹	4,6	67,1
Palmpitschilfers	55,6	41,4	77,9	73,4	24,3	82,5
Raapzaadschroot	30,0	39,3	60,8	79,2	27,7	35,2
Sojaschroot	39,8	30,4	97,6	98,9	21,1	92,2
Tarwe	20,3	47,5	68,2	87,6	21,3	11,3
Tarwegries	30,9	42,9	65,6	79,8	18,9	36,1
Zonnebloemschroot	30,1	10,5	84,6	93,0	25,4	87,8
Sojaschroot Form.-beh	82,0	-	-	-	55,8	-
Raapzaadschroot Form.-beh	74,5	-	-	-	67,8	-

¹ Niet bepaald.

Figuur 23. Bestendigheid en darmverteerbaarheid van eiwit en fosfor op krachtvoergrondstoffen op basis van in sacco en vitro bepalingen. Overgenomen uit beschikbaarheid van eiwit en fosfor uit voedermiddelen in de pens en darm bij melkkoeien bepaald met in sacco en in vitro methoden. Proefverslag nr. 1014. Door Van Straalen et al., 2009. Schothorst Feed Research, Lelystad.

	Voer		Pens ¹			Stofwisseling ²		
	P	FP	EP	MP	FPB	DVBP	DVMP	WDVP
Krachtvoergrondstoffen (in g/kg product)								
Pulp (inlands)	0,78	0,39	3,0	2,61	-1,82	0,28	2,22	0,28
Citruspulp	0,95	0,72	3,0	2,78	-1,84	0,18	2,36	0,48
Erwten	3,89	3,54	3,0	2,76	1,02	0,21	2,35	3,34
Lupinen	2,62	2,22	3,0	2,51	0,19	0,27	2,14	2,11
Lijnzaadschilfers	8,80	6,98	3,0	1,69	6,61	1,25	1,43	7,97
Maïs	2,03	1,78	3,0	1,82	1,13	0,22	1,55	1,72
Maïsglutenvoer	8,11	7,74	3,0	2,19	6,36	0,25	1,86	7,66
Palmpitschilfers	5,89	4,46	3,0	1,84	3,78	1,18	1,56	5,36
Raapzaadschroot	10,63	7,69	3,0	1,87	6,94	1,04	1,59	8,44
Sojaschroot	6,41	5,06	3,0	2,09	2,06	1,24	1,78	5,21
Tarwe	3,81	3,00	3,0	2,44	1,13	0,09	2,07	2,73
Tarwegries	9,51	7,71	3,0	1,98	6,76	0,65	1,68	8,06
Zonnebloemschroot	11,54	8,61	3,0	1,89	7,83	2,57	1,61	10,90
Mervobest Soja	6,09	1,10	3,0	1,28	1,54	3,13	1,09	4,25
Mervobest Raap	11,04	2,81	3,0	1,25	3,30	2,63	1,07	9,17

Figuur 24. Fermenteerbare P balans in de pens en het werkelijk darmverteerbare P van krachtvoergrondstoffen. Overgenomen uit beschikbaarheid van eiwit en fosfor uit voedermiddelen in de pens en darm bij melkkoeien bepaald met in sacco en in vitro methoden. Proefverslag nr. 1014. Door Van Straalen et al., 2009. Schothorst Feed Research, Lelystad.

FPB en WDVP

Door bovenstaande gegevens en het onderzoek naar de beschikbaarheid van eiwit en P uit voedermiddelen (van Straalen et al., 2009), kan er ook vergeleken tussen krachtvoergrondstoffen worden vergeleken met de FPB en de WDVP. Zie Figuur 24. Hieruit blijkt dat bij pulp en citruspulp de FPB negatief is. Tevens is de FPB bij lupinen laag. Lijnzaadschilfers, maïsglutenvoer en tarwegries hebben daarentegen een hoge FPB. Uit bovenstaande resultaten blijkt dat de FPB extra informatie geeft over de hoeveelheid P op pensniveau en gebruikt kan worden om een optimale microbiële activiteit te waarborgen. De gehalten aan WDVP variëren tussen grondstoffen van 0,28 g bij pulp tot 10,9 g/kg bij zonnebloemzaadschroot. Het WDVP- gehalte heeft, zoals eerder geschreven, een nauw verband met het totale gehalte aan P, waardoor het tot nu toe nog weinig toegevoegde waarde had boven het gebruik van het bruto P- gehalte.

3.3.2 Kenmerken krachtvoergrondstoffen

In Figuur 22 is zichtbaar dat pulp in vergelijking met de overige krachtvoergrondstoffen een gemiddelde oplosbaarheid heeft en een lage was fractie. Daarnaast is de afbraaksnelheid laag. Hieruit blijkt dat pulp langzaam vrijkomt, en langzaam door de pens gaat. Daarnaast levert pulp weinig toevoeging aan het P- aandeel. Pulp vergroot dus de P- efficiëntie: het bevat weinig P, waardoor er minder P wordt aangevoerd. Daarnaast is het gunstig om de stikstofefficiëntie op je bedrijf te verbeteren, omdat de energie die uit perspulp vrijkomt zorgt dat eiwit goed wordt benut (Cosse, 2020). Dit heeft uiteindelijk ook weer een positief effect op de P voorziening.

Raapzaadschroot heeft een lage oplosbaarheid, een lage wasfractie en een lage onverteerbaarheid. De afbraaksnelheid is gemiddeld. Bij behandelde raapzaadschroot is de wasfractie lager, de onverteerbaarheid een stuk hoger en de afbraaksnelheid lager. De behandelde raapzaadschroot zorgt hierdoor voor een verminderde beschikbaarheid van P op pensniveau, maar ook op het gehele darmkanaal (van Straalen et al., 2009).

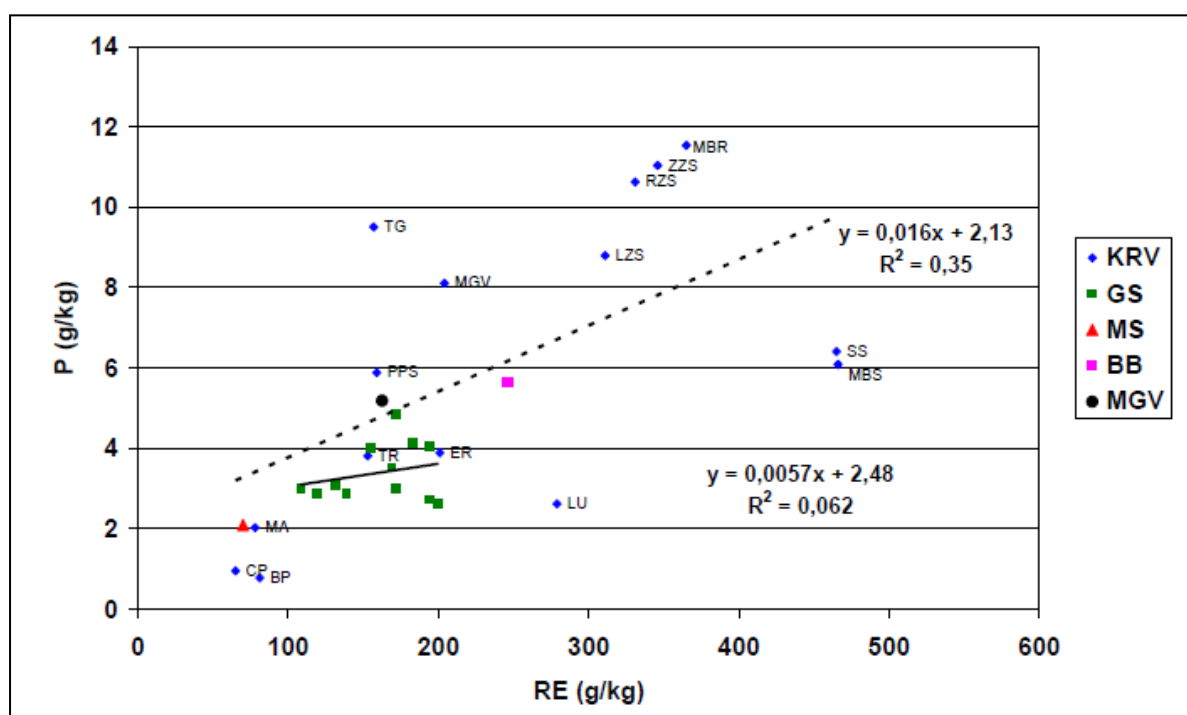
3.3.2.1 Verschillen tussen grondstofkenmerken

In Figuur 25 zijn krachtvoergrondstoffen te zien met daarbij de samenstellingen ervan. In Figuur 26 is het verband tussen RE en P gehalte van de voedermiddelen te zien. Hier is te zien dat Bietenpulp en Citruspulp, maar ook sojaschroot een laag gehalte aan P ten opzichte van RE hebben. Dat wil zeggen dat deze grondstoffen goed benut kunnen worden om de P gehalten in het rantsoen te verlagen, en de eiwitvoorziening daarbij gelijk blijft. Raapzaadschroot heeft bijvoorbeeld een hoog gehalte aan P, maar ook een redelijk hoog gehalte aan RE. Dat wil zeggen dat je voor een goede eiwitvoorziening, die raapzaadschroot geeft, ook een hoog gehalte aan P in je rantsoen krijgt. Het is hierbij belangrijk om deze waarnemingen mee te nemen in je rantsoensamenstelling. Wanneer je fosforniveau binnen je rantsoen al aan de hoge kant is, en je wil het eiwitniveau binnen je rantsoen ook wat verhogen, is het niet handig om een eiwitrijke grondstof toe te voegen die ook een hoog fosforniveau heeft. Op deze manier voeg je onnodig veel P toe aan je rantsoen, waardoor alle P niet benut wordt, en er onnodig veel P binnen het bedrijf wordt aangevoerd. Dit heeft uiteindelijk een negatief effect op de P- efficiëntie, wat niet wenselijk is.

	code	Vocht	AS	RE	RVET	RC	NDF	ADF	ADL	ZET	Sui	P	P/N
Bietenpulp (inlands)	BP	81	121	81	10	159	311	219	20	10	55	0,78	0,060
Citruspulp	CP	80	69	65	25	127	216	228	34	15	153	0,95	0,091
Erwten	ER	134	27	201	20	54	122	78	6	123	41	3,89	0,121
Lupinen	LU	96	28	279	63	144	246	198	15	30	49	2,62	0,059
Lijnzaadschilfers	LZS	108	55	311	120	91	103	154	59	34	37	8,80	0,177
Maïs	MA	120	10	78	44	20	84	36	6	617	17	2,03	0,163
Maïsglutenvoer	MGV	91	52	204	39	74	299	114	31	130	14	8,11	0,249
Palmpitschilfers	PPS	66	47	159	81	186	641	384	132	4	13	5,89	0,232
Raapz.schroot	RZS	102	65	331	80	125	259	189	77	27	82	10,63	0,201
Sojaschroot	SS	118	62	465	22	40	82	66	10	10	113	6,41	0,086
Tarwe	TR	119	17	153	22	24	104	41	10	532	23	3,81	0,156
Tarwegries	TG	121	47	157	42	79	314	12	32	226	54	9,51	0,379
Zonneblschroot	ZZS	109	70	365	26	160	273	200	61	14	66	11,54	0,198
Sojaschr. Fo-beh	MBS	120	- ¹	466	-	-	-	-	-	-	-	6,09	0,082
Raapz.schr. Fo-beh	MBR	112	-	346	-	-	-	-	-	-	-	11,04	0,200

¹ Niet bepaald.

Figuur 25. Krachtvoergrondstoffen met daarbij de chemische samenstelling. Overgenomen uit beschikbaarheid van eiwit en fosfor uit voedermiddelen in de pens en darm bij melkkoeien bepaald met in sacco en in vitro methoden. Proefverslag nr. 1014. Door Van Straalen et al., 2009. Schothorst Feed Research, Lelystad.



Figuur 26. Verhouding tussen RE en P in de krachtvoergrondstoffen (in g/kg) en ruwvoerders en natte bijproducten (in g/kg DS). De regressielijn en formule voor krachtvoer grondstoffen (stippelijne) zijn weergegeven in de grafiek. De afkortingen zijn weergegeven in Figuur 1. Overgenomen uit beschikbaarheid van eiwit en fosfor uit voedermiddelen in de pens en darm bij melkkoeien bepaald met in sacco en in vitro methoden. Proefverslag nr. 1014. Door Van Straalen et al., 2009. Schothorst Feed Research, Lelystad.

3.4 Welke manieren kunnen melkveehouders toepassen om de P-benutbaarheid te verbeteren?

Dit hoofdstuk geeft inzicht welke maatregelen melkveehouders kunnen toepassen om de P-benutbaarheid te verbeteren, waardoor een excretiereductie bereikt kan worden en een fosfaatoverschot beperkt of voorkomen kan worden.

3.4.1 Efficiënter omgaan met P

Één van de manieren om de P-benutbaarheid te verbeteren is het efficiënter omgaan met P. Er zijn twee mogelijkheden, namelijk: het beperken van de P-aanvoer en het bedrijfsmanagement aanpassen. In dit hoofdstuk worden de maatregelen die de veehouder kan toepassen toegelicht.

3.4.1.1 Maatregelen op het gebied van beperken P-aanvoer

Krachtvoer

Omdat in Nederland veel grasrijke rantsoenen worden gevoerd is er meestal voldoende P aanwezig. Daarbij kan gekozen worden voor P-arme grondstoffen waardoor de P-aanvoer op het bedrijf daalt. Dit is van groot belang voor de P-efficiëntie omdat krachtvoer een hoge intensiteit op de aanvoer van P op een melkveebedrijf heeft (Goselink en Šebek, 2012).

Strooisel

De P-efficiëntie kan verbeterd worden door zaagsel te gebruiken als strooisel in plaats van bijvoorbeeld koolzaadstro. Zaagsel bevat geen P waardoor geen P aangevoerd wordt. (Goselink en Šebek, 2012).

Mest

Door mest te scheiden, worden N en P van elkaar losgekoppeld. Hierdoor kun je dierlijke mest gericht aanwenden op percelen. Door het P apart op te slaan en af te voeren, kan de P-efficiëntie verbeterd worden (Goselink en Šebek, 2012).

3.4.1.2 Aanpassingen op het gebied van aanpassen bedrijfsmanagement

Diergezondheid

Door de gezondheid te verbeteren, worden ziekten voorkomen, waardoor geen extra energie en nutriënten nodig zijn voor herstel. Dit geeft logischerwijs een negatief effect op de benutting van het rantsoen, waardoor de P-efficiëntie beperkt wordt (Goselink en Šebek, 2012).

Fokkerij

Een andere mogelijkheid is het verbeteren van de genetica onder de koeien zodat een hoge productie gecreëerd kan worden. Voorwaarde is hierbij dat de P-opname bij de hogere melkproductie gelijk kan blijven. Bij een gelijkblijvende P-opname en een toegenomen melkproductie, stijgt de P-efficiëntie (Goselink en Šebek, 2012). Mogelijk kan in de toekomst ook gefokt worden op P-efficiëntie. Daarvoor moet eerst een selectie gemaakt worden tussen efficiënte en minder efficiënte dieren, door een nauwkeurige registratie van de individuele P-benutting. Vervolgens moet verder gefokt worden met efficiënte dieren (Goselink en Šebek, 2012). Daarnaast heeft Q-lip met infrarood het P-gehalte in melk bepaald, dit heeft een erfelijkheidsgraad van 0,2 tot 0,3'. Dat is vergelijkbaar met bijvoorbeeld melksnelheid en een groot aantal exterieurkenmerken. Daardoor zou er op P-gehalte in melk goed te fokken zijn (Koopman, 2019).

Beweiding

Weidegras bevat over het algemeen iets meer P per kg DS dan kuilgras, bovendien is de voeropname bij beweiding wisselend en is er veel variatie in voederwaarde. De P- benutting is hierdoor niet optimaal, het melkvee het jaarrond op stal voeren is een optie om zo meer controle te houden op de P-opname in verhouding tot de P- behoefte (Goselink en Šebek, 2012).

P- bemesting

Door de P- bemesting op het gewas te verlagen, kan de totale efficiëntie op het bedrijf nog wat worden verbeterd. Dit kan bijvoorbeeld door langdurig evenwichtsbemesting toe te passen. Uit het rapport van Van Krimpen et al (2010), bleek na 11 jaar het P- gehalte van gras zo'n 4,5 tot 13% te zijn gedaald. Naast het verlagen kunnen ook maatregelen getroffen worden bij de bemesting van P, zodat efficiënt met het beschikbare P dat er is, wordt omgegaan. Dit kan enerzijds door rekening te houden met de P-toestand van de bodem. Anderzijds kan dit door het gericht toedienen van P aan het gewas, denk hierbij aan bijvoorbeeld aan rijenbemesting. Ook een betere dosering helpt om te de benutting van P te vergroten. Bij hoge tot zeer hoge P- toestanden in de bodem kan er zelfs voor worden gekozen om een aantal jaar helemaal geen P toe te dienen aan het gewas, echter spreekt men dan wel over het uitmijnen van P in de bodem. Uitspoeling van P verminderen is ook een maatregel die makkelijk toepasbaar is. Dit kan door de P- bemesting te verlagen, maar vooral door rekening te houden met het weerbericht, zodat niet vlak voor een periode met hevige neerslag wordt bemest (Schoumans et al., 2008).

Teeltplan

Door ruwvoerders die P- rijk zijn te vervangen door ruwvoerders die P- arm zijn, of ook wel meer snijmaïs en minder gras in je teeltplan meenemen, kan het P-gehalte in het rantsoen verlaagd worden. Echter worden de derogatie boeren in hierin beperkt doordat er 80% grasland geteeld moet worden (Van Krimpen et al., 2010). Ook kunnen er P- bindende bestandsdelen (bijv. ijzer of aluminiumverbindingen) aan de bodem worden toegediend, waardoor P- uitspoeling zal verminderen. Daarnaast is het belangrijk een goede grondbewerking te hanteren. Door goede afwateringen in het land, en het voorkomen van het ontstaan van plassen, kunnen helpen om de uitspoeling van voedingsstoffen naar het oppervlaktewater te verminderen. Ook gewasrotatie helpt om P beter te binden, waardoor een hogere P- toestand in de bouwvoor wordt ontwikkeld (Schoumans et al., 2008).

Externe invloeden

Naast de hierboven genoemde maatregelen, kan de P- benutting ook beïnvloed worden door factoren die niet te beheersen zijn door de veehouder. Weeromstandigheden, waarbij het langdurig droog is, kunnen invloed hebben op de P- benutting. Door droogte kan de kwaliteit van het ruwvoer minder worden, wat de P- efficiëntie niet ten goede komt. Hittestress kan ook invloed hebben op de P- benutting, waardoor ook de P- efficiëntie onder druk komt te liggen (Goselink en Šebek, 2012).

P in tankmelk

Inzicht in het P-gehalte in tankmelk helpt veehouders om de hoeveelheid P in het rantsoen beter af te stemmen op de behoefte. Hoewel koeien het mineraal op beperkte schaal bufferen in de botten, is de P- balans met name afhankelijk van de opname uit voer en de uitscheiding via de melk. Van te veel P hebben koeien geen last, maar het overschot komt, in de vorm van P, wel terecht in de mest. Met goed inzicht in de behoefte kan het verlies beperkt worden. Bij lage P- gehalten in melk is de behoefte lager en kan zonder risico het aanbod van P via het rantsoen beperkt worden. Als relatief veel P via de melk wordt uitgescheiden, kan het zinvol zijn om een hogere veiligheidsmarge aan te houden. (Koopman, 2019).

3.4.1.3 Ruwvoermanagement

In het ruwvoermanagement is het mogelijk om te sturen op de beschikbaarheid van P in de graskuil. Daarmee kan aanvoerruimte gecreëerd worden voor P in het rantsoen. Er zijn enkele relaties bekend die van invloed kunnen zijn, zo is P beter beschikbaar bij (Eurofins, 2016):

- Een hoger totaal (bruto) P-gehalte
- Een lager NDF- gehalte
- Een hogere verteerbaarheid (VCOS)
- Een lager ds- gehalte van het ruwvoer

In het graslandmanagement is het ook mogelijk om de beschikbaarheid van P te beïnvloeden. Dit kan met name door (Eurofins, 2016):

- Jonger maaien (hogere P- beschikbaarheid)
- Grasland tijdig vernieuwen (doorzaaien of herinzaaien)
- P-AL en P-PAE waardes in grond hoog houden (voor een vitale bodemstructuur)

3.4.1.4 Rekenvoorbeeld graskuil (t.a.v. deelvraag 2)

Ter aanleiding van deelvraag 2, is er een rekenvoorbeeld voor melkveehouders: Een melkkoe met een productie van 40 kg melk heeft een bruto behoefte van 79 gram P per dag. Hierbij wordt uitgegaan van een beschikbaarheid van 75%, de P index hierbij is 100. Bij een hogere beschikbaarheid, of wel een index van 110, kan er verantwoord verder worden teruggaan in de P- aanvoer. Daarmee kan er 12% bespaard worden per kg DS op de P- aanvoer in het rantsoen. Op kuiluitslagen wordt het beschikbaar P weergegeven in gram/kg DS zodat dit direct als rekenwaarde meegenomen kan worden in de rantsoenberekening (Eurofins Agro, 2016).

3.4.2 De kringloopwijzer

De KringloopWijzer is één van de handvaten, die melkveehouders meer inzicht kan geven in de P- benutting. Bij gebruik van de kringloopwijzer, wordt de benutting van P zichtbaar als het percentage van de P in voer dat wordt omgezet in melk en groei. De KringloopWijzer presenteert ook referentiewaarden, die de gemiddelde score weergeven van bedrijven die vergelijkbaar zijn wat betreft grondsoort en intensiteit (kg melk/ha) (Oenema & Aarts, 2015).

3.4.2.1 Tool

Omdat er veel verschillen zijn qua benutting tussen vergelijkbare bedrijven, is er vanuit het rapport van Oenema en Aarts (2015) een tool opgezet welke de veehouder kan helpen en motiveren de P- benutting van zijn veestapel te verbeteren.

De tool is opgebouwd uit vier delen.

Deel 1: Bewustwording situatie en motivatie verbetering

Om veehouders te motiveren de P- benutbaarheid te verbeteren, zijn er verschillende motieven:

- 1. Hogere melkprijs: een goede P- benutting worden in duurzaamheidprogramma melkverwerker vaak gewaardeerd.*
- 2. Meer melk mogen leveren, bij een bedrijfsplafond P- excretie*
- 3. Minder stalruimte nodig per ton melk, of meer melk mogelijk zonder uitbreiding stalruimte*
- 4. Lagere kosten voeraankoop*
- 5. Lagere kosten opfok jongvee*
- 6. Lagere kosten mestafzet en -verwerking*

Deel 2: Analyse

Doel: zoekrichting voor verbetering bepalen. De benutting wordt berekend als 'output van P als melk en groei' gedeeld door 'input P als voer'.

1. De verhouding tussen output als melk en output als groei.

De P- benutting voor groei is veel lager dan die voor melkproductie. Als het aandeel groei in de output hoog is, ten opzichte van referentiebedrijven dan duidt dit op relatief veel jongvee en/of een hoog vervangingspercentage en/of een lage melkproductie per koe.

2. Voerverbruik en P-gehalte voer

De P- consumptie is het product van hoeveelheid opgenomen voer en P-gehalte. Een slechte benutting kan dus het gevolg zijn van een hoog voerverbruik of een hoog P-gehalte van het rantsoen. Hierbij worden eigen voer en aangekocht voer apart bekeken.

Deel 3: Opsporen passende maatregelen

Het doel is om de problemen vanuit de veestapel, de voeding en de grond en gewas te bekijken en van daaruit mogelijke maatregelen te treffen. Vervolgens worden die maatregelen beoordeeld op effectiviteit en inpasbaarheid, zodat er passende keuzes kunnen worden gemaakt.

Tabel 1. Maatregelen die kunnen bijdragen aan de verbetering van de P- benutting. Aangepast overgenomen uit de P- benutting door het vee van melkveebedrijven, de impact van minimumwaarden en een tool voor verbetering. Vol. 607. Door Oenema et al., 2015. Plant Research International (PRI).

<i>1. Maatregelen m.b.t. de veestapel</i>
<i>a. Minder jongvee</i>
<i>b. Verlagen afkalfleeftijd vaarzen</i>
<i>c. Verhogen levensproductie per koe, ondermeer door extra zorg voor gezondheid en vruchtbaarheid</i>
<i>2. Maatregelen m.b.t. voeding</i>
<i>a. Lager P-gehalte krachtvoer</i>
<i>b. Meer P- arme bijproducten in rantsoen</i>
<i>c. Meer snijmaïs in rantsoen</i>
<i>d. P- armere grasproducten in rantsoen (zie grond en gewas)</i>
<i>e. Groepen met elk een eigen rantsoen, dynamisch voeren (rantsoen per individuele koe)</i>
<i>f. Voldoende kuilen om meer partijen, van verschillende kwaliteiten, gelijktijdig te kunnen voeren (meer keuzemogelijkheden bij rantsoensamenstelling vergroten)</i>
<i>3. Maatregelen m.b.t. grond en gewas</i>
<i>a. Minder grasland ten gunste van snijmaïs of andere gewassen met een lagere verhouding P/VEM dan gras</i>
<i>b. Gras maaïen en weiden bij zwaardere snede (leidt tot lagere P/VEM)</i>
<i>c. Herfstgras beperken, door eerder te stoppen met bemesten (herfstgras is relatief P- rijk)</i>
<i>d. Perceel (specifiek bemesten: beperken van de P- bemesting van P- rijke percelen, mest scheiden waardoor een P- rijke en P- arme meststof ontstaat, rekening houden met de P in mest van weidende dieren)</i>
<i>e. Perceel- specifiek telen: P- rijke percelen bij voorkeur maaïen i.p.v. beweiden (waardoor P/VEM afneemt)</i>
<i>f. Perceel- specifiek oogsten: voorkomen dat van een perceel een te lichte snede wordt geoogst (met een relatief hoge P/VEM)</i>

Deel 4: Beoordelen maatregelen in bedrijfsverband

Doel: effecten van keuzes in bedrijfsverband weergeven en besproken.

Maatregelen kunnen elkaar beïnvloeden in hun uitwerking op de P- benutting. Ook hebben maatregelen effect op het inkomen en andere bedrijfsuitkomsten die de veehouder belangrijk vindt. *Het kan bijvoorbeeld gaan om de volgende kengetallen:*

- 1. Effect op P- benutting*
- 2. Effect op P-voorziening veestapel (melkvee en rest). Voer ik nog wel naar behoefte?*
- 3. Effect op P-gehalte mest, in verband met bemestende waarde en verhouding tussen N en P in de mest*
- 4. Effect op voerkosten (hoeveelheid en prijs aanvullende voeraankopen).*

4 Discussie

Er zijn fosfaatregels opgesteld doordat de Nederlandse veehouderij meer fosfaat geproduceerd heeft dan is toegestaan op basis van Europese afspraken en dus boven het 'fosfaatexcretieplafond' kwam. De grootste toename werd veroorzaakt door de melkveehouderij. Om deze reden is sinds 1 januari 2018 het stelsel van fosfaatrechten onder andere binnen de melkveehouderij ingevoerd. Het doel van het stelsel is de productie van fosfaat reduceren tot onder het fosfaatplafond en dit door te zetten (RVO, z.d.). Door deze maatregelen is de P- dekking van melkveekoeien onder druk komen te staan. In deze literatuurstudie is onderzocht of de P-behoefte van melkveekoeien gedekt kan blijven onder de huidige Nederlandse wetgeving. Het uiteindelijke doel van de literatuurstudie is melkveehouders inlichten over de gevolgen van de genomen maatregelen en hen concrete handvatten bieden voor in de praktijk.

In eerste deelvraag is onderzoek gedaan naar de verschillen in P-benutbaarheid tussen melkveerantsoenen. Een laag P-gehalte, in combinatie met een lage structuurwaarde heeft het meeste effect op de P-huishouding in melkkoeien. De voeropname blijft achter, waardoor de P- opname onder druk komt te staan. Hierdoor zijn de P-gehalten in het bloed en speeksel laag, wat resulteert in een verminderde activiteit van pensmicroben. Een hoog P-gehalte en een hoge structuurwaarde in het rantsoen resulteren ook in een lagere melkproductie. Een laag P en een lage structuurwaarde resulteren in de laagste mestuitscheiding. Rantsoenen kunnen P armer worden gemaakt, mits er een hoger absorptiepercentage wordt gerealiseerd om de behoefte te blijven dekken.

In de tweede deelvraag is onderzoek gedaan naar de verschillen betreft P-benutbaarheid in graskuilen. Hierbij is met name gekeken naar de P-beschikbaarheid. Het is gebleken dat meerdere factoren de P-beschikbaarheid kunnen beïnvloeden en dat niet alle P in graskuilen volledig beschikbaar is voor de koe. Middels de kengetallen "Fosfor beschikbaar" en "Fosfor index" zijn gegevens uit de klantenkring van C.A.V. Den Ham onderzocht. Hieruit bleek dat de P-beschikbaarheid in de graskuilen goed scoren en de Fosfor index hoog is. Hieruit kan geconcludeerd worden dat graskuilen beter beschikbaar zijn dan er in werkelijkheid mee gerekend wordt en dat er dus een besparing kan plaatsvinden omtrent P-aanvoer. Door naar het maaistadium te kijken, kan er gestuurd worden op de P- benutbaarheid. Daarnaast werd duidelijk dat in de zomermaanden de P-beschikbaarheid het laagst is. Daarbij is geconstateerd dat de P-beschikbaarheid in Overijssel, Drenthe en Gelderland vergeleken met de overige provincies het laagst is. In deze provincies wordt voornamelijk op zandgrond geteelt. Daarnaast bleek uit andere onderzoeken ook dat zandgronden over het algemeen over lagere P-gehalten beschikken waardoor de risico's op een laag P-aanbod in graskuilen groter is. Door de lagere gehalten, scoorden de zandgronden het hoogst op de P- benutbaarheid.

In de derde deelvraag is onderzoek gedaan naar de relatie tussen eiwit en P in voedermiddelen om vast te stellen welke invloed dit heeft op de P-beschikbaarheid. Hieruit werd duidelijk dat er een positief verband is, en dat er bij krachtvoerstoffen wel een duidelijke variatie aanwezig is. De benutting van krachtvoergrondstoffen wordt duidelijk door het met eiwit te vergelijken. Hieruit blijkt dat bietenpulp goed benut kan worden. Raapzaadschroot zorgt mogelijk voor een verminderde beschikbaarheid van P op pensniveau en het gehele darmkanaal. Deze grondstof is in vergelijking met RE dus minder goed te benutten. Bietenpulp is een grondstof om P-gehalten in het rantsoen te verlagen, zonder gevolgen voor de eiwitvoorziening. Dit heeft uiteindelijk een positief effect op de P- efficiëntie.

Uit resultaten van de vierde deelvraag werd duidelijk dat verschillende (relatief kleine) maatregelen de P-efficiëntie kunnen vergroten. Dit kan onder andere door rekening te houden met een zo laag mogelijke P-aanvoer en het toepassen van managementmaatregelen. Tevens is er een tool welke het

inzicht en de bewustwording van melkveehouders kan vergroten. Deze tool dient nog verder ontwikkeld te worden, waardoor melkveehouders meer concrete handvatten aangeboden krijgen.

Het was lastig om binnen dit onderzoek te vergelijken op de P- benutbaarheid, omdat dit geen vast kengetal is waar mee vergeleken kan worden. De hoop was, dat er meer concrete antwoorden waren op de P- benutting. Dit had beter gekund, door eerst te beschrijven waardoor de P- benutbaarheid wordt beïnvloedt en waarmee vergeleken kon worden. Daarnaast zijn veel gegevens gebruikt van onderzoeksbureaus, waarin vaak eigen kengetallen en vergelijkingsmateriaal wordt gebruikt. Dit maakt het verslag voor omstanders lastiger te lezen. Dit kwam mede door het gebrek aan voldoende actuele literatuur om de deelvragen goed te kunnen beantwoorden. Er is de afgelopen te weinig onderzocht omtrent fosforhuishouding, terwijl het onderwerp in de melkveebranche wel erg actueel is op dit moment.

Een interessante vraag op een vervolgonderzoek zou kunnen zijn: Wat is de P- benutting bij melkveebedrijven die alleen gras(kuil) gevoerd krijgen? Deze dient inzichtelijk te worden gemaakt, omdat graskuilen een dalende trend laten zien en er onbewust P- tekorten kunnen worden gecreëerd. Daarbij kan onderzocht worden of zandgronden daadwerkelijk meer risico's geven op een lager P- gehalte in het gras. Veel resultaten kwamen overéén met andere rapporten, maar in sommige gevallen werden er andere uitkomsten geconstateerd dan in rapporten waar een soortgelijk onderwerp is onderzocht. Er ligt er in iedere deelvraag een relatie met de andere deelvragen, met name omdat de P- benutbaarheid een breed begrip is welke van vele andere P- factoren (bijv. P- efficiëntie) afhankelijk is.

Ten slotte was de verwachting dat een concreter antwoord op de hoofdvraag mogelijk zou zijn. Dit mede doordat er veelal van uit wordt gegaan dat er geen P-tekorten kan ontstaan bij melkkoeien en er geen effect is op de diergezondheid van melkkoeien. Daarentegen geven meerdere ervaren veeartsen en voeradviseurs aan dat er wel degelijk hypofosfatemie bij koeien kan ontstaan en er standaard P aan het rantsoen wordt toegevoegd om dit te voorkomen. Dit blijkt ook uit de poll via social media welke in het vooronderzoek beschreven is.

5 Conclusie en aanbevelingen

Conclusies

Om vast te kunnen stellen of de P- behoefte van melkkoeien in de toekomst gedekt kan blijven is binnen de deelvragen onderzoek gedaan naar de invloed van verschillende factoren op de P- benutbaarheid. Hierin is gekeken naar rantsoenen, graskuilen, mengvoergrondstoffen en manieren die melkveehouders zelf kunnen toepassen om de P- benutbaarheid te verbeteren.

Deelvraag 1: Hoe groot is het verschil van de P- benutbaarheid van melkveerantsoenen?

Binnen deze deelvraag is onderzoek gedaan naar verschillende rantsoenen en naar factoren welke van invloed zijn op de P- benutbaarheid van melkveerantsoenen. Ten eerste is gekeken naar de invloed van een hoog of laag aanbod P, en of een hoog of laag structuurniveau hierin een rol bij speelt. Hieruit bleek dat de hoeveelheid structuur invloed heeft op de ADL en PSW. Laag P in een rantsoen gaf in een rantsoen (met name in combinatie met weinig structuur), een daling van de voeropname, waardoor de opname van P onder druk komt te staan. Door de lage voeropname worden de P- gehalten in het bloed en speeksel ook laag, waardoor de activiteit van de pensmicroben wordt verminderd. Hierdoor wordt de hoeveelheid aangeboden P minder goed benut, waardoor de kans op een P- tekort groter wordt. De lage voeropname bij laag P en laag structuur, resulteerde ook in een lagere melkproductie. Echter liet een hoog aanbod P, met een hoog aandeel structuur ook een verminderde melkproductie zien. De voeropname bleef hierbij wel hetzelfde, waardoor onduidelijk is of dit invloed had op de P- benutting. Wanneer we naar de mestuitscheiding kijken, kan geconcludeerd worden dat rantsoenen met een laag P efficiënter met voer omgaan. Met name in combinatie met een laag structuur aanbod is er een lage mestuitscheiding. Dit had met name te maken dat hier een hoog % absorptie werd gerealiseerd, waardoor de P in de pens goed benut werd. Voor verdere benutting van melkveerantsoenen is er door SFR een nieuw P- waarderingsysteem opgesteld, die de mogelijkheid geeft voor verdere verfijning van de P verstrekking aan melkkoeien. Zo kan de P- benutbaarheid in rantsoenen verbeterd worden, zonder dat dit nadelige effecten heeft voor de koe.

Ten tweede is gekeken naar rantsoenen waarin het P aanbod in rantsoenen werd verlaagd. Dit werd gedaan om te zien of koeien met een verlaagd P, de P- behoefte kunnen blijven dekken. Hierin werden gras/maïs, maïsrijk en P- arme rantsoenen gebruikt. Hieruit bleek dat koeien bij alle rantsoenen al snel in een negatieve periode van P terecht komen, maar dit volgens het onderzoek niet direct gevolgen heeft voor de dierwielzijn of de diergezondheid van melkkoeien. In het onderzoek naar de gevolgen van het P- arme rantsoen bleek dat er binnen de lactatie van de koe een langdurige periode ontstaat waarin de koe zich in een negatieve P omgeving bevindt. Echter, wanneer dit P- arme rantsoen beter benut zou worden doormiddel van te rekenen met een absorptiepercentage van 90% in plaats van 75%, en daarbij rekening te houden met mobilisatie vanuit bijvoorbeeld de botten, is er vanaf circa dag tien al geen negatieve periode van P te zien. Hieruit kan geconcludeerd worden dat rantsoenen P- arm kunnen worden gemaakt, zonder dat dit negatieve effecten heeft voor de koe, mits ervan uit wordt gegaan van een hoger percentage aan absorptie dan waarmee standaard gerekend wordt. Zo kan de P- benutbaarheid verhoogd worden.

Deelvraag 2: Hoe groot zijn de verschillen tussen graskuilen, wat betreft de P- benutbaarheid?

Binnen deze deelvraag werd met name gekeken naar de beschikbaarheid van P in graskuilen. Dit wordt gedaan omdat een deel van P in graskuilen, niet kan worden benut, doordat er een onverteerbare fractie aanwezig is. Om beschikbaarheid van P in gras inzichtelijker te krijgen, zijn er vanuit Eurofins de kengetallen P- beschikbaarheid en P- index ontwikkeld. Om deze inzichtelijk te krijgen en

verschillen in benutbaarheid van graskuilen waar te nemen is er binnen de klantenkring van C.A.V. Den Ham bekeken wat deze getallen doen. Hieruit bleek dat beschikbaarheid van P in graskuilen onder de klantenkring goed is. Uit onderzoek naar de P- index in graskuilen, blijkt dat bespaart kan worden op de P- aanvoer. Hierdoor wordt een hogere efficiëntie gerealiseerd, waardoor de P die aanwezig is in graskuilen beter benut wordt. Door op het maaistadium te letten is het mogelijk om de P- beschikbaarheid in graskuilen te sturen. Een korter maaistadium zorgt voor een betere benutting van P in het gras. Andersom zorgt een langer maaistadium voor een lagere benutting van P in het gras. Verder bleek dat zandgronden, met name de zomerkuilen, een lagere P- beschikbaarheid hebben. Wanneer deze kuilen worden toegepast in rantsoenen, dient er rekening te worden gehouden met een lager P- aanbod vanuit de graskuil. Daarnaast is er ook gekeken naar P- gehalte in graskuilen en de trend die hierin voortvloeit door de jaren heen. Hierin is te zien dat de trendlijn door de jaren heen daalt, en wanneer je deze door zou trekken naar het huidige tijdperk, moet er, ondanks dat het P- aanbod vanuit graskuilen doorgaans voldoende hoog is, zorgen worden gemaakt of er in de komende jaren wel voldoende P- aanbod vanuit graskuilen is om de behoefte aan P voor melkkoeien te blijven dekken. Dit werd bevestigd door een rapport van de WUR waarin een langere tijd aan evenwichtsbemesting werd toegepast. Daarnaast neemt de bodemvruchtbaarheid bij deze evenwichtsbemesting af, dat zichtbaar werd in een rapport van Middelkoop et al (2005) en van Krimpen (2010). Een rapport van Oenema en Aarts (2015) gaf aan dat intensieve bedrijven op zandgronden, de hoogste P- benutting realiseren.

Deelvraag 3: Welke verschillen worden waargenomen bij verschillende mengvoergrondstoffen op het gebied van de P- benutbaarheid?

Het is van belang te kijken naar de P- beschikbaarheid binnen mengvoergrondstoffen. Dit zorgt voor een betere P- benutting waardoor de efficiëntie verhoogd kan worden. Dit is met name van belang omdat grondstoffen vaak worden aangevoerd op bedrijven. Door te kijken naar de afbraak en verteringskenmerken van P en eiwit in krachtvoergrondstoffen en het verband ervan, is te zien dat er de nodige variatie tussen deze bestaat. Met name in de afbraak en verteringskenmerken tussen P en eiwit waren de verbanden redelijk tot zwak. De bestendigheid en darmverteerbaarheid lieten daarentegen een duidelijk verband zien tussen P en eiwit. De kenmerken konden voor P redelijk goed voorspeld worden uit die van RE. Wanneer er gekeken wordt naar deze kenmerken en een aantal krachtvoergrondstoffen bekijken, kan je concluderen dat Bietenpulp goed benut kan worden. Deze heeft een laag aandeel P, waardoor het een positief effect heeft op de P- efficiëntie op je bedrijf. Hierdoor kun je met bietenpulp het P- gehalte in je rantsoen verlagen, zonder dat de eiwitvoorziening daar onder lijdt. De P in bietenpulp wordt in vergelijking met het RE dus zeer goed benut. Wanneer gekeken wordt naar de afbraak en verteringskenmerken van raapzaadschroot en die van behandelde raapzaadschroot, kun geconcludeerd worden dat behandelde raapzaadschroot zorgt voor een verminderde beschikbaarheid van P op pensniveau, maar ook op het gehele darmkanaal. Wanneer gekeken wordt naar raapzaadschroot en de verhouding met RE, kun geconcludeerd worden dat bij een hoog aandeel P in het rantsoen en een laag aandeel RE in het rantsoen, deze grondstof niet goed benut wordt, wat uiteindelijk een negatief effect zal hebben op de P- efficiëntie.

Deelvraag 4: Welke manieren kunnen melkveehouders toepassen om de P- benutbaarheid te verbeteren?

Binnen deze deelvraag werd geconcludeerd dat er vele praktische manieren zijn om de P- benutbaarheid op bedrijven te verbeteren. Bijvoorbeeld het beperken van de P- aanvoer door te kijken naar het krachtvoer, maar ook strooisel en mest kunnen factoren zijn. Ook het aanpassen van het bedrijfsmanagement wil hierbij helpen. Denk hierbij aan diergezondheid verbeteren, rekening houden met het fokplan, beweiding beperken, rekening houden met bemesting van P, teeltplan aanpassen en door externe invloeden en inzichten mee te nemen in je bedrijfsmanagement. Ook het ruwvoermanagement is een mogelijkheid om te sturen in de P- beschikbaarheid op bedrijven. Hierbij

kan gekeken worden naar waardes in rantsoenen, waarbij de P beter beschikbaar is. Ook het graslandmanagement door bijvoorbeeld jonger te maaien of vaker doorzaaien kan hierbij helpen. De kringloopwijzer kan helpen om de benutting van P zichtbaar te krijgen. Daarnaast is er een tool ontwikkeld die veehouders moeten motiveren om de P- benutting te verbeteren. Hier zijn een aantal bewustwordingen in verwerkt met daarbij maatregelen die de veehouder kan ondernemen. Helaas is deze tool nog niet volledig uitgewerkt.

Aanbevelingen

Verlaging van P in rantsoen is mogelijk. Wel dient hierbij gelet te worden op mogelijk oorzaken die hierdoor minder goed werken, wat uiteindelijk ten koste van prestaties van de koe kan gaan. Ook dient de koe een hoger absorptiepercentage te realiseren, dit om mogelijke onvoorziene tekorten te voorkomen. Binnen graskuilen dient er gelet te worden op de P- beschikbaarheid en P- index in graskuilen. Deze kengetallen vertellen meer over de P- beschikbaarheid in graskuilen. Daarnaast kan er door rekening te houden met het maaistadium, de benutbaarheid van graskuilen beïnvloed worden. De komende jaren dient er aandacht te worden besteed aan het monitoren van het P- gehalte in graskuilen, omdat deze een zeer dalende trend laten zien. Daarnaast dient er gelet te worden op de bodemvruchtbaarheid, met name op zandgronden. Bij de mengvoergrondstoffen kan erop gelet worden op de P/ eiwit verhouding een betere benutting gerealiseerd worden. Hierdoor kan de P- efficiëntie op bedrijven worden verbeterd. In de toekomst is het mogelijk om meer bezig te zijn met verschillende soorten van management, zodat de P- benutting op bedrijven worden verhoogd. Om meer bewustwording aan melkveehouders te bieden, zodat veehouders gemotiveerd zijn dit te doen, dient er op basis van huidige gegevens een praktische tool verder te worden ontwikkeld. Dit biedt melkveehouders uiteindelijk handvatten om een betere P- benutting te bereiken.

Bronnenlijst

Baarda, D. B. (2019). Dit is onderzoek!: handleiding voor kwantitatief en kwalitatief onderzoek. Noordhoff.

Bentham, v., J. (2018, 10 juli). Fosfortekort bij koeien steeds vaker door dierenartsen geconstateerd. Geraadpleegd op 3 april 2020, van <https://www.liquiblend.nl/fosfortekort-koeien-vaker-geconstateerd>

Brouwer, F. (2006). Grondsoortenkaart. WUR. <https://www.wur.nl/nl/show/Grondsoortenkaart.html>

Bruggen, v., C. (2017). Dierlijke mest en mineralen 2017. Geraadpleegd van https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2018/37/2018a410-dierlijke-mest-en-mineralen-2017.pdf

Bruggen, v., C., & Gosseling, M. (2018). Dierlijke mest en mineralen 1990-2018. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2019/49/dierlijke-mest-en-mineralen-2018>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2016, 30 juni). Overschrijding fosfaatplafond hoger. Geraadpleegd op 3 mei 2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/26/overschrijding-fosfaatplafond-hoger>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2017, 28 april). Overschrijding fosfaatplafond daalt met 4,5 miljoen kg. Geraadpleegd op 6 mei 2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/17/overschrijding-fosfaatplafond-daalt-met-4-5-miljoen-kg>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2018, 23 januari). Fosfaatproductie dierlijke mest onder fosfaatplafond. Geraadpleegd op 6 mei 2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/04/fosfaatproductie-dierlijke-mest-onder-fosfaatplafond>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2019, 13 februari). Fosfaatreductieplan. Geraadpleegd op 14 april 2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/07/fosfaatproductie-dierlijke-mest-opnieuw-lager/fosfaatreductieplan>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020, 30 januari). Minder vee zorgt voor minder stikstof en fosfaat in mest. Geraadpleegd op 14 april 2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/05/minder-vee-zorgt-voor-minder-stikstof-en-fosfaat-in-mest>

Clark, W.D., J.E. Wohlt, R.L. Gilbreath & P.K. Zajac. 1986. Phytate phosphorus intake and disappearance in the gastrointestinal tract of high producing dairy cows. *Journal Dairy Science* 69: 3151-3155

COMV. 2005. Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen en geiten. CVB, Lelystad, pp. 51-59.

Cosse, J.-. (2020, 7 mei). "Perspulp brengt vele voordelen met zich mee". Interview Frank Waijers | Boerenbusiness.nl. <https://www.boerenbusiness.nl/melk/artikel/10887118/039-perspulp-brengt-vele-voordelen-met-zich-mee-039>

Derogatie | RVO.nl | Rijksdienst. (z.d.). Geraadpleegd op 6 mei 2020, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/derogatie>

- Duinkerken, G., & Spek, J. W. (2016, november). *Tabellenboek Veevoeding 2016 : voedernormen rundvee, schapen, geiten en voederwaarden voedermiddelen voor herkauwers* (Nr. 52). Federatie Nederlandse Diervoederketen en Wageningen Livestock Research. <https://www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-353039383133>
- Eurofins Agro. (2016). *Beschikbaar fosfor voor efficiënte fosfaatbenutting*. Wageningen.
- Egmond, v., R., van Straalen, W., & Goselink, R. M. A. (2019). Niet fosforgehalte maar voeropname kan leiden tot een fosfortekort. *Veeteelt*, 2019(2), 6–9.
- Fabri, B. 2020. Data klanten uit klantengroep CAV Den Ham. Eurofins Agro
- Fabri, B. 2020. P beschikbaarheid per provincie in de jaren 2019 en 2020. Eurofins Agro
- Feenstra, J. (2014, 2 oktober). Fosfor: koe vaker onderuit : fosfaatbeleid dwingt melkveehouders tot bijsturen in rantsoenen. *Veeteelt*, 2014(31–17), 26–27.
- Goff, J.P. 2006. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Animal Feed Science and Technology* 126: 237–257.
- Goselink, R., Bannink, A., & Dijkstra, J. (2019). Phosphorus in transition cows : A dairy cow trial on phosphorus metabolism in the transition period (Report / wageningen livestock research, 1221). Wageningen: Wageningen Livestock Research. (2019).
- Goselink, R. M. A., & Šebek L.B.J. (2012). Verbetering van de fosfaatefficiëntie in de melkveehouderij: improvement of phosphate efficiency on dairy farms (Ser. Rapport / wageningen ur livestock research, 596). Wageningen UR Livestock Research.
- Hartog, d. L. A., Backus, G. B. C., Enting, I., Hermans, T., & De Vries, C. (2004). Bewegingsruimte voor ondernemers: tien belemmeringen in wet–en regelgeving voor de veehouderij. Wageningen UR.
- Hofstee, S. (2019, 2 april). Fosfortekort erg lastig te staven : advies is niet onder de norm te voeren. *Veehouder en Veearts*, 2019(33), 28–30.
- Hogenkamp, W. (2019, 29 oktober). Droogstand cruciaal voor start volgende lactatie. Geraadpleegd op 1 april, 2020, van <https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Management/2020/3/Droogstand-cruciaal-voor-start-volgende-lactatie-549687E/?intcmp=swipe>
- Hoogeveen, M. W., C. H. G. Daatselaar, and H. Prins. Afname derogatie: verkenning omvang en beweegredenen ondernemers. No. 2019–070. Wageningen Economic Research, 2019.
- Kamp, R. v. d. (2019, 24 juli). Fosfor: onmisbaar voor uw koe | Melkvee.nl – Nieuws en kennis voor de melkveehouder. Geraadpleegd op 1 april 2020, van <https://www.melkvee.nl/artikel/74083-fosfor-onmisbaar-voor-uw-koe/>
- Knaap v.d., J. (2016). Mag het een gram fosfor minder zijn? *Veeteelt*. <https://edepot.wur.nl/400083>
- Knegsel, v., A.T.M. (2014). WHYDRY; verkorten van de droogstand van melkvee: Effecten op de melkproductie, energiebalans en koe– en kalfgezondheid. ().Wageningen University, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie.

Koning, L., Šebek, L., & Dijkstra, J. (2019). Jaarrond gemiddeld fosforgehalte in melk: Jaarrond monitoren van het P-gehalte in melk van de Nederlandse melkveestapel en de mogelijkheid het P-gehalte in melk te schatten uit andere melkbestanddelen (No. 1166). Wageningen Livestock Research.

Koopman, W. (2019). Fosforgehalte in melk varieert flink. Veeteelt.

Krimpen, v., M. Middelkoop, v., J. Sebek, L., Jongbloed, A. (2010). Effect van fosforverlaging in melkveeantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest (Rapport / wageningen ur livestock research, 324). Lelystad: Wageningen UR Livestock Research. (2010).

Krimpen, v., M., Goessink, R. M. A., Heeres, J. J., & Jongbloed, A. W. (2012). Fosforbehoefte van melkvee, vleesvee, varkens en pluimvee: een literatuurstudie= Phosphorus requirements of dairy cattle, beef cattle, pigs and poultry: a review (No. 574). Wageningen UR Livestock Research.

Middelkoop van, J. C., van der Salm, C., & Ehlert, P. A. I. (2005). *Uit de mest- en mineralenprogramma's : Evenwichtsbemesting met fosfaat op grasland*. (Informatieblad / Animal Sciences Group; No. 398.104). Animal Sciences Group.

Oenema, J., & Aarts, H. F. M. (2015). De P-benutting door het vee van melkveebedrijven, de impact van minimumwaarden en een tool voor verbetering (Vol. 607). Plant Research International (PRI).

Rotgers, G. (2013, 1 juni). Meer rekenen aan fosfor in rantsoen. Geraadpleegd op 22 april 2020, van <https://edepot.wur.nl/263789>

Schoumans, O. F., Jaap Willems, en G. van Duinhoven. 30 Vragen en antwoorden over fosfaat in relatie tot landbouw en milieu. Alterra, 2008.

Siemes, H. (2019, 3 november). 'Nog grote winst te behalen met eiwit, fosfor en methaan'. Geraadpleegd op 26 april 2020, van <https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Interview/2020/4/Nog-grote-winst-te-behalen-met-eiwit-fosfor-en-methaan-566016E/>

Smit, P. (2019, 13 november). Kabinet stuurt op eiwit in veevoer. Geraadpleegd op 26 april 2020, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/11/13/kabinet-stuurt-op-eiwit-in-veevoer>

Stokkermans, P. (2018, 16 juni). Dierenarts stelt vaker diagnose fosfortekort bij koeien. Geraadpleegd op 29 maart 2020, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/06/16/dierenarts-stelt-vaker-diagnose-fosfortekort-bij-koeien>

Straalen, v., W.M., I. Kok & B.M Tas (2009). De invloed van gerichte verlaging van de P-opname en structuurvoorziening op voeropname, melkproductie, vertering van rantsoencomponenten en P status van melkkoeien. Proefverslag nr. 1015. Schothorst Feed Research, Lelystad.

Straalen, v., W.M., I. Kok., M. Bruinenberg & B.M Tas (2009). Beschikbaarheid van eiwit en fosfor uit voedermiddelen in de pens en darm bij melkkoeien bepaald met in sacco en in vitro methoden. Proefverslag nr. 1014. Schothorst Feed Research, Lelystad.

Straalen, v., W.M., & M. Bruinenberg (2007). Factoren van invloed op de beschikbaarheid van fosfor voor melkkoeien: literatuur- en deksstudie. *Proefverslag nr. 850. Schothorst Feed Research, Lelystad, blz.27.*

Valk, H. and A.C. Beynen. 2003. Proposal for the assessment of phosphorus requirements of dairy cows. *Livestock Production Science* 79:267–272.

Valk, H. 2002. Nitrogen and Phosphorus supply of dairy cows. PhD thesis. ASG, Lelystad

Veearts.nl. (2013, 21). Krap fosfor nadelig voor hoogproductieve koe. Geraadpleegd op 1 2020, van <https://www.veearts.nl/2013/krap-fosfor-nadelig-voor-hoogproductieve-koe/>

Vries, de, G. (2019, Oktober 2). Niet fosforgehalte maar voeropname kan leiden tot fosfortekort. *Veeteelt*, 2019, 6–9.

Wageningen University & Research. (2015, 10 februari). Fosfaatexcretie melkveehouderij stijgt in 2013. Geraadpleegd van: <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2282&indicatorID=24> 54

Wu, Z., L.D. Satter & Sojo. 2000. Milkproduction, reproductive performance, and fecal excretion of phosphorus by dairy cows fed three amounts of phosphorus. *Journal Dairy Science* 83: 1028–1041

Zessen, v., T. (2011, 1 mei). Fosforarmer voeren verplicht. *Veeteelt*, 2011, 20–21.

Bijlagen

Bijlage 1 Excretieforfaits tabel

Tabel 6a Excretieforfaits per melkkoe drijfmest 2019-2021

Stikstof- en fosfaatexcretie per koe (in kg stikstof en kg fosfaat per jaar) en mestproductie (in m³ mest per zeven maanden).

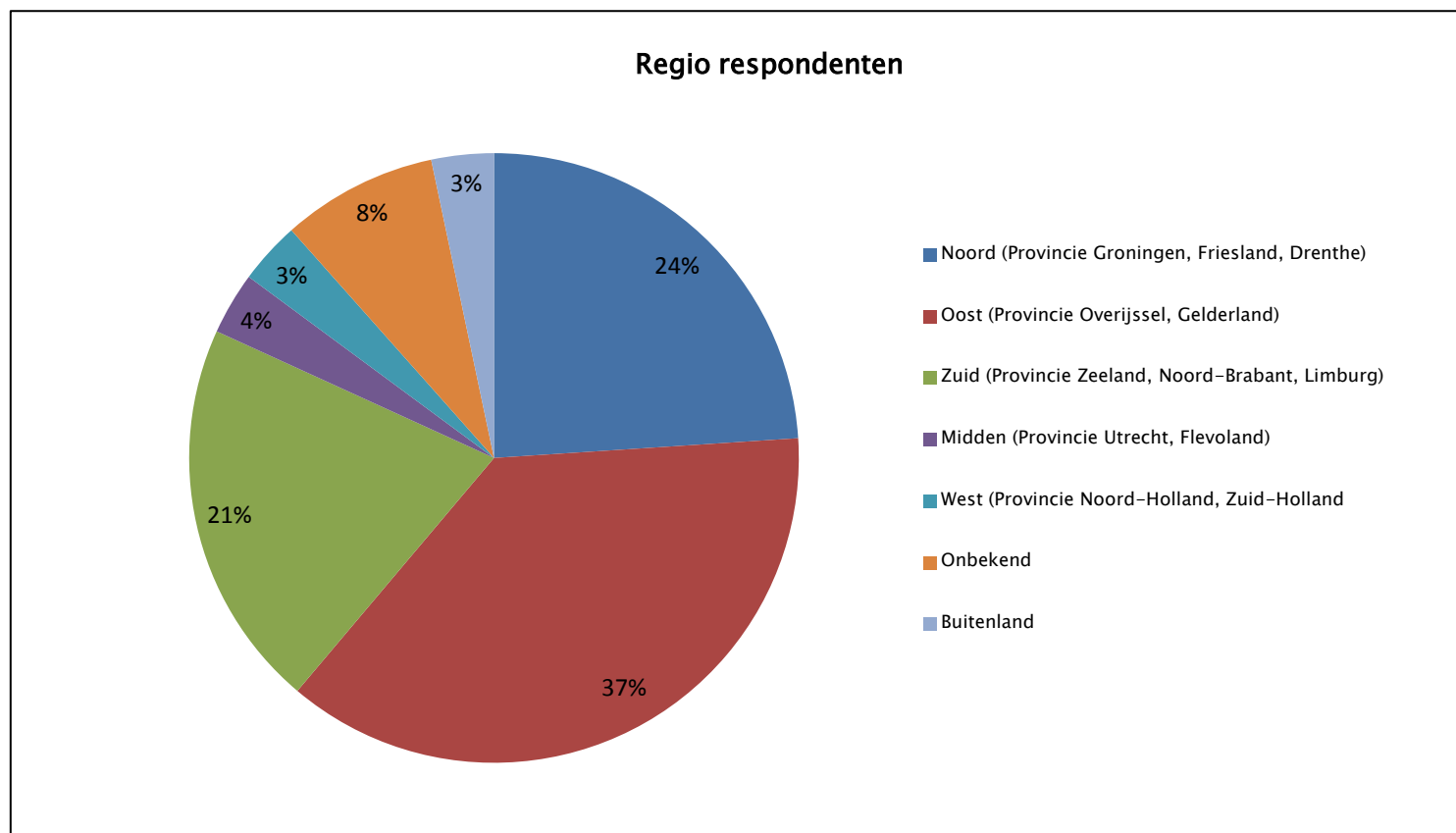
Melkproductie in kg melk per koe per jaar	Ureumgehalte in mg/100 g																																				Fosfaat- excretie (kg)	Mestproductie (m ³ per 7 mnd)
	<14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	>40									
< 5.624	76,0	77,5	79,0	81,0	82,5	84,0	86,0	87,5	89,0	90,5	92,5	94,0	95,5	97,5	99,0	100,5	102,5	104,0	105,5	107,0	109,0	110,5	112,0	114,0	115,5	117,0	118,5	120,5	122,0	32,4	12,1							
5.625 - 5.874	80,5	82,5	84,0	85,5	87,0	89,0	90,5	92,0	94,0	95,5	97,0	99,0	100,5	102,0	103,5	105,5	107,0	108,5	110,5	112,0	113,5	115,0	117,0	118,5	120,0	122,0	123,5	125,0	127,0	34,0	12,6							
5.875 - 6.124	83,0	84,5	86,0	87,5	89,5	91,0	92,5	94,5	96,0	97,5	99,5	101,0	102,5	104,0	106,0	107,5	109,0	111,0	112,5	114,0	115,5	117,5	119,0	120,5	122,5	124,0	125,5	127,5	129,0	34,8	12,9							
6.125 - 6.374	85,0	86,5	88,0	90,0	91,5	93,0	95,0	96,5	98,0	100,0	101,5	103,0	104,5	106,5	108,0	109,5	111,5	113,0	114,5	116,0	118,0	119,5	121,0	123,0	124,5	126,0	128,0	129,5	131,0	35,5	13,1							
6.375 - 6.624	87,0	89,0	90,5	92,0	93,5	95,5	97,0	98,5	100,5	102,0	103,5	105,0	107,0	108,5	110,0	112,0	113,5	115,0	116,5	118,5	120,0	121,5	123,5	125,0	126,5	128,5	130,0	131,5	133,0	36,2	13,4							
6.625 - 6.874	89,5	91,0	92,5	94,0	96,0	97,5	99,0	101,0	102,5	104,0	105,5	107,5	109,0	110,5	112,5	114,0	115,5	117,0	119,0	120,5	122,0	124,0	125,5	127,0	129,0	130,5	132,0	133,5	135,5	36,9	13,6							
6.875 - 7.124	91,5	93,0	94,5	96,5	98,0	99,5	101,5	103,0	104,5	106,0	108,0	109,5	111,0	113,0	114,5	116,0	117,5	119,5	121,0	122,5	124,5	126,0	127,5	129,5	131,0	132,5	134,0	136,0	137,5	37,7	13,9							
7.125 - 7.374	93,5	95,0	97,0	98,5	100,0	102,0	103,5	105,0	106,5	108,5	110,0	111,5	113,5	115,0	116,5	118,5	120,0	121,5	123,0	125,0	126,5	128,0	130,0	131,5	133,0	134,5	136,5	138,0	139,5	38,4	14,1							
7.375 - 7.624	95,5	97,5	99,0	100,5	102,5	104,0	105,5	107,0	109,0	110,5	112,0	114,0	115,5	117,0	119,0	120,5	122,0	123,5	125,5	127,0	128,5	130,5	132,0	133,5	135,0	137,0	138,5	140,0	142,0	39,1	14,4							
7.625 - 7.874	98,0	99,5	101,0	103,0	104,5	106,0	107,5	109,5	111,0	112,5	114,5	116,0	117,5	119,5	121,0	122,5	124,0	126,0	127,5	129,0	131,0	132,5	134,0	135,5	137,5	139,0	140,5	142,5	144,0	39,8	14,6							
7.875 - 8.124	100,0	101,5	103,5	105,0	106,5	108,0	110,0	111,5	113,0	115,0	116,5	118,0	120,0	121,5	123,0	124,5	126,5	128,0	129,5	131,5	133,0	134,5	136,0	138,0	139,5	141,0	143,0	144,5	146,0	40,6	14,9							
8.125 - 8.374	102,0	104,0	105,5	107,0	108,5	110,5	112,0	113,5	115,5	117,0	118,5	120,5	122,0	123,5	125,0	127,0	128,5	130,0	132,0	133,5	135,0	136,5	138,5	140,0	141,5	143,5	145,0	146,5	148,5	41,3	15,1							
8.375 - 8.624	104,5	106,0	107,5	109,0	111,0	112,5	114,0	116,0	117,5	119,0	121,0	122,5	124,0	125,5	127,5	129,0	130,5	132,5	134,0	135,5	137,0	139,0	140,5	142,0	144,0	145,5	147,0	149,0	150,5	42,0	15,4							
8.625 - 8.874	106,5	108,0	109,5	111,5	113,0	114,5	116,5	118,0	119,5	121,5	123,0	124,5	126,0	128,0	129,5	131,0	133,0	134,5	136,0	137,5	139,5	141,0	142,5	144,5	146,0	147,5	149,5	151,0	152,5	42,7	15,6							
8.875 - 9.124	108,5	110,0	112,0	113,5	115,0	117,0	118,5	120,0	122,0	123,5	125,0	126,5	128,5	130,0	131,5	133,5	135,0	136,5	138,0	140,0	141,5	143,0	145,0	146,5	148,0	150,0	151,5	153,0	154,5	43,5	15,9							
9.125 - 9.374	111,0	112,5	114,0	115,5	117,5	119,0	120,5	122,5	124,0	125,5	127,0	129,0	130,5	132,0	134,0	135,5	137,0	138,5	140,5	142,0	143,5	145,5	147,0	148,5	150,5	152,0	153,5	155,0	157,0	44,2	16,1							
9.375 - 9.624	113,0	114,5	116,0	118,0	119,5	121,0	123,0	124,5	126,0	127,5	129,5	131,0	132,5	134,5	136,0	137,5	139,0	141,0	142,5	144,0	146,0	147,5	149,0	151,0	152,5	154,0	155,5	157,5	159,0	44,9	16,4							
9.625 - 9.874	115,0	116,5	118,5	120,0	121,5	123,5	125,0	126,5	128,0	130,0	131,5	133,0	135,0	136,5	138,0	139,5	141,5	143,0	144,5	146,5	148,0	149,5	151,5	153,0	154,5	156,0	158,0	159,5	161,0	45,6	16,6							
9.875 - 10.124	117,0	119,0	120,5	122,0	124,0	125,5	127,0	128,5	130,5	132,0	133,5	135,5	137,0	138,5	140,0	142,0	143,5	145,0	147,0	148,5	150,0	152,0	153,5	155,0	156,5	158,5	160,0	161,5	163,5	46,4	16,9							
10.125 - 10.374	119,5	121,0	122,5	124,5	126,0	127,5	129,0	131,0	132,5	134,0	136,0	137,5	139,0	141,0	142,5	144,0	145,5	147,5	149,0	150,5	152,5	154,0	155,5	157,0	159,0	160,5	162,0	164,0	165,5	47,1	17,1							
10.375 - 10.624	121,5	123,0	125,0	126,5	128,0	129,5	131,5	133,0	134,5	136,5	138,0	139,5	141,5	143,0	144,5	146,0	148,0	149,5	151,0	153,0	154,5	156,0	157,5	159,5	161,0	162,5	164,5	166,0	167,5	47,8	17,4							
> 10.624	126,0	127,5	129,0	130,5	132,5	134,0	135,5	137,5	139,0	140,5	142,5	144,0	145,5	147,0	149,0	150,5	152,0	154,0	155,5	157,0	158,5	160,5	162,0	163,5	165,5	167,0	168,5	170,5	172,0	49,3	17,9							

Tabel 6b Excretieforfaits per melkkoe vaste mest 2019-2021

Stikstof- en fosfaatexcretie per koe (in kg stikstof en kg fosfaat per jaar) en mestproductie (in m³ mest per zeven maanden).

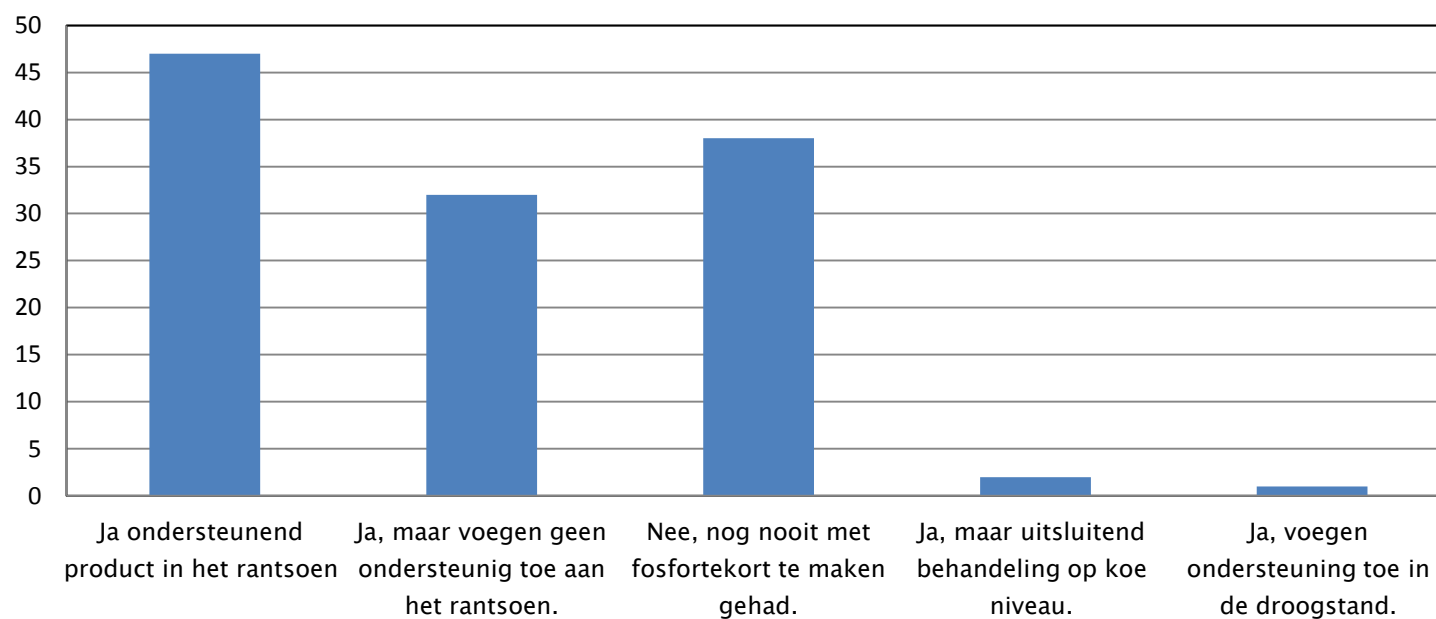
Melkproductie in kg melk per koe per jaar	Ureumgehalte in mg/100 g																																		Fosfaat- excretie (kg)	Mestproductie (m³ per 7 mnd)
	<14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	>40							
< 5.624	65,0	66,5	68,0	69,5	71,0	72,5	73,5	75,0	76,5	78,0	79,5	80,5	82,0	83,5	85,0	86,5	88,0	89,0	90,5	92,0	93,5	95,0	96,5	97,5	99,0	100,5	102,0	103,5	105,0	106,5	32,4	6,2				
5.625 - 5.874	69,5	70,5	72,0	73,5	75,0	76,5	77,5	79,0	80,5	82,0	83,5	85,0	86,0	87,5	89,0	90,5	92,0	93,5	94,5	96,0	97,5	99,0	100,5	102,0	103,0	104,5	106,0	107,5	109,0	34,0	6,5					
5.875 - 6.124	71,0	72,5	74,0	75,5	77,0	78,0	79,5	81,0	82,5	84,0	85,0	86,5	88,0	89,5	91,0	92,5	93,5	95,0	96,5	98,0	99,5	101,0	102,0	103,5	105,0	106,5	108,0	109,5	110,5	34,8	6,6					
6.125 - 6.374	73,0	74,5	76,0	77,0	78,5	80,0	81,5	83,0	84,5	85,5	87,0	88,5	90,0	91,5	92,5	94,0	95,5	97,0	98,5	100,0	101,0	102,5	104,0	105,5	107,0	108,5	109,5	111,0	112,5	35,5	6,7					
6.375 - 6.624	75,0	76,0	77,5	79,0	80,5	82,0	83,5	84,5	86,0	87,5	89,0	90,5	92,0	93,0	94,5	96,0	97,5	99,0	100,0	101,5	103,0	104,5	106,0	107,5	108,5	110,0	111,5	113,0	114,5	36,2	6,8					
6.625 - 6.874	76,5	78,0	79,5	81,0	82,5	83,5	85,0	86,5	88,0	89,5	91,0	92,0	93,5	95,0	96,5	98,0	99,5	100,5	102,0	103,5	105,0	106,5	107,5	109,0	110,5	112,0	113,5	115,0	116,0	36,9	7,0					
6.875 - 7.124	78,5	80,0	81,5	82,5	84,0	85,5	87,0	88,5	90,0	91,0	92,5	94,0	95,5	97,0	98,5	99,5	101,0	102,5	104,0	105,5	107,0	108,0	109,5	111,0	112,5	114,0	115,0	116,5	118,0	37,7	7,1					
7.125 - 7.374	80,5	81,5	83,0	84,5	86,0	87,5	89,0	90,0	91,5	93,0	94,5	96,0	97,5	98,5	100,0	101,5	103,0	104,5	106,0	107,0	108,5	110,0	111,5	113,0	114,5	115,5	117,0	118,5	120,0	38,4	7,2					
7.375 - 7.624	82,0	83,5	85,0	86,5	88,0	89,0	90,5	92,0	93,5	95,0	96,5	97,5	99,0	100,5	102,0	103,5	105,0	106,0	107,5	109,0	110,5	112,0	113,5	114,5	116,0	117,5	119,0	120,5	122,0	39,1	7,3					
7.625 - 7.874	84,0	85,5	87,0	88,5	89,5	91,0	92,5	94,0	95,5	96,5	98,0	99,5	101,0	102,5	104,0	105,0	106,5	108,0	109,5	111,0	112,5	113,5	115,0	116,5	118,0	119,5	121,0	122,0	123,5	39,8	7,5					
7.875 - 8.124	86,0	87,5	88,5	90,0	91,5	93,0	94,5	96,0	97,0	98,5	100,0	101,5	103,0	104,0	105,5	107,0	108,5	110,0	111,5	112,5	114,0	115,5	117,0	118,5	120,0	121,0	122,5	124,0	125,5	40,6	7,6					
8.125 - 8.374	87,5	89,0	90,5	92,0	93,5	95,0	96,0	97,5	99,0	100,5	102,0	103,5	104,5	106,0	107,5	109,0	110,5	111,5	113,0	114,5	116,0	117,5	119,0	120,0	121,5	123,0	124,5	126,0	127,5	41,3	7,7					
8.375 - 8.624	89,5	91,0	92,5	94,0	95,0	96,5	98,0	99,5	101,0	102,5	103,5	105,0	106,5	108,0	109,5	111,0	112,0	113,5	115,0	116,5	118,0	119,0	120,5	122,0	123,5	125,0	126,5	127,5	129,0	42,0	7,8					
8.625 - 8.874	91,5	93,0	94,0	95,5	97,0	98,5	100,0	101,5	102,5	104,0	105,5	107,0	108,5	110,0	111,5	113,0	114,5	116,0	117,5	118,5	119,5	121,0	122,5	124,0	125,5	126,5	128,0	129,5	131,0	42,7	8,0					
8.875 - 9.124	93,0	94,5	96,0	97,5	99,0	100,5	101,5	103,0	104,5	106,0	107,5	109,0	110,0	111,5	113,0	114,5	116,0	117,5	118,5	120,0	121,5	123,0	124,5	126,0	127,0	128,5	130,0	131,5	133,0	43,5	8,1					
9.125 - 9.374	95,0	96,5	98,0	99,5	101,0	102,0	103,5	105,0	106,5	108,0	109,0	110,5	112,0	113,5	115,0	116,5	117,5	119,0	120,5	122,0	123,5	125,0	126,0	127,5	129,0	130,5	132,0	133,5	134,5	44,2	8,2					
9.375 - 9.624	97,0	98,5	100,0	101,0	102,5	104,0	105,5	107,0	108,5	109,5	111,0	112,5	114,0	115,5	116,5	118,0	119,5	121,0	122,5	124,0	125,0	126,5	128,0	129,5	131,0	132,5	133,5	135,0	136,5	44,9	8,4					
9.625 - 9.874	99,0	100,0	101,5	103,0	104,5	106,0	107,5	108,5	110,0	111,5	113,0	114,5	116,0	117,0	118,5	120,0	121,5	123,0	124,0	125,5	127,0	128,5	130,0	131,5	132,5	134,0	135,5	137,0	138,5	45,6	8,5					
9.875 - 10.124	100,5	102,0	103,5	105,0	106,5	107,5	109,0	110,5	112,0	113,5	115,0	116,0	117,5	119,0	120,5	122,0	123,5	124,5	126,0	127,5	129,0	130,5	131,5	133,0	134,5	136,0	137,5	139,0	140,0	46,4	8,6					
10.125 - 10.374	102,5	104,0	105,5	106,5	108,0	109,5	111,0	112,5	114,0	115,0	116,5	118,0	119,5	121,0	122,5	123,5	125,0	126,5	128,0	129,5	131,0	132,0	133,5	135,0	136,5	138,0	139,0	140,5	142,0	47,1	8,7					
10.375 - 10.624	104,5	105,5	107,0	108,5	110,0	111,5	113,0	114,0	115,5	117,0	118,5	120,0	121,5	122,5	124,0	125,5	127,0	128,5	130,0	131,0	132,5	134,0	135,5	137,0	138,5	139,5	141,0	142,5	144,0	47,8	8,9					
> 10.624	108,0	109,5	111,0	112,5	113,5	115,0	116,5	118,0	119,5	120,5	122,0	123,5	125,0	126,5	128,0	129,0	130,5	132,0	133,5	135,0	136,5	137,5	139,0	140,5	142,0	143,5	145,0	146,0	147,5	49,3	9,1					

Bijlage 2 Poll social media



Grafiek 1. Weergave regio's respondententen.

Zijn er melkveehouders die wel eens koeien hebben gehad met een “fosfor- tekort”? En zijn er melkveehouders die bijvoorbeeld monocalciumfosfaat of een ander product toevoegen aan het rantsoen als ondersteuning op de fosforhuishouding van de koe?



Grafiek 2. Uitkomst Poll

BIJLAGE 3. KLANTENBESTAND C.A.V. Den Ham		eurofins		Agro						
omschrijving	3,3					2,8		86		110
	DS	VEM	Structuur	RE	NDF	P	PbeschBer	% P beschikbaar	PbeschIdx	
Gras ingekuild	313	961	2,7	167	425	3,5	3,1	89	113	
Gras ingekuild	633	1000	2,8	149	442	2,5	2,2	88	112	
Gras ingekuild	363	771	2,7	185	425	3,9	3,2	82	108	
Grasbalen (afgesloten)	560	1018	2,8	200	435	3,7	3,4	92	116	
Gras ingekuild	456	984	2,8	166	438	3,7	3,3	89	114	
Gras ingekuild	431	976	2,8	161	442	2,9	2,5	86	112	
Gras ingekuild	354	1032	2,6	162	400	3,5	3,2	91	117	
Gras ingekuild	386	1026	2,5	185	392	3,6	3,4	94	117	
Gras ingekuild	455	975	2,8	122	440	2,7	2,4	89	113	
Gras ingekuild	430	998	2,7	147	427	3,1	2,8	90	113	
Gras ingekuild	458	995	2,9	157	454	3,6	3,2	89	115	
Gras ingekuild	436	1000	2,7	152	423	2,9	2,6	90	114	
Gras ingekuild	401	965	2,8	169	435	3,5	3,1	89	113	
Gras ingekuild	611	1014	2,8	213	441	3,3	3	91	114	
Gras ingekuild	605	967	2,8	150	443	3,4	3	88	112	
Gras ingekuild	439	996	2,7	150	430	3	2,6	87	113	
Gras ingekuild	533	984	2,7	171	428	3	2,7	90	112	
Gras ingekuild	566	941	3	152	471	2,9	2,5	86	111	
Gras ingekuild	472	976	2,8	132	446	2,9	2,5	86	111	
Gras ingekuild	459	980	2,8	177	439	3,9	3,5	90	115	
Gras ingekuild	547	904	3,4	139	537	3,4	2,8	82	108	
Gras ingekuild	504	914	3,4	146	536	3,1	2,7	87	109	
Gras ingekuild	587	864	3	99	479	3,1	2,5	81	106	
Gras ingekuild	521	950	2,9	173	459	2,9	2,5	86	110	
Gras ingekuild	520	922	3	163	479	3,1	2,7	87	110	
Gras ingekuild	619	902	3	177	478	3,4	2,9	85	109	
Gras ingekuild	552	966	2,7	159	427	3,1	2,7	87	112	
Gras ingekuild	318	892	3	140	477	3,5	3	86	110	
Gras ingekuild	435	963	2,9	177	465	3	2,6	87	111	
Grasbalen (afgesloten)	777	805	3,6	140	567	3	2,4	80	103	
Gras ingekuild	554	965	2,8	145	442	3,5	3,1	89	112	
Gras ingekuild	263	959	2,8	140	436	3,5	3,1	89	113	
Grasbalen (afgesloten)	826	741	3,9	130	619	3,1	2,3	74	99	
Gras ingekuild	427	977	2,8	153	441	4	3,6	90	115	
Gras ingekuild	523	942	3	159	478	3,7	3,2	86	111	
Gras ingekuild	439	899	3,3	151	517	3,7	3	81	109	

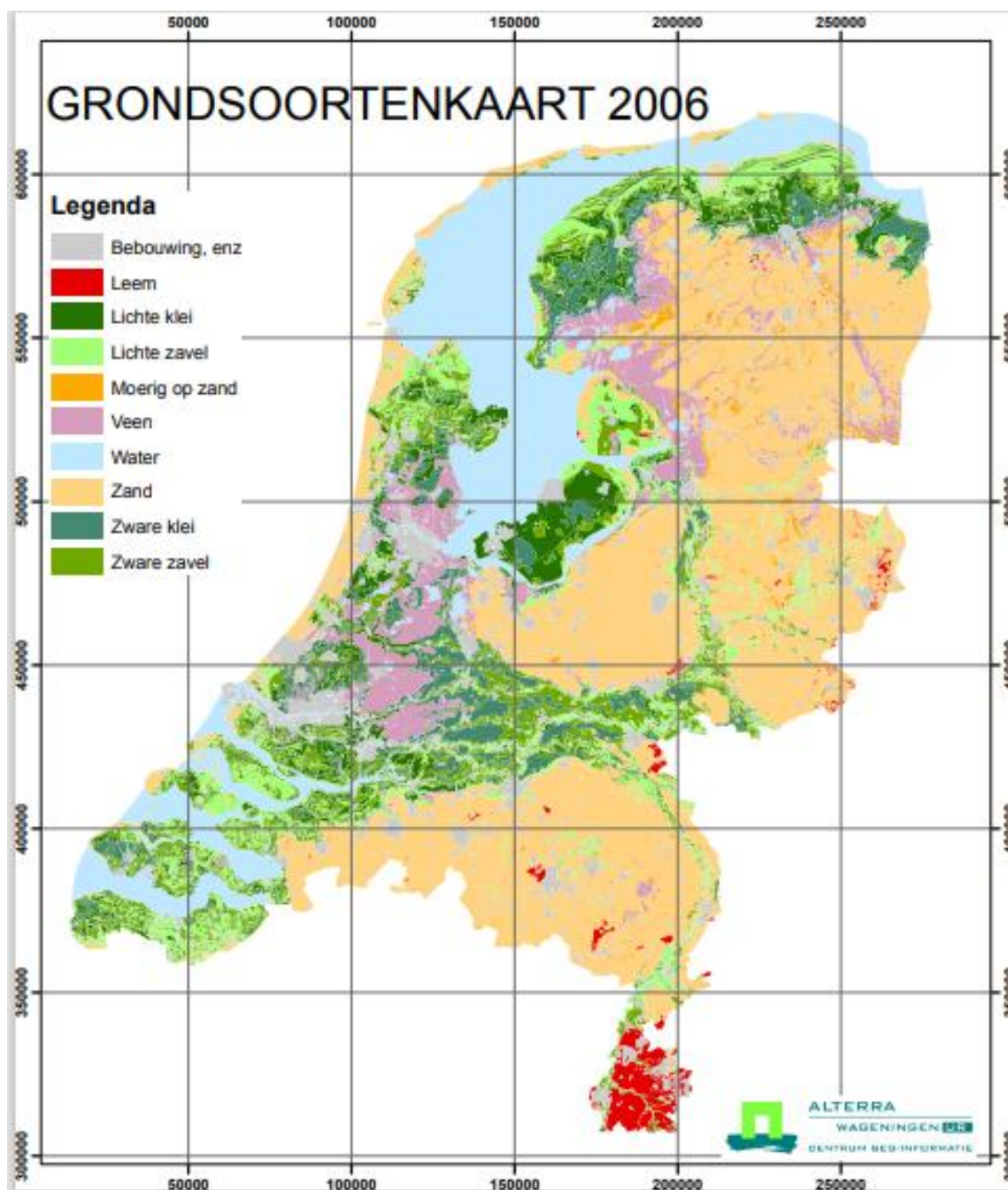
						Gem P	Gem PbeschBer	Gem %P besch	Gem PbeschIdx
						3,3	2,8	86	110
omschrijving	DS	VEM	Structwaar	RE	NDF	P	PbeschBer	% P beschikbaar	PbeschIdx
Gras ingekuuld	313	961	2,7	167	425	3,5	3,1	89	113
Gras ingekuuld	633	1000	2,8	149	442	2,5	2,2	88	112
Gras ingekuuld	363	771	2,7	185	425	3,9	3,2	82	108
Grasbalen (afgesloten)	560	1018	2,8	200	435	3,7	3,4	92	116
Gras ingekuuld	456	984	2,8	166	438	3,7	3,3	89	114
Gras ingekuuld	431	976	2,8	161	442	2,9	2,5	86	112
Gras ingekuuld	354	1032	2,6	162	400	3,5	3,2	91	117
Gras ingekuuld	386	1026	2,5	185	392	3,6	3,4	94	117
Gras ingekuuld	455	975	2,8	122	440	2,7	2,4	89	113
Gras ingekuuld	430	998	2,7	147	427	3,1	2,8	90	113
Gras ingekuuld	458	995	2,9	157	454	3,6	3,2	89	115
Gras ingekuuld	436	1000	2,7	152	423	2,9	2,6	90	114
Gras ingekuuld	401	965	2,8	169	435	3,5	3,1	89	113
Gras ingekuuld	611	1014	2,8	213	441	3,3	3	91	114
Gras ingekuuld	605	967	2,8	150	443	3,4	3	88	112
Gras ingekuuld	439	996	2,7	150	430	3	2,6	87	113
Gras ingekuuld	533	984	2,7	171	428	3	2,7	90	112
Gras ingekuuld	566	941	3	152	471	2,9	2,5	86	111
Gras ingekuuld	472	976	2,8	132	446	2,9	2,5	86	111
Gras ingekuuld	459	980	2,8	177	439	3,9	3,5	90	115
Gras ingekuuld	547	904	3,4	139	537	3,4	2,8	82	108
Gras ingekuuld	504	914	3,4	146	536	3,1	2,7	87	109
Gras ingekuuld	587	864	3	99	479	3,1	2,5	81	106
Gras ingekuuld	521	950	2,9	173	459	2,9	2,5	86	110
Gras ingekuuld	520	922	3	163	479	3,1	2,7	87	110
Gras ingekuuld	619	902	3	177	478	3,4	2,9	85	109
Gras ingekuuld	552	966	2,7	159	427	3,1	2,7	87	112
Gras ingekuuld	318	892	3	140	477	3,5	3	86	110
Gras ingekuuld	435	963	2,9	177	465	3	2,6	87	111
Grasbalen (afgesloten)	777	805	3,6	140	567	3	2,4	80	103
Gras ingekuuld	554	965	2,8	145	442	3,5	3,1	89	112
Gras ingekuuld	263	959	2,8	140	436	3,5	3,1	89	113
Grasbalen (afgesloten)	826	741	3,9	130	619	3,1	2,3	74	99
Gras ingekuuld	427	977	2,8	153	441	4	3,6	90	115

Gras ingekuuld	523	942	3	159	478	3,7	3,2	86	111
Gras ingekuuld	439	899	3,3	151	517	3,7	3	81	109
Gras ingekuuld	477	985	2,8	136	437	2,9	2,5	86	112
Gras ingekuuld	378	979	2,8	128	435	3,2	2,9	91	114
Gras ingekuuld	559	1003	2,7	173	432	3,5	3,2	91	114
Gras ingekuuld	512	927	3,1	171	493	4,1	3,6	88	112
Grasbalen (afgesloten)	656	844	3,5	136	565	2,8	2,2	79	105
Gras ingekuuld	452	980	2,9	151	465	2,8	2,5	89	112
Gras ingekuuld	316	991	2,4	198	367	4,8	4,5	94	119
Grasbalen (afgesloten)	423	908	3	146	481	3,4	2,9	85	110
Gras ingekuuld	478	957	3	158	469	3,6	3,2	89	112
Gras ingekuuld	622	835	3,5	133	554	3,2	2,6	81	105
Gras ingekuuld	695	851	3,5	182	553	3,5	2,8	80	107
Gras ingekuuld	561	946	2,9	148	450	3,2	2,8	88	111
Grasbalen (afgesloten)	850	886	3,5	130	558	4	3,3	83	109
Gras ingekuuld	412	940	3	149	471	3,2	2,8	88	111
Gras ingekuuld	498	983	2,9	171	459	3,5	3,1	89	113
Gras ingekuuld	416	948	2,9	142	455	3	2,6	87	111
Gras ingekuuld	573	978	2,8	176	434	3,2	2,9	91	113
Grasbalen (afgesloten)	852	923	3	194	474	3,4	2,9	85	111
Gras ingekuuld	617	826	3,6	146	569	3	2,4	80	105
Gras ingekuuld	505	980	2,9	161	454	3,6	3,2	89	115
Gras ingekuuld	646	843	3,6	140	575	3,1	2,5	81	105
Gras ingekuuld	542	978	2,9	131	463	2,9	2,6	90	112
Gras ingekuuld	632	888	3,5	140	551	3	2,5	83	108
Gras ingekuuld	544	954	3	151	479	3,1	2,7	87	112
Gras ingekuuld	598	790	3,6	95	575	2,7	2	74	100
Gras ingekuuld	455	1005	2,7	170	419	3,3	2,9	88	114
Gras ingekuuld	772	888	3,4	154	543	3,2	2,6	81	106
Gras ingekuuld	543	966	2,9	145	462	2,9	2,5	86	111
Grasbalen (afgesloten)	798	785	3,5	142	563	3,1	2,4	77	101
Gras ingekuuld	624	958	3	180	483	3,5	3	86	111
Grasbalen (afgesloten)	759	894	3,3	139	521	3	2,4	80	104
Grasbalen (afgesloten)	241	691	2,2	157	336	3,9	3,3	85	111
Gras ingekuuld	511	920	3	172	481	3,3	2,9	88	110
Gras ingekuuld	440	966	2,8	171	445	3,8	3,4	89	114
Gras ingekuuld	419	949	3,1	139	493	3	2,6	87	110
Grasbalen (afgesloten)	831	886	3,2	173	508	2,7	2,2	81	107
Grasbalen (afgesloten)	827	835	3,7	147	585	2,9	2,3	79	103

Gras ingekuild	531	970	2,8	154	445	3,3	2,9	88	112
Gras ingekuild	456	916	3,2	152	513	3,3	2,8	85	108
Gras ingekuild	469	926	3	135	469	3,7	3,2	86	110
Gras ingekuild	621	881	3,4	170	539	3,4	2,8	82	107
Gras ingekuild	632	956	3	171	476	3,3	2,9	88	111
Gras ingekuild	702	816	3,6	132	567	2,8	2,2	79	102
Gras ingekuild	524	947	2,6	191	411	3,4	3	88	113
Gras ingekuild	541	950	3	143	474	2,4	2	83	109
Grasbalen (afgesloten)	883	894	3,3	179	527	2,8	2,3	82	107
Gras ingekuild	670	820	3,5	136	556	3,2	2,6	81	105
Gras ingekuild	654	789	3,5	156	555	3,3	2,6	79	103
Gras ingekuild	402	958	2,8	141	449	2,8	2,4	86	110
Gras ingekuild	529	923	3,2	176	502	3,1	2,6	84	109
Gras ingekuild	490	932	3,2	162	504	2,8	2,4	86	109
Gras ingekuild	502	994	2,9	182	456	3,3	2,9	88	113
Gras ingekuild	563	949	3	168	468	3,1	2,7	87	110
Gras ingekuild	332	932	2,9	157	458	3,5	3	86	111
Gras ingekuild	493	914	3,2	156	509	3,7	3,1	84	110
Gras ingekuild	688	937	3,2	194	500	3,3	2,8	85	111
Gras ingekuild	588	916	3	153	467	2,9	2,4	83	109
Gras ingekuild	598	949	3	148	475	2,7	2,3	85	110
Gras ingekuild	626	822	3,4	150	545	2,6	2,1	81	103
Gras ingekuild	655	878	3,4	167	534	2,5	2,1	84	106
Gras ingekuild	517	986	2,8	151	438	2,9	2,5	86	112
Gras ingekuild	701	876	3,4	144	542	3,3	2,7	82	106
Gras ingekuild	680	904	3,1	144	485	3,4	2,9	85	109
Gras ingekuild	565	880	3,3	149	528	3,4	2,8	82	107
Grasbalen (afgesloten)	424	982	3	178	473	4	3,6	90	114
Gras ingekuild	664	946	3,2	176	511	3,8	3,2	84	111
Gras ingekuild	411	956	2,9	169	456	3,2	2,8	88	111
Gras ingekuild	444	994	2,6	191	408	3,7	3,3	89	115
Gras ingekuild	706	865	3,5	157	566	4	3,2	80	108
Gras ingekuild	554	912	3,2	199	500	3,7	3,1	84	111
Gras ingekuild	558	971	2,7	183	427	4	3,5	88	115
Grasbalen (afgesloten)	840	820	3,6	196	571	3,4	2,7	79	104
Gras ingekuild	508	858	3,1	143	491	3,1	2,5	81	106
Gras ingekuild	647	834	3,5	165	564	3,6	2,9	81	106
Gras ingekuild	523	957	2,9	152	463	3,5	3,1	89	112
Gras ingekuild	687	864	3,5	162	556	2,6	2,1	81	104
Gras ingekuild	449	995	2,8	160	434	3	2,6	87	112
Grasbalen (afgesloten)	901	915	3,2	170	509	3,2	2,8	88	110
Gras ingekuild	549	970	2,8	160	435	2,9	2,5	86	111
Grasbalen	789	889	3,3	157	530	2,8	2,3	82	106

(afgesloten)									
Gras ingekuuld	649	922	3,2	196	513	4,2	3,7	88	112
Gras ingekuuld	533	1002	2,7	162	432	3	2,7	90	113
Gras ingekuuld	677	914	2,9	195	463	3,2	2,8	88	110
Gras ingekuuld	475	897	2,9	180	452	4,4	3,8	86	112
Gras ingekuuld	463	917	3	158	473	2,7	2,3	85	109
Gras ingekuuld	341	953	2,7	175	433	3,8	3,4	89	113
Gras ingekuuld	508	887	3,1	167	493	3,1	2,6	84	108
Gras ingekuuld	543	927	3,1	196	493	4	3,5	88	112
Gras ingekuuld	504	966	3	176	467	3,1	2,7	87	112
Gras ingekuuld	492	979	2,9	159	456	3,2	2,8	88	112
Gras ingekuuld	478	937	3,1	165	496	3,7	3,2	86	112
Gras ingekuuld	519	940	2,9	185	450	3,2	2,8	88	111
Gras ingekuuld	551	984	2,9	171	458	4	3,6	90	115
Gras ingekuuld	552	894	3,1	191	486	4,2	3,7	88	111
Grasbalen (afgesloten)	901	863	3,1	130	498	3,2	2,6	81	107
Gras ingekuuld	702	846	3,3	150	533	3,4	2,7	79	106
Gras ingekuuld	306	910	2,9	130	459	3,6	3,1	86	111
Gras ingekuuld	506	925	2,7	116	420	2,8	2,4	86	109
Gras ingekuuld	347	923	2,8	150	441	3,8	3,4	89	112
Gras ingekuuld	506	883	3	139	472	4,2	3,6	86	110
Gras ingekuuld	471	919	3	167	475	3,3	2,8	85	110
Gras ingekuuld	446	875	2,8	168	434	3,6	3,1	86	110

Bijlage 4 Grondsoortenkaart



Datum oplevering #####

Gewas Graskuil

Contactpersoon Bob Fabri

Mail BobFabri@eurofins.com

contactpers.

Telefoon 06-15174031

conactpers.

Deze data is bedoeld voor de afstudeeropdracht van Jim Fokke en niet bedoeld voor open publicatie.

2020

Voorjaar

Zomer

Najaar 2020

Provincie

P

Pbesch

Pindex

P

Pbesch

Pindex

P

Pbesch

Pindex

Drenthe

3,12

2,74

111,74

3,38

2,86

108,48

Onvoldoende data

Flevoland

3,20

2,77

111,10

3,36

2,88

109,10

Onvoldoende data

Friesland

3,01

2,59

110,20

3,12

2,62

107,84

Onvoldoende data

Gelderland

3,19

2,77

111,20

3,28

2,77

108,65

Onvoldoende data

Groningen

3,20

2,77

110,84

3,51

2,99

109,45

Onvoldoende data

Limburg

3,38

2,96

111,92

3,54

3,02

109,46

Onvoldoende data

Noord Brabant

3,40

2,99

112,02

3,58

3,08

109,92

Onvoldoende data

Noord Holland

3,19

2,75

110,26

3,33

2,76

106,99

Onvoldoende data

Overijssel

3,16

2,75

111,18

3,33

2,80

108,16

Onvoldoende data

Utrecht

3,14

2,71

110,16

3,32

2,79

107,98

Onvoldoende data

Zeeland

3,16

2,78

111,83

3,23

2,74

108,65

Onvoldoende data

Zuid Holland

3,10

2,65

109,22

3,26

2,72

107,51

Onvoldoende data

2019

Voorjaar

Zomer

Najaar 2019

Provincie

P

Pbesch

Pindex

P

Pbesch

Pindex

P

Pbesch

Pindex

Drenthe

3,48

3,06

112,24

3,262

2,71

107,06

3,82

3,28

110,23

Flevoland

3,65

3,23

112,12

3,347

2,81

107,34

3,89

3,32

109,60

Friesland

3,49

3,04

111,59

3,356

2,81

107,72

3,69

3,09

109,01

Gelderland

3,55

3,12

112,30

3,25

2,70

107,38

3,80

3,28

110,59

Groningen

3,68

3,22

112,31

3,447

2,89

108,47

3,95

3,38

110,03

Limburg

3,71

3,28

112,28

3,455

2,92

108,31

3,97

3,41

110,87

Noord Brabant

3,65

3,23

112,58

3,548

2,98

108,42

3,90

3,35

110,44

Noord Holland

3,70

3,24

111,78

3,596

2,98

106,98

3,87

3,28

108,60

Overijssel

3,46

3,04

112,01

3,252

2,70

107,03

3,77

3,22

110,15

Utrecht

3,55

3,10

111,58

3,405

2,83

106,94

3,75

3,18

109,18

Zeeland

3,68

3,26

112,66

3,422

2,86

107,98

4,01

3,38

109,37

Zuid Holland

3,51

3,03

110,35

3,353

2,78

106,3

3,56

2,97

107,42

Per maand 2019

Structuur

Verzad.

NDF

vert

P

Pbesch

Pindex

waarde

waarde

NDF

br.heid

ADF

ADL

VCOS

april

3,8

3,5

115

2,7

1,01

429

78,9

240

15

81,2

mei

3,6

3,1

112

2,9

1,02

455

76,2

256

17

79,6

juni

3,4

2,8

108

3,2

1,05

507

70

284

22

75,7

juli

3,3

2,8

108

3,2

1,04

503

67,9

277

24

74,9

augustus	3,4	2,9	108	3,1	1,02	494	66,4	268	24	74,6
september	3,5	3	109	2,9	1	465	68,4	254	23	75,9
oktober	4,2	3,7	112	2,7	1,03	422	71,1	242	20	76,2
november	4,1	3,6	112	2,6	1,04	413	71,3	237	20	76,3
Gem 2019:	3,663									