



Effect van gebruik mineralenconcentraat op nitraatuitspoeling

Verkennend onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten

René Schils, Rob Geerts, Jouke Oenema, Koos Verloop, Falentijn Assinck en Gerard Velthof

Effect van gebruik mineralenconcentraat op nitraatuitspoeling

Verkennd onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten

René Schils¹, Rob Geerts², Jouke Oenema², Koos Verloop², Falentijn Assinck¹ en Gerard Velthof¹

1 Alterra

2 Plant Research International

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR en Plant Research International Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken in het kader van BO-thema Mest en Milieu (projecten mineralenconcentraten BO-20-004-017 en Biorefine Interreg BO-20-004-046) en door het Interreg IVB-programma (project Biorefine).

Alterra Wageningen UR
Wageningen, oktober 2014

Alterra-rapport 2570

ISSN 1566-7197

René Schils, Rob Geerts, Jouke Oenema, Koos Verloop, Falentijn Assinck en Gerard Velthof, 2014.
Effect van gebruik mineralenconcentraat op nitraatuitspoeling. Verkennend onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre),
Alterra-rapport 2570. 52 blz.; 3 fig.; 13 tab.; 6 ref.

Referaat NL

Het effect van het gebruik van mineralenconcentraten op de nitraatuitspoeling onder gras en maïs is getoetst op praktijkbedrijven van het 'Koeien en Kansen' netwerk. Op twintig percelen is in het voorjaar van 2014 het nitraatgehalte in het bovenste grondwater gemeten. Er is geen significant verschil gemeten tussen stroken bemest met kunstmest of stroken bemest met mineralenconcentraat.

Referaat UK

The effect of the use of mineral concentrates on nitrate leaching under grass and maize was tested on farms of the 'Cows and Opportunities' network. In the spring of 2014, the nitrate content in the upper groundwater of twenty plots were measured. There was no significant difference between strips fertilized with chemical fertilizers or strips fertilized with mineral concentrates.

Trefwoorden: gras, grondwater, 'Koeien en Kansen', maïs, mestbeleid, mineralenconcentraat, nitraat



Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2014 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek),
Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00,
E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Werkwijze	8
	2.1 Bedrijven en percelen	8
	2.2 Behandelingen	8
	2.3 Waarnemingen	8
	2.3.1 Teelt en gebruik	8
	2.3.2 Meststoffen	9
	2.3.3 Gewas	11
	2.3.4 Grondwater	11
3	Resultaten en discussie	13
	3.1 Bemesting	13
	3.2 Gewas	15
	3.3 Stikstofbalans	17
	3.4 Nitraat in grondwater	18
	3.4.1 Weersomstandigheden in herfst en winter	18
	3.4.2 Grondwaterstand	19
	3.4.3 Stikstoffracties	20
	3.4.4 Nitraat	20
4	Conclusies	24
	Literatuur	25
	Bijlage 1 Locaties van de proefstroken	26
	Bijlage 2 Overzicht stikstofbemesting	36
	Bijlage 3 Resultaten mestanalyses	41
	Bijlage 4 Resultaten gewasanalyses	42

Samenvatting

Sinds 2009 zijn in een pilot de landbouwkundige, economische en milieukundige effecten van de productie en het gebruik van mineralenconcentraten als kunstmestvervanger onderzocht. In veldproeven die onderdeel uitmaakten van deze pilot zijn slechts op beperkte schaal waarnemingen aan nitraatuitspoeling verricht. Om hierin meer inzicht te krijgen is in 2013/2014 een monitoringsonderzoek uitgevoerd op gras- en maïspcelen van melkveebedrijven die deelnemen aan het 'Koeien en Kansen' project. Per bedrijf zijn vier graslandpercelen geselecteerd en één of meerdere maïspcelen. Op elk perceel zijn twee behandelingen aangelegd, namelijk 'Regulier gebruik van kunstmest en drijfmest' (KM) en 'Gehele of gedeeltelijke vervanging van kunstmest door mineralenconcentraat' (MC). De minimale vervanging van kunstmest door mineralenconcentraat was vastgesteld op 50%. In het onderzoek is mineralenconcentraat gebruikt van drie verschillende leveranciers. Gemiddeld bevatte het mineralenconcentraat 8,2 kg N per ton product.

Op de graspercelen is gemiddeld 280 kg werkzame stikstof per ha toegediend, waarvan ongeveer de helft als dunne rundermest is toegediend. Op de MC-percelen is gemiddeld 84% van de kunstmest vervangen door mineralenconcentraat. Op maïsland is gemiddeld 100 kg werkzame stikstof per ha toegediend, waarvan ongeveer 70% uit dunne rundermest of dunne varkensmest. Gemiddeld is op maïsland 138% van de kunstmest vervangen door mineralenconcentraat. De gewasopbrengst was vrijwel gelijk bij gebruik van kunstmest of mineralenconcentraat. Alleen bij de eerste snede gras leek de opbrengst en het stikstofgehalte bij de MC-stroken wat lager te zijn dan op de KM-stroken. Mogelijk is de stikstofwerking van het mineralenconcentraat lager dan de vooraf veronderstelde 100%.

De gebruikte meststof (kunstmest of mineralenconcentraat) had geen effect op het nitraatgehalte. Gemiddeld waren de nitraatgehalten onder maïs (155 mg/l) hoger dan onder gras (46 mg/l). De gemeten nitraatgehalten lieten een grote spreiding zien.

1 Inleiding

Verwerking van dierlijke mest wordt, naast voermaatregelen en mestexport, gezien als mogelijkheid om mineralenkringlopen beter te sluiten en nutriënten nuttig te gebruiken. Eén van de mogelijkheden van mestverwerking is dat mest wordt gescheiden en dat het mineralenconcentraat, dat ontstaat uit omgekeerde osmose van de dunne fractie, gebruikt wordt als kunstmestvervanger (Velthof, 2011). Het mineralenconcentraat is met een industrieel proces vervaardigd en valt onder de definitie van kunstmest in de Nitraatrichtlijn. Het is te verwachten dat het concentraat andere kenmerken heeft dan dierlijke mest. Tegelijkertijd valt het concentraat onder de definitie van dierlijke mest uit de Nitraatrichtlijn, zelfs na bewerking. Daarmee blijft gebruik ervan beperkt door de gebruiksnormen voor dierlijke mest.

Sinds 2009 zijn in een pilot de landbouwkundige, economische en milieukundige effecten van de productie en het gebruik van mineralenconcentraten als kunstmestvervanger onderzocht. In veldproeven die onderdeel uitmaakten van deze pilot zijn slechts op beperkte schaal waarnemingen aan nitraatuitspoeling verricht. In een veldproef met snijmaïs is in het najaar de voorraad minerale stikstof gemeten, en in het daaropvolgende voorjaar het nitraatgehalte in het bovenste grondwater (Schröder *et al.*, 2011). Ondanks de lagere stikstofwerking heeft het gebruik van mineralenconcentraten niet geleid tot ophoping van minerale stikstof in de bodem en daardoor tot meer uitspoeling. In diverse veldproeven met aardappelen (Van Geel *et al.*, 2011) en grasland (Van Middelkoop en Holshof, 2011) is de hoeveelheid minerale stikstof in het najaar gemeten. Op grasland zijn geen verschillen aangetroffen. Bij aardappelen waren de resultaten minder consistent, met zowel hogere als gelijke stikstofvoorraden bij gebruik van mineralenconcentraat.

Om meer inzicht te krijgen in het effect van het gebruik van mineralenconcentraat is in 2013 een monitoringsonderzoek uitgevoerd op gras- en maïspercelen van melkveebedrijven die deelnemen aan het 'Koeien en Kansen' project (www.koeienenkansen.nl). Omdat grondsoort, grondwatertrap en gebruik een groot effect hebben op de nitraatconcentratie in het grondwater, is gekozen voor een strokenproef. Dat wil zeggen dat een deel van een perceel met mineralenconcentraten wordt bemest en een deel op reguliere wijze met kunstmest.

2 Werkwijze

2.1 Bedrijven en percelen

De bedrijven waar de praktijkpercelen zijn geselecteerd, zijn allen deelnemer in het project 'Koeien & Kansen' en liggen in Noord Brabant. In 'Koeien & Kansen' zoekt een groep van 16 enthousiaste melkveehouders samen met onderzoekers naar de mogelijkheden van een duurzame en maatschappelijk geaccepteerde melkveehouderij. Het primaire doel is om op pioniersbedrijven toekomstige milieuwetgeving te implementeren. Hiermee brengen ze de milieukundige, technische en economische gevolgen in beeld. Daarnaast doen de deelnemers ervaring op, waardoor implementatie door de brede praktijk kosten-effectiever en met minder risico kan plaatsvinden. Bovendien leveren ze 'bewijslast' voor de effectiviteit van de wetgeving. Het uitdragen van kennis en ervaringen hoort bij de primaire doelstellingen van 'Koeien & Kansen'.

Per bedrijf zijn vier graslandpercelen geselecteerd en één of meerdere maïspancelen (Tabel 1). Het streven was om minimaal 20 graslandpercelen en 10 maïspancelen in de praktijkproef op te nemen. Een deel van de graslandpercelen werden uitsluitend gemaaid, een deel zowel gemaaid als beweid.

Tabel 1

Geselecteerde percelen.

Bedrijf	Grasland				aantal	Maïs				aantal
De Kleijne (KL)	1	5a	21	22	4	20				1
Pijnenborg-Van Kempen (PK)	8	13	24	32	4	10	25	26		3
Houbraken (HOU)	3	4	7	9	4	Gelukten				1
Buijs (BU)	1	2	3	4	4	Lage Vaarkant 5				1
Hoefmans (HOE)	30	35	40	45	4	100	130	140	150	4
Totaal					20					10

2.2 Behandelingen

Op elk perceel zijn twee behandelingen aangelegd:

- KM: Regulier gebruik van kunstmest en drijfmest.
- MC: Gehele of gedeeltelijke vervanging van kunstmest door mineralenconcentraat.

De minimale vervanging van kunstmest door mineralenconcentraat was vastgesteld op 50%. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de locaties van de proefstroken.

2.3 Waarnemingen

2.3.1 Teelt en gebruik

De deelnemers hebben tijdens het seizoen de volgende gegevens bijgehouden:

- Bemesting: type meststof, tijdstip, hoeveelheid en wijze van toediening.
- Graslandgebruik: maaidata, begin en eind van beweiding, aantal dieren en type.
- Bouwlandgebruik: inzaai, oogst.

2.3.2 Meststoffen

Kunstmest (KM)

De meeste ondernemers gebruikten Kalkammonsalpeter (KAS) met een gehalte van 27% stikstof. Enkele hebben echter ook andere kunstmestsoorten gebruikt zoals ENTEC (26% stikstof) of vloeibare stikstofmeststoffen op basis van ureum, zoals LFLEX (24% stikstof) of Nutrisphere (46% stikstof). De vaste meststoffen zijn met een kunstmeststrooier uitgereden, de vloeibare meststoffen met een veldspuit.

Organische mest

Als basis voor de bemesting voor zowel de graslandpercelen als de maïspancelen is in het algemeen runderdrijfmest (RDM) van het eigen bedrijf gebruikt. Op de graslandpercelen is deze met een zodebemester toegediend, op de bouwlandpercelen met een bouwlandinjecteur. Op één bedrijf (Hoefmans) is op het bouwland de dikke fractie van gescheiden runderdrijfmest en vaste runderstromest uitgereden met een breedspreader. Voor de werkingscoëfficiënt van dierlijke mest is 60% van N_{totaal} aangehouden.

Mineralenconcentraat

Het mineralenconcentraat (MC) is van verschillende producenten betrokken: KUMAC (De Kleijne, Houbraken en Pijnenborg), Kempfarm (Pijnenborg), Houbraken (Houbraken, Hoefmans) en Verkooyen (Buijs).

Op de graslandpercelen is deze toegediend met een zodebemester. In sommige gevallen is vooraf de MC in de zodebemester met runderdrijfmest gemengd (De Kleijne en Buijs), soms vooraf in de put (Houbraken) en soms is alleen de zuivere, onverdunde MC uitgereden met een zodebemester (Pijnenborg).

Op de maïspancelen is de MC uitgereden met een speciale machine, de Rogator van het bedrijf KUMAC uit Deurne. Dit is een machine die speciaal ontwikkeld is om kleine hoeveelheden mineralenconcentraat te kunnen uitrijden in het gewas.

Voor de werkingscoëfficiënt van mineralenconcentraat is 100% van N_{totaal} aangehouden.



De Rogator tijdens een demonstratie op een maïspancel (foto Rob Geerts)

Met de Rogator is het mogelijk om na opkomst van de maïs, bij een gewas-lengte van ongeveer 50 cm, mineralenconcentraat in de rijen toe te dienen. Op de bedrijven van De Kleijne, Pijnenborg,

Houbraken en Hoefmans is op deze wijze de kunstmest-stikstofgift, die normaal tijdens het zaaien van de maïs wordt toegediend, vervangen door mineralenconcentraat in de rij.

Op een paar bedrijven is mineralenconcentraat in de maïs op een andere wijze toegediend. Zo is op het bedrijf van Pijnenborg-Van Kempen in één van de drie maïspcelen het mineralenconcentraat met een zodebemester voor het zaaien van de maïs toegediend. Daarnaast is op het bedrijf van Buijs het mineralenconcentraat direct ingewerkt voor het zaaien van de maïs met een sleufkouter.

In het netwerk van de 'Koeien & Kansen' bedrijven worden jaarlijks standaard op diverse momenten in het jaar mestmonsters genomen van mest die op de percelen wordt uitgereden. De mestmonsters worden door de ondernemer zelf of door een rayonmedewerker van BLGG agroXpertus genomen en ter analyse aangeboden bij BLGG agroXpertus in Wageningen. Voor deze studie zijn de analyseresultaten gebruikt van de mest die op de percelen is uitgereden waar de proefstroken met mineralenconcentraat zijn aangelegd. Niet altijd is de mest opnieuw bemonsterd voor het toedienen. In die gevallen zijn de analyseresultaten gebruikt van mest met vergelijkbare samenstelling uit dezelfde mestkelder.

BLGG agroXpertus hanteert de volgende methoden:

- Voorbehandeling drijfmest: Samenvoegen monsters uit één partij, mengen en homogeniseren door mixen en nemen deelmonster (conform NEN 7430).
- Voorbehandeling vaste mest: Samenvoegen monsters uit één partij, mengen, nemen deelmonster, mengen met wijsteenzuur, drogen en malen (conform NEN 7431).
- N-P-K totaal; Ontsluiting: Voor destructie met waterstofperoxide, destructie met zwavelzuur en Cu als katalysator (conform NEN 7433).
- N Continuous Flow Analyser, spectrofotometrie; (gelijkwaardig aan NEN 7434).
- P Continuous Flow Analyser, spectrofotometrie; (gelijkwaardig aan NEN 7435).
- K Continuous Flow Analyser, vlamfotometrie; (gelijkwaardig aan NEN 7436).
- N ammonium: Extractie van vrij ammonium door 15 minuten schudden met water in verhouding 1:50 M/M . Meten met Discreet Analyser; spectrofotometrie.

Bij aanvoer van mineralenconcentraat wordt standaard (wettelijk verplicht: uitvoeringsregeling meststoffen) door de leverancier van het mineralenconcentraat een analyserapport van de aangevoerde meststof geleverd, waarin de hoeveelheden aan stikstof, fosfaat en kali vermeld staan, die met de partij meststof is aangevoerd. Het mineralenconcentraat in deze praktijkproef is door verschillende firma's geleverd. Allen hebben deze meststof laten analyseren bij het Laboratorium Zeeuws-Vlaanderen BV in Grauw. De mestmonsters zijn geanalyseerd op stikstof, fosfaat en kali volgens de volgende methodes:

- Stikstof: Ammoniakale stikstof, Eigen methode, spectrofotometrie, WVS-118.
- Nitraat-stikstof, Eigen methode, spectrofotometrie, WVS-118.
- Organische stikstof, Conform NEN 7434, spectrofotometrie, WVS-022.
- Stikstof-totaal, Berekening.
- Fosfaat: Fosfaat, Conform NEN 7435, spectrofotometrie, WVS-022.
- Kalium: Kalium, Conform NEN 7436, spectrofotometrie, WVS-136.

De toegepaste methoden zijn conform bijlage H van de uitvoeringsregeling van de meststoffenwet (AP05).

De verrichtingen volgens de volgende NEN-normen zijn voorgeschreven:

- NEN 7430: Dierlijke mest en mestproducten. Monstervoorbehandeling door homogeniseren. Drijfmest;
- NEN 7431: Dierlijke mest en mestproducten. Monstervoorbehandeling door mengen, drogen en malen. Stapelbare mest;
- NEN 7433: Dierlijke mest en mestproducten. Monstervoorbehandeling voor de bepaling van stikstof, fosfor en kalium. Ontsluiting met zwavelzuur, waterstofperoxyde en kopersulfaat;
- NEN 7434: Dierlijke mest en mestproducten. Bepaling van het gehalte aan stikstof in destruat;en;
- NEN 7435 (ontwerp): Dierlijke mest en mestproducten. Bepaling van het gehalte aan fosfor in destruat;en.

De bijdrage van weidemest is gebaseerd op de N-opbrengst van de hoeveelheid afgeweid gras door het vee, waarbij rekening is gehouden met het type vee (volwassen of jongvee). Verder zijn de volgende werkingscoëfficiënten gebruikt voor de verschillende mestsoorten:

- Runderdrijfmest (RDM): 60%.
- Vaste Runderdrijfmest (incl. dikke fractie van gescheiden mest) (RVM) of stromest: 30%.
- Mineralenconcentraat (MC): 100%.

2.3.3 Gewas

Grasland

Vlak voor de eerste snede is met een grashoogtemeter de actuele grashoogte gemeten. Tegelijkertijd zijn plukmonsters genomen van de staande biomassa voor gewasanalyses. Voor de latere snedes hebben de ondernemers telkens geschat wat er aan staande biomassa stond. Van een beperkt aantal percelen zijn bovendien vers gras monsters genomen. Voor het gehalte aan stikstof in het weidegras is gebruikgemaakt van gewasanalyses van grasmonsters die tijdens meetweken op de bedrijven van 'Koeien & Kansen' zijn genomen. De opbrengst tijdens weiden is berekend aan de hand van het aantal weidedagen.

De vers-gras monsters zijn voor analyse aangeboden aan het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem (CBLB) in Wageningen en geanalyseerd (na voorbehandeling van drogen en malen) volgens de volgende methodes:

- Stikstof Totaal en Fosfor Totaal: destructie $H_2SO_4/H_2O_2/Se$ en analyse met een Segmented Flow Analyzer.
- Kali: destructie $H_2SO_4/H_2O_2/Se$ en analyse met een ICP-AES Element Analyzer.

Maïs

De opbrengsten van de maïspercelen zijn geschat door:

- Een inschatting van de ondernemers zelf, al dan niet samen met een loonwerker, van de staande biomassa maïs.
- Bij de oogst het aantal wagens te tellen met geoogste maïs. Voor de omrekening van volume verse maïs naar ton droge stof per ha is gebruik gemaakt van de stelregel dat 1 m^3 verse maïs ongeveer gelijk staat aan 112 kg droge stof. Van de vers geoogste maïs is een monster genomen door telkens van verschillende wagens wat maïs te nemen. Dit mengmonster is voor analyse aangeboden aan het cblb in wageningen en geanalyseerd (na voorbehandeling van drogen en malen) volgens dezelfde methodes als bij de analyse van de grasmonsters.

2.3.4 Grondwater

Percelen zijn geselecteerd voor bemonstering indien minimaal de helft van de kunstmeststikstofgift is vervangen door mineralenconcentraat. Op de bedrijven van De Kleine en Pijnenborg-Van Kempen is vrijwel alle kunstmest vervangen door mineralenconcentraat en zijn alle percelen geselecteerd (Tabel 2). Bij Houbraken is één graslandperceel (perceel 9) afgefallen omdat daar slechts een kwart van de kunstmest is vervangen door mineralenconcentraat. Op de bedrijven van Buijs en Hoefmans is het op grasland niet gelukt om voldoende vervanging te realiseren. In totaal zijn 11 percelen gras en 10 percelen maïs geselecteerd voor monsternamen van het grondwater.

Tabel 2

Geselecteerde percelen voor monsternamen grondwater

Bedrijf	Grasland				aantal	Maïs				aantal
De Kleijne (KL)	1	5a	21	22	4	20				1
Pijnenborg-Van Kempen (PK)	8	13	24	32	4	10	25	26		3
Houbraken (HOU)	3	4	7		3	Gelukten				1
Buijs (BU)						Lage Vaarkant 5*				1
Hoefmans (HOE)						100	130	140	150	4
Totaal					11					10

* Perceel is niet bemonsterd vanwege te natte omstandigheden in het voorjaar van 2014.

Het bovenste grondwater is bemonsterd aan het einde van de winter, voor de uitvoering van de eerste bemesting, in de periode tussen 11 en 27 februari 2014.

Per strook zijn, gelijkmatig verdeeld, acht monsters genomen. Hierbij is een ruim voldoende afstand gehanteerd uit elke rand van de strook. Het bemonsterde deel van de MC-strook en van de KM-strook zijn zo gekozen dat ze gelijkvormig zijn, ongeveer even groot zijn en bij elkaar in de buurt liggen. De grondwaterstand is minimaal in vier van de acht boorgaten gemeten.

Per plek is minimaal 50 ml grondwater bemonsterd, met behulp van een poreuze cup (poriegrootte 0,45 µm) op ongeveer 20 cm onder de grondwaterstand. Het boorgat is gemaakt met een edelmanboor. Om het invallen van losse grond te voorkomen, is in de bouwvoor een mantelbuis geplaatst.

De monsters zijn in een koelbox (max 4 °C) vervoerd en meteen de volgende dag geanalyseerd in het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem van Wageningen UR. In het grondwatermonster zijn de gehalten aan nitraat en nitriet (NO₃ en NO₂), ammonium (NH₄) en totaal oplosbare stikstof (Nts) bepaald. De metingen zijn uitgevoerd op een segmented flow analyzer (SFA).

- Nitraat wordt gereduceerd tot nitriet m.b.v. cadmium. Daarna worden Naphtylethyleendiamine dihydrochloride en sulfanilamide (Griess-Ilosvay reagens) toegevoegd. Hierbij ontstaat in zuur milieu een roodgekleurde diazoverbinding, waarvan de extinctie spectrofotometrisch gemeten wordt bij een golflengte van 540 nm;
- Ammonium is gebaseerd op de Berthelot reactie, waarbij een fenolderivaat een indofenol verbinding vormt in de aanwezigheid van ammonia en hypochloriet. In basisch milieu heeft het gevormde indofenol een groenblauwe kleur, die spectrofotometrisch bepaald wordt bij een golflengte van 660 nm;
- Totaal oplosbaar stikstof wordt bepaald door eerst de organische verbindingen te destrueren met kaliumpersulfaat bij pH = 4 gevolgd door UV-destructie m.b.v. natriumboraat. Het monster wordt gedialyseerd en tot slot wordt nitraat gemeten na reductie tot nitriet zoals hierboven beschreven.

3 Resultaten en discussie

Van de 20 graslandpercelen (Tabel 1) die op de vijf bedrijven zijn geselecteerd voor deze praktijkproef, voldeden er slechts elf aan de voorwaarde dat minimaal de helft van de stikstof uit kunstmest is vervangen door stikstof uit mineralenconcentraat. Op het bedrijf van De Kleijne is de stikstof uit kunstmest geheel vervangen door stikstof uit mineralenconcentraat en bij Pijnenborg-Van Kempen is circa 90% van de stikstof uit kunstmest vervangen door mineralenconcentraat. Bij Houbraken is op drie van de vier percelen ongeveer de helft van de stikstof uit kunstmest vervangen door mineralenconcentraat en is op één perceel (perceel 9) slechts een kwart vervanging gerealiseerd. Op de bedrijven van Buijs en Hoefmans is het op grasland niet gelukt om voldoende vervanging te realiseren.

Op de tien geselecteerde maïspcelen is alle stikstof uit kunstmest vervangen door stikstof uit mineralenconcentraat. Tijdens de bemonstering van de percelen bleek echter het maïspcel van Buijs veel te nat om grondwaterbemonstering te kunnen uitvoeren.

Uiteindelijk zijn dus elf graspercelen en negen maïspcelen bemonsterd voor nitraat. De bespreking van de resultaten van bemesting, opbrengst en kwaliteit beperken zich ook tot deze 20 percelen. In de bijlagen zijn ook de resultaten weergegeven van de percelen die niet zijn geselecteerd voor de bemonstering van het grondwater.

3.1 Bemesting

In het onderzoek is mineralenconcentraat gebruikt van drie verschillende leveranciers. Gemiddeld bevatte het mineralenconcentraat 8,2 kg N per ton product (Tabel 3), met een variatie van 6,6 tot 10,8 kg N per ton product (Bijlage 3). De gemiddelde fosfaat- en kaligehalten waren respectievelijk 0,4 en 10,7 kg per ton product. Ten opzichte van mineralenconcentraat, bevatte dunne rundermest grofweg de helft van de stikstof en kali, maar twee keer zoveel fosfaat.

Tabel 3

Gemiddelde samenstelling van gebruikte dierlijke mest.

	aantal	Ntotaal (g/kg)	Nanorganisch (%)	P ₂ O ₅ (g/kg)	K ₂ O (g/kg)
Mineralenconcentraat	Kumac	2	9.32	0.21	13.75
	Kempfarm	5	8.58	0.22	11.34
	Houbraken	6	7.47	0.60	9.18
	Alle	13	8.18	0.39	10.72
Dunne rundermest	8	3.73	50	1.31	5.26
Vaste mest	1	4.43	41	2.18	3.70

Op de meetpercelen gras is gemiddeld 280 kg werkzame stikstof per ha toegediend, uitgaande van werkingscoëfficiënten van 60% voor dunne rundermest en 100% voor mineralenconcentraat (Tabel 4). Op de KM-stroken is gemiddeld 12 kg N/ha minder gegeven dan op de MC-stroken. Op de KM-percelen is gemiddeld de ene helft van de werkzame stikstof gegeven in de vorm van kunstmest en de andere helft als dunne rundermest. Op de MC-percelen is gemiddeld 84% van de kunstmest vervangen door mineralenconcentraat, maar dat liep uiteen van 47 tot 104%.

Tabel 4

Gemiddelde werkzame stikstofbemesting grasland (kg N/ha) en kunstmestvervanging (%).

bedrijf	perceel	object	KM (kg N/ha)	RDM (kg N/ha)	MC (kg N/ha)	Totaal (kg N/ha)	Vervanging (%)
KL	1	KM	108	120		228	
		MC		113	112	225	104
	5a	KM	108	120		228	
		MC		113	112	225	104
	21	KM	108	172		280	
		MC		186	112	298	104
	22	KM	108	160		268	
		MC		173	112	285	104
PK	8	KM	165	94		259	
		MC	41	94	149	284	90
	13	KM	159	94		254	
		MC	41	94	149	284	94
	24	KM	170	136		306	
		MC	41	136	149	326	88
	32	KM	170	136		306	
		MC	41	136	149	326	88
HOU	3	KM	133	135		268	
		MC	74	135	62	271	47
	4	KM	146	135		281	
		MC	61	135	93	289	64
	7	KM	141	181		323	
		MC	72	187	66	325	47
gemiddeld:	KM	138	135		273		
	MC	53	137	115	285	84	

Op maïsland is gemiddeld 100 kg werkzame stikstof per ha toegediend, waarvan ongeveer 70% uit dunne rundermest of dunne varkensmest (Tabel 5).

Tabel 5

Gemiddelde werkzame stikstofbemesting maïs (kg N/ha) en kunstmestvervanging (%).

bedrijf	perceel	object	KM (kg N/ha)	RDM (kg N/ha)	RVM (kg N/ha)	MC (kg N/ha)	Totaal (kg N/ha)	Vervanging (%)
KL	20	KM	27,0	129,3			156	
		MC		83,8		33	117	122
PK	10	KM	37,8	83,8			122	
		MC		129,9		36	166	95
	25	KM	37,8	73,3			111	
		MC		73,3		49	123	130
	26	KM	37,8	73,3			111	
		MC		73,3		39	113	103
HOU	Gelukten	KM	31,3	81,2			112	
		MC		81,2		46	127	147
HOE	100	KM	28,4	0,0	14,4		43	
		MC		0,0	14,4	47	62	165
	130	KM	28,4	0,0	14,4		43	
		MC		0,0	14,4	47	62	165
	140	KM	28,4	36,5	16,6		81	
		MC		36,5	16,6	47	101	165
Gem.	KM	32	57	16		96		
	MC		57	16	44	108	138	

In bijlage 2 zijn per bedrijf en per perceel de overzichten weergegeven van de tijdstippen en hoeveelheden toegediende stikstof uit dierlijke mest en kunstmest. Gemiddeld is 138% van de kunstmest vervangen door mineralenconcentraat, met een variatie van 95 tot 165%. De hoge uitschieters worden veroorzaakt door de minimale grootte van een gift en doordat de stikstofgehalten tijdens toediening nog niet bekend waren.

3.2 Gewas

De eerste snede is, op één perceel na, overall gemaaid (Tabel 6). De gemiddelde opbrengst lag net iets onder de vier ton droge stof per ha, met een stikstofgehalte van bijna 3%. De droge-stofopbrengst, stikstofgehalte en stikstofopbrengst was gemiddeld hoger op de KM-stroken dan op de MC-stroken. Bij de droge-stofopbrengst was het verschil op alle percelen consistent. Wat betreft het stikstofgehalte en de stikstofopbrengst waren er ook enkele percelen waar de MC-strook een hogere waarde liet zien.

Tabel 6

Gemiddelde opbrengst en kwaliteit eerste snede gras.

bedrijf	Perceel	object	gebruik	opbrengst (t ds/ha)	N-gehalte (g/kg)	N-opbrengst (kg/ha)	
KL	1	KM	M	3.8	29.3	110	
		MC	M	3.5	23.6	82	
	5a	KM	M	3.6	31.4	113	
		MC	M	3.4	24.3	81	
	21	KM	M	3.5	29.9	105	
		MC	M	3.0	25.6	77	
22	KM	M	3.3	29.9	98		
		M	3.1	25.6	79		
	8	KM	M	4.2	34.1	142	
		MC	M	4.2	35.2	146	
13	KM	M	4.2	29.4	122		
		M	4.2	31.7	132		
	24	KM	M	4.0	29.9	120	
		MC	M	4.0	30.2	121	
32	KM	M	4.3	26.6	113		
		M	4.2	23.7	98		
	HOU	3	KM	M	4.6	26.2	121
			MC	M	3.8	24.4	92
4	KM	M	4.5	24.0	108		
		MC	M	3.9	25.4	100	
	7	KM	W	2.5	35.0	88	
		MC	W	2.5	35.0	88	
GEMIDDELD	KM		3.9	29.6	113		
		MC		3.6	27.7	100	

De gemiddelde jaaropbrengst lag iets boven de 10 ton droge stof per ha (Tabel 7). De verschillen tussen KM en MC waren in absolute zin vrijwel gelijk aan het verschil in de eerste snede, maar relatief was het verschil slechts 2%.

Tabel 7

Gemiddelde jaaropbrengst van gras.

Perceel	bedrijf	object	Totale opbrengst (t ds/ha)	Kuilgras (t ds/ha)	Weidegras (t ds/ha)	N-afvoer gewas (kg N/ha)
1	KL	KM	8.7	7.1	1.6	248
		MC	8.0	6.5	1.6	209
5a	KL	KM	8.2	6.7	1.6	247
		MC	7.4	5.8	1.6	197
21	KL	KM	8.5	8.5	0.0	248
		MC	8.6	8.6	0.0	222
22	KL	KM	8.7	8.0	0.7	265
		MC	8.6	7.9	0.7	245
8	PK	KM	11.2	4.8	6.5	415
		MC	11.2	4.8	6.5	419
13	PK	KM	11.3	7.2	4.2	375
		MC	11.3	7.2	4.2	390
24	PK	KM	10.5	10.5	0.0	313
		MC	10.5	10.5	0.0	356
32	PK	KM	10.8	10.8	0.0	312
		MC	10.7	10.7	0.0	300
3	HOU	KM	12.4	9.1	3.3	416
		MC	11.5	8.3	3.3	388
4	HOU	KM	13.0	7.5	5.5	421
		MC	12.4	6.9	5.5	413
7	HOU	KM	11.2	5.5	5.7	386
		MC	11.7	6.0	5.7	403
GEMIDDELD		KM	10.4	7.8	2.6	331
		MC	10.2	7.5	2.6	322

De gemiddelde jaaropbrengst van maïs was bijna 15 ton droge stof per ha (Tabel 8). De drogestofopbrengst was iets hoger bij MC dan bij KM, maar bij de stikstofopbrengst was het omgekeerd. Het verschil in droge-stofopbrengst kwam tot stand door twee percelen (PK-10 en HOE-140).

Tabel 8

Gemiddelde jaaropbrengst van maïs.

Bedrijf	Perceel	object	Opbrengst (t ds/ha)	N-afvoer gewas (kg N/ha)
KL	20	KM	17.2	195
		MC	17.1	189
PK	10	KM	13.4	192
		MC	14.6	169
	25	KM	14.6	184
		MC	14.6	192
	26	KM	14.6	184
		MC	14.6	192
HOU	Gelukten	KM	12.1	115
		MC	12.1	119
HOE	100	KM	16.5	198
		MC	16.5	193
	130	KM	17.2	198
		MC	17.1	193
	140	KM	13.4	174
		MC	14.6	170
	150	KM	14.6	174
		MC	14.6	170
GEMIDDELD		KM	14.7	178
		MC	14.9	176

Ondanks de gemiddeld wat hogere stikstofgift op de MC-stroken, was de opbrengst van het gewas vrijwel gelijk. Met name bij de eerste snede gras leek de opbrengst en het stikstofgehalte bij de MC-stroken zelfs wat lager te zijn dan op de KM-stroken. Mogelijk is de stikstofwerking van het mineralenconcentraat lager dan de vooraf veronderstelde 100%. In eerder veldonderzoek (Velthof, 2011) was de werkingscoëfficiënt ten opzichte van KAS op grasland 58% en op zand-bouwland 92%.

3.3 Stikstofbalans

Het gemiddelde stikstofoverschot op grasland was 140 kg per ha (Tabel 9), met een variatie van 60 tot 266 kg per ha. Het overschot was gemiddeld 20 kg/ha hoger op de MC-stroken vanwege de wat hogere aanvoer en lagere afvoer.

Tabel 9
Stikstofbalans grasland.

Graslandpercelen			N toegediend				N-aanvoer	N-opbrengst	N
perceel	bedrijf	object	KM	RDM	MC	weidemest	gewas	overschot	
			kg/ha				kg/ha		
1	KL	KM	108	200		58	367	248	119
		MC		188	112	58	359	209	150
5a	KL	KM	108	200		58	367	247	120
		MC		188	112	58	359	197	162
21	KL	KM	108	287		0	395	248	147
		MC		310	112	0	422	222	200
22	KL	KM	108	266		28	402	265	137
		MC		289	112	28	429	245	184
8	PK	KM	165	157		250	572	415	157
		MC	41	157	149	250	597	419	178
13	PK	KM	159	157		161	477	375	102
		MC	41	157	149	161	508	390	118
24	PK	KM	170	227		0	397	313	84
		MC	41	227	149	0	416	356	60
32	PK	KM	170	227		0	397	312	85
		MC	41	227	149	0	416	300	116
3	HOU	KM	133	225		124	482	416	66
		MC	74	225	62	124	485	388	97
4	HOU	KM	146	225		212	583	421	162
		MC	61	225	93	212	591	413	178
7	HOU	KM	141	302		209	652	386	266
		MC	72	311	66	209	659	403	256
gemiddelde		KM	138	225		100	463	331	131
		MC	53	228	115	100	476	322	154

Het stikstofoverschot op maisland was gemiddeld lager dan nul (Tabel 10), met een variatie van -122 tot +83 kg per ha. Het overschot was gemiddeld -29 kg/ha op de KM-stroken en -14 kg/ha op de MC-stroken.

Tabel 10

Stikstofbalans maïsland.

Maïspcelen			N toegediend				N-aanvoer	N-opbrengst	N
perceel	bedrijf	object	KM	RDM	RVM	MC	gewas	overschot	
			kg/ha				kg/ha		
20	KL	KM	27.0	216			243	48	
		MC		140		33	173	-16	
10	PK	KM	37.8	140			177	-15	
		MC		216		36	253	83	
25	PK	KM	37.8	122			160	-24	
		MC		122		49	172	-21	
26	PK	KM	37.8	122			160	-24	
		MC		122		39	162	-31	
Gelukten	HOU	KM	31.3	135			167	52	
		MC		135		46	181	63	
100	HOE	KM	28.4		48		76	-122	
		MC			48	47	95	-98	
130	HOE	KM	28.4		48		76	-122	
		MC			48	47	95	-98	
140	HOE	KM	28.4	61	55		144	-30	
		MC		61	55	47	164	-6	
150	HOE	KM	28.4	61	55		144	-30	
		MC		61	55	47	164	-6	
GEMIDDELD		KM	32	122	52		150	-29	
		MC		122	52	44	162	-14	

3.4 Nitraat in grondwater

De bemonstering van het bovenste grondwater is grotendeels volgens plan gegaan, maar de omstandigheden in het veld waren vrij nat. Dit blijkt echter niet altijd uit de grondwaterstandsmetingen. In een aantal gevallen was de bouwvoor nat. Tussen de natte bouwvoor en de grondwaterstand bevond zich een drogere bodemlaag.

Bij de monstering is een mantelbuis geplaatst ter hoogte van de bouwvoor om invallende bouwvoorgrond te voorkomen. Het is echter niet uit te sluiten dat water vanuit de natte bouwvoor langs de buitenkant van de mantelbuis in het boorgat is gesijpeld en daar is gemengd met het grondwater.

Bijzonderheden:

- Het maïspcel bij Buijs is niet bemonsterd omdat het perceel onder water stond;
- Op perceel 5a van De Kleijne was al drijfmest uitgereden;
- Op perceel 100 van Hoefmans waren veel plassen aanwezig. Deze plekken zijn buiten de bemonstering gehouden;
- De behandeling MC op perceel 10 van Pijnenborg-Van Kempen bestond uit twee delen (MC-Kumac en MC Kempfarm). Deze zijn afzonderlijk bemonsterd, maar zijn bij de verdere uitwerking samengevoegd tot één MC-behandeling.

3.4.1 Weersomstandigheden in herfst en winter

Herfst (http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoenoverzichten/seizoen/her13.html)

De herfst was zeer nat. Gemiddeld viel er circa 347 mm neerslag, ruim 100 mm meer dan normaal in de herfst (243). Een groot deel van de regen viel in het weekeinde van 12 en 13 oktober. De eerste decades (10 dagen) van september en november waren ook zeer nat met vrij veel regen binnen enkele dagen. Eind september was het in vrijwel het hele land juist lange tijd droog. In alle drie de afzonderlijke herfstmaanden was de neerslagsom groter dan het langjarige gemiddelde. In september viel 119 (78) mm, in oktober 117 (83) mm en in november circa 110 (82) mm. Tussen haakjes staat het langjarige gemiddelde vermeld. In De Bilt viel totaal 390 mm (241) en deze herfst belandt daarmee in De Bilt op de 3e plaats, sinds het begin van de metingen in 1906, achter 1974 en de recordnatte herfst van 1998.

Winter (http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoenoverzichten/seizoen/win14.html)

De winter was uitzonderlijk zacht, zonnig en aan de droge kant. Met in De Bilt een gemiddelde temperatuur van 6,0 °C tegen 3,4 °C normaal, eindigt de winter samen met die van 1990 op een gedeelte tweede plaats in de rij van zachtste winters sinds 1706. In het grootste deel van ons land ontbrak het compleet aan winters weer, sneeuw en vorst.

Alle drie de afzonderlijke wintermaanden eindigden in de top tien van zachtste maanden in ruim een eeuw. December eindigde op een zesde plaats, januari op een gedeelte achtste plaats en februari op een vierde plaats. Tot vorst kwam het nauwelijks. In De Bilt werden slechts tien vorstdagen genoteerd (minimumtemperatuur lager dan 0,0 °C) tegen 38 normaal. Een dergelijk laag aantal is sinds 1901 niet eerder vastgesteld.

Met gemiddeld over het land 249 zonuren tegen normaal 196 was de winter zonnig. Vooral in de donkere decembermaand was de zon veel te zien, gemiddeld over het land 80 uren tegen 49 normaal. In januari week het aantal zonuren met 69 niet veel af van het langjarige gemiddelde van 62 uren. Februari was aan de zonnige kant met 101 zonuren tegen 85 normaal. Het zonnigst was de winter in het zuiden van het land met op het KNMI-station EII 284 zonuren.

De winter was aan de droge kant met landelijk gemiddeld 189 mm tegen 208 mm normaal. In december en januari viel met 67, respectievelijk 65 mm minder regen dan de normale hoeveelheid van 80 en 73 mm. In februari werd met 56 mm vrijwel de normale hoeveelheid van 55 mm afgetapt. De meeste neerslag werd gemeten in de westelijke kustprovincies. Van de KNMI-stations was Valkenburg het natst met 252 mm. Maastricht kwam niet verder dan 113 mm regen. In het grootste deel van het land werd deze winter geen sneeuw waargenomen. Alleen tussen 24 en 26 januari viel en lag er in het noordoosten van het land sneeuw.

3.4.2 Grondwaterstand

De actuele grondwaterstanden op het moment van monsternamen varieerde van ongeveer 20 tot 240 cm onder maaiveld (Tabel 11). Gemiddeld waren de grondwaterstanden onder gras wat hoger (natter) dan onder maïs. De verschillen tussen percelen zijn echter groot; het perceel GELUKTEN op het bedrijf van Houbraken heeft een grote invloed op het gemiddelde voor maïs. Sommige percelen zijn in het verleden gekarteerd waarbij de grondwatertrap (GT) is vastgesteld (Assinck *et al.*, 2005). Voor die percelen waarbij de GT bekend is, komen de metingen redelijk overeen met de GT.

Tabel 11

Gemiddelde grondwaterstand (cm onder maaiveld) op tijdstip van monsternamen.

Gewas	Bedrijf	Perceel	Grondwatertrap/GHG	KM	MC
Gras	HOU	3		54	52
		4		52	51
		7		67	68
	KL	1		140	133
		21		70	65
		22		31	30
		5a		175	111
	PK	8	VIo / 40-80 cm	91	85
		13	VIo / 40-80 cm	18	22
		24		66	99
32			84	76	
Maïs	HOE	100	VIo / 40-80 cm	82	67
		130	VIIId / 80-140 cm	79	75
		140	VIIId / 80-140 cm	86	85
		150	VIIIId / > 140 cm	146	118
	HOU	GELUKTEN		240	240
	KL	20		67	68
	PK	10	Vbo / 25-40 cm	61	39
		25	VIo / 40-80 cm	78	88
		26	VIIId / 80-140 cm	98	70

3.4.3 Stikstoff fracties

De meeste stikstof wordt in de vorm van nitraat aangetroffen. Sommige percelen vertonen echter een afwijkend beeld. Het grondwater onder perceel 3 bij Houbraken bevat ongeveer 1 mg N-NH₄ per liter. Onder de andere percelen wordt ammonium niet of nauwelijks aangetroffen.

Het verschil tussen Nts en de som van N-NH₄ en N-NO₃/NO₂ is een schatting voor de hoeveelheid opgeloste organische stikstof. In sommige gevallen leidt de berekening tot een negatieve waarde omdat de onzekerheid van de Nts meting groter is dan die van N-NO₃/NO₂ meting. Onder de maïspcelen is het berekende gehalte aan Norg relatief laag. Onder grasland maakt Norg een groter deel uit van de totale opgeloste stikstof. Op twee percelen bij Houbraken waar nauwelijks nitraat of ammonium is aangetroffen, was het gehalte aan organische stikstof 4 tot 5 mg N/l, overeenkomend met 80 tot 90% van alle stikstof. Ook onder andere graslandpercelen (De Kleine-22 en Pijnenborg-13) komen relatief hoge gehalten organische stikstof voor.

Tabel 12

Gemiddelde stikstofgehalten (mg N/l) in het grondwater per perceel.

Gewas	Bedrijf	Perceelnr	N-NH ₄	N-(NO ₃ +NO ₂)	Nts	Norg	Norg (% van Nts)
Gras	HOU	3	1.1	0.0	6.2	5.1	82
		4	0.2	0.1	4.3	4.0	92
		7	0.1	8.6	11.9	3.2	27
	KL	1	0.0	23.3	25.7	2.4	9
		21	0.0	12.5	15.1	2.6	17
		22	0.1	3.4	7.7	4.1	54
		5a	0.0	17.2	18.2	1.0	6
		8	0.0	18.3	21.0	2.7	13
	PK	13	0.1	14.1	20.4	6.3	31
		24	0.1	7.5	9.6	2.0	21
		32	0.0	5.2	6.2	1.0	16
		100	0.0	21.7	22.0	0.2	1
Maïs	HOE	130	0.0	28.8	29.0	0.2	1
		140	0.0	38.7	36.7	-2.0	-5
		150	0.0	42.2	39.5	-2.7	-7
		GELUKTEN	0.0	26.5	26.0	-0.5	-2
	HOU	20	0.0	12.0	13.4	1.3	10
	PK	10	0.3	94.0	95.3	1.1	1
		25	0.0	12.7	13.0	0.2	2
	26	0.0	32.4	32.1	-0.4	-1	

3.4.4 Nitraat

Beschouwd over alle bedrijven en percelen waren de nitraatgehalten onder maïs hoger dan onder gras (Tabel 12). De gebruikte meststof (kunstmest of mineralenconcentraat) had geen effect op het nitraatgehalte. Onder grasland lagen de nitraat gehalten bij gebruik van kunstmest en mineralenconcentraat op een vergelijkbaar niveau. Onder maïs leken de nitraatgehalten bij het gebruik van mineralenconcentraat wat hoger, maar dat was niet statistisch significant.

Tabel 13

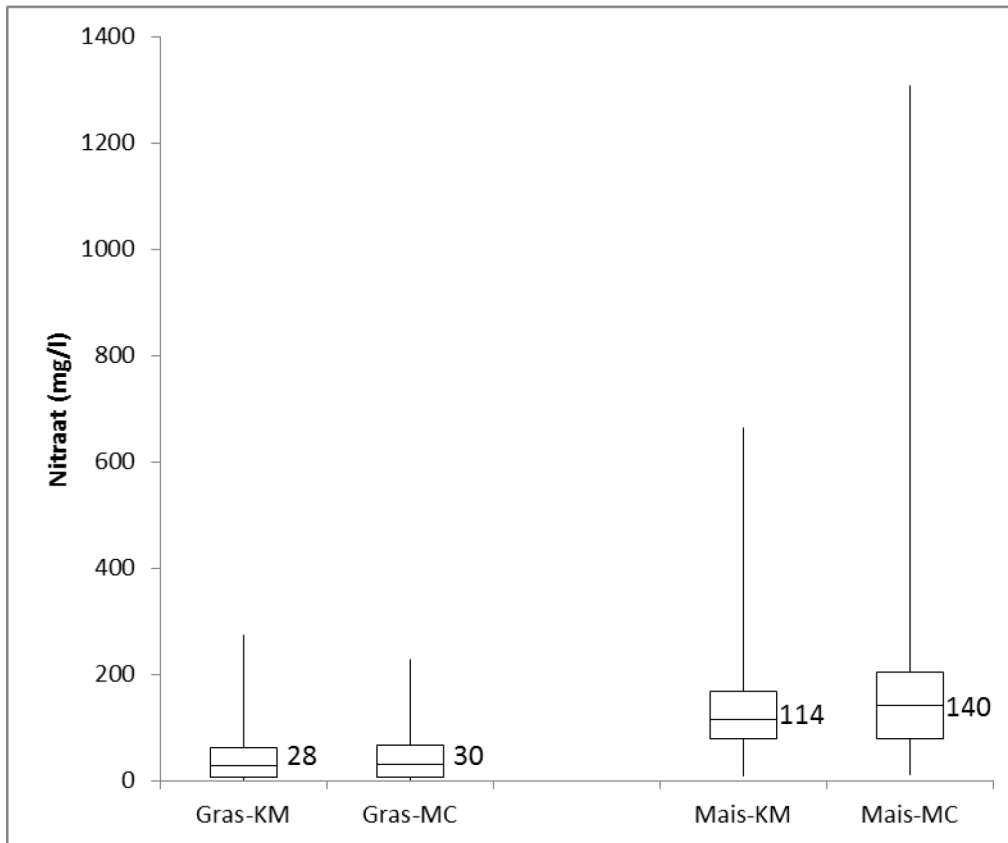
Gemiddelde nitraatgehalten (mg/l) voor alle combinaties van meststof en gewas.

Gewas	Kunstmest	Mineralenconcentraat	Gemiddeld
Gras	48 ^a	45 ^a	46 ^a
Maïs	142 ^b	169 ^b	155 ^b
Gemiddeld	95 ^a	107 ^a	101

a,b: verschillende letters staan voor een significant verschil (5%); REML-analyse

De nitraatgehalten van de individuele metingen lieten een enorme spreiding zien, van 0 tot 1300 mg/l (Figuur 1 en Tabel 14). De perceelgemiddelde nitraatgehalten voor grasland liepen uiteen van 0 (HOU-

3) tot 123 (KL-1) mg/l; voor maïs van 44 (KL-20) tot 309 (PK-10) mg/l. In een eerdere analyse van alle K&K-bedrijven was het maximale perceelsgemiddelde nitraatgehalte op grasland ongeveer 300 mg/l en op maïs 250 mg/l (Oenema *et al.*, 2010). Tijdens eerdere metingen in de afgelopen vijf jaar lag het bedrijfsgemiddelde (grasland en maïsland) nitraatgehalte op de bedrijven van De Kleine, Hoefmans en Pijnenborg-Van Kempen rond de 50 mg/l. Op de maïspcelen van De Kleine varieerde het bedrijfsgemiddelde tussen de 60 en 80 mg/l (deze studie 44 mg/l); bij Hoefmans tussen de 0 en 100 mg/l (deze studie 94-191 mg/l); en bij Pijnenborg-Van Kempen tussen de 50 en 150 mg/l (deze studie 48-309 mg/l). De nitraatgehalten op gras zijn dus vergelijkbaar met de eerdere metingen, terwijl de nitraatgehalten op maïs gelijk of hoger zijn.



Figuur 1 Box-plot diagram (min, 25% percentiel, mediaan, 75% percentiel, max) van alle waarnemingen van nitraatgehalten in het bovenste grondwater. Getal geeft waarde van mediaan weer.

Tabel 14

Gemiddelde, standaardafwijking, minimum en maximum van nitraatgehalten (mg/l) per perceel.

Gewas	Bedrijf	KM					MC				
		Perc	Gem	Stdev	Min	Max	Gem	Stdev	Min	Max	
Gras	HOU	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	1	1	0	3	0	0	0	0	
		7	53	90	7	273	23	23	3	75	
	KL	1	123	38	74	162	84	33	51	147	
		21	71	47	25	142	40	13	25	61	
		22	7	4	0	12	23	23	1	64	
		5a	54	11	39	69	98	45	59	181	
	PK	8	73	41	30	140	89	67	21	229	
		13	68	68	11	193	57	32	24	107	
		24	24	13	11	49	43	36	6	99	
	32	28	20	4	58	18	22	4	58		
Maïs	HOE	100	94	35	32	131	98	75	15	236	
		130	114	16	97	149	141	53	47	212	
		140	171	58	112	286	172	40	126	246	
		150	191	86	68	309	183	61	110	267	
		HOU	GELUKTEN	151	43	91	208	84	15	59	104
		KL	20	44	35	8	115	62	30	11	98
	PK	10	309	232	90	664	470	348	57	1306	
		25	48	27	9	81	65	33	22	137	
		26	128	45	64	205	160	60	91	247	

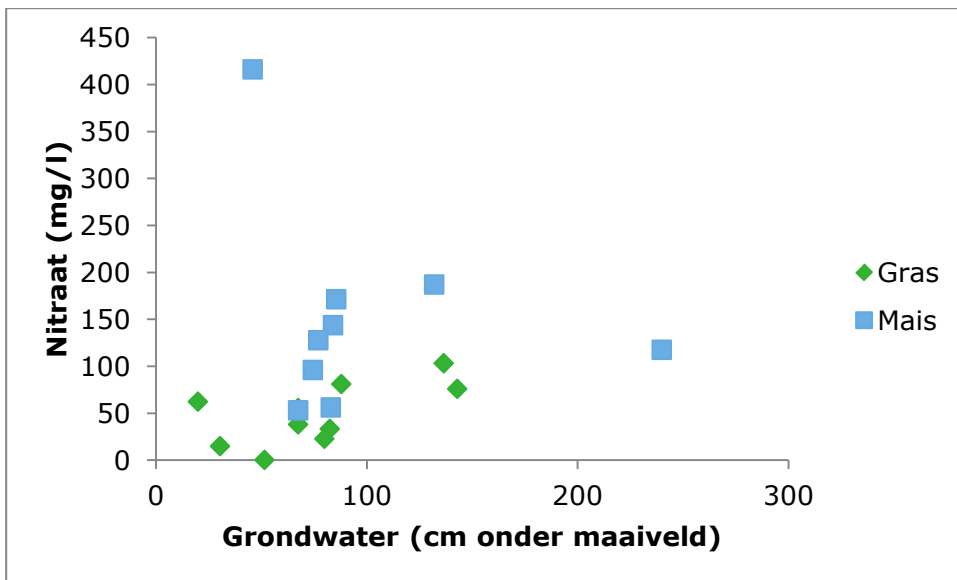
Verskillende factoren kunnen een rol spelen bij de waargenomen variatie en de wat hogere nitraatgehalten:

- Hoge mineralisatie gedurende winter, vanwege de hoge temperaturen.
- Natte omstandigheden (plasvorming) zou plaatselijk tot veel denitrificatie kunnen leiden, en dus tot meer variatie en wellicht lagere nitraatgehalten.
- Verontreiniging monsters met water uit bouwvoor is niet geheel uit te sluiten, hetgeen tot meer variatie leidt.
- Uitzonderlijk hoog is het nitraatgehalte onder perceel 10 van Pijnenborg-Van Kempen. De naastgelegen percelen 11 en 12 bevatten een 20 cm dikke veenlaag (Assinck *et al.*, 2005). Mogelijk geldt dat ook voor perceel 10.
- De nitraatconcentraties bij perceel 3 en 4 van Houbraken zijn zeer laag. Opvallend was dat bij deze percelen op de overgang bouwvoor ondergrond een kleilaagje aanwezig was.

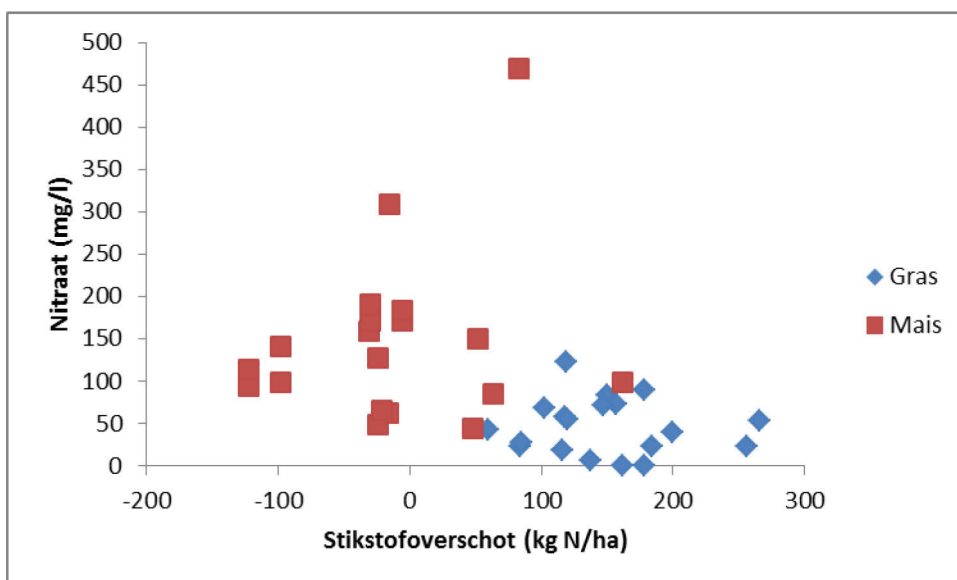
In het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

(LMM; www.rivm.nl/Onderwerpen/L/Landelijk_Meetnet_effecten_Mestbeleid) is het ook bekend dat er een grote variatie is tussen percelen. In het LMM worden ook hogere concentraties op maïs gemeten, maar de hoogste waarde die op individuele punten op maïs op K&K-bedrijven is gemeten, bedraagt ongeveer 600 mg/l. Wat mogelijk verschil kan maken is dat in het LMM de bovenste meter van het grondwater wordt gemeten. In deze studie is gebruik gemaakt van poreuze cups en is een kleiner diepte-traject bemonsterd, waardoor de uitschieters extremer worden.

Uit de verdere analyse van de nitraatgehalten blijkt dat er geen relatie is gevonden tussen de nitraatgehalten en de actuele grondwaterstand (Figuur 2), en evenmin tussen de nitraatgehalten en het bodemstikstofoverschot (Figuur 3).



Figuur 2 Nitraatgehalte in relatie tot grondwaterstand.



Figuur 3 Nitraatgehalte in relatie tot stikstofoverschot.

4 Conclusies

Het effect van het gebruik van mineralenconcentraten op de nitraatuitspoeling onder gras en maïs is getoetst. Daartoe zijn in 2013 op praktijkbedrijven van het 'Koeien en Kansen' netwerk proefstroken aangelegd met kunstmest of mineralenconcentraat. Op twintig percelen is in het voorjaar van 2014 het nitraatgehalte in het bovenste grondwater gemeten. De gemiddelde nitraatgehalten waren 46 mg/l onder grasland en 155 mg/l onder maïsland. Er is geen significant verschil gemeten tussen stroken bemest met kunstmest of stroken bemest met mineralenconcentraat.

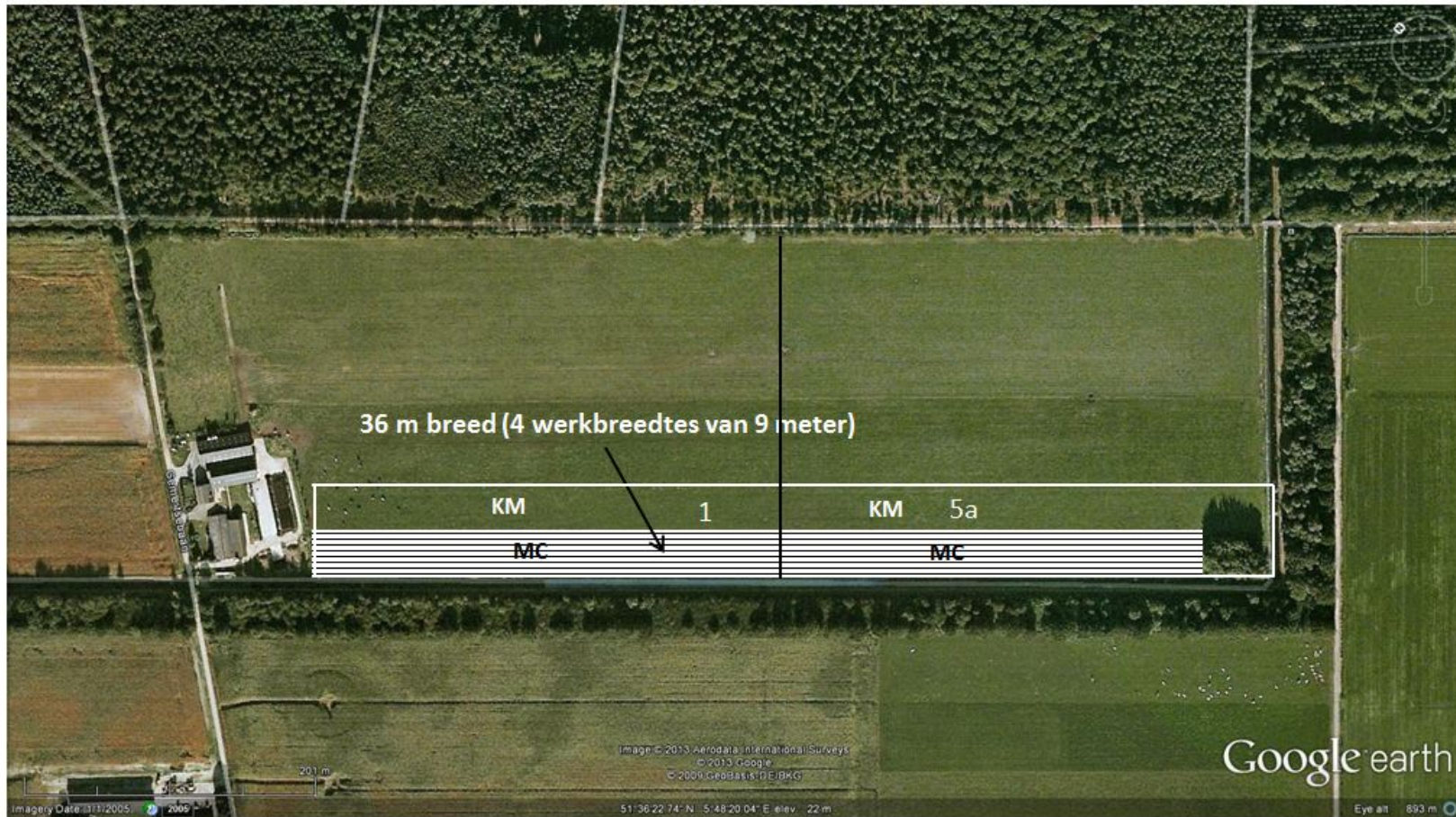
Literatuur

- Assinck, F.B.T., Steenbergen, T. van, Brouwer, F. en Velthof, G.L., 2005. De bodemgesteldheid van de referentiepercelen. Alterra-rapport 1228, 72 p.
- Geel, van W., W. van den Berg, W. van Dijk en R. Wustman, 2011. Aanvullend onderzoek mineralenconcentraten 2009 - 2010 op bouwland en grasland. Samenvatting van de resultaten uit de veldproeven en bepaling van de stikstofwerking. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen. PPO nrs. 32 501 792 00 en 32 501 793 00, 40 p.
- Middelkoop, J.C., van en G. Holshof, 2011. Stikstofwerking van mineralenconcentraten op grasland; Veldproeven 2009 en 2010. Wageningen UR Livestock Research, rapportnr. 475, 46 p.
- Oenema, J., Burgers, S., Verloop, K., Hooijboer, A., Boumans, L. en ten Berge H., 2010. Multiscale effects of management, environmental conditions, and land use on nitrate leaching in dairy farms. *J Environ Qual.* 2010 Nov-Dec;39(6):2016-28.
- Schröder, J.J., D. Uenk, W. de Visser, F.J. de Ruijter, F. Assinck, G.L. Velthof en W. van Dijk, 2011. Stikstofwerking van organische meststoffen op bouwland - resultaten van veldonderzoek in Wageningen in 2010. Tussentijdse rapportage. Plant Research International, Wageningen.
- Velthof, G.L., 2011. Synthese van het onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2211. 74 p.

Jos de Kleijne

Huiskavel: beweide percelen 1 & 5a

De MC strook ligt direct aan de afrastering



Jos de Kleijne

Veldkavel in het bos: maaipercelen met nabeweiding 21 & 22

Het voormalige proefveld niet bemonsteren!



Jos de Kleijne

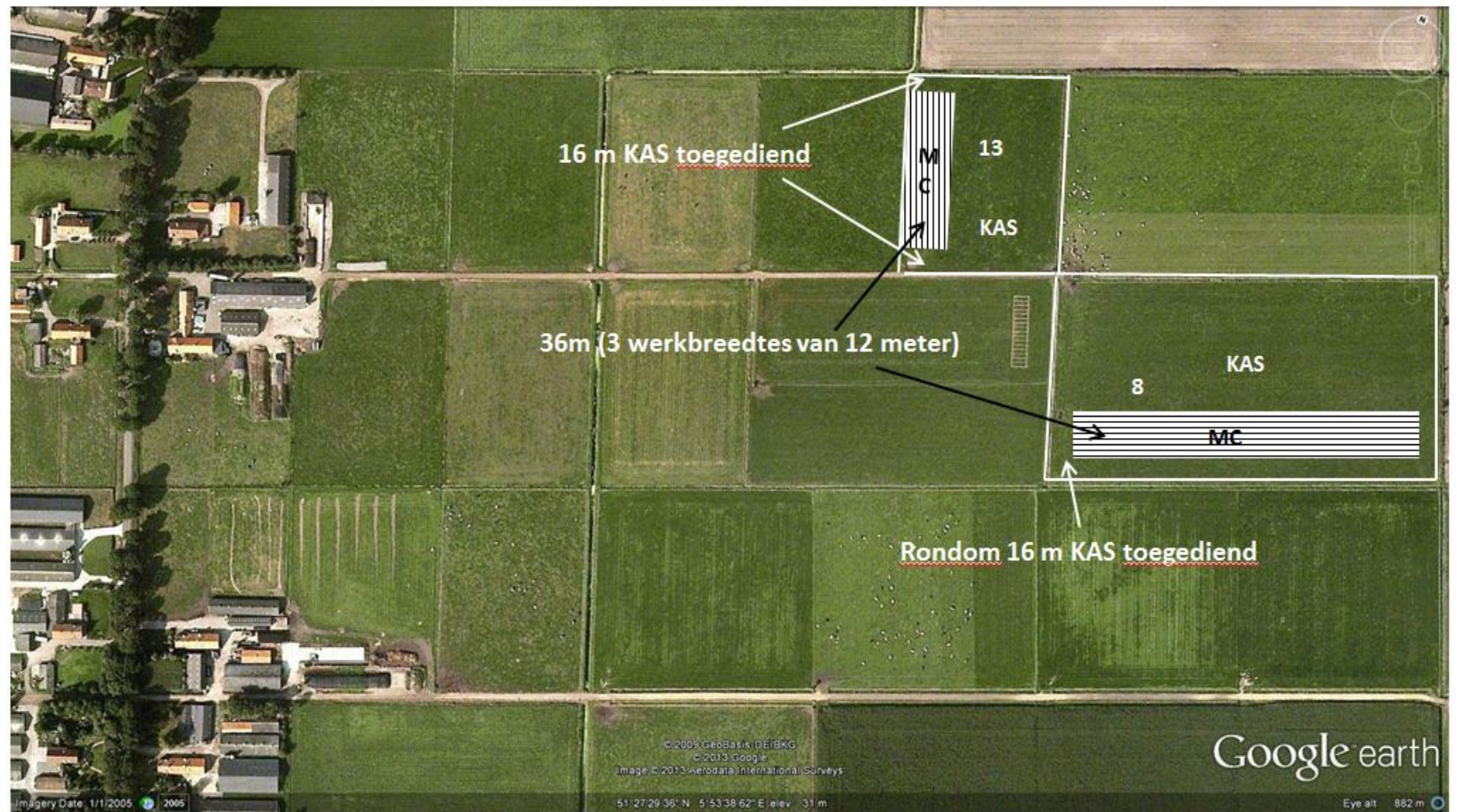
Veldkavel (Westerbeek): maisperceel 20

De MC-strook is met pikketten gemarkeerd



Mark Pijnenborg

Huiskavel: beweide percelen 13 & 8
De MC ligt bij 8 tegen de greppel/sloot aan



Mark Pijnenborg
Veldkavel (Bruggas): maaiperceel 32

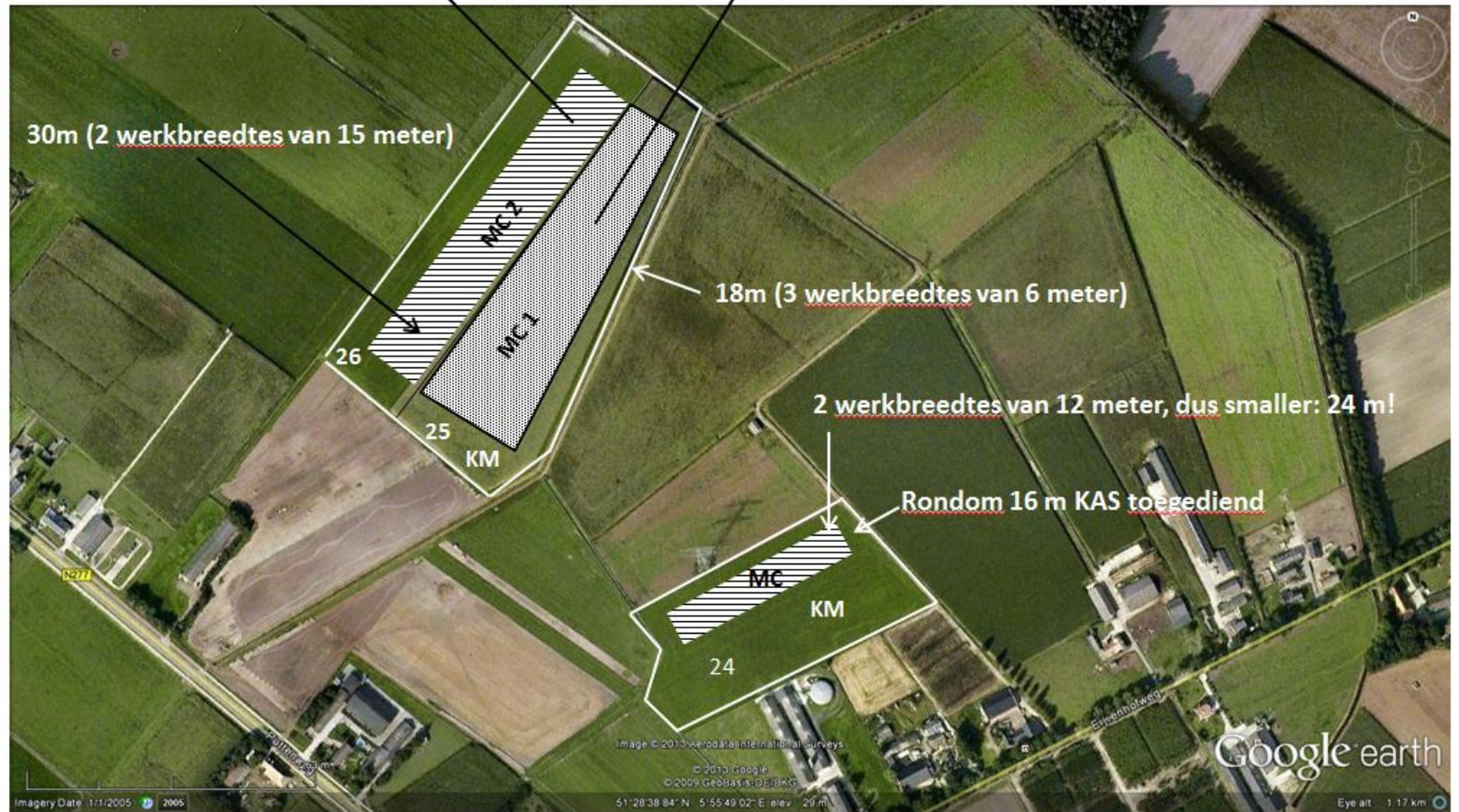


Mark Pijnenborg

Veldkavel (Eikenhofweg): maaiperceel 24 & maïspancel 25 & 26

MC 2: toegediend met Rogator in de rij

MC 1: toegediend met zodebemester voor het maïspancel



Mark Pijnenborg

Huiskavel: maïspaneel 10

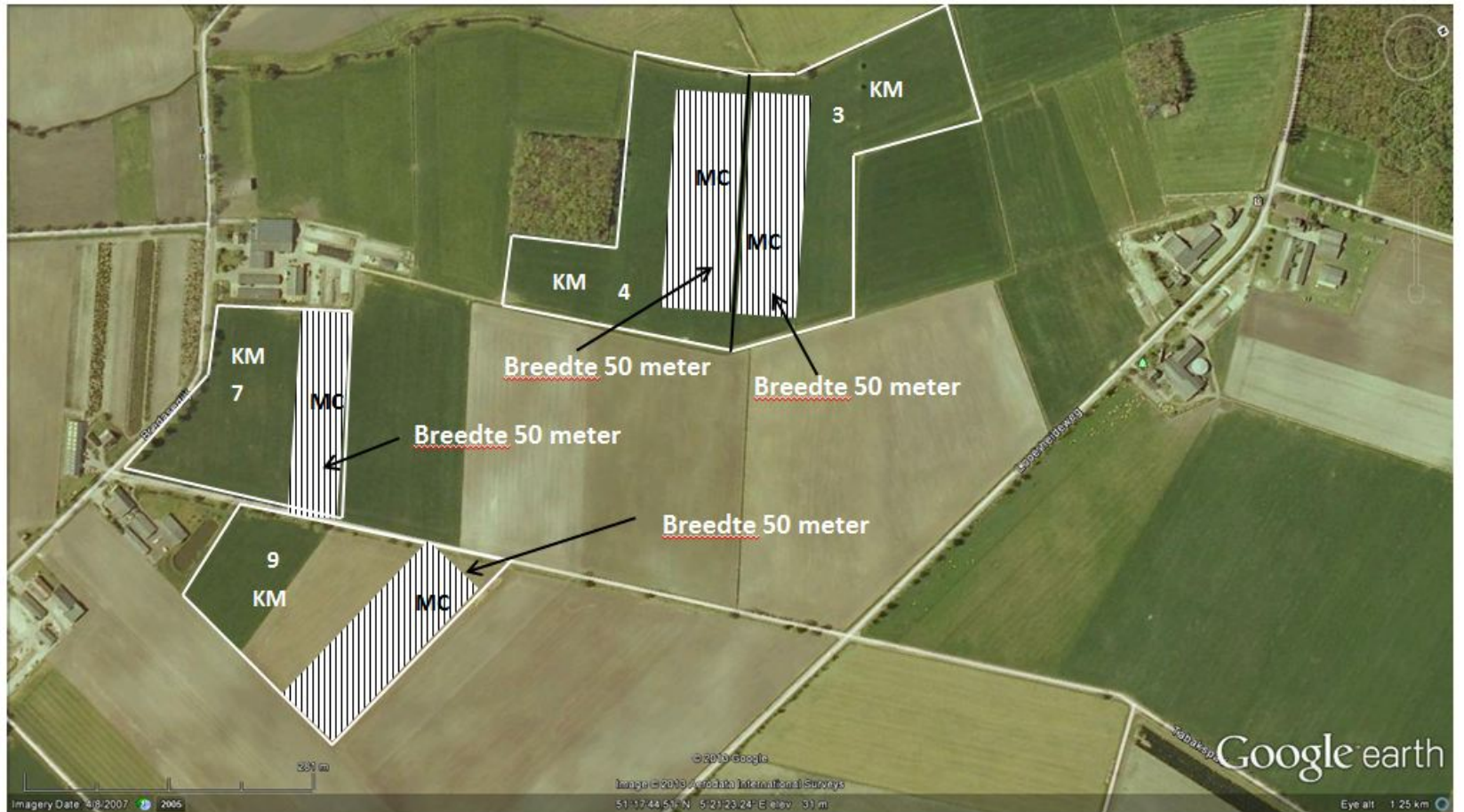
MC 2: toegediend met zodebemester voor het maïspoten

MC 1: toegediend met Rogator in de rij



Adrian Houbraken

Huiskavel: beweide percelen: 3 (Bloemenhof) & 4 (Groverd)
7 (van Leeuwen voor) & (9 (Tabakspad 1)



Adrian Houbraken

Veldkavel (Gelukten): maïs

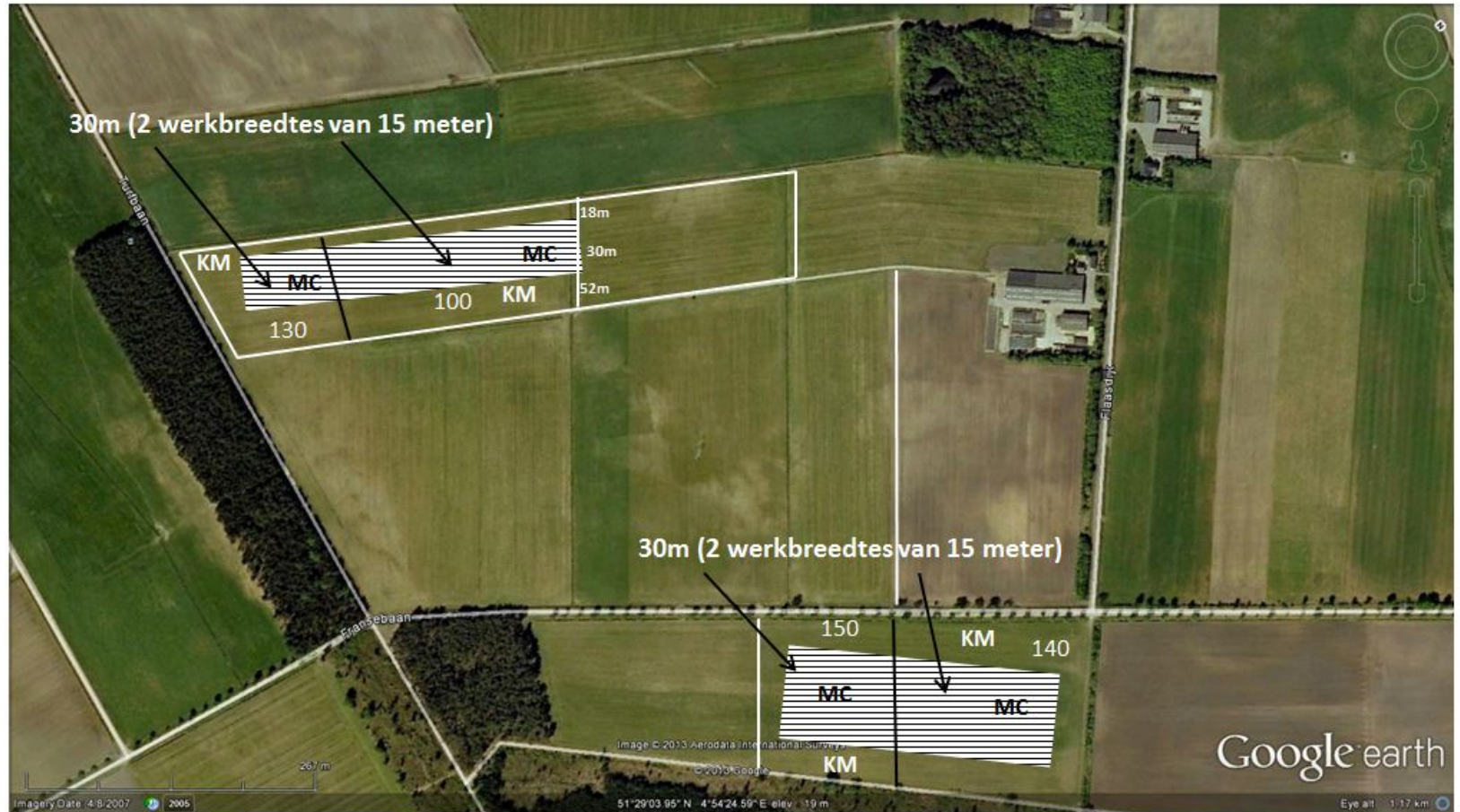
Waar de Rogator heeft bemest staan nog steekpikketten



Patrick Hoefmans

Huiskavel: maïspercelen: 100 & 130, 140 & 150

Bij de percelen 140 & 150 is rondom 18m (3 werkgangen van 6m) met KAS bemest



Bijlage 2 Overzicht stikstofbemesting

N toegediend Jos de Kleijne													
perceel	object	datum	opp (ha)	soort mest	toedienings- wijze	hh mest (m ³ ha ⁻¹)	hh mest (kg ha ⁻¹)	N-totaal gehalte (g kg ⁻¹)	Totaal toegediend kg N/ha				
1 en 5a	KM	27-2-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.11	62.2	KM-deel			
		28-3-2013	1	RDM	zodebemester	20		4.26	85.2				
		26-4-2013	1	KAS				225	0.24		54.0	54	
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	14		3.77	52.8				
		4-6-2013	1	KAS				225	0.24		54.0	54	
								totaal:	308.2	108.0			
								waarvan RDM:	200.2				
MC	MC	27-2-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.11	62.2	MC-deel			
		28-3-2013	1	RDM	zodebemester	13		4.26	55.4				
		gemengd in zodebemester	17-4-2013	1	RDM	zodebemester	6		3.01		18.1		
		gemengd in zodebemester	17-4-2013	1	MC-Kumac	zodebemester	6		10.60		63.6	63.6	
		gemengd in zodebemester	4-6-2013	1	RDM	zodebemester	14		3.77		52.8		
		zodebemester	4-6-2013	1	MC-Kumac	zodebemester	6		8.03		48.2	48.2	
								totaal:	300.2	111.8			
								waarvan RDM:	188.4				
21	KM	27-2-2013	1	RDM	zodebemester	25		4.26	106.5	KM-deel			
		26-4-2013	1	KAS				225	0.24		54.0	54	
		31-5-2013	1	KAS				225	0.24		54.0	54	
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	14		3.77	52.8				
		25-7-2013	1	RDM	zodebemester	18		3.77	67.9				
		26-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.01	60.2				
									totaal:		395.3	108.0	
							waarvan RDM:	287.3					
MC	MC	27-2-2013	1	RDM	zodebemester	25		4.26	106.5	MC-deel			
		gemengd in zodebemester	17-4-2013	1	RDM	zodebemester	6		3.77		22.6		
		gemengd in zodebemester	17-4-2013	1	MC-Kumac	zodebemester	6		10.60		63.6	63.6	
		gemengd in zodebemester	4-6-2013	1	RDM	zodebemester	14		3.77		52.8		
		zodebemester	4-6-2013	1	MC-Kumac	zodebemester	6		8.03		48.2	48.2	
		zodebemester	25-7-2013	1	RDM	zodebemester	18		3.77		67.9		
		zodebemester	26-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.01		60.2		
									totaal:		421.7	111.8	
							waarvan RDM:	310.0					
22	KM	8-3-2013	1	RDM	zodebemester	20		4.26	85.2	KM-deel			
		26-4-2013	1	KAS				225	0.24		54.0	54	
		31-5-2013	1	KAS				225	0.24		54.0	54	
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	14		3.77	52.8				
		25-7-2013	1	RDM	zodebemester	18		3.77	67.9				
		26-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.01	60.2				
									totaal:		374.0	108.0	
									waarvan RDM:		266.0		
		MC	MC	8-3-2013	1	RDM	zodebemester	20			4.26	85.2	MC-deel
				gemengd in zodebemester	17-4-2013	1	RDM	zodebemester	6			3.77	
gemengd in zodebemester	17-4-2013			1	MC-Kumac	zodebemester	6		10.60	63.6	63.6		
gemengd in zodebemester	4-6-2013			1	RDM	zodebemester	14		3.77	52.8			
zodebemester	4-6-2013			1	MC-Kumac	zodebemester	6		8.03	48.2	48.2		
zodebemester	25-7-2013			1	RDM	zodebemester	18		3.77	67.9			
zodebemester	26-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.01	60.2					
							totaal:	400.4	111.8				
							waarvan RDM:	288.7					
20	KM	15-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	50		3.77	188.5	KM-deel			
		25-4-2013	1	KAS				100	0.27		27.0	27	
									totaal:		215.5	27.0	
MC	MC	15-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	50		3.77	188.5	MC-deel			
		24-6-2013	1	MC-Kumac	Rogator in de rij	3		9.32	28.0		28		
								totaal:	216.5	28.0			

N toegediend Mark Pijnenborg												
perceel	object	datum	opp (ha)	soort mest	toedienings- wijze	hh mest (m ³ ha ⁻¹)	hh mest (kg ha ⁻¹)	N-totaal gehalte (g kg ⁻¹)	Totaal toegediend kg N/ha			
8	KM	6-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	KM-deel		
		17-4-2013	1	KAS			260	0.27	70.2			
		31-5-2013	1	KAS			200	0.27	54.0			
		2-8-2013	1	KAS			150	0.27	40.5			
		8-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
							totaal:	321.8	164.7			
							waarvan RDM:	157.1				
	MC	6-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	MC-deel		
		17-4-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	9		10.80	97.2			
		31-5-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	6		8.65	51.9			
		2-8-2013	1	KAS			150	0.27	40.5			
		8-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
							totaal:	346.7	149.1			
							waarvan KAS:	40.5				
							waarvan RDM:	157.1				
13	KM	6-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	KM-deel		
		17-4-2013	1	KAS			260	0.27	70.2			
		31-5-2013	1	KAS			180	0.27	48.6			
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
		30-7-2013	1	KAS			150	0.27	40.5			
							totaal:	316.4	159.3			
							RDM	157.1				
	MC	6-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	MC-deel		
		17-4-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	9		10.80	97.2			
		31-5-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	6		8.65	51.9			
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
		30-7-2013	1	KAS			150	0.27	40.5			
							totaal:	346.7	149.1			
							waarvan KAS:	40.5				
							waarvan RDM:	157.1				
24	KM	8-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	KM-deel		
		17-4-2013	1	KAS			280	0.27	75.6			
		31-5-2013	1	KAS			200	0.27	54.0			
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
		26-7-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
							150	0.27	40.5			
							totaal:	397.0	170.1			
							waarvan RDM:	226.9				
	MC	8-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	MC-deel		
		17-4-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	9		10.80	97.2			
		31-5-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	6		8.65	51.9			
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
		26-7-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
							150	0.27	40.5			
							totaal:	416.5	149.1			
							waarvan KAS:	40.5				
							waarvan RDM:	226.9				
32	KM	8-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	KM-deel		
		17-4-2013	1	KAS			280	0.27	75.6			
		31-5-2013	1	KAS			200	0.27	54.0			
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
		26-7-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
							150	0.27	40.5			
							totaal:	397.0	170.1			
							waarvan RDM:	226.9				
	MC	8-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.49	87.3	MC-deel		
		17-4-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	9		10.80	97.2			
		31-5-2013	1	MC-Kempfarm	zodebemester	6		8.65	51.9			
		4-6-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
		26-7-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.49	69.8			
							150	0.27	40.5			
							totaal:	416.5	149.1			
							waarvan KAS:	40.5				
							waarvan RDM:	226.9				
10	KM	20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	40		3.49	139.6	KM-deel		
		2-5-2013	1	KAS			140	0.27	37.8			
									totaal:		177.4	37.8
		MC-1	20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	40		3.49		139.6	MC-deel
			2-5-2013	1	MC-Kumac	zodebemester	4		8.24		33.0	
							totaal:	172.6	33.0			
MC-2	20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	40		3.49	139.6	MC-deel			
	3-7-2013	1	MC-Kempfarm	Rogator in de rij	6		6.56	39.4				
							totaal:	179.0	39.4			
25	KM	29-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	35		3.49	122.2	KM-deel		
		2-5-2013	1	KAS			140	0.27	37.8			
									totaal:		160.0	37.8
		MC	29-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	35		3.49		122.2	MC-deel
			2-5-2013	1	MC-Kumac	zodebemester	6		8.24		49.4	
							totaal:	171.6	49.4			
26	KM	29-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	35		3.49	122.2	KM-deel		
		2-5-2013	1	KAS			140	0.27	37.8			
									totaal:		160.0	37.8
		MC	29-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	35		3.49		122.2	MC-deel
			3-7-2013	1	MC-Kempfarm	Rogator in de rij	6		6.56		39.4	
							totaal:	161.5	39.4			

N toegediend Adrian Houbraken								N-totaal			
perceel	object	datum	opp (ha)	soort mest	toedieningswijze	hh mest (m ³ ha ⁻¹)	hh mest (kg ha ⁻¹)	gehalte (g kg ⁻¹)	Totaal toegediend kg N/ha	KM-deel	
3	KM	5-3-2013	1	RDM	zodebemester	30		4.23	126.9		
		5-3-2013	1	ENTEC			225	0.26	58.5	58.5	
		3-6-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.93	98.3		
		3-6-2013	1	KAS			125	0.27	33.8	33.8	
		20-7-2013	1	KAS			75	0.27	20.3	20.3	
		5-8-2013	1	KAS			75	0.27	20.3	20.3	
							totaal:	357.9	132.9		
							waarvan RDM:	225.2			
MC	gemengd in de put	2-4-2013	1	RDM	zodebemester	30		4.23	126.9	MC-deel	
			1	MC-Houbraken		8.5		7.24	61.5	61.5	
		3-6-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.93	98.3		
		3-6-2013	1	KAS			125	0.27	33.8		
		20-7-2013	1	KAS			75	0.27	20.3		
		5-8-2013	1	KAS			75	0.27	20.3		
							totaal:	360.9	61.5		
							waarvan KAS:	74.3			
							waarvan RDM:	225.2			
4	KM	5-3-2013	1	RDM	zodebemester	30		4.23	126.9	KM-deel	
		5-3-2013	1	ENTEC			225	0.26	58.5	58.5	
		5-6-2013	1	KAS			100	0.27	27.0	27.0	
		25-6-2013	1	KAS			75	0.27	20.3	20.3	
		24-7-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.93	98.3		
		28-7-2013	1	KAS			150	0.27	40.5	40.5	
							totaal:	371.4	146.3		
							waarvan RDM:	225.2			
MC	gemengd in de put	2-4-2013	1	RDM	zodebemester	30		4.23	126.9	MC-deel	
			1	MC-Houbraken		8.5		7.24	61.5	61.5	
		5-6-2013	1	KAS			100	0.27	27.0		
		25-6-2013	1	KAS			75	0.27	20.3		
		gemengd in de put	24-7-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.93	98.3	
		26-7-2013	1	MC-Houbraken		4		7.88	31.5	31.5	
	28-7-2013	1	KAS			50	0.27	13.5			
							totaal:	379.0	93.0		
							waarvan KAS:	60.8			
							waarvan RDM:	225.2			
7	KM	5-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		4.23	105.8	KM-deel	
		5-3-2013	1	ENTEC			200	0.26	52.0	52.0	
		22-5-2013	1	RDM	zodebemester	30		3.93	117.9		
		22-5-2013	1	KAS			175	0.27	47.3	47.3	
		13-7-2013	1	KAS			75	0.27	20.3	20.3	
		19-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.93	78.6		
	19-8-2013	1	KAS			80	0.27	21.6	21.6		
							totaal:	443.4	141.2		
							waarvan RDM:	302.3			
MC	gemengd in de put	5-3-2013	1	RDM	zodebemester	25		4.23	105.8	MC-deel	
		5-3-2013	1	ENTEC			200	0.26	52.0		
		22-5-2013	1	RDM	zodebemester	30		4.23	126.9		
			1	MC-Houbraken		6		7.38	44.3	44.3	
		13-7-2013	1	KAS			75	0.27	20.3		
		gemengd in de put	19-8-2013	1	RDM	zodebemester	20		3.93	78.6	
		1	MC-Houbraken		3		7.38	22.1	22.1		
							totaal:	449.9	66.4		
							waarvan KM:	72.3			
							waarvan RDM:	311.3			
9	KM	19-2-2013	1	RDM	zodebemester	28		4.23	118.4	KM-deel	
		19-2-2013	1	ENTEC			320	0.26	83.2	83.2	
		3-6-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.93	98.3		
		3-6-2013	1	KAS			150	0.27	40.5	40.5	
		7-7-2013	1	KAS			75	0.27	20.3	20.3	
		1-9-2013	1	KAS			50	0.27	13.5	13.5	
							totaal:	374.1	157.5		
							waarvan RDM:	216.7			
MC	gemengd in de put	19-2-2013	1	RDM	zodebemester	28		4.23	118.4	MC-deel	
		19-2-2013	1	ENTEC			320	0.26	83.2		
		3-6-2013	1	RDM	zodebemester	25		3.93	98.3		
			1	MC-Houbraken		6		7.38	44.3	44.3	
		7-7-2013	1	KAS			75	0.27	20.3		
		1-9-2013	1	KAS			50	0.27	13.5		
							totaal:	377.9	44.3		
							waarvan KM:	117.0			
							waarvan RDM:	216.7			
Gelukten	KM	20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	32		4.23	135.4	KM-deel	
		27-4-2013	1	ENTECmais			125	0.25	31.3	31.3	
							totaal:	166.6	31.3		
maïs	MC	20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	32		4.23	135.4	MC-deel	
		29-6-2013	1	MC-Houbraken	Rogator in de rij	6		7.68	46.1	46.1	
							totaal:	181.4	46.1		

N toegediend Joris Buijs										
perceel	object	datum	opp (ha)	soort mest	toedienings- wijze	hh mest (m ³ ha ⁻¹)	hh mest (kg ha ⁻¹)	N-totaal gehalte (g kg ⁻¹)	Totaal toegediend kg N/ha	KM-deel
4 Opperweg gras maaien	KM	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	
		18-4-2013	1	Lflex	veldspuit		440	0.24	105.6	105.6
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.70	111.0	
		13-6-2013	1	Nutrisphere			150	0.46	69.0	69.0
		14-7-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8
		16-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		5-9-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8
totaal:								549.6	248.2	
MC	gemengd in de put	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	MC-deel
		18-4-2013	1	MC-Verkooyen	gemengd	1.7	400	5.87	10.0	10.0
		12-6-2013	1	Lflex	veldspuit			0.24	96.0	
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.70	111.0	
		13-6-2013	1	MC-Verkooyen		0.8		5.87	4.7	4.7
		13-6-2013	1	Nutrisphere			150	0.46	69.0	
		14-7-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	
16-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0			
5-9-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8		
totaal:								554.7	14.7	
3 van Meel gras maaien	KM	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	KM-deel
		18-4-2013	1	Lflex	veldspuit		440	0.24	105.6	105.6
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		13-6-2013	1	Nutrisphere			150	0.46	69.0	69.0
		16-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		27-7-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8
		5-9-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8
totaal:								512.6	248.2	
MC	gemengd in de put	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	MC-deel
		18-4-2013	1	MC-Verkooyen	gemengd	1.7	400	5.87	10.0	10.0
		12-6-2013	1	Lflex	veldspuit			0.24	96.0	
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		13-6-2013	1	MC-Verkooyen		0.8		5.87	4.7	4.7
		13-6-2013	1	Nutrisphere			100	0.46	46.0	
		16-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
27-7-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8			
5-9-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8		
totaal:								494.7	14.7	
1 Slagveld gras maaien	KM	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	KM-deel
		18-4-2013	1	Lflex	veldspuit		300	0.24	72.0	72.0
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		14-6-2013	1	Nutrisphere			100	0.46	46.0	46.0
		30-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		30-7-2013	1	Nutrisphere			50	0.46	23.0	23.0
totaal:								405.4	141.0	
MC	gemengd in de put	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	MC-deel
		18-4-2013	1	MC-Verkooyen	gemengd	1.7	200	5.87	10.0	10.0
		14-6-2013	1	Lflex	veldspuit			0.24	48.0	
		14-6-2013	1	MC-Verkooyen		0.8		5.87	4.7	4.7
		30-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
30-7-2013	1	Nutrisphere			50	0.46	23.0			
totaal:								276.1	14.7	
2 Bartels gras maaien	KM	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	KM-deel
		18-4-2013	1	Lflex	veldspuit		440	0.24	105.6	105.6
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.70	111.0	
		13-6-2013	1	Nutrisphere			150	0.46	69.0	69.0
		14-7-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8
		16-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.70	74.0	
		9-9-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8
totaal:								549.6	248.2	
MC	gemengd in de put	20-3-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.88	116.4	MC-deel
		18-4-2013	1	MC-Verkooyen	gemengd	1.7	400	5.87	10.0	10.0
		12-6-2013	1	Lflex	veldspuit			0.24	96.0	
		12-6-2013	1	RDM	zobebemester	30		3.70	111.0	
		13-6-2013	1	Nutrisphere			100	0.46	46.0	
		16-7-2013	1	RDM	zobebemester	20		3.88	77.6	
		16-7-2013	1	MC-Verkooyen		0.8		5.87	4.7	4.7
16-7-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8			
9-9-2013	1	Nutrisphere			80	0.46	36.8	36.8		
totaal:								535.3	14.7	
5 Vaarkant maïs	KM	20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	52		3.56	185.1	KM-deel
		24-4-2013	1	maisbooster			20	0.14	2.8	2.8
		27-4-2013	1	KAS	tijdens poten		200	0.27	54.0	54.0
totaal:								241.9	56.8	
MC		20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	52		3.56	185.1	MC-deel
		24-4-2013	1	maisbooster			20	0.14	2.8	
		22-4-2013	1	MC-Verkooyen	sleufcouter	9		6.42	57.8	57.8
totaal:								245.7	57.8	
					direct ingewerkt net voor poten					

N toegediend Patrick Hoemans								N-totaal		
perceel	object	datum	opp (ha)	soort mest	toedienings- wijze	hh mest (m ³ ha ⁻¹)	hh mest (kg ha ⁻¹)	gehalte (g kg ⁻¹)	Totaal toegediend kg N/ha	KM-deel
140	KM	17-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	12.5		4.43	55.4	
		20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	15		4.05	60.8	
	na de oogst	27-4-2013	1	KAS			105	0.27	28.4	28.4
	ingezaai voor blijvend grasland							totaal:	144.5	28.4
							waarvan RVM:	116.1		
	MC	17-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	12.5		4.43	55.4	MC-deel
		20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	15		4.05	60.8	
		29-6-2013	1	MC-Houbraken	Rogator in de rij	6		7.91	47.5	47.5
								totaal:	163.6	47.5
150	KM	17-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	12.5		4.43	55.4	KM-deel
		20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	15		4.05	60.8	
	na de oogst	27-4-2013	1	KAS			105	0.27	28.4	28.4
	ingezaai voor blijvend grasland							totaal:	144.5	28.4
							waarvan RVM:	116.1		
	MC	17-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	12.5		4.43	55.4	MC-deel
		20-4-2013	1	RDM	bouw landinjecteur	15		4.05	60.8	
		29-6-2013	1	MC-Houbraken	Rogator in de rij	6		7.91	47.5	47.5
								totaal:	163.6	47.5
100	KM	20-4-2013	1	vaste stromest	breedspreider	3		6.40	19.2	KM-deel
		20-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	6.5		4.43	28.8	
	na de oogst	27-4-2013	1	KAS			105	0.27	28.4	28.4
	ingezaai voor blijvend grasland							totaal:	76.3	28.4
							waarvan RVM:	48.0		
	MC	20-4-2013	1	vaste stromest	breedspreider	3		6.40	19.2	MC-deel
		20-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	6.5		4.43	28.8	
		29-6-2013	1	MC-Houbraken	Rogator in de rij	6		7.91	47.5	47.5
								totaal:	95.5	47.5
							waarvan RVM:	48.0		
130	KM	20-4-2013	1	vaste stromest	breedspreider	3		6.40	19.2	KM-deel
		20-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	6.5		4.43	28.8	
	na de oogst	27-4-2013	1	KAS			105	0.27	28.4	28.4
	ingezaai voor blijvend grasland							totaal:	76.3	28.4
							waarvan RVM:	48.0		
	MC	20-4-2013	1	vaste stromest	breedspreider	3		6.40	19.2	MC-deel
		20-4-2013	1	dikke fractie	breedspreider	6.5		4.43	28.8	
		29-6-2013	1	MC-Houbraken	Rogator in de rij	6		7.91	47.5	47.5
								totaal:	95.5	47.5
							waarvan RVM:	48.0		

Bijlage 3 Resultaten mestanalyses

Bedrijf	Onderzoeks nummer	Omschrijving monster	Mestsoort	Datum monster	N-totaal	N-NH3	N-org	P2O5		K2O
								gehalte in g / kg		
De Kleijne	674483	Stal 1	Rundveedrijfmest	1-3-2013	3.11	1.5	1.6	1.17	4.3	
De Kleijne	674486	Stal 2	Rundveedrijfmest	1-3-2013	4.26	2.0	2.3	1.47	5.8	
De Kleijne	675467	stal 1	Rundveedrijfmest	29-3-2013	3.01	1.6	1.4	1.15	5.2	
De Kleijne	675466	stal 2	Rundveedrijfmest	29-3-2013	3.77	2.1	1.7	1.56	6.0	
De Kleijne	13BA034M	Kumac	Mineralenconcentraat	16-4-2013	10.60			0.27	16.0	
De Kleijne	13BN597M	Kumac	Mineralenconcentraat	3-6-2013	8.03			0.15	11.5	
Pijnenborg			Rundveedrijfmest	6-3-2013	3.49			1.36	5.6	
Pijnenborg		Kempfarm	Mineralenconcentraat	17-4-2013	10.80			0.36	14.3	
Pijnenborg		Kempfarm	Mineralenconcentraat	2-5-2013	8.24			0.20	11.8	
Pijnenborg		Kempfarm	Mineralenconcentraat	31-5-2013	8.56			0.18	10.9	
Pijnenborg		Kempfarm	Mineralenconcentraat	31-5-2013	8.76			0.21	10.8	
Pijnenborg		Kempfarm	Mineralenconcentraat	3-7-2013	6.56			0.14	8.9	
Houbraken	676570	melkveestal 2 apr.	Rundveedrijfmest	23-4-2013	4.23	2.2	2.0	1.21	5.3	
Houbraken	676537	melkveestal 2 mei	Rundveedrijfmest	23-5-2013	3.93	1.9	2.0	1.28	5.3	
Houbraken	676538	melkv.st.1-5 M.C.	Overig	23-5-2013	4.65	2.7	2.0	1.28	5.7	
Houbraken	13AP028M	Houbraken bv	Mineralenconcentraat	27-3-3013	7.23			0.58	8.0	
Houbraken	13AP029M	Houbraken bv	Mineralenconcentraat	27-3-3013	7.25			0.55	7.9	
Houbraken	13BM379M	Houbraken bv	Mineralenconcentraat	21-5-2013	6.87			0.58	8.7	
Houbraken	13BR386M	Houbraken bv	Mineralenconcentraat	29-6-2013	7.68			0.57	10.5	
Houbraken	13BU168M	Houbraken bv	Mineralenconcentraat	24-7-2013	7.88			0.70	9.9	
Hoefmans	673768	Drijfmest	Rundveedrijfmest	11-2-2013	4.05	1.8	2.3	1.28	4.6	
Hoefmans	881834	Vaste mest	Vaste rundveemest	11-2-2013	4.43	1.8	2.6	2.18	3.7	
Hoefmans	13BR384M	Houbraken bv	Mineralenconcentraat	29-6-2013	7.91			0.62	10.1	

Bijlage 4 Resultaten gewasanalyses

Bedrijf	perceel grasland	oogstdatum	Gehalte g/kg					
			N		P		K	
			KM	MC	KM	MC	KM	MC
De Kleijne	1	17 mei 2013	29.3	23.6	4.24	6.63	41.2	37.9
	1	3 juli 2013	23.7	23.0	3.55	3.60	33.5	33.9
	5a	17 mei 2013	31.4	24.3	3.82	3.75	41.0	38.4
	5a	3 juli 2013	24.8	23.3	3.57	3.86	34.2	35.3
	21	17 mei 2013	29.9	25.6	5.10	4.21	44.8	42.6
	21	3 juli 2013	30.2	27.2	4.42	4.34	35.5	36.8
	21	21 aug. 2013	32.5	25.3	4.00	3.99	38.1	35.8
	22	17 mei 2013	27.3	24.4	4.52	4.17	35.2	35.8
	22	3 juli 2013	28.8	27.1	3.90	4.19	29.3	33.8
	22	21 aug. 2013	30.7	30.9	3.68	3.78	27.3	30.0
Pijnenborg-Van Kempen	8	17 mei 2013	34.1	35.2	4.05	4.05	36.9	39.4
	12	17 mei 2013	29.4	31.7	4.12	4.21	41.5	45.4
	12	8 juli 2013	30.5	32.3	3.69	3.88	40.4	44.7
	24	17 mei 2013	29.9	30.2	4.21	4.22	22.8	30.1
	24	10 juli 2013	31.3	39.5	3.34	3.12	27.4	31.8
	24	3 sept. 2013	27.8	33.4	3.26	2.77	28.6	29.2
	32	17 mei 2013	26.6	23.7	4.12	4.10	38.7	40.3
	32	10 juli 2013	31.2	33.7	3.53	3.18	43.0	38.0
Houbraken	32	3 sept 2013	30.6	28.7	3.52	3.83	38.9	40.5
	3	16 mei 2013	26.2	24.4	3.94	3.48	35.1	33.5
	3	7 okt. 2013	44.6	45.1	5.74	5.31	42.1	42.2
	4	16 mei 2013	24.0	25.4	3.85	4.12	35.0	34.8
	7	23 sept. 2013	30.7	30.8	5.04	4.98	46.3	47.5
	9	16 mei 2013	27.3		3.68		30.5	
	9	7 okt 2013	40.8	40.3	5.85	6.4	38.9	44.5
Hoefmans	30/35	16 mei 2013	29.4		3.63		29.4	
	40/45	16 mei 2013	27.5		3.74		30.1	
Buijs	1	16 mei 2013	35.5	34.8	3.84	4.25	38.4	38.3
	2	16 mei 2013	36.0	31.8	3.79	3.50	40.2	33.9
	3	16 mei 2013	35.2	32.5	3.41	3.21	33.3	33.6
	4	16 mei 2013	31.1	32.5	3.61	3.65	38.3	40.6
	Mais							
Kleijne	20	9 okt 2013	11.3	11.1	1.78	1.83	10.2	11.1
Pijnenborg-Van Kempen	10	1 okt. 2013	12.6	13.2	1.67	1.74	14.2	12.6
Houbraken	Gelukten	9 okt. 2013	9.5	9.8	1.84	1.90	11.0	10.3
Hoefmans	100/130	19 okt. 2013	12.0	11.7	1.60	1.67	9.8	8.9
Buijs	Lage vaarkant 5	23 okt. 2013	9.7	12.1	1.76	1.63	10.3	9.6



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2570
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2570
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

