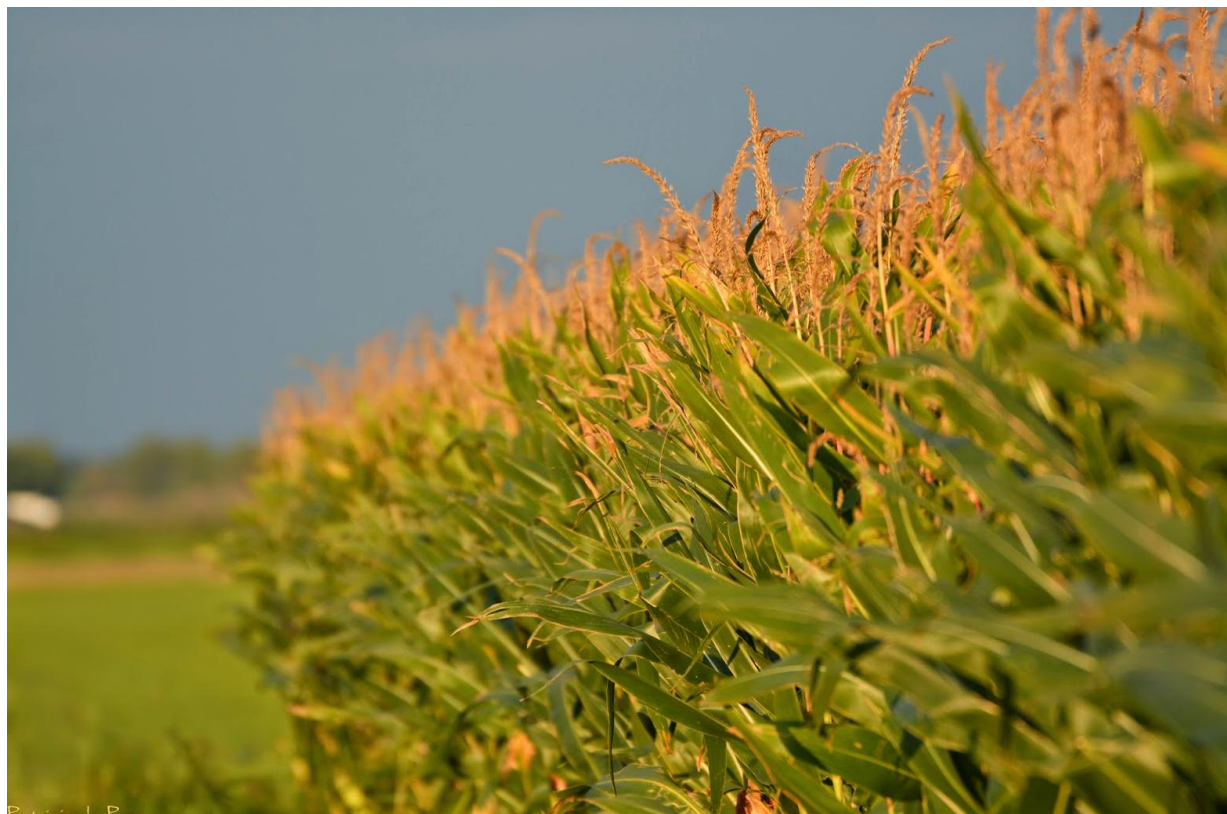

Evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op zandgrond

*Afstudeeronderzoek naar de mogelijkheden van
evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisland op
zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving*

Emmy Heilersig
Aeres Hogeschool
Opleiding Dier en Veehouderij
Afstudeerdocent: Jeroen Nolles
Markelo, 1 juni 2017



Evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op zandgrond

Afstudeeronderzoek naar de mogelijkheden van evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisland op zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving

Auteur:

Emmy Heilersig

3019004@aeres.nl

06-22709704

Onderwijsinstelling: Aeres Hogeschool te Dronten

Opleiding: Dier en Veehouderij

Opdrachtgever:

AgroVision B.V.

Keulenstraat 15, Deventer

Begeleider:

Eric Harms

e.harms@agrovision.nl

0570-664137

Afstudeerdocent:

Jeroen Nolles

j.nolles@aeres.nl

0880205879

Markelo

1 juni 2017

VOORWOORD

Voor u ligt mijn afstudeerwerkstuk 'Evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op zandgrond'. Dit afstudeerwerkstuk is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Dier en Veehouderij aan de Aeres Hogeschool (voorheen CAH Vilentum) te Dronten. Het onderzoek is gestart in opdracht van het bedrijf waar ik mijn afstudeerstage heb afgerond, namelijk AgroVision te Deventer.

De mestwetgeving is op dit moment een actueel onderwerp. De afschaffing van het melkquotum heeft veel roering met zich mee gebracht. Daarnaast vraagt een groeiende wereldbevolking om een steeds efficiëntere manier van voedselproductie. Dit begint op een agrarisch bedrijf met een efficiënte omgang van mineralen. Hierbij is evenwichtsbemesting een belangrijke factor, echter wordt hier nog niet veel aandacht aan besteed in landbouw.

Graag wil ik via deze weg mijn stagebegeleider Eric Harms bedanken voor de opstart van het afstudeeronderzoek. Ook wil ik mijn afstudeerdocent Jeroen Nolles bedanken voor de begeleiding tijdens het gehele proces en onderzoek.

Ik hoop dat dit rapport u nieuwe inzichten meegeeft rondom de evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisland op zandgrond.

Emmy Heilersig

Markelo, 1 juni 2017

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord.....	3
Samenvatting	6
Summary.....	7
Hoofdstuk 1: Inleiding.....	8
1.1 Relevantie en probleemstelling	8
1.2 Hoofdvraag en deelvragen	8
1.3 Doelstelling en doelgroep.....	8
1.4 Leeswijzer	9
Hoofdstuk 2: Materiaal en Methode.....	10
2.1 Aanpak.....	10
2.2 Afbakening.....	10
Hoofdstuk 3: Literatuur onderzoek fosfaat en kali	12
3.1 Functie van Fosfaat en kali.....	12
3.2 Effect zandgrond op de werking van fosfaat en kali	12
3.3 Uitspoeling van fosfaat en kali.....	13
3.4 Bemestingsstrategieën	14
3.5 Mineralenbehoefte plant en bodem	16
3.6 Weidemest en kwaliteit bij evenwichtsbemesting	18
3.7 Conclusie Literatuur onderzoek.....	19
Hoofdstuk 4: Analyse praktijkcasus.....	20
4.1 Bedrijfsgegevens praktijkbedrijf.....	20
4.2 Berekening fosfaat en kali aanvoer	21
4.2.1 Variabele factoren.....	21
4.2.2 100% fosfaatwerking op bouwland	21
4.2.3 Beperkte fosfaatwerking op bouwland.....	21
4.2.4 Overzicht fosfaat en kali aanvoer	22
4.3 Fosfaat en kali afvoer	22
4.4 Analyse praktijkcasus	23
4.4.1 De fosfaat en kali aan- en afvoer in de praktijkcasus	23
4.4.2 Effect mestsamensstelling in rundveedrijfmest	23
4.4.3 Bijbemesting van kunstmest	24
Hoofdstuk 5: Discussie.....	25
5.1 Onderzoek.....	25
5.2 Stikstofgebruiksnorm	25

5.3 Derogatie	25
5.4 Mestsamenstelling en -soort	25
5.5. Zandgrond.....	26
5.6 PAL- en Pw-waarde in de bodem	26
Hoofdstuk 6: Conclusie en aanbevelingen	27
6.1 Conclusie	27
6.2 Aanbevelingen.....	27
Literatuurlijst.....	28
Publicaties	28
Internetbronnen	29
Overige literatuur.....	30
Bijlage I: Gewasgroep Indeling	31
Bijlage II: Fosfaat bemestingsadvies voor maisland.....	32
Bijlage III: Berekening fosfaatproductie en fosfaat plaatsingsruimte praktijkcasus	34

SAMENVATTING

Door het stelsel van gebruiksnormen in Nederland is er door de wetgeving een maximum opgelegd aan de toe te dienen hoeveelheid stikstof en fosfaat op de bodem per gewas. Dit maximum houdt geen rekening met de mineralenbehoefte van de plant en de bodem. Onbekend is of er meer fosfaat en kali onttrokken wordt dan er aangevoerd wordt van gras en mais op zandgrond, waardoor de grond kan verarmen en uitputten.

Dit onderzoek richt zich op de volgende hoofdvraag:

'Is evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisteelten op zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving nog mogelijk?'

Aan de hand van literatuur wordt onderzoek gedaan naar de functie en werking, en aan- en afvoer van fosfaat en kali. Vervolgens wordt een praktijkcasus geanalyseerd. Hierin wordt de aan- en afvoer berekend. Het verschil geeft inzicht in de mate van evenwichtsbemesting.

Uit de literatuur blijkt dat fosfaat en kali onmisbaar zijn voor de groei en ontwikkeling van de plant. Fosfaat kan alleen uitspoelen wanneer de bodem verzadigd is. Dit is niet het geval bij evenwichtsbemesting. Kali uitspoeling is vooral afhankelijk van de neerslag in het voorjaar. Hoe groter de neerslag is, hoe meer kali uitspoelt in de bodem. De fosfaatafvoer op grasland ligt tussen de 100 en 130 kg P_2O_5 /ha, en op maisland tussen 50 en 90 kg P_2O_5 /ha. De kaliafvoer ligt tussen de 310 en 460 kg K_2O /ha.

Uit de praktijkcasus blijkt de balans voor *fosfaat* bij zowel gras- als maisland negatief (-30 kg P_2O_5 kg/ha op gras, -10 tot -34 kg P_2O_5 op mais). Dit betekent dat er meer fosfaat wordt afgevoerd dan aangevoerd. De balans bij *kali* op grasland is ook negatief (-62 tot -206 kg K_2O /ha). Op maisland is met alle mestsamenstellingen sprake van evenwichtsbemesting van kali.

Deze praktijkcasus geeft aan dat evenwichtsbemesting van fosfaat uit dierlijke mest op een grondgebonden bedrijf op zandgrond met neutrale bodemtoestanden niet mogelijk is. Bij kali bepaald het gewas of evenwichtsbemesting mogelijk.

Fosfaatevenwichtsbemesting is alleen mogelijk door fosfaat via kunstmest toe te dienen, hiervoor moet het bedrijf stoppen met de derogatie, wat gevolgen voor de stikstof toediening met zich mee brengt. Hierdoor is dit niet aantrekkelijk. Bij een kalitekort uit dierlijke mest, kan er via kunstmest extra kali toegediend worden.

Doordat de wettelijke gebruiksnormen vaststaan, is de enige ruimte om te sturen de verhouding van fosfaat en kali in de mestsamenstelling. Door deze verhouding te veranderen aan de hand van voeding, of andere dierlijke meststoffen te gebruiken zou de kali evenwichtsbemesting verbeterd kunnen worden, waardoor er geen bijbemesting nodig is.

SUMMARY

In the Netherlands the manure legislation put up rules for use of animal manure. The amount of nitrogen (N) and phosphorus (P_2O_5) per ha is limited. This limit does not take the mineral need of the plant and the soil into account. This causes the risk that more minerals are being detained than supplied, leading to the soil becoming exhausted.

To argue this statement, a study is started with the main question:

'Is balanced manuring of phosphate and potash on grass and maize growth on sand soil within the context of the Dutch manure legislation still possible?'

To answer this question, a literature study about phosphorus and potash was first done. Afterwards a calculation based on a practical situation was made.

The literature study proves that phosphorus and potash are crucial elements for the plant and soil. Phosphorus only washes out of the soil when the soil is replete with phosphorus. This is not the case with balanced manuring. The wash off of potash depends on the rainfall in springtime till half of March. The phosphorus discharge on grass lies between 100 and 130 kg P_2O_5 , on maize it is between 50 and 90 kg P_2O_5 . The potash discharge lies between 310 and 460 kg K_2O .

Thereafter the discharge and supply of phosphorus and potash is calculated for the practical situation. The phosphorus balance between the discharge and supply for both grass and maize appears to be negative. This means that the discharge is bigger than the supply. The potash balance for grass is negative as well. On maize the potash balance is positive, which means that the supply is bigger than the discharge.

The study shows that balanced manuring of phosphorus and potash from animal manure on sand soil with neutral soil conditions is not possible.

Phosphorus balanced manuring is only possible when extra phosphorus is applied with fertilizer. To do so, the farm has to stop with derogation. When the farm decides to quit the derogation, they are allowed to fertilize with phosphorus. But the maximum of nitrogen decreases, which means that even less animal manure can be applied. There is no limit for potash fertilizer, so if there is lack of potash from animal manure, fertilizer can be used to make the discharge and supply balanced.

The manure composition can be changed by nutrition or by use of other manure sorts. The scale between phosphorus and potash will change, which can improve the balanced manuring, and abolish the need for fertilizer.

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

1.1 RELEVANTIE EN PROBLEEMSTELLING

De Nederlandse mestwetgeving omvat regelingen om de toediening van de mineralen stikstof en fosfaat op de landbouwgrond te verminderen. De basis hiervoor is de Europese Nitraatrichtlijn. Op het moment dat het stelsel van gebruiksnormen in Nederland de mestwetgeving. Hierbij wordt een maximum aan de toe te dienen hoeveelheid stikstof en fosfaat op de bodem per gewas gesteld (Rijksoverheid, 2016).

De maximale stikstof en fosfaat gift op landbouwgrond is wettelijk vastgesteld. Ook zijn de mineralenbehoeften van gras en mais bekend. Echter is het onbekend of er aan de mineralenbehoefte specifiek voor fosfaat en kali voldaan kan worden binnen de kaders van de huidige mestwetgeving. Per grondsoort is de behoefte verschillend, waarbij zandgrond een van de grootste risico's op verarming van de bodem heeft (Fraters, D., et al, 2007).

1.2 HOOFDVRAAG EN DEELVRAGEN

Het rapport zal uiteindelijk antwoord geven op de hoofdvraag:

'Is evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisland op zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving nog mogelijk?'

De hoofdvraag wordt beantwoord aan de hand van de volgende deelvragen:

1. Wat is de totale fosfaat en kali aan- en afvoer van gras- en maispercelen op het bedrijf op zandgrond?
2. Wat is het effect van de fosfaat en kali gehalten in rundveedrijfmest op de fosfaat en kaligift op gras- en maisland?
3. Wat is de meest efficiënte manier van fosfaatbemesting?
4. Hoeveel kali moet er op basis van de fosfaatgift bij bemest worden door middel van kunstmest om tot een kali evenwichtsbemesting te komen?

1.3 DOELSTELLING EN DOELGROEP

Het doel van het onderzoek is om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden om de fosfaat en kalibemesting te optimaliseren. Hierbij is evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maïspcelen met dierlijke mest de basis, en kan dit worden toegepast in een specifieke bedrijfssituatie.

De doelgroepen hiervoor zijn veehouders, akkerbouwers, grondeigenaren, adviseurs en beleidsmakers op het gebied van bemesting en voederwinning en overige geïnteresseerden, zodat zij beter inzicht krijgen in de (on)mogelijkheden op het gebied van fosfaat en kali bemesting om deze te optimaliseren. Dit kan op bedrijfsniveau invloed hebben, doordat er een andere bemestingsstrategie toegepast kan gaan worden, andere meststoffen aangeschaft en opgeslagen dienen te worden en er mogelijk extra bewerkingen nodig zijn.

Door de huidige mestwetgeving is er een maximale hoeveelheid stikstof en fosfaat die uitgereden mag worden op het land. Dit heeft effect op de bodemvoorraad en de mineralenvoorziening voor het gewas. De bemestingsadviezen geven adviezen aan de hand van of de bodemkwaliteit of de gewasbehoefte. Door te onderzoeken of er met de huidige mestwetgeving voldaan kan worden aan de fosfaat en kalium behoefte van de bodem en het gewas gras, kan hierover duidelijkheid gegeven worden.

De Nederlandse mestwetgeving beperkt de gift van stikstof en fosfaat. Hierbuiten valt de gift van andere mineralen zoals kali.

1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 1 bevat de inleiding, waar ingegaan wordt op de relevantie van het onderwerp.

Daarnaast wordt de probleemstelling en de hoofd- en deelvragen besproken. Ook wordt hier de doelstelling en doelgroep bepaald. Hoofdstuk 2 bevat het materiaal en methode. Hierin staat de aanpak en afbakening van het onderzoek toegelicht. Hoofdstuk 3 bevat het literatuuronderzoek. Hierin is alle relevante informatie over fosfaat, kali, bemesting en zandgrond geanalyseerd.

In hoofdstuk 4 staat een praktijkcasus uitgewerkt. Hierin worden de bedrijfsgegevens en de aan- en afvoer van fosfaat en kali op het bedrijf berekend om inzicht te geven in de fosfaat en kali bemesting in een praktijkcasus. Vervolgens worden in de discussie punten aangegeven welke het onderzoek zouden kunnen aanvullen in een eventueel vervolgonderzoek.

Het onderzoek wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

HOOFDSTUK 2: MATERIAAL EN METHODE

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de aanpak van het onderzoek. Hierin worden onder andere de benodigde gegevens, de randvoorwaarden en de afbakening aangedragen.

2.1 AANPAK

Het doel van het onderzoek is onderzoeken of evenwichtsbemesting van het fosfaat en kali op gras- en maisteelten op zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving nog mogelijk is. Er zal één praktijkcasus uitgewerkt worden. Doordat de variatie binnen de melkveehouderij groot is, is hier voor gekozen.

Om de praktijkcasus te onderzoeken is een literatuuronderzoek vereist. In dit literatuuronderzoek komt het belang van fosfaat en kali naar voren. Ten tweede komt in dit onderzoek de plant- en bodem behoefte van fosfaat en kali naar voren. Tot slot wordt de fosfaat en kali afvoer onderzocht.

Na het literatuuronderzoek wordt de praktijkcasus uitgewerkt. Het bedrijf dat geanalyseerd wordt, is zelfvoorzienend in ruwvoerproductie en is grondgebonden. Dit betekent dat er geen mest en ruwvoer aan- of afgevoerd hoeft te worden op het bedrijf. De bedrijfsomvang is 120 melkkoeien, met een melkproductie van 8700 kg melk/koe/jaar. Er is 76 ha zandgrond in gebruik, waarvan de toestand neutraal is (PAL en $P_w = 40$). Deze gegevens zijn gelijk aan het regionale gemiddelde in Twente (Countus Signaal, 2016), waardoor er met een gemiddeld melkveebedrijf op zandgrond gerekend wordt.

Tot slot wordt het theoretisch onderzoek gecombineerd met de uitwerking van de praktijkcasus. Hieruit volgt de conclusie of evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisteelten op zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving nog mogelijk is.

2.2 AFBAKENING

Het onderzoek richt zich op evenwichtsbemesting van fosfaat en kali. Dit betekent dat er berekeningen gedaan worden alleen rondom de fosfaat en kali gift en opname (andere mineralen worden buiten beschouwing gelaten). Het onderzoek is gericht op zandgrond (korrelgrootte tussen 50-2000 μ) (Rommelink, G., et al, 2016), omdat hier de belemmering van de mestwetgeving het grootst is. Er zal niet gekeken worden naar andere grondsoorten.

De bedrijfssituatie is gebaseerd op de regiogemiddelden van Oost Nederland. Deze regio is gelegen op zandgrond. De landelijke gemiddelden bevatten ook klei-, veen- en löss en andere zandgronden. Deze gegevens zijn mogelijk minder toepasbaar tot een praktijkcasus.

Het bedrijf neemt deel aan de derogatie, dit betekent dat het bedrijf minimaal 80% gras, en maximaal 20% mais teelt. In de praktijkcasus wordt uitgegaan van precies 80% gras, en 20% mais. Daarnaast heeft het bedrijf een gesloten mestboekhouding, wat betekent dat het geen mest aan- of af hoeft te voeren. De geproduceerde rundveedrijfmest wordt gebruikt voor de bemesting.

De plaatsingsruimte is berekend op basis van fosfaat gebruiksnormen. Hierbij wordt uitgegaan van fosfaat neutrale toestanden op alle percelen. Er wordt niet gekeken naar de stikstof gebruiksnormen.

Om te bekijken of evenwichtsbemesting mogelijk is, wordt de aan- en afvoer van fosfaat en kali in de bodem en het gewas berekend. Hiervoor wordt uitgegaan van rundveedrijfmest. Aan de hand van voeding kan de mestsamenstelling veranderd worden. Hierdoor zal er met drie soorten rundveedrijfmest doorgerekend worden, namelijk: fosfaat en kali rijke, arme en gemiddelde mest.

HOOFDSTUK 3: LITERATUUR ONDERZOEK FOSFAAT EN KALI

In dit hoofdstuk zal aan de hand van literatuur kennis opgedaan worden rondom fosfaat, kali en bemesting.

3.1 FUNCTIE VAN FOSFAAT EN KALI

De mineralen fosfaat en kali zijn essentiële elementen voor een plant. In de natuur komt fosfor het meest voor in fosfaatverbindingen (bijvoorbeeld H_2PO_4 of P_2O_5) (Triferto, z.d.). Dit is een verbinding van fosfor met zuurstof. Fosfaat wordt gebruikt in de context van bodemkundige aspecten, bemestingsadviezen en het mestbeleid.

Fosfaat

Fosfaat bevordert de ontwikkeling van het wortelstelsel, versterkt de uitstoeling en stimuleert de groei in het voorjaar. Hierdoor kan een plant meer voedingsstoffen en vocht opnemen, meer blad vormen en dit vroeger in het voorjaar. Bovendien heeft een plant fosfaat nodig om stikstof op te kunnen nemen. Een tekort aan fosfaat heeft uiteindelijk effect op de groei van de plant. Er treedt voor de plant geen nadelig effect op bij een fosfaat overschot (Schoumans, O., et al, 2008).

Kali

Kali heeft een belangrijke invloed op de productie en transport van koolhydraten in de plant en het zorgt voor een hogere droogte- en koudetolerantie. Hierdoor kan de plant sneller groeien, krijgt het een hogere energiewaarde en kan het beter tegen droogte en kou. Een kaliumtekort vertraagt de groei van de plant. Een overschot veroorzaakt een daling van het natrium-, magnesium- en calciumgehalte in de plant. Dit leidt tot zoutschade in de plant en kan kopziekte bij de koe veroorzaken (Abts, M., et al, 2015).

3.2 EFFECT ZANDGROND OP DE WERKING VAN FOSFAAT EN KALI

Fosfaat

Fosfaat kan verloren gaan door uit- en afspoeling. Fosfaat spoelt gemakkelijker uit naar grond- en oppervlaktewater naarmate de grondwaterstand hoger is en de bodem meer met fosfaat verzadigd is. Dit laatste is op zandgronden vaak eerder het geval dan op klei, doordat klei meer ijzer-, aluminium- en calciumverbindingen bevat. Daaraan hecht zich het fosfaat (Masterplan Mineralenmanagement, 2011).

Er is geen verschil tussen de werking van fosfaat bij duinzandgrond en andere grondsoorten. Dit betekent dat de fosfaatwerking overal gelijk is (Bloembollenvisie, 2008).

Kali

In vloeibare meststoffen is kalium in opgeloste vorm aanwezig. Hierdoor is het goed beschikbaar voor de plant. Bovendien zorgt dit ervoor dat kali erg gevoelig is voor uitspoeling, vooral op zandgronden in het voor- en najaar (Goed bodembeheer, z.d.).

3.3 UITSPOELING VAN FOSFAAT EN KALI

Fosfaat

Fosfaat is gebonden aan vaste deeltjes in de mest, waardoor het niet gevoelig is voor uitspoeling. In tabel 1 is te zien wat de fosfaatwerking is bij zowel grasland en bouwland bij verschillende drijfmestsoorten.

Tabel 1: Fosfaatwerking bij drijfmest

		% werkzame fosfaat
grasland:	alle soorten mest	100
bouwland:	rundveemest	60
	varkensmest	100
	kippenmest	70

Te zien is dat bij eenjarige toediening van drijfmest op bouwland is de fosfaatwerking 60% bij rundveemest, 100% bij varkensmest en 70% bij kippenmest. De fosfaatwerking op grasland is bij alle mestsoorten 100% (Goed bodembeheer, z.d.). Het Bemestingsadvies daarentegen beweert dat de fosfaatwerking van rundveedrijfmest op bouwland 60-100% is (Bemestingsadvies, 2005). Omdat het niet duidelijk is welke situatie aangenomen moet worden, worden beide situaties uitgewerkt in het onderzoek.

Wanneer er meer fosfaat toegediend wordt, dan de plant op kan nemen en de bodem kan binden, kan fosfaat wel uitspoelen en afspoelen. Dit is dus alleen wanneer de bodem verzadigd is met fosfaat (30 vragen en antwoorden over fosfaat, 2008).

Kali

De uitspoeling van kali is afhankelijk van de hoeveelheid organische stof en kleideeltjes in de bodem en de neerslag in het begin van de grasgroei. Op zandgronden, vooral op humusarme gronden, wordt kali door neerslag gemakkelijk naar diepere lagen in de bodem verplaatst. De mate van uitspoeling wordt bepaald door de hoeveelheid neerslag tussen de kaligift en het begin van de grasgroei. De verliezen bij een normaal neerslagpatroon zijn na half maart al doorgerekend in het bemestingsadvies. Dit betekent dat alleen voor de verliezen die tot half maart optreden een correctie nodig is. In tabel 3 is te zien wat het effect van neerslag is op de kali uitspoeling.

Tabel 2: Uitspoelingverliezen van kali op zand- en dalgrond

Hoeveelheid neerslag tot half maart in mm	Verlies (%)
circa 50	20
circa 100	30
circa 150	45

Uit de tabel is op te maken dat hoe meer neerslag in het begin van het seizoen valt, hoe hoger de kali uitspoeling is. Dit kan oplopen tot 45% bij een neerslag van ongeveer 150 mm. De gemiddelde neerslag in het begin van het groeiseizoen is 50 mm. Per seizoen kan het advies voor de kaligift dus verschillen.

3.4 BEMESTINGSSTRATEGIEËN

Er zijn verschillende methoden om drijfmest toe te dienen. In deze paragraaf wordt toegelicht welke verschillende strategieën er zijn en of de mineralen benutting varieert bij de verschillende methoden. In figuur 1 wordt een figuurlijke toelichting gegeven op de toedieningmethoden (Goed Bodembeheer, z.d.).

Mestinjectie

Bij injectie van de mest via ganzenvoeten op 12 tot 18 cm diepte, wordt de sleuf na toediening gesloten (aandrukrol). De mestwerking komt bij injectie traag op gang omdat de mest diep in de grond terechtkomt, waar het koud en zuurstofarm is.

Voordeel van deze methode is het emissiearm kunnen uitbrengen van grote hoeveelheden drijfmest.

Nadelen van deze methode is het veroorzaken van een zuurstofarm milieu op de geïnjecteerde diepte. Bij mestinjectie op klei of beekerdgronden ontstaan de hele zomer blauwe zones in de grond, die duiden op een zuurstofarme situatie. Een ander nadeel van deze anaerobe situaties is de mogelijke productie van lachgas en methaan uit de geïnjecteerde mest. Deze dragen bij aan het broeikas effect en de afbraak van de ozonlaag.

Zode-injectie

Bij injectie via een injectiekouter op 6 tot 9 cm diepte wordt - evenals bij mestinjectie - de injectiesleuf gesloten.

Hierbij spelen dezelfde voor- en nadelen een rol als bij de mestinjectie. Bij grasland waar de mest niet in maar onder de zode wordt gebracht zal de benutting laag zijn en op zandgronden is de kans op uitspoeling groot.

Zodebemesting

Toediening van de mest via schijf- of tandkouters op 5 tot 7 cm diepte. Gras en grond worden hierbij opzij gedrukt en de mest blijft zichtbaar, maar onder het maaiveld liggen. Bij doseringen tussen de 15 en 20 m³ en een diepte van 3-5 cm, is de kans op zuurstofarme situaties in de zode beperkt. Wanneer de hoeveelheid en diepte zuurstofarme zones in de zode teweeg brengen dan kan wortelsterfte en wormensterfte het gevolg zijn en is de benutting laag. Indien bij zodebemesting de sleufjes overlopen is de emissie hoger dan bij zuinig gebruik.

Sleufkouterbemesting en sleepvoetensysteem

Bij een sleufkouterbemester of sleepvoetenbemester wordt de mest in een strookje tussen het gras op de grond gelegd. De zode wordt daarbij bijna niet of niet geopend. De mest blijft duidelijk zichtbaar liggen. De beide systemen werken minder diep dan de zodebemester en maken daardoor een sneller herstel van de zode mogelijk.

Sleufkouterbemesting is iets minder afhankelijk van omgevingsfactoren dan sleepvoeten omdat de mest wat meer verborgen ligt, maar de verschillen zijn klein. Bij gebruik van sleepvoeten wordt het gras weinig besmeurd, maar de emissie is bij deze toediening hoger. Uitrusten bij donker of regenachtig weer en hoeveelheden van 15 m³ /ha of minder reduceert de emissie.

Bouwlandinjecteur

Bouwlandinjecteurs zijn veelal gebouwd op basis van cultivators of de schijveneg. Op bouwland wordt drijfmest vóór of na het ploegen geïnjecteerd. Afhankelijk daarvan en van het gewenste moment van beschikbaarheid van de mineralen wordt de injectiediepte bepaald. Injecteren vóór het ploegen met als doel snelle beschikbaarheid te realiseren vraagt om een grote injectiediepte. Na het ploegen zal de mest bovenin de bouwvoor terechtkomen.

Toediening in het gewas

Toediening in het voorjaar in het gewas verhoogt de benutting van de mineralen. In de praktijk stuit het uitbrengen op technische problemen, waarbij de toegebrachte structuurschade het grootste knelpunt is. Toch staat de ontwikkeling niet stil en neemt de toepassing van drijfmest in het gewas toe. Nieuwe technieken verlagen de kans op structuurschade en vergroten daarmee de mogelijkheden.

Sleepslang

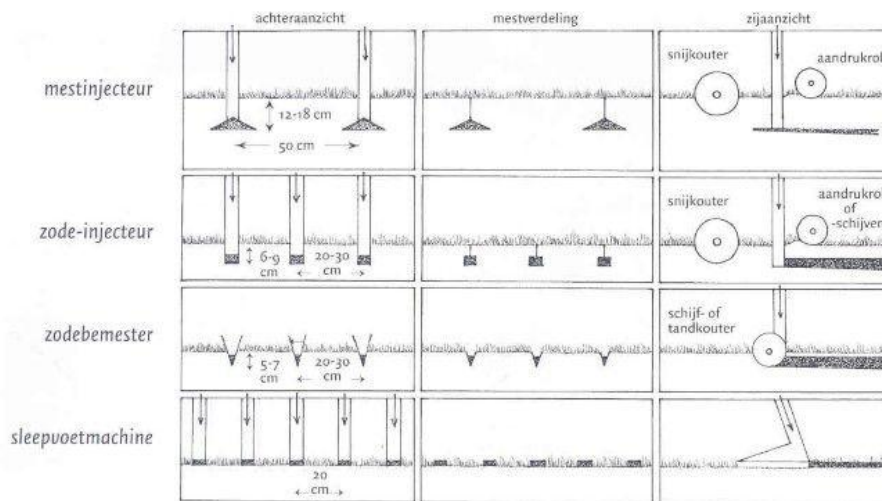
In dit systeem blijft de drijfmesttank op de kopakker en wordt de drijfmest door een slang naar de trekker met sleepvoeten of sleufkoutersysteem aangevoerd. Hierdoor is de structuurschade aanzienlijk minder omdat de tank met drijfmest niet meegenomen wordt en de trekker lichter kan zijn. Dit systeem werkt goed op grasland en in tarwe. Op bouwland bestaat de kans dat de meegesleepte slang in de bochten ook grond gaat meeslepen. Toepassing in bedden en rijen is niet mogelijk omdat de slang daar teveel schade aanricht.

Sleepslang met beregeningshaspel

Door het gebruik van een beregeningshaspel als sleepslang is het mogelijk om rijenbemesting toe te passen zonder dat de slang achter de trekker blijft slepen. Met dit systeem is het in principe mogelijk om op elk gewenst tijdstip drijfmest als rijenbemesting toe te passen.

Rijpadensysteem

Wanneer de akker is ingedeeld in teeltbedden en rijpaden dan kan zonder structuurbederf rijenbemesting worden toegepast. Alleen op de paden wordt gereden en de apparatuur om de mest toe te dienen is op de bedbreedte afgestemd. In combinatie met de sleepslang en beregeningshaspel kan met een lichte trekker tussen de rijen van het gewas drijfmest ingebracht worden.



Overzicht verschillende toedieningsmethoden van drijfmest. Van boven naar beneden komt de mest steeds minder diep in de grond en wordt de kans op anaërobie kleiner.

Figuur 1: Figuurlijke toelichting op toedieningmethoden (Goed Bodembeheer, z.d.)

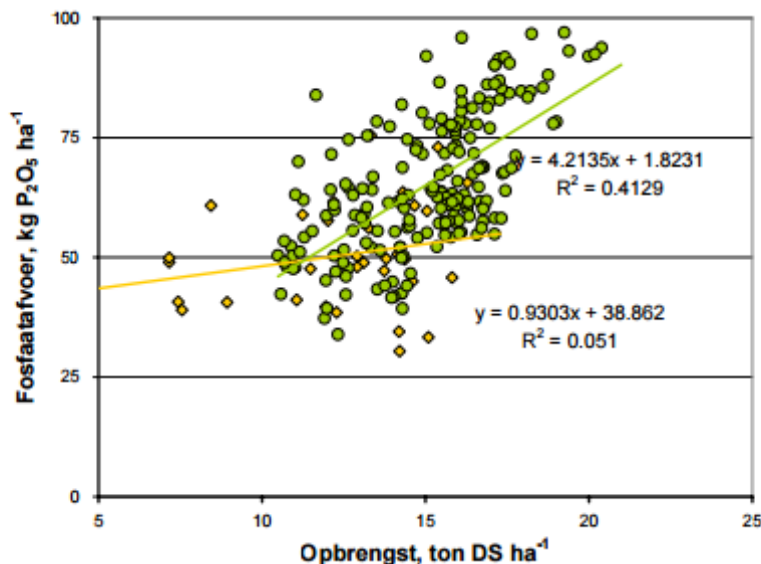
Uit een proef is aangetoond dat de mineralenbenutting bij rijenbemesting van maïs niet hoger is dan bij volvelds bemesten. (Van der Schans, D., et al, 2011). Er is niet aangetoond dat de benutting varieert bij de verschillende toedieningmethoden op grasland.

3.5 MINERALENBEHOEFTE PLANT EN BODEM

Fosfaat

Fosfaat wordt door de plant onttrokken, dit kan gemeten worden bij het oogsten van het gewas. Bij een voldoende stikstofniveau in de bodem kan er vanuit gegaan worden dat er in gras tussen de 100 en 130 kg fosfaat per ha wordt afgevoerd (Praktijkids bemesting, 2015).

De fosfaat afvoer van mais hangt af van de drogestof opbrengst van het gewas. In figuur 2 is het verband tussen de fosfaatafvoer en drogestof opbrengst te zien (Ehlert, P.A.I., et al, 2006).



Figuur 2: Fosfaatafvoer maisland aan de hand van de drogestof opbrengst/ha (Ehlert, P.A.I., van Middelkoop, J.C., Dekker, P.H.M., 2006)

Uit de figuur is op te maken dat naarmate de gewasopbrengst toeneemt, de fosfaatafvoer op het perceel ook toeneemt. Dit betekent dat de fosfaataanvoer hoger moet zijn bij een hogere gewasopbrengst om aan evenwichtsbemesting te kunnen blijven voldoen.

In tabel 3 is de adviesbemesting van fosfaat per hectare te vinden. Hierin zijn 5 gewasgroepen te onderscheiden. Deze gewasgroepen zijn terug te vinden in bijlage I (Nutrinorm, 2013).

Tabel 3: Fosfaatadvies in KG P₂O₅/ha voor dekzand, dalgrond, rivierklei en löss (Nutrinorm, 2013).

Pw-getal	Gewasgroep				
	0	1	2	3	4
10	-	185	160	130	100
15	-	170	145	110	80
20	-	150	125	95	60
25	-	135	110	75	40
30	235 (c)	120	90	55	20
35	155 (c)	105	75	40	0
40	95 (c)	85	55	20	
45	70 (e)	70	40	0	
50	55 (e)	55	20		
55	35 (e)	35	0		
60	20 (e)	20			
65	0	0			

Uit bijlage I is te zien dat grasland in groep 3 valt. Dit betekent dat de behoefte bij een Pw van 10, 130 kg Fosfaat is, en bij een Pw vanaf 45 helemaal geen fosfaat. De behoefte van groenten is het hoogst.

De fosfaatbehoefte van mais is maximaal 34 kg fosfaat per hectare. Het gehele fosfaat bemestingsadvies voor maisland is te vinden in bijlage II (Kennisakker, 2013), het advies is gebaseerd op de fosfaattoestand in de bodem. Hoe hoger de fosfaattoestand, hoe lager het advies is.

Naast de fosfaatbehoefte van de plant is de behoefte van de dier ook belangrijk. De fosforbehoefte van melkkoeien met een hoge productie bedraagt ongeveer 3,5 g fosfor per kg droge stof gras per dag, met het telen en oogsten van het gras moet hier rekening mee gehouden worden.

Kali

De kaliafvoer bij grasland hangt af van de gewasopbrengst, te zien in tabel 4. De onttrekking is gemeten bij een bemesting van 230 en 250 kg stikstof uit dierlijke mest.

Tabel 4: Kaliafvoer grasland bij verschillende gewasopbrengsten (Eurofins Agro, z.d.).

230 kg N dierlijke mest	Jaaropbrengst ton DS/ha		
	8	10	12
Onttrekking K ₂ O kg/ha	310	385	460
Gift via drijfmest kg/ha	300	300	300
saldo kg K ₂ O/ha	-10	-85	-160

250 kg N dierlijke mest	Jaaropbrengst ton DS/ha		
	8	10	12
Onttrekking K ₂ O kg/ha	310	385	460
Gift via drijfmest kg/ha	330	330	330
saldo kg K ₂ O/ha	20	-55	-130

Onvermijdelijke fosfaatverliezen

Ook al is de fosfaataanvoer gelijk aan de fosfaatafvoer op een perceel, dan nog zal de fosfaattoestand op termijn gaan dalen. Dit komt doordat het fosfaat uit de kunst- of dierlijke mest reacties aangaat met de bodembestanddelen. Hierdoor wordt een deel van de toegediende fosfaat omgezet in vormen die op korte termijn niet meer beschikbaar zijn. Ook zal het fosfaat onderdeel worden van de organische stofvoorraad in de bodem. Bovendien zal een deel van het fosfaat uitspoelen naar bodemlagen waar de plantenwortels niet meer bij kunnen. Ten slotte treedt er verplaatsing op als gevolg van (micro)biologische activiteit en door ploegen, en door het aanleggen van kunstmatige drainage en bij het egaliseren van het oppervlak.

Kortom, er is dus meer fosfaat nodig om de gewasbehoefte te kunnen vervullen. Dit heet ook wel de “onvermijdelijke fosfaatverliezen”. Deze verliezen zijn echter wel te beïnvloeden door het management van de teelt en de bodem. Naast fosfaatverliezen in de bodem, zijn er ook op bedrijfsniveau verliezen. Dit zijn onder andere nutriëntenafspoeling over het verharde oppervlak.

Bij een fosfaatevenwichtsbemesting wordt er hoogstwaarschijnlijk rekening gehouden met de onvermijdelijke fosfaatverliezen. De omvang van deze verliezen moet echter nog nader vastgelegd worden. Momenteel wordt er maximaal 5 kg fosfaat per ha aangehouden als onvermijdelijke verlies (Schoumans, O., et al, 2008).

3.6 WEIDEMEST EN KWALITEIT BIJ EVENWICHTSBEMESTING

Bij een bemesting binnen gebruiksnormen is de werkingscoëfficiënt van weidemest nihil (Bij een stikstofgift variërend tussen 250 en 350 kg werkzame N per ha per jaar is de werkingscoëfficiënt van weidemest berekend op 0%. Dit betekent dat de werking van de weidemest nihil is, waardoor er verder niet mee gerekend hoeft te worden (van Dijk, W., et al, 2004).

De verlaagde stikstof en fosfaat gift en een gelijk blijvende drogestof opbrengst, resulteert tot een hogere efficiëntie wat betreft de bemesting. Echter de verlaging van dierlijke- en kunstmest zorgt voor een verandering van de kwaliteit van het geoogste product. De hoeveelheid bestendig eiwit en mineralen in het product wordt lager, dit heeft een direct verband met de lagere bemesting. (Abbink, G.W. et al, 2015).

3.7 CONCLUSIE LITERATUUR ONDERZOEK

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat het **belang** van fosfaat en kali voor de plant groot is. Daarnaast heeft **zandgrond** geen ander effect dan andere grondsoorten op de werking en opname van fosfaat en kali. Wel is de kans op uitspoeling van kali groter op zandgrond. De **uitspoeling** van fosfaat is alleen bij een verzadigde bodem, kaliuitspoeling is afhankelijk van de neerslag in het voorjaar. Bovendien hebben de verschillende **bemestingsstrategieën** geen invloed op de efficiëntie van fosfaat en kali. De fosfaat**afvoer** op grasland ligt tussen de 100 en 130 kg P_2O_5 /ha, op maisland is dit 50-90 kg P_2O_5 /ha, afhankelijk van de gewasopbrengst. De kaliafvoer ligt tussen de 310 en 460 kg K_2O /ha. De werking van fosfaat en kali in **weidemest** is 0%. Tot slot neemt de **kwaliteit** van het ruwvoer door de efficiënte bemesting af.

HOOFDSTUK 4: ANALYSE PRAKTIJKCASUS

Om te kijken hoe evenwichtsbemesting in de praktijk binnen de huidige kaders van de mestwetgeving mogelijk is, wordt een praktijkbedrijf geanalyseerd. Aan de hand van de bedrijfsgegevens is voor fosfaat en kali de balans op het bedrijf opgemaakt. Hieruit zal blijken of de bemesting vanuit de praktijk voldoet aan evenwichtsbemesting.

4.1 BEDRIJFSGEGEVENS PRAKTIJKBEDRIJF

Om inzicht te krijgen in evenwichtsbemesting in een praktijkcasus zijn een aantal berekeningen uitgevoerd. Hierbij wordt onderzocht of praktijkcasus voldoet aan evenwichtsbemesting binnen de kaders van de huidige mestwetgeving. De gegevens van de praktijkcasus zijn weergegeven in tabel 6. De gegevens zijn gebaseerd op regiogemiddelden in (Countus Signaal, 2016). Het bedrijf is gelegen op zandgrond, waardoor deze gemiddelden beter in de buurt komen, dan de landelijke gemiddelden. Gekozen is voor de volgende bedrijfssituatie, zie tabel 5.

Tabel 5: Bedrijfsgegevens praktijkcasus

Melkkoeien	120
Jongvee <1 jaar	45
Jongvee > 1 jaar	44
Productie	8700 kg
Vet %	4.47%
Eiwit %	3.56%
Ureum gehalte	22
Mestproductie	6352 kg P ₂ O ₅
Areaal grond (ha)	76 Waarvan gras: 60,8 (80%) Waarvan mais: 15,2 (20%)
Intensiteit (kg melk/ha)	13.737
PAL-waarde	Neutraal
Pw-waarde	Neutraal
Deelname derogatie	Ja
Grasopbrengst	11.000 kg ds/ha
Maisopbrengst	15.200 kg ds/ha

De randvoorwaarden van de praktijkcasus zijn bemesting door middel van mestinjectie met eigen rundveedrijfmest. Alle bemesting op het grasland vindt plaats in het voorjaar. De mest op het maisland wordt pas na half maart uitgereden. De neerslag in het voorjaar is gemiddeld.

Aan de hand van het rekenprogramma 'grondgebondenheid' (ForFarmers, 2017), is de fosfaatproductie aan de hand van de melkproductie en het aantal koeien berekend. En de plaatsingsruimte is berekend aan de hand van de beschikbare hectares grond. Deze berekening is te vinden in bijlage II. De fosfaat productie is 6352 kg P₂O₅. De plaatsingruimte op het bedrijf is 6384 kg P₂O₅. Dit betekent dat het bedrijf grondgebonden is, en geen mest hoeft af te voeren op basis van de fosfaat productie.

4.2 BEREKENING FOSFAAT EN KALI AANVOER

In deze paragraaf wordt de fosfaat en kaliaanvoer op het bedrijf berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met onder andere verschillende mestsamenstellingen. De neerslag in het voorjaar is 50 mm. Dit betekent dat er 20% van de bemeste kali uit spoelt (Eurofins Agro, z.d.).

4.2.1 VARIABLE FACTOREN

Er wordt volgens de fosfaatsnormen bemest, waardoor de fosfaatgift altijd gelijk is. De werking van fosfaat uit rundveedrijfmest op grasland is 100%, bij maisland is deze 60%. Onbekend is of in de bemestingsadviezen rekening gehouden wordt met de werkingscoëfficiënt van fosfaat in rundveedrijfmest op bouwland. Hierdoor zal in dit rapport met zowel een werkingscoëfficiënt van 100% als 60% op maisland gerekend worden.

Naast de onzekerheid over de werkingscoëfficiënt is de mestsamenstelling ook van invloed op de kaligift. De verhouding tussen fosfaat en kali in de mest verandert, naarmate de mest armer of rijker wordt aan mineralen (Aeres Hogeschool, z.d.). De mestsamenstelling kan beïnvloed worden door middel van voeding.

4.2.2 100% FOSFAATWERKING OP BOUWLAND

In deze paragraaf zal de fosfaat en kaligift berekend worden zonder de werkingscoëfficiënt. Dit wil zeggen dat de fosfaatgift 100% meegerekend wordt, op maisland is dit volgens de norm 60 kg P_2O_5 .

Gemiddelde mestsamenstelling

De gemiddelde mestsamenstelling voor rundveedrijfmest is 1,6% P_2O_5 en 4,8% K_2O (Aeres Hogeschool, z.d.).

Bij een bemesting van 90 kg P_2O_5 per ha op grasland is de kaligift 270 kg K_2O . De kali uitspoeling op grasland is 54 kg K_2O . Dit betekent dat er 216 kg K_2O beschikbaar is voor het gewas.

Bij een bemesting van 60 kg P_2O_5 per ha op maisland wordt er 180 kg K_2O toegediend.

Fosfaat en kali arme mest

De mestsamenstelling van fosfaat en kali arme mest is 0,6% P_2O_5 en 3% K_2O (Aeres Hogeschool, z.d.).

Bij een fosfaatbemesting van 90 kg P_2O_5 op grasland is de kali gift 450 kg K_2O . De kaliuitspoeling is 90 kg K_2O , dit betekent dat er 360kg K_2O beschikbaar is voor het gras.

De kaligift op maisland bij een fosfaatbemesting van 60 kg P_2O_5 is 300 kg K_2O .

Fosfaat en kali rijke mest

De mestsamenstelling van fosfaat en kali rijke mest is 2,6% P_2O_5 en 6,5% K_2O (Aeres Hogeschool, z.d.).

De kaligift met rijke mest op grasland is 225 kg K_2O . De kali uitspoeling op grasland is 45 kg K_2O , dit betekent dat er op grasland 180 kg K_2O per hectare beschikbaar is.

De kaligift op maisland is 150 kg K_2O .

4.2.3 BEPERKTE FOSFAATWERKING OP BOUWLAND

In deze paragraaf zal de fosfaat en kaligift berekend worden met de werkingscoëfficiënt van fosfaat in rundveedrijfmest op bouwland. De werkingscoëfficiënt is 60%. Omdat de wettelijke norm van fosfaat op bouwland 60 kg P_2O_5 is, betekent dit, dat er maar 36 kg P_2O_5 beschikbaar is

voor de plant. De kaligift blijft gelijk aan de gift van kali bij bemesting exclusief werkingscoëfficiënt van fosfaat.

4.2.4 OVERZICHT FOSFAAT EN KALI AANVOER

In tabel 6 is een overzicht van de fosfaat en kaliaanvoer op het bedrijf te zien in kg per hectare. Hierbij zijn de verschillende mestsaamenstellingen en de werkingscoëfficiënt van fosfaat in rundveedrijfmest op bouwland meegenomen.

Tabel 6: Fosfaat en kaliaanvoer op het bedrijf in kg/ha afhankelijk van de mestsamenstelling

	Gras	Mais Excl. WC*	Incl. WC
Fosfaat	90	60	36
Kali (gem)	216	180	180
Kali (arm)	360	300	300
Kali (rijk)	180	150	150

* WC= Werkingscoëfficiënt.

4.3 FOSFAAT EN KALI AFVOER

Fosfaat

De fosfaatafvoer op grasland op het bedrijf is de gemiddelde afvoer, namelijk 115 kg P₂O₅. Het onvermijdelijke fosfaatverlies wordt aangehouden op 5 kg P₂O₅/ha. Dit betekent dat de totale afvoer 120 kg P₂O₅ is.

De fosfaatafvoer op maisland is af te leiden uit figuur 2 in hoofdstuk 3.5. De drogestof opbrengst op het bedrijf van mais is 15.200 kg DS/ha. Dit betekent dat de fosfaatafvoer 65 kg P₂O₅ is. Ook voor maisland wordt het onvermijdelijke fosfaatverlies aangehouden op 5 kg P₂O₅/ha. De totale afvoer is 70 kg P₂O₅/ha.

Kali

De gewasopbrengst van gras op het bedrijf is 11.000 kg DS/ha. Uit tabel 5 in hoofdstuk 3.5 is vervolgens af te leiden dat de kaliafvoer 422 kg K₂O op grasland is.

De kaliafvoer op maisland is afhankelijk van het kaliumgehalte in het geoogste gewas. De gemiddelde kaliumgehalte is 10,6% (Eurofins, 2016). Bij een opbrengst van 15.200 kg DS/ha is de kaliumafvoer 161 kg Kalium. Dit is omgerekend naar kali 194 kg K₂O/ha (Bemestingsadvies, 2002).

In tabel 7 zijn de uitkomsten van de fosfaat en kaliafvoer op het bedrijf te zien in een overzicht.

Tabel 7: Fosfaat en kaliafvoer op het bedrijf in kg/ha

	Gras	Mais
Fosfaat	120	70
Kali	422	194

4.4 ANALYSE PRAKTIJKCASUS

In deze paragraaf worden de uitkomsten van het hoofdstuk geanalyseerd.

4.4.1 DE FOSFAAT EN KALI AAN- EN AFVOER IN DE PRAKTIJKCASUS

De fosfaat en kali aanvoer is berekend aan de hand van de fosfaat gebruiksnormen. Deze normen zijn voor grasland 90 kg P_2O_5 en voor maisland 60 kg P_2O_5 . De werking van de fosfaat uit rundveedrijfmest op grasland is 100%. Dit betekent dat alle toegediende fosfaat op grasland werkzaam is. Dit is niet het geval op bouwland, waar maar 60% van de fosfaat werkzaam is. Dit betekent dat van de 60 kg P_2O_5 maar 36 kg P_2O_5 werkzaam is. Onbekend is of er in de bemestingsnormen en het bemestingsadvies hier rekening mee is gehouden. Hierdoor zijn in het onderzoek beide situaties berekend.

De fosfaat en kali afvoer op het perceel is afhankelijk van de gewasopbrengst. Aan de hand van berekeningen kan de afvoer aan de hand van de opbrengst aangetoond worden.

In tabel 8 is de balans tussen de mineralen aan- en afvoer weergegeven voor het bedrijf in de praktijkcasus.

Tabel 8: Balans mineralen aan- en afvoer op het bedrijf in kg/ha, afhankelijk van de mestsamenvorming

	Gras	Mais Excl. WC	Incl. WC
Fosfaat	-30	-10	-34
Kali (gem)	-206	+14	+14
Kali (arm)	-62	+106	+106
Kali (rijk)	-197	-44	-44

* WC= Werkingscoëfficiënt.

Uit bovenstaande tabel is te zien dat de fosfaatbemesting niet in balans is bij zowel gras als mais. Dit wil zeggen dat de fosfaatafvoer groter is dan de fosfaataanvoer. Op maisland is de kaliaanvoer hoger dan de kaliafvoer, wat een positief resultaat weergeeft in de balans. Op grasland is de kaliafvoer hoger dan de aanvoer, waardoor er een tekort ontstaat. Dit geldt voor beide gevallen bij alle mestsamenvormingen.

Tot slot is te zien, dat wanneer de werkingscoëfficiënt van fosfaat in rundveedrijfmest op bouwland wordt meegerekend, het fosfaattekort toeneemt. Doordat de hoeveelheid van de totale mestgift bij de veranderende werkingscoëfficiënt niet veranderd, blijft de kaligift hetzelfde.

4.4.2 EFFECT MESTSAMENVORMING IN RUNDVEEDRIJFMEST

De mestsamenvorming kan door voeding beïnvloed worden. Dit kan vervolgens effect hebben op de verhouding van de fosfaat en kaligehalten in de mest. Nu de afvoer van fosfaat en kali op gras en mais bekend is, kan er door middel van de mestsamenvorming op evenwichtsbemesting gestuurd worden. De mestsamenvorming heeft in zoverre invloed, dat wanneer de verhouding tussen fosfaat en kali groter wordt, de kaligift toeneemt. Als de verhouding kleiner wordt, neemt de kaligift af.

Dit betekent dat wanneer er op de percelen een kalitekort ontstaat, de verhouding tussen fosfaat en kali groter gemaakt moet worden. Wanneer er juist een kalioverschot ontstaat, zal de verhouding tussen fosfaat en kali verkleind moeten worden, om tot een evenwichtsbemesting te komen.

Daarnaast kan het bedrijf door middel van eigen mest afvoeren en een ander mestsoort aanvoeren, beter inspelen op de evenwichtsbemesting doordat de mestsamstelling verandert. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met de voorwaarden van de derogatie, waarbij alleen graasdierenmest meetelt voor de derogatie. Wordt er bijvoorbeeld varkensmest aangevoerd, dan valt dit buiten de derogatie en wordt de stikstofnorm verlaagd naar 170 kg N/ha (Potočník, J., 2014).

4.4.3 BIJBEMESTING VAN KUNSTMEST

Het bedrijf neemt deel aan de derogatie. Een voorwaarde hiervoor is dat er geen fosfaat bij bemest mag worden als kunstmest (RVO, z.d.). Dit betekent dat de negatieve balans niet aangevuld kan worden. Voor kali kan dit wel. Dit betekent dat wanneer er een negatieve kalibalans optreedt, het bedrijf kan bij bemesten met een kali kunstmest. Afhankelijk van de mestsamstelling, kan er berekend worden hoeveel kali er bij bemest moet worden op de percelen aan de hand van de aan- en afvoer balans.

Wanneer het bedrijf niet aan de derogatie zou deelnemen, worden de stikstof gebruiksnormen lager. De kans dat het bedrijf dan niet meer aan de hand van de fosfaat gebruiksnormen kan bemesten is groot. Het fosfaattekort zal hierdoor groter worden. Echter is het bedrijf op dat moment weer toegestaan is om fosfaat bij te bemesten met kunstmest.

HOOFDSTUK 5: DISCUSSIE

Tijdens het onderzoek zijn een aantal discussiepunten naar voren gekomen. Deze worden hieronder genoemd en zouden in een vervolgonderzoek meegenomen kunnen worden

5.1 ONDERZOEK

De aanpak van het onderzoek is beperkt tot één praktijkcasus. Doordat de diversiteit van de verschillende bedrijven op zandgrond erg groot is, geldt de uitkomst van het onderzoek alleen voor een dergelijke bedrijfssituaties. Wanneer de bedrijfsgegevens afwijken van de praktijkcasus, zal voor het specifieke bedrijf een nieuwe berekening gemaakt moeten worden. Daarnaast is gekeken naar de effecten van fosfaat en kali op gras en mais, echter kunnen deze mineralen ook nog andere effecten hebben op bijvoorbeeld onkruid of iets dergelijks. Hier is niet naar gekeken maar dit kan wel invloed hebben op de bemesting en werking van de mineralen.

5.2 STIKSTOFGEBRUIKSNORM

Voor de berekening van de fosfaat en kaligiften is er vanuit gegaan dat het bedrijf mocht bemesten op de fosfaat gebruiksnormen (RVO, 2014). Het kan zo zijn dat wanneer het bedrijf voldoet aan de fosfaat gebruiksnormen, het niet voldoet aan de stikstof gebruiksnormen. Dit mag volgens de wet niet, waardoor het bedrijf minder zou moeten bemesten, dit betekent indirect dat er ook minder fosfaat wordt toegediend. Doordat er minder bemest mag worden, moet er meer mest afgevoerd worden op het bedrijf.

Om de evenwichtsbemesting van fosfaat en kali in beeld te brengen, is er in dit onderzoek voor gekozen om de stikstof gebruiksnormen achterwege te laten. In een vervolgonderzoek zouden beide normen doorgerekend kunnen worden.

5.3 DEROGATIE

In dit onderzoek is er vanuit gegaan dat het bedrijf mee doet aan de derogatie. Wanneer het bedrijf niet mee zou doen aan de derogatie, zou het verder beperkt worden in de stikstof gebruiksnormen (Potočník, J., 2014). Hierdoor zou het indirect minder fosfaat en kali mogen toedienen vanuit dierlijke mest. Het bedrijf zou dit tekort wel mogen aanvullen met fosfaatkunstmest, omdat deze voorwaarde vervalt wanneer het niet mee doet aan de derogatie. Ook het kalitekort wordt groter, dit kan aangevuld worden via kunstmest.

De derogatie kan dus een voor en een nadeel hebben. Er is niet gekeken naar het effect wanneer het bedrijf niet mee zou doen aan de derogatie. Dit zou in een vervolgonderzoek wel gedaan kunnen worden. Hierbij zou het economische effect ook meegerekend kunnen worden in beide gevallen.

5.4 MESTSAMENSTELLING EN -SOORT

In het onderzoek zijn met 3 verschillende mestsamenstellingen gerekend, namelijk fosfaat en kali rijke, arme en gemiddelde mest (Nolles, J., z.d.). Echter kan het voorkomen dat de mest rijk is aan fosfaat, maar juist arm is aan kali. Andersom kan het ook. Dit betekent dat de verhouding van de fosfaat en kali in de mest verandert, waardoor de gift van kali ook anders wordt. Door te sturen op de verhouding van fosfaat en kali kan dit ook evenwichtsbemesting van kali opleveren.

Naast de te veranderen mestsamenstelling in rundveedrijfmest zijn de samenstellingen van andere mestsoorten ook anders (Goed Bodembeheer, z.d.). Wanneer de balans in de rundveedrijfmest niet behaald kan worden, zou het gekeken kunnen worden naar andere

mestsoorten. Deze mestsoorten zijn in het onderzoek niet meegenomen doordat het bedrijf grondgebonden was en hierdoor geen mest hoeft af te voeren. Het gevolg van een andere mestsoort toedienen op het land, is dat de rundveedrijfmest afkomstig van het bedrijf hierdoor deels afgevoerd moet worden. In een vervolgonderzoek kan er gekeken worden naar het effect van andere mestsoorten op de evenwichtsbemesting en het economisch effect van de eigen mest afvoeren en andere mest aanvoeren op het bedrijf.

Daarnaast kan dierlijke mest gescheiden worden. Hierbij wordt de dikke fractie gesepareerd van de dunne fractie. Wanneer drijfmest met gehalten van 4,2% N en 1,7% P_2O_5 gescheiden wordt, zijn de gehalten van de dunne fractie 4,09% N en 0,49% P_2O_5 . De gehalten in de dikke fractie zijn 4,80% N en 8,53% P_2O_5 (DLV, z.d.). Het kali gehalte wijkt in de dunne en dikke fractie nauwelijks af van de onbehandelde mest (Postma, R., et al, 2013). Uitgaande van de groter wordende verhouding tussen fosfaat en kali in de dunne fractie, en de bemesting op basis van de fosfaat gebruiksnormen, is de kali gift bij dunne fractie hoger dan bij dikke fractie.

5.5. ZANDGROND

In het onderzoek is rekening gehouden met zandgrond, omdat deze de meeste beperking heeft rondom de bemestingsnormen. Omdat de gewasopbrengsten per grondsoort ook kunnen verschillen is ervoor gekozen om alleen zandgrond te onderzoeken. Wanneer het onderzoek breder aangepakt zou worden, kunnen de verschillende grondsoorten meegenomen worden. Hierdoor wordt er een beeld verkregen van evenwichtsbemesting over heel Nederland, in plaats van alleen het oostelijke gedeelte hiervan, wat op zandgrond is gelegen.

5.6 PAL- EN PW-WAARDE IN DE BODEM

Ten slotte hebben de PAL- en Pw-waarde een grote invloed op de fosfaat en kali gift. Om het onderzoek niet te breed uit te zetten is ervoor gekozen alleen met neutrale PAL- en Pw-waarde te rekenen. Om te kijken of evenwichtsbemesting bij hoge en lage PAL- en Pw- gronden ook mogelijk is, zou dit in een vervolgonderzoek meegenomen kunnen worden.

HOOFDSTUK 6: CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven de hoofdvraag van het onderzoek. Daarnaast worden aanbevelingen gegeven aan de hand van de uitkomst van het onderzoek. De hoofdvraag luidt als volgt:

'Is evenwichtsbemesting van fosfaat en kali op gras- en maisteelten op zandgrond binnen de kaders van de huidige mestwetgeving nog mogelijk?'

6.1 CONCLUSIE

Uit het onderzoek blijkt dat evenwichtsbemesting van fosfaat voor zowel gras als mais niet mogelijk is binnen de kaders van de huidige mestwetgeving op de praktijkcasus. De afvoer van fosfaat op gras en mais is hoger dan de gebruiksnorm, waardoor het niet mogelijk is om evenwichtsbemesting toe te passen. Evenwichtsbemesting van kali uit dierlijke mest is wel mogelijk. Op grasland is dit afhankelijk van de mestsamenstelling. Door de mestsamenstelling te veranderen door middel van voeding, kan de kaligift beïnvloedt worden. Daarnaast is er geen wettelijke beperking op de kaligift, hierdoor is het mogelijk om bij een negatieve balans kali bij te bemesten via kunstmest. Hierdoor kan evenwichtsbemesting van kali altijd gerealiseerd worden. De kaligift op maisland is op in de praktijkcasus al voldoende, waardoor hier niet bij bemest hoeft te worden.

6.2 AANBEVELINGEN

De volgende aanbevelingen zijn opgesteld voor een vergelijkend bedrijf aan de praktijkcasus.

- ❖ Om aan fosfaatevenwichtsbemesting te kunnen voldoen, zou het bedrijf moeten stoppen met de derogatie. Hierdoor vervalt het verbod op fosfaatkunstmest, waardoor het bedrijf het fosfaat tekort kan bij bemesten via kunstmest. Een gevolg hiervan is dat de stikstof gebruiksnormen omlaag gaan, waardoor er minder dierlijke mest uitgereden mag worden. Dit betekent onder andere dat het bedrijf minder mest mag plaatsen, en de fosfaat en kali gift via dierlijke mest daalt. Hierdoor moet er nog meer via kunstmest bij bemest worden. Dit brengt ook financiële gevolgen met zich mee.
- ❖ Door aan te tonen dat de fosfaat gebruiksnorm te laag is bij de politiek, zou deze norm bijgesteld kunnen worden. Hier heeft het bedrijf individueel echter weinig grip op.
- ❖ Tot slot kan het bedrijf door de jaren heen de bodemtoestand veranderen, waardoor de fosfaat bemestingsnorm veranderd. Hierdoor verandert de fosfaataanvoer en balans.

LITERATUURLIJST

PUBLICATIES

- Abbink, G.W., Reijneveld J.A., Linders P.B.J. (2015). *The effect of decreased N and P applications on herbage quality in the Netherlands*. ISBN 978-9090-289-61-8
- Abts, M., Anthonissen, A., Hubrecht, L., Rombouts, G., Ryckaert, I., ... Odeurs, W. (2015). *Praktijkgids bemesting: Grasland en voedergrassen*.
- Bemestingsadvies. (2002). 1.6: Omrekeningsfactoren.
- Bemestingsadvies. (2014). *Grasland zonder klaver: Kalium*.
- Crop Solutions. (2015). *Grasland- Maisland*. Duitsland: K+S KALI GmbH, 34131 Kassel.
- DLV. (z.d.) *Protocol administratie bij afvoer van het bedrijf*. Nederland: Ministerie van Economische zaken
- Ehlert, P.A.I., van Middelkoop J.C., Dekker P.H.M. (2006). *Fosfaatafvoer en fosfaatgehalten van landbouwgewassen*. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 1348.92 blz.; 12 tab.; 20 ref.
- Fraters, B., Boumans, L.J.M., van Leeuwen, T.C., Reijs, J.W. (2007). *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
- Haanstra J. (2011). *Alles wat u moet weten over fosfaat. Vragen en antwoorden*. Nederland: Masterplan mineralenmanagement .DLV Plant, WUR-PRI en NMI.
- Postma, R., van Rotterdam- Los, D., Schils, R., Zwart, K., van Erp, P., (2013). *Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaat effecten van producten van mest*. Nederland, Wageningen: NMI BV.
- Potočník, J. (2014). *Uitvoeringsbesluit van de commissie, van 16 mei 2014, tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen*. Europese Unie, C(2014)3103.
- Remmelink, G, Van Dooren H.J., Van Middelkoop, J., Ouweltjes, W., Wemmenhove, H. (2016). *Handboek melkveehouderij 16/17: Hoofdstuk 1, Bodem en water*. Wageningen Livestock Research.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2014). *Tabel 2: Fosfaatgebruiksnormen*.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2014). *Tabel 3: Werkingscoëfficiënt*.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2014). *Tabel 4: Diergebonden normen*.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2015). *Tabel 6: Stikstof- en fosfaatproductiegetallen per melkkoe 2015-2017 (drijfmest en vaste mest)*.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2017). *Tabel 1: Stikstofgebruiksnormen*.
- Schoumans, O.F., J. Willems & G van Duinhoven. (2008) *30 vragen en antwoorden over fosfaat in relatie tot landbouw en milieu*. Wageningen, Alterra, 53 blz.
- Van der Schans, D., Meuffels, G., van der Schoot, J.R. van Dijk, W., Vermeulen, B. (2011). *Precisie plaatsing van drijfmest in Mais*. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V. PPO Nr: 436
- van Dijk, W., Conijn, J.G., Huijsmans J.F.M. van Middelkoop, J.C., Zwart, K.B. (2004). *Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest: Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen*. . Wageningen, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V. PPO Nr: 337

INTERNETBRONNEN

- Accountancy vanmorgen. (2016). *Melkveehouderij groeit in 2015 in omvang en efficiëntie*. Geraadpleegd op 22 september 2016, van <https://www.accountancyvanmorgen.nl/2016/07/23/melkveehouderij-groeit-2015-omvang-en-efficientie/>
- Bemestingsadvies (2005). *Fosfaatwerkingscoëfficiënten*. Geraadpleegd op 26 mei 2017, van <http://www.bemestingsadvies.nl/bemestingsadvies/1-Bemestingsplan/1332-Fosfaatwerkingsco%C3%ABffici%C3%ABnten.pdf>
- CBS. (2016). *Fosfaatplafond overschreden door toename mestproductie*. Geraadpleegd op 20 september 2016, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/02/fosfaatplafond-overschreden-door-toename-mestproductie>
- De haan, J.J., van Geel, W. (2013). *Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen-Fosfaat*. Geraadpleegd op 10 mei 2017, van <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-fosfaat>
- Eurofins Agro. (2013). *Een hogere fosfaatgebruiksnorm aanvragen*. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van <http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/een-hogere-fosfaatgebruiksnorm-aanvragen>
- Eurofins Agro. (2013). *Mais in de grond, (hoeveel) kali kan er op?* Geraadpleegd op 17 mei 2017, van <http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/mais-de-grond-hoeveel-kali-kan-er-op>
- Eurofins Agro. (2014). *Zomertip: bemest kali bij op grasland*. Geraadpleegd op 14 januari 2017, van <http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/zomertip-bemest-kali-bij-op-grasland>
- Eurofins Agro. (z.d.). *Kalium*. Geraadpleegd op 15 januari 2017, van <http://eurofins-agro.com/nl-nl/wiki/kalium>
- Goed Bodembeheer. (z.d.). *De fijnafstemming: berekening van de toe te passen hoeveelheden*. Geraadpleegd op 10 mei 2017, van <http://goedbodembeheer.nl/maatregelen/mest-en-compost/overzicht-mest-en-compost/112-fijnafstemming>
- Goed Bodembeheer. (z.d.). *Overzicht mest en compostsoorten*. Geraadpleegd op 10 mei 2017, van <http://goedbodembeheer.nl/maatregelen/mest-en-compost/overzicht-mest-en-compost/108-overzicht-mest-en-compostsoorten>
- Handboek bodem & bemesting. (z.d.). *Kali*. Geraadpleegd op 15 januari 2017, van <http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Bemesting/Kali/Bodemgericht-advies.htm>
- Koch Eurolab. (2015). *Fosfor/Fosfaat in bodem en plant*. Geraadpleegd op 19 oktober 2016, van <http://www.eurolab.nl/text-fosfaat-g.htm>
- Nutrinorm. (2013). *Bemesting: Fosfaatadvies voor bouwland*. Geraadpleegd op 10 mei 2017, van <http://www.nutrinorm.nl/nl-nl/Paginas/Fosfaatadvies-voor-bouwland.aspx#.WRMHSoyjIV>
- NutriNorm. (z.d.). *Fosfaatgebruiksnorm volgens mestbeleid 2014-2017*. Geraadpleegd op 14 januari 2017, van <http://www.nutrinorm.nl/nl-nl/Paginas/Fosfaatgebruiksnorm-volgens-mestbeleid.aspx#.WHnkUxvhDIU>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (z.d.). *Derogatie*. Geraadpleegd op 20 september 2016, van <https://mijn.rvo.nl/derogatie>

- Rijksoverheid Landbouw en milieu. (2016). *Mestproductie door de veestapel, 1986-2015*. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0104-mestproductie-door-de-veestapel>
- Rijksoverheid Landbouw en milieu. (2016). *Ontwikkeling veestapel op landbouwbedrijven, 1980-2015*. Geraadpleegd op 3 februari 2017, van <http://www.clo.nl/indicatoren/nl2124-ontwikkeling-veestapel-op-landbouwbedrijven->
- Triferto. (z.d.) *Fosfor of fosfaat*. Geraadpleegd op 31 mei 2017, van <http://www.triferto.eu/nl/nieuws/236/fosfor-of-fosfaat>
- Van Dam, A.M., Ehlert, P. (2008). *Werking van fosfaat van stalmest en compost is variabel*. Geraadpleegd op 15 mei 2017, van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/20182>
- Wikipedia. (2014). *Derogatie (Europees recht)*. Geraadpleegd op 8 februari 2017, van [https://nl.wikipedia.org/wiki/Derogatie_\(Europees_recht\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Derogatie_(Europees_recht))

OVERIGE LITERATUUR

- Countus accountants + adviseurs. (2016). *Countus Signaal: resultaatvergelijking: resultaat boekjaar 1516*. Geraadpleegd op 17 mei 2017.
- Eurofins Agro (2016). *Kuiluitslag maistoogs Heilersig: gemiddelde Kali-gehalte oogst*. Geraadpleegd op 17 mei 2017.
- ForFarmers (2017). *Rekenprogramma grondgebondenheid*. Geraadpleegd op 12 mei 2017.
- J. Nolles. (z.d.). *Voederwinning: Bemesting*. [Powerpoint: Dia 36]. Geraadpleegd op 17 mei 2017.

BIJLAGE I: GEWASGROEP INDELING

Gewasgroep	Gewassen
0	andijvie (incl. krulandijvie), augurk (teelt-aan-touw), bleekselderij, Chinese kool, consumptieraap, paksoi, pastinaak op zand, peen op zand (alle teelten), peterselie (eenmalige en meermalige oogst), sla (bind-, krop-, ijs-, eikenblad, lolla rossa), snijbiet, spinazie, venkel, witlof op zand
1	aardappel (consumptie-, zetmeel-, industriële verwerking), augurk (vlakvelds), boon (bruine, stamsla-, snij-, stok-, pronk-, tuin-, veld-) 1, erwten (dop-, landbouw), knoflook, koolrabi, knolselderij, peul, rammenas, spruitkool, uien (bosui, sjalot, zilverui, plant- en zaaiui)
2	Suikerbieten, voederbieten, zaadbieten, vlas en karwij, raapsteel, radicchio, radijs
3	bloembollen, klaver, wikken, luzerne (12,5t ds/ha, anders 20kg P ₂ O ₅ /ha), gerst, witlof, 1- en 2-jarig grasland (2 sneden), peen op klei (alle teelten), pastinaak op klei, witlof op klei
4	granen (behalve gerst), graszaad, koolzaad, aardbei, asperge (wit en groen), bieslook, bloemkool (witte, groene, romanesco), boerenkool, broccoli, courgette, koolraap, kroot, pompoen, prei (alle teelten), rabarber (alle teelten), schorseneer, sluitkool (groene, rode, savoie, witte, spits-)

BIJLAGE II: FOSFAAT BEMESTINGSADVIES VOOR MAISLAND

P-CACL2	P-AL	ADVIES IN DE RIJ (KG P2O5/HA)	
		BIJ EEN BREEDWERPIGE FOSFAATGIFT*	ZONDER BREEDWERPIGE FOSFAATGIFT
1	10	27	34
1	15	25	32
1	20	23	29
1	25	21	27
1	30	20	25
1	35	18	23
1	40	17	22
1	45	17	22
1	50	17	22
1	55	17	22
1	60	17	22
1	65	17	22
1	70	17	22
2	15	20	26
2	20	20	25
2	25	19	24
2	30	18	23
2	35	18	22
2	40	17	22
2	45	16	21
2	50	16	20
2	55	15	19
2	60	15	18
2	65	14	18
2	70	13	17
3	20	15	19
3	25	15	19
3	30	14	18
3	35	14	18
3	40	14	17
3	45	13	17
3	50	13	17
3	55	13	16
3	60	12	16
3	65	12	15
3	70	12	15

4	30	11	14
4	35	11	14
4	40	11	13
4	45	10	13
4	50	10	13
4	55	10	13
4	60	10	12
4	65	10	12
4	70	10	12
5	30	8	11
5	35	8	10
5	40	8	10
5	45	8	10
5	50	8	10
5	55	8	10
5	60	8	10
5	65	8	9
5	70	7	9
6	35	6	8
6	40	6	8
6	45	6	8
6	50	6	8
6	55	6	7
6	60	6	7
6	65	6	7
6	70	6	7
7	40	5	6
7	45	5	6
7	50	5	6
7	55	5	6
7	60	0	6
7	65	0	6
7	70	0	5
8	45	0	0
8	> 45	0	0

BIJLAGE III: BEREKENING FOSFAATPRODUCTIE EN FOSFAAT PLAATSINGSRUIMTE PRAKTIJKCASUS

Fosfaatproductie					Resultaat
Fosfaatproductie	Kg melk/koe/jaar	Fosfaat productie	Gem. aantal 2015	Totaal	Fosfaatproductie
100 melk- en kalfkoeien	8700	41,3	120	4956	6352
120 weide/zoogkoeien		26,9	0	0	6384
101 vrouwelijk jongvee < 1 jaar		9,6	45	432	
102 vrouwelijk jongvee > 1 jaar		21,9	44	964	32
Fosfaatproductie totaal				6352	
Plaatsingsruimte					Grondgebonden
BEP pilot Ja/Nee	nee				Ja
Fosfaat-toestand					
Fosfaat / Hectare	Hectare	Totaal			
BEP pilot	norm*	0			
* De norm komt uit de beschikking 2015					
Grasland	Hoog	80		0	
	Neutraal	90	60,8	5472	
	Laag	100		0	
	P-fixerend	120		0	
Bouwland	Hoog	50		0	
	Neutraal	60	15,2	912	
	Laag	75		0	
	P-fixerend	120		0	
Natuurgrond				0	
Plaatsingsruimte totaal			76,0	6384	