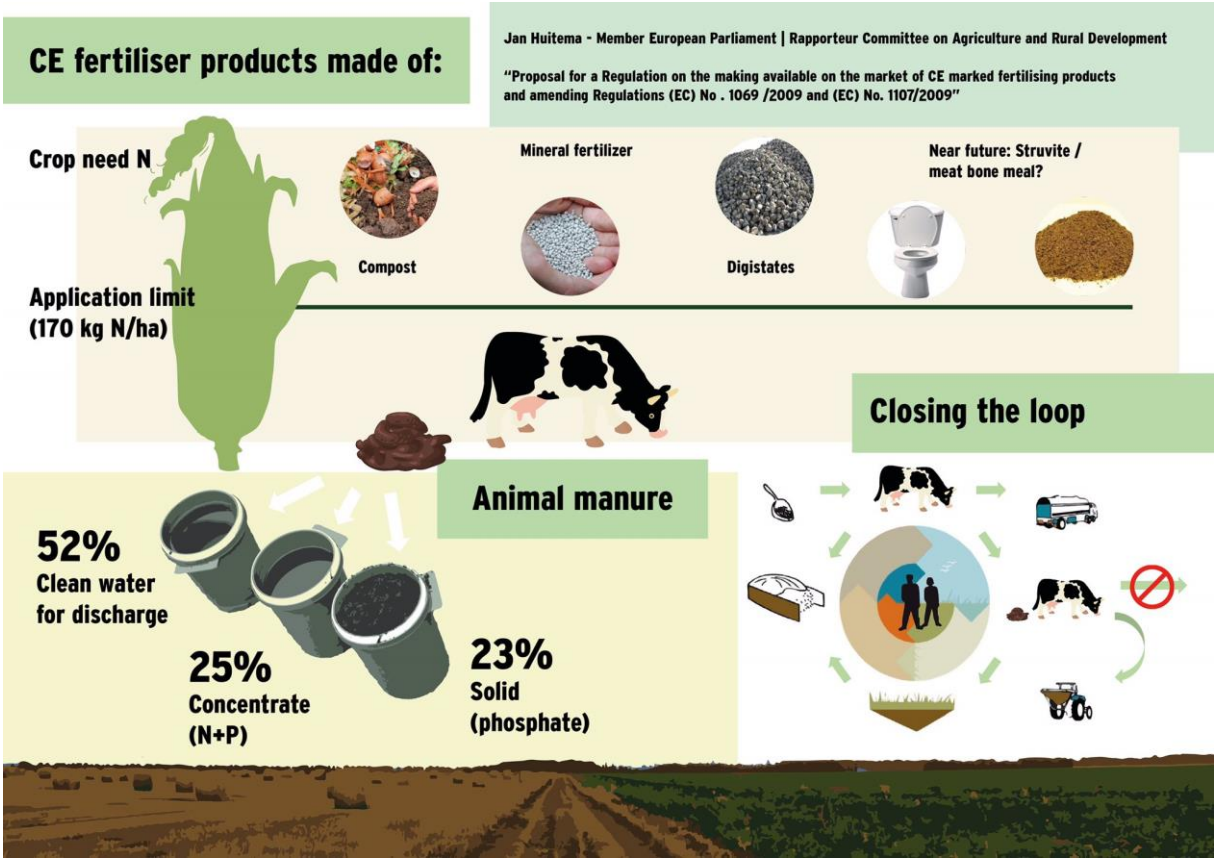
Mineralenconcentraat



Opleiding: Dier- en Veehouderij
Stagebedrijf: Hans Rietveld Agrarisch Advies
Datum: 7 juni 2017

Voorwoord

Voor u ligt het verslag ‘Mineralenconcentraat’. Dit verslag is gemaakt in het kader van de 12 weken durende periferiestage aan de HAS Hogeschool in Den Bosch en in opdracht van mijn stagebedrijf, Hans Rietveld Agrarisch Advies (HRAA) in Meerkerk.

Bij dezen wil ik graag mijn stagebegeleider bij Hans Rietveld, [redacted], bedanken voor zijn begeleiding gedurende mijn stage. Ook wil ik graag Hans Rietveld en alle collega’s van HRAA bedanken voor de prettige tijd en de hulp die ik heb gekregen tijdens mijn stage.

Tevens een woord van dank voor mijn stagedocent [redacted] van HAS Hogeschool voor het prettige contact gedurende de stage, wat ik erg op prijs heb gesteld.

Ik wens u veel plezier bij het lezen van dit verslag.

Moerstraten, 7 juni 2017

Inhoud

Samenvatting en conclusie ... 4
Inleiding ... 6
Proces ... 7
Mineralen ... 9
- **Monsters mineralenconcentraat** ... 9
- **Stikstof (N)** ... 9
- **Fosfaat** ... 10
- **Kali** ... 11
- **Antagonisme en synergisme** ... 11
- **Minerale behoefte** ... 12

Waarde als kunstmestvervanger ... 18
- **Werking van mineralenconcentraat in vergelijking met KAS** ... 18
- **Voor- en nadelen ten opzichte van kunstmest** ... 20
- **Mineralenconcentraat als vervanger van kunstmest** ... 21

In de praktijk/Gebruikerservaringen ... 23
- **Opslag van mineralenconcentraat** ... 23
- **De beste manier van bemesten** ... 23
- **De beste manier van doseren** ... 24
- **Het mineralenconcentraat toevoegen aan de mest** ... 24
- **Het mineralenconcentraat verdunnen** ... 25
- **De beste tijd van toedienen, voorjaar, zomer of najaar** ... 25
- **Rijenbemesting of volveldse bemesting van het concentraat** ... 26
- **Fluctuatie van gehalten** ... 26
- **Geschiktheid varkens- en rundveedrijfmest om te verwerken** ... 27

Wetgeving ... 28
- **Wetgeving omtrent mineralenconcentraat** ... 28
- **Voorwaarden voor deelnemers aan de pilot, voor producent, intermediair en afnemer** ... 28
- **Ontwikkelingen in wetgeving** ... 30

Kosten en opbrengsten ... 31
- **Financieel** ... 31
- **Bodem en plant** ... 32

Bibliografie ... 33
Bijlage 1 ... 39

Monster Agro America 39
Bijlage 2 40
Monster Houbraken 40
Bijlage 3 41
Bijlage 4 42
Interviews 42

Samenvatting en conclusie

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde “Wat is mineralenconcentraat en kan het toegepast worden als kunstmestvervanger in de melkveehouderij en akkerbouw?”.

Mineralenconcentraat is een product uit mestverwerking. Na het toevoegen van een vlokmiddel wordt de vaste fractie van de vloeibare gescheiden. De vloeibare dunne fractie wordt verder verwerkt. Hierbij wordt via omgekeerde osmose, waarbij water door een filter (membraan) wordt gedrukt om van een oplossing met een hoge concentratie naar een lage concentratie te gaan, mineralenconcentraat geproduceerd. Naast het concentraat ontstaat er ook water, wat geloosd kan worden in het oppervlaktewater of riool. Mineralenconcentraat bevat ongeveer 7,5 á 8 kg stikstof, 0,5 kg fosfaat en 10 kg kali.

Het is mogelijk om mineralenconcentraat in de melkveehouderij en akkerbouwer als kunstmestvervanger af te zetten. Momenteel loopt er een onderzoek naar de milieukundige en landbouwkundige gevolgen van mineralenconcentraat, waarbij afnemers -mits zij zich aanmelden bij de zgn. ‘Pilot Mineralenconcentraat’- het concentraat op hun mestboekhouding als kunstmest mogen gebruiken.

De mogelijkheden van het concentraat liggen hoofdzakelijk bij gewassen die een hoge kalibehoefte hebben, zoals maïs, aardappelen en bieten. Ook graan en gras zijn geschikt. Bij grasland dient de aantekening gemaakt te worden dat niet de gehele jaarlijkse kalibehoefte gedekt dient te worden via de bemesting in het voorjaar, om gezondheidsproblemen bij (melk)vee te voorkomen.

Ondernemers die het concentraat die het nu reeds gebruiken, doen dit op uiteenlopende manieren. Vrijwel alle gebruikers zijn veehouders en akkerbouwers. Veehouders dienen het toe op gras- en maïsland, akkerbouwers gebruiken het vooral op aardappelland. De methode van bemesting is meestal in combinatie met een drijfmestgift, zo kan er een werkgang worden uitgespaard en is de verdeling ook in orde.

De grootste voordelen van het concentraat zijn de prijs, het feit dat het eenvoudig te verwerken is met bestaande apparatuur voor bemesting en het hoge kaligehalte. Problemen waar gebruikers tegenaan lopen zijn de lagere werking van de mineralen in vergelijking met kunstmest, resp. 80% t.o.v. KAS, het hoge aandeel kali bij graslandbemesting, en lage gehalten. Daarnaast kan het doseren bij kleine giften (onder 10 m^3) problemen opleveren. Dit wordt met het combineren met drijfmest ondervangen. Momenteel wordt er gewerkt aan technieken om het concentraat tot 200 keer geconcentreerder te maken, dit vergroot de toepassingsmogelijkheden van het concentraat.

Het ministerie van Economische Zaken is enthousiast, ook Europarlementariër Jan Huitema (VVD) ziet de waarde van mineralenconcentraat. Er wordt momenteel gepoogd om de wetgeving aan te passen, zodat zo gauw de pilot afloopt het mineralenconcentraat als kunstmestvervanger gebruikt mag worden.

Kortom, mineralenconcentraat is een beloftevolle meststof afkomstig uit de mestverwerking die prima toe te passen is in de melkveehouderij en akkerbouw.

Met de juiste begeleiding is het een kunstmestvervanger die de gebruiker duizenden euro’s per jaar kan besparen.

Inleiding

In Nederland heerst een mestoverschot (Koeijer, Hoogeveen, & Luesink, 2011). Dit wil zeggen dat er meer mest wordt geproduceerd dan men mag bemesten op het land, op basis van de normen. Dit levert maatschappelijke problemen op. Vooral NGO's (niet-gouvernementele organisaties) kaarten het probleem aan, wat imagoschade voor de veehouderijsectoren op kan leveren (Milieudefensie, 2017). Een van de belangrijkste initiatieven om aan dit probleem te werken is mestverwerking. Bij mestverwerking wordt de mest omgezet in andere waardevolle producten, zowel binnen als buiten de sectoren (Koeijer, Hoogeveen, & Luesink, 2011). Dit verslag gaat over de mestverwerkingstechniek van het bedrijf VP-Hobe. Daarbij wordt mest verwerkt tot drie producten, nl. fosfaatrijke dikke fractie die wordt geëxporteerd, loosbaar water en een meststof: mineralenconcentraat. Mineralenconcentraat is rijk aan stikstof en kali en benadert de werking van kunstmest.

Het ministerie van Economische Zaken is enthousiast en faciliteert momenteel het gebruik. Het mineralenconcentraat mag in het kader van een pilot als kunstmest gebruikt worden (RVO, 2017). Men is druk bezig om het Europees en definitief op de kaart te zetten als kunstmestvervanger. In dit verslag leest u hier meer over.

Hans Rietveld van Hans Rietveld Agrarisch Advies is geïnteresseerd om het mineralenconcentraat af te zetten bij zijn klanten. Het product is echter bij velen nog niet bekend en ook uitgebreide informatie ontbreekt. De opdracht is dan ook om tot een verslag te komen waar alle aspecten van het mineralenconcentraat aan bod komen. Dit zijn onder meer de voor- en nadelen, hoe het concentraat wordt geproduceerd en antwoord op allerlei praktische vragen die klanten kunnen hebben. Als verlengstuk van het verslag wordt een flyer gemaakt. Daarnaast worden de adviseurs geïnformeerd aan de hand van een presentatie, zodat ook zij op de hoogte zijn.

Dit verslag behandelt allereerst het proces, waarbij varkensdrijfmest wordt verwerkt tot mineralenconcentraat. Vervolgens worden de mineralen in het concentraat belicht, en worden de gewassen die geschikt zijn om te bemesten met mineralenconcentraat uiteengezet. Daarna worden de werking van het concentraat behandeld, waarbij onder meer de vraag wordt beantwoord of mineralenconcentraat als kunstmestvervanger mag worden beschouwd. Volgens komt de wetgeving aan bod, waarna er wordt afgesloten met de kosten en opbrengsten van het mineralenconcentraat. Dit betreft zowel financieel als op het gebied van bodem en plant.

Proces

De mest wordt opgeslagen in een mestsilo. De mest wordt via een leiding vanuit de silo aangevoerd, waarbij er als eerste stap een polymeer (VP-Floc) wordt toegevoegd. Dit werkt als een vlokmiddel. Na de toevoeging wordt de mest gemengd. De vaste deeltjes in de mest, grof en fijn, beginnen vanwege de polymeer te vlokken en gaan bovenop drijven (Willems, 2017).

Figuur 1 (Bellemakers, 2017)

Vervolgens worden de vaste deeltjes, die zijn gaan drijven door het toevoegen van het polymeer en doordat er luchtbellen in de tank zijn geblazen, er in de flotatietank (figuur 1) afgeschraapt. Dit noemt men 'afskimmen' (Bellemakers, 2017). De twee stromen die ontstaan zijn 80% dunne fractie genaamd effluent, en 20% dikke fractie. De dikke fractie wordt door een zeefbandpers (figuur 2) geleid, waarbij het vloeibare substraat verwijderd wordt. Het mengsel wordt met grote druk door walsen tegen de zeef gedrukt, waardoor het vloeibare van het vaste ontdaan wordt. De fosfaatrijke vaste fractie wordt afgezet als meststof. Dit product wordt hoofdzakelijk geëxporteerd, verbrand of vergist. De dunne fractie gaat terug naar de aanvoer (mestsilo) (Bellemakers, 2017).

Figuur 2 (Bellemakers, 2017)

De tweede stroom, het effluent, wordt vervolgens verder verwerkt. Er wordt omgekeerde osmose toegepast op de vloeibare fractie (figuur 3). Dit speelt in op het natuurlijke mechanisme genaamd osmose, waarbij water van een lage concentratie naar een hoge concentratie wil om een evenwicht te creëren. Bij omgekeerde osmose wordt deze osmotische druk omgekeerd. De vloeibare dunne fractie wordt door een netwerk aan leidingen geleid, met aan de ene kant vloeistof met een lage concentratie (de voeding) en aan de andere kant een hoge concentratie, dat gescheiden wordt door een semi-doorlaatbaar membraan. Er wordt een hoge druk op de vloeistof met een hoge concentratie gezet, die door het membraan

Figuur 3 (Bellemakers, 2017)

gedrukt wordt naar de vloeistof met een lage concentratie (VITO, 2017). De mineralen en zouten worden door het membraan afgescheiden, waardoor vloeistof met een hoge(re) concentratie mineralen en zouten is ontstaan: mineralenconcentraat. Het water (80%) wat naast het mineralenconcentraat ontstaat kan nog een stap verder gaan om gezuiverd te worden, namelijk nog door een ionenwisselaar.

De ionenwisselaar bestaat uit bolletjes met daarop hars. In deze hars zitten groepen met ionen. Het te zuiveren water wordt over de ionenwisselaar gegoten. Hierna wisselen de ionen van de ionenwisselaar met de ongewenste in het water, o.a. NH_4^+, P^{3-} en K^+, waarna het water zuiverder is. De mate van zuiverheid is afhankelijk van het gebruikte hars in de ionenwisselaar. Fabrikant VP-Hobe wil niet vrijgeven welke hars zij gebruiken in hun ionenwisselaar (Bellemakers, 2017). Ten slotte wordt het water in een fontein in een bassin gespoten voordat het water het bedrijf verlaat en geloosd kan worden in het oppervlaktewater, mits hier een vergunning voor aanwezig is (Genugten, 2017). Het water wordt in een bassin gespoten zodat het weer zuurstof kan gaan bevatten, het water is namelijk 'dood' nadat het de ionenwisselaar uitkomt (Genugten, 2017). De plaatselijke waterschappen zijn de grootste klanten van de producenten (Bellemakers, 2017).

Het kost de producent ongeveer € 1,- om een kubieke meter mineralenconcentraat te produceren. Om 100.000 m^3 mineralenconcentraat te produceren is 1.000.000 KWh nodig. Momenteel lopen er proeven om het mineralenconcentraat te scheiden in een stikstofmeststof en een kalimeststof. Ook het verder concentreren van het mineralenconcentraat (N-gehalte van 200 kg/m^3) is nog in ontwikkeling. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een indamper. Het indampen geschiedt onder vacuüm, waardoor er minder energie nodig is. Deze energie kan afkomstig zijn van het verbranden van de dikke fractie. Bij deze verbranding ontstaat fosfaatas (Bellemakers, 2017).

Figuur 4, de drie eindproducten v.l.n.r. loosbaar water, mineralenconcentraat en dikke fractie (Huitema, 2017)

Mineralen

In onderstaand hoofdstuk staan de diverse, meest geteelde gewassen die in aanmerking komen om een bemesting van mineralenconcentraat toe te dienen. Voor veel gebruikers speelt stikstof een grote rol in de keuze voor mineralenconcentraat. Dit is echter niet het enige. Een van de belangrijkste factoren en overeenkomsten is dat bijna alle onderstaande gewassen jaarlijks een flinke hoeveelheid kali onttrekken. Dit maakt een hoge kalibemesting mogelijk. Dit is nodig want een gebruiker die varkens- of rundveedrijfmest en mineralenconcentraat aanvoert, voert een relatief forse hoeveelheid kali aan. Het zogeheten K-getal, het gehalte aan kalium dat in de bodem aanwezig is, speelt eveneens een rol in de hoeveelheid kali die aangevoerd moet worden. Is het gehalte hoog, dan is er vanuit de bodem al veel kalium beschikbaar voor de plant. Er hoeft dan ook in dat geval minder kali aangevoerd worden.

Monsters mineralenconcentraat

Er is een chemische verdeling te maken tussen de bestanddelen van het mineralenconcentraat. Deze zijn te verdelen in mineralen en sporenelementen. Er zijn door Groen Agro Control in Delfgauw drie monsters onderzocht, van drie verschillende installaties. Deze installaties zijn Tontrans in Best, Houbraken in Bergeijk en Agro America in America (Limburg). Het doel was om te onderzoeken of er verschil is in gehalten en in wat voor hoeveelheid mineralen en sporenelementen aanwezig zijn in het concentraat. De resultaten zijn in bijlage 1, 2 en 3 te vinden. De uitkomsten zijn dat er tussen de N-totaal en kali van de drie installaties verschillen zijn. Verder valt het grote verschil in zwavel (S) op tussen de installatie van Tontrans en de andere twee installaties. Sowieso is te zien dat de gehalten bij de meesten mineralen en sporenelementen bij Tontrans het hoogste zij. De onderzochte mineralen zijn stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K), de zgn. NPK. De sporenelementen zijn magnesium (Mg), natrium, zwavel (S), boor (B), koper (Cu), chloor (Cl), mangaan (Mn), molybdeen (Mb), ijzer (Fe) en zink (Zn). Deze komen dan ook terug in onderstaande minerale behoefte.

De sporenelementen zijn in minder grote hoeveelheden aanwezig en nodig in de planten (Bennink, 2014). Toch mogen deze stoffen niet onderschat worden, omdat er op percelen nog steeds tekorten voorkomen).

Allereerst worden de drie mineralen (NPK) besproken, en hun rol en gedrag in de bodem en plant, uitspoelingsgevoeligheid en gevolgen voor het milieu bij uitspoeling.

Stikstof (N)

Stikstof is een vitaal onderdeel van planten, het is de bouwsteen van aminozuren, waaruit eiwitten, enzymen en stofwisselingsprocessen zijn opgebouwd (The N.C. Department of Agriculture and Consumer Services', 2017). Het heeft invloed op de groei, productie en kwaliteit van de gewassen.

Een overmaat aan mineralen kan leiden tot ongewenste effecten, zoals schade aan flora en fauna ontstaan. Stikstof en fosfaat zijn wettelijk begrensd. Per gewas is er een (stikstof) gebruiksnorm bekend, waarin een veehouder of akkerbouwer kan zien hoeveel stikstof er jaarlijks bemest mag worden. Dit is afhankelijk van de grondsoort, klei- en veengrond zijn bijvoorbeeld minder

gevoelig voor uitspoeling dan zand- en lössgrond (Fraters, Boumans, Leeuwen, & Reijs, 2007). Op eerstgenoemde grondsoorten mag dan ook over het algemeen meer stikstof bemest worden (RVO, 2017).

Uitspoeling van stikstof (nitraat) naar grond- en oppervlaktewater levert in de Europese Unie problemen op met drinkwater. Op Europees gebied zijn afspraken gemaakt om deze problemen op te lossen. Dit wordt gepoogd te realiseren aan de hand van de Nitraatrichtlijn. De Nitraatrichtlijn is een maximale hoeveelheid nitraat die het drinkwater mag bevatten. Te veel nitraat in het drinkwater is gevaarlijk voor de gezondheid, waarbij baby's een verhoogd risico hebben (Lenntech, 2017). Daarnaast zorgt de overmaat aan stikstof voor onder andere eutrofiëring, wat slecht is voor de visstand en al het andere leven in deze wateren. De Nitraatrichtlijn is vastgesteld op de drempelwaarde van 50 mg per liter water (Europese Commissie, 2010). Hoe de lidstaten dit bereiken, is van ondergeschikt belang. Iedere lidstaat geeft een eigen invulling aan haar eigen actieprogramma (Ministerie van EZ, 2014). Het mestbeleid en de beperkingen op dit gebied die sinds eind jaren negentig zijn opgelegd in Nederland zijn hier in feite op gebaseerd.

Fosfaat

Fosfaat is net als stikstof een bouwsteen binnen de processen die in de plant afspelen. Het zorgt voor wortelgroei en -ontwikkeling en bevordert de opname van andere elementen (Stok, 2014). Bij een fosfaattekort treedt er een kenmerkende paarsverkleuring van de bladeren van de gewassen (Hanegraaf & Alebeek, 2013). De fosfaatbemesting is afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem, dit wordt de PAL- of Pw-waarde genoemd, voor respectievelijk gras- of bouwland. Is de toestand laag, dan mag er meer fosfaat bemest worden dan wanneer de grond een hoge fosfaattoestand heeft (RVO, 2017).

Naast stikstof is fosfaat een bron van grond- en oppervlaktewatervervuiling. De bemesting van dit mineraal is dan ook net als stikstof begrensd. De concentraties van fosfaat/fosfor zijn wel lager, zo gelden voor meren, plassen en beken maximale concentraties van 0,05 tot 0,08 mg/L P om "ecologisch herstel te bereiken". Er is een MTR (Maximaal Toelaatbaar Risico) van 0,15 mg totaal fosfaat per liter, dit is de maximale hoeveelheid fosfor die in het oppervlaktewater mag zitten. De maximale concentratie in het grondwater is hoger, dit is tussen de 2 en 6,9 mg/L (RIVM, 2017).

Mocht er een overschot aan fosfaat zijn, dan hoopt dit zich op in de bodem. De fosfor lost gemakkelijk op in het grondwater. Met veel neerslag of een hoge grondwaterstand is de kans op uitspoeling groter. Gevolg van deze uitspoeling is vooral eutrofiëring. De uitspoeling van fosfaat veroorzaakt voedselrijk water, waardoor langzaam blauwalgen en brasems de overhand krijgen. Het water wordt troebel en de andere vissen en planten in het water gaan dood door een gebrek aan zonlicht en de giftige stoffen die de algen afscheiden (Schoumans, Willems, & Duinhoven, 2008). Stoppen met het bemesten van fosfaat heeft niet direct effect, omdat er gedurende lange tijd nog nalevering is van fosfaat en hierdoor het water als gevolg van de brasems troebel blijft. Een evenwichtsbemesting, waarbij er net zoveel aan- als afgevoerd wordt, is dus van

belang voor het het peil houden van de waterkwaliteit (Schoumans, Willems, & Duinhoven, 2008).

Fosfaat is niet mobiel, en daarom is lang niet alle fosfaat die de grond bevat beschikbaar voor de planten, het fosfaat is vaak afhankelijk van het grondvocht om bij de wortels van de plant te komen. Gronden met een hoge fosfaattoestand kunnen dit nog redelijk opvangen, op percelen met een lage PAL- of Pw-waarde en slechte vochtvoorziening kan sneller een tekort ontstaan (Schoumans, Willems, & Duinhoven, 2008). Gezien de rol van fosfaat in onder andere de energievoorziening van de gewassen kan de bemesting afgestemd worden op de gebruiksnormen die gelden voor fosfaat op het betreffende perceel.

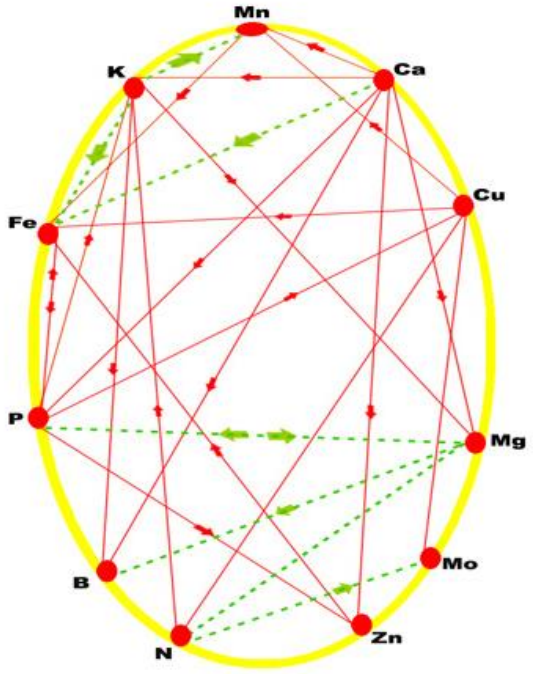
Kali

Kali is een van de belangrijkste mineralen voor een plant. Het speelt een grote rol in de vochthuishouding, beworteling van gewassen en stimuleert de productie van suikers en zetmeel (Bokhorst, 2017).

Kalium is een mineraal wat gemakkelijk uit kan spoelen. Het hecht oppervlakkig aan organische stof en kleideeltjes. Zijn deze niet of in mindere mate aanwezig, dan kan kalium snel uitspoelen. Vooral op zand- en lichte zavelgrond dit een reëel risico. Jaarlijkse onderhoudsbemesting is dan nodig (Koch Eurolab, 2017). De kalium die uitspoelt verdwijnt in grond- en oppervlaktewater. Voor stoffen die in het water terechtkomen bestaan drie klassen, nl. WGK (wassergefährdungsklassen) 1, 2 en 3. Klasse 1 is de laagste klasse, en dat betekent dat de stoffen in deze klassen weinig tot geen gevaar vormen. Hoe hoger ingedeeld in een klasse, hoe gevaarlijker de stof. Toch moet in ogenschouw genomen worden, dat als het water voor 3% uit stoffen van WGK 1 bestaat, het reeds waterbedreigend is (Nordic Folkecenter, 2017).

Antagonisme en synergisme

Er dient bij de bemesting ook rekening gehouden te worden met de antagonistische en synergistische werking van enkele mineralen en sporenelementen. In figuur 5 zijn de lijnen verdeeld in rode en groene lijnen. De rode lijnen tussen de mineralen betekent dat deze antagonistisch werken, de groene juist synergistisch. Antagonistisch betekent dat de aanwezigheid van het ene mineraal, het andere mineraal verdringt. Uit de figuur is bijvoorbeeld op te maken dat de aanwezigheid van kalium er voor zorgt dat er minder magnesium wordt opgenomen uit de grond. Een overmaat kali werkt dus een magnesiumtekort in de hand (A.R.T.S. Research and Development, 2017). Dit is een factor waar de boer bij



Figuur 5 (A.R.T.S. Research and Development, 2017)

het bemesten rekening mee dient te houden, om te voorkomen dat er door overmaat tekorten ontstaan.

Daarnaast zijn er ook mineralen die synergistisch werken. Dit is het omgekeerde van antagonistisch, waardoor de aanwezigheid van een bepaald mineraal het voorkomen van een ander mineraal kan stimuleren. Synergie betekent dat de som van twee stoffen groter is dan de som van de effecten die de stoffen individueel op zouden kunnen wekken (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2013). In figuur 5 is dus te zien dat de aanwezigheid van stikstof een stimulerend effect heeft op de aanwezigheid van molybdeen. Kalium heeft dat op ijzer en mangaan.

Minerale behoefte

Gras is het meest geteelde gewas in Nederland, zo'n 1 miljoen van de beschikbare 1,8 miljoen hectare landbouwgrond is grasland (CBS, 2016). Bij bedrijven met derogatie gaat het zelfs om minimaal 80% van het areaal.

Op het gebied van bemesting zijn er duidelijke normen en adviezen bekend. Het gewas kan de maximale wettelijke hoeveelheid stikstof en fosfaat aan. Deze normen verschillen per grondsoort en ook het feit of er wel of niet geweid wordt speelt mee in de gebruiksnormen (RVO, 2017).

De bemesting van kali is een belangrijk punt bij het bemesten met mineralenconcentraat op grasland. Doordat er (verhoudingsgewijs) veel kali in het product zit, dient er rekening mee gehouden te worden in de bemesting. Wettelijk zijn er geen normen of beperkingen omtrent kali, het mestbeleid is toegespitst op stikstof en fosfaat. Toch is het belangrijk om de jaarlijkse hoeveelheid kali die aan- en afgevoerd wordt inzichtelijk te houden. Dit speelt namelijk een rol in het type bemesting. In het voorjaar wordt in de kalibehoefte van gras normaal gesproken door de drijfmestgift voorzien (Bussink, Schöll, Draai, Middelkoop, & Hulshof, 2014). Een overmaat kali bemesten door naast drijfmest ook mineralenconcentraat toe te dienen in het vroege voorjaar geeft voor het gras geen problemen. Het probleem ligt echter bij de koeien. Gras met een zeer hoog gehalte aan kali verhoogt de kans op gezondheidsproblemen zoals kopziekte en melkziekte. Onderzoek wees uit dat in rantsoenen met hoge K-gehaltes de calciumopname uit de botten wordt afgeremd, waardoor de kans op melkziekte toeneemt (Goff & Horst, 1996). Door de weidepercelen niet te bemesten met mineralenconcentraat, het effect van verdunning doordat percelen gras samen worden ingekuild en er gemengd gevoerd wordt, kan het risico op gezondheidsproblemen al sterk worden teruggebracht.

Het gehalte kali in mest en daarmee ruwvoer is de laatste jaren fors gezakt (Philipsen & Bos, 2016). Dit zorgt er voor dat 's zomers de hoeveelheid beschikbare kali in de bodem en het gewas laag is, waardoor op veel percelen een tekort optreedt . Door de gunstige eigenschappen van kali (bevorderen van vochttransport, verminderen droogtegevoeligheid en wortelontwikkeling) die in deze periode tot uiting zouden komen kost het vermoedelijk ook opbrengst. Een gift met mineralenconcentraat is dan uitstekend geschikt. Er wordt dan eveneens kali toegediend, waardoor er geen tekort optreedt en het gras ondanks de dan

veelal droge periode gebruik kan maken van de bemeste nutriënten. De Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen stelt dat er bij drie maaisneden 300 kg K wordt onttrokken aan de bodem, met een aanvoer 40 m^3 met 5,5 kg K per m^3 is er een tekort van 80 kg K (Philipsen, 2013). Het vernieuwde kaliadvies grasland gaat uit van een onttrekking van 60 kg K per snede, bij vijf snede per jaar is dit eveneens 300 kg K (Bussink, Schöll, Draai, Middelkoop, & Hulshof, 2014). Indien de kalibehoefte van grasland niet gedekt wordt met drijfmest, kan deze dus aangevuld worden met mineralenconcentraat. 80 kg K komt, uitgaande van een gehalte van 10 kg K/m^3, overeen met ongeveer 8 m^3 mineralenconcentraat. Kortom, verdelen van de kalibehoefte van het gras over het seizoen geeft de minste problemen, en de meeste opbrengst.

Bemestingsadviezen en behoefte van sporenelementen van gewassen, waaronder gras, zijn schaars. Meestal wordt er uitgegaan van de behoefte van dieren of per kilogram droge stof. Dan wordt het moeilijker om te zeggen hoeveel van de behoefte ingevuld wordt door het mineralenconcentraat. Bovendien heeft men in de veehouderij te maken met gemengde rantsoenen en (eventueel) beweiding.

Het concentraat bevat relatief weinig magnesium. Bij een magnesiumtoestand die 'voldoende' is, is het advies zo'n 50 kg/ha. Is het lager, dan gaat het richting de 100 kg/ha (CBGV, 2017). In 40 kuub mest zit zo'n 50 kg magnesium (RVO, 2015), afhankelijk van de toestand van de grond is er een aanvullende bemesting nodig (met kieseriet o.i.d.). De jaarlijkse natriumbemesting op grasland is maximaal 50 kg, om o.a. de smakelijkheid te bevorderen (Philipsen & Middelkoop, wur.nl/nieuws, 2013). De gehalten van drijfmest liggen tussen de 0,7 en 1 kg natrium in drijfmest (RVO, 2015). Mineralenconcentraat bevat zo'n 2,1 tot 2,8 kg natrium per kubieke meter mest. Het juist afstemmen van de drijfmest- en mineralenconcentraatgift zorgt ervoor dat extra natrium strooien niet nodig is.

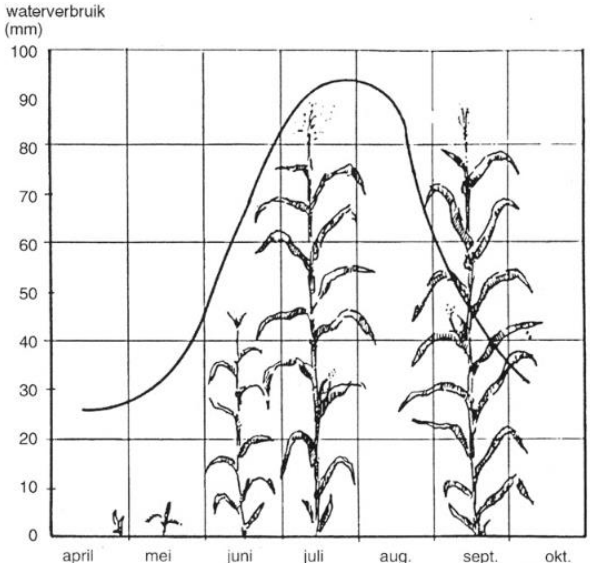
De koperbehoefte van melkgevende koeien ligt zo tussen de 11 en 12 mg/kg DS. Gras bevat zo'n 9 mg/kg (na bemesting) (Duinkerken & Bussink). Bij een bemesting van 5 kuub voegt de mineralenconcentraat hier bij maaien (2500 kg DS) nog zo'n 1,5 mg koper/kg DS aan toe, waarmee in de behoefte wordt voorzien (Beynen, Blok, Boer, & Duinkerken, 2005). Op dit vlak heeft het dus zeker toegevoegde waarde.

Bemestingsadvies geeft aan dat er vrijwel nooit tekorten zijn van ijzer, molybdeen en zink. Dit wordt bevestigd door onderzoekers van onder andere het Nutriënten Management Instituut (NMI). Voor mangaan geldt hetzelfde (CBGV, 2017). Jaren geleden werd gezegd dat je bij het bijvoeren van mangaan meer stierkalfjes kreeg, maar dit is nooit wetenschappelijk hard gemaakt.

Toch mag de extra aanvulling van sporenelementen niet onderschat worden. Niet voor niets worden er nog steeds veel bolussen verkocht, en door de lagere gehalten in het (kracht)voer wordt er een vicieuze cirkel gecreëerd met steeds minder mineralen en sporenelementen. Dan is een aanvulling via de bemesting zeker welkom. Onderzoeken naar de waarde van de toegevoegde sporenelementen van mineralenconcentraat in het rantsoen zijn nog niet gedaan, maar zou zouden wel interessant kunnen zijn.

Maïs is een van de gewassen die het meest geschikt is om te bemesten met mineralenconcentraat. Als aanvulling op de bemesting uit drijfmest zou de gebruiksruimte kunnen worden gevuld met mineralenconcentraat. Stikstof is in dat geval de beperkende factor.

De reden dat dit mogelijk is, is dat maïs jaarlijks een grote hoeveelheid kali onttrekt aan de bodem. Bij een oogst van 20 ton droge stof per hectare onttrekt het gewas zo'n 270 tot 300 kg/ha kali aan de bodem (Eurofins, 2013) & (CBGV, 2017). Bij een slechtere oogst zal dit iets minder zijn. Deze hoeveelheden (tot 300 kg K/ha) worden niet op het land gebracht wanneer er de maximaal mogelijke drijfmestgift wordt toegepast. Dit betekent dat er aanvullend kali bemest moet worden. Mineralenconcentraat is, als meststof met een relatief hoog kaligehalte, geschikt om de kalibemesting aan te vullen. Het lage gehalte aan fosfaat in de meststof is niet opbrengstverlagend, onderzoek toont zelfs aan dat in de maïsteelt kali belangrijker is en meer invloed op de opbrengst heeft dan fosfaat (Marwijksoord, 2015). Op percelen met een hoge fosfaattoestand is het niet nodig om fosfaat te bemesten (Schoumans, Willems, & Duinhoven, 2008). Jaarlijks genoeg aanvoer van kali zou dus een prioriteit moeten zijn voor de teler, aangezien bovendien onderzoek uitwijst dat kali bij maïs een belangrijke rol speelt bij droogte (Martineau, Domec, Bosc, & Denoroy, 2016). Maïs heeft juist de meeste behoefte aan vocht in de zomerse maanden juli en augustus, met hoge temperaturen en veel verdamping (figuur 6) (Schooten, Philipsen, & Groten, 2016). Kali zorgt voor een betere droogtebestendigheid, waardoor dit gevolgen kan hebben voor de opbrengst.



Figuur 6 (Schooten, Philipsen, & Groten, 2016)

Mineralenconcentraat bevat zeer weinig magnesium (minder dan 1 kg/m^3), blijkt uit de monsters. Er wordt bij een normale oogst (16 tot 18 ton DS/ha.) zo'n 30 tot 40 kg magnesium afgevoerd (Ven, et al., 2013). Bij een gemiddeld gehalte van 1,3 kg MgO per m^3 rundveedrijfmest en 1,8 kg MgO per m^3 vleesvarkensdrijfmest (RVO, 2015) is er resp. 30 m^3 rundveedrijfmest en 22 m^3 vleesvarkensdrijfmest nodig. De behoefte wordt dus via de aanvoer van drijfmest gedekt, en is dus niet aanvullend nodig. Borium speelt vooral een rol in de teelt van maïs. Bij een normale maïsoogst wordt er zo'n 150 tot 200 g B per hectare onttrokken, 40 kuub mest en 5 kuub mineralenconcentraat leveren zo'n 175 g B (Ros & Boer, 2011). De meest eenvoudige en doeltreffende manier om aan de behoefte te voldoen is om de gift mineralenconcentraat te verhogen. Ook met het oog op andere nutriënten leent maïsland zich prima voor een hoge mineralenconcentraatbemesting. Verder zijn koper en mangaan belangrijk, dit is afhankelijk van de bodemtoestand. Mineralenconcentraat bevat beide sporenelementen.

	Klei	Noordelijk, Westelijk en Centraal zand	Zuidelijk zand	Löss	Veen
Maïs zonder derogatie	160	140	112	112	150
Maïs met derogatie	185	140	112	112	150

Figuur 7, in kg N/ha (RVO, 2017)

Een knelpunt kan de lage stikstofgebruik zijn voor maïs (figuur 7). Op zuidelijke zandgrond mag bijvoorbeeld 'slechts' 112 kg N/ha. Dit kan ingevuld worden door 25 m^3 drijfmest en aanvullend mineralenconcentraat te bemesten. 25 m^3 heeft gemiddeld 4 kg N en 6 kg K (RVO, 2015) met een werking van 60% (RVO, 2014) (figuur 8), dat is 25 * 4 * 0,6 = 60 kg N. Dit mag aangevuld worden met 112 – 60 = 56 kg N uit mineralenconcentraat. Dat is 56/8 = 7 m^3 mineralenconcentraat. De aanvoer van K is dan 25 * 6 + 7 * 10 = 220 kg K. Dit is bij een hogere opbrengst niet genoeg om de afvoer te compenseren, waardoor er nog aanvullend in de rij bemest kan of moet worden.

Drijfmest en dunne fractie		
Drijfmest van graasdieren op het eigen bedrijf geproduceerd	Op bedrijf met beweiding[2]	45
	Op bedrijf zonder beweiding[3]	60
Drijfmest van graasdieren aangevoerd		60
Drijfmest van varkens	Op klei en veen	60
	Op zand en löss	80
Drijfmest van overige diersoorten		60
Dunne fractie na mestbewerking en gier		80

Figuur 8 (RVO, 2014)

Ook bij de teelt van **aardappelen** komt de kunstmest in aanmerking om vervangen te worden door mineralenconcentraat. De maximale stikstofgift verschilt per teelt, zo mogen zetmeelaardappelen met meer stikstof bemest worden dan bijvoorbeeld pootgoedaardappelen (Bron: RVO). Om goede opbrengsten te halen zijn aardappelen (deels) afhankelijk van de stikstofbemesting die op peil is. Ook fosfaat speelt een rol in de opbrengst, zij het in mindere mate (Ballance Agri-Nutrients Limited , 2017).

Net als maïs onttrekken aardappelen veel kali gedurende het seizoen. Kali is belangrijk in de aardappelteelt, naast het verlagen van onder meer droogtegevoeligheid zorgt kali ook voor het beperken van de gevolgen van schimmelziekten zoals phytophthora. Ook beperkt het stootblauw bij aardappelen bevorder het de stevigheid van het gewas (Oonk-Nooren, 2008). Onderzoek heeft aangetoond dat er per ton geoogst product ongeveer 6 kg kalium wordt afgevoerd (Ballance Agri-Nutrients Limited , 2017). Bij een oogst van 50 ton is dit dan ongeveer 300 kg/ha. Daarnaast kan de bemesting van aardappelen behoorlijk fors zijn. Er zijn onderzoeken waar er tot 400 kg kali werd bemest, waarbij de opbrengsten bleven stijgen (Meijering, 2014).

Wanneer mineralenconcentraat wordt gebruikt in de aardappelen dient er ook rekening gehouden te worden met de magnesiumbemesting. Zoals op figuur 5 is te zien zijn kalium en magnesium antagonisten. Door de grote hoeveelheid

kalium die bemest moet worden en het lage gehalte magnesium in het concentraat wordt de kans op magnesiumgebrek hoger. Aardappelen zijn gevoelig voor magnesiumtekort (CBAV, 2017). Een aanvullende bemesting kan dan nodig zijn. Dit kan gebeuren via een bladbemesting met de veldspuit, waarbij de bemesting gecombineerd kan worden met het toedienen van gewasbeschermingsmiddelen (Yara, 2017). Hierdoor zijn er geen extra handelingen nodig. Een factor waar aardappeltelers waakzaam voor moeten zijn is het gehalte aan chloor in het mineralenconcentraat. Een te veel aan chloride heeft invloed op het onderwatergewicht. Op zandgrond is het maximum 75 kg/ha, terwijl dit op leem- en kleigrond 150 kg/ ha is (Blauw & Vermeulen, 2013). Natriumbemesting wordt niet geadviseerd. De andere sporenelementen zoals molybdeen, ijzer en mangaan spelen geen grote rol van betekenis (Haan & Geel, 2017).

Bij het telen van **graan** speelt rendabiliteit een rol. Akkerbouwers telen het gewas veelal omwille van vruchtwisseling en het behouden van een gezond bouwplan (Dijk, Spruijt, Runia, & Geel, 2012), als veehouders graan telen wordt het naast krachtvoervanger ook als het gewas deegrijp is gehakseld. Dit heet Gehele Plant Silage (GPS). De diverse graansoorten (tarwe, gerst, triticale etc.) hebben ieder hun eigen gebruiksnorm. Deze ligt zo ongeveer op minimaal 140 kg N per ha (RVO, 2017). Fosfaat is hier -vanzelfsprekend- ook afhankelijk van de toestand in de bodem. Adviezen en onderzoeken geven aan dat de kalibemesting mede afhankelijk is van de kaliumtoestand van de bodem, dit is maximaal zo’n 220 kg/ha (Paauw, 2002). Uit de voederwaardeanalyse van CVB blijkt dat er tussen de 15,5 en 16 kg K in een ton droge stof zit (Dasselaar & Boomaerts, 2000). Bij een oogst van 10 ton droge stof wordt er dus tussen de 155 en 160 kg K per hectare afgevoerd. Dit is alleen het graan, de afvoer zal hoger zijn als ook het stro wordt afgevoerd.

Magnesium en natrium hebben weinig invloed op de opbrengst, een tekort geeft weinig opbrengstderving (Paauw, 2002). Dit hoeft dan ook niet extra bemest te worden. Mangaangebrek kan voorkomen op percelen met graan. Vooral op basische gronden vanaf pH 5,7 is het risico het grootst (Haan & Geel, 2017). Graan is een bron van koper, dit betekent dus dat er voldoende van aanwezig moet zijn. De bemesting dient afgestemd te worden op de kopertoestand van de bodem. Bij een lage kopertoestand is het advies zo’n 2,5 tot 6 kg koper per hectare. Dit wordt niet behaald met de bemesting van mineralenconcentraat, en dus moet er aanvullend bemest worden.

Suikerbieten maken deel uit van veel bouwplannen van akkerbouwers. Het areaal is dit jaar na het afschaffen van het bietenquotum zelfs met 20% gegroeid (Lijster, 2016). Bij de bemesting heeft het mikken op de maximale stikstofgift gevolgen voor het rendement van de teelt. Zo heeft een hoge stikstofgift negatieve gevolgen voor het suikergehalte en de winbaarheidsindex. Veel stikstof toedienen werkt dus nadelig, het is kostenverhogend maar ook opbrengstverlagend. De fosfaatafvoer is zo’n 0,7 kg per ton geoogst product (IRS, 2017)). Bij oogsten tussen de 80 en 100 ton, is de afvoer tussen de 56 en 70 kg fosfaat per ha. Dit is de minimale fosfaatbemesting, om de afvoer te

compenseren. De kalibemesting heeft de teler deels in eigen hand, 150 tot 200 kg kali kan altijd bemest worden, de gift kan zelfs probleemloos worden verhoogd naar 300 kg/ha (IRS, 2017).

Naast de 3 'belangrijkste' mineralen zijn suikerbieten een groot verbruiker van magnesium. Jaarlijks wordt er zo'n 80 kg per hectare onttrokken aan de bodem (Haan & Geel, 2017). Om de grond niet te verarmen dient er een zgn. onderhoudsbemesting te worden toegediend die minimaal gelijk is aan de onttrekking. Suikerbieten zijn daarnaast eveneens grootverbruiker van natrium. Zo'n 150 tot 200 kg natrium wordt geadviseerd, en levert zo'n 5 tot 10% verhoging van de (financiële) opbrengst (Wilting, 2017). Mineralenconcentraat bevat tussen de 2 en 3 kg Na_2O, bij een gift van 10 kuub met 2,8 kg natrium per kuub zoals in het monster in de bijlage wordt er aan bijna 20% van de behoefte voldaan. De rest kan worden aangevuld met drijfmest en landbouwzout. Het voordeel van deze volveldse bemesting is dat de kans op zoutschade nihil is (Wilting, 2017).

Naast suikerbieten zijn er ook **voederbieten**, deze zijn eveneens geschikt om te bemesten met mineralenconcentraat. De gebruiksnorm van stikstof is 165 kg/ha op klei- en veengrond en 132 op zand en löss. Deze gebruiksruimte kan geheel gevuld worden. De fosfaatonttrekking is 80 kg/ha (CBGV, 2017). Extra bemesting is dus nodig. De hoogte van de gift mineralenconcentraat is afhankelijk van de hoogte van de drijfmestgift. De onttrekking van kali van voederbieten is, afhankelijk van opbrengst, 400 kg/ha. De natriumbehoefte is hetzelfde als die van suikerbieten, nl. ongeveer 200 kg/ha. (CBGV, 2017).

Waarde als kunstmestvervanger

Zoals in de andere hoofdstukken reeds aan bod is gekomen, loopt er momenteel een pilot waarbij de mineralenconcentraat ondanks de dierlijke afkomst als kunstmestvervanger mag worden ingezet. De vraag is dan ook gerechtvaardigd, of het concentraat vergeleken mag worden met kunstmest. De meest bekende en frequent gebruikte kunstmest is kalkammonsalpeter (KAS). KAS is een stikstofkunstmest met 27% ammoniumnitraat, een stikstofverbinding (Koch Eurolab, 2015). In dit hoofdstuk wordt bekeken of mineralenconcentraat geschikt is om te concurreren met kunstmest, zoals KAS, en van welke omstandigheden dit afhankelijk is.

Tabel S-1. **N-werkingscoëfficiënt van het MC in de verschillende proeven**

Proef	Toedienings-moment	Toedienings-methode	Beoordeling stikstofwerking van het MC
Zetmeelaard. dalgrond, 2010	basisbemesting bijbemesting	bouwlandinjectie slangen	gelijkwaardig aan KAS gelijkwaardig aan KAS
Consumptieaard. ZO zand, 2010	basisbemesting bijbemesting	bouwlandinjectie slangen	gelijkwaardig aan KAS gelijkwaardig aan KAS
Consumptieaard. ZW klei, 2010	basisbemesting idem i.c.m. VDM bijbemesting	oppervlakkig oppervlakkig slangen	gelijkwaardig aan KAS lager dan KAS lager dan KAS
Wintertarwe zware zeeklei, 2009	2e gift 2e gift 2e gift i.c.m. 3e gift KAS	sleufkouter slangen sleufkouter	lager dan KAS gelijkwaardig aan KAS gelijkwaardig aan KAS
Wintertarwe zware zeeklei, 2010	2e gift 2e gift 2e gift i.c.m. 3e gift KAS	sleufkouter slangen sleufkouter	gelijkwaardig aan KAS lager dan KAS gelijkwaardig aan KAS
Zomergerst dalgrond, 2009	basisbemesting basisbemesting	bouwlandinjectie oppervlakkig	gelijkwaardig aan KAS gelijkwaardig aan KAS
Zomergerst zandgrond, 2010	basisbemesting basisbemesting	bouwlandinjectie oppervlakkig	lager dan KAS lager dan KAS
Snijmais ZO zand, 2010	vóór zaaien bij zaai na opkomst na opkomst i.c.m. startgift KAS bij zaai	bouwlandinjectie kouter kouter kouter	lijkt beter dan KAS gelijkwaardig aan KAS gelijkwaardig aan KAS lager dan KAS
Grasland ZO zand, 2010	vóór elke snede, apart vóór elke snede, gemengd met VDM	zodebemester zodebemester	gelijkwaardig aan KAS gelijkwaardig aan KAS

Figuur 9 (Geel, Berg, Dijk, & Wustman, 2011)

Werking van mineralenconcentraat in vergelijking met KAS

De werking van mineralenconcentraat wordt door verschillende factoren beïnvloed. In figuur 9 is te zien dat wanneer het concentraat wordt toegediend als basisbemesting, over het algemeen de werking van de stikstof gelijk is aan die van kalkammonsalpeter (KAS). Bij bouwlandinjectie op zandgrond op (toekomstig) maïsland lijkt de werking zelfs beter dan die van KAS (Geel, Berg, Dijk, & Wustman, 2011). Op klei en andere grond met weinig draagkracht is het echter moeilijker om in het vroege voorjaar met zwaar materiaal het bouw- en grasland te bemesten, vanwege de kans op structuurschade. Met het gebruik van het juiste materiaal en lage bandenspanning valt dit wel op te lossen. Bij het toedienen op zandgrond speelt deze kwestie minder.

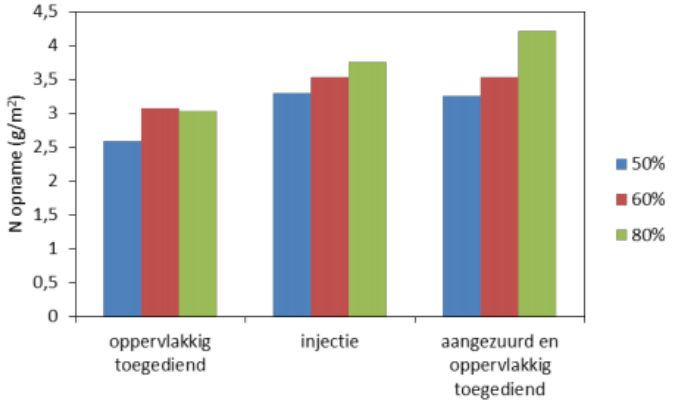
De stikstofwerking van mineralenconcentraat op grasland is een stuk lager. In onderzoek van J.C. Van Middelkoop en G. Holshof ligt de werkingscoëfficiënt ten opzichte van KAS op gemiddeld 58%. Dit is fors lager dan de beoordeling van de stikstofwerking waar het onderzoek van W. Van Geel e.a. op uitkomen. Een verklaring hiervoor is lastig te geven, het is echter wel opvallend. In het onderzoek van W. Van Geel is de het verschil in opbrengst tussen grasland bemest met KAS en mineralenconcentraat niet significant, resp. 11 (KAS) en 10,4 ton (MC) (Middelkoop & Holshof, 2011).

Er is nog een klein gedeelte organische stikstof aanwezig in het mineralenconcentraat, waardoor de werking geen 100% zal zijn ten opzichte van KAS (Rietra & Velthof, 2014). Bovendien neemt de werking ook af als de meststof in vloeibare vorm wordt toegediend, wat ook het geval is in vergelijking met het korrelvormige KAS. Uit onderzoek blijkt dat korrelvormige meststoffen

een hogere werkingscoëfficiënt hebben dan vloeibare meststoffen (Bussink W. , 2017). Alleen in drogere jaren kunnen vloeibare meststoffen een hogere werking hebben.

Daarnaast heeft de manier van toediening van het mineralenconcentraat invloed op de ammoniakemissie. Dit is eveneens onderzocht en daaruit blijkt dat mineralenconcentraat een meststof is met een hoog risico op emissie van de ammoniak. Onderzoek van Velthof en Hummelink gaf aan dat het van belang is dat het mineralenconcentraat emissiearm wordt toegediend. Hierdoor neemt de emissie van ammoniak af. Onder emissiearm worden in dit geval bemestingstechnieken zoals injecteren (op grasland en bouwland) verstaan. Hierbij is een belangrijke factor dat valt te stellen dat hoe lager de ammoniakemissie is, hoe minder stikstof er verloren gaat (Velthof & Hummelink, 2011). Gebruikers hebben dus baat bij een zo laag mogelijke emissie, zodat de hoogst mogelijke stikstofwerking kan worden gehaald. Het is dan ook aan te raden om de mineralenconcentraat niet oppervlakkig toe te dienen, maar te injecteren met een bouwlandbemester of een zodenbemester. In de pilot geldt overigens dat de uitrijdregels voor dierlijke mest van kracht zijn (RVO, 2017). Dat betekent dat oppervlakkig toedienen dan ook vrijwel nergens is toegestaan. Het is de verwachting dat, mocht het mineralenconcentraat worden toegekend als kunstmest, dit de regels worden m.b.t. het uitrijden.

Daarnaast behoort het aanzuren van het concentraat tot de opties. In het onderzoek werd dit gedaan met propaanzuur. Dit heeft als gevolg dat de ammoniakemissie wordt verlaagd, en de stikstofwerking verder wordt verhoogd (Rietra & Velthof, 2014). Uit hetzelfde onderzoek bleek ook dat het toevoegen van water, verder verdunnen dus, een opbrengstverhogend effect heeft, en een positief effect heeft op de stikstofopname zoals in figuur 10 is te zien. (Rietra & Velthof, 2014) Aanzuren heeft als gevolg dat de pH daalt, omdat het mineralenconcentraat echter relatief basisch is met een pH van ongeveer 8,2 zal het echter geen verzurende werking hebben op de bodem.



Figuur 5 *N-opname uit mineralenconcentraat als functie van vochtgehalte en toedieningstechniek.*

Figuur 10 (Velthof & Hummelink, 2011)

Voor- en nadelen ten opzichte van kunstmest

Bij het toedienen brengt de gebruiker van 'MC' (mineralenconcentraat) niet alleen stikstof, fosfaat en kali op het land, in het concentraat zitten daarnaast ook nog sporenelementen. Sporenelementen zijn van belang voor de grond, gewassen maar ook dieren (Beekman, 2010). Zo spelen mineralen en sporenelementen een essentiële rol in de gezondheid en vruchtbaarheid van koeien, waarbij tekorten leiden tot problemen.

Op het gebied van milieu heeft mineralenconcentraat een belangrijke voorsprong op kunstmest. Een van de grootste nadelen van kunstmest is de zeer hoge energiebehoefte die gevraagd wordt bij de productie (Haas & Dijk, 2010)), tot 50 KWh/ton product. Bij de productie van KAS komt daar 10 tot 50 KWh/ton bovenop, voor het malen van de kalk. Mineralenconcentraat wordt geproduceerd uit koeien- en varkensmest, dit kost 10 KWh/ton. Het gebruiken van MC als kunstmestvervanger is dus milieuvriendelijker. Daar bovenop zorgt de gebruiker dat de (regionale) kringloop gesloten wordt doordat er geen mineralen van buiten de kringloop toegevoegd worden omdat er geen kunstmest gebruikt hoeft te worden. Kiezen voor mineralenconcentraat is dus ook een milieubewuste keuze. Ook de politiek erkent dit, volgens (demissionair) staatssecretaris van Landbouw Martijn van Dam past mineralenconcentraat in de circulaire economie die de Europese Unie voor ogen heeft (Dam, 2016). Bovendien neemt de belasting door zware metalen in de grond en het grond- en oppervlaktewater af door het gebruik van mineralenconcentraat, in vergelijking met dierlijke mest en kunstmest (Janssen, 2015).

Mineralenconcentraat is goed uit te rijden met de sleepslangbemester, in combinatie met een drijfmestgift. Er is dus geen speciale apparatuur voor nodig.

Het is nog even afwachten hoe de prijsvorming van het product zich gaat ontwikkelen. Op dit moment geven gebruikers aan dat het product, het concentraat, ongeveer € 0,- kost. De enige kosten die zij maken zijn loonwerkkosten. Eén gebruiker gaf echter zelfs aan ook geen loonwerkkosten te rekenen. De mineralenconcentraat vervangt namelijk de hoeveelheid water die toegevoegd wordt door de loonwerker om de mest te verdunnen. Dit wordt gedaan om de capaciteit te verhogen en te zorgen dat de mest beter te verwerken is tijdens het uitrijden. Dit is dus een groot voordeel van mineralenconcentraat, ten opzichte van kunstmest. De extra kuubs die de loonwerker zou rekenen voor het mineralenconcentraat vallen dan weg. Bovendien wordt de ammoniakemissie in de mest verlaagd door het toevoegen van water (Huijsmans, 2015).

Daarnaast kan er bij een gift die groot genoeg is een kunstmestgift uitgespaard worden. Dit bespaart de gebruiker dan kunstmestkosten. Zoals eerder is vermeld wordt er, indien gecombineerd met drijfmest, bij het bemesten geen extra brandstofkosten gemaakt.

Aan het gebruik van mineralenconcentraat in plaats van kunstmest hangen een aantal voor- maar ook nadelen. Iedere gebruiker moet individueel de afweging maken, maar een goede samenwerking met loonwerker en (eventueel) intermediair kan de risico's en knelpunten die er voor een toekomstig gebruiker

zijn al voor een deel ondervangen. De voor- en nadelen in onderstaande alinea's zijn grotendeels afkomstig van gebruikers en betrokken partijen.

Een van de belangrijkste zaken waar gebruikers tegenaan lopen, vooral in de akkerbouw, zijn de lage gehaltes. Voor een stikstofbemesting van 150 kg per hectare is, afhankelijk van de gehaltes, ongeveer 19 kuub mineralenconcentraat nodig. Dat is een halve tankauto. Akkerbouwers hebben niet altijd behoefte aan de hoeveelheid water die daardoor in het voorjaar op het land wordt gebracht. Vooral op kleigrond, waar zoals eerder genoemd de draagkracht en structuur essentieel zijn voor de opbrengsten en daarmee de winstgevendheid, kan dat een rol spelen. Doordat in veel gevallen de toediening van het mineralenconcentraat gebeurt in combinatie met een drijfmestgift, hoeft dit echter geen struikelpunt te zijn. Op zandgrond, met name droogtegevoelige, kan de hoeveelheid water een welkome aanvulling zijn.

De NPK van mineralenconcentraat, waarbij de nadruk op het relatief hoge aandeel kali ligt, kan op grasland voor sommige gebruikers een knelpunt vormen. Aan de kalibehoefte wordt door de drijfmestgift vaak voldaan (Bussink, Schöll, Draai, Middelkoop, & Hulshof, 2014). Doordat de kaligehaltes in de mest op veel bedrijven teruglopen ontstaan er echter steeds vaker kali-tekorten op grasland, vooral tijdens de zomer (Philipsen, 2013). Een gift mineralenconcentraat is dan geschikt om aan de kalibemesting te voldoen, en zo een gift stikstof- en kalikunstmest uit te sparen.

Een andere punt van aandacht is de lagere werkingscoëfficiënt ten opzichte van kunstmest (KAS). De werkingscoëfficiënt is vastgesteld op 100%, in werkelijkheid is deze lager, ongeveer 80% (Sikkema, 2015). Dat betekent dus dat er mineralen verloren gaan die niet gecompenseerd worden. Er zijn echter mogelijkheden om het verlies te beperken en de werking te verhogen. Maatregelen zoals aanzuren, verdunnen of injecteren zijn dan de beste opties om het werkingspercentage van kunstmest dichter te benaderen. Gebruikers gaven overigens aan dat het concentraat in vergelijking met kunstmest in hun optiek langzamer werkt. Dit wil zeggen dat de mineralen in kunstmest sneller beschikbaar zijn voor de plant dan die in mineralenconcentraat.

Ten slotte kan het probleem spelen wat ook bij de aanvoer van dierlijke mest speelt, de gehalten zijn nl. bij het bemesten meestal nog niet bekend. De gebruiker weet dus niet wat hij exact aan kilo's stikstof, fosfaat en kali op zijn land brengt, totdat de uitslagen en daarmee de gehalten bekend zijn. Door de fluctuatie in de gehalten van het concentraat geeft dat onzekerheid. Aanvoeren, opslaan en wachten op de resultaten is in theorie een goede methode, maar komt in de praktijk niet vaak voor. Opslag van het mineralenconcentraat is namelijk lastig. Het mag niet opgeslagen worden samen met drijfmest, opslaan in de putten onder de stal(len) is dus geen optie. De beschikbaarheid van zo'n lege mestopslag is op de meeste boerenbedrijven een probleem. Uitrijden vanuit de tankauto blijft dan de beste optie.

Mineralenconcentraat als vervanger van kunstmest

In het onderzoek en de pilot die op dit moment nog loopt worden de mogelijkheden van mineralenconcentraat als kunstmestvervanger onderzocht.

Het uitgangspunt is dan ook dat een gift mineralenconcentraat een gift kunstmest kan vervangen.

Aan de hand van de informatie en voor- en nadelen blijft het lastig om een eenduidend antwoord te geven. Onderzoekers van Wageningen Universiteit (WUR) geven ook aan dat het een relatief jong product is dat nog in ontwikkeling is, en tijd nodig heeft (Velthof G. , 2015). Veel potentiële gebruikers, akkerbouwers en veehouders, stellen zich afwachtend op en wachten tot er meer over bekend wordt. Het concentraat heeft potentie, maar kan nog niet op alle vlakken concurreren met korrelkunstmest zoals KAS. Toch kan het voor veel boeren nu al een geschikte meststof zijn.

Mocht het concentraat definitief de status toegekend krijgen van kunstmest, dan kan er gewerkt worden aan een stabiele afzetmarkt. De prijs van kunstmest speelt daarbij een rol. Hoe hoger de prijs van KAS en andere meststoffen, hoe concurrerender en aantrekkelijker het wordt om mineralenconcentraat te gebruiken.

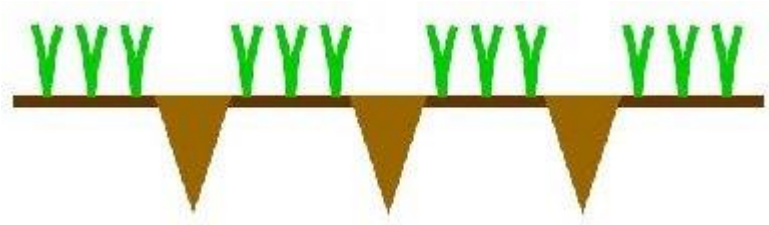
In de praktijk/Gebruikerservaringen

In onderstaand hoofdstuk staan de praktische zaken waar gebruikers tegenaan lopen bij bemesting met mineralenconcentraat. Daarnaast zijn er ook interviews gedaan met producenten (Tontrans en VP-Hobe), intermediairs (Tontrans en Houbraken) en gebruikers (Bijlage 4). Hun ervaringen staan in dit hoofdstuk beschreven. De gebruikers waren veelal veehouders, op veen-, klei- en zandgrond. De gewassen waarop het mineralenconcentraat werd bemest was gras- en maïsland. Landelijk wordt het eveneens vooral op grasland gebruikt (Hoop, Daatselaar, Doornewaard, & Tomson, 2011)

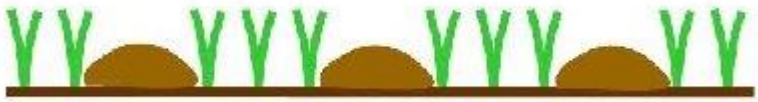
Opslag van mineralenconcentraat

De wetgeving binnen de Pilot Mineralenconcentraat biedt hierbij uitkomst. Daarin staat vermeld dat het concentraat alleen opgeslagen mag worden bij de producent en de gebruiker, en dus niet bij de intermediair. Niet iedere opslag voldoet, zo mag het concentraat niet gemengd worden met andere meststoffen (RVO, 2017). Het mineralenconcentraat in een put opslaan waar reeds drijfmest in opgeslagen is niet toegestaan, er moet dan ook een aparte lege opslag zijn waar het concentraat in opgeslagen kan worden. Mocht een gebruiker geen faciliteiten hebben om het mineralenconcentraat op te slaan, dan is rechtstreeks vanuit de vrachtwagen uitrijden de beste en goedkoopste oplossing. Kosten voor opslag zijn er dan immers niet. Een nadeel is dan echter wel dat de prijzen kunnen verschillen, waardoor het mogelijk dat er tijdens de periode van uitrijden meer betaald moet worden dan in een periode buiten de uitrijdperiode. Gebruikers met een opslag kunnen hier beter op in spelen. Iedere gebruiker moet voor zichzelf de afweging maken wat het beste past, opslaan of direct uitrijden.

Onder gebruikers komt beide voor. Sommige gebruikers geven de voorkeur aan opslag, anderen hebben het liever op de kopakker geleverd. De beschikbaarheid van opslag is voor de meeste gebruikers de belangrijkste factor. Eén gebruiker gaf zelfs aan een opslag te willen bouwen voor mineralenconcentraat, mocht het definitief toegelaten worden als kunstmestvervanger.



Figuur 11 (RVO, 2017)



Figuur 12 (RVO, 2017)

De beste manier van bemesten

Ook hier geeft de wetgeving een richtlijn. Voor het uitrijden gelden namelijk dezelfde regels als voor dierlijke mest (RVO, 2017). Dit betekent dat er emissiearm moet worden uitgereden. Concreet betekent dit op zand- en lössgrond dat het moet worden geïnjecteerd (figuur 11), op veen- en kleigrond is direct op de grond voldoende (figuur 12). Dit komt omdat veen en klei minder draagkrachtig zijn, en het hoge gewicht van de schijveninjecteur een probleem zou kunnen vormen.

Onderzoek geeft daarnaast aan dat er bij emissiearm uitrijden van het mineralenconcentraat de hoogste stikstofwerking is, en het minste verlies is in vergelijking met methoden die niet emissiearm zijn (Geel, Berg, Dijk, & Wustman, 2011). Emissiearm uitrijden heeft dus een positief effect. Er is een vrijstelling voor het bemesten van aardappels en graan, dit mag bovengronds d.m.v. een sleepslangensysteem (De Minister van Landbouw, 2010). Verder mag er niet-emissiearm uitgereden worden als tenminste 85% van het bouwlandperceel bedekt is.

Figuur 13 (Mechaman, 2016)

In de praktijk wordt het uitrijden van drijfmest vaak gecombineerd met de gift mineralenconcentraat. Hiermee wordt ook gelijk aan de regels voor het uitrijden voldaan. De manier van uitrijden is per gebruiker verschillend, en afhankelijk van gewas, teelt en periode van uitrijden. Op maïs- (direct na inzaai) en grasland wordt veelal de sleepslangbemester gebruikt, het kan echter ook met de mesttank uitgereden worden. Sleepslangbemesters (figuur 13) zijn over het algemeen breder dan andere bemesters, zij kunnen daardoor eenvoudiger lage giften verdelen. Vrijwel alle gebruikers combineerden de gift mineralenconcentraat met de bemesting van drijfmest. Landelijk combineerde meer dan de helft van de gebruikers het concentraat met drijfmest (Hoop, Daatselaar, Doornewaard, & Tomson, 2011)

De beste manier van doseren

Het doseren is een punt van aandacht. Dit komt door de relatief kleine giften (5 tot 10 kuub per hectare) voor bemesters. Daardoor is het lastig om de gift gelijkmatig over het perceel te verdelen. Er wordt dan zoals eerder vermeld gekozen om de bemesting te combineren met een drijfmestgift. Hierdoor worden de noodzakelijke hoeveelheden om de meststof goed te verdelen gehaald en wordt zelfs een werkgang uitgespaard. De gemiddelde gift schommelt tussen de 8 en 9 m^3 (Hoop, Daatselaar, Doornewaard, & Tomson, 2011).

Aan de andere kant zijn door de grote hoeveelheid water die het concentraat bevat methoden zoals bemesten met de veldspuit uitgesloten. Indampen of verder concentreren zou dan een uitkomst zijn. De emissie is dan echter wel hoger, hoewel methoden als aanzuren goede resultaten geven op het gebied van het verlagen van de emissie (Rietra & Velthof, 2014).

Het mineralenconcentraat toevoegen aan de mest

In de regelgeving omtrent de Pilot Mineralenconcentraat staat dat het mineralenconcentraat niet gemengd mag worden met andere mest- of afvalstoffen. Bij het uitrijden wordt de mest pas in de slang gemengd met het concentraat (RVO, 2017).

Daarnaast heeft het toevoegen als voordeel dat het water, dat ter verdunning wordt toegevoegd om de mest beter te verwerken, niet nodig is. Met als reden

dat het mineralenconcentraat door het hoge aandeel water dezelfde werking heeft.

Een deel van de gebruikers mengt het bij het uitrijden, als toevoeging aan de mest. Dit gebeurt zowel vanuit de opslag en vanuit de vrachtwagen. Het andere deel slaat het concentraat op samen met de drijfmest, dit is volgens de regelgeving echter niet toegestaan. Gebruikers gaven aan niet op de hoogte te zijn van deze regels.

Het mineralenconcentraat verdunnen

Uit onderzoek is naar voren gekomen dat het verdunnen van mineralenconcentraat een positief effect heeft op de droge stofopbrengst. Datzelfde onderzoek geeft echter aan dat er relatief meer winst is te behalen door het te injecteren dan niet-emissie arm uit te rijden. Het mineralenconcentraat verdunnen hoeft dan ook niet per se.

Uit onderzoek is eveneens gebleken dat het toevoegen van water gunstig is voor de ammoniakuitstoot (Huijsmans, 2015). Dit gaat over drijfmest. Het biedt mogelijkheden op het vlak van toevoegen, bij het toevoegen van concentraat wordt er ook meteen een deel water aan de mest toegevoegd. Dit heeft dus naast de betere verwerkbaarheid ook voordelen op het gebied van mineralenemissie.

Geen enkele gebruiker verdunde het mineralenconcentraat. Ze gebruiken het concentraat om de mest te verdunnen.

De beste tijd van toedienen, voorjaar, zomer of najaar

De beste tijd om toe te dienen is afhankelijk van het gewas. Zo is het bij gras mogelijk om het begin maart als bemesting voor de eerste snede toe te passen, maar ook ´s zomers past een bemesting met mineralenconcentraat goed op grasland. In principe kan dit het hele jaar door. Op zandgrond is het najaar echter minder geschikt om mineralenconcentraat uit te rijden, omdat er dan veel kali kan uitspoelen (Bouwkamp, 2013). Dit is slecht voor het milieu en het gewas heeft er bovendien weinig profijt van gehad. Verder moet er per gewas gekeken worden wanneer er een behoefte is aan stikstof en kali.

Figuur 14 (CBAV, 2017)

Bij maïs is bemesting vanzelfsprekend alleen mogelijk in het voorjaar omdat het gewas snel te hoog is om er zonder schade doorheen te rijden. Maïs is normaal gezien begin juli reeds een meter hoog (Schooten, Philipsen, & Groten, 2016). Het bemesten kan gebeuren net voor, of net na het zaaien. Na het zaaien moet er wel opgepast worden voor zoutschade (CBAV, 2017). Ook rijenbemesting wanneer de maïs al opgekomen is, hetzij maximaal 30 cm,

behoort tot de mogelijkheden. Dit mag met een ander type sleepslangenbemester, met slangen in plaats van kouters, als onderdeel van de ontheffing (De Minister van Landbouw, 2010), en is te zien in figuur 14.

Mineralenconcentraat kan in de aardappelteelt aanvullend op de basisbemesting en daarmee in combinatie met drijfmest worden toegediend. Naast deze gift kan er ook bemest worden in de rijen, net voor het sluiten van het gewas. De gift wordt zo verdeeld, om beter in te spelen op de behoeftes van het gewas. Bij de teelt van aardappelen worden normaal dan ook de giften opgedeeld (Veerman, 2003).

Alle gebruikers gebruikten het mineralenconcentraat in het voorjaar. Producenten en intermediairs bevestigden dit doordat zij aangaven een piek in het voorjaar te hebben. Gebruikers die het op grasland gebruikten waren voornemens het ook in de zomer te gaan bemesten. Voor een aantal gebruikers was het echter het eerste jaar dat zij het afnamen. Opvallend was dat veel gebruikers niet op de hoogte waren van het feit dat het concentraat geschikt was om ’s zomers te bemesten.

Rijenbemesting of volveldse bemesting van het concentraat

Beide methoden van bemesten zijn geschikt om toe te passen. Bij rijenbemesting moet er echter wel rekening gehouden worden met de kans op zoutschade, als de meststof te dicht bij het zaadje komt te liggen. Bij zoutschade verbrandt het zaadje, met als gevolg een groeiachterstand (CBAV, 2017).

Figuur 15 (Verloop, 2015)

Vrijwel alle gebruikers reden het concentraat volvelds (met injecteur) uit. Eén gebruiker reed het, bij wijze van rijenbemesting, over maïsland dat diezelfde dag gezaaid was.

Er liggen mogelijkheden om het mineralenconcentraat toe te dienen in dezelfde werkgang als het zaaien. Momenteel wordt dit toegepast door drijfmest toe te dienen in de rij (Verloop, 2015), te zien in figuur 15. Dit is ook mogelijk met mineralenconcentraat. Drijfmest gemengd met mineralenconcentraat is tot op heden niet mogelijk, omdat het vooraf mengen niet is toegestaan. Dat zou in de toekomst nog meer mogelijkheden bieden.

Fluctuatie van gehalten

De gehalten zijn redelijk stabiel, op basis van recente analyses zijn de gehalten goed te voorspellen (Lavrijsen, 2017). De gehalten zijn te beïnvloeden, maar dat is alleen de kant op van minder mineralen. Verdunnen is dus wel mogelijk. Dit wordt niet zo veel gedaan want op die manier neemt de hoeveelheid water alleen maar verder toe, en de effectiviteit van transport af (Lavrijsen, 2017), zeggen producenten. De meeste gebruikers sturen niet op de gehalte, en nemen ze voor kennisgeving aan.

Geschiktheid varkens- en rundveedrijfmest om te verwerken

De verwerking van rundveedrijfmest is minimaal. Momenteel is alleen varkensdrijfmest geschikt om te verwerken tot mineralenconcentraat. Het bijmengen van drijfmest van rundvee kan tot maximaal 5%. De techniek die het mogelijk moet maken om rundveedrijfmest tot mineralenconcentraat te verwerken is op dit moment nog in ontwikkeling. Het probleem zit in de lading van de ionen in de mest. De lading van C positief en negatief is verschillend, waardoor het membraan in de installatie met omgekeerde osmose niet goed werkt, en de stoffen niet goed gescheiden worden. Hierdoor kunnen er problemen ontstaan met de samenstelling van het mineralenconcentraat (Bellemakers, 2017)

Wetgeving

Wetgeving omtrent mineralenconcentraat

Er is momenteel nog weinig wetgeving omtrent mineralenconcentraat. Dit komt omdat het nog niet lang geproduceerd wordt, in 2009 zijn de proeven begonnen (Velthof G. , wur.nl/mineralenconcentraat, 2009). Het zit daarom momenteel in de experimentele fase.

Om te onderzoeken of de resultaten uit onderzoek kloppen en het mineralenconcentraat daadwerkelijk bijdraagt aan de vermindering van milieuproblemen, loopt er een pilot waarbij de producenten, intermediairs en gebruikers geregistreerd worden. Het aangevoerde mineralenconcentraat geldt dan als kunstmest. Om aan deze pilot mee te doen, dient er aan een aantal voorwaarden voldaan te worden. In Artikel 35 van de Meststoffenwet is dit experiment beschreven (Minister van Landbouw, 2005), voorwaarden voor producenten. Dit zijn veelal administratieve voorwaarden, zodat indien het ministerie onderzoek wil doen naar het mineralenconcentraat en de productie daarvan, ze alle medewerking krijgen van de producenten. In onderstaand hoofdstuk over voorwaarden staat meer over de voorwaarden voor de gebruikers beschreven.

Voorwaarden voor deelnemers aan de pilot, voor producent, intermediair en afnemer

Er zijn twee opties mogelijk bij het toepassen van mineralenconcentraat, aanmelden bij de zgn. 'Pilot Mineralenconcentraat' of niet aanmelden. Mocht de gebruiker zich aanmelden voor de pilot, dan gaat het concentraat de mestboekhouding in als 'kunstmest' en mag het bovenop de gebruikersnorm voor dierlijke mest gebruikt worden (RVO, 2017).

De voorwaarden die RVO voorschrijft zijn vooral gericht op borging, en het inzichtelijk maken van het gebruik van mineralenconcentraat om de effecten te kunnen beoordelen. Zo moet elke vracht mineralenconcentraat gewogen, bemonsterd en geanalyseerd zijn. Het moet afkomstig zijn van een producent die eveneens deelneemt aan de pilot. Het concentraat mag alleen opgeslagen worden bij de producent of de afnemer/gebruiker, waarbij het transport ook rechtstreeks van producent naar afnemer moet verlopen. Dit transport mag alleen gedaan worden door een intermediair transportbedrijf die bij RVO als zodanig bekend is. Het mengen van het mineralenconcentraat in de opslag met andere dierlijke mest- of afvalstoffen is niet toegestaan (RVO, 2017).

Daarnaast dienen de producent, intermediair en afnemer samen het Vervoersbewijs Dierlijke Meststoffen (VDM) in te vullen. Hierop staat alle informatie over de vracht, zoals waar de inhoud van afkomstig is, waar de inhoud naar toe gaat, datum van laden/lossen, gewicht en de mestcode. Deze code geeft aan wat de mestsoort is. Zo is bijvoorbeeld rundveedrijfmest code 14 (RVO, 2015). De voorwaarde van de pilot is dat er op het VDM mestcode 120 (mineralenconcentraat als kunstmestvervanger) wordt ingevuld. De werkingscoëfficiënt is dan 100% (RVO, 2017).

Wordt er aan een of meerdere voorwaarden van de pilot niet voldaan of wordt de vracht concentraat níet aangemeld, dan valt het binnen de gebruikersnorm voor

dierlijke mest. Dit houdt in dat de stikstof en fosfaat die via mineralenconcentraat bemest is, af gaat van de ruimte die de gebruiker heeft om dierlijke mest uit te rijden (RVO, 2017), of anders gezegd, mest te plaatsen.

Deze spreekwoordelijke plaatsingsruimte heeft te maken met het mestbeleid in Nederland en daaraan gekoppeld Europa. In de huidige wetgeving mag jaarlijks 170 kg stikstof afkomstig zijn uit dierlijke mest. De totale ruimte (mest plus kunstmest) voor de bemesting van stikstof en fosfaat is dikwijls groter dan die 170 kg. Dit is afhankelijk van de teelt (RVO, 2017) en de bodemtoestand (RVO, 2017). Bovendien mag er meer bemest worden als er (aangetoond) de laatste 3 jaar bovengemiddelde opbrengsten behaald zijn (Zaken, 2017). Of een opbrengst bovengemiddeld is hangt af van het gewas, in tabellen die door de overheid zijn gemaakt is te zien of de opbrengst bovengemiddeld is. Daarnaast is de gebruiksruimte afhankelijk van deelname aan derogatie. Ondernemers kunnen vrijstelling (derogatie) krijgen als er voldaan is aan Europese voorwaarden, zoals een verhouding van grasland en maïsland van 80:20. Veehouder mogen dan respectievelijk 230 kg (zand- en lössgrond) en 250 kg (klei- en veengrond) stikstof uit dierlijke mest uitrijden (RVO, 2017).

De definitie van dierlijke mest in de Nitraatrichtlijn is "Uitwerpselen van dieren, ook als het gaat om de verwerkte vorm." (Ministerie van EZ, 2014) De definitie uit de in Nederland geldende Meststoffenwet luidt als volgt: *dierlijke meststoffen: uitwerpselen van voor gebruiks- of winstdoeleinden gehouden dieren, daaronder begrepen de geheel of gedeeltelijk verteerde maag- of darminhoud van deze dieren en mengsels van strooisel met de uitwerpselen, alsook producten daarvan;* (Ministerie van Landbouw, 2016). Beide definities geven aan dat producten van of verwerkte uitwerpselen van dieren onder dierlijke mest vallen. Mineralenconcentraat is een verwerkte vorm van mest, en valt daarmee dus onder dierlijke mest. De werking is hoger dan die van dierlijke mest, en het werkingspercentage benadert die van kunstmest (Sikkema, 2015).

Artikel 9

1 Overige anorganische meststoffen die hoofdzakelijk zijn bedoeld om primaire nutriënten te leveren, bevatten ten minste één van de volgende nutriënten, in de daarbij vermelde minimale hoeveelheid, uitgedrukt in gewichtsprocenten van de droge stof:

a. meststof, bedoeld voor het leveren van stikstof:

– stikstof (N) totaal: 5;

b. meststof, bedoeld voor het leveren van fosfaat:

– fosfaat (P_2O_5) totaal: 5;

c. meststof, bedoeld voor het leveren van kali:

– kali (K_2O) oplosbaar in water: 5.

2 Overige anorganische meststoffen die hoofdzakelijk zijn bedoeld om secundaire nutriënten of micronutriënten te leveren, bevatten ten minste één van de bij ministeriële regeling aangewezen secundaire nutriënten of micronutriënten, in de bij deze regeling vastgestelde minimale hoeveelheid.

Figuur 16 (Ministerie van Landbouw, 2016)

Dit geeft problemen bij het gebruik en afzet van het mineralenconcentraat. Het valt onder dierlijke mest, hoewel de eigenschappen dichter bij kunstmest liggen. Veehouders die hun gehele plaatsingsruimte vullen met (eigen) mest, zijn bij een status van dierlijke mest voor mineralenconcentraat bij voorbaat al uitgesloten om het mineralenconcentraat te gebruiken. Zij mogen

echter wel kunstmest aanvoeren om de gebruiksruimte, mocht deze hoger zijn dan 170 kg N uit dierlijke mest maal de werkingscoëfficiënt, op te vullen.

De huidige voorwaarden voor kunstmest zijn Europees vastgelegd, en worden beschreven in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet, Artikel 9 (Ministerie van Landbouw, 2016). Daarin staat, zoals in Figuur 16, dat het minimale massa van de mineralen van de meststoffen minimaal 5% is. Mineralenconcentraat voldoet hier vooralsnog niet aan. Ook dient (stikstof)kunstmest volgens de Europese Mestverordening 2% stikstof te bevatten, mineralenconcentraat schommelt rond de 1% (Eurofins, 2017).

Voor kalium en andere mineralen/sporenelementen is geen wetgeving, en zijn geen maximale hoeveelheden of normen opgenomen in de Meststoffenwet.

Ontwikkelingen in wetgeving

De oplossing van dit probleem is er voor zorgen dat mineralenconcentraat niet meer onder de noemer dierlijke mest valt. Europarlementariër Jan Huitema is overtuigd van de werking van mineralenconcentraat en neemt het voortouw in het zorgen dat mineralenconcentraat als kunstmest te boek komt te staan (Vermaas, 2017). Alle erkende organische meststoffen behalve die afkomstig van dierlijke mest, mogen gebruikt worden bovenop de gebruiksnorm van 170 kg stikstof van dierlijke mest. Deze ongelijkheid dient rechtgetrokken te worden vindt Huitema. Zijn voorstel is een nieuwe definitie van dierlijke mest. *"Dierlijke mest is dierlijke mest, behalve als het zodanig verwerkt is dat het aan de eisen voldoet van de Europese Meststoffenverordening en een werkingscoëfficiënt heeft van 80%"* (Vermaas, 2017). Door de nieuwe definitie valt mineralenconcentraat niet meer onder dierlijke mest, waardoor het boven op gebruiksnorm dierlijke mest gebruikt kan worden.

Daarnaast is het ook mogelijk om derogatie aan te vragen om mineralenconcentraat te gebruiken als kunstmestvervanger. Toenmalig staatssecretaris van Economische Zaken (Landbouw) Martijn van Dam gaf in 2016 aan zich hard te maken voor een aparte derogatie voor innovatieve producten zoals mineralenconcentraat, zodat dit leidt tot de verruiming van de toepassingen van dierlijke mest (Dam, 2016).

Deze veranderingen bieden meer mogelijkheden voor veehouders. Mocht er een overschot zijn op het bedrijf, dan moet de veehouder investeren in mestafvoer, om vervolgens kunstmest terug te kopen. Het omzetten van deze mest in mineralenconcentraat en zo de waardevolle mineralen op het bedrijf houden om de gebruiksruimte mee te vullen en te fungeren als kunstmestvervanger, kan dan tot de mogelijkheden gaan behoren.

Kosten en opbrengsten

Financieel

De kosten van het concentraat variëren. Dit is afhankelijk van de periode van het jaar en afstand die de intermediair af moet leggen van de installatie naar de gebruiker/afnemer.

Er zijn vanzelfsprekend verschillen tussen intermediairs en loonwerkers, toch zijn onderstaande bedragen representatief te noemen voor de transacties die plaatsvinden (Lavrijsen, 2017).

Er zijn twee perioden te onderscheiden waarin de prijs verschilt, nl. het voorjaar (en zomer) en de winter (en najaar). Joost Lavrijssen van loonbedrijf Houbraken geeft aan dat zij het mineralenconcentraat in hun werkgebied in het voorjaar voor € 0,25 per kilo N leveren, wat per kuub uitkomt tussen € 1,50 en € 2,-. Dit is inclusief uitrijden. De rest van Nederland krijgt het geleverd voor 0 euro per kuub, dan wordt het gelost op de kopakker of in de opslag. Dat is exclusief uitrijden (Lavrijsen, 2017).

Over de loonwerkkosten zijn de meningen verdeeld, ook onder de gebruikers. De kosten voor het uitrijden liggen over het algemeen zo rond de € 2,- á € 2,50 (Verboom, 2017). Dit zijn de kosten voor het uitrijden, inclusief drijfmest. Het mineralenconcentraat vervangt in de meeste gevallen het water wat wordt toegevoegd, en dus zijn er per saldo geen extra 'kuubs' die uitgereden moeten worden. Bij deze redenering zouden de loonwerkkosten nul zijn. Als er alleen mineralenconcentraat wordt uitgereden, en niet wordt toegevoegd aan andere mest, dan gelden vanzelfsprekend wel de kosten van € 2,- á € 2,50.

Saldoberekening mineralenconcentraat vs. kunstmest				
Gehalten MC:	8 kg/ton	N-totaal		
	10 kg/ton	K2O		
Werking MC:	80% (N)	100% (K2O)		
Gift MC:	7 m3			
		N	**K2O**	
Bemeste nutriënten:		44,8 kg	70 kg	
Kosten:				€ -
KAS(27):	165 kg	44,55 kg		€ 37,41
Patentkali (60%)	115 kg		69 kg	€ 33,01
Kosten:				€ 70,42
Verschil per hectare:		€ 70,42		

Figuur 17

Op bovenstaande saldoberekening is een gift van 7 m^3 mineralenconcentraat (werking 80%) afgezet tegen de kosten van kunstmest (werking 100%) die gestrooid moet worden om dezelfde kilo's, afgerond, stikstof en kali op het land te brengen. De kosten van de kunstmest zijn de gemiddelde prijzen van 2017 (LEI, 2017). Bij de saldoberekening is alleen rekening gehouden met de aankoop van de kunstmest, en zijn geen kosten voor het uitrijden van de kunstmest

gerekend. Deze zijn laag, zo'n 1,3 liter per hectare (Mombarg, Kool, & Corré, 2003). Dat is in deze berekening met een prijs van 86 eurocent per liter een kostenpost van € 1,12. Daar staat tegenover dat er voor het uitrijden van het mineralenconcentraat eveneens geen kosten gerekend zijn, omdat het gecombineerd wordt met een drijfmestgift. Het verschil in kosten komt uit op zo'n € 70,42 per hectare. Voor een gebruiker die 30 ha. land bemest met een gift van 7 m^3 i.c.m. drijfmest scheelt het € 2.112,60 aan kunstmestkosten. Wordt er uitgegaan van een werkingscoëfficiënt van 100%, dan is het verschil € 82,05 per hectare.

Dit komt overeen met wat gebruikers zeggen. Zij geven aan dat de opbrengsten niet merkbaar zijn gestegen of gezakt, maar dat de kosten merkbaar zijn afgenomen. Het blijft dan ook een van de belangrijkste redenen om het concentraat te gebruiken.

Bodem en plant

Op het gebied van bodem en plant kent het gebruik van mineralenconcentraat niet veel nadelen. De pH van het product is met ruim 8 hoog (bijlage 1, 2 en 3) te noemen. Aangezien op meer dan 15% van alle percelen in Nederland de pH te laag is heeft de bemesting op dit gebied een toegevoegde waarde (Heijmans, 2015). Daarnaast worden er sporenelementen aan de bodem toegevoegd. Dit heeft eveneens geen negatieve effecten, maar is juist positief omdat sporenelementen voor diversiteit in de bodem zorgen en een graadmeter zijn voor de gezondheid van de bodem (NVLV, 2017).

Het is echter de vraag wat de invloed is van de hoeveelheid aangevoerde kali is op de kringloop. De aanvoer wordt groter, terwijl de afvoer waarschijnlijk redelijk gelijk blijft. Onderzoek zou kunnen uitwijzen wat de gevolgen zijn van een verhoogd aandeel kali in het rantsoen of in de bodem. De meest doeltreffende manier voor de gebruiker van mineralenconcentraat om overzicht te houden is door grond- en eventueel kuilmonsters te nemen waarop het aandeel kali inzichtelijk is gemaakt. Zo kan er eenvoudig gestuurd worden.

Bibliografie

A.R.T.S. Research and Development. (2017). *arts-info.eu/bemesting.* Opgehaald van arts-info.eu: http://www.arts-info.eu/plantkunde/bemesting

Ballance Agri-Nutrients Limited . (2017). *ballance.co.nz/our-science.* Opgehaald van ballance.co.nz: http://www.ballance.co.nz/Our-Science/Library/Articles/Horticulture/Phosphate-and-potatoes

Beekman, J. (2010). Mineralen hebben invloed op productie. *Melkvee*.

Bellemakers, R. (2017, mei). Interview Ruud Bellemakers (eigenaar VP-Hobe). (R. Franken, Interviewer)

Bennink, P. (2014). Plantenvoedsel. *Tuin en Landschap*.

Beynen, A., Blok, C., Boer, D. D., & Duinkerken, G. v. (2005). *Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen en geiten.* Lelystad: Commissie Minerale Voeding.

Blauw, V. d., & Vermeulen, P. (2013). *Het gebruik van effluent bij aardappelen.* Boerenbond.

Bokhorst, J. (2017). *goedbodembeheer.nl/kalium.* Opgehaald van goedbodembeheer.nl: http://goedbodembeheer.nl/anders-kijken/bodem-en-stoffen/128-kalium

Bouwkamp, T. (2013). *Nieuwe mest, oude kracht.* Masterplan Mineralen.

Bussink, D., Schöll, L. v., Draai, H. v., Middelkoop, J. v., & Hulshof, G. (2014). *Naar een herziening van kali-advies grasland.* Wageningen: Nutriënten Management Instituut NMI.

Bussink, W. (2017). *Benut N-meststoffen optimaal, te beginnen in het voorjaar.* Wageningen: CBGV-NMI.

CBAV. (2017). *Handboek Bodem en Bemesting.* LTO Nederland.

CBGV. (2017). *Bemestingsadvies.* Wageningen: Wageningen UR.

CBS. (2016). *CBS.nl/nieuws.* Opgehaald van CBS.nl: https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/21/voor-het-eerst-in-9-jaar-meer-blijvend-grasland

Dam, M. v. (2016, maart). *Kamerbrief nadere invulling van het stelsel van fosfaat voor melkvee.* Opgehaald van Kamerbrief nadere invulling van het stelsel van fosfaat voor melkvee: Kamerbrief nadere invulling van het stelsel van fosfaat voor melkvee

Dasselaar, A. v.-v., & Boomaerts, A. (2000). *Vergelijking van teelt van Gehele Plant Silage en teelt van snijmaïs.* Lelystad: Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden.

De Minister van Landbouw, N. e. (2010). Staatscourant. In *Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 10 juni 2010, nr. 123451, houdende tijdelijke vrijstelling van artikel 5, eerste lid, van het Besluit gebruik meststoffen.*

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. (2013). *encyclo.nl.* Opgehaald van encyclo.nl: http://www.encyclo.nl/2013/lokaal/11029

Dijk, W. v., Spruijt, J., Runia, W., & Geel, W. v. (2012). *RUIMERE VRUCHTWISSELING: VOOR- EN NADELEN VOOR NUTRIËNTENBENUTTING EN BEDRIJFSECONOMIE.* Wageningen: PPO.

Duinkerken, G. v., & Bussink, W. (sd). Mineralen voeren of bemesten? *Veeteelt*.

Eurofins. (2013). *eurofins-agro.com.* Opgehaald van eurofins-agro.com: http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/mais-de-grond-hoeveel-kali-kan-er-op

Eurofins. (2017, maart). *Mineralenconcentraat als kunstmestvervanger.* Opgehaald van eurofins-agro.com: http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/mineralenconcentraat-als-kunstmestvervanger

Europese Commissie. (2010). *De Europese Nitraatrichtlijn.* Brussel: Europese Commissie. Opgehaald van http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates/nl.pdf

Fraters, B., Boumans, L., Leeuwen, T. V., & Reijs, J. (2007). *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en.* Bilthoven: RIVM.

Geel, W. v., Berg, W. v., Dijk, W. v., & Wustman, R. (2011). *Aanvullend onderzoek mineralenconcentraten.* Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. .

Genugten, T. v. (2017, maart). Bezoek Tontrans. (R. Franken, Interviewer)

Goff, J., & Horst, R. (1996). *Effects of the Addition of Potassium or Sodium, but Not Calcium, to Prepartum Rations on Milk Fever in Dairy Cows.* Ames: USDA.

Haan, J. D., & Geel, W. V. (2017). *kennisakker.nl/sporenelementen.* Opgehaald van kennisakker.nl: http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-sporenelementen

Haas, M. D., & Dijk, T. V. (2010). *Inventarisatie klimaatvriendelijke kunstmest.* Wageningen: NMI.

Hanegraaf, M., & Alebeek, F. v. (2013). *Herkenningskaart nutriëntenbeschikbaarheid.* Wageningen: NMI-PPO-AGV.

Heijmans, T. (2015). Elke meter de optimale pH. *Veeteelt*.

Hoop, J. D., Daatselaar, C., Doornewaard, G., & Tomson, N. (2011). *Mineralenconcentraten uit mest.* Wageningen: LEI.

Huijsmans, J. (2015). *Mest verdunnen met water geeft minder ammoniakemissie.* Opgehaald van wur.nl/nieuws: http://www.wur.nl/nl/nieuws/Mest-verdunnen-minder-ammoniakemissie.htm

IRS. (2017). *irs.nl/teelthandleiding.* Opgehaald van irs.nl: https://www.irs.nl/alle/teelthandleiding/4.4-fosfaatbemesting

Janssen, M. (2015). *Metaalbalansen van landbouwgronden.* Wageningen: Open Universiteit.

Koch Eurolab. (2015). *eurolab.nl/kalkammonsalpeter.* Opgehaald van eurolab.nl: http://www.eurolab.nl/meststof-kalkammonsalpeter-g.htm

Koch Eurolab. (2017). *eurolab.nl/kalium.* Opgehaald van eurolab.nl: http://www.eurolab.nl/text-kalium-g.htm

Koeijer, T. D., Hoogeveen, M., & Luesink, H. (2011). *Synthese monitoring mestmarkt.* Wageningen: WUR.

Lavrijsen, J. (2017, juni). Interview Joost Lavrijsen (medewerker Houbraken BV). (R. Franken, Interviewer)

LEI. (2017). *lei.wur.nl/kunstmestprijzen.* Opgehaald van lei.wur.nl: http://www3.lei.wur.nl/prijzenpopup/default.aspx?lang=0

Lenntech. (2017). *Lenntech.nl/schadelijke-stoffen.* Opgehaald van Lenntech.nl: http://www.lenntech.nl/schadelijke-stoffen/nitraat-en-nitriet.htm

Lijster, E. d. (2016). Cosun breidt bietenareaal in 2017 uit met 20 procent. *Boerenbusiness*.

Martineau, E., Domec, J.-C., Bosc, A., & Denoroy, P. (2016). *The effects of potassium nutrition on water use in field-grown maize.* Bordeaux: Bordeaux Sciences Agro.

Marwijksoord, P. (2015). Kali in maïs veel belangrijker dan fosfaat. *Melkvee*.

Meijering, L. (2014). Kaligift aardappelen niet snel te hoog. *Boerderij*.

Middelkoop, J. V., & Holshof, G. (2011). *Stikstofwerking van mineralenconcentraten op.* Lelystad: Wageningen UR Livestock Research.

Milieudefensie. (2017). *Maak mestoverschot niet ons probleem.* Opgehaald van milieudefensie.nl/perbericht: https://milieudefensie.nl/nieuws/pers/berichten/maak-mestoverschot-niet-ons-probleem

Minister van Landbouw, N. e. (2005). *wetten.nl.* Opgehaald van wetten.nl: http://wetten.overheid.nl/BWBR0018989/2017-04-07

Ministerie van EZ. (2014). *5e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2014-2017.* Den Haag: Minsterie van Economische Zaken.

Ministerie van Landbouw. (2016). *Meststoffenwet.* Opgehaald van wetten.nl: http://wetten.overheid.nl/BWBR0004054/2016-03-01

Mombarg, H., Kool, A., & Corré, W. (2003). *De telen met toekomst energie- en klimaatlat.* Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM).

Nordic Folkecenter. (2017). *folkecenter.net/wgk.* Opgehaald van folkecenter.net: http://www.folkecenter.net/gb/rd/transport/fuels-and-supply/plant_oil/wgk/

NVLV. (2017). *Netwerk Vitale Landbouw en Voeding: Bemesting? Niet de plant, maar het bodemleven voeden.* Opgehaald van nvlv.nl: http://www.nvlv.nl/index.asp?menu=030101

Oonk-Nooren, K. (2008). Kali is duur maar cruciaal. *Boerderij*.

Paauw, J. (2002). *Het belang van magnesium-, mangaan en zwavelbemesting.* Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Philipsen, B. (2013). Opgehaald van http://www.verantwoordeveehouderij.nl/show/Kali-op-lichte-gronden-aandachtspunt-in-nazomer.htm

Philipsen, B., & Bos, A.-J. (2016). *verantwoordeveehouderij.nl/nieuws.* Opgehaald van verantwoordeveehouderij.nl: http://www.verantwoordeveehouderij.nl/show/Gehaltes-dierlijke-mest-weer-wat-lager-.htm

Philipsen, B., & Middelkoop, J. v. (2013). *wur.nl/nieuws.* Opgehaald van wur.nl: http://www.wur.nl/nl/show/Let-op-natriumbemesting-voor-smakelijk-weidegras.htm

Rietra, R., & Velthof, G. (2014). *Stikstofwerking van mineralenconcentraat.* Wageningen: Alterra.

RIVM. (2017). *rvs.rivm.nl/stoffen/fosfaat.* Opgehaald van rivm.nl: https://rvs.rivm.nl/zoeksysteem/stof/detail/2518

Ros, G., & Boer, D. D. (2011). *Notitie betreffende het belang van borium in maïs .* CBGV.

RVO. (2014). *Werkingscoëfficiënt dierlijke en andere organische meststoffen 2014-2017.* Deventer: RVO.

RVO. (2015). *Forfaitaire stikstof- en fosfaatgehalten in dierlijke mest.* Opgehaald van rvo.nl: https://mijn.rvo.nl/documents/20448/22081/Tabel+5+Stikstof-+en+fosfaatgehalten+in+dierlijke+mest+2015-2017/482a320b-f5f3-47ef-b077-8d6d600b615b

RVO. (2015). *Gemiddelde samenstelling organische stoffen in bulk.*

RVO. (2017). *Derogatie.* Opgehaald van rvo.nl: http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/gebruiksruimte-berekenen/derogatie

RVO. (2017). *RVO.nl/fosfaatgebruiksnormen.* Opgehaald van RVO.nl: http://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/04/Tabel%202%20%20Fosfaatgebruiksnormen%202014-2017%282%29.pdf

RVO. (2017). *rvo.nl/onderzoek-mineralenconcentraat.* Opgehaald van rvo.nl: http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest/mest-bewerken-en-behandelen/onderzoek-mineralenconcentraat

RVO. (2017). *RVO.nl/stikstofgebruiksnormen2017.* Opgehaald van RVO.nl: http://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/12/Tabel-1-Stikstofgebruiksnormen-2017.pdf

Schooten, H. v., Philipsen, B., & Groten, J. (2016). *Handboek Snijmaïs.* Wageningen: Wageningen Livestock Sciences.

Schoumans, O., Willems, J., & Duinhoven, G. v. (2008). *30 vragen en antwoorden over fosfaat.* Wageningen: Alterra .

Sikkema, A. (2015). Mineralenconcentraat is goed alternatief voor kunstmest. *Resource*.

Stok, B. (2014). Wat is de functie van fosfaat? *Akkerwijzer*.

The N.C. Department of Agriculture and Consumer Services'. (2017, april). *ncagr.gov/nutrients/nitrogen.* Opgehaald van ncagr.gov: http://www.ncagr.gov/CYBER/kidswrld/plant/nutrient.htm#Nitrogen

Veerman, A. (2003). *TEELTHANDLEIDING CONSUMPTIEAARDAPPELEN - BEMESTING.* Opgehaald van kennisakker.nl: http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-consumptieaardappelen-bemesting

Velthof, G. (2009). *wur.nl/mineralenconcentraat.* Opgehaald van wur.nl/project: http://www.wur.nl/nl/project/Vervolg-mineralenconcentraten.htm

Velthof, G. (2015). Kunstmestvervanger nog in ontwikkeling. *Melkvee*.

Velthof, G., & Hummelink, E. (2011). *Ammoniak- en lachgasemissie na toediening van mineralenconcentraten.* Wageningen: Alterra.

Ven, G. V., Ooms, L., Bries, J., Odeurs, W., Vliegher, A. D., & Latré, J. (2013). *Optimalisatie bemesting van maïs.* Brussel: Departement Landbouw en Visserij.

Verboom, B.-J. (2017, mei). Interview Verboom (gebruiker en loonwerker). (R. Franken, Interviewer)

Verloop, K. (2015). *wur.nl/nieuws.* Opgehaald van wur.nl: http://www.wur.nl/nl/nieuws/Aandacht-voor-drijfmest-rijenbemesting-en-bodemstructuur-1.htm

Vermaas, M. (2017). 'Product uit dierlijke mest niet achterstellen'. *Boerderij*.

VITO. (2017, april). *vito.be/omgekeerde-osmose.* Opgehaald van vito.be: https://emis.vito.be/nl/techniekfiche/omgekeerde-osmose

Willems, H. (2017, april). Interview Henk Willems (eigenaar VP-Hobe). (R. Franken, Interviewer)

Wilting, P. (2017). *irs.nl/nieuws.* Opgehaald van irs.nl: https://www.irs.nl/bemesting/nieuws/756-natrium-goed-voor-suikerbieten-op-zand-en-dalgronden

Yara. (2017). *yara.nl/rol-van-magnesium.* Opgehaald van yara.nl: http://www.yara.nl/gewasvoeding/gewassen/aardappel/belangrijkste-feiten/rol-van-magnesium/

Zaken, S. v. (2017). *Staatscourant.* Opgehaald van https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2017-20255.html

Bijlage 1
Monster Agro America

Groen Agro Control
LABORATORIUMONDERZOEK & ADVIES

Distributieweg 1
2645 EG Delfgauw
Tel. : +31 (0)15 2572511
Fax : +31 (0)15 2572522
Mail: info@agrocontrol.nl

Analyse rapport

Hans Rietveld Agrarische Bemiddeling BV
Hoogeind 24a
4143 LX LEERDAM

Rapport

Rapportnummer	: C5579888	Monstercode	: XX170517617	Aantal pagina's	: 1
Datum rapport	: 2-6-2017	Bemonsterd	: niet door GAC		
Datum monstername:		Analyse	: Extra		
Datum ontvangst	: 17-5-2017	Omschrijving	: Agro America		
Klantnummer	: 9617	Locatie	: Hans Rietveld Agrarische Bemiddeling BV		

De resultaten in het rapport hebben alleen betrekking op het onderzochte monster

Resultaten

Parameter	Resultaat
pH	8.2
Droge stof	34 kg/ton
Organische stof	17 kg/ton
Magnesium (MgO)	< 1.0 kg/ton
Natrium (Na2O)	2.1 kg/ton
Fosfaat (P2O5)	0.07 kg/ton
Kalium (K2O)	9.6 kg/ton
Ammonium (NH4)	5.3 kg/ton
N-totaal	- kg/ton
Zwavel (S)	0.010 % d.s.
Borium (B)	64 mg/kg d.s.
Koper (Cu)	17 mg/kg d.s
IJzer (Fe)	210 mg/kg d.s
Molybdeen (Mo)	< 5.0 mg/kg d.s
Mangaan (Mn)	100 mg/kg d.s
Zink (Zn)	33 mg/kg d.s

Bijlage 2
Monster Houbraken

Groen Agro Control
LABORATORIUMONDERZOEK & ADVIES

Distributieweg 1
2645 EG Delfgauw
Tel. : +31 (0)15 2572511
Fax : +31 (0)15 2572522
Mail: info@agrocontrol.nl

Analyse rapport

Hans Rietveld Agrarische Bemiddeling BV
Hoogeind 24a
4143 LX LEERDAM

Rapport

Rapportnummer	: C5579044	Monstercode	: XX170503650	Aantal pagina's	: 1
Datum rapport	: 1-6-2017	Bemonsterd	: niet door GAC		
Datum monstername:		Analyse	: Extra		
Datum ontvangst	: 3-5-2017	Omschrijving	: Concentraat Houbraken		
Klantnummer	: 9617	Locatie	: Hans Rietveld Agrarische Bemiddeling BV		

De resultaten in het rapport hebben alleen betrekking op het onderzochte monster

Resultaten

Parameter	Resultaat
pH	8.1
Droge stof	30 kg/ton
Organische stof	14 kg/ton
Magnesium (MgO)	< 1.0 kg/ton
Natrium (Na2O)	2.4 kg/ton
Fosfaat (P2O5)	< 0.07 kg/ton
Kalium (K2O)	8.2 kg/ton
Ammonium (NH4)	4.4 kg/ton
N-totaal	5.5 kg/ton
Zwavel (S)	0.034 % d.s.
Borium (B)	45 mg/kg d.s.
Koper (Cu)	61 mg/kg d.s
IJzer (Fe)	240 mg/kg d.s
Molybdeen (Mo)	< 5.0 mg/kg d.s
Mangaan (Mn)	69 mg/kg d.s
Zink (Zn)	80 mg/kg d.s

Bijlage 3
Monster Tontrans

Groen Agro Control
LABORATORIUMONDERZOEK & ADVIES

Distributieweg 1
2645 EG Delfgauw
Tel. : +31 (0)15 2572511
Fax : +31 (0)15 2572522
Mail: info@agrocontrol.nl

Analyse rapport

Hans Rietveld Agrarische Bemiddeling BV
Hoogeind 24a
4143 LX LEERDAM

Rapport

Rapportnummer	: C5579043	Monstercode	: XX170503649	Aantal pagina's	: 1
Datum rapport	: 1-6-2017	Bemonsterd	: niet door GAC		
Datum monstername:		Analyse	: Extra		
Datum ontvangst	: 3-5-2017	Omschrijving	: Tontrams MC		
Klantnummer	: 9617	Locatie	: Hans Rietveld Agrarische Bemiddeling BV		

De resultaten in het rapport hebben alleen betrekking op het onderzochte monster

Resultaten

Parameter	Resultaat
pH	8.4
Droge stof	34 kg/ton
Organische stof	10 kg/ton
Magnesium (MgO)	< 1.0 kg/ton
Natrium (Na2O)	2.8 kg/ton
Fosfaat (P2O5)	< 0.07 kg/ton
Kalium (K2O)	10.3 kg/ton
Ammonium (NH4)	3.5 kg/ton
N-totaal	7.9 kg/ton
Zwavel (S)	0.04 % d.s.
Borium (B)	78 mg/kg d.s.
Koper (Cu)	23 mg/kg d.s
IJzer (Fe)	250 mg/kg d.s
Molybdeen (Mo)	< 5.0 mg/kg d.s
Mangaan (Mn)	92 mg/kg d.s
Zink (Zn)	44 mg/kg d.s

Bijlage 4
Interviews

Vragen voor klanten die mineralenconcentraat reeds gebruiken.

Naam & gegevens: [redacted], *200 stuks melkvee*

- Type bedrijf en grondsoort(en)?
  Melkveehouderij, kleigrond.
- Op welke gewassen wordt MC toegediend?
  Grasland (maaipercelen) en maïsland.
- Opslag: Zo ja, hoe? Of rechtstreeks vanaf vrachtwagen?

  Opslag voor korte tijd. Kool geeft aan dat langdurige opslag samen met rundveedrijfmest ongewenste, gevaarlijke chemische reacties geeft. Mocht MC definitief als kunstmest worden toegelaten, dan behoort een opslag bouwen tot de opties. Rechtstreeks vanaf vrachtwagen gebeurt ook.

- Hoe wordt de MC toegediend? Wat is de gift per hectare?
  Sleepslang (sleufkouter, 12 meter breed). Gift op grasland is ongeveer 7 kuub per hectare. Bij maïs schommelt dit tussen 12 en 20 kuub per hectare.

- Wel of niet toevoegen aan drijfmest? Verdund of onverdund?
  Beide. Alles wordt onverdund toegevoegd.

- Wanneer wordt het concentraat toegediend? Voorjaar, zomer of najaar?
  Voorjaar.
- Gehalten? Van welke installatie is het afkomstig? Varkens of rundveedrijfmest?
  Varkensdrijfmest, afkomstig van Agro America.

- Hoe ziet de kunstmestgift er nu uit op land waar MC is bemest?

  Bemesting met mineralenconcentraat op grasland vervangt kunstmestgift. Ook op maïsland kan minder kunstmest gestrooid worden.

- Wat zijn de kosten van MC? Concentraat + uitrijden/loonwerkkosten

  Gemiddeld genomen kost MC niets. Af en toe komen er alleen kosten bij voor het uitrijden van het concentraat (loonwerkkosten).

- Wat doet de kali? Is de overmaat kali (bij grasland) een bottleneck en merkbaar, of niet?
  Graspercelen die bemest zijn met MC worden afwisselend in de lagen ingekuild. Wordt dus gemengd met 'niet-bemest' (met MC) gras. Droge koeien krijgen zeer weinig gras, vanwege het redelijk hoge K-gehalte van het gras en daardoor de kans op gezondheidsproblemen na het afkalven. De overmaat kali kan in dit geval dus zeker wel een bottleneck vormen.

  Kali is over het algemeen de beperkende factor.

- Hoe ziet het rantsoen eruit?

Melkvee: 50% gras, 50% maïs
Droog vee: slechts 15 á 20% gras, zie bovenstaande redenen.

- Wat vindt de voeradviseur e.d. ervan?

Voeradviseur heeft er geen problemen mee. Wel wordt er in het rantsoen duidelijk rekening mee gehouden, er worden namelijk vrijwel alleen kali-arme krachtvoerproducten e.d. aangekocht.

- Hoe is het bevallen? Waar is dit op gebaseerd? Gaat de ondernemer het in de toekomst opnieuw gebruiken?
  Het bevalt de veehouder goed, en blijft het in de toekomst gebruiken. Niet op alle percelen, en niet ieder jaar.

  [redacted] *vraagt zich af hoe het staat met de kali-kringloop. Doordat er relatief weinig kali via melk en dieren (geen mest) wordt afgevoerd en er zeer veel kali wordt aangevoerd via het mineralenconcentraat raakt kringloop verstoord. En wat doet de overmaat kali die uitspoelt? Het is belangrijk om te weten wat de kali doet in de grond, en wat voor gevolgen uitspoeling heeft. Op mens, dier en milieu.*

- Heeft het invloed op de opbrengsten? Zijn deze merkbaar hoger of zijn de kosten merkbaar lager bij zelfde opbrengst?
  Kosten zijn lager bij dezelfde opbrengst. Er hoeft veel minder kunstmest gestrooid te worden.

- Fosfaattoestand percelen?

  Bij (maïs)percelen op afstand met een hoge fosfaattoestand kan de gift mineralenconcentraat de drijfmestbemesting vervangen. Bijvoorbeeld: 30 kuub drijfmest x 6 kg K per kuub = 180 kg K. 180 kg K / 10 kg K uit MC = 18 kuub MC. Met een gift van 18 á 20 kuub MC kunnen de percelen dan bemest worden. De rundveedrijfmest kan dan ter additie op weides rondom het bedrijf uitgereden worden. Dit levert kostenbesparing op: De loonwerker kan i.s.m. met leverancier mineralenconcentraat op een goede manier (goed resultaat door voldoende kuubs per hectare) uitrijden. Er zijn geen transportkosten van de mest van het bedrijf naar de percelen op afstand. Doordat de hoge opbrengsten (ook gras) rondom het bedrijf worden gehaald door de zwaardere bemesting, zijn deze transportkosten tijdens de oogst eveneens laag.

Vragen voor klanten die mineralenconcentraat reeds gebruiken.

Naam & gegevens: [redacted], *75 stuks melkvee*

- Type bedrijf en grondsoort(en)?
  Melkveehouderij, zandgrond.
- Op welke gewassen wordt MC toegediend?
  Grasland, de 'maaipercelen'.
- Opslag: Zo ja, hoe? Of rechtstreeks vanaf vrachtwagen?

  Ja, opslag. Wordt in putten onder stal gelost, vervolgens gemixt. Week naderhand wordt het uitgereden. Reden: MC maakt put dunner en daarmee het mixen en laden uit de put gemakkelijker.

- Hoe wordt de MC toegediend? Wat is de gift per hectare?
  Met mesttank (schijvenbemester).
  213 kuub in totaal (140 kuub in juni, 70 kuub in augustus), over 10 hectare. Gift is dus 14 kuub per hectare in juni en 7 kuub per hectare in augustus.

- Wel of niet toevoegen aan drijfmest? Verdund of onverdund?

  Ja, het wordt wel toegevoegd aan drijfmest. Onverdund.

- Wanneer wordt het concentraat toegediend? Voorjaar, zomer of najaar?
  Zomer, na de tweede snede.
- Gehalten? Van welke installatie is het afkomstig? Varkens of rundveedrijfmest?
  Varkensdrijfmest, afkomstig van Agro America.

  **De veehouder heeft ook varkens, de tankauto brengt in dit geval mineralenconcentraat en neemt varkensdrijfmest mee terug. Goed voor de kringloop op het bedrijf.*

- Hoe ziet de kunstmestgift er nu uit op land waar MC is bemest?

  De toevoeging van mineralenconcentraat vervangt de kunstmestgift op de maaipercelen.

- Wat zijn de kosten van MC? Concentraat + uitrijden/loonwerkkosten

  Nu niet bekend.

- Wat doet de kali? Is de overmaat kali (bij grasland) een bottleneck en merkbaar, of niet?
  De overmaat kali is niet merkbaar, en levert geen problemen op.

- Hoe ziet het rantsoen eruit?
  Melkvee: 60% gras, 40% maïs.
  Droog vee: 85% gras, 15% maïs.
  MC wordt niet op weidepercelen toegediend, dus gezondheidsrisico's worden lager.
  Bovendien biedt 40% maïs in rantsoen stevige buffer. Droge koeien lopen meer risico door hoger gehalte gras in rantsoen.

- Wat vindt de voeradviseur e.d. ervan?

  Hebben er geen problemen mee. Product is aanbevolen door mesthandelaar ([redacted]).

- Hoe is het bevallen? Waar is dit op gebaseerd? Gaat de ondernemer het in de toekomst opnieuw gebruiken?
  Het is goed bevallen. De (zichtbare) werking is echter langzamer dan kunstmest.

- Heeft het invloed op de opbrengsten? Zijn deze merkbaar hoger of zijn de kosten merkbaar lager bij zelfde opbrengst?
  (Merkbaar) lagere kosten bij zelfde opbrengst. Doordat [redacted] varkensmest 'inruilt', heeft dit wellicht effect op de prijs. Dit wordt later duidelijk.

- Bouwplan bekijken -> Is het nog bij andere gewassen mogelijk? (event. percelen op afstand)
  Het is bij maïs ook mogelijk, maar [redacted] is bang voor uitspoeling van mineralen doordat 1 á 1,5 week voor het zaaien reeds wordt bemest.

Vragen voor klanten die mineralenconcentraat reeds gebruiken.

Naam & gegevens: [redacted]

- Type bedrijf en grondsoort(en)?
  Melkveehouderij, 93 GVE. Grondsoort is veen (dik pakket).
- Op welke gewassen wordt MC toegediend?
  Grasland
- Opslag: Zo ja, hoe? Of rechtstreeks vanaf vrachtwagen?

  Vrachtwagens lossen in de putten, waar ook de rundveedrijfmest wordt opgeslagen. Dit wordt vervolgens gemixt, en na maximaal een week uitgereden.

- Hoe wordt de MC toegediend? Wat is de gift per hectare?
  Sleepslang (sleepvoetbemester). Gift is wisselend, zo zijn er dit voorjaar 6 vrachten op 30 hectare gegaan, dit is ongeveer 7 kuub per hectare. Doordat niet iedere put al volledig gemixt was, zal de gift per hectare hebben geschommeld, tussen de 6 en 8 kuub per hectare. Later in het voorjaar is er 36 kuub op 7 ha. gegaan, dit komt overeen met ongeveer 5 kuub per hectare.

- Wel of niet toevoegen aan drijfmest? Verdund of onverdund?

  Alles wordt toegevoegd aan mest, niet verdund. Het geheel wordt gemixt in de opslagput.

- Wanneer wordt het concentraat toegediend? Voorjaar, zomer of najaar?
  In het voorjaar én in de zomer.
- Gehalten? Van welke installatie is het afkomstig? Varkens of rundveedrijfmest?
  Wisselende gehaltes (ook vrachten zonder kali?), wisselende installaties.

- Hoe ziet de kunstmestgift er nu uit op land waar MC is bemest?

  De veehouder strooit minder kunstmest, zo'n 100 kg KAS per ha. minder. Op weidepercelen uiteindelijke geen kunstmest meer, op maaipercelen (voor extra percelen) wel.

- Wat zijn de kosten van MC? Concentraat + uitrijden/loonwerkkosten

  Concentraat kost niets, alleen loonwerkkosten. In de zin van de extra kuubs die er doorheen gaan, i.v.m. alleen drijfmest.

- Wat doet de kali? Is de overmaat kali (bij grasland) een bottleneck en merkbaar, of niet?
  Geen last van gezondheidsproblemen, blijft kuilgras bijvoeren op stal. De koeien vreten dus niet alleen vers weidegras.

- Hoe ziet het rantsoen eruit?
  Kuilgras en krachtvoer, nu in het 'seizoen' ook weidegras.

- Wat vindt de voeradviseur e.d. ervan?

  Nog niet mee over gesproken. [redacted] *geeft wel aan dat hij de huidige gehalten in de melk opvallend vindt: 3,72 eiwit (hoog) en 3,88 vet (erg laag). Of hier een verband is met de bemesting van de mineralenconcentraat is niet bekend.*

- Hoe is het bevallen? Waar is dit op gebaseerd? Gaat de ondernemer het in de toekomst opnieuw gebruiken?
  Het is goed bevallen. Hoeft minder water bij te pompen tijdens het sleepslangen. Gaat het absoluut opnieuw gebruiken. Heeft toegevoegde waarde.

- Heeft het invloed op de opbrengsten? Zijn deze merkbaar hoger of zijn de kosten merkbaar lager bij zelfde opbrengst?
  Streven is kosten verlagen, dit lukt. De extra kuubs die het mineralenconcentraat vertegenwoordigt vallen weg tegen het minder hoeven toevoegen van water om de mest te verdunnen. Loonwerkkosten zijn er dus in principe ook niet, of zijn heel weinig.

Vragen voor klanten die mineralenconcentraat reeds gebruiken.

Naam & gegevens: [redacted]

- Type bedrijf en grondsoort(en)?
  Melkveebedrijf, 120 melkkoeien en 85 stuks jongvee.
- Op welke gewassen wordt MC toegediend?
  Gras
- Opslag: Zo ja, hoe? Of rechtstreeks vanaf vrachtwagen?

  Aparte opslag, is 6 weken á 2 maanden opgeslagen geweest in put.

- Hoe wordt de MC toegediend? Wat is de gift per hectare?
  Sleepslang, ter vervanging van water. De gift mineralenconcentraat is 5 kuub per hectare.

- Wel of niet toevoegen aan drijfmest? Verdund of onverdund?

  Wel toegevoegd aan de drijfmest, onverdund.

- Wanneer wordt het concentraat toegediend? Voorjaar, zomer of najaar?
  In het voorjaar, tegelijk met de bemesting voor de eerste snede (begin maart).
- Gehalten? Van welke installatie is het afkomstig? Varkens of rundveedrijfmest?
  Zie papier.

- Hoe ziet de kunstmestgift er nu uit op land waar MC is bemest?

  De stikstof die in het mineralenconcentraat zit is afgetrokken van de hoeveelheid stikstof die bij de kunstmestgift wordt gegeven. Het geldt dus als kunstmestvervanger, ofschoon niet de gehele gift wordt vervangen.

- Wat zijn de kosten van MC? Concentraat + uitrijden/loonwerkkosten

  Kosten van MC waren vorig jaar 0, dit jaar kregen ze een euro toe per kuub. De loonwerkkosten zijn nihil, er zijn vrijwel geen extra kuubs omdat het mineralenconcentraat het water (dat ter verdunning dient) vervangt.

- Wat doet de kali? Is de overmaat kali (bij grasland) een bottleneck en merkbaar, of niet?
  Wachten op kuiluitslagen

  Er zijn geen merkbare verschillen, de kali vormt geen merkbare bottleneck.

- Hoe ziet het rantsoen eruit?
  Melkvee: 1,5 kg DS maïs, 1 kg DS aardappels, 0,5 kg DS graszaadhooi, 0,5 kg DS soja, 6 kg kuilgras. De rest is op dit moment weidegras.

  Droog vee: Hoofdzakelijk kuilgras (latere sneden, niet bemest met MC) aangevuld met graszaadhooi.

- Wat vindt de voeradviseur e.d. ervan?

De voeradviseur had er nog weinig ervaring mee, stond er niet negatief tegenover en vond het interessant.

- Hoe is het bevallen? Waar is dit op gebaseerd? Gaat de ondernemer het in de toekomst opnieuw gebruiken?
  Het is goed bevallen, het kost niet veel. Het verschil tussen bemest- en onbemest land is echter wel zichtbaar (bijv. kopakkers). Dit is meteen ook het grootste nadeel van het toevoegen van MC aan de drijfmest met sleepslangen, en de (reeds verminderde) kunstmestgift compenseert dit verschil niet genoeg.

  Vorig jaar was er een goede opbrengst (ruim 14 ton DS/ha), de vraag is of dit te danken is aan het mineralenconcentraat.

- Wat zijn de (event.) nadelen?
  Door smalle percelen en percelen die in een punt lopen (hoek kleiner dan 90°) kunnen de kopakkers en punten door de brede sleepslangbemester niet goed bemest worden.

- Heeft het invloed op de opbrengsten? Zijn deze merkbaar hoger of zijn de kosten merkbaar lager bij zelfde opbrengst?
  Kosten zijn merkbaar lager. De opbrengsten zijn nog niet helemaal duidelijk. 2016 was een zeer goed jaar (gem. ruim 14 ton DS/ha.). In 2015 was dit 9 ton, men had toen echter last van muizen waardoor er opbrengstderving is opgetreden. Na afloop van het jaar zal er meer duidelijkheid zijn over opbrengsten, en eventuele verhoging of verlaging hiervan.

- Bouwplan bekijken -> Is het nog bij andere gewassen mogelijk? (event. percelen op afstand)

  Het is mogelijk bij de teelt van maïs. Het is echter slechts 5 hectare, verdeeld over kleine percelen van zo'n 1,5 ha. die verspreid liggen. De percelen worden bovendien zelf bemest, hierdoor is het toepassen van mineralenconcentraat met sleepslang praktisch onhaalbaar.

Vragen voor klanten die mineralenconcentraat reeds gebruiken.

Naam & gegevens: [redacted], *135 melkkoeien*

- Type bedrijf en grondsoort(en)?
  Loon- en melkveebedrijf, 85 ha. veen- (gras) en 5,5 ha. kleigrond (maïs)
- Op welke gewassen wordt MC toegediend?
  Grasland (vrijwel alle percelen behalve weidepercelen) en maïsland
- Opslag: Zo ja, hoe? Of rechtstreeks vanaf vrachtwagen?

  Beide. Bij percelen op afstand rechtstreeks vanuit vrachtwagen. Opslag is aparte put, het mineralenconcentraat wordt pas gemengd bij het uitrijden (in de slang).

- Hoe wordt de MC toegediend? Wat is de gift per hectare?
  Sleepslang, sleepvoet of schijven. Gift op grasland is 7 tot 10 kuub per hectare. Op maïsland is op 5,5 hectare ong. 70 kuub mineralenconcentraat bemest. Dit komt neer op 13 kuub/ha.

- Wel of niet toevoegen aan drijfmest? Verdund of onverdund?

  Toevoegen aan drijfmest. Of er verdund wordt is afhankelijk van de dikte van de drijfmest.

- Wanneer wordt het concentraat toegediend? Voorjaar, zomer of najaar?
  Voorjaar, voor en na de eerste snede. Probeert de maximale hoeveelheid (o.b.v. plaatsingsruimte) aan te voeren, waarschijnlijk wordt het grasland dan eveneens in de zomer bemest met mineralenconcentraat.

- Gehalten? Van welke installatie is het afkomstig? Varkens of rundveedrijfmest?
  Agro America, varkensdrijfmest.

- Hoe ziet de kunstmestgift er nu uit op land waar MC is bemest?

  Er is 120 kg KAS voor eerste snede gestrooid.

- Wat zijn de kosten van MC? Concentraat + uitrijden/loonwerkkosten

  Het concentraat kost niets. Het concentraat uitrijden (inclusief drijfmest) kost 2 tot 2,5 euro per kuub.

- Wat doet de kali? Is de overmaat kali (bij grasland) een bottleneck en merkbaar, of niet?
  Is pas eerste jaar dat MC gebruikt wordt. Dat is nog afwachten, en weten we nog niet.

- Hoe ziet het rantsoen eruit?
  Melkvee: Hoofdzakelijk (ong. 90%) gras, rest is maïs.
  Droog vee: Grof kuilgras en gras van latere sneden

- Wat vindt de voeradviseur e.d. ervan?

Die weet het niet.

- Hoe is het bevallen? Waar is dit op gebaseerd? Gaat de ondernemer het in de toekomst opnieuw gebruiken?
  Het is nog afwachten, op percelen waar mineralenconcentraat is uitgereden staat inmiddels (tweede snede) opnieuw veel gras. Wellicht heeft het concentraat een langere nawerking.

- Wat zijn de (event.) nadelen?
  Nog weinig nadelen gemerkt, die moeten zich nog voordoen.

- Heeft het invloed op de opbrengsten? Zijn deze merkbaar hoger of zijn de kosten merkbaar lager bij zelfde opbrengst?
  Kosten zijn merkbaar lager, hoewel de kunstmestprijs nu ook laag is. Dan wordt het aantrekkelijker om meer kunstmest te strooien.