

Welke mineralen passen bij de akkerbouw?

In opdracht van en gefinancierd door:



Dit project is medegefinancierd door het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling en door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Pieken in de Delta.

Samenwerkingsverband Noord-Nederland



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Dit project is uitgevoerd door:

Auteur(s):

Tonnis A. van Dijk

Organisatie:

Nutriënten Management Instituut NMI



nutriënten management instituut nmi bv

Dit project maakt deel uit van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM). Het MMM is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw. Binnen het MMM voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van bodem, bemesting en water.

Inleiding

Het project BioNPK streeft ernaar zoveel mogelijk mineralen terug te winnen uit digestaat (het restproduct van vergisting van organische reststromen) en andere natte processtromen. De doelstelling is om daarmee de kringloop van mineralen, die via de door de akkerbouw geteelde producten in de verwerkende industrie zijn terecht gekomen, waar mogelijk te sluiten of althans de verliezen uit de kringloop te reduceren. Teneinde bij de mogelijke processen van terugwinning in eerste instantie te focussen op afzet van de teruggewonnen mineralen in de akkerbouw, heeft het project behoefte aan inzicht in de wensen van de akkerbouw. Daarbij gaat het erom duidelijk te krijgen aan welke producten/mineralen de akkerbouw behoefte heeft. Achtergrond van die gedachte is om die processen te gebruiken die passen bij een vraaggestuurd aanbod van mineralen in de akkerbouw. Deze notitie tracht inzicht te geven in het huidige gebruik van mineralen (via bemesting) in de akkerbouw en welke positie producten uit recycling van mineralen uit natte processtromen daarbij zouden kunnen innemen.

Huidig gebruik van mineralen

In 2009 waren er in Nederland nog bijna 11.000 gespecialiseerde akkerbouwbedrijven, waarvan bijna 4.100 met een oppervlakte van meer dan 50 ha. Daarnaast waren er circa 3.400 bedrijven met als één van de hoofdtakken akkerbouw, veelal in combinatie met een veehouderijtak (Bron: LEI/CBS, 2010). In totaal bedroeg het areaal landbouwgrond in 2009 1.917.480 ha. Daarvan bedroeg het totale akkerbouwareaal ruim 800.000 ha, waarvan 240.000 ha snijmaïs. Voor de echte akkerbouw was circa 550.000 ha in gebruik. De belangrijkste gewassen waren in 2009: granen (229.000 ha), aardappelen (155.000 ha), suikerbieten (73.000 ha) en uien (26.000 ha).

In de Nederlandse landbouw zijn voor de voorziening van het gewas de twee belangrijkste aanvoerbronnen van mineralen: dierlijke mest en kunstmest. Daarnaast wordt ook plantenvoedende stoffen en bodemverbeterende middelen via andere producten aangevoerd, zoals kalkmeststoffen en overige organische meststoffen. In onderstaande Tabel 1 staat voor de belangrijkste drie nutriënten, stikstof (N), fosfaat (P_2O_5) en kali (K_2O), aangegeven hoeveel er jaarlijks beschikbaar is in de vorm van dierlijke mest en hoeveel er via kunstmest wordt aangevoerd.

N.B. Deze getallen hebben betrekking op de totale Nederlandse landbouw, dus zowel grasland en voedergewassen als akker- en tuinbouw.

Tabel 1. Productie van mineralen in dierlijke mest en binnenlandse afzet van kunstmest in 2000 en 2008, miljoenen kg N, P₂O₅ en K₂O (Bron: LEI/CBS, 2010).

Nutriënt	Dierlijke mest		Kunstmest	
	2000	2009	1999/2000	2008
Stikstof (N)	415	421	340	238
Fosfaat (P ₂ O ₅)	183	174	62	27
Kali (K ₂ O)	531	532	52	29 ¹⁾

¹⁾ Kalimeststoffen waren in 2008 extreem duur. Naar verwachting zal de afzet van kalimeststoffen zich herstellen op een niveau van 40 à 45 miljoen kg K₂O per jaar.

Voor de dierlijke mest geldt dat lang niet alle mest op de bedrijven waar de mest wordt geproduceerd kan worden geplaatst. Een deel wordt afgevoerd naar de akkerbouw. Daarbij wordt de mestgift per ha begrensd door de norm uit de Europese Nitraatrichtlijn en de gebruiksnorm voor dierlijke mest, zoals die in Nederland is ingevoerd: 170 kg N per ha per jaar. Verder wordt de mestgift beperkt door de fosfaatgebruiksnormen, die afhankelijk zijn van het grondgebruik (bouwland of grasland) en van de fosfaattoestand van de bodem. In Tabel 2 staan de fosfaatgebruiksnormen voor de akkerbouw (en alle overige open teelten behalve grasland) weergegeven in afhankelijkheid van jaar en fosfaattoestand van de bodem. Bij de toestand 'zeer laag' mag reparatiebemesting worden toegepast.

Tabel 2. Fosfaatgebruiksnormen voor bouwland, kg P₂O₅ per ha per jaar.

Fosfaattoestand	2011	2012	2013	2014 *	2015 *
Hoog	70	65	55	55	50
Neutraal	75	70	65	65	60
Laag	85	85	85	80	75
Zeer laag	120	120	120	??	??

* De fosfaattnormen voor 2014 en 2015 zijn indicatief en zijn nog niet vastgesteld.

In de praktijk worden in de akkerbouw verschillende soorten onbewerkte dierlijke mest toegepast. De belangrijkste zijn daarbij dunne rundveemest, dunne vleesvarkensmest en vaste vleeskuikenmest. In Tabel 3 is de gemiddelde samenstelling van deze drie soorten onbewerkte mest weergegeven (CBGV, 2008).

Tabel 3. Gemiddelde samenstelling van drie soorten dierlijke mest in kg per 1.000 kg product (CBGV, 2008).

Mestsoort	Droge stof	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Dunne rundveemest	86	4,4	1,6	6,2
Dunne vleesvarkensmest	90	7,2	4,2	7,2
Vaste vleeskuikenmest	605	30,5	17,0	22,5

De praktijk wijst uit dat de grootste hoeveelheid mest die in de akkerbouw wordt gebruikt bestaat uit dunne varkensmest. Daarvan wordt de gift beperkt door de hoeveelheid fosfaat in de mest, omdat bij een toenemende gift de fosfaatgebruiksnorm eerder wordt overschreden dan de gebruiksnorm van 170 kg N per ha voor dierlijke mest. Op basis van stikstof zou de maximale gift aan vleesvarkensmest $170/7,2 = 23,6 \text{ m}^3$ per ha. Op basis van fosfaat bedraagt de maximale gift bij een neutrale fosfaattoestand van de bodem in 2011: $75/4,2 = 17,9 \text{ m}^3$ per ha. Ook voor vaste vleeskuikenmest bepaalt fosfaat de maximale gift (in 2011: $75/17,0 = 4,4 \text{ m}^3$ per ha. Voor dunne rundveemest bepaalt

stikstof daarentegen de maximale gift, maar deze mestsoort wordt in de akkerbouw weinig toegepast. Voor de teelt van snijmaïs daarentegen wordt wel vaak dunne rundveemest gebruikt, omdat snijmaïs veel op melkveebedrijven wordt geteeld. Voor deze bedrijven geldt echter veelal dat zij derogatie hebben gekregen voor het gebruik van graasdiermest. Voor de daar geteelde snijmaïs geldt dan dat de maximale gift aan graasdiermest 250 kg N per ha per jaar bedraagt. In dat geval is fosfaat toch weer de beperkende factor voor het gebruik van dierlijke mest.

Aanvoer van dierlijke mest is op veel akkerbouwbedrijven een winstgevende zaak. Per kuub mest wordt in veel gevallen aan de afnemer een bedrag betaald, hetzij in liquide middelen, hetzij door de mest gratis over het land uit te rijden, hetzij via een combinatie van beide. Daarnaast behoeft de akkerbouwer ook minder kunstmest aan te voeren en wordt organische stof aangevoerd (hoewel dat laatste vaak overschat wordt). Omdat fosfaat vaak de beperkende factor is voor de hoeveelheid dierlijke mest, betekent zulks dat er vaak weinig tot zeer weinig ruimte overblijft voor de aanvoer van fosfaat via andere bronnen (kunstmest, andere organische mestsoorten, etc.). Uit Tabel 1 blijkt dan ook dat de consumptie van kunstmestfosfaat in Nederland zeer sterk is gedaald.

Voor wat betreft het gebruik van kunstmest in de akkerbouw is een schatting te maken met behulp van gegevens uit beschikbare statistiek (LEI/CBS, 2010 en LEI-Binternet, 2011). In LEI/CBS (2010) zijn gegevens beschikbaar over de arealen grondgebruik en het totale gebruik van kunstmest, en in LEI-Binternet (2011) staan voor de melkveebedrijven gegevens over het kunstmest-N- en kunstmest-P₂O₅-gebruik. Voor het jaar 2008 kwam dit overeen met 123 kg N en 6,3 kg P₂O₅ per ha. Wanneer we ervan uitgaan dat de oppervlakte grasland en snijmaïs wordt toegerekend aan de melkveebedrijven, dan betreft dat circa 1.257.000 ha. Het areaal akkerbouw bedroeg circa 550.000 ha. De overige 'open gronds teelten' (dat is inclusief de volleggrondstuinbouw, maar exclusief glastuinbouw) hebben in 2008 een oppervlakte van 87.000 ha. De hoeveelheid kunstmest-N die in deze sectoren wordt gebruikt bedraagt dan 128 kg N per ha. Dit is aanzienlijk meer dan het getal dat in 2002 is berekend voor het kunstmest-N-gebruik op akkerbouwbedrijven die deelnamen aan het project Praktijkcijfers 2 (102 kg N per ha uit kunstmest-N, zie Van Dijk et al., 2003). Bekend is echter dat het kunstmest-N-gebruik op vollegrondsgroentebedrijven aanmerkelijk hoger is dan op akkerbouwbedrijven. Daardoor zal de berekende 128 kg N per ha voor 2008 een overschatting zijn. De deelnemers aan Telen met toekomst gebruikten in 2010 gemiddeld 86 kg N per ha als kunstmest, waarbij de gift op de kleibedrijven duidelijk hoger was. Voor fosfaat leidt een soortgelijke berekening tot een kunstmest-P₂O₅-gebruik op bedrijven met 'open gronds teelten' van 29 kg P₂O₅ per ha. Dit komt goed overeen met de hoeveelheid die deelnemers aan Praktijkcijfers 2 in 2002 gebruikten. Uit het project Telen met Toekomst, waarvan de deelnemers intensief werden begeleid op het gebied van bemesting, bleek dat op de kleigronden (5 bedrijven) deze hoeveelheid nog steeds een redelijke schatting is. Op de zand- en lössgronden (7 bedrijven) werd echter vrijwel geen kunstmestfosfaat meer gebruikt. Voor kali zijn geen gegevens van melkveebedrijven opgenomen in Binternet. Daarom wordt voor het kaligebruik op akkerbouwbedrijven aangehouden dat dit overeenkomt met het verbruik in 2002 op akkerbouwbedrijven die deelnamen aan Praktijkcijfers 2: 47 kg K₂O per ha.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat de bedrijven die in 2002 deelnamen aan Praktijkcijfers 2 voorlopers waren op het gebied van mineralenbenutting. Hoewel er toen nog geen gebruiksnormen waren ingevoerd, werd toch redelijk op het scherp van de snede bemest. Het is niet onwaarschijnlijk dat het gemiddelde akkerbouwbedrijf in 2008 op ongeveer hetzelfde niveau qua mineralenbenutting zat als de deelnemers aan Praktijkcijfers in 2002. Daarom worden de cijfers voor het gemiddelde

kunstmestgebruik van die bedrijven gebruikt: 102 kg N, 29 kg P₂O₅ (voor zandgronden, met een hoog gebruik van dierlijke mest, is dit aanmerkelijk lager) en 47 kg K₂O per ha. In principe zouden deze hoeveelheden kunstmest vervangen kunnen worden door andere meststoffen, mits die even goed werken (werkingscoëfficiënt van 100%). In de praktijk geldt dat alleen voor meststoffen die geen organische stof bevatten. Uitgangspunt is verder wel dat het gebruik van niet bewerkte dierlijke mest zich stabiliseert op het bestaande niveau.

Welke soorten kunstmest worden gebruikt?

Uit de verkoopstatistiek van kunstmest in Nederland kan worden afgeleid welke meststoffen de belangrijkste zijn. Daarbij kan echter geen onderscheid worden gemaakt naar akkerbouw-, melkveehouderij- of tuinbouwbedrijven. Bekend is echter dat in alle sectoren ook vrijwel alle genoemde typen meststoffen worden gebruikt. Voor stikstof ligt daarbij het accent op de enkelvoudige meststoffen, met name kalkammonsalpeter. Voor fosfaat wordt verreweg de grootste hoeveelheid via NP-, PK- en NPK-meststoffen afgezet. De fosfaatgift is in de praktijk vaak een kwestie van fine-tuning. Voor kali is de verdeling tussen enkelvoudige en meervoudige kalimeststoffen ongeveer fifty-fifty. In Tabel 4 is een overzicht gegeven voor het jaar 2008.

Tabel 4. Binnenlandse afzet van kunstmest naar soort (LEI/CBS, 2010).

Soort meststof	Type meststof	Afzetpercentage
Stikstofmeststoffen	Kalkammonsalpeter	66
	Overige enkelvoudige meststoffen	16
	NPK-, NP- en NK-meststoffen	18
Fosfaatmeststoffen	Enkel- en tripelsuperfosfaat	7
	NPK-, NP- en PK-meststoffen	93
Kalimeststoffen	Kaliumchloride 40%	2
	Kaliumchloride 60%	37
	Patentkali	5
	Kaliumsulfaat	5
	NPK-, NK- en PK-meststoffen	52

Op basis van hun behoefte aan primaire nutriënten passen bij granen vooral enkelvoudige meststoffen (met name kalkammonsalpeter wordt daar gebruikt) en bij de andere belangrijke gewassen (aardappelen, suikerbieten en zaaiuien) vooral de meervoudige meststoffen. Daarbij valt vooral te denken aan NK-meststoffen, omdat juist deze gewassen vaak het fosfaat al via dierlijke mest krijgen toegediend. Dierlijke mest heeft als bijkomend voordeel dat tegelijkertijd een hoeveelheid organische stof wordt aangevoerd. Voor snijmaïs (geen specifiek akkerbouwgewas, maar wel een gewas met een groot areaal) geldt dat naast de bemesting met dierlijke mest vaak een NP-rijenbemesting wordt toegepast.

Naast de meststoffen die de primaire nutriënten N, P₂O₅ en K₂O leveren worden ook secundaire nutriënten (MgO, SO₃, CaO en Na₂O) via kunstmeststoffen en kalkmeststoffen gebruikt. Voor zover binnen het bestek van dit onderzoek is na te gaan bestaat daarover geen statistiek. Voor magnesium (MgO) geldt dat er alleen een bemestingsadvies bestaat voor zand-, dal- en lössgrond (Van Dijk & Van Geel, 2008). De meest gebruikte meststof voor MgO-bemesting is kieseriet, wat voornamelijk bestaat uit magnesiumsulfaat (MgSO₄.H₂O). Ook veel kalkmeststoffen zijn echter

magnesiumhoudend, maar dan in de vorm van het langzaam werkende magnesiumcarbonaat ($MgCO_3$). Voor zwavel geldt dat veel meststoffen ook zwavelhoudend zijn. Bovendien is het aantal gewassen dat een aanvullende zwavelbemesting behoeft beperkt en dan gaat het ook om relatief lage giften, voor akkerbouwgewassen tot 25 kg S per ha. Toediening van CaO voor plantenvoeding komt in de akkerbouw niet voor. Wel worden grote hoeveelheden CaO aangevoerd via bekalking met specifieke kalkmeststoffen. Natriumbemesting wordt alleen geadviseerd bij de teelt van suikerbieten. Vaak wordt daarvoor landbouwzout of Chilisalpeter gebruikt. Orde van grootte: circa 200 kg Na_2O per ha, alleen op zand-, dal- en lössgrond.

Het gebruik van vloeibare meststoffen heeft nog niet breed ingang gevonden in de agrarische praktijk. Vanouds werd wel een product als urean (op ureum en ammoniumnitraat gebaseerde stikstofmeststof) gebruikt. Echter het is ook reeds lang bekend dat de efficiëntie van deze vloeibare meststof gemiddeld lager is dan die van de meest gangbare stikstofmeststof: kalkammonsalpeter. Tegenwoordig wordt wel veel geschreven over vloeibare meststoffen en worden deze meststoffen ook geïntroduceerd in de praktijk (o.a. Powerline meststoffen, Flex Fertilizer meststoffen, NTS, etc.). Deze meststoffen worden met de veldspuit of met precisieapparatuur toegediend. Vergeleken met andere meststoffen is het afzetvolume van vloeibare meststoffen nog beperkt. Voor de zogenaamde kunstmestvervangers (mineralenconcentraten) is momenteel onderzoek gaande. Toediening vindt veelal plaats met toedieningsapparatuur voor dierlijke mest. De werking van deze meststoffen is vaak nog lager dan die van kunstmest. Voor mineralenconcentraten afkomstig van de verwerking van dierlijke mest geldt nog steeds dat zij beschouwd worden als een vorm van dierlijke mest. Alleen een pilot had in de periode 2009-2011 daarvoor een ontheffing. Veel ervaring is er wel met de toediening van vloeibare meststoffen zoals vinassekali en vloeibare schuimaarde (Betacal-Flow). Dan gaat het echter niet om kg per ha maar om tonnen per ha.

Organische stof

Voor akkerbouwgronden is een goede voorziening met organische stof belangrijk. Organische stof is van belang voor de chemische, de fysische en de biologische vruchtbaarheid van de grond.

1. Chemische bodemvruchtbaarheid. Bij de afbraak van organische stof in de bodem worden voor de plant beschikbare en nuttige nutriënten geleverd. Bovendien kan verteerde organische stof (humus) in de bodem positief geladen ionen (waaronder voedingsionen zoals kalium-, ammonium- en magnesiumionen) aan zich binden en daarmee behoeden voor uitspoeling.
2. Fysische bodemvruchtbaarheid. Organische stof verbetert de structuur van de grond en verhoogt het vochtvasthoudend vermogen van de grond. Daardoor wordt ook de bewerkbaarheid van de grond, met name op de kleigronden, beter. Zandgronden krijgen een betere structuur doordat, als gevolg van de afbraak van organische stof door het bodemleven, er stoffen vrijkomen die de zandkorrels aan elkaar doen kitten. Voor de lichte gronden geldt verder dat de kans op stuiven en verslempen vermindert.
3. Biologische bodemvruchtbaarheid. Aanvoer van verse organische stof stimuleert en levert voedsel voor het bodemleven. Een actief bodemleven bevordert de stikstofmineralisatie (het vrijkomen van stikstof uit de organische stof). Een goed ontwikkeld bodemleven vermindert verder de kans op bodemziekten.

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat akkerbouwers de aanvoer van vers organisch materiaal op prijs stellen. Veelal wordt er jaarlijks meer organische stof afgebroken dan er door gewasresten weer

wordt aangevoerd. De organische stofbalans is derhalve vaak negatief. Echter, aanvoer van organische stof via meststoffen betekent ook aanvoer van stikstof en fosfaat (en andere voedingsstoffen). Voor stikstof en fosfaat gelden gebruiksnormen; dat legt belangrijke beperkingen op aan de aanvoer van organische meststoffen.

Akkerbouwers zouden enorm geholpen zijn wanneer er producten op de markt komen zonder of met weinig stikstof en fosfaat. Die kunnen zij dan in het najaar toedienen en daarmee komt dan niet het gebruik van dierlijke mest of van meststoffen die stikstof en fosfaat leveren op het moment dat het gewas dat nodig heeft onder druk te staan. Eventueel valt ook aan fosfaathoudende organische stofbronnen te denken, maar dan zal het gebruik van dierlijke mest moeten verminderen. En dat lijkt in de huidige markt niet logisch.

Factoren die van belang zijn voor de acceptatie van nieuwe meststoffen

De acceptatie van producten afkomstig van de bewerking van afval- of reststromen wordt door een groot aantal factoren beïnvloed (zie o.a. Van Erp et al., 2000). Daarbij gaat het onder andere om de volgende factoren:

- Bekendheid met de meststof. Voor de diverse producten die via recycling beschikbaar komen zal moeten worden aangetoond dat zij werkzaam zijn als bodemverbeteraar of als meststof en dat zij inpasbaar zijn in de bedrijfsvoering van de akkerbouwer.
- De behoefte aan primaire (en eventueel secundaire) nutriënten. De samenstelling en de werking van de meststoffen zal bekend en constant moeten zijn. Gestreefd moet worden naar een werking die vergelijkbaar is met die van kunstmest. In vaktermen betekent dit dat de werkingscoëfficiënt 100% zou moeten zijn.
- Er bestaat in de akkerbouw weinig behoefte aan nieuwe fosfaatmeststoffen. Omdat naast een behoefte aan nutriënten er in de akkerbouw ook behoefte is aan organische stof en organischestofhoudende producten ook fosfaat bevatten, wordt het fosfaatquotum met dit type producten reeds ingevuld (dierlijke mest of dikke fracties uit dierlijke mest).
- Nevenbestanddelen en neveneffecten. De producten mogen geen nevenbestanddelen bevatten in concentraties die schadelijk zijn voor mens, dier, plant of milieu. Daarbij gaat het in eerste instantie om zware metalen en organische microverontreinigingen. De Meststoffenwet stelt daarvoor normen via het uitvoeringsbesluit en de uitvoeringsregeling.
- Toedieningstechniek. Meststoffen moeten met bestaande toedieningsapparatuur goed te verdelen zijn over het veld. Voor producten met hoge concentraties aan voedingsstoffen is dat andere apparatuur (bijvoorbeeld veldspuit of precisiebemesters) dan voor producten met lage concentraties (vaak apparatuur voor toediening van dierlijke mest). Bij vloeibare ammoniumhoudende producten is emissiearme toediening verplicht.
- Beschikbaarheid. De meststof zal op het juiste moment voor de akkerbouwer beschikbaar moeten zijn, meestal in het voorjaar. Bovendien moet de meststof passen in de bemestingsstrategie van de akkerbouwer.
- Wetgeving. Nieuwe meststoffen zullen moeten voldoen aan de regelgeving, zoals die is beschreven in de Meststoffenwet. Meststoffen geproduceerd uit afval- of reststromen moeten altijd een toelatingsprocedure te doorlopen (geldt niet voor EG-meststoffen).
- Prijs. De prijs van een product (inclusief de eventuele meerprijs in verband met de toedieningstechniek) zal bepalen of het de concurrentie aan kan met kunstmest of eventueel met de negatieve prijs van dierlijke mesten.

Conclusies

Meststoffen die het best bij de akkerbouw passen zijn

- Enkelvoudige meststoffen, met name stikstof- en kalimeststoffen. Aan enkelvoudige fosfaatmeststoffen bestaat nauwelijks of geen behoefte (er is een overmaat aan fosfaat beschikbaar via dierlijke mest).
- Meervoudige meststoffen, met name NP-, NK- of NPK-meststoffen die geen organische stof bevatten. De verhouding tussen N, P en K in deze meststoffen moet dan wel passen bij de behoefte van het gewas. Deze is weer afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid.
- Aan meststoffen met secundaire nutriënten (MgO, SO₃, CaO en Na₂O) bestaat geen grote behoefte; mogelijk zijn er kansen voor Mg-meststoffen op de zand-, dal- en lössgronden.
- Meststoffen geproduceerd uit afval- of reststromen moeten ingevolge de Meststoffenwet een toelatingsprocedure doorlopen.
- De belangrijkste akkerbouwgewassen zijn granen, aardappelen, suikerbieten en zaaiuien. Bij granen passen vooral enkelvoudige stikstofmeststoffen, bij de andere gewassen naast stikstofmeststoffen ook de meervoudige, met name NK-meststoffen.
- Voor vloeibare meststoffen is het van belang dat (a) ammoniakemissie bij toediening wordt voorkomen en (b) dat toediening mogelijk moet zijn met daartoe geschikte apparatuur.
- In de Nederlandse akkerbouw is er vooral behoefte aan een bron van organische stof die weinig of geen nutriënten (met name stikstof en fosfaat) bevat.

Literatuur

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (2008) Adviesbasis bemesting Grasland en Voedergewassen. <http://www.bemestingsadvies.nl/>.

De Haas MJG & Van Dijk TA (2010) Inventarisatie klimaatvriendelijke kunstmest. NMI-rapport 1379.09, 73 pp.

LEI (2011) Binternet, http://www3.lei.wur.nl/BIN_ASp/Frm_Start_Binternet.aspx?Database=LTC.

LEI/CBS (2010) Land- en tuinbouwcijfers 2010. Den Haag, ISSN 1386-9566, 256 pp.

Luesink HH, Blokland PW & Mokveld LJ (2008) Mestmarkt 2009-2015. Een verkenning. Den Haag, LEI, Rapport 3.08.04, projectcode 30945, 75 pp.

Van Dijk TA, De Haas MJG & Van Loon TS (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Cijfers en eindrapportage 2000-2002. Project Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Van Dijk W & Van Geel W (2008) Adviesbasis voor de bemesting van Akkerbouw- en Vollegrondsgroentengewassen. PPO, Publicatie 307, 108 pp. + bijlagen.

Van Erp PJ, Goselink GRA, De Haas MJG, Pothoven R & Van Dijk TA (2000) Marktonderzoek duurzame afzetruimte verwerkte en niet-verwerkte mesten. NMI-Rapport 705.00 (niet voor publicatie), 60 pp.

Van Geel W & Brinks H (2011) Telen met toekomst. Bemesting 2010. PPO nr. 3250117710, 26 pp.