

***Bemesting in de
biologische akker- en
tuinbouw bij bodems
met een hoge
fosfaattoestand***

Ir. Jan Bokhorst

December 2010



In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl.

©2011 Louis Bolk Instituut
Bemesting in de biologische akker- en tuinbouw
bij bodems met een hoge fosfaattoestand
Ir. Jan Bokhorst
Publicatienummer 2011-001 LbP
51 pagina's
www.louisbolk.nl
info@louisbolk.nl

Voorwoord

De biologische landbouw heeft geregeld welke meststoffen wel en niet zijn toegestaan. Voor de hoeveelheid meststoffen die gebruikt mogen worden zijn geen eigen regels. De regels die ook voor de gangbare landbouw gelden geven bij de hoeveelheid de grenzen aan en worden op intensieve biologische bedrijven vaak ook aangehouden. Nu deze regels strenger worden moeten veel bedrijven bouwplan en bemesting aanpassen. De route richting 100% biologische mest heeft veel invloed op de aanpassingsmogelijkheden. De problematiek heeft voor veel bedrijven consequenties. Veel dank aan Coen ter Berg, Geert-Jan van der Burgt, Jos van Hamont, Udo Prins en veel mensen uit de praktijk voor hun bereidheid actief mee te denken.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Aard van de problematiek	11
2.1 Het kader; de landelijke wetgeving	11
2.2 Het kader; specifieke regels voor de biologische landbouw	12
2.3 De hoogte van het Pw-getal in de biologische akker- en tuinbouw	13
2.4 Voorbeelden van de gevolgen van de wetgeving voor biologische akker- en tuinbouwbedrijven	16
3 Omvang van de problematiek	23
4 Nadere analyse	25
5 Potentiële oplossingen	29
5.1 Gewaskeuze	29
5.2 Land huren op ander bedrijf	30
5.3 Vaste rijpaden	30
5.4 Niet kerende grondbewerking	30
5.5 Groenbemesters	31
5.6 Mest- en compostsoort	31
5.7 Mestscheiding	33
5.8 Maaimeststoffen	34
5.9 Hulpmeststoffen	34
5.10 Dynamische simulatiemodellen	35
6 Aandachtspunten voor de praktijk	37
7 Conclusies	39
8 Aanbevelingen	41
Literatuur	43

Samenvatting

De bemesting met stikstof en fosfaat wordt in de Nederlandse landbouw begrensd. Dit heeft ook consequenties voor de biologische teelt. Om inzicht in deze consequenties te krijgen zijn bouwplan en bemesting op twee akkerbouwbedrijven en drie tuinbouwbedrijven geanalyseerd, zijn meerdere deskundigen geraadpleegd en is de relevante literatuur bestudeerd.

De grenzen voor de stikstofbemesting hebben geen invloed van betekenis op de biologische akker- en tuinbouw. Die voor fosfaat wel. Er wordt op het merendeel van de bedrijven meer fosfaat gegeven dan bij de voorlopige einddatum van het veranderingstraject tot 2015 mogelijk is. Vermindering van de fosfaatgift en behoud van de stikstofbemesting betekent dat bodemverzorgende meststoffen minder gebruikt kunnen worden. Worden bodemverzorgende meststoffen veel ingezet, dan kan de stikstofvoorziening in de knel komen. Het evenwicht vinden tussen stikstofvoorziening enerzijds en verzorging van de bodemkwaliteit anderzijds wordt in toenemende mate een belangrijk thema op veel bedrijven. Bij deze problematiek spelen nog twee andere onderwerpen. De maximale fosfaatgift is afhankelijk van het fosfaatgehalte in de bodem, zoals aangegeven door het Pw-getal. Aangetoond kon worden dat dit Pw-getal op de meeste bedrijven hoger wordt wanneer het bedrijf langer biologisch is. Bedrijven komen bij niet veranderen van bouwplan en bemesting na verloop van tijd in een ongunstiger situatie terecht. Dan speelt ook dat de biologische sector op weg is naar 100% biologische mest. Vaste bodemverzorgende mest wordt dan schaars, stikstofrijke biologische hulp meststoffen zijn niet beschikbaar en groencompost is niet meer toegestaan.

Ongeveer de helft van de akkerbouwbedrijven zal tot 2015 aanzienlijke veranderingen door moeten voeren, maar door extra aandacht voor bouwplan en bemesting zijn er veel mogelijkheden. Veel lastiger is de situatie op intensieve tuinbouwbedrijven met weinig of geen gras/klaver, graan en groenbemesters en veel stikstofbehoefte gewassen. De veranderingen zullen hier groot moeten zijn om te voldoen aan de nieuwe regels. Het gaat hier om tenminste 600 ha.

Duidelijk is dat bouwplan en bemesting op de meerderheid van de bedrijven extra aandacht moet krijgen. De thema's die hierbij van belang zijn worden behandeld. Het gaat om gewaskeuze (minder stikstofbehoefte en meer bodemverzorgende gewassen), stikstofbehoefte gewassen telen op andere bedrijven, vaste rijpaden en/of niet-kerende grondbewerking toepassen, groenbemesters intensiever inzetten, mest en compost slimmer inzetten, mestscheidingsproducten gebruiken, maaimeststoffen toepassen en hulp meststoffen bewuster kiezen.

Vakmanschap wordt steeds belangrijker. Rekenen, bijvoorbeeld met het dynamische simulatiemodel NDICEA, kan hierbij helpen.

Een ander heeft naast de praktijk ook betekenis voor onderzoek en beleid. De belangrijkste thema's worden aangegeven.

1 Inleiding

Wat zijn de consequenties van de nieuwe wetgeving, zowel vanuit de Nederlandse overheid voor de gehele landbouw als specifiek voor de biologische landbouw met betrekking tot de problematiek rond bodem en bemesting? Dat is het onderwerp van deze studie. Er mag steeds minder stikstof en fosfaat gebruikt worden en blijft er dan wel ruimte over om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden of, indien nodig, te verhogen? Een uitvoerige studie van Alterra (Rietra, 2008) komt tot de conclusie dat een voldoende hoge bodemvruchtbaarheid op lange termijn bij de geplande wetgeving niet gegarandeerd is, onder meer door de beperkingen die gesteld worden aan de maximaal te geven hoeveelheid stikstof en fosfaat neemt het belang van een goede bodemvruchtbaarheid met een hoge mineralenefficiënte toe. Dit is in de gangbare landbouw het geval, maar in de biologische in sterkere mate. In de biologische landbouw is een hoger niveau vereist. Redenen zijn onder meer dat in de biologische landbouw stikstof voor een groter deel uit mineralisatie van organisch materiaal beschikbaar moet komen, dat de ziekteverendheid van de grond hoger moet zijn en dat de bodemvruchtbaarheid meer een harmonische groei en daarmee weerbaarheid tegen ziekten moet bewerkstelligen. Binnen de biologische landbouw speelt verder ook de ontwikkeling in de richting van 100% biologische mest een rol. De biologische veehouderij kan beperkt vaste mest aan biologische akkerbouw en tuinbouw leveren en groencompost is met ingang van 2012 geen A-meststof (biologische meststof) meer. Verder speelt ook nog een rol dat het organische stofgehalte van de Nederlandse gronden op een laag peil is. Op veel zavel- en kleigronden is dit vooral zo omdat ze nog jong zijn en opbouw van organische stof vele eeuwen duurt; op veel zandgronden is dit vooral zo omdat na de introductie van kunstmest in de vorige eeuw de verzorging van het organische stofgehalte minder urgent was.

Wat is de aard en omvang van de problematiek en in welke richting moeten oplossingen gezocht worden? Om hier een antwoord op te krijgen is het volgende gedaan:

- Van twee akkerbouwbedrijven en drie tuinbouwbedrijven is de actuele situatie rond bouwplan en bemesting geanalyseerd en zijn met de telers de knelpunten besproken.
- Met praktijkdeskundigen die een breder overzicht over de biologische akker- en tuinbouw hebben is overlegd over de problematiek.
- De relevante literatuur is bestudeerd.

2 Aard van de problematiek

2.1 Het kader; de landelijke wetgeving

Voorlopig is er tot 2015 een route gepland die tot een vermindering van het gebruik van stikstof en fosfaat moet leiden. Deze maatregelen zullen er niet toe leiden dat de doelstellingen vastgelegd in het Vierde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2009) en de Kaderrichtlijn Water volledig worden gehaald. Dit zal gebeuren met nadere aanscherpingen in het actieprogramma na 2014.

De consequenties voor de biologische landbouw zijn wat betreft stikstof anders dan voor fosfaat.

Stikstof

Voor stikstof geldt per gewas of gewasgroep een gebruiksnorm. In tabel 8 worden een aantal voorbeelden genoemd. Voor de zand- en lössgronden wordt gewerkt aan een aanscherping in de periode tot 2013 met betrekking tot een aantal akkerbouw- en vruchtgewassen en groenbemesters. Voor de biologische landbouw zijn deze stikstofgebruiksnormen niet zo interessant. Ze zijn, hoewel ook geldend voor de biologische landbouw, gericht op de gangbare landbouw. De opbrengsten zijn biologisch vaak wat lager, waardoor de behoefte aan stikstof lager is. De toegestane giften zijn deels ook hoger dan wenselijk voor de biologische teelt gezien de eisen die biologisch stelt aan bijvoorbeeld ziekteverwerendheid. Teveel stikstof heeft hier een negatieve invloed op. Op de stikstofgebruiksnormen gaat deze studie daarom niet direct in.

Fosfaat

De hoeveelheid fosfaat die gegeven mag worden is niet direct afhankelijk van het gewas maar geldt voor alle bouwland of grasland. De gift is bij bouwland afhankelijk van de hoogte van het Pw-getal. De hoeveelheden worden met als eindpunt 2015 geleidelijk aan verlaagd. Tabel 1 geeft een overzicht over dit traject.

Tabel 1 - Maximaal gebruik van fosfaat tot 2015

	Aanvoer in kg per ha				
Pw-getal (mg P ₂ O ₅ /l grond)	2011	2012	2013	2014	2015
Laag: Pw < 36 bouwland	85	85	85	80	75
PAL < 27 grasland	100	100	100	100	100
Neutraal: Pw 36 - 55 bouwland	75	70	65	65	60
PAL 27 - 50 grasland	95	95	95	95	90
Hoog: Pw > 55 bouwland	70	65	55	55	50
PAL > 50 grasland	90	85	85	85	80

Naast deze gebruiksvoorschriften zijn er een aantal aanvullende regels van belang:

- Uitrijperiode dierlijke mest vanaf 2012
 - Uitrijden van **drijfmest** op bouwland op alle grondsoorten mag van 1 februari tot 1 augustus.
 - Uitrijden van **drijfmest** op bouwland op alle grondsoorten mag van 1 februari tot 1 september bij teelt van een groenbemester of bij planten van bollen in het najaar
 - Uitrijden van **vaste mest** op bouwland op zand- en lössgrond mag van 1 februari tot 1 september.
 - Uitrijden van **vaste mest** op bouwland op klei- en veengrond mag het hele jaar door gebeuren.
- Er komen extra maatregelen voor emissiearme mesttoediening, zoals een verbod van de sleepvoet op zand.
- Er komt ruimte om andere gewassen zoals wintertarwe, wintergerst en triticale in te zetten als vanggewas na mais.

De potentiële gevolgen voor de biologische akker- en tuinbouw

De gebruiksnormen kunnen in de biologische teelt vooral van invloed zijn op de hoeveelheid fosfaat die gebruikt mag worden, op de mogelijkheden om voldoende organische stof aan te voeren en op de stikstofvoorziening van de gewassen. Op deze drie mogelijkheden zal in het volgende ingegaan worden. De regels voor het uitrijden van vaste mest op zand- en lössgrond zullen weinig invloed hebben op de bemestingsmogelijkheden. Wanneer het in augustus te nat is om vaste mest uit te rijden wat de laatste jaren regelmatig voorkwam, mogelijk door de klimaatverandering, is uitwijken naar september niet meer mogelijk, wat soms problemen geeft.

Fosfaat

De hoogte van het Pw-getal is van belang. De mogelijkheden om vaste mest of compost te gebruiken die de bodemkwaliteit onderhoudt of verbetert zijn vaak afhankelijk van het Pw-getal. Bij een lager Pw-getal mag meer fosfaat worden gegeven en wordt de gift minder snel beperkt door het Pw-getal.

2.2 Het kader; specifieke regels voor de biologische landbouw

Het streven is om in de biologische landbouw in de buurt van 100% biologische mest te komen. De snelheid waarin dit gebeurt wordt periodiek vastgesteld. De nu voorgenomen route is weergegeven in tabel 2. Bij 100% biologische mest valt een aantal van de nu gebruikte meststoffen af.

Groencompost mag dan niet meer en ook de meeste hulp meststoffen als vinasse, verenmeel en vele andere vallen dan af.

Tabel 2 - Stappenplan naar het gebruik van 100% biologische meststoffen voor biologische landbouwbedrijven

Jaar	Minimum % A-meststoffen
2010	50%
2012	60%
2014	70%
2016	80%
2018	90%
2020	90/100%

2.3 De hoogte van het Pw-getal in de biologische akker- en tuinbouw

Wat is nu de hoogte van het Pw-getal op biologische bedrijven? Dit wordt niet systematisch bijgehouden maar er zijn wel cijfers bekend. Vanuit de bemestingsgewoonten kan er ook wat over gezegd worden.

In 2004 is door het Louis Bolk Instituut bij een project in samenwerking met het RIKILT (Hoogenboom e.a., 2006) bij een enquête het Pw-getal genoteerd. Het betrof aselekt gekozen bedrijven. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 - Hoogte Pw-getal in 2004 op aselekt gekozen biologische akkerbouwbedrijven. Het betreft 1 perceel per bedrijf, namelijk een perceel waar aardappel, tarwe of peen werd verbouwd.

Bedrijf nr.	Provincie	Pw-getal	beoordeling	start
1	Flevoland	12	laag	2001
2	Flevoland	15	laag	2001
3	Noord Brabant	18	laag	1998
4	Flevoland	25	laag	2000
5	Flevoland	20	laag	2000
6	Flevoland	25	laag	2000
7	Flevoland	25	laag	2001
8	Zeeland	26	laag	2000
9	Noord-Holland	28	laag	1984
10	Noord Brabant	29	laag	2000
11	Flevoland	29	laag	2000
12	Flevoland	30	laag	1984
13	Zeeland	30	laag	1984
14	Zeeland	33	laag	1994
15	Flevoland	33	laag	1997

Bedrijf nr.	Provincie	Pw-getal	beoordeling	start
16	Zeeland	35	laag	1984
17	Noord Brabant	39	neutraal	2000
18	Flevoland	40	neutraal	1984
19	Limburg	43	neutraal	2001
20	Zuid-Holland	45	neutraal	1984
21	Zeeland	49	neutraal	1994
22	Noord Brabant	50	neutraal	2000
23	Flevoland	50	neutraal	1998
24	Zuid-Holland	51	neutraal	1996
25	Flevoland	55	neutraal	2000
26	Friesland	61	hoog	1984
27	Friesland	70	hoog	1984
28	Friesland	76	hoog	1984
29	Noord-Holland	77	hoog	1984
30	Friesland	81	hoog	1984
31	Noord-Holland	109	hoog	1984

Tabel 4 - Overzicht aan de hand van tabel 3 van het Pw-getal in afhankelijkheid van het aantal jaren biologische teelt.

Start bedrijf	Tot 1984	1985-1997	1998-2001
Aantal bedrijven	15	3	13
Gemiddeld Pw-getal (mg/l)	58	44	32
Minimale en maximale waarde	28 tot 109	33 tot 51	15 tot 55

De cijfers zijn een duidelijke aanwijzing dat het Pw-getal in de loop der jaren stijgt. Dit is niet onlogisch omdat de aanvoer van fosfaat vaak hoger is dan de afvoer. Dit blijkt onder meer uit de mineralenbalans in tabel 5.

Tabel 5 - Aanvoer en overschot van fosfaat op biologische akker- en tuinbouwbedrijven. (Hoogenboom e.a., 2006¹⁾, ter Berg en Staps, 2010²⁾).

	Aantal bedrijven	Periode	Aanvoer P ₂ O ₅ in kg per ha	Maximale en minimale aanvoer	Overschot	Maximaal en minimaal overschot
Akkerbouw 1 perceel per bedrijf ¹⁾	18	1999-2004	65	16 tot 118	28	-22 tot 68
Akkerbouw gehele bedrijf ²⁾	4	2009	70	50 tot 98	21	-8 tot 39
Tuinbouw vollegrond gehele bedrijf ²⁾	5	2009	65	41 tot 85	31	12 tot 43

De geconstateerde toename van het Pw-getal in de loop der jaren zal samenhangen met het structurele fosfaatoverschot op de mineralenbalans. De oorzaak van de hoge fosfaataanvoer ligt voornamelijk in het feit dat er op voldoende stikstof wordt bemest met fosfaatrijke organische meststoffen.

In 2015 mag bij een laag Pw-getal niet meer dan 75 kg P₂O₅ per ha worden gegeven. In 2004 gaf 42% van de bij het project Monitoring contaminanten onderzochte akkerbouwbedrijven meer dan 75 kg P₂O₅ per ha. Omdat er vanaf 2011 niet meer dan 85 kg P₂O₅ per ha mocht worden gegeven bij een laag Pw-getal heeft een flink deel van deze bedrijven de bemesting al moeten verlagen. In 2015 wanneer bij laag Pw-getal niet meer dan 75 kg P₂O₅ per ha mag worden gegeven zullen meer bedrijven de bemesting moeten aanpassen. Daar waar het Pw-getal neutraal of hoog is zal de aanpassing sterker worden want bij neutraal mag maar 60 kg P₂O₅ per ha worden gegeven en bij hoog 50 kg P₂O₅ per ha. Geschat wordt dat circa de helft van de biologische akkerbouwbedrijven de fosfaatbemesting flink moeten verlagen. Hiermee worden dan ook de stikstof- en organische stofaanvoer verlaagd.

Dat de bedrijven met een Pw-getal lager dan 36 na verloop van tijd ook in een neutraal tot hoog Pw-getal komen is waarschijnlijk, gezien de waarden in tabel 4.

Door Rietra e.a. is een studie uitgevoerd naar het effect van een evenwichtsbemesting met 60 kg P₂O₅ per jaar op de hoogte van het Pw-getal op lange termijn. Zij komen tot de conclusie dat hier geen eenduidige uitspraak over is te doen. Om dit wel te kunnen doen moeten meerjarige proeven geëvalueerd worden. Verder is er te weinig proceskennis, onder meer naar de rol van organisch gebonden fosfaat. Ook is het onduidelijk of de beschikbare modellen (ANIMO, 1997 en Ehlert e.a. 1996) het effect van 60 kg P₂O₅ per ha goed kunnen voorspellen.

De studie van Rietra e.a. geeft dus geen extra duidelijkheid over het te verwachten Pw-getal. Gezien de waarden in tabel 4 kan geconcludeerd worden dat bij een ongewijzigd bemestingsbeleid biologische bedrijven met een laag Pw-getal na verloop van tijd in een neutraal tot hoog Pw-getal terecht komen. Dit komt door het fosfaatoverschot op de mineralenbalans. De toename van het Pw-getal kan door opbouw van organische stof en daarmee inbouw van fosfaat vertraagd worden. Bij gebruik van de maximaal toegestane hoeveelheid fosfaat gaat ook meespelen dat de opbrengsten in de biologische teelt lager zijn dan gangbaar en daarmee de fosfaatafvoer en de kans op sterkere toename van het Pw-getal in vergelijking met de gangbare teelt groter is.

Samenvattend:

- In het verleden nam het Pw-getal op de meeste biologische akker- en tuinbouwbedrijven toe met het aantal jaren dat er biologisch geteeld werd.
- Een deel van de bedrijven met een laag Pw-getal zal na verloop van tijd van tijd in het traject neutraal tot hoog komen.
- Het is niet voldoende duidelijk welke cultuurmaatregelen de hoogte van het Pw-getal bepalen.

2.4 Voorbeelden van de gevolgen van de wetgeving voor biologische akker- en tuinbouwbedrijven

Voor een nadere concretisering van de problematiek zullen een aantal bestaande biologische bedrijven geanalyseerd worden op het gebied van de huidige situatie met betrekking tot de wetgeving en de mogelijkheden van eventuele noodzakelijke aanpassingen. Als referentie wordt de situatie in 2015 genomen. In dat jaar mag bij een hoog Pw-getal boven de 55 in totaal 50 kg P₂O₅ per ha gegeven worden. Bij de analyse wordt het dynamische simulatiemodel NDICEA (www.ndicea.nl) gebruikt. Hierbij kan onder meer beoordeeld worden of de gewassen voldoende stikstof tot hun beschikking hebben. Bij de berekeningen wordt uitgegaan van het gemiddelde weer van de afgelopen 30 jaar. Geven de berekeningen aan dat er voldoende stikstof beschikbaar is dat kan dat in ongunstige jaren, zeer droge of zeer natte, toch niet het geval zijn. Ook is een minder goede bodemstructuur en daarmee een tragere mineralisatie niet in de berekeningen opgenomen. Bij de beoordeling van de resultaten van de berekeningen is dit van belang.

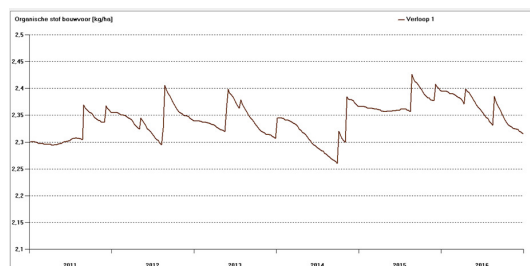
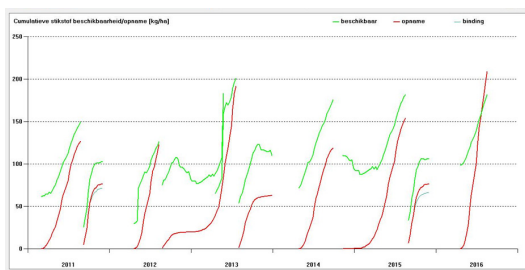
Geanalyseerd worden:

- 2 akkerbouwbedrijven op zware zavel/kleigrond (I en II)
- 1 tuinbouwbedrijf op lichte zavelgrond (III)
- 2 tuinbouwbedrijven op zandgrond (IV en V)

1. Akkerbouwbedrijf op zavelgrond met groenten, Flevoland

Gewas	Groenbemesting	Mest
1. Z. tarwe	klaver	
2. Footgoed	rogge/wintererwten	15 t rvdm 20 t geit
3. Spinazie	Rogge	30 t rvdm
4. Witlof		
5. Wintertarwe	klaver	20 t geit
6. Koolindustrie		20 t rvdm

Fosfaattoestand laag (in 2015 max. 75 kg P₂O₅ per ha)



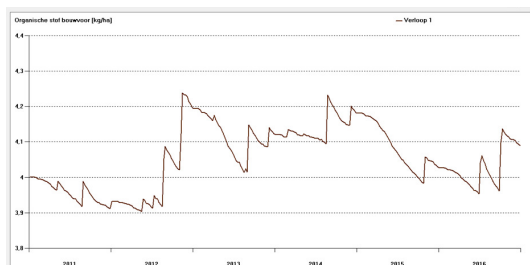
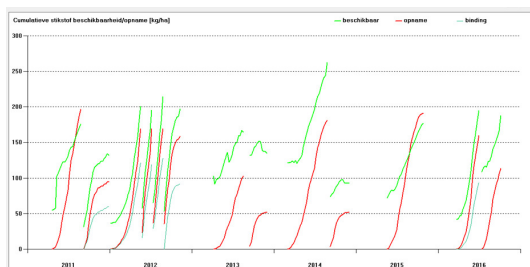
Dit bedrijf heeft beperkt stikstofbehoefte gewassen en teelt veel groenbemesters, waarvan een deel stikstofbindend. De fosfaataanvoer is ca 50 kg gemiddeld per ha, een hoeveelheid die bij iedere fosfaattoestand is toegestaan. Het fosfaatoverschot is 20 kg P₂O₅ per ha. Het organische stofgehalte is 2,3 % en gaat geleidelijk nog iets omhoog. De stikstofvoorziening is bij tarwe en kool wat krap. Het bedrijf gebruikt 100% biologische mest.

Dit bedrijf is nu geheel klaar voor de toekomstige wetgeving rond gebruiksnormen en 100% biologische mest, maar in de toekomst kan het fosfaatoverschot wel tot een hoger wordend Pw-getal leiden. Het verloop van het Pw-getal heeft op dit bedrijf een opmerkelijk verloop. De bedrijfsopzet is sinds 1990 weinig veranderd. In de jaren negentig daalde het Pw-getal van 30 naar 20, om vervolgens weer toe te nemen. Op het moment bedraagt het ca 40.. Dit verloop geeft ook weer aan dat niet voldoende duidelijk is waar de hoogte van het Pw-getal van afhankelijk is. Is het hier de toegenomen biologische activiteit die tot een hogere vrijmaking uit de fosfaatvoorraad van de bodem leidt?

II. Akkerbouwbedrijf op zavelgrond met groenten, Flevoland

Gewas	Groenbemesting	Mest
1. Aardappel	gras/klaver	30 t Rvdm 25 t potstalm
2. Gras/klaver		25 t Potstalm
3. Zaaiui	Mosterd	2 t Vinasse 20 t Potstalm
4. Z. tarwe	Mosterd	25 t Rvdm 200kg Veren 25 t Potstalm
5. Peen		
6. Erwtten + Bloemkool		35 t Rvdm

Fosfaattoestand laag (in 2015 max. 75 kg P₂O₅ per ha)



De fosfaataanvoer is gemiddeld 50 kg per ha, een hoeveelheid die bij iedere fosfaattoestand is toegestaan. Het fosfaatoverschot is -8 kg P₂O₅ per ha. Het organische stofgehalte is 4 % en gaat geleidelijk nog iets omhoog. De stikstofvoorziening is bij aardappel (jaar 1) en peen (jaar 5) wat krap. Het fosfaattekort van 8 kg per ha kan met bijvoorbeeld wat kippenmest worden opgevangen. Dit bedrijf kan met de gebruiksnormen van 2015 goed functioneren.

Wanneer de normen voor de biologische teelt strenger worden en er geen vinasse en gangbaar verenmeel mag worden gebruikt zijn beperkte aanpassingen nodig.

III. Tuinbouw op lichte zavelgrond, Flevoland

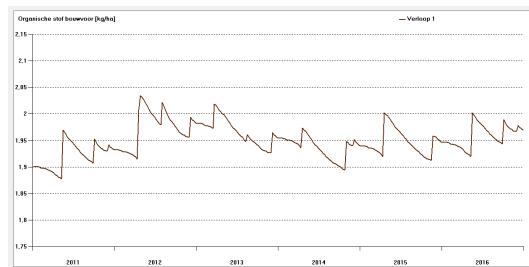
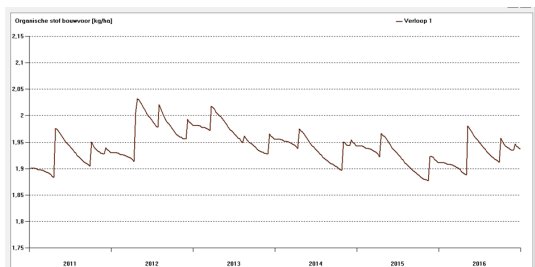
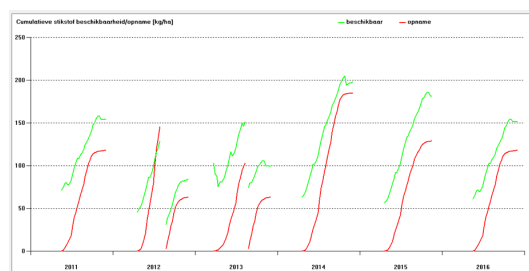
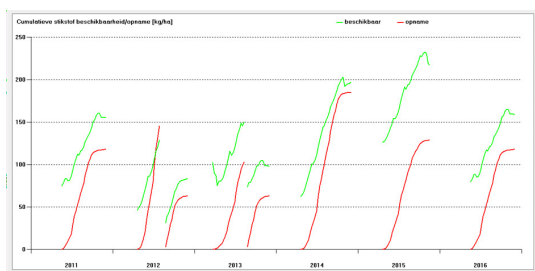
Huidige vruchtwisseling en bemesting

Gewas	Groenbemesting	Mest
1. Pompoen	Rogge	20 t potstam
2. Aardappel	Rogge	20 t potstam 4 t vinasse
3. Plantui	Rogge	30 t rvdm
4. Winterpeen	Rogge	4 t vinasse
5. Schorseneer		30 t rvdm
6. Pompoen	Rogge	20 t potstam

Gewijzigde vruchtwisseling en bemesting (2x potstalmest vervangen door groencomp)

Gewas	Groenbemesting	Mest
1. Pompoen	Rogge	20 t groencomp
2. Aardappel	Rogge	20 t potstam 4 t vinasse
3. Plantui	Rogge	30 t rvdm
4. Winterpeen	Rogge	4 t vinasse
5. Schorseneer		20 t groencomp
6. Pompoen	Rogge	20 t potstam

Fosfaattoestand neutraal (in 2015 max. 60 kg P₂O₅ per ha)



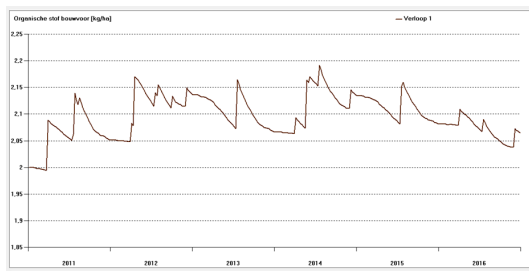
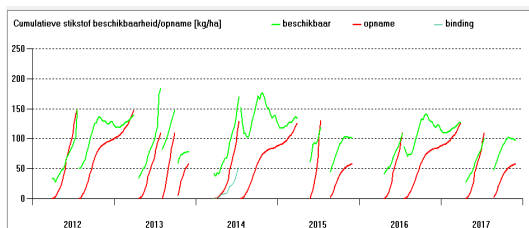
De fosfaatanvoer is nu 63 kg P₂O₅ gemiddeld per ha. Deze is te hoog wanneer het Pw-getal de 55 overschrijdt wat in de toekomst zeer waarschijnlijk zal gebeuren. Het Pw-getal is nu rond de 40 en is de afgelopen 20 jaar van 20 naar deze 40 gestegen. Op dit bedrijf is het fosfaatoverschot 36 kg P₂O₅ per ha. Het organische stofgehalte is 1,9 % en laag en gaat maar zeer weinig omhoog. De stikstofvoorziening is bij aardappel (jaar 2) wat krap.

De situatie wordt aanzienlijk gunstiger door bijvoorbeeld in jaar 1 en jaar 5 de potstalmest te vervangen door groencompost (zie figuur). Het organische stofgehalte stijgt dan in 6 jaar van 1,90 naar 1,97%. De gemiddelde fosfaatgift is nu 50 kg P₂O₅ gemiddeld per ha, met een overschot van 22 kg. Dit bedrijf kan met de gebruiksnormen van 2015 goed functioneren, maar alleen wanneer groencompost dan is toegestaan als A-meststof en dat is nu nog niet het geval.

IV. Tuinbouw op zand, oost Brabant

Gewas	Groenbemesting	Mest
1. Vroege aardappel + winterprei		20 t potstalm 25 t varkensdm 2,1 t vinasse
2. 2 x Chinese kool	Facelia	20 t potstalm 20 t rvdm 245 kg culterra
3. Tuinboon + winterprei		25 t varkensdm 2,1 t vinasse
4. Courgette	Facelia	5 t potstalm 10 t rvdm 15 t champignon
5. Chinese kool + Winterprei		30 t rvdm 1,5 t vinasse
6. Chinese kool	Facelia	100 kg culterra

Fosfaattoestand hoog (in 2015 max. 50 kg P₂O₅ per ha)



Over het algemeen hebben de gewassen net voldoende stikstof. Dit betekent dat in jaren met ongunstig weer er stikstofgebrek kan optreden. De fosfaatgift, berekend met toepassing van de gemiddelde gehalten voor mest, is 90 kg P₂O₅ per ha per jaar en er is een overschot van 40 kg P₂O₅ per ha. Het organische stofgehalte is vrij laag en gaat van 2,0% naar 2,07% in 6 jaar. Door aanpassing van de soort of hoeveelheid van de bemesting is niet de gemiddelde gift voor 2015 van 50 kg P₂O₅ per ha te halen. Op het bedrijf zullen aanzienlijke aanpassingen nodig zijn. Twee jaar gras/klaver, minder stikstofbehoefte gewassen, meststoffen met veel stikstof en weinig fosfaat kunnen tot een betere situatie leiden.

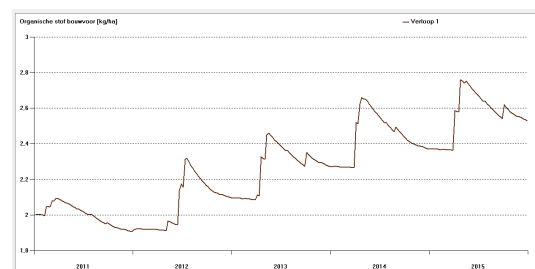
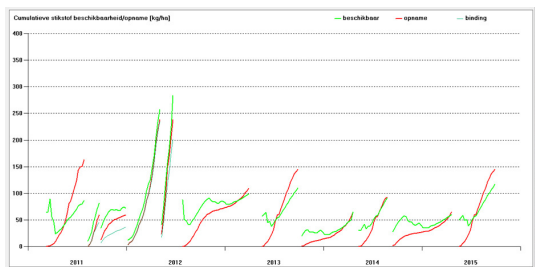
Bij aanpassing van de bemesting is er niet veel ruimte om de aanvoer van organische stof te beperken omdat het organische stofgehalte van de bodem al laag is. Door de koppeling van fosfaat aan organische stof vermindert bij afname van de fosfaataanvoer ook de organische stof-aanvoer. Inpassen van groencompost is een van de mogelijkheden omdat de fosfaat/organische stofverhouding van groencompost gunstig is. De wenselijkheid om met stikstofrijke fosfaatarme hulp meststoffen te werken neemt dan weer toe.

Doordat de oplossing van het probleem van de hoge fosfaataanvoer gevonden kan worden in gebruik van groencompost en stikstofrijke hulp meststoffen wordt de bemestings situatie op dit bedrijf aanzienlijk ingewikkelder wanneer dit gebruik door biologische regelgeving sterk bemoeilijkt wordt. De oplossing moet dan meer in de richting van biologische drijfmest gezocht worden.

V. Tuinbouw op zand, oost Brabant

Gewas	Groenbemesting	Mest
1. Bospeen	Grasklaver	20 t rundveedrm 10 t groencomp 1,5 t vinasse
2. Grasklaver		
3. Winterprei		20 t potstalm 15 t rvdm 35 t groencomp
4. Pompoen	Japane haver	20 t potstalm 12 t rvdm 44 t Groencomp
5. Courgette	Japane haver	20 t potstalm 5 t rvdm 50 t groencomp
6. Pompoen	Japane haver	20 t potstalm 12 t rvdm 44 t Groencomp

Fosfaattoestand hoog (in 2015 max. 50 kg P₂O₅ per ha)



De stikstofvoorziening is bij alle gewassen aan de krappe kant of duidelijk laag. Toch is de fosfaatgift bij toepassing van de gemeten gehalten van de gebruikte mest en compost 95 kg P₂O₅ per ha en het overschot van 40 kg P₂O₅ per ha. Hierbij is gebruik gemaakt van de gemeten fosfaatgehalten de gebruikte mest en compost. Wanneer het standaardgehalte van mest en compost wordt aangehouden is het fosfaatoverschot 148 kg P₂O₅ per ha. Het organische stofgehalte gaat wel duidelijk omhoog van 2 naar 2,5% organische stof in 6 jaar, vooral door het ruime gebruik van groencompost.

De aanpassingen die hier nodig zijn, zijn aanzienlijk en moeten gezocht worden in minder stikstofbehoefte gewassen, minder groencompost, minder potstalmest en gebruik van helpmeststoffen en biologische drijfmest.

Conclusies bedrijfsanalyses

Geanalyseerd zijn de stikstofdynamiek, de mineralenbalans en de ontwikkeling van het organische stofgehalte op 5 bedrijven. Samenvattend kan het volgende gezegd worden:

Het geanalyseerde akkerbouwbedrijf met in twee van de zes jaar tarwe met klaver als nagewas en teelt van groenten in twee van de zes jaar heeft ook bij een hoog Pw-getal geen problemen met de fosfaatgebruiksnormen van 2015 en ook niet met een eventuele eis tot het gebruik van 100% biologische mest.

Het geanalyseerde akkerbouwbedrijf met tarwe en grasklaver als bodemverzorgende gewassen en ui, peen, erwt en bloemkool als groentegewassen heeft geen problemen met de wetgeving zolang hulpmeststoffen als verenmeel en vinasse toegestaan zijn. Wanneer dit niet meer het geval is moet extra gebruik van drijfmest een oplossing geven. Bij gebruik van teveel vaste mest stijgt op langere termijn het Pw-getal. Vaste mest zal ook niet ruim beschikbaar zijn bij een hoger percentage biologische mest. Bodemverzorgende gewassen zullen dan meer geteeld moeten worden. Gebruik van maaimeststoffen, luzernekorrels of te ontwikkelen biologische hulpmeststoffen moeten daarnaast een oplossing bieden. Ook meer richten op de combinatie groencompost en drijfmest is een optie.

Het tuinbouwbedrijf op lichte zavelgrond zal vooral wanneer het Pw-getal, zoals te verwachten, boven de 55 komt de bemesting en het bouwplan sterk aan moeten passen. Voorlopig is gebruik van groencompost een oplossing. Extensivering van het bouwplan is de enige mogelijkheid. Het alternatief, de organische stofaanvoer verminderen is niet wenselijk op deze grond met een laag organische stofgehalte.

De twee intensieve tuinbouwbedrijven op zandgrond zullen bemesting en bouwplan sterk moeten aanpassen om op de fosfaatrijke grond de stikstofvoorziening en de aanvoer van organisch materiaal naar de bodem goed te verzorgen.

3 Omvang van de problematiek

Naar schatting zullen de gebruiksnormen voor fosfaat invloed hebben op bouwplan en bemesting van veel bedrijven. Vaak kunnen eenvoudige aanpassingen tot een bevredigende oplossing leiden. De verwachting is dat een de stijging van het Pw-getal zich zal voortzetten en dat een groter aantal bedrijven met de strengere normen voor fosfaatgebruik te maken krijgt. Op meer intensieve tuinbouwbedrijven, vooral die op zand, zal de fosfaatgift van vaak boven de 80 kg P₂O₅ per ha terug moeten naar 50 kg in 2015. Hier zijn aanzienlijke aanpassingen nodig. Of dit een probleem is of makkelijk uit te voeren is moeilijk in te schatten. Dit hangt onder meer af van de investeringen in het verleden en die wisselen sterk tussen de bedrijven. Het maakt veel uit of men de grond recent duur gekocht heeft of dat de grond onbelast in eigendom is waardoor extensivering makkelijker is.

In 2009 is het areaal aan biologische AGF en graan 11.446 ha (Biomonitor, 2009). In hoofdstuk 2.3 werd aan de hand van hoogte van het Pw-getal en de mineralenbalansen ingeschat dat ca 50% van akkerbouwbedrijven en een aanzienlijk groter percentage van de bedrijven met intensieve groenteteelt aanzienlijke aanpassingen zal moeten uitvoeren. Vooral bij intensieve bedrijven moet de aanpassing groot zijn. Hoe groot de oppervlakte is van bedrijven met vrijwel uitsluitend intensieve gewassen is niet bekend. Na raadpleging van adviseurs die op veel bedrijven komen (o.a. Jos van Hamont, DLV-Plant en deskundigen van meststoffenleverancier Vlamings) wordt geschat dat de omvang van de bedrijven tenminste 600 ha bedraagt. Bedrijven met intensieve groenteteelt liggen vooral in Flevoland, Zeeland, Noord-Brabant en Limburg.

Tabel 6 - Oppervlakte AGF en graan in 2009 (Biomonitor 2009)

Gewas	Aantal ha
Graan	5.460
Aardappelen	1.101
Bloemkool	100
Broccoli	49
Kroten	140
Spinazie	139
Sperziebonen	173
Was- en bospeen	100
Overige groenten ¹⁾	1.332
Winterpeen	712
Uien	695
Kool	364
Bonen, Kapuciners, Erwtten	537
Totaal	11.446

¹⁾ Betreft groenten waar geen opgave van bekend is

4 Nadere analyse

De problematiek spitst zich toe op de aanvoer van organisch materiaal en de stikstofvoorziening van de gewassen. Beide onderwerpen zullen nader worden bekeken.

Organische stof

Het organische stofgehalte van een grond wordt bepaald door de omstandigheden in het verleden. Zavel- en kleigronden zijn meestal nog niet zo heel lang ingepolderd en het organische stofgehalte is laag. Bij een deel is het hoger door moerige omstandigheden in het verleden of door aanvoer van veen. Bij een deel neemt het af omdat het landbouwgebruik nu minder organische stof aanlevert dan in het verleden. Bij de zandgronden is het organische stofgehalte veel vaker hoger dan uit het huidige gebruik in akkerbouw of tuinbouw te verklaren is omdat een deel van de organische stof oud tot zeer oud is en afkomstig van veen, heide, bos of plaggen.

Het organische stofgehalte is afhankelijk van de aanvoer van effectieve organische stof. Rietra e.a., 2008 kwamen tot de conclusie dat in de Nederlandse landbouw door de daling van de norm van maximaal toe te dienen fosfaat de toevoer van effectieve organische stof met 10% zal afnemen. Hierdoor zullen de organische stofgehalten in de Nederlandse landbouw ook dalen. De hoeveelheid toegevoerde effectieve organische stof kan toenemen wanneer er meer gewassen worden geteeld die veel organische stof leveren. Hoe de ontwikkelingen in de toekomst zijn is moeilijk in te schatten, maar de laatste decennia leidt intensivering van teelt tot een afname van de teelt van veel organische stofleverende gewassen. Gebruik van oogstrestanten voor energiewinning kan ook de aanvoer van effectieve organische stof verminderen.

De situatie in de gangbare landbouw zal ook gelden voor de biologische landbouw. De hiervoor geconstateerde neiging tot hoger wordende Pw-getallen in de biologische landbouw kan invloed hebben op de toe te dienen maximale hoeveelheid fosfaat en daarmee de aanvoer van effectieve organische stof extra verminderen. Bodemkwaliteit is in de biologische teelt belangrijker dan bij de gangbare teelt en de aanvoer van effectieve organische stof vergt daarom in toenemende mate aandacht.

Samenvattend:

- Voldoende aanvoer van effectieve organische stof zal in de toekomst in de biologische teelt veel aandacht vragen

Stikstof

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat er stikstofgebrek kan ontstaan wanneer er niet méér fosfaat bemest wordt dan de gewassen afvoeren en dierlijke mest de belangrijkste meststof is. Dierlijke mest is afkomstig van planten die als voer dienden. De fosfaat wordt maar weinig door het dier opgenomen en komt grotendeels in mest en akker terecht. Bij dit proces van voeropname, vertering, bewaring, behandeling en uitrijden van mest gaat steeds stikstof verloren. In een

kringloopsituatie ontstaat er stikstofgebrek hetgeen door teelt van vlinderbloemigen opgelost kan worden. De intensiteit van teelt van vlinderbloemigen is nu evenwel veel te laag om een voldoende stikstofaanbod te krijgen. Op het moment wordt het tekort aangevuld door aanschaf van mest uit de gangbare landbouw en door gebruik van hulpmeststoffen als vinasse, verenmeel, gedroogd slachtafval en dergelijke, alle ook uit de gangbare landbouw.

Het plan is het gebruik van deze meststoffen uit de gangbare landbouw in toenemende mate te beperken. Dit blijkt onder meer uit het stappenplan van tabel 2.

Nadere toelichting stikstofproblematiek

De maximaal te geven hoeveelheid stikstof is beperkt door de gebruiksnormen. Deze gelden zowel voor de biologische als de gangbare landbouw. In tabel 7 een voorbeeld van een aantal akker- en tuinbouwgewassen.

Tabel 7 - Stikstofgebruiksnormen enkele belangrijke akker- en tuinbouwgewassen

Gewas	Stikstofgebruiksnorm klei (kg stikstof per ha)	Stikstofgebruiksnorm zand, loss en veen (kg stikstof per ha)
Akkerbouw		
Aardappel (cons. overig)	250	245
Suikerbiet	150	145
Zomertarwe	140	140
Ui	120	120
Tuinbouw		
Spinazie 2 x	465	350
Slasoorten	285	275
Prei	245	235
Spruitkool	290	275
Witte kool	320	305
Bloemkool	230	220
Knolselderij	200	190
Rode biet	185	175
Peen (winter, was)	110	110
Witlof	100	100

Naast deze gebruiksnormen geldt voor dierlijke mest een gebruiksruijnte van maximaal 170 kg N per ha. Ook zijn er forfaitaire werkingscoëfficiënten vastgesteld en zijn er forfaitaire stikstof-en fosfaatgehalten.

Het probleem waar een bedrijf voor staat wordt aan de hand van een voorbeeld duidelijk gemaakt (tabel 8)

Tabel 8 - Vergelijking tussen vaste rundveemest en rundveedrijfmest. Voorbeeld van een situatie waarbij 100 kg werkzame stikstof gewenst is.

	Vaste rundveemest	Rundveedrijfmest
Maximale fosfaatgift bij neutraal Pw-getal 2015 (kg P ₂ O ₅ per ha)	60	60
Maximale mestgift (ton per ha)	11,3	31,6
Totaal stikstof (forfaitair)	80	142
Totaal werkzame stikstof	36	114
Gewenste hoeveelheid werkzame stikstof (kg N/ha)	100	100
Toegediende effectieve organische stof bij 60 kg P ₂ O ₅ per ha	893	804

Het bedrijf dat met vaste mest wil werken komt niet aan de noodzakelijke stikstofbehoefte. Werken met drijfmest is wat stikstofbeschikbaarheid betreft wel mogelijk. Het grote verschil is de hoeveelheid effectieve organische stof die wordt gegeven. 100 kg werkzame stikstof in de vorm van drijfmest bevat 804 kg effectieve organische stof. De 36 kg werkzame stikstof in de vorm van vaste stalmest bevat al 893 kg effectieve organische stof en 100 kg werkzame stikstof in de vorm van vaste stalmest biedt 2480 kg effectieve organische stof.

Bij deze vergelijking is nog wel van belang dat biologische mest minder stikstof bevat dan forfaitair moet worden aangehouden en dus nog minder zal leveren. Daarnaast gaat vaste stalmest in de loop der jaren stikstof naleveren. Deze stikstof hoeft bij de stikstofgebruiksruimte niet meegerekend te worden. De combinatie van lagere stikstofgehalten en nawerking verandert de conclusie dat met alleen vaste stalmest bemesten niet kan niet. De combinatie van niet teveel stikstofbehoefte gewassen, groenbemesters, een deel stalmest, een deel drijfmest en een incidentele aanvulling met hulp meststoffen zal vaak de beste oplossing zijn.

De weg naar 100% biologische mest

Problemen met de gebruiksnormen zijn vooral te verwachten op intensieve bedrijven waar vaste mest en compost een essentiële aanvulling zijn om voldoende organisch materiaal aan te voeren. Op extensieve bedrijven kunnen de gewassen dit voor een groter deel nu al invullen of in de toekomst overnemen. Wanneer het percentage verplichte biologische mest toeneemt zal de vraag naar biologische vaste mest toenemen. De eis dat compost 100% biologisch moet zijn gaat al in 2012 in. Het probleem dat dan ontstaat is dat er maar heel weinig vaste biologische mest is. In de rundveehouderij is een potstal of grupstal duurder dan stalsystemen die drijfmest leveren. Alleen

biologische geitenmest is nu beschikbaar, maar de hoeveelheid is beperkt en de prijs stijgt daarom nu al. Bij een hoger wordend percentage verplichte biologische mest zijn de essentiële meststoffen die het organische materiaal moeten leveren op een bepaald punt niet meer beschikbaar. Dit leidt dan tot een geheel nieuwe situatie. Gaan veehouders niet voor de melk, maar voor de vaste mest vee houden? Wordt de prijs van de mest zo hoog dat een intensief bedrijf niet meer kan bestaan? Het percentage biologische mest dat nu verplicht is, is 50%. Het plan is voorlopig om in 2012 naar 60% te gaan. Inschattingen van deskundigen gaven al eerder aan dat de weg naar 50% geruisloos kan verlopen. Daarboven komt er een geheel nieuwe veel ingrijpendere situatie.

5 Potentiële oplossingen

De problemen met de gebruiksnormen doen zich vooral voor op intensieve bedrijven. De groenteteelt meer dan nu inpassen op een akkerbouwbedrijf is een van de oplossingen. In het project “Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw” is dit onderwerp nader uitgewerkt (de Wit, e.a., 2005, Prins, e.a., 2005). Voor bestaande intensieve bedrijven is dit geen oplossing. Op veel biologische bedrijven zal er wat moeten veranderen om binnen de wetgeving een goede groei van de gewassen te behouden. Aanpassen van de gewaskeuze, bodembewerking, keuze van meststof en wijze van gebruik er van moeten in ogenschouw genomen worden. Te denken valt aan:

- Gewaskeuze
- Land huren op ander bedrijf
- Vaste rijpaden
- Niet kerende grondbewerking
- Groenbemesters
- Mest- en compostsoort
- Mestscheiding
- Maaimeststoffen
- Hulpmeststoffen
- Dynamische simulatiemodellen

Deze thema's worden in het volgende hoofdstuk behandeld. Hierbij is het niet de bedoeling om deze onderwerpen in de verschillende bedrijfstypen in detail te behandelen, maar kort de mogelijkheden aan te geven. Ook op te ontwikkelen oplossingen die perspectief bieden wordt ingegaan.

5.1 Gewaskeuze

De problematiek speelt het sterkst bij de zeer stikstofbehoefte gewassen en bij teelt van twee gewassen per jaar op een perceel. Minder stikstofbehoefte gewassen en minder dubbelteelten zullen onvermijdelijk zijn. Vooral de teelt van groenbemesters is van belang. Op bodems met een hoog stikstof-leverend vermogen zijn er meer mogelijkheden. Dit hoge stikstof-leverende vermogen moet wel onderhouden worden en op lange termijn zal dit voordeel sterk afnemen.

Gewassen met een relatief lage stikstofbehoefte zijn:

Akkerbouw klei (gebruiksnorm 2009 lager dan 150 kg N/ha)

- aardappel vroeg
- pootaardappel
- witlof
- zomergerst
- haver
- graszaad
- ui
- vlas

Bij peen, erwt, tuinboon, rode biet, suikerbiet en stamslaboon is de gebruiksnorm ook hoger dan 150 kg N per ha, maar deze gewassen kunnen biologisch ook met minder dan 150 kg werkzame stikstof per ha geteeld worden.

Tuinbouw zand (gebruiksnorm 2009 lager dan 150 kg N/ha)

- kruiden (deel van de kruiden)
- stam/stokboon
- tuinboon
- erwt
- peul
- asperge

Hoewel de gebruiksnorm hoger dan 150 kg N per ha is kan op zandgrond biologisch ook met weinig stikstof geteeld worden: wortelen, pastinaak en schorseneer.

5.2 Land huren op ander bedrijf

De teelt van stikstofbehoefte gewassen vraagt om oplossingen. Deze telen op gescheurd gras/klaverland op een ander biologisch bedrijf zou een oplossing kunnen zijn. Incidenteel wordt dit in de biologische landbouw en ook bij gangbare tuinders op de grens van Brabant en Limburg toegepast. Bij navraag bij onder meerdere biologische tuinders blijkt dat men dit niet als een structurele oplossing ziet. De voorbereiding van de grond, de beregeningsmogelijkheden en de afstand tot het perceel ziet men als onoverbrugbaar. Het onderwerp moet wel veel aandacht krijgen opdat de mogelijkheden die er wel zijn maximaal benut worden.

5.3 Vaste rijpaden

Op het moment wordt op 30-40% van de oppervlakte biologische akkerbouwgronden met GPS-besturing gewerkt. Gangbaar is dit 10% (van Bruggen, 2010). Meermalen is aangetoond dat vaste rijpaden een gunstige invloed hebben op de bodemstructuur (Reubens e.a., 2010). Onderzoek in West Brabant toonde aan dat de stikstofefficiëntie duidelijk toe nam. (Zanen e.a., 2008).

5.4 Niet kerende grondbewerking

Bij overgang van ploegen naar niet kerende grondbewerking is er in de eerste jaren vastlegging van stikstof in de organische stof in de bovenlaag; de stikstofbeschikbaarheid is, vooral in het voorjaar, lager dan bij ploegen. Op lange termijn is er minder stikstofverlies door uitspoeling en denitrificatie en is er opbouw van makkelijk mineraliseerbare stikstof en wordt de stikstofbeschikbaarheid hoger dan bij ploegen. Dit verloop is de algemene tendens, maar er zijn ook uitzonderingen (Reubens e.a., 2010).

5.5 Groenbemesters

Groenbemesters, vooral geteeld na een hoofdgewas, verlagen de stikstofverliezen en leveren stikstof aan het volggewas (zie tabel 9). Verder leveren ze makkelijk verteerbare organische stof en daarmee voedsel voor het bodemleven. Het gebruik ervan moet veel meer aandacht krijgen. De aaltjes- en onkruidproblematiek kunnen gebruik remmen (van Geel e.a., 2009). Bij aaltjes speelt de vraag of op gevoelige gronden de onderdrukking van aaltjes door een betere bodemvruchtbaarheid het probleem kan oplossen. In de aardbeiteelt zijn in dit kader interessante ervaringen opgedaan (van Gurp, 2011).

Tabel 9 - Stikstofnalevering groenbemesters (Bernaerts, Janmaat, 2010)

Groenbemesters	Kg vrijkomende stikstof per ha voor het volggewas
Klaveronderzaai in tarwe	40-60
Gele mosterd najaar geploegd	15-25
Gele mosterd voorjaar geploegd	30-50
Rogge matig ontwikkeld	15-25
Haver/wikke zeer goed ontwikkeld	40-75

5.6 Mest- en compostsoort

Iedere mest- of compostsoort heeft weer andere eigenschappen. Vooral op het gebied van de verhouding tussen stikstoflevering en werkzame stikstof zijn er grote verschillen. Van belang is de juiste meststof op het juiste moment in de vruchtwisseling toe te dienen. De stikstofbehoefte van de gewassen kan hierbij leidend zijn. Over specifieke gunstige of ongunstige werkingen van bepaalde meststoffen in relatie tot bepaalde gewassen is weinig bekend. Stalmest en aardappel wordt in dit kader wel genoemd als een gunstige combinatie. Voldoende stikstof voor de gewassen en voldoende effectieve organische stof over de gehele vruchtwisseling zijn belangrijk. Verder moet er op gelet worden dat er met betrekking tot de aanvoer van organische stof geen grote pieken voorkomen. Het bodemleven heeft ieder jaar en door het hele groeiseizoen voedsel nodig. Een aandachtspunt is ook het fosfaatgehalte van de mest en compost. Wanneer dit laag is kan meer gebruikt worden wat gunstig is voor de organische stofvoorziening. Mest en compost analyseren op gehalten is bijna altijd van belang. Wanneer niet geanalyseerd wordt moeten de forfaitaire gehalten aangehouden worden. Dan kan ongunstig zijn. Bij vaste rundveemest is het forfaitaire fosfaatgehalte 5,3 kg P₂O₅ per ton. Bij biologische mest zijn gehalten rond 2,5 kg P₂O₅ per ton geen uitzondering.

Tabel 10 - Stikstof en fosfaat bij meststoffen (Bernaerts, Janmaat, 2010 en www.nutrinorm.nl)

Mestsoort	Kg N per ton	Kg P₂O₅ per ton	N/ P₂O₅	Kg werkzame N per kg totaal P₂O₅	Kg effect. organische stof per kg werkzame N
Rundveemest vast voorjaar	6,4	4,1	1,6	0,1	33
Rundveemest vast najaar	6,4	4,1	1,6	0,6	106
Rundveedrijfmest voorjaar	3,5	1,8	1,9	1,3	14
Geitenmest vast voorjaar	9,5	5	1,9	0,8	23
Geitenmest vast najaar	9,5	5	1,9	0,3	75
Compost najaar	4	1,8	2,2	0,2	318
Kippenmest voorjaar	15	15	1	0,6	26
Kippenmest najaar	15	15	1	0,2	150
Vinasse	32	3	10,7	4,9	0

In het volgende wordt nog even ingegaan op de bijzondere potentiële rol van groencompost. Bij een verplicht toenemend percentage biologische mest komt groencompost snel in de verdrinking.

Groencompost

Voor onderhoud van bodemleven en organische stofgehalte kan groencompost een rol spelen. De toepassing van groencompost wordt belemmerd door de regelgeving. Per 1 januari 2012 is groencompost geen A-meststof meer en op wat langere termijn zijn mogelijk alleen nog A-meststoffen toegestaan. Biologische compost mag wel als A-meststof gebruikt worden. Op het moment is deze vrijwel niet voorhanden en er zijn ook geen perspectieven voor een grotere beschikbaarheid van dit product. Bij een meer soepele regelgeving zou groencompost een rol kunnen spelen in de biologische teelt. Maaisel uit natuurgebieden zou een goede bron kunnen zijn (Bokhorst e.a., 2007, Iepema e.a., 2008, Bos, 2010). In tabel 11 zijn de bronnen van groencompost aangegeven.

Tabel 11 - Jaarlijkse aanvoer basismateriaal groencompost in 1000 ton

Plantsoenafval	1.180
Bemmaaisel	563
Slootmaaisel	1.159
Dunningshout	200
Maaisel natuurgebieden	100-200

De totale productie groencompost is ca 500.000 ton per jaar.

Niet al deze compost is potentieel beschikbaar voor de biologische landbouw. Een belangrijk deel wordt gebruikt in groenvoorzieningen en verder wordt groencompost gebruikt in de gangbare

kasteelt, boomteelt, aardbeienteelt, bollenteelt en verder breed in de landbouw. Stel dat de biologische landbouw 200.000 ton kan gebruiken dan zou dat bij het huidige areaal van de biologische geploegde grond van 15.000 ha 13 ton per ha zijn. Ook wanneer dit minder per ha is blijft het een hoeveelheid die van betekenis is. Bij een groei van de biologische teelt zal de productie van groencompost niet toenemen en wordt per hectare de betekenis van compost minder.

Bij het gebruik van groencompost zijn nog wel wat kanttekeningen te plaatsen. Bij de toepassing hoeft maar 50% van de fosfaat meegerekend te worden bij de berekeningen in het kader van de gebruiksnormen. Het aandeel fosfaat uit compost dat op zeer lange termijn in de toegevoegde organische stof van de bodem aanwezig blijft zal niet bijdragen aan de beschikbare fosfaat in de bodem. De rest kan bijdragen aan verhoging van het Pw-getal en dat is een potentieel probleem (zie hoofdstuk 2.3).

Een andere ontwikkeling is ook van belang. De grondstoffen van groencompost zijn voor een deel bruikbaar als biomassa voor energiewinning. De verwachting is dat deze toepassing zal toenemen en het aanbod van groencompost zal afnemen.

Het gebruik van groencompost wordt natuurlijk ook sterk bepaald door de vraag welke positieve rol deze kan spelen. Divers onderzoek wijst in de richting dat vooral langjarig gebruik belangrijk is om een goede ondersteuning van de bodemvruchtbaarheid en daarmee de stikstoflevering te krijgen (bijv. Bokhorst e.a., 2008). Binnen het project "Minder en anders bemesten" bleek op een intensief biologisch groenteteeltbedrijf in Brabant het effect van 3 jaar lang 30 ton groencompost per ha volledig te verklaren uit de stikstoflevering van de compost. In deze situatie was er dus mogelijk geen effect van een betere bodemstructuur, betere ziekteverendheid, beter vochtleverend vermogen e.d. na 3 jaar om de opbrengst te verklaren. (v.d. Burgt, 2010).

Een andere vraag is of door gebruik van compost het Pw-getal niet omhoog gaat. Slechts 50% van de fosfaat moet meegerekend worden in het kader van de fosfaatgebruiksnorm, maar wordt deze fosfaat wel allemaal vastgelegd in organische stof, aan mineralen of opgenomen door de plant? Bij het proefveld Mest als Kans te Lelystad bleek ca 30 ton groencompost per ha met een fosfaatgehalte van 2,6 kg per ton het Pw-getal in 7 jaar niet te verhogen. In 1999 en 2006 was het 55 mg P_2O_5/l . De grond is hier kalkrijk en legt snel fosfaat vast. Of het op een kalkarme zandgrond ook zo is, is de vraag.

5.7 Mestscheiding

Wanneer de hoeveelheid fosfaat die gegeven mag worden grotendeels al met vaste mest en compost is gegeven en er nog niet voldoende stikstof beschikbaar is kan gebruik van mestscheidingsproducten een oplossing zijn. Mestscheiding kan in principe ook bij biologische drijfmest toegepast worden. De centrifugemethode verlaagt het fosfaatgehalte meer dan bijvoorbeeld de vijzel. De verkregen dunne fractie is relatief rijk aan stikstof en kali en arm aan fosfaat. Als voorbeeld de dunne fractie verkregen uit varkensmest (tabel 12). De N/P verhouding is door de scheiding aanzienlijk gunstiger geworden.

Tabel 12 - De dunne fractie na centrifugebehandeling van varkensdrijfmest (Schröder, 2009)

	N (kg/ton)	P₂O₅ (kg/ton)	K₂O (kg/ton)
Varkensdrijfmest	4,0	2,4	3,5
Dunne fractie	3,3	0,6	3,4

Door de toepassing van omgekeerde osmose is het mogelijk meststof uit de dunne fractie te bereiden met een stikstof- en kaligehalte boven de 10 kg N per ton. Toepassing van omgekeerde osmose is binnen de SKAL regelgeving evenwel niet toegestaan, waardoor deze meststof niet toegepast kan worden.

5.8 Maaimeststoffen

In het kader van het project 'Minder en anders bemesten' is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om vers maaisel van luzerne of gras/klover als meststof te gebruiken op een ander perceel dan het perceel waar de teelt plaatsvindt (Scholberg e. a., 2010 ; Van der Burgt e. a. , 2010a, 2010b). De methode is eenvoudig omdat de benodigde apparatuur (maaibalk, opraapwagen / hakselaar, mestverspreider e.d.) in het algemeen beschikbaar is. Het onderzoek wees uit dat de stikstofwerking van dit product vergelijkbaar of zelfs beter is dan bijvoorbeeld drijfmest of kippenmest, en dat de minerale samenstelling goed aansluit bij de gewasbehoefte. Het zal meestal gaan om een bedrijfsinterne meststof die net als groenbemesters niet meetelt in de berekening voor aandeel A-meststof. In principe is ook aankoop van een ander bedrijf mogelijk. De inzetbaarheid is vooral afhankelijk van de bedrijfsstructuur. Op extensieve bedrijven die nu al grasklover of luzerne in het bouwplan hebben zijn er duidelijke perspectieven. Als de prijs voor biologische A-mest zou stijgen wordt het financieel interessant om luzerne niet te verkopen maar als maaimeststof op het eigen bedrijf toe te passen (Scholberg en Staps, 2010). Op intensieve bedrijven lijkt de toepassing veel lastiger. Verwerking van luzerne tot mestkorrel is een optie, maar wel een dure, en de werking van de luzernekorrels is langzamer dan van het verse product of dan andere biologische korrel hulp meststoffen (van der Burgt 2010). Waar precies de grens ligt voor rendabele toepassing is nu nog niet duidelijk. De aard van de regelgeving zal hier ook sterk bepalend in zijn. Wanneer mogen fosfaatarme hulp meststoffen uit de gangbare landbouw niet meer gebruikt worden en wanneer zijn er betaalbare biologische hulp meststoffen beschikbaar?

5.9 Hulp meststoffen

Strenger wordende gebruiksnormen voor fosfaat en strengere eisen met betrekking tot het gebruik van fosfaatarme en stikstofrijke hulp meststoffen afkomstig uit de gangbare landbouw betekenen dat de stikstofvoorziening op intensieve bedrijven in de knel kan komen. In tabel 13 is een overzicht gegeven van op het moment te gebruiken hulp meststoffen. De enige meststoffen die als A-meststof (biologisch) te verkrijgen zijn, zijn luzerneschroot en graskloverbrok. Deze missen de snelle werking die juist bij een hulp meststof van belang is. (Zanen en Cuijper, 2008). Verder is de hoge prijs een probleem. Om op een intensief bedrijf de bodemvruchtbaarheid en de stikstofvoorziening goed te

verzorgen kunnen hulpmeststoffen belangrijk zijn. Op het moment zijn er geen biologische hulpmeststoffen die aan de eisen van snelle werking, weinig fosfaat en verantwoorde prijs voldoen. Op zich zou uit slachtafval biologisch verenmeel, haarmeel en bloedmeel kunnen worden gewonnen en uit afval van mouterijen biologische Monterra Malt. Bij de slachterijen en mouterijen is er op het moment geen bereidheid om aan biologische varianten te gaan werken (Rap, 2010). Ook voor de nabije toekomst zijn er geen perspectieven.

Tabel 13 - Voor de biologische landbouw beschikbare hulpmeststoffen in volgorde van afnemende snelheid van vrijkomen van stikstof (Zanen en Cuijpers, 2008)

Hulpmeststof	P ₂ O ₅ gehalte (%)	N gehalte (%)	% N vrij in 2 weken (schatting)
Protamylasse	1,4	2,7	50
Vinasse-kali	0,3	3,2	46
Verenmeel	1,4	10,9	32
Ricinusschroot	1,9	5	30
Digestaat co- vergisting	0,2	0,5	29
Monterra Nitrogen Plus	0,6	13	25
Bloedmeel Ecostyle	1,9	11	25
Kippenmest vers	1,7	1,9	20
DCM Eco Mix II (7-4-12)	5,7	7	20
Monterra Malt	1,2	5	15
Koolzaadschroot	1,9	4,5	13
Maisdigestaat	0,2	0,5	11
DCM Vivifos	3,2	5	10
Orgasol	1,8	7	10
Kippenmest bewaard	2,9	1,7	8
Luzerneschroot	0,8	3,3	5
Grasklaverbrok	0,8	2,6	5

5.10 Dynamische simulatiemodellen

Kennis en ervaring zijn leidend bij het nemen van beslissingen rond bouwplan en bemesting. Het is niet juist om het gebruik van mest en compost alleen door berekeningen te laten bepalen. Toch is de

ingewikkeldheid van alle processen moeilijk goed te overzien en zal een modelbenadering bij strengere normen als hulpmiddel steeds belangrijker worden. Het model NDICEA (www.ndicea.nl) is een handig model dat gebruiksvriendelijk is, in de biologische landbouw vaak gekalibreerd wordt en in deze studie ook toegepast. Door dit model te gebruiken worden de afwegingen rondom de stikstofbemesting opgetild van gewas en jaar naar rotatie en meerdere jaren. Daardoor worden langjarige effecten van organische stofgiften op de N-dynamiek inzichtelijk. Bij een gewas/jaarbenadering worden deze langjarige effecten vaak onbenoemd en in ieder geval niet gekwantificeerd.

6 Aandachtspunten voor de praktijk

Bedrijven waarbij in het kader van de regelgeving rond gebruiksnormen en percentage biologische mest niets is te verbeteren zijn zeldzaam. Onderstaand een aanzet tot een bedrijfsanalyse.

1. Analyseer goed het bouwplan en de bemestingen. Gebruik NDICEA (www.ndicea.nl).
2. Kan het aandeel stikstofbehoefte gewassen omlaag?
3. Kan de inzet van groenbemesters omhoog?
4. Is de grond in de winter wel bedekt, bijvoorbeeld met een groenbemester? Zelfs op zware grond kan in de winter een groenbemester staan wanneer in het voorjaar een laat gewas wordt geteeld.
5. Wordt optimaal gebruik gemaakt van vlinderbloemige groenbemesters?
6. Wordt optimaal gebruik gemaakt van groenbemesters met veel wortels?
7. Is er ruimte voor gras/klaver, bijvoorbeeld 1,5 of 2 jaar?
8. Is er ruimte voor granen met een vlinderbloemig nagewas?
9. Is de verhouding tussen vaste mest, drijfmest, groencompost en hulpmeststoffen de beste? Staan verzorging van de bodemvruchtbaarheid en stikstofbeschikbaarheid in goede verhouding tot elkaar?
10. Gebruikt u wel de gemeten gehalten van mest en compost en niet de forfaitaire?
11. Gebruikt u de meststoffen wel op het goede moment?
12. Neemt u wel de goede maatregelen om het Pw-getal niet te snel te laten stijgen?
13. Zijn de mogelijkheden van het gebruik van maaimeststoffen of mestscheidingsproducten goed onderzocht?
14. Wanneer geen niet/kerende grondbewerking of vaste rijpaden wordt toegepast, is dat dan terecht?
15. Heeft u in een profielkuil wel eens de beworteling bekeken en vervolgens de juiste maatregelen genomen?

7 Conclusies

a. Gevolgen gebruiksnormen

- Bij de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat zijn vooral die voor fosfaat van belang. Het traject dat tot 2015 is voorgenomen met betrekking tot beperking van de fosfaatgift maakt dat op veel bedrijven aanpassingen nodig zijn om zowel de stikstofvoorziening van de gewassen als de verzorging van de bodem met organische stof goed te verzorgen. De verhouding van de mate van inzet van vaste mest, drijfmest, compost, hulpmeststoffen, stikstofbehoefte gewassen, vlinderbloemige gewassen en groenbemesters moet veranderen.
- Bij naar schatting de helft van de akkerbouwbedrijven zal de aanpassingen aanzienlijk zijn. Bij intensieve tuinbouwbedrijven ligt dit percentage hoger. Vooral in de provincies Flevoland, Zeeland, Noord-Brabant en Limburg zijn er bedrijven die fors aangepast moeten worden. Het gaat hier om naar schatting meer dan 600 ha tuinbouw. Traditionele tuinbouw met overwegend veel stikstof vergende marktbaar gewassen en geen teelt van gras/klaver, luzerne of andere gewassen die de bodem verzorgen en/of weinig stikstof vragen lijkt niet meer mogelijk.
- In het verleden nam het Pw-getal op de meeste biologisch akkerbedrijf in de loop der jaren toe. Het is de verwachting dat dit zo blijft en dat een deel van de akkerbouwbedrijven met een laag Pw-getal na verloop van tijd in het traject neutraal tot hoog komen. De mogelijkheden tot verzorging van de bodemvruchtbaarheid door instandhouding of verhoging van het organische stofgehalte van de bodem nemen hierdoor af. Beperking van de hoogte van het Pw-getal moet meer aandacht krijgen. De problemen door een hoog Pw-getal gelden daarom na verloop van tijd ook voor een mogelijk groot deel van de bedrijven die nu nog een laag Pw-getal hebben.
- In het verleden werd vaak bemest op basis van ervaringen in het verleden en op gevoel vanuit vakmanschap. Dat moet zo blijven. De resultaten hiervan zullen echter op veel bedrijven bijgestuurd moeten door een kwantitatieve analyse van alle onderdelen die met bodem en bemesting te maken hebben. Het dynamische simulatiemodel NDICEA kan een belangrijk hulpmiddel zijn.
- Biologische mest heeft vaak lagere fosfaatgehalten dan gangbare mest en analyseren van het fosfaatgehalte is belangrijk. Er hoeft dan niet gewerkt te worden met het ongunstige forfaitaire gehalte.
- Groencompost in combinatie met drijfmest kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij het verkrijgen van voldoende organische stof en voldoende beschikbare stikstof en kan vaste mest vervangen.
- Een deel van de fosfaat in groencompost hoeft niet meegerekend te worden binnen de gebruiksnormen. De niet mee te rekenen fosfaat lijkt op kalkrijke zavelgronden het Pw-getal niet te verhogen. Bij kalkarme zandgronden is niet bekend wat de invloed van niet mee te rekenen fosfaat op het Pw-getal is.
- Toepassing van maaimeststoffen kan bij extensieve bedrijven een oplossing zijn. Bij intensieve bedrijven is dit nog niet duidelijk.
- Voor intensieve tuinbouwbedrijven is telen van tuinbouwgewassen op akkerbouwbedrijven na gescheurd gras/klaver geen oplossing voor de problematiek, maar is incidenteel wel een deeloplossing.
- Op het moment krijgen groenbemesters nog te weinig aandacht.

b. gevolgen gebruiksnormen in combinatie met de regelgeving rond 100% biologische mest

- Een oplossing voor de problematiek op veel bedrijven kan gevonden worden door de fosfaatruimte te gebruiken voor meststoffen met veel effectieve organische stof en stikstofbehoefte gewassen gericht bij te bemesten met fosfaatarme hulpmeststoffen van biologische herkomst (A-meststof) met een snelle stikstofwerking. Maaimeststoffen zijn op het moment de enige die daaraan voldoen, maar nog niet goed toepasbaar op veel intensieve bedrijven. De ontwikkeling van nieuwe biologische hulpmeststoffen is belangrijk.

Bij een verplicht percentage biologische mest dat duidelijk boven de huidige 50% uitkomt, ontstaan er bij intensieve bedrijven problemen. Biologische compost is er vrijwel niet, vaste rundveemest ook niet. Biologische geitenmest kan dan die rol gaan innemen, maar ook deze mest zal bij een hoger percentage verplichte biologische mest niet voldoende verkrijgbaar zijn.

8 Aanbevelingen

Naar praktijk

- Afstemmen van de keuze van gewassen en meststoffen moet op veel bedrijven anders. Dit onderwerp moet meer aandacht krijgen. Vakmanschap wordt belangrijker. Berekening kan dit vaak aanvullen en sturen.
- De mogelijkheden van elders telen van tuinbouwgewassen na gescheurd gras/klaver uitzoeken.
- Groenbemesters vaker inzetten

Naar onderzoek

- Onderzoek is nodig hoe maaimeststoffen en maaisel uit natuurgebieden op intensieve biologische bedrijven toegepast kunnen worden en wat hun werking op bodem en gewas is.
- Onderzoek naar mogelijkheden om binnen het biologische teeltsysteem het Pw-getal te sturen. Wat is hierbij de rol van vastlegging in organische stof, bodemleven en fixatie aan anorganische componenten.
- Onderzoek naar het lange termijneffect van drijfmest op de bodemkwaliteit. De praktijk zal een deel van de vaste mest moeten vervangen door drijfmest en dit heeft een nadelige invloed op het organische stofgehalte, maar bodemkwaliteit is meer dan organische stof en ook bij lagere organische stofgehalten, bijvoorbeeld in combinatie met niet-kerende grondbewerking en rijpadensystemen, kan mogelijk een goede bodemkwaliteit gehandhaafd worden.

Naar beleid

- Alleen groencompost van biologische herkomst mag na 2012 gebruikt worden, maar deze is nauwelijks beschikbaar. Het hernieuwd toestaan als A-meststof van groencompost van bijvoorbeeld maaisel uit natuurgebieden zou een oplossing kunnen zijn.
- Er is op het moment geen stikstofrijke en fosfaatarme hulpmeststof die A-meststof is. Wanneer deze ontwikkeld wordt verandert de bemestingsproblematiek in de biologische landbouw geheel tijdens het traject naar 100% biologische mest. Tijdig aangeven welke bereidingsmethoden wel en niet toegestaan zijn kan veel verwarring voorkomen.

Literatuur

- Berg, C. ter, S. Staps, 2010. **De nieuwe mestwetgeving, kansen en knelpunten voor de biologische sector.** Ekoland, 9 p 23-25.
- Biomonitor, 2009. **Cijfers en trends.** Biologica Utrecht.
- Bokhorst, J.G., C. ter Berg, 2001. **Handboek Mest en Compost. Behandelen, beoordelen en toepassen.** Louis Bolk Instituut Driebergen.
- Bokhorst, J.G., F.W. Smeding, G. Iepema, 2007. **Composteren van natuurgras bij Schokland in 2006: Experiment in het kader van het project Nut en Natuur.** Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Bokhorst, J.G., C. ter Berg, M. Zanen, C. Koopmans, 2008. **Mest, compost en bodemvruchtbaarheid.** LBI LD 11.
- Bernaerts, S., L. Janmaat, 2010. **Bemesten op biologische bedrijven.** Biokennisbericht 30.
- Bos, M. 2010. **Compost uit natuur en landschap.** Biokennisbericht 4.
- Bruggen, R. van, 2010. **Superstrakke rijen tot aan de horizon.** Ekoland 7-8 p 14-16.
- Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.G.H. en Berg, C. ter (2010). **Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw op klei. Maaimeststoffen bij aardappel, Van Strien 2010.** publicatienummer 2010-023 LbP, Louis Bolk Instituut, Driebergen, 35 pp. (in voorbereiding)
- Burgt, G.J.H.M. van der, Timmermans, B.G.H., Staps, S. en Haagsma, W.(2010). **Resultaten van een vierjarig project over innovatieve bemesting.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-030 LbP, (in voorbereiding)
- Burgt, G.J.H.M. van der.(2010). **Minder en Anders Bemesten. Kleine experimenten 2010.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, (in voorbereiding)
- Geel, W.C.A van., J.H.M. Visser, H.A.G. Verstegen, J.J. de Haan, 2009. **Vergelijking van luzerne en gras klaver, inclusief effect op aanwezige aaltjes en de volgteelt prei in het biologische bedrijfssysteem van Nutriënten Waterproof.** PPO rapport nr. 3253013300.
- Gurp, H. van 2011. **Rapportage LTO FAB II, 2010, Functionele Agro Biodiversiteit.** (Z)LTO Pojecten, Tilburg. (in voorbereiding)
- Hoogenboom, L.A.P., J. G. Bokhorst, M.D. Northolt, J.G. Broex, D. Mevius, A.C. Meijs, J. van der Roest, 2006. **Contaminanten en micro-organismen in biologische producten; Vergelijking met gangbare producten.** RIKILT Rapport 2006.002.
- Iepema, G., F.W. Smeding, J.G. Bokhorst, 2008. **Compostwijzer: Compost maken in vier stappen** . Louis Bolk Instituut, Driebergen.

- Kernebeek, K. van, H. Luesink, 2009. **Naar een gesloten mestkringloop in de biologische landbouw**. LEI, Agri-Monitor, februari 2009.
- LNV, **Vierde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2010-2013)**. Rapport 24 maart 2009.
- Prins, U., 2005. **Verzelfstandiging van de biologische landbouw op het gebied van mest, voer en stro**. LBI, rapport LV57.
- Rap, M., 2010. **Medewerker Vlamings, meststoffenleverancier de Mortel**, mondelinge mededeling.
- Reubens, B., K. D'Haene, T. D'Hose, G. Ruyschaert, 2010. **Bodemkwaliteit in de landbouw: een literatuurstudie**. Bodembreed Interreg, ILVO Merelbeke-Lembergen, België.
- Rietra, R.P.P.J., G.F. Koopmans, I.Lubbers, P.A.I. Ehlert en P.J.Kuikman, 2008. **Gevolgen van een verminderde aanvoer van nutriënten voor de lange termijn bodemvruchtbaarheid**. Alterra-rapport 1736.
- Scholberg, J., Berg, c. ter, Staps, s. en Strien, J. van (2010). **Minder en Anders Bemesten . Voordelen van maaimeststoffen voor de teelt van najaarsspinazie. Resultaten veldproef bij Joost van Strien in Ens, 2009**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienummer 2010-007 LbP, 44 pp.
- Scholberg, J. en Staps, S. (2010). **Stikstofbemesting: klaar voor de toekomst? Minder afhankelijk worden van dierlijke mest**. Ekoland 3 (2010), p 11-13.
- Schröder, J., F. de Buissonjé, G. Kasper, N. Verdoes, K Verloop, 2009. **Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde**. WUR PRI, rapport 287.
- Wit, J. de, U. Prins, F.W. Smeding, M. Boekhoff, A.J.G. Dekking, 2005. **Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw**. LBI, rapport LV58.
- Zanen, M., J.G. Bokhorst, C. ter Berg, C.J. Koopmans, 2008. **Investeren tot in de bodem. Evaluatie van het proefveld Mest als Kans**. LBI LD 11.
- Zanen, M. J.G. Bokhorst, C. ter Berg, C. Koopmans, 2008. **Strategieën voor duurzaam bodemmanagement; ervaringen uit de biologische landbouw**. Louis Bolk Instituut rapport LD 13.
- Zanen, M., W. Cuijpers, 2008. **Hulpmeststoffen, inzet en werking in de open teelten**. LBI LD 14.