

# Mineralenconcentraten op het melkveebedrijf en het akkerbouwbedrijf; Praktijkdemo Pilot Mineralenconcentraten

Koos Verloop, Henry van den Akker & Barend Meerkerk







# Mineralenconcentraten op het melkveebedrijf en het akkerbouwbedrijf; Praktijkdemo Pilot Mineralenconcentraten

Koos Verloop, Henry van den Akker & Barend Meerkerk

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.



## **Plant Research International**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 616, 6700 AP Wageningen  
Tel. : 0317 – 48 05 25  
Fax : 0317 – 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Korte samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1 Dit rapport	5
1.2 Achtergrond	5
1.3 Dit onderzoek	5
1.4 Doel	6
1.5 Vragen	6
1.6 Aanpak	6
1.7 Leeswijzer	6
2. Kunstmestvervanging op het melkveebedrijf; verkenning van mogelijkheden en knelpunten	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Kunstmest N gebruik	7
2.2.1 Gemiddeld bedrijf	7
2.2.2 Gras en maïs	8
2.3 Kunstmest vervanging	10
2.3.1 Aanvoer van fosfaat	10
2.3.2 Aanvoer van kalium	11
2.3.3 Aanwending	13
2.3.4 Opslag	14
2.4 Financieel voordeel	14
2.4.1 Baten	14
2.4.2 Kosten	15
2.4.3 Resultaat	16
2.5 Samenvatting	17
3. Ervaringen op melkveebedrijf Van Wijk	19
3.1 Toepassing	19
3.2 Opslag en aanwending	20
3.2.1 Werkwijze	20
3.2.2 Ervaringen	20
3.3 Opbrengst en kwaliteit	20
3.4 Kali aanvoer	21
3.5 Kosten en baten	22
3.6 Beoordeling	22
4. Ervaringen op bedrijf Pijnenborg-Van Kempen	25
4.1 Toepassing	25
4.2 Opslag en aanwending	26
4.2.1 Werkwijze	26
4.2.2 Ervaringen	26
4.3 Opbrengt en kwaliteit	26
4.3.1 Resultaten	26
4.3.2 Resultaten gecorrigeerd voor afwijkende N giften	27

4.4	Kali en fosfaat	29
4.5	Kosten en baten	29
4.6	Beoordeling	30
5.	Kunstmestvervanging op het akkerbouwbedrijf; perspectieven per gewas	31
5.1	Inleiding	31
5.2	Perspectieven	31
5.2.1	Waspeen	31
5.2.2	Snijmaïs	31
5.2.3	Stamslabonen	32
5.2.4	Consumptie aardappelen	32
5.2.5	Zomergerst	33
5.2.6	Suikerbieten	33
5.2.7	Overige gewassen	33
5.3	Conclusies	35
6.	Ervaringen op akkerbouwbedrijf van den Berg	37
6.1	Opzet	37
6.2	Werkwijze en uitvoering	37
6.3	Toepassing en resultaten per gewas	38
6.3.1	Waspeen	38
6.3.2	Snijmaïs.	38
6.3.3	Stamslabonen	38
6.3.4	Consumptie aardappelen	39
6.3.5	Zomergerst	39
6.3.6	Suikerbieten	39
6.4	Overige ervaringen	40
6.4.1	Mixen met organische mest	40
6.4.2	Economie	40
6.4.3	Betrouwbare gehalten, vooraf bekend	40
6.5	Nader onderzoek	40
6.6	Samenvatting	41
7.	Samenvatting en conclusies	43
7.1	MC in de melkveehouderij	43
7.1.1	Verkenning vooraf	43
7.1.2	Praktijktoepassingen	44
7.2	Verkenning voor de akkerbouw	44
7.2.1	Verkenning van perspectieven per gewas	44
7.2.2	Praktijktoepassingen op akkerbouwbedrijf Van den Berg	45
7.3	Conclusies en aanbevelingen	46
7.3.1	Conclusies	46
7.3.2	Aanbevelingen	46
8.	Literatuur	47
Bijlage I.	Berekening van de kunstmest N ruimte	1 p.
Bijlage II.	Prijzen van N, P en/of K-kunstmest	1 p.
Bijlage III.	De opbrengstbepaling op bedrijf Pijnenborg-Van Kempen	1 p.
Bijlage IV.	Correctie van resultaten op bedrijf Pijnenborg-Van Kempen voor verschillen tussen de behandelingen met KAS en MC	3 pp.

# Voorwoord

De Praktijkdemo van de Pilot Mineralenconcentraten is gestart in 2009 en loopt door in 2010. We hopen door de rapportage van de eerste ervaringen uit 2009 tegemoet te komen aan de kennisbehoefte die is ontstaan doordat ook andere bedrijven al dan niet in projectverband mineralenconcentraten (gaan) gebruiken.

De demo werd uitgevoerd bij de melkveehouders Van Wijk en Pijnenborg-Van Kempen, aangesloten bij 'Koeien & Kansen' en bij akkerbouwer Van den Berg aangesloten bij 'Telen met Toekomst'. We willen de ondernemers bedanken voor hun bereidheid om met Mineralenconcentraat te experimenteren en de projectorganisatie van 'Koeien & Kansen' en 'Telen met Toekomst' voor het bieden van een inspirerende omgeving.

Koos Verloop,  
Henry van den Akker,  
Barend Meerkerk





## Korte samenvatting

De Praktijkdemo Mineralenconcentraten heeft tot doel ervaringen op te doen met toepassing van mineralenconcentraten en ervaringen te delen. Mineralenconcentraat (MC) is een verzamelnaam voor vloeibare mest gemaakt door erkende producenten uit dierlijke mest met een vrij hoog stikstofgehalte, een hoog kali gehalte en een laag fosfaatgehalte. De Praktijkdemo heeft betrekking op toepassing op het melkveebedrijf en het akkerbouwbedrijf. Na voorstudie met ondernemers werd MC toegepast op de Koeien & Kansen bedrijven Van Wijk (Waardenburg) en Pijnenborg-Van Kempen (Venray) en op Telen met Toekomst bedrijf Van den Berg (Bergeijk).

### 1 Toepassing in de melkveehouderij

- MC kan in grasland toegepast worden als vervanger van kunstmest N (huidig gebruik: ongeveer 7 ton per bedrijf en 140 kg N per ha, toekomstig gebruik binnen gebruiksnormen iets lager op intensieve bedrijven).
- In maïs is minder ruimte voor MC door een relatief lage stikstofbehoefte en een beperkt oppervlak.
- De stikstof/fosfaat-verhouding in sommige MC's is voor bedrijven met een fosfaatoverschot te laag.
- Bij een gemiddelde kali/stikstof verhouding in MC en een K-toestand 'voldoende', geeft de kali aanvoer bij een kunstmest N vervanging van meer dan 40% aanleiding om bedacht te zijn op kali overmaat.
- MC kan worden aangewend gemengd met drijfmest of apart. De condities voor gemengd aanwenden zijn het best in de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> snede en de 4<sup>e</sup> snede als die nog voor half augustus bemest wordt. Apart aanwenden maakt fijnsturing mogelijk, maar leidt tot hogere loonwerk kosten en vergt nieuwe technieken voor gelijkmatig verdelen zonder extra doorsnijden van de zode.
- Het economisch voordeel hangt sterk af van de 'toepassingswaarde' van MC. Deze varieert, afhankelijk van de behoefte aan de kali en fosfaat op het bedrijf waar de MC wordt gebruikt, van 5 tot 19 Euro per ton. Verder hangt het saldo af van de prijs van MC (4-5 Euro per ton) ten opzichte van kunstmest, de werking van N in MC en de kosten van loonwerk en opslag (gebruik van een bestaande opslag spaart veel geld uit).
- Bij toepassing op zandgrond was de N-opbrengst uit de N in MC 14% lager dan die van de N uit KAS. De droge stofopbrengst was gelijk. Toepassing op rivierklei gaf een goede grasopbrengst met een iets lager N gehalte in de voorjaarskuilen dan in de jaren waarin KAS werd bemest. Deze resultaten lijken gunstig vergelen met die van veldproeven. Dit kan komen doordat de stikstofvoorziening zo hoog is geweest dat het gewas niet sterk meer gereageerd heeft op het effect van MC op de beschikbare stikstof. Een lagere werking toont dan minder.

### 2 Toepassing in de akkerbouw

MC lijkt in veel akkerbouwgewassen inzetbaar, om te voorzien in de behoefte aan stikstof en in de behoefte aan kali (Zie Tabel 1).

Tabel 1. *Perspectieven van MC gebruik (0 = neutraal, + = heeft voordelen, ++ =gunstig.*

Gewas	Toepassing ter vervanging van		
	Stikstof Kunstmest	Kali Kunstmest	Dierlijke mest
Waspeen	+	++	+
Snijmaïs	+	+	+
Aardappel	++	++	0
Zomergerst	0	+	+
Suikerbiet	+	+	+
Erwten	+	++	0
Wintertarwe	++	+	+

De ervaringen met MC toegepast op het akkerbouwbedrijf zijn positief:

- In de akkerbouw is veel behoefte aan stikstof en kali. Met stikstof-, fosfaat-, en kaligehalten van respectievelijk 7; 0,1 en 10 kg per ton is MC goed bruikbaar als kunstmestvervanger. Financieel bestaat het voordeel uit minder aankoop van kali en stikstof kunstmest. Met prijzen van 1 en 0,70 € per kg voor respectievelijk kali en stikstof is MC financieel al snel interessant.
- MC werd met succes toegepast in aardappelen, suikerbieten, waspeen, maïs en zomergerst als vervanger van kunstmest, als aanvulling op de basisbemesting met organische mest en in enkele gewassen ook als volledige bemesting.
- Zowel bij gebruik als kunstmestvervanger als bij volledige bemesting met MC waren weinig tot geen verschillen in groei of opbrengst te zien. Dit duidt op een goede werking van de stikstof in MC. Echter, net als bij gras kan bij bemesting op praktijkniveau kan door ruime stikstofvoorziening een iets lagere werking van MC gemaskeerd zijn.
- Bij toepassing van MC sec is de uitspoeling van nitraat naar het grondwater naar verwachting lager doordat alle stikstof direct beschikbaar is en er vanuit deze meststof geen (najaars)mineralisatie meer plaatsvindt. Praktisch probleem is de aanwending bij gemengd uitrijden van organische mest met MC. Metingen van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem na de oogst van maïs gaven geen aanwijzing dat de uitspoeling van nitraat na de oogst van maïs (zoals verwacht werd) beperkt wordt door gebruik van MC.
- Om goed uit te komen met het verdelen van de gebruiksruijme voor stikstof en fosfaat is het van groot belang dat de gehalten constant zijn. Dit was op het bedrijf Van den Berg met uitzondering van één vracht, het geval. De relatief constante samenstelling is een voordeel ten opzichte van dierlijke mest.

# 1. Inleiding

## 1.1 Dit rapport

In 2009 en 2010 wordt onderzoek uitgevoerd naar de landbouwkundige en milieukundige effecten van gebruik van mineralenconcentraten als kunstmestvervangers. Het onderzoek wordt aangeduid als Pilot project Mineralenconcentraten en wordt uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van LNV en het landbouwbedrijfsleven.

Een deel van het onderzoek richt zich op de bedrijfsmatige inpasbaarheid van gebruik van mineralenconcentraten. Dit rapport doet verslag van de ervaringen die zijn opgedaan in 2009. Het heeft betrekking op het melkveebedrijf en het akkerbouwbedrijf.

## 1.2 Achtergrond

Op intensieve veehouderijbedrijven wordt meer dierlijke mest geproduceerd dan op het bedrijf kan worden geplaatst. De plaatsing van dierlijke mest op een bedrijf is namelijk gebonden aan een maximale hoeveelheid stikstof en fosfaat (de gebruiksnorm). Niet plaatsbare mest wordt afgevoerd voor gebruik op andere bedrijven of voor verwerking.

De dichtheid van bedrijven die mest moeten afvoeren is hoog in het Oosten en Zuidoosten van Nederland (de zogenaamde overschotgebieden). Tegelijk wordt zowel binnen als buiten de overschotgebieden veel kunstmest stikstof gebruikt. Zo wordt stikstof in dierlijke mest afgevoerd om het milieu te sparen en kunstmest stikstof aangevoerd om gewassen te voorzien in de behoefte aan deze meststof. Voor de bescherming van het lokale milieu is deze aanpak begrijpelijk omdat de verliezen naar het milieu van stikstof uit kunstmest veel lager zijn dan die van stikstof uit dierlijke mest. Met het oog op efficiënt grondstoffengebruik is deze aanpak echter niet optimaal.

In de overschotgebieden zijn daarom initiatieven ontstaan om dierlijke mest met hoogwaardige technieken op te werken tot vloeibare stikstof/kaliummeststoffen met een vergelijkbare bemestende waarde als kunstmest: mineralenconcentraten (MC). De op deze wijze opgewerkte mest kan gebruikt worden als vervanging voor kunstmest. Daardoor kan een goede toepassing worden gevonden voor mest en kan het gebruik van grondstoffen en energie (nodig voor het maken van kunstmest) beperkt worden.

MC valt onder de definitie van dierlijke meststoffen. De regels die van toepassing zijn op gebruik van dierlijke mest gelden dus ook voor MC. Het doel van het Pilot Project Mineralenconcentraten is om door onderzoek aan te tonen dat MC op milieuverantwoorde wijze als kunstmestvervanger kan worden toegepast, in aanvulling op dierlijke mest.

## 1.3 Dit onderzoek

Om als kunstmestvervanger te kunnen worden ingezet, is het nodig dat voor alle partijen aannemelijk is gemaakt dat MC 'werkt als kunstmest'. Dat betekent dat:

- het niet tot overmatige belasting van het milieu leidt als het in plaats van kunstmest (al dan niet in aanvulling op dierlijke mest) wordt toegepast;
- het voor een ondernemer aantrekkelijk is om gewassen te bemesten met MC in plaats van kunstmest.

Dit onderzoek, is gericht op de bedrijfsmatige inzetbaarheid. Het is aanvullend op andere onderdelen van het Pilot project, waarin de werking van meststoffen in mineralenconcentraten worden onderzocht in veldproeven.

## 1.4 Doel

Het onderzoek heeft tot doel:

1. Bepalen van de perspectieven van kunstmestvervanging op melkveebedrijven en op akkerbouwbedrijven. In kaart brengen van kansrijke toepassingen en belemmeringen.
2. Bevorderen van de communicatie over de mogelijkheden van kunstmestvervanging.

## 1.5 Vragen

Onderzoeksvragen zijn:

1. In welke gewassen is het mogelijk om kunstmest te vervangen?
2. Tot welk niveau kan kunstmest N vervangen worden door MC?
3. Welke factoren bepalen de ruimte voor kunstmest N vervanging?
4. Welke gevolgen heeft gebruik van MC op melkveebedrijven en akkerbouwbedrijven voor:
  - Het mestmanagement en de uitvoering van de bemesting (opslag en aanwending)?
  - De opbrengst, benutting en gewaskwaliteit?
  - De bedrijfseconomie?

## 1.6 Aanpak

De studie wordt uitgevoerd in de projecten 'Koeien & Kansen' en 'Telen met Toekomst' en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Verkennen van de mogelijkheden en knelpunten met groepen ondernemers;
- In de praktijk toepassen op passende schaal;
  - Koeien & Kansen bedrijf Van Wijk (Waardenburg);
  - Koeien & Kansen bedrijf Pijnenborg-Van Kempen (Venray);
  - Telen met Toekomst bedrijf Van den Berg (Bergeyk)

## 1.7 Leeswijzer

Hoofdstukken 2, 3 en 4 gaan over toepassing van MC in de melkveehouderij. Hoofdstuk 2 gaat in op de perspectieven. Hoofdstukken 3 en 4 betreffen de ervaringen bij toepassing in de praktijk. Hoofdstukken 5 en 6 gaan over toepassing in de akkerbouw. Hoofdstuk 5 schetst perspectieven per gewas. Hoofdstuk 6 betreft de ervaringen op het akkerbouwbedrijf van ondernemer Van den Berg. Hoofdstuk 7 bevat een uitgebreide samenvatting en de conclusies.

## 2. Kunstmestvervanging op het melkveebedrijf; verkenning van mogelijkheden en knelpunten

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt eerst het huidige en toekomstig gebruik van kunstmest N in de melkveehouderij geschetst (paragraaf 2.2). Paragraaf 2.3 gaat in op kunstmestvervanging. Hierbij komen de volgende aspecten aan de orde:

- Aanvoer van fosfaat (2.3.1);
- Aanvoer van kalium (2.3.2);
- Aanwending (2.3.3);
- Opslag (2.3.4).

Paragraaf 2.4 gaat in op kosten, baten en financieel resultaat bij toepassing van MC. In paragraaf 2.5 zijn de bevindingen samengevat.

### 2.2 Kunstmest N gebruik

#### 2.2.1 Gemiddeld bedrijf

In de melkveehouderij wordt de geproduceerde dierlijke mest zoveel mogelijk op het eigen bedrijf ingezet om te voorzien in de N behoefte van gewassen. Het gebruik van dierlijke mest N is gebonden aan een maximum: de gebruiksnorm voor dierlijke mest.

Kunstmest N vult de voorziening in de N behoefte van gewassen uit drijfmest aan (Tabel 2.1). Het gebruik is 7874 kg N per bedrijf (ongewogen gemiddelde van alle bedrijvengroepen weergegeven in Tabel 2.1).

*Tabel 2.1. Het gebruik van kunstmest N gemiddeld voor melkveebedrijven ingedeeld naar productie intensiteit (gemiddelde 2005 en 2006; Aarts et al., 2009).*

Bodemtype	Productie intensiteit (kg melk ha <sup>-1</sup> )			
	<10	10-14	14-18	>18
Klei	7963	7638	10429	12015
Veen	7070	6180	14360	8567
Nat zand	6654	7071	7084	5995
Droog zand	4500	7010	6895	6564

Behalve de gebruiksnormen voor dierlijke mest N is er ook een norm voor het totale gebruik van mest N (dat wil zeggen N in dierlijke mest + N in kunstmest: de N-norm<sup>1</sup>). De ruimte voor kunstmest N gebruik (kunstmestruimte) is gelijk aan: de N-norm minus de hoeveelheid werkzame N die met dierlijke mest wordt toegepast. De waarden in Tabel 2.1 hebben echter betrekking op de jaren 2005 en 2006. Dit zijn jaren waarin de gebruiksnorm net werd ingevoerd. De ontwikkeling van de gebruiksnormen voor stikstof heeft invloed op het kunstmestgebruik. Om het

<sup>1</sup> De norm verschilt per bodemtype (klei, veen, zand) en bodemgebruik (beweiding of geen beweiding).

verwachte kunstmestgebruik in de toekomst in beeld te krijgen moeten we dus kijken naar de toekomstige gebruiksnormen. De kunstmestruimte zal:

1. kleiner worden door aanscherping van de N-norm in de komende jaren (LNV, 2009);
2. groter worden doordat het gebruik van dierlijke mest N zal afnemen.

Ad. 2

Het gebruik van dierlijke mest zal afnemen door aanscherping van de fosfaat gebruiksnormen in de jaren tot 2015. Bij een gelijkblijvende N/P verhouding in dierlijke mest, zal het gebruik van N in dierlijke mest op gronden met een hoge fosfaattoestand dan ook afnemen. Dit schept ruimte voor kunstmest N gebruik.

Tabel 2.2 geeft de berekende kunstmestruimte weer, rekening houdend met beide effecten (1 en 2). De berekening is toegelicht in Bijlage I. Vergelijk van het huidig gebruik (Tabel 2.1) met de kunstmestruimte berekend voor 2015 (Tabel 2.2) geeft aan dat het kunstmest N gebruik op bedrijven met een productie intensiteit hoger dan 18 ton melk per ha zal afnemen met maximaal 30%. Op bedrijven op veen en zand met een productie intensiteit van 14-18 ton melk per ha zal het gebruik afnemen met 12 tot 22%. Op de overige bedrijven is het gebruik in 2005 en 2006 kleiner dan de kunstmestruimte en is er ruimte voor toename.

*Tabel 2.2. Geschatte gebruikruimte van kunstmest N op melkveebedrijven in 2015 ingedeeld naar productie intensiteit en bodemtype).*

Bodemtype	Productie intensiteit (kg melk ha <sup>-1</sup> )			
	<10	10-14	14-18	>18
Klei	12473	10553	11655	9324
Veen	8621	7722	11754	6844
Nat zand	9620	8035	6147	5764
Droog zand	6701	7341	6162	5436

Het huidig kunstmestgebruik uit Tabel 2.1 geeft dus ook voor de nabije toekomst een redelijke indicatie van de hoeveelheid kunstmest die op het melkveebedrijf gebruikt wordt. Hierbij moet aangetekend worden dat het huidige gebruik op intensieve bedrijven wat hoger is dan de toekomstige kunstmestruimte.

## 2.2.2 Gras en maïs

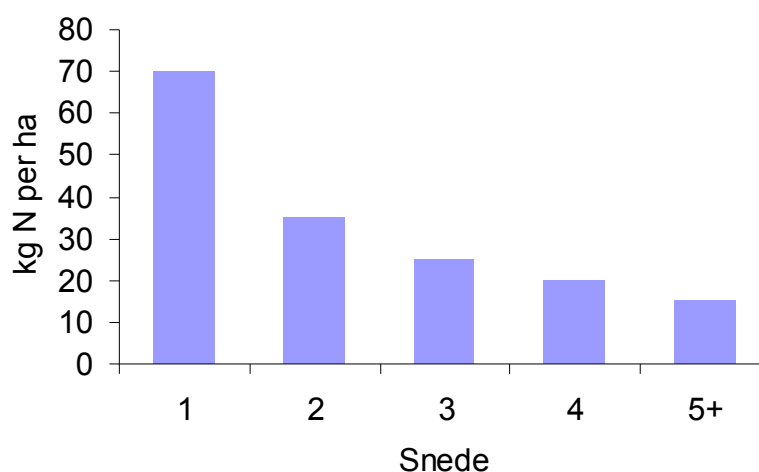
Het grootste deel van het areaal op melkveebedrijven is bestemd voor gras. Maïs neemt een tweede plaats in. Het gebruik van kunstmest N is veel hoger in gras dan in maïs (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. *Het areaal gras en maïs op gangbare melkveebedrijven gemiddelde van 2005 en 2006 en het kunstmest N gebruik in deze gewassen (Aarts et al., 2009).*

Bodemtype	Gewas	Areaal per bedrijf	Gebruik per ha	Gebruik per bedrijf
Nat zand	Gras	42	143	6006
	Maïs	9	29	270
Droog zand	Gras	36	139	5004
	Maïs	9	30	360
Klei	Gras	52	156	8112
	Maïs	7	46	322
Veen	Gras	53	131	6943
	Maïs	5	33	140
Gemiddeld	Gras	45	145	6525
	Maïs	8	37	296

Gras heeft een hoge behoefte aan stikstof. Kunstmestgebruik is het hoogst in de eerste en tweede snede gras. In de eerste twee snedes wordt 50% van de jaargift aan kunstmest N gebruikt (Figuur 2.1).

Het gebruik van kunstmest in de eerste twee snedes is meestal in een bemestingsadvies van tevoren gepland. In de eerste snede wordt veelal op alle percelen evenveel kunstmest gebruikt en is de gift afgestemd op een maaisnede. Aanwending van kunstmest vindt na aanwending van drijfmest plaats op het moment dat gras actief wordt (vaak half maart). Ook in de tweede snede wordt kunstmest op percelen veelal tegelijk en in gelijke hoeveelheden per perceel aangewend. In latere snedes is de dosering van kunstmest stikstof en het moment van aanwending afhankelijk van ontwikkelingen in het groei- en weideseizoen per perceel. De groeistadia en oogst- en bemestingstijdstippen lopen dan niet meer synchroon. Na begin augustus (vaak is dan de 4<sup>e</sup> snede gemaaid) wordt steeds minder drijfmest gebruikt en in de toekomst zal het waarschijnlijk niet meer toegestaan zijn drijfmest na 15 augustus toe te dienen. Daardoor worden de latere snedes uitsluitend bemest uit kunstmest.



Figuur 2.1. *Schema van de verdeling van kunstmest N over snedes in grasland (aangepast naar gegevens van project 'Koeien & Kansen').*

Op het melkveebedrijf wordt maïs lang niet altijd met kunstmest stikstof bemest. Als kunstmest wordt gegeven, gebeurt dat na het zaaien, op korte afstand van het zaad. Afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem wordt stikstof en fosfaat in verschillende verhoudingen gebruikt (waarbij fosfaat van belang wordt geacht voor de wortelontwikkeling in het eerste ontwikkelingsstadium na kiemen van het zaad). De kunstmest N dient als snel beschikbare meststof, in aanvulling op de stikstof uit drijfmest die langzamer vrijkomt.

De opvattingen over het toekomstig gebruik van kunstmest in de maïs zijn tegenstrijdig. Enerzijds gaat men uit van ontwikkeling van de teelt op basis van alleen dierlijke mest en groenbemesters. Doordat groenbemesters steeds algemener worden en omdat de stikstof die hieruit vrijkomt, ingerekend wordt bij de bemesting, zal het kunstmest N gebruik in maïs waarschijnlijk afnemen. Daardoor wordt het logischer om de (binnen de gebruiksruijme beschikbare) kunstmest N zoveel mogelijk in te zetten in grasland en maïs alleen te bemesten met dierlijke mest. Anderzijds zien we juist een toename van kunstmest stikstof die ten koste gaat van het gebruik van dierlijke mest omdat de snelle beschikbaarheid van kunstmest N goed past bij de N behoefte in maïs. De behoefte aan organische stof wordt is sommige bemestingsplannen opgevangen door de dikke fractie gemaakt door mestscheiding.

Al met al is het gebruik van kunstmest N in maïs op het melkveebedrijf beperkt. Daarom gaan we bij het verkennen van de perspectieven van MC (hieronder) vooral in op grasland.

## 2.3 Kunstmest vervanging

Het deel van de kunstmest N die wordt vervangen door MC hangt niet alleen af van de verwachting ten aanzien van de N-werking van MC, maar ook van de aanwezigheid van andere stoffen. Tabel 2.4 geeft hiervan een indicatie (momentopname van 2009; door technische ontwikkelingen van de verwerkingsprocessen kan de samenstelling veranderen).

Tabel 2.4. De samenstelling (g/kg), het % ammonium-N ten opzichte van totaal stikstof (cursief) en de pH van MC van de vier in het voorjaar van 2009 erkende producenten.

Verbinding	Prod. 1	Prod. 2	Prod. 3	Prod. 4
Stikstof	6,6 (62)	7,7 (96)	9,1 (85)	5,5 (91)
Fosfaat	1,4	0,02	1,0	0,3
Kali	4,2	8,1	9,0	6,1
Chloride	2,0	3,6	3,5	2,4
Calcium	1,2	0,1	0,3	0,3
IJzer	0,6	0,1	0,01	0,01
Sulfaat	0,8	19,2	< 0,01	0,1
pH	8,6	7,7	7,9	7,8

### 2.3.1 Aanvoer van fosfaat

Door vervanging van kunstmest door mineralenconcentraten, neemt de aanvoer van fosfaat naar het bedrijf toe. Stikstof kunstmest bevat geen fosfaat en MC wel. De hoeveelheid verschilt van producent tot producent, afhankelijk van het verwerkingsproces en de herkomst van de ingaande (varkens)mest, maar kan lager worden door optimalisering van het verwerkingsproces. Volgens de gegevens in Tabel 2.4 komt per 10 kg stikstof in MC een hoeveelheid fosfaat mee variërend van minder dan 0,5 tot 2 kg.

Bij volledige vervanging van het kunstmest gebruik van 7874 kg per bedrijf (het gemiddeld gebruik per bedrijf, Tabel 2.1), wordt bij sommige MC-producten een aanzienlijke hoeveelheid fosfaat aangevoerd. Op bedrijven die



mest moeten afvoeren vanwege een fosfaatoverschot (meer fosfaatproductie in mest dan plaatsbaar), zal deze aanvoer leiden tot extra mestafvoer en dus mestafzetkosten (Tabel 2.5).

Meer dan de helft van de melkveebedrijven zullen in 2015 mest moeten afvoeren vanwege niet plaatsbaar fosfaat (Hilhorst *et al.*, 2008). Grotendeels betreft het intensieve bedrijven op droge zandgronden in de overschotgebieden (de fosfaattoestand op deze bedrijven is vaak hoog wat snel leidt tot verplichting tot fosfaatafvoer). Bij de stikstof fosfaat verhouding die nu waargenomen wordt in MC zal de fosfaataanvoer met MC de toepassing van MC beperken. Voor de afzet van MC in de melkveehouderij is een zo hoog mogelijke stikstof/fosfaat verhouding in het concentraat dus van groot belang.

Tabel 2.5. Fosfaataanvoer bij volledige vervanging van kunstmest N door MC en de mestafvoer die dit met zich meeneemt op een bedrijf met een fosfaatoverschot.

Producent	1	2	3	4
Stikstof/fosfaat	4,8	349	9	18
Fosfaataanvoer (kg per bedrijf)	1653	11	418	212
Mestafvoer (m <sup>3</sup> per bedrijf)	972	13	492	250

### 2.3.2 Aanvoer van kalium

MC bevat 4,2 tot 9 kg kali per ton en 0,6 tot 1,1 kg kali per kg stikstof. Bij toepassing van MC wordt dus veel kalium aangevoerd. Dit kan een meerwaarde opleveren vanwege de bemestingskundige waarde (Van Eekeren *et al.*, 2005), maar ook risico's door overmaat (Kayser & Isselstein, 2005).

Toename van de kali aanvoer naar de bodem kan (al dan niet na ophoping in de bodem) leiden tot:

1. verhoogde uitspoeling naar grondwater
2. verhoogde gehalten in gewassen

Ad 1

Er is een norm voor kali in de EU drinkwaterrichtlijn: 12 mg K per liter, overeenkomend met een uitspoeling van 43 kg K<sub>2</sub>O per hectare. Bovendien kan kali een eutrofiërend effect hebben, maar er is weinig bekend over actuele problemen met waterkwaliteit door kali. Er is ook geen uitgebreide regelgeving ontstaan rond kali uitspoeling (Biewinga *et al.*, 1992).

Ad 2

Een overmatige kali opname door vee kan leiden tot diergezondheid problemen, zoals kopziekte. In het verleden is hier veel aandacht voor geweest omdat kopziekte regelmatig voorkwam. Problemen met diergezondheid door kali overmaat in het rantsoen lijken niet of nauwelijks meer voor te komen. Vermoedelijk is de hoeveelheid kali die in omloop is op bedrijven aanzienlijk verminderd doordat kali meelift met het mestbeleid dat zich ontwikkeld heeft aan de hand van de gidsstoffen stikstof en fosfaat en doordat meer maïs wordt gevoerd met een laag kali gehalte. Volgens Van Eekeren is een kali gehalte van tenminste 25 gram per kg gewenst om het klaverbestand in grasklaver percelen op niveau te houden en kunnen problemen met overmaat voorkomen worden bij een gehalte van niet veel hoger dan 40 gr per kg droge stof (Van Eekeren *et al.*, 2005).

Er zijn dus grenzen aan de hoeveelheid kali die zonder problemen in melkveebedrijven kan rondgaan en daar zal bij gebruik van MC rekening mee gehouden moeten worden. Het ligt voor de hand om af te gaan op de bemestingsadviezen voor kali (Den Boer en Vergeer, 1996). Dit advies gaat uit van streefwaarden voor kali in de bodem. Bij een hoge kali toestand (vergeleken met het streeftraject) wordt een lage gift geadviseerd om problemen met overmaat

te voorkomen en bij een lage kali toestand worden hogere giften geadviseerd om zo te voorzien in de gewasbehoefte. Het advies is gebaseerd op evenwichtsbermesting bij een kali toestand voldoende. De geadviseerde jaargift in gras is afhankelijk van:

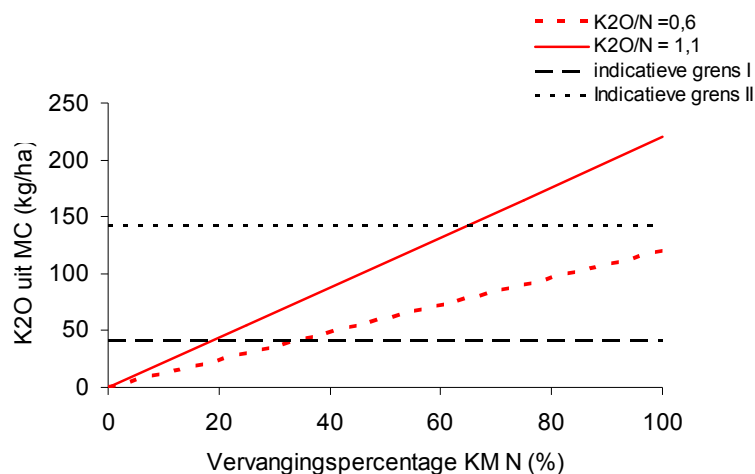
- Het kali niveau (uitgedrukt als K-getal) in de bodem
- Bodemtype
- De onttrekking met maai- en weidesnedes

Bij een K toestand voldoende ligt de geadviseerde jaargift in veel gevallen binnen de *range* van 350 tot 450 kg  $K_2O$  per hectare die we kunnen beschouwen als de 'kali ruimte'. Deze *range* hanteren we hier als lage en hoge grens om een indicatie te krijgen van de mate waarin de kali ruimte door gebruik van MC overschreden kan worden.

Figuur 2.2 geeft weer de kali aanvoer als functie van het MC gebruik, uitgedrukt als percentage kunstmest N vervanging (uitgaande van een normaal kunstmest N gebruik). De aanvoer komt bovenop een basisniveau van 308 kg door gebruik van dierlijke mest in een hoeveelheid die overeenkomt met 250 kg N per hectare (niveau van derogatie). Bij gebruik van MC met een kali/stikstof verhouding van 1,1 is de extra  $K_2O$  aanvoer tot bijna 25% kunstmestvervanging nog lager dan het lage advies. Bij een vervangingspercentage van 62% en meer is de kali aanvoer hoger dan het hoge advies. Bij een kali stikstof verhouding van 0,6 overschrijdt de extra aanvoer het lage adviesniveau. Het hoge advies wordt niet bereikt.

Dit geeft aan dat het, afhankelijk van de verhouding tussen kali en stikstof in MC, belangrijk is om alert te zijn op overmaat kali wanneer veel MC wordt gebruikt. Bij het beoordelen van de kali aanvoer moet rekening gehouden worden met de ontwikkeling van de kali kringloop op het bedrijf. Een hoge K opname in het zelf geteeld gewas kan voor een belangrijk deel tenietgedaan worden door aankoop van maïs wat een laag kali gehalte heeft. Als er daadwerkelijk meer kali in omloop gaat op het bedrijf, kan dit echter wel een probleem vormen voor gebruik van MC later. Dit komt doordat extra door de veestapel opgenomen kali voor een groot deel weer in de mest wordt uitgescheiden, zodat de ruimte voor extra aanvoer in MC in aanvulling op drijfmest vervolgens weer kleiner wordt.

Als MC gebruik in de melkveehouderij algemeen wordt, lijkt het wenselijk om een verder uitgewerkt beoordelingskader te ontwikkelen voor de kali aanvoer, waarin ook aspecten meewegen zoals beweiding en gebruik van aangekocht voer.



Figuur 2.2. De aanvoer van  $K_2O$  uit MC (bij twee verschillende kali stikstof-verhoudingen) uitgezet tegen het vervangingspercentage van kunstmest N.

### 2.3.3 Aanwending

Bij aanwending van MC is het van belang verliezen door ammoniakemissie te beperken omdat stikstof in MC vooral in ammoniakale vorm aanwezig is. MC kan apart en na mengen met drijfmest aangewend worden. Hieronder worden deze opties beschreven.

#### *Apart aanwenden*

Inzet van MC op vergelijkbare manier als kunstmest in korrelvorm (dus in kleine, per perceel variabele doseringen en op elk gewenst tijdstip), levert op dit moment nog praktische problemen op:

1. **Tweemaal doorsnijden zode**

Bij aanwending van MC in de zode na een drijfmestgift wordt de zode tweemaal doorsneden. Dit zal de zode teveel beschadigen. Op klei en veen waar mest met de sleepvoet mag worden aangewend doet dit probleem zich niet voor.

2. **Slechte verdeling**

De hoeveelheid aan te wenden MC varieert van ongeveer 5 m<sup>3</sup> per hectare tot 10 m<sup>3</sup>. Dit volume is te groot voor de spaakwielbemester. Met een normaal uitgeruste zodebemester is de verdeling slecht bij deze kleine volumes.

Beide problemen kunnen worden opgelost door ontwikkeling van nieuwe aanwendingstechnieken of het volgen van een aangepaste werkwijze. Voor emissie-arm aanwenden zonder doorsnijden moeten nieuwe techniek ontwikkeld worden. Mogelijkheden die in het kader van MC nader onderzocht kunnen worden, zijn:

1. onder hoge druk uit spuitpunten in de bodem inbrengen (geen doorsnijding, maar "inspuitpunten"),
2. aanzuren van MC (dat net als drijfmest basisch is) en
3. afwisselen van drijfmestgiften en MC giften per snede (dit gaat dan wel ten koste van een deel van de fijnsturing).

#### Ad. 2

Aanzuren verlaagt de ammoniakemissie uit mest. In eerder onderzoek bleek een grote hoeveelheid zuur nodig te zijn voor het opheffen van de buffers in mest en het bereiken van een voldoende lage pH. In MC zit weinig organische stof waardoor veel minder buffering optreedt en dus minder zuur nodig zal zijn.

#### *Aanwenden na mengen met drijfmest*

Door MC aan te wenden na mengen met drijfmest wordt de graszode wordt niet meer tweemaal doorsneden en wordt een rjronde uitgespaard ten opzichte van apart aanwenden.

Aandachtspunten bij mengen met drijfmest zijn:

- Het tijdstip van aanwenden is verbonden met dat van drijfmest. Afwijken hiervan omdat dat bemestingstechnisch beter zou zijn is niet meer mogelijk. Dit kan vooral in de eerste snede nadelig zijn, omdat drijfmest dan vaak al half februari wordt aangewend, terwijl een aanvullende kunstmestgift veel later wordt toegepast.
- De mestsoorten moeten goed gemengd worden in de goede verhouding. Als dat niet nauwkeurig genoeg gebeurt, is het onzeker of de juiste hoeveelheid wordt gegeven.

#### *Optimale aanwending door eenvoudige aanpassingen*

Voor een deel kunnen knelpunten zowel bij gemengd met drijfmest aanwenden als bij apart aanwenden opgelost worden zonder dat nieuwe technieken nodig zijn, door eenvoudige aanpassingen in de manier van werken.

Voorbeelden zijn:

- De samenstelling bij mengen van drijfmest en MC kan op maat gemaakt worden door mengwagens te voorzien van een weeginrichting.
- Om te voorkomen dat een te groot volume ineens wordt gegeven in de eerste snede, kan ervoor gekozen worden MC pas na de eerste snede in te zetten. Een andere optie is een gedeelde 1<sup>e</sup> drijfmest gift: 20 ton vroeg toedienen in februari en dan half maart nog 15 ton plus MC toedienen.

Omwillen van de aanwending kan het dus te verkiezen zijn om kunstmest niet volledig te vervangen. Het behoud van een deel kunstmest in korrelvorm, maakt het mogelijk om fijn te sturen zonder dat hiervoor nieuwe technieken nodig zijn. Het is aan te bevelen om bij het zoeken naar verbetering van aanwendingstechnieken, in te zetten op zowel aanwenden na mengen als op apart aanwenden, zodat gebruikers van MC afhankelijk van hun situatie de beste werkwijze kunnen kiezen.

### 2.3.4 Opslag

Bij gebruik van MC is een extra opslagvoorziening nodig op het bedrijf of op dicht bij elkaar liggende samenwerkende bedrijven om alle handelingen bij bemesting goed en efficiënt te kunnen uitvoeren. De gewenste opslag hangt af van het vervangingspercentage van kunstmest. Bij een N gehalte in MC van 7 kg per ton wordt bij volledige kunstmestvervanging 1000 tot 2000 ton MC gebruikt per bedrijf, afhankelijk van de kunstmestruimte. Bij een normale verdeling over snedes is een opslagcapaciteit van de helft van het totale jaargebruik ruim voldoende. Bij volledige kunstmestvervanging zal op de meeste bedrijven een opslag van 500-1000 m<sup>3</sup> dus volstaan. Bij onvolledige kunstmestvervanging zal op veel bedrijven een mestzak voldoen.

Vloeibare kunstmest wordt soms direct onder de stal in de put opgeslagen. Deze aanpak is af te raden voor MC als de opslag in contact staat met de buitenlucht, omdat dit tot toename van de ammoniakemissie zal leiden ten opzichte van bij gebruik van kunstmest stikstof in vaste vorm.

## 2.4 Financieel voordeel

### 2.4.1 Baten

De bemestende waarde van N in MC kan als volgt worden bepaald:

$$[N] \cdot W \cdot PN_{km}$$

Waarbij:

- [N] = N gehalte (kg per ton)
- W = Werking (% t.o.v. kunstmest)
- PN<sub>km</sub> = Prijs van kunstmest N (Euro per kg zuivere N)

Op deze wijze kan ook de bemestende waarde van K<sub>2</sub>O en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in MC worden bepaald.

Echter, volgens deze benadering hangt de waarde van MC alleen af van de (bemestende) eigenschappen van MC zelf, terwijl ook de behoefte aan de verschillende stoffen in MC op het bedrijf waar het wordt toegepast, bepalend is voor de waarde voor dat bedrijf. Als Kali niet nodig is maar wel meekomt met MC, is het reëel om de bemestende waarde van de aangevoerde kali op nul te stellen. Voor P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kan de waarde van aanvoer met MC op een bedrijf negatief zijn als fosfaat moet worden afgevoerd. De waarde is dan 0 (bemestende waarde)- kosten van mestafvoer. De op deze manier bepaalde waarde (de 'toepassingswaarde') is afhankelijk van het bedrijf waar het MC wordt toegepast en niet meer alleen van de eigenschappen van het MC. Tabel 2.6 geeft voor verschillende situaties de waarde weer van de meststoffen in MC, uitgaande van een werking van de meststoffen als kunstmest. Bij een fosfaatoverschot is gerekend met mestafvoer, noodzakelijk door aanvoer van fosfaat in MC, tegen afvoerkosten van 14 Euro per ton mest. We zien dat de waarde van MC veel hoger is wanneer alle meststoffen in MC in een behoefte voorzien, dan wanneer alleen behoefte is aan N en wanneer door MC gebruik mest moet worden afgevoerd.

De prijzen voor kunstmest fluctueren sterk. Vooral van N. In Tabel 2.6 is uitgegaan van de prijzen van januari 2009 (zie Bijlage II). Medio 2009 is de prijs voor kunstmest N (KAS) gehalveerd. De hiermee corresponderende bemestende waarde van N is daardoor nog maar 3,8 Euro per ton. Bij deze kunstmestprijs is de toepassingswaarde van MC op een bedrijf waar geen kalibehoeft is en met een P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> overschot beperkt. Let wel dat een bedrijf met een

overwegend hoge fosfaattoestand op de percelen, minder dierlijke mest en dus ook minder kali zal kunnen aanvoeren. Zo'n bedrijf kan ondanks intensieve productie toch behoefte hebben aan kali kunstmest. Daardoor kan een lage waardering van fosfaat in MC samengaan met een hoge waardering van kali in MC. De combinatie van N, K behoefte en  $P_2O_5$  overschot kan dus ook voorkomen. Bij deze combinatie is de toepassingswaarde weer hoog:  $7,7+11,1-1,9 = 16,9$  Euro per ton.

Tabel 2.6. Toepassingswaarde van MC (Euro per ton) bij behoefte aan N,  $P_2O_5$  en  $K_2O$ , bij behoefte aan alleen N en bij behoefte aan N en bij afvoer van  $P_2O_5$  wegens overschrijding van de gebruiksnorm van  $P_2O_5$ .

	N, P, K behoefte	N behoefte	N behoefte, $P_2O_5$ overschot
N	7,7	7,7	7,7
$K_2O$	11,1	0	0
$P_2O_5$	0,1	0	-1,9
Totaal	18,9	7,7	5,8

## 2.4.2 Kosten

Tabel 2.7 geeft een indicatie van kosten die gepaard gaan met gebruik van MC. Kosten zijn sterk afhankelijk van keuzes bij toepassing en opslag van MC.

Tabel 2.7. Kosten van gebruik van MC (Euro per ton).

	Mengen met drijfmest	Apart aanwenden
Aanschaffing	5	5
Loonwerk aanwending	0	3-4
Opslag	0,7*-4,9**	0,7-4,9
Aanwending kunstmest***	-2,5	-2,5
Totaal	3,2-7,4	6,2-11,4

\* Opslag in mestzak (jaarkosten 500 Euro), teruggerekend naar Euro per ton op basis van een gebruik van 676 ton MC per jaar.

\*\* Opslag in foliebassin 500 m<sup>3</sup> (jaarkosten 3332 Euro), verder berekend als hiervoor.

\*\*\* Teruggerekend naar Euro per ton op basis van drie uitgespaarde kunstmest bemestingsrondes, tegen kosten (eigen arbeid) 20 Euro per uur.

Als MC gemengd met drijfmest wordt toegepast, zijn de meerkosten voor loonwerk heel beperkt. Men zou nog kosten voor pompen en mengen kunnen rekenen, maar bij een efficiënte werkwijze vergen deze handelingen weinig extra tijd. Bij apart aanwenden wordt een betrekkelijk klein volume (ca 10 m<sup>3</sup> per ha) aangewend bij een normale rijnsnelheid. Dat vergt meer tijd per ton aangewende MC dan normaal bij drijfmestaanwending (drijfmestaanwending door de loonwerker 2-3 Euro per ton).

Omdat niet alle MC tegelijk op het bedrijf hoeft te zijn, is de benodigde opslagvoorziening beperkt. Opslag in een mestzak is relatief goedkoop. Veel melkveehouders zullen MC opslaan in bestaande putten en zullen daar dan geen

kosten voor rekenen. Ook opslag in een container die tijdelijk op het bedrijf wordt geplaatst als MC wordt gebruikt, is een goedkope mogelijkheid.

Door gebruik van MC kan bespaard worden op arbeid voor aanwending van kunstmest. Vaak voeren melkvee-houders aanwending van kunstmest zelf uit. Veelal wordt 4 keer kunstmest aangewend in gras. Bij 75% MC gebruik kan ervan uitgegaan worden dat hiervan 3 rondes worden uitgespaard. Die besparing duikt bij apart aanwenden van MC weer op als loonwerk kosten voor aanwending; bij gemengd aanwenden met drijfmest komt de post niet terug en wordt per saldo bespaard op kosten voor aanwending.

### 2.4.3 Resultaat

Het rendement wordt in Figuur 2.3 uitgezet tegen de prijs van kunstmest N voor vier bedrijfsscenario's<sup>2</sup>. De instelling van constanten en variabelen in de scenario's zijn weergegeven in Tabel 2.8. We gaan uit van een bedrijf waarvan 30 ha gras bemest wordt met 150 kg kunstmest N. 75% van de kunstmest wordt vervangen.

We zien dat de prijs van kunstmest N een sterke invloed heeft op het rendement van MC gebruik. Bovendien is te zien dat het al dan niet waarderen van de kali in MC en de manier van aanwenden sterk bepalend is voor het rendement.

Tabel 2.8. *Instelling van variabelen en constanten in de scenario's uit Figuur 2.3.*

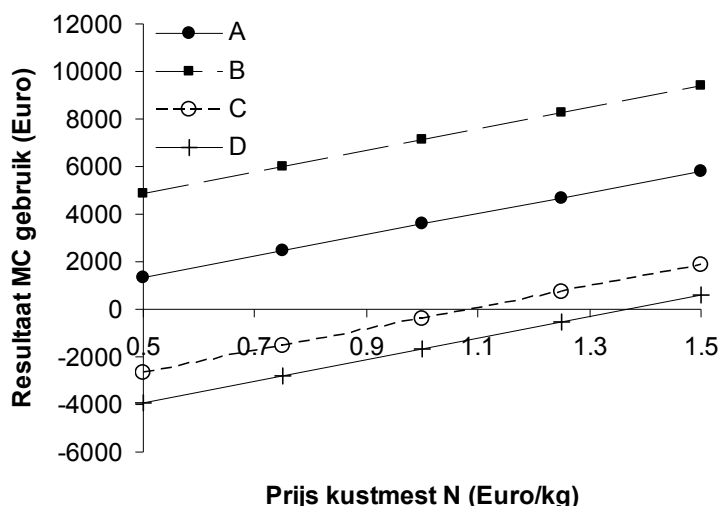
Scenario	A	B	C	D
<b>Variabelen</b>				
Apart Aanwenden	Ja	Nee*	Nee	Nee
Toepassingswaarde Kali	11,1	11,1	0	0
Toepassingswaarde P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	-1,9
<b>Constanten</b>				
Totaal gebruik (ton)		676		
Kosten aanschaf MC (Euro)		3381**		
Kosten Opslag (foliebassin)		3332		
Besparing kunstmestrondes		1800***		
Werking		Als kunstmest		

\* *Is aanwenden gemengd met drijfmest.*

\*\* *5 Euro per ton*

\*\*\* *O.b.v. 3 rondes, 20 Euro per uur.*

<sup>2</sup> Hierbij zijn de kosten en besparingen opgeschaald naar het hele bedrijf. Zo kunnen vaste kosten voor opslag en kosten van aanwending makkelijker op een evenwichtige manier verrekend worden.



Figuur 2.3. Saldo van vervanging van 75% kunstmest door MC, uitgezet tegen de prijs van kunstmest N voor verschillende scenario's (beschreven in Tabel 2.9).

## 2.5 Samenvatting

Het kunstmest stikstof gebruik op het 'gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf' ligt tussen 7 en 8 ton, met grote verschillen tussen bedrijvengroepen onderscheiden naar intensiteit en bodemtype. Het kunstmest N gebruik zal door de gebruiksnormen, 'de kunstmestruimte' afnemen op intensieve bedrijven, maar het huidige gebruik geeft een redelijke indicatie. Ruimte voor kunstmestvervanging is er vooral op grasland met een kunstmestgebruik van 6,5 ton per bedrijf. Het gebruik in mais is beperkt.

MC kan worden aangewend na mengen met drijfmest of apart. Beide werkwijzen hebben voor- en nadelen. Bij apart aanwenden vraagt de verdeling van de kleine volumes aandacht en het probleem dat de graszode tweemaal doorsneden wordt. Gemengd aanwenden lijkt op gespannen voet te staan met de fijnsturing die ervoor zorgt dat toegepaste stikstof op het juiste tijdstip en op de juiste plek in de bodem komt. Het is aan te bevelen om te investeren in verbetering van techniek van het gemengd aanwenden *en* het apart aanwenden en niet één van de twee werkwijzes bij voorbaat uit te sluiten.

De stikstof/fosfaatverhouding in MC varieert volgens bepalingen van begin 2009 op van 4,8 tot 349. Bij 100% kunstmestvervanger met MC wordt dan ook, afhankelijk van het soort MC dat gebruikt wordt, een sterk uiteenlopende hoeveelheid fosfaat naar het melkveebedrijf aangevoerd (11 tot 1653 kg per bedrijf). Dit kan op melkveebedrijven in de overschotgebieden, met meestal een hoge fosfaattoestand in de bodem en daardoor weinig fosfaat plaatsingsruimte, tot veel extra mestafvoer leiden. Voor afzet in de melkveehouderij heeft een zo hoog mogelijke stikstof/fosfaatverhouding daarom grote voordelen.

De kali/stikstofverhouding in MC loopt uiteen van 0,6 tot 1,1. De kali kan bijdragen aan de bemestende waarde van MC, maar op bedrijven waar al veel kali in omloop is, ontstaat ook het risico van overmaat. De ruimte voor kali en daarmee voor MC gebruik hangt af van het K getal in de bodem, maar ook moet rekening gehouden worden met de beweidingintensiteit en de aankoop van kali arm voer. Bij normale kali/stikstof verhouding en een K toestand 'voldoende', geeft de kali aanvoer bij een kunstmest N vervanging van meer dan 40% aanleiding om bedacht te zijn op kali overmaat. Als MC gebruik in de melkveehouderij algemeen wordt, is het wenselijk om een verder uitgewerkte handleiding te hebben voor beoordeling van de kali ruimte.

De waarde van MC voor de gebruiker hangt sterk af van de mate waarin ook de kali en fosfaat een positieve bijdrage leveren aan de voorziening van de gewasbehoefte. Omdat dit afhangt van het bedrijf waar de MC wordt toegepast, zouden we deze waarde de toepassingswaarde kunnen noemen. Het zou verhelderend zijn om voor

verschillende bedrijventypes een toepassingswaarde te berekenen. In onze berekeningen liep de toepassingswaarde uiteen van 5,8 Euro per ton tot 18, 9 Euro per ton.

Of gebruik van MC rendabel is, hangt sterk af van de kosten voor aanwending en opslag. Bij gebruik van MC is een extra opslagvoorziening nodig met een capaciteit van 500-1000 m<sup>3</sup>. Door gebruik te maken van bestaande voorzieningen kunnen kosten voor opslag sterk beperkt worden. De kosten voor aanwending hangen samen met de vraag of apart of gemengd met drijfmest wordt aangewend. Bij een kunstmestprijs van 1,5 Euro per kg zuivere N is gebruik van MC onder veelal rendabel. Bij lagere kunstmestprijzen worden de hierboven genoemde factoren bepalend voor het rendement.



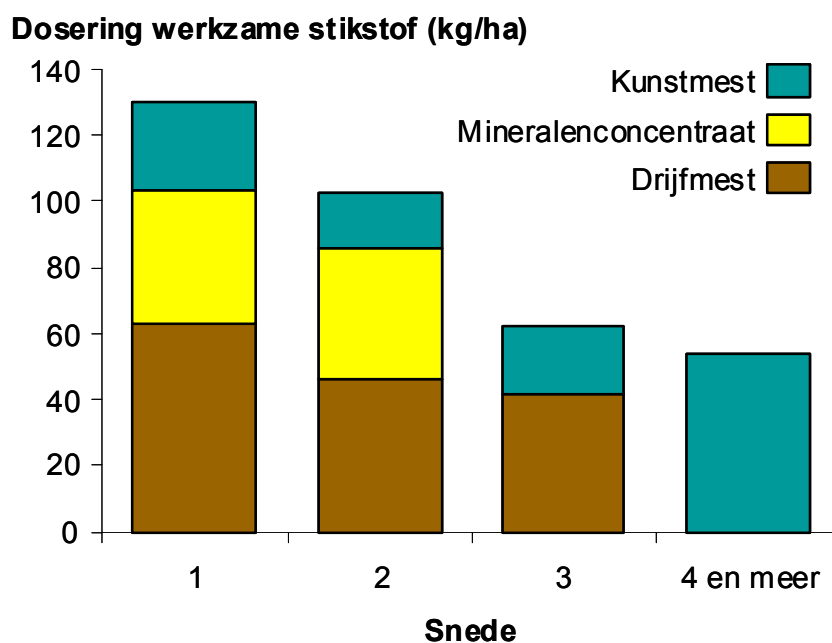
## 3. Ervaringen op melkveebedrijf Van Wijk

### 3.1 Toepassing

Op melkveebedrijf Van Wijk op zware rivierklei te Waardenburg (Gelderland) werd MC toegepast op al het grasland in de eerste en de tweede snede naast KAS (Tabel 3.1 en Figuur 3.1). De percelen hadden gezamenlijk een oppervlakte van 34 ha. In totaal werd 40% kunstmest N vervangen door MC.

Tabel 3.1. De behandeling van grasland met drijfmest en MC.

Snede	1	2	3	4+	Totaal
<b>Mest (m<sup>3</sup>/ha)</b>					
DM	30	22	20	0	72
MC	5,5	5,5	0	0	11
<b>Stikstof (kg/ha)</b>					
DM	105	77	70	0	252
MC	40	40	0	0	80
KAS	27	16	20	54	117
<i>Totaal (kg/ha)</i>	<i>172</i>	<i>133</i>	<i>90</i>	<i>54</i>	<i>449</i>



Figuur 3.1. Dosering van N per snede uit kunstmest, MC en drijfmest (werkzaam, waarbij N uit MC gelijk is gesteld aan werkzame stikstof).

## 3.2 Opslag en aanwending

### 3.2.1 Werkwijze

Totaal 365 ton MC werd in twee (ongeveer gelijke) partijen van ca. 180 ton geleverd. Het MC werd opgeslagen in een leegstaande, goed afgesloten mestsilos. Drijfmest uit een andere silo werd in de silo met MC overgepompt zodat MC en drijfmest in de juiste verhouding bijeengebracht werden.

Het mengsel van MC en drijfmest werd aangewend met een sleepvoetbemester met sleepslang aanvoer.



*Figuur 3.2. Aanwending van drijfmest gemengd met MC op bedrijf Van Wijk (foto Kees van Wijk).*

### 3.2.2 Ervaringen

Het overpompen en mengen van de mest en MC verliep zonder problemen en leverde een op het oog homogeen mestmengsel op, dat zonder bijvoegen van water door de sleepslang verpompbaar was. Aanwenden verliep zonder problemen.

In de eerste snede viel de dag nadat de bemesting was uitgevoerd veel regen (58 mm in de twee erop volgende dagen). Hierdoor is waarschijnlijk een deel van de aangewende mineralen afgespoeld. Dit leek aanvankelijk ook zichtbaar door een iets achterblijvende groei, maar later verdween dat.

Doordat zowel in de eerste als de tweede snede ook kunstmest is gegeven, is geen bemestingsronde uitgespaard.

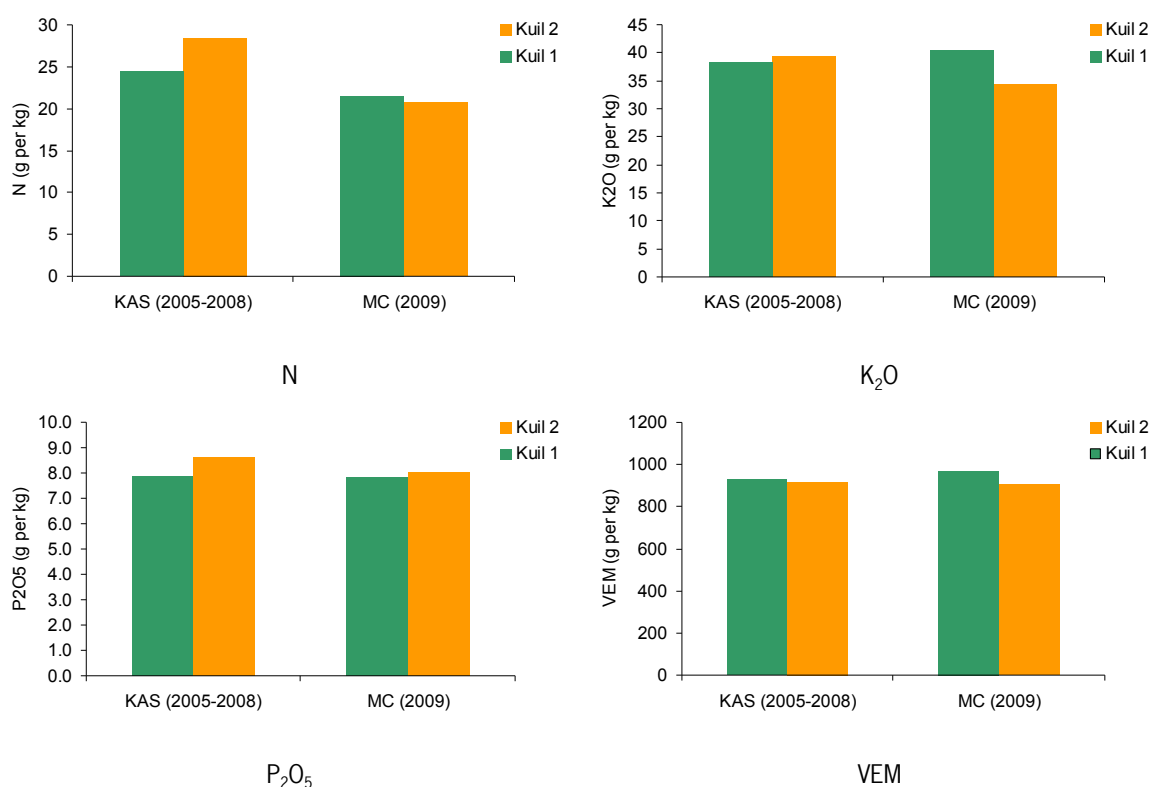
## 3.3 Opbrengst en kwaliteit

Doordat het mengsel van drijfmest en MC op het hele bedrijf is toegepast, is direct vergelijken van opbrengst en kwaliteit met een behandeling met drijfmest + KAS niet mogelijk.

De indruk van het groeiverloop en de opbrengst in de eerste twee snedes was gunstig. De opbrengsten leken niet onder te doen voor opbrengsten van andere jaren (waarin KAS werd toegepast) en voor de opbrengsten op naburige bedrijven (waar niet geëxperimenteerd werd met MC). We schatten dan ook dat de opbrengst bij toepassing van MC gelijk is aan de opbrengst die verkregen zou worden bij toepassing van KAS.

De eerste twee snedes, die in 2009 zijn behandeld met MC, zijn na oogst ingekuild (kuil 1 en 2). De kwaliteit ervan is bepaald uit kuilmonsters en kan worden vergeleken met de samenstelling van de voorjaarskuilen van eerdere jaren (2005-2008). In Figuur 3.3 is het N gehalte, het kali-gehalte, het fosfaatgehalte en het VEM gehalte van de voorjaarskuilen van 2005-2008 en van 2009 weergegeven. Het N gehalte was in de voorjaarskuilen van 2009 19% lager dan in de kuilen van 2005-2008. Dit duidt op een lagere N opbrengst door MC, maar dat is waarschijnlijk deels een jaareffect. Het N-gehalte in gras was in door voorjaarskuilen van 2009 in het algemeen in Nederland lager dan normaal. De gehalten van kali, fosfaat en VEM waren met respectievelijk 97% en 96% en 102% nauwelijks verschillend van de gehalten in 2005-2008.

Al met al geeft het N gehalte in de kuilen een lichte aanwijzing dat de bemestende waarde van stikstof in MC iets lager was dan de bemestende waarde van een kunstmest stikstof. Het kali gehalte in het met MC behandelde gras is niet bijzonder te noemen.



Figuur 3.3. Het gehalte van stikstof, kali, fosfaat en VEM (g per kg) in voorjaarskuilen uit 2005-2008 (bemest met drijfmest en KAS) en in voorjaarskuilen van 2009 (behandeld met drijfmest en MC).

### 3.4 Kali aanvoer

Het K-getal van 21 duidt op een K toestand ruim voldoende. De adviesgift uitgaande van beperkt weiden is 305 kg K<sub>2</sub>O per hectare per jaar. De K-aanvoer met MC bedroeg ongeveer 90 kg per hectare. De aanvoer uit eigen mest (gehalte 7,2 kg K<sub>2</sub>O per ton) bedraagt echter al 518 kg per hectare. Daarmee komt de totale aanvoer op 608 kg, ruim boven het advies.

Omdat het rantsoen van de veestapel voor een aanzienlijk deel bestaat uit maïs met een laag kali gehalte en omdat het vee beperkt geweid wordt, geeft deze kali aanvoer niet direct aanleiding om het MC gebruik te beperken. Het is echter van belang de ontwikkeling van zowel het K getal in de bodem als het kali gehalte in gras te blijven volgen.

### 3.5 Kosten en baten

Tabel 3.2 geeft een overzicht van kosten, baten en saldo van vervanging van kunstmest door MC. De kosten voor aanschaf van MC bedroegen 4 Euro per ton. De bemestingskundige waarde voor N is bepaald met een werkingscoëfficiënt van 100% en uitgaande van de prijs van kunstmest N in januari 2009. De toepassingswaarde van  $K_2O$  is op 0 gesteld en die van  $P_2O_5$  op 0,80 Euro per kg. Omdat de opslag al beschikbaar was, zijn daarvoor geen kosten in rekening gebracht. Er waren geen extra kosten voor bemesting en bewerking. Omdat in de eerste twee snedes ook nog kunstmest N is toegepast, werd geen rijronde voor aanwending van kunstmest uitgespaard. De besparing op deze post was daarom nul. Op bedrijf van Wijk kan toepassing van MC tegen de aanschafwaarde van 4 Euro per ton ook bij relatief lage kunstmest N prijzen uit.

Tabel 3.2. Kosten en baten van vervanging van kunstmest door MC op melkveebedrijf Van Wijk.

	Euro
<i>Kosten</i>	
Aanschaf MC	1460
Aanwending MC	-
Opslag	-
Aanwending kunstmest*	-
<i>Subtotaal</i>	<i>1460</i>
<i>Baten</i>	
Bemestende waarde N	3138
Bemestende waarde $K_2O$	-
Bemestende waarde $P_2O_5$	30
<i>Subtotaal</i>	<i>3168</i>
Saldo (bedrijf)	1708
Saldo (per ha)	50

\*) Wordt meegeteld als negatieve kosten als door gebruik van MC bespaard wordt op kosten voor kunstmestaanwending.

### 3.6 Beoordeling

Op bedrijf Van Wijk is er veel enthousiasme over de toepassing van MC. Er is tevredenheid over de grasopbrengst en -kwaliteit. Ook met opslag en aanwending werden geen problemen ondervonden.

In het vervolg zou wellicht niet meer gekozen worden voor toepassing van MC in de eerste snede. De grond is nog nat en daardoor spoelen meststoffen bij hoge regenval snel af en gaan daardoor verloren. Als MC later in het seizoen, in de tweede of derde snede wordt toegepast, is de grond droger en kan een grotere hoeveelheid neerslag vastgehouden worden in de zode. De kans op verliezen van meststoffen uit MC is dan kleiner.

Het oordeel van de ondernemer ten aanzien van gebruik van MC is weergegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3. *Beoordeling van het gebruik van MC.*

Aspect	Beoordeling/visie
Effect op opbrengst	Niet nadelig ten opzichte van KAS
Effect op graskwaliteit	Niet nadelig ten opzichte van KAS
Kali aanvoer bij toegepast MC gebruik	Niet bezwaarlijk, maar ontwikkelingen K getal en kali gehalte in gras volgen
Financieel resultaat	Positief
Strategisch voordeel	Gunstig omdat het een opstap kan zijn naar het gebruiken van door eigen vee geproduceerde mest op het eigen bedrijf na verwerking van de mest (al dan niet op het eigen bedrijf)
Aanwending gemengd met drijfmest	Praktisch goed uitvoerbaar Zonder noemenswaardige extra handelingen
Aanwending apart	Minder aantrekkelijk vanwege de hogere loonwerk kosten
Realiseerbaar vervangingspercentage van kunstmest in komende twee jaren	Misschien is het gunstiger om MC in de 2 <sup>e</sup> en 3 <sup>e</sup> snede toe te passen en niet in de eerste (vanwege kans op uitspoeling). In de 2 <sup>e</sup> en 3 <sup>e</sup> snede is volledige vervanging van kunstmest denkbaar. Daarmee zou het vervangingspercentage ongeveer gelijk blijven.



## 4. Ervaringen op bedrijf Pijnenborg-Van Kempen

### 4.1 Toepassing

Op bedrijf Pijnenborg te Ysselsteyn (Limburg) werd MC toegepast op twee percelen grasland in de tweede en vierde snede. De percelen hadden een oppervlak van 4,5 en 4 ha en lagen op afstand van het bedrijf (Figuur 4.1). Op de percelen werden twee behandelingen in stroken aangebracht: drijfmest + KAS (DMKAS) en drijfmest + MC (DMMC). De doseringen zijn weergegeven in Tabel 4.1. De gerealiseerde dosering week voor de verschillende behandelingen iets af van de geplande gelijke doseringen doordat N gehalten in MC lager bleken te zijn dan verwacht. De stroken werden in de eerste en derde snede gelijk behandeld.

De percelen hadden een zeer homogeen grasbestand (Figuur 4.1) en de stroken waren zo breed dat randeffecten aan de zijkanten van de percelen onwaarschijnlijk waren. De werkwijze bij opbrengstbepaling is beschreven in Bijlage III. Bij de behandeling met KAS werd geen kali bijgestrooid om te corrigeren voor de extra aanvoer met MC.

Tabel 4.1. De behandelingen van de stroken in grasland met I) DMKAS en II) DMMC.

Snede	2		4	
Behandeling	DMKAS	DMMC	DMKAS	DMMC
<b>Mest (m<sup>3</sup>/ha)</b>				
DM	20	20	20	20
MC	0	7	0	5,7
<b>Stikstof (kg/ha)</b>				
DM	76	76	76	76
MC	0	44	0	40
KAS	48	0	49	0
Totaal	124	120	125	116



Figuur 4.1. Plattegrond en zij aanzicht van de percelen en de ligging van de stroken behandeld met I) DMKAS en II) DMMC.

## 4.2 Opslag en aanwending

### 4.2.1 Werkwijze

Het MC werd door de loonwerker, tevens producent van het MC in een gepaste hoeveelheid (ongeveer 7 m<sup>3</sup>) in een tankwagen aangevoerd. De tankwagen zoog op het bedrijf een gepaste hoeveelheid (ongeveer 20 m<sup>3</sup>) drijfmest aan. De hoeveelheid kon nauwkeurig bepaald worden doordat de tank een weeginrichting had. De tankwaggen reed vervolgens naar de percelen (op 6 km van het bedrijf); het MC werd dus niet opgeslagen op het bedrijf (Figuur 4.2).

De drijfmest en MC werd in de tankwaggen gemengd. Aan de rand van de percelen werd de mest overgepompt in een zodebemester.



Figuur 4.2. Aanwending van MC gemengd met drijfmest.

### 4.2.2 Ervaringen

Het overpompen, mengen en transporteren van de mest verliep zonder problemen. Het mestmengsel leek goed gemengd. Aanwenden verliep zonder problemen. Het MC werd geleverd en in de grond gebracht voor een bedrag van 5 Euro per ton. Deze prijs is vermoedelijk lager dan waar men normaliter van uit moet gaan bij een werkwijze die hier is toegepast.

## 4.3 Opbrengt en kwaliteit

### 4.3.1 Resultaten

De waargenomen opbrengsten (ongecorrigeerd voor verschillen in N dosering, zie volgende alinea) zijn weergegeven in Tabel 4.2. De drogestof productie was zowel in de tweede als de vierde snede iets hoger in de stroken behandeld met DMKAS dan in de stroken behandeld met DMMC. De N opbrengst was zowel in de tweede als de vierde snede duidelijk hoger bij de behandeling met DMKAS dan bij de behandeling met DMMC. Dat geldt ook voor de opbrengst van fosfaat. De opbrengst van kalium was alleen in de eerste snede hoger bij DMKAS dan bij DMMC. In de vierde snede was de kalium opbrengst juist hoger bij DMMC dan bij DMKAS. De gehalten zijn vermeld in Tabel 4.3. De N gehalten waren telkens hoger bij de DMKAS behandeling dan bij de DMMC behandeling.



Tabel 4.2. Opbrengst van drogestof (Ds), N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O (kg/ha) in grasland bemest met DMKAS en DMMC.

Behandeling	DMKAS	DMMC	DMMC t.o.v. DMKAS* %
<b>Snedes 2</b>			
Ds	2713	2558	94
N	63	46	73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21	17	85
K <sub>2</sub> O	94	92	97
<b>Snedes 4</b>			
Ds	2112	2034	96
N	49	44	90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18	16	89
K <sub>2</sub> O	74	86	116
<b>Som</b>			
Ds	4825	4591	95
N	112	90	80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	39	34	87
K <sub>2</sub> O	169	178	106

\*) De opbrengst bij behandeling I (DMKAS) is telkens op 100% gesteld.

Tabel 4.3. Gehaltes van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O (g per kg) in grasland bemest met DMKAS en DMMC.

Behandeling	RMKAS	RMMC
<b>Snedes 2</b>		
N	23	18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,6	6,8
K <sub>2</sub> O	35	36
<b>Snedes 4</b>		
N	23	22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,6	7,9
K <sub>2</sub> O	35	42

#### 4.3.2 Resultaten gecorrigeerd voor afwijkende N giften

Om de resultaten van de RMKAS en de RMMC behandeling met elkaar te kunnen vergelijken, is correctie nodig voor de verschillen in N gift (zie Tabel 4.1). De werkwijze bij de correctie is beschreven in Bijlage IV.

De gecorrigeerde resultaten (Tabel 4.4) duiden op veel kleinere verschillen tussen de behandelingen dan de verschillen die naar voren komen uit Tabel 4.2. De drogestof opbrengst bij de DMMC behandeling wijkt niet duidelijk af van die bij de DMKAS behandeling.

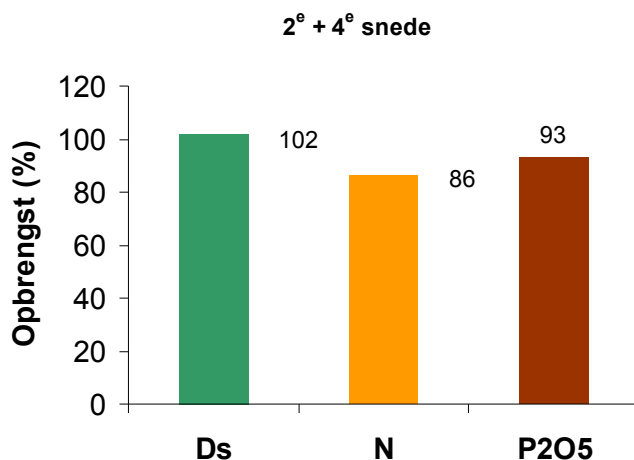
De N opbrengst van de DMMC behandeling scoort in de tweede snede nog duidelijk (en significant) lager, maar is in de vierde snede gelijk aan de opbrengst bij de DMKAS behandeling. Ook opbrengst van fosfaat scoort in de tweede snede bij de DMMC behandeling lager (hoewel niet significant), maar is in de vierde snede praktisch gelijk aan de opbrengst bij de DMKAS behandeling.

Tabel 4.4. Opbrengst van drogestof (Ds), N en  $P_2O_5$  (kg/ha) in grasland bemest met DMKAS en DMMC, na correctie voor verschillen in de N gift.

	DMKAS	DMMC	DMMC t.o.v. DMKAS (%)*	Significantie verschil
<b>Snede 2</b>				
Ds	2713	2665	98	Nee
N	63	48	76	Ja
$P_2O_5$	21	18	88	Nee
<b>Snede 4</b>				
Ds	2112	2256	107	Nee
N	49	49	100	Nee
$P_2O_5$	18	18	99	Nee
<b>Som</b>				
Ds	4825	4921	102	Nee
N	63	46	86	Ja
$P_2O_5$	39	36	93	Nee

\*) Behandeling met KAS is steeds gesteld op 100%.

In Figuur 4.3 zijn de resultaten (som van de tweede en vierde snede) samengevat voor drogestof, N en  $P_2O_5$ . We kunnen concluderen dat de drogestof en de fosfaat opbrengst niet duidelijk verschillend waren bij gebruik van DMMC ten opzichte van DMKAS, maar dat de N opbrengst lager is.



Figuur 4.3. De opbrengst van drogestof (Ds), N en  $P_2O_5$  in grasland behandeld met DMMC ten opzichte van de opbrengst in grasland behandeld met DMKAS (100%).

## 4.4 Kali en fosfaat

Op de percelen waar de stroken zijn aangelegd valt het K-getal (variërend van 23 tot 26) in de categorie ruim voldoende. Het kali advies voor deze percelen (niet beweide) varieert afhankelijk van de grasopbrengst van 300 tot 400 kg  $K_2O$ /ha. Met de aangevoerde MC werd 121 kg  $K_2O$  aangevoerd. Samen met de drijfmest (met een  $K_2O/N$  verhouding van ongeveer 1,5) leidt gebruik van MC tot een totale aanvoer van Kali van 480  $K_2O$ /ha. Dit is hoger dan de geadviseerde gift. In de vierde snede is de  $K_2O$  opname in het gras hoger bij de DMMC behandeling dan bij DMKAS. Het  $K_2O$  gehalte was 42 g per kg. In het geval van bedrijf Pijnenborg vormt dit geen reden tot zorgen over effecten op diergezondheid. De totale opname door de veestapel zal niet snel te hoog zijn doordat veel mais en cigarant (persulp van cichorei) wordt bijgevoerd, wat weinig  $K_2O$  bevat.

Bij een grasopbrengst van 10 ton is de  $K_2O$ -opbrengst bij toepassing van MC gelijk aan 420 kg per hectare en het  $K_2O$  –overschot 60 kg per ha. Op spoelt het  $K_2O$ -overschot waarschijnlijk grotendeels uit naar het grondwater. Hierdoor zal de norm van 12 mg K per liter die in de EU drinkwaterrichtlijn wordt gehanteerd (deze komt overeen met een uitspoeling van 43 kg  $K_2O$  per hectare) worden overschreden.

De fosfaat aanvoer ten gevolge van gebruik van MC blijft beperkt tot 1,5 kg  $P_2O_5$  per hectare. Omdat Pijnenborg mest afvoert vanwege stikstof en niet vanwege fosfaat heeft dit geen gevolgen voor de mestafvoer. Als mest zou worden afgevoerd vanwege fosfaat zou de extra aanvoer door MC gebruik leiden tot de noodzaak bijna 1 ton extra mest per hectare af te voeren. De bemestingskundige waarde van de meegekomen fosfaat wordt door de hoge fosfaattoestand op de percelen verwaarloosbaar geacht.

## 4.5 Kosten en baten

Tabel 4.5 geeft een overzicht van kosten, baten en saldo van vervanging van kunstmest door MC. De kosten voor aanschaf van MC bedroegen 5 euro per ton, inclusief transport, overslag en aanwending. De bemestingskundige waarde voor N is geschat op basis van de N-opbrengsten bij de behandeling DMMC en DMKAS. Let wel: de strokenproef is niet opgezet om volgens de hiervoor ontworpen methode een N-werking vast te stellen, maar het geeft een indruk. Verder is uitgegaan van de prijs van kunstmest N van januari 2009. De toepassingswaarde van  $K_2O$  en  $P_2O_5$  zijn op 0 gesteld.

De strokenproef levert geen goede indicatie op van de kosten en baten als niet een vertaalslag naar bedrijfsniveau wordt toegepast. Opslag van MC was niet nodig door de beperkte opzet, maar zal bij bedrijfsbrede toepassing wel moeten plaatsvinden. Het uitsparen van bemestingsrondes begint eveneens pas mee te tellen bij een bedrijfsbrede toepassing. We rekenen hier met arbeidskosten van 20 Euro per uur en gaan ervan uit dat door de kunstmestvervanging 2 bemestingrondes uitgespaard kunnen worden. Pijnenborg zelf is overigens niet geneigd om de uitgespaarde uren voor het toedienen van kunstmest te waarderen als een kostenbesparing.

Op bedrijf van Pijnenborg-Van Kempen kan toepassing van MC tegen de aanschafwaarde van 5 Euro per ton over een groot traject van kunstmest N prijzen dan ook uit.

Tabel 4.5. Kosten en baten van vervanging van kunstmest door MC op melkveebedrijf Van Wijk.

Post	Euro
<i>Kosten</i>	
Aanschaf MC	1825
Aanwending MC	-
Opslag	-
Aanwending kunstmest	-
<i>Subtotaal</i>	<i>1825</i>
<i>Baten</i>	
Bemestende waarde N	3231
Bemestende waarde K <sub>2</sub> O	-
Bemestende waarde P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-
<i>Subtotaal</i>	<i>3231</i>
Saldo	1406
Saldo (Euro per ha)	40

## 4.6 Beoordeling

Het oordeel van de ondernemer ten aanzien van gebruik van MC is weergegeven in Tabel 4.6.

Voor het bedrijf is een werking van N in MC die echt lager is dan kunstmest N eigenlijk niet acceptabel. Een verschil in opbrengst (droge stof of eiwit) kan namelijk niet gecompenseerd worden door aankoop van extra kunstmest stikstof omdat de volledige kunstmestruimte wordt gebruikt. Dit komt doordat het bedrijf intensief is en daardoor geen ruwvoeroverschot heeft. Al het zelf geproduceerde voer is dus nodig en alle ruimte om dit voer te bemesten wordt benut. Als een N bron wordt gebruikt met een lagere werking neemt de beschikbaarheid van werkzame N op het bedrijf af en dat is ongunstig.

In zowel de 2<sup>e</sup> als de 4<sup>e</sup> snede was weinig neerslag gevallen. Er was daardoor weinig vocht beschikbaar wat de resultaten nadelig kan hebben beïnvloed. Er wordt daarom uitgekeken naar nog een groeiseizoen om de reactie van het gras op MC nogmaals te kunnen bepalen.

Tabel 4.6. Beoordeling van het gebruik van MC.

Aspect	Beoordeling/visie
Effect op opbrengst	Niet nadelig ten opzichte van KAS
Effect op graskwaliteit	Het wat lagere eiwitgehalte bij gebruik van MC is ongunstig, maar herhaald gebruik moet uitsluitend geven
Kali aanvoer bij toegepast MC	Niet bezwaarlijk
Fosfaat aanvoer bij toegepast MC	Nog niet bezwaarlijk, mogelijk wel bij aanscherping van gebruiksnormen voor fosfaat
Financieel resultaat	Positief bij een hoge kunstmest N prijs en een lage kostenbenadering bij toepassing van MC / niet interessant bij een lage kunstmest N prijs
Aanwending gemengd met drijfmest	Praktisch goed uitvoerbaar Zonder noemenswaardige extra handelingen
Aanwending apart	Als dan met een zodebemester moet worden aangewend, wordt de zode twee keer doorsneden dat is niet erg aantrekkelijk
Vervangingspercentage van kunstmest in komende jaren	Vergelijkbaar met hetgeen dit jaar gebeurd is (ca. 50%)

## 5. Kunstmestvervanging op het akkerbouwbedrijf; perspectieven per gewas

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden besproken van toepassing van MC als kunstmestvervanger voor de belangrijkste akkerbouwgewassen.

### 5.2 Perspectieven

Op de zandgronden in Oost en Zuid Oost Nederland wordt drijfmest algemeen als basisbemesting gebruikt voor grasland, maïs en alle akkerbouw gewassen. Als de verhouding van N-P-K in drijfmest niet past bij de gewasbehoefte (dit is afhankelijk van bodemvruchtbaarheid en het gewas) is aanvulling met kunstmest nodig.

MC lijkt beloftevol om kunstmest te vervangen. Een groot pluspunt voor deze gebieden, met algemeen een hoge fosfaattoestand, is het lage gehalte aan fosfaat in MC. De toegestane hoeveelheid drijfmest wordt de komende jaren sterk verlaagd door verlaging van de fosfaatsnorm van 85 naar 55 kg per ha voor percelen met een hoog Pw getal. Hierdoor wordt vooral de hoeveelheid varkensmest, waarbij fosfaat bepalend is voor de maximale hoeveelheid, sterk beperkt. Bovendien bevat MC behalve veel stikstof (voornamelijk ammoniak) veel kali die in veel akkerbouwgewassen goed tot zijn recht komt.

De mogelijkheden zijn hieronder beschreven voor waspeen, snijmaïs, stamslabonen, wintertarwe, conservenerwten, spinazie, consumptieaardappelen, zomergerst en suikerbieten. Waar relevant is ook ingegaan op de inzetbaarheid van organische mestsoorten zoals rundveemest en varkensmest. MC kan niet alleen kunstmest maar ook deze organische mestsoorten vervangen. De verwachtingen van MC zijn in Tabel 5.1 samengevat in een score.

#### 5.2.1 Waspeen

Waspeen vraagt relatief weinig stikstof (110 kg), maar veel kali (300 kg). Peen is ook fosfaatbehoefstig. Het is een relatief korte teelt (3-4 maanden). Het gewas neemt alle beschikbare stikstof op en reageert op de hoeveelheid stikstof door meer loof te produceren. Toepassingsperspectieven organische mestsoorten:

- MC, met snel beschikbare N en veel kali past uitstekend. De gift dient afgestemd te worden op de stikstof behoefte van het gewas. Afhankelijk van bodemtoestand kan kali aangevuld worden. Het gewas kan zonodig met kleine stikstofgiften bijgestuurd worden op basis van gewaskleur.
- Rundveemest past goed vanwege een hoog kaligehalte (de N/K-verhouding = 4.5/6). Nadeel is de trage werking van de organische stikstof. Hierdoor komt nog stikstof vrij na de teelt.
- Varkensdrijfmest wordt in de praktijk ook veel gebruikt. Hiermee geef je relatief weinig kali, vooral bij zeugendrijfmest, waardoor deze aangevuld dient te worden met dure (chloorarme) patentkali.

#### 5.2.2 Snijmaïs

snijmaïs is een matig behoeftig gewas voor stikstof (150 kg N), maar onttrekt veel kali (300 kg). Maïs is een fosfaatbehoefstig gewas. Het is een probleemgewas ten aanzien van nitraatuitspoeling. In de praktijk laat het gewas stikstof in het profiel achter omdat het gewas vanaf de bloei, ca. half augustus geen stikstof meer opneemt. Vandaar ook de wettelijke verplichting van een vanggewas. Bemesting gebeurt met organische mest voorafgaand aan het zaaien, meestal aangevuld met een beperkte rijenbemesting N of NP.

Toepassingsperspectieven:

- MC past uitstekend in maïs vanwege een goede verhouding N/K. Op percelen met een hoge Pw, waar geen P bemesting nodig is, kan ook uitsluitend MC gebruikt worden. Een voordeel is dat stikstof snel beschikbaar is voor het gewas juist in de periode van groei en opname. Bij het gebruik van MC zal er weinig tot geen stikstof meer uitspoelen na de teelt omdat MC praktisch geen organische stikstof bevat die veelal later in het seizoen mineraliseert. Dit kan nog wel plaatsvinden uit mineralisatie vanuit het verleden en aanwezige organische stof. Op percelen met een hoge Pw zal een versnelde afbouw plaatsvinden doordat maïs ca. 60 kg fosfaat afvoert en er praktisch geen aanvoer plaatsvindt.
- Rundveemest past door z'n goede verhouding N/K goed in maïs. Nadeel is het trage vrijkomen van organische stikstof, met relatief veel mineralisatie na half augustus. Mengen met MC is mogelijk en verbetert de verhouding ten gunste van snel beschikbare stikstof.
- Varkensmest wordt landelijk veel gebruikt op bedrijven met varkens of akkerbouw met aanvoer van mest. Het gebruik van varkensmest wordt begrensd door de hoeveelheid fosfaat. Deze gaat de komende jaren door het 4<sup>e</sup> Actieprogramma Nitraat verder omlaag, waardoor ook de aanvoer van stikstof verder beperkt wordt. Hierdoor zal meer kunstmest stikstof gebruikt gaan worden. Een mix van varkensmest met mestconcentraat biedt hier ook mogelijkheden voor verbetering.

### 5.2.3 Stamslabonen

Bij de teelt van stamslabonen ontstaat een hoog N-min-gehalte in de bodem bij gebruik van organische mest, mede doordat erwten zelf N binden. Deze N komt na oogst weer vrij. Vervanging van organische mest door MC heeft als voordeel dat er geen late nalevering van stikstof plaatsvindt. De verhouding N/K in MC past prima bij de gewasbehoefte.

### 5.2.4 Consumptie aardappelen

Consumptie aardappelen voor de fritesindustrie hebben veel stikstof en kali nodig (respectievelijk 250 en 350-400 kg). Kali aanvullingen worden veelal voor of direct na het poten gegeven. Stikstof wordt in gedeelde giften gegeven. De basis wordt gevormd door drijfmest met een startgift van stikstof voor opkomst van het gewas. Tijdens de groei kan door blad- of bodemonderzoek bekeken worden of N-aanvulling nodig is. Aardappelen zijn fosfaatbehoefte.

Toepassingsperspectieven organische mestsoorten:

- MC alleen is niet geschikt voor toepassing in aardappelen. Stikstof in MC is voor het overgrote deel aanwezig als ammonium dat in de bodem snel omgezet wordt in nitraat en daarna volledig opneembaar is voor het gewas. Wanneer op zandgronden echter te veel stikstof bij het begin beschikbaar is, wordt teveel loof gevormd. Bovendien bevat MC geen organische stikstof zodat geen nalevering plaatsvindt. Het gewas gaat dan te snel 'op retour'. Mengen met andere organische mest is de beste optie.
- *MC toepassing na opkomst, kort voor het sluiten van het gewas, zou kunnen dienen als overbemesting en hiermee deze kunstmest kunnen vervangen. Emissiearme toepassing is dan wel noodzakelijk.*
- Rundveemest is prima geschikt door een hoog gehalte aan N en K. Wel geeft het mogelijk een wat tragere start dan varkensmest door het hogere gehalte aan organische stikstof en het trager mineraliseren daarvan. Ook kan een deel nog gemineraliseerd worden als de aardappelen geen stikstof meer verbruiken (begin sept.).
- Varkensmest is geschikt maar het gebruik wordt beperkt door het hoge fosfaatgehalte. Het bevat naar verhouding veel te weinig kali.
- Een mix van drijfmest, varkens of rundvee, met MC biedt het beste perspectief. Er is dan voldoende direct opneembare N, waardoor geen aanvullende kunstmest bij de start nodig is, en ook een redelijke nawerking voor de uitgroei van de aardappelen. Het gehalte kali neemt vooral toe bij mengen met zeugmest.

### 5.2.5 Zomergerst

Gerst heeft een lage stikstof, fosfaat en kalibehoeft. In de praktijk wordt veelal alleen organische mest of alleen kunstmest gebruikt, gegeven voor het zaaien. De gewasbehoefte is slechts 100 kg N (gebruiksnorm is 80 kg N) en ca. 100 kg kali. In de stoppel van graangewassen wordt vaak weinig stikstof gevonden. Door de vroege oogst kan er echter tot het najaar nog veel stikstof mineraliseren en wordt er in november alsnog stikstof gevonden in het profiel. Alleen door het zaaien van een groenbemester is dit goed op te vangen en de uitspoeling van stikstof te beperken.

Toepassingsperspectieven organische mestsoorten:

- MC past uitstekend voor zomergranen, zowel gerst als tarwe. Voor gerst is met één gift voldoende te geven, voor tarwe dat een hogere behoefte heeft, zou deling door een overbemesting met kunstmest (*of een overbemesting met sleepslangen of zodebemester*) beter zijn. Een pluspunt zou kunnen zijn dat MC minder kans geeft op uitspoeling van stikstof in de stoppel door verlaging van de N mineralisatie.
- Een mengsel van drijfmest met MC is wel mogelijk, maar uit kostenoverweging (tussenopslag) niet zinvol.
- Rundveemest en varkensmest zijn beide toepasbaar. Rundveemest geeft een wat tragere werking bij aanvang en meer kans op N nalevering (uitspoeling) door mineralisatie in de stoppel.

### 5.2.6 Suikerbieten

Suikerbieten hebben een matige stikstofbehoefte en een redelijk hoge kalibehoeft (respectievelijk 150 en 200 kg). Het gewas heeft vooral stikstof nodig vanaf de start, begin mei tot eind juni, wanneer het een volwaardig gewas gevormd heeft. Daarna is slechts mondjesmaat wat nodig voor onderhoud van het bladapparaat. Het gewas blijft tot het einde van het seizoen groeien en neemt, wanneer beschikbaar, alle stikstof op. In de stoppel is daarom weinig tot geen nitraat meer aanwezig.

Toepassingsperspectieven organische mestsoorten:

- MC biedt perspectieven voor suikerbieten, bij sec gebruik (dus zonder andere meststof) of bij gebruik in combinatie met organische mest. Dit zal door testen in de praktijk aangetoond moeten worden. Stikstof in MC is snel beschikbaar. Dit is van belang, vooral in de eerste periode van het seizoen, wanneer bieten de stikstof nodig hebben. Verder zal nog moeten blijken of er bij gebruik van alleen MC voldoende stikstof beschikbaar is in de 2<sup>e</sup> helft van het seizoen, zeker op lichtere gronden en wanneer bieten tot november blijven staan. Een te lage beschikbaarheid later in het groeiseizoen kan ondervangen worden door een combinatie van organische mest en MC te gebruiken.
- Organische mest, zowel rundvee als varkensmest is toepasbaar voor bietenteelt. Geadviseerd om 2/3<sup>e</sup> deel van de behoefte aan stikstof te geven als organische mest en 1/3<sup>e</sup> deel als kunstmest omdat de stikstof anders (te) laat vrijkomt. Dit gaat ten koste van de kwaliteit van de bieten. Dit geeft direct aan dat daarin MC een goede vervanger kan zijn. Bij late oogst van bieten is het nitraat geen probleem, de bieten souperen alles op, bij vroege oogst en latere mineralisatie komt ook na bietenteelt weer stikstof vrij in het profiel en geeft het kans op uitspoeling.

### 5.2.7 Overige gewassen

#### *Wintertarwe*

MC kan in wintertarwe aangewend worden met sleepslangen of zodebemester als 2<sup>e</sup> gift of als aanvullende 1<sup>e</sup> gift op vergelijkbare wijze als drijfmest.

De stikstof in MC is vooral aanwezig als ammonium. Dit in wintertarwe een voordeel omdat het snel werkt. Graan neemt bij voorkeur ammoniumstikstof op. Dit in tegenstelling tot alle andere gewassen waarbij ammonium voor opname eerst omgezet moet worden in nitraat. Een mogelijk nadeel is dat er weinig nawerking is waardoor mogelijk nog een extra bemesting nodig is. Dit zal zich eerder voordoen bij de teelt van baktarwe op klei dan op zandgrond waar algemeen alleen voertarwe geteeld wordt. Toepassing van MC zal zich in de praktijk moeten betwijzelen.

*Spinazie*

Spinazie vraagt veel snel opneembare stikstof en veel kali vanwege de korte groeiduur. Dit is onafhankelijk van de zaaitijd. De snel opneembare stikstof uit MC past daarom goed. Wel zal ammonium voor opname omgezet dienen te worden in nitraat. Dit gebeurt in het algemeen binnen 14 dagen en dat is geen probleem. Voor de late zaai heeft MC aanzienlijk veel voordelen ten opzichte van drijfmest omdat het minder minerale stikstof in het profiel achterlaat, zodat minder verliezen door nitraatuitspoeling optreden.

*Conservenerwten en bospeen*

MC is minder geschikt voor conservenerwten en bospeen die beide een zeer lage stikstofbehoefte hebben. De kali in MC zou prima uitkomen maar brengt altijd te veel N met zich mee. Met een gift van 8 ton per ha wordt al te veel stikstof gegeven. De erwten hebben maximaal 40 kg N nodig. Erwten kunnen het beste met alleen kunstmest kali-60 bemest worden of alleen een kleine gift (15m<sup>3</sup>) dunne zeugenmest.

Tabel 5.1. *Perspectieven van toepassing van MC in akkerbouwgewassen.*

Gewas	Toepassing ter vervanging van		
	Stikstof Kunstmest	Kali Kunstmest	Dierlijke mest*
Waspeen	+	++	+
Snijmais	+	+	++
Aardappel	++	++	0
Zomergerst	0	+	+
Suikerbiet	+	+	+
Wintertarwe	++	+	+
Spinazie	+++	+++	+++
Stamslabonen	+	+	++
Conservenerwten	0	++	-

\* Dit houdt in dat een gewas alleen met MC wordt bemest (verder aangeduid als MC sec).



## 5.3 Conclusies

*Over de perspectieven van MC in de akkerbouwgewassen wordt het volgende geconcludeerd:*

Waspeen	Toepassing van MC sec of samen met organische mest is mogelijk. Het belangrijkste voordeel is een besparing op kunstmest
snijmaïs	Toepassing van MC sec of samen met organische mest is mogelijk. De snelle beschikbaarheid van stikstof uit MC sluit goed aan bij de stikstofopname door maïs. Doordat geen fosfaat meekomt, kan de fosfaattoestand relatief snel worden afgebouwd. Na de oogst komt geen stikstof uit MC vrij door mineralisatie zodat de nitraatuitspoeling bij inzet van MC sec mogelijk lager is dan bij gebruik van organische mest.
Aardappelen	Toepassing van MC samen met organische mest biedt het meeste voordeel: besparing op gebruik van stikstof en kali kunstmest. MC sec geeft te weinig nawerking. Toepassing van MC als bijbemesting na opkomst van het gewas kan nog extra kunstmest besparen.
Zomergerst	MC sec is uitstekend toepasbaar. Omdat gehalten nauwkeuriger bekend zijn en constanter zijn dan bij organische mest is het risico op overmatige stikstofdosering kleiner dan bij gebruik van organische mest. Na de oogst komt geen stikstof uit MC vrij door mineralisatie wat de nitraat uitspoeling beperkt. Daardoor is er wel onvoldoende stikstof beschikbaar voor een groenbemester.
Suikerbieten	MC is uitstekend toepasbaar samen met organische mest. Het voordeel is dat bespaard kan worden op kali kunstmest, de snelle beschikbaarheid van stikstof sluit goed aan bij de behoefte.
Conservenerwten	Minder geschikt, gewas heeft een minimale N behoefte, wel kali. Te veel stikstof werkt negatief op de opbrengst..
Wintertarwe	MC levert besparing op van kali en stikstof kunstmest; de snelle werking t.o.v. drijfmest positief. Past op zandgrond, voor de teelt van voertarwe, nog beter als voor kleigrond waar nawerking positief werkt voor baktarwe.
Stamslabonen	MC past prima voor de behoefte aan stikstof en kali. Voordeel op zandgrond is een mogelijk positief effect op het nitraat na oogst.
Spinazie	Spinazie staat met stip bovenaan voor het gebruik van MC vanwege de hoge behoefte c.q. afvoer van stikstof en kali, de snelle stikstofwerking en het milieuvoordeel bij toepassing in late zaai.



## 6. Ervaringen op akkerbouwbedrijf van den Berg

### 6.1 Opzet

Het mineralenconcentraat is toegepast op het bedrijf van Paulus van de Berg te Luyksgestel, gemeente Bergeyk, een van de twee akkerbouwpraktijkbedrijven van Telen met Toekomst voor het zandgebied in Zuid Oost Nederland. Het is een akkerbouwbedrijf van 60 ha met een bouwplan van 1 op 6, met bonen, aardappelen, zomergerst, suikerbieten, waspeen en maïs. Het bedrijf bestaat uit een aangesloten kavel van zeer lichte, leemarme heidepodsolgrond. Het mineralenconcentraat is afkomstig van Kumac uit Deurne.

### 6.2 Werkwijze en uitvoering

In overleg met P. v.d. Berg is besloten het mineralenconcentraat in aardappelen, suikerbieten, waspeen, maïs en zomergerst toe te passen (alleen in stamslabonen werd MC niet toegepast) om op deze wijze een zo breed mogelijke ervaring op te doen. In grote lijnen is getracht 2 of 3 van de volgende objecten neer te leggen:

- MC sec.
- drijfmest + MC
- drijfmest + kunstmest

Afhankelijk van het gewas is gekeken of MC sec perspectieven biedt of dat het juist interessant is om naast een basisbemesting organische mest, kunstmest te vervangen door MC. Het uitgangspunt hierbij was dat de hoeveelheden werkzame stikstof gelijk gehouden werden, verschillen in kali werden aangevuld met kunstmest kali. De fosfaattoestand van de percelen is hoog, waardoor er geen invloed is van bemesting tussen mest met wel (drijfmest) of geen (MC) fosfaat op de groei of opbrengst van de gewassen. Aanvankelijk is gewerkt met een mengsel van varkens en rundveemest. Door het wisselende gehalte hiervan is overgegaan op rundveedrijfmest. Objecten waarbij zowel MC als drijfmest werd gebruikt zijn door een extra opslagcontainer ter plaatse opgemengd en als mix uitgereden. Het gehalte van het gebruikte MC was gemiddeld 7 kg N en 8-8,5 kg K<sub>2</sub>O. De variatie in gehalten was op 1 vracht na zeer gering. Stikstof in MC is hoofdzakelijk ammoniumstikstof. Deze is snel beschikbaar voor de gewassen. Granen nemen ammonium direct op, andere gewassen na omzetting in nitraat. Deze omzetting in de grond gebeurt gemiddeld binnen 2 weken na toepassing. Figuur 6.1 geeft een impressie van het aanzien van enkele gewassen waarin MC is toegepast.



*Figuur 6.1. Enkele van de gewassen waar MC is toegepast.*

## 6.3 Toepassing en resultaten per gewas

### 6.3.1 Waspeen

Vergeleken is:

- MC (3 ha) en
- Rundveedrijfmest (7 ha).

De loofkleur gaf aanleiding tot bijmesting over het hele perceel met 1 x 100 kg KAS (27% N) en 2 x 5 kg urean (30% N). Het zaaien van het gewas is vanwege een aaltjesbesmetting uitgesteld tot 2<sup>e</sup> helft mei.

Het gewas heeft het uitstekend gedaan. Tussen beide objecten was geen verschil in groei. Het rundveemest-object leek iets minder loof te hebben, mogelijk door de tragere werking van stikstof. Dit hoeft echter zeker niet negatief te zijn. Er zijn geen opbrengstbepalingen gedaan. Bij het rooien waren er geen zichtbare verschillen in opbrengst. De opbrengst was met 67 ton netto (bruto ruimt 100 ton) bijzonder hoog.

Conclusie: Toepassing van MC in waspeen biedt goede mogelijkheden vanwege een goede N/K verhouding en het snel beschikbaar zijn van stikstof. Milieutechnisch biedt het voordeel omdat er geen extra stikstof mineralisatie na de teelt plaatsvindt. Waspeen neemt bovendien alle stikstof die beschikbaar is volledig op tijdens de teelt. De Nmin direct na de teelt is altijd praktisch nul.

### 6.3.2 Snijmaïs

In het snijmaïspan perceel zijn 3 objecten aangelegd:

- MC (1,3 ha),
- RDM + MC (2 ha) en
- RDM + KAS (6,7 ha).

De kunstmest is volvelds toegepast omdat de maïs 'breedwerpig' gezaaid wordt en niet in rijen.

De maïs, gezaaid op 28 april, kende een zeer vlotte start door hoge temperaturen. In de ontwikkeling van het gewas is tijdelijk een zeer licht verschil te zien geweest, waarbij het gedeelte MC+RDM wat lichter keek. Het was echter van korte duur en amper te zien. Maïs reageert bovendien snel op kleine bodemverschillen, wat hier een rol gespeeld kan hebben. Eenmaal groter als 40 cm was er geen verschil meer te zien. Er zijn geen opbrengstbepalingen gedaan. Tijdens de oogst waren er geen verschillen zichtbaar in lengte, stengeldikte of kolven.

Voor de oogst, op 29 september zijn Nmineraal-monsters genomen. Deze lagen allemaal op een laag niveau (RDM+MC: 19, MC: 18, RDM + KAS: 24). Ook de metingen in december gaven vergelijkbare lage waarden te zien (RDM+MC: 13, MC: 11, RDM + KAS: 13). In het verleden is op dit bedrijf uitsluitend varkensmest gebruikt. Er is in dit jaar in ieder geval weinig extra mineralisatie van stikstof waar te nemen. Ook is het mogelijk dat die stikstof die na half augustus nog gemineraliseerd is, is opgenomen door de gezaaide groenbemester.

Conclusie: Alle objecten hebben een gelijke groei te zien gegeven. Ook alleen MC, waarbij de fosfaatgift praktisch nul is, heeft het goed gedaan. De opbrengst is geschat op 16 ton ds. Toepassing van alleen MC of gemengd met drijfmest biedt goede kansen.

### 6.3.3 Stamslabonen

In het gewas stamslabonen heeft geen demo gelegen. Deze grond is in het voorjaar ontsmet, waarna er stamslabonen zijn gezaaid. Deze hebben in het geheel geen bemesting gehad. Na de bonen is een groenbemester ingezaaid.

### 6.3.4 Consumptie aardappelen

In de aardappelen (ras: Fontane) zijn 2 objecten aangelegd:

- drijfmest + kunstmest (9 ha) en
- drijfmest + MC (1 ha).

In beide objecten is overbemest met kunstmest. Tijdens de groei zijn metingen verricht of het gewas voldoende stikstof beschikbaar had.

De start van de aardappelen was dit jaar uitzonderlijk. Het gewas stond 14 dagen vroeger boven de grond als in een normaal jaar. Mede hierdoor is het gehele gewas vroeger afgestorven als voor een maximale groei nodig was. Het object MC + drijfmest heeft bij de start onbedoeld een extra kunstmestgift gehad van 40 kg N. Dit object is het langst groen gebleven en heeft daardoor een duidelijk hogere opbrengst gehaald. Dit bleek zowel bij het rooien als uit de door PPO uitgevoerde proefrooiing. Het gemiddelde opbrengstniveau wordt geschat op 65 ton netto per ha. Dit is goed, maar voor dit bedrijf in dit jaar, had het hoger kunnen zijn. Volgens de proefrooiing gaf het object met kunstmest 63 ton en MC (met de hogere N gift) 73 ton netto.

Conclusie: Mestconcentraten zijn in aardappelen op zandgrond niet geschikt om sec te geven. Wel kunnen ze uitstekend een aanzienlijke hoeveelheid (50 – 80 kg N ) kunstmest vervangen die anders gegeven wordt als startgift. Bovendien is minder of geen aanvulling met dure kunstmest kali meer nodig.

### 6.3.5 Zomergerst

In de zomergerst zijn 3 objecten aangelegd:

- MC sec (7 ha),
- Kunstmest (1,5 ha) en
- Rundveedrijfmest (1 ha).

De gerst heeft het in alle objecten goed gedaan. Bij de start was geen verschil te zien, echter tijdens de uitstoeingsfase kwam het rundveeobject lichter van kleur te staan. Hierop is bijbemest over het gehele perceel, waarbij het rundvee gedeelte een hogere gift heeft gekregen. Vanaf strekking van het gewas is er geen verschil meer tussen de objecten te zien geweest. De oogst is uitgevoerd met een combine met opbrengstsenoren. Hierbij is gebleken dat er geen meetbare verschillen waren tussen de 3 objecten. De opbrengst lag op een zeer goed niveau, zeker voor dit jaar: 7800 kg per ha. Na de gerst is Tagetes als groenbemester gezaaid.

Conclusie: MC bieden zeer goede kansen in zomergerst. Voordelen zijn een goede verhouding N/K en weinig fosfaat en minder mineralisatie van N in de stoppel met kans op uitspoeling.

### 6.3.6 Suikerbieten

In de bieten zijn 2 objecten aangelegd:

- Mengsel van Rundveemest + varkensmest en MC (2 ha) en
- Rundveemest + kunstmest (8 ha).

Daarnaast is een korte strook van 6m breed en 200m lang, alleen MC gereden.

De suikerbieten hebben een heel goed seizoen gekend. Een zeer vroege zaai (18 maart) gevolgd door een warme april maand, waardoor de bieten voor 1 juni de grond gesloten hadden. Dit is uitzonderlijk vroeg. Tussen de objecten is geen wezenlijk verschil te zien geweest. Vanaf juni is er een strook geweest die lichter van kleur en met minder bladontwikkeling stond. Deze lag echter niet gelijk aan een van de objecten. Deze strook (1 ha) is bijbemest met KAS. De strook MC sec gaf vanaf juli ook een iets lichtere kleur te zien en rijpte aan het eind wat meer af. De 1<sup>e</sup> levering begin oktober gaf 17 ton suiker, de laatste eind oktober zelfs 100 ton bieten met 19% suiker, oftewel

19 ton suiker. Van de 2 objecten zijn ook proefmonsters genomen. Hier gaf de praktijk met rundveemest + kunstmest de hoogste opbrengst met 21.2 ton suiker (107.7 ton wortelopbrengst) vergeleken met 19 ton suiker (96,2 ton wortel) in de mix van Rundveemest + varkensmest gemengd met MC. Verschil in het gewas was niet te zien en derhalve ook niet direct verklaarbaar. Mogelijk dat hier een verschil in groenbemester een rol heeft gespeeld.

Conclusie: MC in combinatie met drijfmest is zeker een goede mogelijkheid voor suikerbieten. Het geeft een bemesting met relatief meer N en K en er kan zonder kunstmest geteeld aanvulling geteeld worden. Een volgend proefjaar zal moeten uitwijzen of vergelijkbare opbrengsten haalbaar zijn. MC sec biedt mogelijk kansen op de iets betere gronden met een hogere nalevering.

## 6.4 Overige ervaringen

### 6.4.1 Mixen met organische mest

Binnen de akkerbouw past MC uitstekend als kunstmestvervanger naast organische mest. De vraag is hoe beide, zowel drijfmest als MC het eenvoudigst naast elkaar kunnen worden toegepast. Eén en ander is mede afhankelijk van of er opslag aanwezig is en welke gewassen geteeld worden. Bij toepassing van MC sec kan deze beter direct aangevoerd worden vanaf de producent. Wanneer een silo aanwezig is kan gemakkelijk een gewenste mix gemaakt worden en in één werkgang uitgereden worden. Afgelopen jaar is in veel gevallen apart uitgereden. Nadeel hiervan is de extra uitrijkosten, extra bereiden van het land en mogelijke structuurschade, en mogelijk een te hoge dosering MC. In de toekomst zal er door technische aanpassingen zeker met lagere doseringen gereden kunnen worden. Bij P. v.d. Berg is gekozen voor mixen in een extra container, dit kost ook extra materiaal en tijd.

### 6.4.2 Economie

Financieel gezien is het vervangen van kunstmest door MC interessant voor een akkerbouwer. Dit voorjaar was de prijs voor kali nog 1 euro per kg en stikstof ook 1 euro per kg N. De waarde van 1m<sup>3</sup> MC voor N en K was toen ca 17 Euro/ton. Momenteel liggen de kosten voor N nog maar op 0,45 Euro/kg. Vervanging van drijfmest door MC is minder interessant door de vergoeding voor mest. Binnen de regio ZON zal het voor aanvoerende bedrijven het meest interessant zijn toch organische mest te gebruiken zover er ruimte is voor P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (75-85) en of N (170) met aanvulling van MC ter vervanging van kunstmest.

### 6.4.3 Betrouwbare gehalten, vooraf bekend

Mestconcentraten hebben het voordeel ten opzichte van dierlijke mest dat de gehalten behoorlijk stabiel en voorspelbaar zijn. Dit is voor veel akkerbouwers momenteel een belangrijk knelpunt in de aanvoer van drijfmest. Vooral bij de aanvoer van varkensmest is het een lot uit de loterij wat het gehalte zal zijn. Hierdoor is het lastig om volgens de gebruiksnorm te bemesten omdat het risico van overschrijding van de norm door de variërende gehalten te groot is.

## 6.5 Nader onderzoek

Voor 2010 zou het zinvol zijn de volgende zaken in de demo neer te leggen:

- In diverse gewassen (zoals. gerst, peen, maïs en bieten) delen van percelen bemesten met alleen MC.
- Dit vergelijken met alleen organische mest, al dan niet aangevuld met MC of kunstmest.
- Vervolgens in deze objecten nader onderzoek doen naar de hoeveelheid N in het profiel rond november als indicatie voor de nitraatuitspoeling.
- In overleg met loonwerkers en producenten kijken welke mogelijkheden er zijn om MC uit te rijden in combinatie (mixen) met gewone organische mest.

## 6.6 Samenvatting

Op het akkerbouwbedrijf van P. v.d. Berg te Luyksgestel is MC met succes toegepast in aardappelen, suikerbieten, waspeen, maïs en zomergerst. MC is gebruikt als vervanger van kunstmest, als aanvulling op de basisbemesting met organische mest en in enkele gewassen ook als volledige bemesting. Met gehalten van ca. 7 kg N, 0,1 kg  $P_2O_5$  en 10 kg  $K_2O$  is de meststof goed bruikbaar als kunstmestvervanger. In de gehalten zit weinig spreiding. In de akkerbouw is juist behoefte aan stikstof en kali. Met prijzen van 1 en 0,70 € per kg voor resp. K en N is MC financieel al snel interessant.

De ervaringen van het eerste jaar zijn positief. In de gewassen was geen verschil in groei waar te nemen tussen behandelingen met MC en behandelingen met kunstmest. De opbrengst bij peen en maïs was niet waarneembaar verschillend en ook opbrengstbepaling van zomergerst tijdens de oogst gaven geen verschillen aan. In aardappelen was vergelijken niet goed mogelijk. In suikerbieten waren wel opbrengstverschillen te zien, maar die waren eerder terug te voeren op de voorafgaande groenbemester dan op de toegepaste meststof.

Bij toepassing van MC sec is de uitspoeling van nitraat naar het grondwater naar verwachting lager doordat alle stikstof direct beschikbaar is en er vanuit deze meststof geen (najaars)mineralisatie meer plaatsvindt. Praktisch probleem nog is de aanwending bij gemengd uitrijden van organische mest met MC. Eén en ander zal het komend jaar nader getoetst worden.





## 7. Samenvatting en conclusies

In dit hoofdstuk zijn de ervaringen samengevat van verkenning en praktijktoepassing van MC in de melkveehouderij (7.1) en de akkerbouw (7.2). De conclusies van beide onderdelen zijn in een aparte paragraaf bij elkaar geplaatst (7.3).

### 7.1 MC in de melkveehouderij

#### 7.1.1 Verkenning vooraf

In een bijeenkomst met 'Koeien & Kansondernemers' werden vragen en aandachtspunten geïnventariseerd, die vervolgens zijn uitgewerkt in een verkenning.

*Voor welke gewassen is MC geschikt?*

MC kan in grasland toegepast worden als vervanger van kunstmest N. Het huidige kunstmest N gebruik (ongeveer 7 ton per bedrijf en 140 kg N per ha) geeft een indicatie van de mogelijke afzet. In maïs is de ruimte voor MC beperkt doordat maïs veel minder stikstof behoeft.

*Past de samenstelling van MC goed bij de behoefte op het bedrijf?*

MC bevat naast stikstof veel kali. Het fosfaatgehalte is laag, maar voor sommige bedrijven niet laag genoeg. De ruimte voor MC op het melkveebedrijf hangt samen met de behoefte aan kali en fosfaat.

- Bedrijven met een fosfaatoverschot willen geen fosfaat met MC meekrijgen. Voor deze bedrijven is een zo hoog mogelijke verhouding van stikstof/fosfaat in MC een must.
- De Kali behoefte verschilt sterk per bedrijf, afhankelijk van het K-getal in de bodem, het al dan niet toepassen van beweiding, de grondsoort en het aandeel maïs.

*Hoe verloopt aanwending?*

MC kan worden aangewend gemengd met drijfmest of apart. Bij apart aanwenden vraagt de verdeling van de kleine volumes (<10 m<sup>3</sup>) aandacht en het probleem dat de graszode tweemaal doorsneden wordt, maar voor fijnsturen met MC is apart aanwenden beter dan mengen. Gemengd aanwenden in de eerste snede gras kan leiden tot voorjaarsuitspoeling. Toepassing van drijfmest is in de toekomst beperkt tot half augustus. Gemengd aanwenden zal daardoor dus vooral plaatsvinden in de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en hoogstens de 4<sup>e</sup> snede.

*Hoe verloopt de logistiek (opslag, eventueel het mixen met drijfmest) op het bedrijf?*

Als niet alle MC tegelijk op het bedrijf komt (wat ook niet nodig is als MC in gras in verschillende snedes wordt gebruikt) is een mestopslag van 500 m<sup>3</sup> vaak voldoende om de MC op het bedrijf op te slaan. Opslaan in een open mestopslag (put onder de stal is af te raden vanwege ammoniakemissie).

*Geeft kunstmest vervangen economisch voordeel?*

Het economisch voordeel hangt sterk af van de prijs van MC (4-5 Euro per ton) ten opzichte van kunstmest, de bemestende waarde en de extra kosten van loonwerk en mestopslag. De bemestende waarde hangt deels af van de werking van de N in MC en de prijs van kunstmest N. Echter, nog meer bepalend is de behoefte op een bedrijf aan de meekomende kali en het fosfaat. Dat wordt niet alleen bepaald door de MC zelf, maar ook door het bedrijf waar het wordt toegepast. De 'toepassingswaarde' varieert van 5 tot bijna 19 Euro per ton.

## 7.1.2 Praktijktoeepassingen

Van Wijk, melkveehouder op zware rivierklei te Waardenburg, paste op het hele bedrijf MC gemengd met drijfmest toe in grasland in de eerste en tweede snede. Het concentraat verving ongeveer 40% van de kunstmest. Pijnenborg-Van Kempen paste op 8,5 ha grasland MC eveneens gemengd met drijfmest toe in de tweede en vierde snede.

- Beide bedrijven voeren geen mest af vanwege fosfaat zodat aanvoer van fosfaat in MC niet bezwaarlijk was. De Kali aanvoer met MC was hoger dan de adviesgift, wat niet als probleem werd gezien omdat de bedrijven extensief beweiden en omdat vrij veel maïs gevoerd wordt.
- De N-opbrengst uit de N in MC was bij Pijnenborg-van Kempen 14% lager dan die van de N uit KAS, De droge stofopbrengst was gelijk. Van Wijk had een goed grasopbrengst met een iets lager N gehalte in de voorjaarskuilen dan in de jaren waarin KAS werd bemest. Dit lijkt veel gunstiger dan wat in veldproeven wordt gevonden. Dit kan veroorzaakt zijn doordat bemest is op praktijkniveau. Bij bemesting op praktijkniveau kan de stikstofvoorziening zo hoog zijn dat het gewas nauwelijks meer reageert op extra beschikbare stikstof. Een iets mindere werking, toont dan minder dan wanneer suboptimaal bemest wordt.
- Mengen en aanwending (bij Van Wijk met sleepvoetbemester met sleepslang aanvoer en bij Pijnenborg-Van Kempen met een zodebemester) verliep zonder problemen. De verdeling van de mest op het land was goed. Na bemesting van de eerste snede bij Van Wijk viel veel regen. De nog natte grond nam de neerslag nauwelijks op, met als gevolg afspoeling en verlies van mineralen.
- Financieel leek de kunstmest vervanging op beide bedrijven uit te kunnen.

## 7.2 Verkenning voor de akkerbouw

### 7.2.1 Verkenning van perspectieven per gewas

In een bijeenkomst met 'Telen met Toekomstondernemers' werden de perspectieven van toepassing van MC in verschillende gewassen besproken. Verwacht werd dat MC in veel akkerbouwgewassen inzetbaar is, om te voorzien in de behoefte aan stikstof en in de behoefte aan kali (Zie Tabel 7.1).

Tabel 7.1. *Perspectieven van MC gebruik (0 = neutraal, + = heeft voordelen, ++ =gunstig.*

Gewas	Toepassing ter vervanging van		
	Stikstof Kunstmest	Kali Kunstmest	Dierlijke mest
Waspeen	+	++	+
Snijmaïs	+	+	+
Aardappel	++	++	0
Zomergerst	0	+	+
Suikerbiet	+	+	+
Wintertarwe	++	+	+
Spinazie	+++	+++	+++
Stamslabonen	+	+	++
Conservenerwten	0	++	-

#### Kwalificatie verwachte bijdrage

Waspeen snijmaïs	Besparing op kunstmest (kali en stikstof) De snelle beschikbaarheid van stikstof sluit goed aan bij de behoefte. Gebruik van MC in plaats van dierlijke mest leidt tot minder mineralisatie na de oogst wat de nitraatuitspoeling beperkt.
Aardappelen	Toepassing (samen met organische mest, alleen MC geeft te weinig nawerking) bespaart kunstmest stikstof en kali kunstmest uit. Toepassing als bijbemesting kan nog extra

Zomergerst	kunstmest besparen. Inzetbaar in plaats van dierlijke mest. Kleiner risico op overmatige stikstofdosering dan bij gebruik van drijfmest door constantere samenstelling. Lage mineralisatie na de oogst beperkt de nitraatuitspoeling.
Suikerbieten	MC toegepast samen met organische mest spaart gebruik kali kunstmest uit.
Wintertarwe Stamslabonen	Concentraat spaart kali en stikstof kunstmest uit. De snelle werking is een voordeel. MC past prima voor de behoefte aan stikstof en kali. Voordeel op zandgrond is een mogelijk positief effect op het nitraat na oogst.
Spinazie	Spinazie staat met stip bovenaan voor het gebruik van MC vanwege de hoge behoefte c.q. afvoer van stikstof en kali, de snelle stikstofwerking en het milieuvoordeel bij toepassing in late zaai.
Conservenerwten	Minder geschikt, gewas heeft een minimale N behoefte, wel kali. Te veel stikstof werkt negatief op de opbrengst..

## 7.2.2 Praktijktoepassingen op akkerbouwbedrijf Van den Berg

Van den Berg, akkerbouwer op droge zandgrond te Bergeijk, paste MC toe in diverse gewassen als vervanger van kunstmest, als aanvulling op de basisbemesting met organische mest en in enkele gewassen ook als volledige bemesting (zie Tabel 7.2). Bij gebruik van MC als volledige bemesting werd de ruimte voor organische mest verschoven naar gewassen die over een langere periode groeien en stikstof nodig hebben, zoals aardappelen.

Tabel 7.2. Gebruik van MC per gewas op het bedrijf Van den Berg (DM = drijfmest, KM = kunstmest).

Gewas	Behandeling	MC	MC + DM	KM + DM	DM	KM
Waspeen		X			X	
Snijmaïs		X	X	X		
Cons. aardappel			X	X		
Zomergerst		X			X	X
Suikerbiet		X	X	X		

De ervaringen met MC zijn positief:

- Zowel bij gebruik als kunstmestvervanger als bij een volledige bemesting met MC waren weinig tot geen verschillen in groei of opbrengst te zien. Dit duidt op een goede werking van de stikstof in MC, beter dan in veldproeven elders is waargenomen. Echter voorzichtigheid is hier geboden. Bij bemesting op praktijkniveau kan de stikstofvoorziening zo hoog zijn dat het gewas nauwelijks meer reageert op iets meer of minder beschikbare stikstof. Als de werking van MC te wensen overlaat, komt dat dan minder tot uiting in de opbrengst dan wanneer suboptimaal bemest wordt.
- Metingen van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem na de oogst van maïs gaven geen aanwijzing dat de uitspoeling van nitraat na de oogst van maïs (zoals verwacht werd) beperkt wordt door gebruik van MC.
- Financieel bestaat het voordeel uit minder aankoop van kali en stikstof kunstmest.
- Om goed uit te komen met het verdelen van de gebruiksruimte voor stikstof en fosfaat is het van groot belang dat de gehalten constant zijn. Dit was op het bedrijf Van den Berg met uitzondering van één vracht, het geval. Dit is een voordeel ten opzichte van dierlijke mest. De samenstelling van dierlijk mest varieert vaak sterk per vracht, wat voor van den Berg een belangrijk knelpunt is (vooral bij varkensmest).

## 7.3 Conclusies en aanbevelingen

### 7.3.1 Conclusies

Ruimte voor toepassing in de melkveehouderij en de akkerbouw

- Gras biedt op het melkveebedrijf het meeste ruimte voor gebruik van MC;
- In de akkerbouw is er perspectief voor toepassing de belangrijkste gewassen, waaronder: suikerbiet, wintertarwe, gerst, maïs, stamslaboon, waspeen en aardappel.

De samenstelling van MC in relatie tot toepassing

- Voor gebruik van MC in de melkveehouderij is een zo hoog mogelijke stikstof/fosfaat verhouding gewenst. De verhouding in de huidige MC's is soms te laag;
- De kali aanvoer met MC beperkt de ruimte voor kunstmest N-ervanging tot 50% op melkveebedrijven met een Kaligetal voldoende in de bodem.
- In veel akkerbouwgewassen kan MC voor een groot deel voorzien in de kalibehoeft. Kali in MC draagt dan ook aanzienlijk bij aan de inzetbaarheid als kunstmestvervanger.

Opbrengst van gras en akkerbouwgewassen

- De algemene indruk van opbrengsten bij toepassing van MC in de akkerbouw is positief. Er zij geen of weinig verschillen waarneembaar tussen het gewas behandeld met MC en dat behandeld met kunstmest;
- De opbrengst van stikstof uit MC lijkt iets lager dan bij gebruik van KAS bij toepassing van MC op gras gemengd met drijfmest; de opbrengst van droge stof en fosfaat bij gebruik van MC is niet verschillend van die bij gebruik van KAS.

Aanwenden en bewerking

- Apart aanwenden van MC maakt fijnsturing van de gift mogelijk, maar leidt tot hogere loonwerk kosten en in gras tot tweemaal doorsnijden van de zode. Het goed verdelen van kleine volumes per hectare verdient aandacht en aanpassing van technieken.
- Gemengd aanwenden in de eerste snede gras kan leiden tot voorjaarsuitspoeling doordat drijfmest vroeg gegeven wordt. Dit kan worden opgelost door een gedeelde eerste gift. De omstandigheden voor gemengd aanwenden lijken het meest gunstig in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> snede.
- Mengen van drijfmest en MC vergt een logistiek waar veel akkerbouwbedrijven niet op ingericht zijn. Er is behoefte aan praktische oplossingen voor goed mengen aan de rand van de akker.

### 7.3.2 Aanbevelingen

- De bemestende waarde van MC is zo afhankelijk van de behoefte op bedrijven aan de verschillende componenten in MC dat het beter is een bedrijfsafhankelijke toepassingswaarde te berekenen dan een vaste bemestende waarde.
- Bij beslissen over kaliaanvoer met MC op het melkveebedrijf worden risico's afgewogen deels gebaseerd op factoren die niet in het advies voor kali opgenomen zijn. Het valt te overwegen om hiervoor aanvullende adviezen te geven.
- Gebruik van MC in de akkerbouw in plaats van dierlijke mest kan bijdragen aan verlaging van de nitraatuitspoeling door het uitblijven van de mineralisatie na oogst. Het zou goed zijn meer aandacht aan dit aspect te besteden.
- Bij de aanpassing van bestaande aanwendingstechnieken zou men zich vooralsnog moeten richten op gemengd met drijfmest aanwenden en apart aanwenden van MC in kleine volumes met een goede verdeling.

## 8. Literatuur

Aarts *et al.*, 2009.

Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven, Rapport nr. 50.

Boer, D.J. den & W.N. Vergeer, 2000.

Wijziging kalibemestingsadvies voor grasland. In Meststoffen, p 7-11.

Eekeren, N. van, E. Heeres, G. Iepema & H. van der Meer, 2005.

Kalibemesting van grasklaver. Bioveem, rapport nr. 9.

Hilhorst, G.J., J. Verloop & J. Oenema, 2008.

Gevolgen van gebruiksnormen voor afvoer van mest; analyse Koeien & Kansen bedrijven, Rapport nr.52

Kayser, M. & J. Isselstein, 2005.

Potassium cycling and losses in grassland systems: a review. Grass and Forage Science 60, 213-224.

LNV, 2009.

Vierde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2010 - 2013). In: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag



## **Bijlage I.**

### **Berekening van de kunstmest N ruimte**

Schatten van het verwachte gebruik N in dierlijke mest rekening houdend met:

1. De excretie per bedrijvengroep volgens Aarts *et al.*, 2009);
2. De gebruiksnorm voor stikstof in dierlijke mest;
3. De gebruiksnorm voor fosfaat (geschat op basis van de fosfaattoestand op de bedrijven en het bouwplan).

Schatten van de ruimte voor kunstmest rekening houdend met:

1. Al dan niet beweiden.





## Bijlage II.

### Prijzen van N, P en/of K-kunstmest

Tabel. Prijzen in Euro per 100 kg in 2009.

	januari	februari	maart	April	mei	juni
Kalkammonsalpeter	46,30	33,95	33,75	31,00	23,05	19,25
Stikstofmagnesia	45,30	38,05	33,45	30,60	23,15	19,25
Ureum	68,85	68,85	50,70	49,60	45,50	41,35
Superfosfaat	49,45	45,50	44,45	39,65	36,20	36,20
Tripelsuperfosfaat	87,85	81,65	68,70	56,45	49,80	49,40
Kaliumchloride, 40% K <sub>2</sub> O	58,15	58,60	58,90	55,90	54,45	54,45
Kaliumchloride, 60% K <sub>2</sub> O	75,65	75,65	75,60	74,55	71,25	71,25
Kalisalpeter 46% K <sub>2</sub> O	131,90	131,90	132,15	132,15	114,60	114,60

Bron: BINternet, prijzen volgens Prijs-Informatie Desk (LEI).



## **Bijlage III.**

### **De opbrengstbepaling op bedrijf Pijnenborg-Van Kempen**

- In elke strook werd een stuk van ongeveer 13 meter uitgemaaid met de Haldrup (maaibreedte 150 cm).
- De opbrengst werd gewogen en het uitgemaaide oppervlak werd nauwkeurig bepaald.
- Versgras werd bemonsterd en geanalyseerd op N, P, K en droge stofgehalte.



## Bijlage IV.

# Correctie van resultaten op bedrijf Pijnenborg-Van Kempen voor verschillen tussen de behandelingen met KAS en MC

De strokenproef bij Pijnenborg was erop gericht het verschil in opbrengst te onderzoeken bij toepassing van DMKAS en DMMC. Onbedoeld bleek de hoeveelheid gegeven N in KAS hoger dan die in MC. Daarvoor is gecorrigeerd door een correctiefactor toe te passen. De correctiefactor is als volgt afgeleid:

1. Bepalen verschil in aangeboden N (kg/ha), Tabel 1);
2. Berekenen van de bijdrage van het KAS danwel MC aandeel in het totale N aanbod (N uit KAS of N uit MC + N uit de drijfmest + N geleverd uit de bodem);
3. Verondersteld is dat elke kg werkzame N evenveel bijdraagt aan de opbrengst;
4. Terugrekenen naar het verschil in aangeboden N uit KAS of MC;
5. Controleren voor effecten van fouten in stap 2.

## 1 Verschil in aangeboden N

Tabel 1. *Verskil in aangeboden N (kg/ha).*

Snede	KAS	MC
2	48	44
4	49	40

## 2 Aandeel N uit KAS/MC in totale aanbod werkzame N

Nwerkzaam uit drijfmest is berekend als $0,5 * N_{\text{totaal uit drijfmest}}$ :	38 kg per hectare
N levering uit de bodem is geschat op:	20 kg per hectare
N uit KAS/MC is	50 kg per hectare
Totaal N aanbod per snede	108 kg per hectare
Het aandeel van N uit KAS/MC is dan:	46%

### 3 Gevoeligheid voor fouten in stap 2

Deze schatting is relatief onzeker. De correctie blijkt echter niet zo gevoelig voor de schatting van dit aandeel, zodat kleine afwijkingen niet tot grote fouten leidt in de toegepaste correctie.

---

Aandeel N uit KAS/MC in N aanbod	Opbrengst (MC t.o.v. KAS) berekend na correctie	
	%DS	%N
30	100	84
36	100	85
46	102	86
56	103	87

---