



Het gebruiksnormenstelsel, consequenties voor bedrijfsvoering en milieukwaliteit

Een eerste verkenning met modelbedrijven in Thema 5
(Maatregelenpakketten) van Programma 398

A.L. Smit (eindredactie); Sector Akkerbouw en Vollegrondsgroenten: W. van Dijk, J.R. van der Schoot, B.H.C. van der Waal, J.F.F.P Bos; Sector Bollen: L. Kater, F.J. de Ruijter; Sector Bomen: A.A. Pronk, B. van der Sluis





Het gebruiksnormenstelsel, consequenties voor bedrijfsvoering en milieukwaliteit

Een eerste verkenning met modelbedrijven in Thema 5
(Maatregelenpakketten) van Programma 398

A.L. Smit¹ (eindredactie)

Sector Akkerbouw en Vollegrondsgroenten

W. van Dijk², J.R. van der Schoot², B.H.C. van der Waal², J.F.F.P Bos¹

Sector Bollen

L. Kater³, F.J. de Ruijter¹

Sector Bomen

A.A. Pronk¹, B. van der Sluis³

¹ Plant Research International

² PPO AGV

³ PPO Bomen en Bollen

© 2005 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

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

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.plant@wur.nl
Internet : www.plant.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	7
2. Algemene aanpak van de berekeningen	9
Modelbedrijven	9
Scenario's	10
De verschillende stappen in de berekeningen	11
Opbrengstderving bij bemesting onder het advies	14
Berekening van nitraatgehalten in het grondwater	15
Economie	16
Eindwaarden Pw-getal	16
Overige randvoorwaarden	17
3. Resultaten	19
Sector Akkerbouw	19
Sector Vollegrondsgroenten	21
Sector Bloembollen	28
Sector Boomteelt	32
4. Conclusies en discussie	37
Sector Akkerbouw	37
Sector Vollegrondsgroenten	37
Sector Bloembollen	38
Sector Boomteelt	38
Algemeen	40
5. Literatuur	43
Bijlage I. Bedrijfstypen op zand	2 pp.
Bijlage II. Uitgangspunten bij de referentiestrategie (MINAS 2003)	5 pp.
Bijlage III. Uitgangspunten en aannames bij verdergaande maatregelen	1 p.
Bijlage IV. Korte beschrijving Nutmatch	1 p.
Bijlage V. Dynamische beschrijving van de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid	5 pp.
Bijlage VI. Overzicht van de gewassen op de Akkerbouw- en Vollegrondsgroentemodelbedrijven	2 pp.
Bijlage VII. Overzicht van de gewassen op de modelbedrijven Bollen	1 p.
Bijlage VIII. Overzicht van de gewassen op de modelbedrijven Boomteelt	3 pp.
Bijlage IX. Boomteelt: aanvoer van organische producten (ton vers product ha ⁻¹) bij 100, 95 en 80% van de gebruiksnormen op de in te planten gewassen	2 pp.

Samenvatting

Vanaf 2006 komt het MINAS-stelsel te vervallen en wordt vervangen door een nieuw stelsel, dat momenteel wordt voorbereid en niet is gebaseerd op overschotten maar op gewasspecifieke gebruiksnormen. Deze verandering in mestwetgeving zal gevolgen hebben voor de bedrijfsvoering. Het doel van deze studie is het in kaart brengen van de consequenties van het nieuwe stelsel voor de sectoren akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en boomteelt. Hierbij worden de consequenties beschreven in de vorm van te nemen maatregelen en bijbehorende kosten, de kosten van eventuele opbrengstderving en de effecten op het nitraatgehalte in het grondwater. De studie richt zich alleen op de zandgronden omdat hier de eerste problemen in de bedrijfsvoering te verwachten zijn.

Aanpak

Per sector is een aantal modelbedrijven gedefinieerd die een dwarsdoorsnede geven van de sector als geheel, maar zeker niet een geheel dekkend beeld. Per bedrijf is gedetailleerd de bouwplansamenstelling en de vruchtopvolging ingevuld. In deze studie is voortgebouwd op eerdere berekeningen, waarbij de situatie MINAS-2003 (MINAS-eindnormen) als referentie is gebruikt. Aan de bedrijven op zandgrond is vervolgens het nieuwe stelsel van gebruiksnormen opgelegd waarbij drie varianten zijn doorgerekend: 100%, 95% en 80% van de gebruiksnorm bij gevoelige gewassen. Als 'gevoelig' worden beschouwd die gewassen waarvan door de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) is vastgesteld dat bij adviesbemesting de vereiste kwaliteit van het grondwater niet gehaald wordt. Waar nodig is de bedrijfsvoering aangepast om binnen de gebruiksnormen te kunnen voldoen aan de landbouwkundige stikstofbehoefte van de gewassen. Hierbij wordt uitgegaan van Goede Landbouw Praktijk en omstandigheden die een goede benutting van nutriënten niet in de weg staan. Indien de maatregelen onvoldoende stikstofbesparing opleveren om binnen de gebruiksnormen te kunnen voldoen aan deze behoefte is via een eenvoudige benadering opbrengstderving ingerekend. In dat geval is de opbrengstderving evenredig verondersteld met de bemesting onder de stikstofbehoefte. De consequenties van de varianten van gebruiksnormen worden uitgedrukt in genomen maatregelen met bijbehorende kosten en kosten van eventuele opbrengstderving. Tenslotte worden via de eenvoudige benadering van het (geactualiseerde) mest-ABC de bijbehorende nitraatgehalten in het grondwater berekend.

Resultaten sector Akkerbouw

Er zijn vier modelbedrijven doorgerekend (twee in het noordoosten en twee in het zuidoosten). De berekeningen zijn uitgevoerd bij twee niveaus van de fosfaattoestand (Pw 30 en 45). Bij Pw 45 zijn in het 100%-scenario nauwelijks aanpassingen in de bedrijfsvoering nodig ten opzichte van het referentie-scenario onder MINAS 2003. Het berekende nitraatgehalte overschrijdt echter de norm van 50 mg per liter. Ook een korting van 5% van de gebruiksnormen levert nog geen probleem op omdat de landbouwkundige werking van organische mest hoger is dan de wettelijke. Bij een korting van 20% zijn op één bedrijf aanpassingen nodig (toepassing NBS (stikstofbijmeststelsel) bij aardappel en spinazie, vergroten van de aanvoer van organische mest). In zijn totaliteit is de kostenstijging bij dit scenario verwaarloosbaar. De verlaagde N-bemesting heeft op dit bedrijf een daling van de nitraatconcentratie tot gevolg, echter nog niet tot onder de norm.

Bij een Pw van 30 stijgt de P-behoefte in het referentie-scenario aanzienlijk, uiteenlopend van 95 tot 135 kg P₂O₅ per ha. Vooral op het bedrijf met veel P-behoefte gewassen worden de gehanteerde gebruiksnormen van 80-95 kg P₂O₅ per ha ver overschreden. Om aan de gebruiksnormen te kunnen voldoen is de kunstmestgift verlaagd. Dit leidt op de noordelijke modelbedrijven niet tot opbrengstderving. Op de bedrijven in het zuidoosten worden waspeen en spinazie onder het P-advies bemest. De financiële gevolgen door opbrengstderving zijn echter beperkt, omdat de opbrengstdaling grotendeels wordt gecompenseerd door lagere kunstmestkosten.

In bovenstaande berekeningen is uitgegaan van een optimale toediening van mest waarbij met een hoge werkingscoëfficiënt (70-75%) is gerekend. Doordat de wettelijke werkingscoëfficiënt lager is kunnen de gebruiksnormen goed worden opgevangen. Omstandigheden en werkwijzen zijn soms minder gunstig en daarom is ook een variant doorgerekend met een lagere werkingscoëfficiënt van de organische bemesting (60%) die daarmee tevens te vergelijken is met de situatie waarin alleen kunstmest gebruikt wordt. In dat geval zijn er in het 95%-scenario nog geen aanpassingen nodig, in het 80%-scenario echter is op alle bedrijven toepassing van NBS in combinatie met een lagere basis-

gift dierlijke mest noodzakelijk. Dit is echter nog niet voldoende, zodat ook suboptimaal bemest moet worden. De totale kosten lopen uiteen van € 65 tot € 120 per ha, onder bepaalde omstandigheden oplopend tot € 250 per ha.

Resultaten sector Vollegrondsgroenten

Er zijn drie modelbedrijven doorgerekend. In het referentie-scenario (MINAS 2003) varieert de behoefte aan werkzame N van 135-235 kg N per ha. Bij een Pw van 45 varieert de fosfaatbehoefte van 55-95 P₂O₅ per ha. Het hoge N-bodemoverschot op alle drie bedrijven resulteert in een sterke overschrijding van de nitraatnorm (tot maximaal 165 mg per liter). Door de lage gewasafvoer is ook het P-overschot veel hoger dan op de akkerbouwbedrijven. Voor het hanteren van gebruiksnormen in het 100%-scenario zijn geen aanpassingen nodig, wel moet op één bedrijf de P-aanvoer iets verlaagd worden. Een reductie van de gebruiksnormen met 5% levert geen problemen op doordat de landbouwkundige werkingscoëfficiënt van de dierlijke mest hoger is dan de wettelijke. De P-aanvoer moet op één modelbedrijf iets worden verlaagd, echter met geringe financiële gevolgen.

Bij een korting van 20% op de N-gebruiksnormen zijn op alle drie bedrijven aanpassingen nodig (NBS, groenbemesters, verlaging mestinzet). Toch moet op één bedrijf nog onder de adviesgift bemest worden waardoor de kosten oplopen tot € 280 per ha. Het nitraatgehalte daalt in dit scenario maar nog steeds niet tot onder de gewenste 50 mg per liter.

Bij een lagere fosfaattoestand (Pw 30) zijn op de bladgewassenbedrijven de consequenties aanzienlijk omdat veel fosfaatbehoefte gewassen worden geteeld. De benodigde P-aanvoer overstijgt ver de gebruiksnorm in het 100%, 95%- en 80%-scenario. De oplossingen in het 100%- en 95%-scenario zijn gezocht in het minder kunstmest-P geven of door de mestinzet (op een bedrijf) te verlagen; dit heeft echter aanzienlijke kostenstijgingen tot gevolg (tot € 300 per ha). Bij het 80%-scenario moet nog verder onder het advies bemest worden en zijn de financiële consequenties groter (tot € 600 per ha kostenstijging).

Ook bij de vollegrondsgroentebedrijven is een variant doorgerekend met een lagere N-werking (60%). In dat geval is al in het 95%-scenario op twee bedrijven toepassing van NBS in combinatie met een verlaagde mestgift noodzakelijk. In het 80%-scenario moet op twee bedrijven suboptimaal bemest worden waardoor de kosten van opbrengstderving oplopen tot circa € 600 per ha. Indien geen N-besparende maatregelen worden toegepast of als deze niet effectief zijn dan nemen de opbrengstdervingen toe. De hiermee gepaarde gaande kosten kunnen dan oplopen tot € 1800 per ha.

Resultaten sector Bloembollen

Bij bloembollen leiden de gebruiksnormen al in het 100%-scenario tot hogere kosten voor het uitvoeren van maatregelen om stikstof efficiënter toe te dienen. De uitgevoerde maatregelen, beddenbemesting en aanpassing van de organische bemesting, zijn veelal onvoldoende om te kunnen voldoen aan de landbouwkundige behoefte aan stikstof, waardoor er op sommige bedrijven al bij het 100%-scenario een opbrengstderving berekend wordt. De oorzaak hiervan ligt voor het belangrijkste deel in de hogere landbouwkundige stikstofbehoefte van de bloembolgewassen in vergelijking met de gebruiksnorm. Bij het opstellen van de gebruiksnormen door de WOG is een mineralisatie verondersteld welke is gebaseerd op situaties met gebruik van relatief veel dierlijke mest in combinatie met MINAS-vrije meststoffen. In de voorliggende studie zijn deze cijfers gecorrigeerd voor de huidige situatie waarin veel stalmest is vervangen door compost en de stikstofmineralisatie lager is. Hierdoor is de stikstofbehoefte van de gewassen 30 kg/ha hoger dan de WOG-cijfers.

Bij de akkerbouw en vollegrondsgroenten was er in veel gevallen sprake van een verschil tussen landbouwkundig en wettelijk werkzame N uit mest, zodat in situaties waarbij de landbouwkundige behoefte groter was dan de gebruiksnorm toch in de gewasbehoefte aan werkzame stikstof kon worden voorzien. Bij de bloembollen is het nauwelijks mogelijk om vanuit een verschil tussen landbouwkundig en wettelijk werkzame N uit mest extra werkzame stikstof voor het gewas te krijgen. Door het korte groeiseizoen van de voorjaarsbloeiers zal er eerder sprake zijn van een landbouwkundige werking die lager ligt dan de wettelijke hoeveelheid werkzame N. Van de gewassen die lang op het veld staan liggen er perspectieven bij lelie. Bij dahlia wordt weinig gebruik gemaakt van organische mest gezien de lage stikstofbehoefte van dit gewas.

De via het mest-ABC berekende nitraatgehalten voor de westelijke bloembollenbedrijven (BL1, BL2 en BL3) komen niet overeen met de gehalten die in de praktijk worden gemeten in het grondwater; in het project Telen met toekomst en in eerder emissieonderzoek ligt het nitraatgehalte in het grondwater van bedrijven op duinzand onder de 50 mg/l.

In het WOG-rapport wordt daarom ook geadviseerd meer aandacht te besteden aan de gebruikte relaties tussen bodemoverschot en nitraat.

Resultaten sector Bomen

Door organische producten anders in te zetten en door de kunstmestbemesting af te stemmen op de behoefte kan op bedrijven met weinig gevoelige gewassen een lagere aanvoer van organische producten worden gerealiseerd. Bij invoering van het gebruiksnormenstelsel was op de bedrijven een andere verdeling van de werkzame stikstof over de gewassen nodig. Dit houdt in dat, anders dan in de huidige praktijk, minder organische mest gegeven wordt aan gewassen met geringe N-opname (1^e-jaars gewassen).

Om aan het 95%- en 80%-scenario te kunnen voldoen moet de organische bemesting verder teruggebracht worden. Hierdoor kan kunstmeststikstof aangevoerd worden voor de 2^e-jaars gewassen. Bij twee van de vier bedrijven zijn deze maatregelen voldoende zonder dat dit ten koste gaat van de financiële opbrengst of de organische-stofbalans. Het vierde bedrijf heeft veel gevoelige gewassen en hier gaat het voldoen aan de 80%-norm door het verlagen van de organische-mestinzet gepaard met opbrengstdervingen doordat suboptimaal bemest moet worden. Ook de organische-stofbalans is dan niet in evenwicht.

Bij alle bedrijven werd bij de 80%-norm en de gewogen gemiddelde grondwaterstand aan de nitraatrichtlijn voldaan.

Tabel 1. Kosten (euro/ha) die nodig zijn om te voldoen aan drie niveaus van gebruiksnormen voor gevoelige gewassen ten opzichte van de uitgangssituatie MINAS-2003 en het berekende nitraatgehalte (mg/l, gewogen gemiddeld over Gt IV en Gt VII). Gepresenteerde getallen gelden bij een Pw van 45 (bloembollen 25), gemiddeld over de bedrijven per sector, met tussen haakjes de laagste resp. hoogste waarde. Er is uitgegaan van een goede benutting van nutriënten.

Sector	100%	95%	80%
<i>Akkerbouw</i>			
Kosten maatregelen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-1)
Kosten opbr.derving	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-1)
Nitraat	67 (54-81)	67 (54-81)	65 (54-74)
<i>Vollegrondsgroenten</i>			
Kosten maatregelen	0 (0-0)	-1 (-3-0)	58 (36-83)
Kosten opbr.derving	0 (0-0)	2 (0-5)	65 (0-196)
Nitraat	108 (103-111)	108 (103-111)	88 (76-96)
<i>Bloembollen</i>			
Kosten maatregelen	215 (26-573)	207 (26-568)	213 (8-568)
Kosten opbr.derving	3701 (0-12703)	4815 (1519-12703)	8243 (2178-12703)
Nitraat	125 (58-222)	118 (37-216)	112 (49-203)
<i>Bomen</i>			
Kosten maatregelen	-20 (-55- +43)	-24 (-61- +57)	-36 (-83- +55)
% opbr.derving ¹	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-1.2)
Nitraat	42 (35-52)	40 (35-47)	34 (26-43)

¹ Opbrengstderving als percentage groeireductie t.o.v. 100%.

Discussie

Een overzicht van de resultaten voor de verschillende sectoren wordt gegeven in Tabel 1. De bloembollen wijken af van de drie andere sectoren. Al in het 100%- scenario worden kosten gemaakt om te kunnen voldoen aan de gebruiksnormen. Bij de andere drie sectoren worden pas in het 80%-scenario kosten gemaakt. Voor een belangrijk deel is dit een gevolg van de hoge landbouwkundige werking van de varkensdrijfmest in vergelijking met de lagere

werking die wettelijk wordt gehanteerd. Wanneer geen dierlijke mest wordt gebruikt of wanneer de hoge werking niet gehaald wordt, kunnen ook in deze sectoren de kosten in vooral het 80%-scenario sterk oplopen. De berekende nitraatgehaltes liggen bij de boomteelt onder de norm van 50 mg/l. Bij de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt echter blijven de berekende nitraatgehaltes nog boven deze norm, ook bij het 95%- en 80%-scenario. Hierbij moet de volgende kanttekening worden gemaakt. Invoering van het gebruiksnormenstelsel is erop gericht om binnen het AT-areaal op gebiedsniveau te voldoen aan de nitraatnorm. Dat betekent dat op bedrijfsniveau de norm mag worden overschreden, mits er andere bedrijven in de regio zijn waar de norm wordt overschreden. Er moet echter geconstateerd worden dat ook op de extensievere akkerbouwbedrijven de norm wordt overschreden terwijl deze toch redelijk het AT-bouwplan binnen een regio benaderen. Hierbij moet worden benadrukt dat de nitraatuitspoeling is berekend met een geactualiseerd mest-ABC, terwijl de keuze voor de 95%- en 80%-scenario's waarschijnlijk is gebaseerd op het oude mest-ABC dat in de WOG-studie is gebruikt. Bij het nieuwe mest-ABC spoelt bij bouwland een groter deel van het N-bodemoverschot uit dan bij het oude, waardoor het nitraatgehalte stijgt.

Het valt te verwachten dat strengere normen dan het 80%-scenario vooral in de vollegrondsgroente- en bloembollensector tot hogere kosten zullen leiden aangezien er bij het 80%-scenario ook al sprake is van toegenomen kosten en enige opbrengstderving.

De in dit rapport uitgevoerde berekeningen berusten deels op eenvoudige benaderingen waarbij kanttekeningen te plaatsen zijn. Zo zijn de vollegrondsgroentesector en de boomteeltsector qua bouwplansamenstelling zeer divers. Het is daarom lastig de gevonden resultaten te generaliseren naar de gehele sector. De gevonden uitkomsten hangen sterk af van de omvang van de mestinzet en vooral van de soort mest en het aandeel gevoelige gewassen. Andere kanttekeningen hebben betrekking op de gehanteerde berekeningswijzen en aannames. Het gaat hierbij om de lange-termijn bodemvruchtbaarheid, de wijze van berekening van opbrengstdervingen en de wijze waarop het nitraatgehalte in het grondwater berekend wordt.

Aan de bodemvruchtbaarheid op de lange termijn is ten dele aandacht besteed. Bij de berekeningen is uitgegaan van evenwichtssituaties waarbij het bemestingsadvies is toegepast. Uitvoering van het bouwplan van de modelbedrijven met de gekozen maatregelen kan echter op de lange termijn leiden tot verandering van de achtergrondmineralisatie en/of de Pw ten opzichte van de uitgangssituatie.

Bij de berekeningen aan modelbedrijven voor akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt is uitgegaan van referentie-N-behoefte van gewassen, bepaald op basis van het Bemestingsadvies en vuistregels voor wat betreft Nmin-voorraden in het voorjaar. Aan het Bemestingsadvies ligt impliciet een bepaald bodemvruchtbaarheidsniveau ten grondslag, namelijk het niveau zoals dat aanwezig was in de veldproeven waarop het advies voor elk gewas is gebaseerd. Onzeker is of de berekende bemestingsplannen daadwerkelijk 'passen' bij dit niveau. Een langdurig volgehouden bemestingsplan kan op termijn leiden tot een hoger dan wel lager bodemvruchtbaarheidsniveau dan impliciet is aangenomen in het Bemestingsadvies. Uiteraard heeft dit dan consequenties voor de benodigde N-aanvoer, bodemoverschot en nitraatgehalte¹. In een bijlage zijn die consequenties aan de hand van een voorbeeldberekening voor twee modelbedrijven in beeld gebracht. De in de bijlage gevolgde benadering verschilde op twee punten van de berekeningen in de hoofdtekst: (1) de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid in de tijd werd dynamisch beschreven, dit in afhankelijkheid van wat er aan organische meststoffen en gewasresten werd toegediend en (2) de N-behoefte van gewassen werd gecorrigeerd voor afwijkingen van de bodemvruchtbaarheid ten opzichte van een referentie-bodemvruchtbaarheid.

Correctie van de N-behoefte van gewassen op grond van de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid bleek aanzienlijke effecten te kunnen hebben op benodigde N-aanvoer, bodemoverschot en nitraatgehalte. De omvang van deze effecten is afhankelijk van het verschil tussen het bereikte bodemvruchtbaarheidsniveau op het betreffende modelbedrijf en het referentie-bodemvruchtbaarheidsniveau zoals dat verondersteld wordt aan het Bemestingsadvies ten grondslag te hebben gelegen. In het doorgerekende rekenvoorbeeld voor twee bedrijven was in de evenwichtssituatie resp. 24 en 49 kg extra kunstmest-N per ha nodig in vergelijking tot dezelfde berekening waarbij niet werd gecorrigeerd voor de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid in de tijd. Als gevolg van de extra N-aanvoer met kunstmest waren ook de bodemoverschotten in gelijke mate hoger. Deze eerste verkenningen laten zien dat met de gehanteerde bemestingsstrategieën op de lange termijn de N-behoefte op deze bedrijven met ca. 25-50 kg N per ha kan stijgen. Dit zou betekenen dat bij scherpe gebruiksnormen nog meer onder het advies zou moeten worden

¹ Voor de berekeningen in de bloembollensector geldt dit nog sterker: het stikstofadvies heeft de vorm van een stikstofbijmest-systeem, met meerdere Nmin-metingen tijdens het groeiseizoen. Voor bepaling van de N-behoefte is voor elk meetmoment een aanname gemaakt volgens vuistregels. Omdat ook aannames gemaakt zijn voor Nmin-voorraden tijdens het groei- en bemestingsseizoen is de onzekerheid in deze getallen groter dan bij alleen vuistregels voor Nmin-voorjaar.

bemest en dat de opbrengstdervingen daardoor toenemen. Anderzijds is in de modelbedrijven uitgegaan van varkensdrijfmest en kan door de keuze voor een mestsoort die rijker is aan organische stof (bijvoorbeeld compost) de situatie naar verwachting worden verbeterd. Dit soort aspecten zal in vervolgstudies worden meegenomen. Fosfaat is een ander onderdeel van de bodemvruchtbaarheid op lange termijn. Voor de akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven is het effect op de Pw verkend van de verwachte normering tot 2015 (uiteindelijk een fosfaatgebruiksnorm van 60 kg P₂O₅ per ha). Ingeschat wordt dat de Pw van de bedrijven dan daalt tot ongeveer 20 op de akkerbouwbedrijven en 25-30 op de vollegrondsgroentebedrijven. De resultaten zoals vermeld in Tabel 1 gelden bij een Pw van 45. Daarnaast zijn berekeningen uitgevoerd voor een Pw van 30. Door de hogere fosfaatbehoefte stijgen dan de kosten voor extra maatregelen en opbrengstderving door fosfaatgebrek. Vergeleken met opbrengstderving bij suboptimale N-voorziening is de derving bij P minder sterk. Toch kunnen bij een Pw van 30 de kosten op groentebedrijven al oplopen tot € 300 per ha, bij nog lagere Pw is de derving nog wat sterker.

Opbrengstderving bij bemesting onder het advies is op een eenvoudige wijze berekend, waarbij er een directe relatie werd verondersteld tussen de N-inhoud van het product en de opbrengstderving. Voor met name akkerbouwgewassen kan de aldus berekende opbrengstdaling sterker uitvallen dan in werkelijkheid het geval zal zijn omdat de opbrengstcurve in de nabijheid van het N-advies veelal tamelijk vlak is. Er is in deze sector dus sprake van een *worst-case* scenario. Voor de andere sectoren zal wellicht niet eerst de kwantiteit maar de kwaliteit van de producten beïnvloed worden. Zo kunnen bij bloembollen de sortering en de bloeikwaliteit als eerste beïnvloed worden met grote consequenties voor de financiële opbrengst. Ook bij groentegewassen en de boomteeltgewassen speelt de kwaliteit, veel meer dan de fysieke opbrengst, een grote rol bij de totstandkoming van de financiële opbrengst. Bij boomteelt worden de gewassen verkocht aan de hand van een maatsortering met een bijbehorende kwaliteit. Opbrengstderving, waarbij de maatsortering niet gehaald wordt, kan tot een onverkoopbaar product leiden met grote financiële consequenties.

1. Inleiding

Het huidige werk binnen Thema 5 was gericht op het kosteneffectief reduceren van nutriëntenoverschotten onder regelgeving die verder zou gaan dan het huidige MINAS-stelsel. MINAS komt echter vanaf 2006 te vervallen en wordt vervangen door een nieuw stelsel, dat momenteel wordt voorbereid. Het nieuwe stelsel zal minder gebaseerd zijn op overschotten en meer op gewasspecifieke gebruiksnormen. Naar verwachting zal de normstelling in het algemeen strenger zijn dan onder MINAS, met name voor de zandgronden en voor bedrijven waar de afvoer van nutriënten relatief laag is.

Doel van deze studie is het in kaart brengen van de consequenties van het nieuwe stelsel voor bedrijfsvoering, nutriëntenoverschotten en milieukwaliteit op akker-, tuinbouw-, boomteelt- en bloembolbedrijven. Dit wordt gedaan aan de hand van een set van gedefinieerde modelbedrijven in de verschillende AT-sectoren. Voor deze eerste analyse is er een aantal eenvoudige aannames gemaakt ten aanzien van opbrengstderiving indien door de nieuwe regelgeving onder het huidige advies bemest zou moeten worden. Ook met betrekking tot de verdeling van het beschikbare stikstof-quotum over de verschillende gewassen in het bouwplan zijn eenvoudige aannames gemaakt. In een later stadium zal binnen thema 5 een meer gedetailleerde prognose uitgevoerd worden waarbij gezocht zal worden naar een optimale benutting van het toegewezen quotum. Indien gegevens voorradig zijn zal hierbij bij de toewijzing over de verschillende gewassen meer recht gedaan worden aan gewasspecifieke opbrengstdalingen en de economische waarde hiervan.

De geselecteerde modelbedrijven waarvoor de berekeningen nu uitgevoerd zijn bevinden zich voor alle sectoren op zandgrond omdat hier de eerste problemen in de bedrijfsvoering te verwachten zijn, samenhangend met de verwachting dat op deze gronden de gebruiksnormen onder het huidige adviesniveau zullen komen te liggen.

De berekeningen concentreren zich in de eerste plaats op de landbouwkundige en economische consequenties met de opgelegde gewasnormen als randvoorwaarde. Hierbij is een drietal scenario's doorgerekend, namelijk 100%, 95% en 80% van de gebruiksnorm bij gevoelige gewassen.

Via een eenvoudige berekeningswijze wordt bij elk doorgerekend scenario een uitspraak gedaan over de resulterende nitraatconcentraties in het grondwater.

Bij het doorrekenen van de scenario's wordt uitgegaan van een gunstige Ausgangssituatie met een goede benutting van de gegeven werkzame stikstof. De omstandigheden zijn in de praktijk ook minder gunstig (extreme regenval, lage temperaturen) en in dat geval zal de benutting lager zijn. Daarom is in een paar gevallen ook een variant doorgerekend waarbij gerekend wordt met een lagere benutting van de werkzame N.

De opbouw van dit rapport is als volgt. In Hoofdstuk 2 wordt de gevolgde aanpak bij alle berekeningen toegelicht. De resultaten van de berekeningen worden sectorgewijs besproken in Hoofdstuk 3. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en een discussie.

2. Algemene aanpak van de berekeningen

Modelbedrijven

In deze studie is gebruik gemaakt van modelbedrijven. De bedrijfsopzetten zijn gebaseerd op expertkennis en informatie afkomstig van CBS-meitellingen aangevuld met gegevens vanuit het LEI boekhoudnet. Getracht is via de gekozen bedrijfsopzetten een zo representatief mogelijk beeld te schetsen van de sectoren. Benadrukt moet echter worden dat vooral in de vollegrondsgroentesector de variatie groot is. Hieronder worden de bedrijven kort beschreven (zie Bijlage I voor meer details).

Akkerbouw

Voor de akkerbouw zijn voor een viertal zandbedrijven de berekeningen uitgevoerd:

- NON1: Een zetmeelaardappelbedrijf (90 ha) op noordoostelijk zand met zetmeelaardappelen (33%), graan (33%), suikerbieten (20%) en waspeen, maïs en braak
- NON2: Eveneens een zetmeelaardappelbedrijf (60 ha) op noordoostelijk zand met 50% zetmeelaardappelen, 30% graan en 20% suikerbiet
- ZON1: Gelegen op het zuidoostelijk zand (30 ha) met 25% consumptieaardappel, 25% suikerbieten, en verder graan, maïs waspeen en schorseneer (elke 12,5%)
- ZON2: Ook op het zuidoostelijk zand met 25% consumptieaardappel, 25% maïs en verder graan, suikerbiet en dubbelteelt spinazie (elk 17%)

Vollegrondsgroenten

Alle modelbedrijven liggen in het zuidoostelijk zandgebied:

- Vgg4: Een kleinschalig bladgewassenbedrijf (10 ha) met kropsla, spinazie en prei (elk 33%)
- Vgg5: Een grootschalig bladgewassenbedrijf (15 ha eigen + 5 ha gehuurd) met prei (62,5%), broccoli, bospeen en andijvie (elk 12,5%)
- Vgg6: Een aardbei-preibedrijf (14 ha) met 43% aardbeien, 43% prei en 14% asperges

Bollen

De drie modelbedrijven liggen op westelijk zand in traditioneel bloembollengebied:

- BL1: Een klein, traditioneel bedrijf met een gewasrotatie van 1 op 3 (tulp, hyacint en narcis) en een bouwvoor van 60 cm
- BL2: Een gemiddeld bedrijf met een gewasrotatie van 1 op 4 met de gewassen tulp, hyacint, narcis en overige. Het bedrijf is 10 ha groot en heeft een bouwvoor van 40 cm
- BL3: Een bedrijf met veel lelieteelt. Het grootste deel van de lelies wordt geteeld op huurland in Noordoost-Nederland en op dekzand. Het bedrijf is 45 ha groot; daarvan is 20 ha huurland

Daarnaast zijn er twee modelbedrijven met lelieteelt in Noordoost Nederland: BL4 en BL4 Veenkoloniën. De teelt is op dekzand. De helft van de lelies wordt op huurland geteeld, de andere helft op eigen land. Het bedrijf is 20 ha groot.

Bomen

Voor boomteelt zijn voor een viertal modelbedrijven de berekeningen uitgevoerd:

- Bo01: Een bedrijf (23 ha) met sierheesters (3-jarige teelt, 3 ha) en sierconiferen (3-jarige teelt, 3 ha) in Noord Nederland op zandgrond waarbij ook Tagetes (3 ha) als groenbemester en biologische grondontsmetter in de gewasrotatie opgenomen zijn. Tevens wordt hier 9 ha bos- en haagplantsoen en 5 ha opzetters (laanbomen) geteeld
- Bo02: Een laanbomenbedrijf (10 ha) in Midden Nederland op zangrond. Ook hier is in de rotatie een groenbemester opgenomen (1 ha) als rustgewas. Dit bedrijf heeft twee volledige teelten van opzetters (3 jaar per teelt, totaal 6 jaar, 6 ha), voordat de laanbomen naar buiten het bedrijf verkocht worden. Tevens heeft het bedrijf 1 ha onderstammen (1-jarige teelt, 1 ha) en 2 ha spullen (2-jarige teelt, 2 ha)

- Bo03: Een rozenbedrijf (24 ha) in Zuid Nederland op zandgrond, waarbij ook akkerbouwgewassen (12 ha) en Tagetes (3 ha) in de rotatie opgenomen zijn. Dit bedrijf heeft 3 ha rozenzaailingen (1-jarige teelt) en 6 ha struikrozen (2-jarige teelt). De akkerbouwgewassen zijn suikerbieten (6 ha), wintertarwe (3 ha) en zomergerst (3 ha)
- Bo04: Een bos- en haagplantsoenbedrijf (8 ha) in Zuid Nederland op zandgrond. Dit sterk gespecialiseerde bedrijf heeft voorafgaande aan de eenjarige verplante teelt (1+1) een groenbemester geteeld gedurende de winter. Dit bedrijf heeft 1 ha zaailingen, 1 ha eenjarig verplant bos- en haagplantsoen en 6 ha tweejarig bos- en haagplantsoen.

Scenario's

Omdat op dit moment voor de meeste AT-gewassen formeel nog geen gebruiksnormen zijn vastgesteld, wordt uitgegaan van de gebruiksnormen gebaseerd op de adviesbemesting. Tabel 10 t/m 12 van het WOG-rapport en speciaal de N2-kolom geven de gebruiksnorm voor de verschillende gewassen (zie Tabel 2). **Gevoelige gewassen** zijn die gewassen die bij Gt VII niet volgens het advies bemest kunnen worden zonder het overschrijden van de nitraatnorm. In de tabel zijn deze gewassen vetgedrukt.

De volgende scenario's zijn doorgerekend:

A1) het MINAS-referentie-scenario

Als eerste referentie-scenario wordt de bemestingsstrategie onder MINAS 2003 gebruikt zoals die beschreven is in eerdere studies naar verdergaande normen (Kater *et al.*, 2004; Schoot *et al.*, 2004; Sluis *et al.*, 2004). De MINAS-balans is voor stikstof als volgt opgebouwd:

$$\text{MINAS-overschot} = N_{\text{organische mest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{binding}} - 165 \text{ (205 bij dubbelteelten)}$$

waarbij de overschotnorm van 60 kg N/ha voor droge zandgronden is gehanteerd.

Voor N_{binding} is met de volgende waarden gerekend:

Stamslabonen: 30 kg N/ha
 Conservenerwt: 50 kg N/ha
 Veld- en tuinbonen: 120 kg N/ha
 Luzerne: 160 kg N/ha

Voor fosfaat is de balans:

$$\text{MINAS-fosfaatoverschot} = P_{\text{organischmest}} - 65$$

en een overschotnorm van 20 kg P_2O_5 /ha

A2) 100%-scenario

De WOG-gebruiksnormen (Tabel 10-12 WOG-rapport, N2-kolom) worden aangehouden en de P-gebruiksnorm voor 2006 (95 kg P_2O_5 per ha (inclusief kunstmest-P)).

B) het 95%-scenario

De bijdrage aan het N-quotum van gevoelige gewassen is 95% van de WOG-norm; hierbij wordt de P-gebruiksnorm voor 2007 gehanteerd (90 kg fosfaat/ha, maximaal 80 kg uit dierlijke mest).

C) het 80%-scenario

De bijdrage aan het N-quotum van gevoelige gewassen is 80% van de WOG-norm, de P-gebruiksnorm is op het niveau van 2009: maximaal 80 kg fosfaat/ha.

De verschillende stappen in de berekeningen

Stap 1

Het vaststellen van de bemestingsstrategie waarbij aan de MINAS 2003 normen wordt voldaan; deze strategie wordt beschouwd als de referentie, conform eerdere rapporten (Kater *et al.*, 2004; Schoot *et al.*, 2004; Sluis *et al.*, 2004).

Stap 2

Vaststellen van het wettelijk quotum aan werkzame N (QWN,wettelijk) volgens gewasgebruiksnormen bij drie niveaus:

- 100%-niveau: voor alle gewassen worden de WOG-normen aangehouden
- 95%-niveau: de gevoelige gewassen worden gekort met 5% van de WOG-norm
- 80%-niveau: de gevoelige gewassen worden gekort met 20% van de WOG-norm

Bij de berekening van het wettelijk quotum aan werkzame N worden voor organische meststoffen wettelijke, forfaitaire N-werkingscoëfficiënten (NWC's) gehanteerd. Deze staan weergegeven in Tabel 3. Ten tijde van het schrijven van dit rapport zijn alleen voor drijfmesten de NWC's formeel vastgesteld. Voor vaste mestsoorten zijn er nog geen wettelijke NWC's. Voorlopig zal uitgegaan worden van de resultaten van de werkgroep die zich daar op dit moment mee bezighoudt. In Tabel 3 staan de aannames voor de wettelijke NWC's van de op de modebedrijven gebruikte vaste meststoffen (gebaseerd op de eerstejaars werking voor een middenlang groeiseizoen, N-opname t/m 1 augustus).

Stap 3

Vaststellen van de landbouwkundige behoefte aan werkzame N: QWN,behoefte.

Dit is de benodigde hoeveelheid landbouwkundig werkzame N bij bemesting volgens advies (bemestingsadvies na aftrek van de Nmin-voorraad bij aanvang van de teelt). De QWN,behoefte kan afwijken van QWN,wettelijk, 100% omdat voor een bepaald modelbedrijf rassen (specifiek advies) en planttijden (en daarmee de Nmin aanvang teelt) anders kunnen zijn dan door de WOG voor een bepaald gewas is aangenomen. Ook kan door toepassen van N-besparende maatregelen de behoefte lager zijn. Hiermee is bij de afleiding van de WOG-normen geen rekening gehouden. De aldus vastgestelde behoefte kan worden gedekt door:

- a) landbouwkundig werkzame N uit organische mest;
- b) werkzame N uit gewasresten en groenbemesters;
- c) werkzame N uit kunstmest.

Vaststellen van het landbouwkundige quotum aan werkzame N uit meststoffen (QWN,landbouwkundig).

Het betreft de hoeveelheid werkzame N die wettelijk maximaal gegeven mag worden. QWN,landbouwkundig kan verschillen van het wettelijk quotum (QWN,wettelijk) doordat:

- het gewasadvies afwijkt van het advies gehanteerd in het WOG-rapport;
- de N-werking van mest afwijkt van het wettelijke forfait (zie Tabel 3);
- er sprake is van N-nawerking van groenbemesters en gewasresten.

De landbouwkundige N-werking van de organische mest zal gewasspecifiek geschat worden in overeenstemming met de werkwijze in eerdere rapporten (zie pagina 16, (Smit *et al.*, 2003), rekening houdend met het toedienings-tijdstip, de lengte van het groeiseizoen van het gewas en toedieningswijzen.

Bij injectie van drijfmesten wordt een emissie van 5% van de Nmin-fractie aangenomen en bij oppervlakkig inwerken van vaste mesten een emissie van 20%.

In het basisscenario zal alleen met de nawerking van bietenblad rekening worden gehouden omdat deze nawerking in de Bemestingsadviesbasis is opgenomen (30 kg N/ha). Voor de overige gewasresten is geen formeel nawerkingsadvies en ze worden dus in de referentie ook niet in rekening gebracht. Bij de in dit rapport opgenomen akkerbouw- en groentemodelbedrijven op zand worden in het basisscenario geen groenbemesters/vanggewassen geteeld.

Vaststellen van het benodigde quotum aan werkzame N uit *meststoffen* bij volgen van het advies en bedrijfsspecifieke omstandigheden (QWN,advies).

QWN,advies wordt berekend door de nawerking van groenbemestingsgewassen en oogstresten in mindering te brengen op **QWN,behoefte**. Het betreft dus de benodigde werkzame N die met kunstmest of organische mest gegeven moet worden.

Het landbouwkundige WOG-quotum (QWN,landbouwkundig) wordt vergeleken met het benodigde quotum aan werkzame N als de bemesting volgens advies zou worden uitgevoerd (QWN,advies). Er kunnen de volgende situaties ontstaan:

- QWN,landbouwkundig \geq QWN,advies.
Er zijn geen aanpassingen in de bedrijfsvoering nodig.
- QWN,landbouwkundig < QWN,advies.
Er zijn wel consequenties. Dan wordt eerst nagegaan of er maatregelen denkbaar zijn waarmee de hoeveelheid werkzame N kan worden verhoogd (verhoging van QWN,landbouwkundig) of waarmee QWN,advies kan worden verlaagd (bijvoorbeeld toepassen NBS, zaaien van vanggewassen etc.). Als dat niet voldoende is moet onder het advies bemest worden en wordt een opbrengstderving ingerekend (stap 4). De hoeveelheid werkzame N die uiteindelijk in dat geval per bedrijf gekort moet worden, wordt naar verhouding (op basis van de N2-tabel) over alle gewassen verdeeld en op de kunstmestgift in mindering gebracht. Bij een bemesting onder het advies wordt de opbrengstderving berekend als weergegeven op bladzijde 16.

Stap 4

Samenstelling maatregelenpakket om de hoeveelheid werkzame N te verhogen, c.q. de behoefte te verlagen.

De gehanteerde uitgangspunten bij de diverse maatregelen staan in Bijlage III.

Tabel 2. N-bemesting bij advies (Tabellen 10-12 WOG-rapport). Gevoelige gewassen zijn vetgedrukt. Gevoeligheid is gebaseerd op het 'oude' mest-ABC zoals beschreven in het WOG-rapport.

Gewas	Advies (N2)	Gewas	Advies (N2)
AKK/Vgg		Laanbomen	
Consumptieaardappel (klei/löss)	250	Onderstam	20
Consumptieaardappel (zand)	265	spil, jaar 1	60
Zetmeelaardappel	240	spil, jaar 2	70
Pootaardappel	120	opzetter, jaar 1	80
Suikerbiet	150	opzetter, jaar 2	80
Wintertarwe klei	220	opzetter, jaar 3	80
Wintertarwe zand	160	opzetter, jaar 4	80
Rogge	110	opzetter, jaar 5	80
Wintergerst	140	opzetter, jaar 6	80
Zomergerst	60		
Graszaad (Engels raigras)	140	Sierheesters en coniferen	
Zaaiui	120	conifeer, jaar 1	40
Winterpeen	60	conifeer, jaar 2	40
Waspeen	40	conifeer, jaar 3	50
Bospeen	40	heester, jaar 1	40
Witlofwortel	100	heester, jaar 2	50
Conservenerwt	30	heester, jaar 3	60
Stamslaboon	120		
Spinazie (1e teelt)	210	Rozen	
Spinazie (volgteelt)	100	rozen zaailingen	30
Schorseneren	90	rozen, jaar 1	20
Kropsla (1e teelt)	160	rozen, jaar 2	50
Kropsla (volgteelt)	70		
IJssla (1e teelt)	160	Bos- en haagplantsoen	
IJssla (volgteelt)	50	bos- en haag 1/0	40
Prei	215	bos- en haag 2/0,1	60
Andijvie (1e teelt)	160	bos- en haag 2/0,2	70
Andijvie (volgteelt)	70	bos- en haag 1-0	60
Broccoli	265	bos- en haag 1+1,1	60
Bloemkool	195	bos- en haag 1+1,2	70
Spruitkool	235	bos- en haag 1+2,1	60
Witte kool	270	bos- en haag 1+2,2	70
Rode kool	265	bos- en haag 1+2,3	70
Aardbei	95		
Asperge	65		
Bollen			
Hyacint	200		
Tulp	180		
Iris	150		
Gladiool	205		
Narcis	125		
Krokus	70		
Lelie	100		
Lelie (NO-Ned dekzandgrond)	65		

Tabel 3. Gehanteerde wettelijke werkingscoëfficiënten voor stikstof in organische meststoffen (in procenten).

Mestsoort	Najaarstoediening ¹	Voorjaarstoediening
Varkensdrijfmest	-	60
Runderdrijfmest	-	60
Stalmest	20	40
Champost	20	25
GFT-compost	10	20
Natuurcompost	10	20
Humusaarde	10	10
Groencompost	10	20

¹ Op zandgrond niet relevant voor drijfmest.

Opbrengstderving bij bemesting onder het advies

N-bemesting

Bij suboptimale bemesting van een gewas treedt opbrengstderving op. Vooral nog wordt uitgegaan dat er een directe relatie is tussen N-inhoud van het product en de opbrengstderving.

De N-inhoud wordt berekend bij een vaste *recovery*, bepaald met de volgende formule:

$$\alpha = \frac{N_{inh, advies}}{100 + adviesgift N} \quad (1)$$

waarbij $N_{inh, advies}$ = de hoeveelheid N in het afgevoerde product bij adviesbemesting;

$adviesgift N$ = de hoeveelheid werkzame N volgens adviesbasis.

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat vanuit de bodem en via depositie 100 kg N beschikbaar komt in de groeiperiode van het gewas. Deze hoeveelheid is gebruikt voor alle gewassen.

Bij suboptimale giften wordt nu met een zelfde *recovery* gerekend waarbij de N-inhoud berekend wordt als:

$$N_{inh, sub} = \alpha \cdot (100 + N_{wz}) \quad (2)$$

waarbij $N_{inh, sub}$ = de hoeveelheid N in het afgevoerde product bij suboptimale bemesting;

N_{wz} = werkzame N uit kunstmest, organische mest en gewasresten.

De opbrengstderving wordt recht evenredig verondersteld met de daling van $N_{inh, sub}$ ten opzicht van $N_{inh, adv}$. Voor met name akkerbouwgewassen kan de aldus berekende opbrengstdaling sterker uitvallen dan in werkelijkheid het geval zal zijn omdat de opbrengstcurve in de nabijheid van het N-advies veelal tamelijk vlak is. Er is hier dus sprake van een *worst-case* scenario. Voor de andere sectoren kunnen ook kwaliteitsfactoren een rol spelen. Zo kan bij bloembollen de sortering als eerste beïnvloed worden met grote consequenties voor de financiële opbrengst. Ook bij groentegewassen speelt kwaliteit, veel meer dan de fysieke opbrengst, een grote rol bij de totstandkoming van de financiële opbrengst.

P-bemesting

Het P-advies onderscheidt een vijftal gewasgroepen die verschillen in P-behoefte (respectievelijk groep 0, 1, 2, 3 en 4, in volgorde van afnemende P-behoefte). De adviesgiften per groep zijn gelijk voor alle gewassen die binnen een bepaalde groep vallen. Dit advies is meestal empirisch afgeleid op basis van één toetsgewas per groep. De andere gewassen zijn op basis van gewaseigenschappen in één van de vijf groepen geplaatst. Anders dan bij N is dus niet

per gewas op basis van een empirisch vastgestelde P-respons een P-advies afgeleid. De fysieke opbrengstderving als gevolg van suboptimale P-bemesting is afgeleid van de P-respons gevonden bij de toetsgewassen. De toetsgewassen zijn peen (gewasgroep 0, zand), kropsla (gewasgroep 0, klei), aardappelen (gewasgroep 1) en suikerbieten (gewasgroep 2). Een methodiek voor de bepaling van de P-respons bij sub-optimale bemesting is ontwikkeld op basis van Anonymus (1971), Ehlert (2000), Henkens (1984) en Ris & Van Luit (1973). De respons is vervolgens ook toegepast bij de andere gewassen in de betreffende groep. Bij gewasgroepen 3 en 4 is ervan uitgegaan dat bemesting onder advies een verwaarloosbare opbrengstderving tot gevolg heeft.

Berekening van nitraatgehalten in het grondwater

Er wordt een schatting gemaakt van de uiteindelijk te verwachten nitraatconcentratie in het bovenste grondwater volgens het zogenaamde mest-ABC waarbij aangetekend moet worden dat sinds de verschijning van het WOG-rapport (Schröder *et al.*, 2004) de parameters aangepast zijn (zie Tabel 4; Schröder *et al.* (2005)). De berekening van het nitraatgehalte volgens het mest-ABC verloopt via het N-bodemoverschot. Hiervan spoelt een bepaalde fractie uit, afhankelijk van grondsoort en grondwatertrap. De aldus berekende N-vracht lost op in het neerslagoverschot waaruit het nitraatgehalte volgt. Op natte zandgronden wordt vervolgens nog een correctie toegepast voor denitrificatie. Het bodemoverschot is gedefinieerd overeenkomstig het WOG-rapport en er is dus uitgegaan van een evenwichtssituatie. Daarbij is verondersteld dat de jaarlijkse aanvoer van organische N in gewasresten en organische mest gelijk is aan de jaarlijkse afbraak. Hierdoor blijft een aantal netto posten over op de balans:

Aanvoer:

- depositie
- stikstofbinding door vlinderbloemigen
- organische mest (incl. dekstro)
- kunstmest

Afvoer:

- gewas (opbrengst x gehalte)
- ammoniakemissie uit mest

Het bodemoverschot is het verschil tussen aanvoer en afvoer.

Tabel 4. *Het mest-ABC: van bodemoverschot naar nitraat op zandgronden (Bron: Schröder et al., 2005).*

Bodemoverschot	100	100	100
Grondsoort	zand	zand	zand
Gt	IV	VI	VII
Uitspoelingsfractie	1,06	1,06	1,06
Neerslagoverschot	387	434	453
Gt-correctie	0,47	0,71	1
NO ₃ -concentratie	57	77	104
N-totaal-concentratie	n.v.t	n.v.t	n.v.t

Van belang voor de bloembollensector is dat uit metingen in het westelijk zandgebied blijkt dat de nitraatconcentraties berekend met het mest-ABC hoger zijn dan de in vergelijkbare situaties gemeten waarden. Het mest-ABC is hiervoor nog niet gecorrigeerd bij gebrek aan input-parameters. De volgens het mest-ABC geschatte nitraatconcentraties in het grondwater zullen voor deze sector daarmee overschat worden.

Economie

Het kosteneffect wordt uitgedrukt als verschil ten opzichte van de MINAS-referentie in €/ha. Er wordt gebruik gemaakt van de meest recente gegevens in BEA/KWIN. Er zal onderscheid gemaakt worden in kosten voor extra maatregelen en kunstmestkosten enerzijds en kosten van opbrengstderving anderzijds.

Eindwaarden Pw-getal

Ehlert *et al.* (1996) doen verslag van observationeel statistisch onderzoek naar voorkomen en omvang van fosfaatverliezen op basis van gegevens van veeljarige bemestingsproeven met fosfaat. Het fosfaatverlies is daarbij gedefinieerd als de extra hoeveelheid fosfaat die boven de gewasonttrekking gegeven moet worden om de fosfaattoestand van de grond te handhaven. Hieruit volgt dat indien het fosfaatoverschot hoger is dan het verlies de fosfaattoestand zal stijgen. Omgekeerd geldt dat als het fosfaatoverschot lager is dan het verlies de fosfaattoestand zal dalen. Van evenwicht is sprake als het fosfaatoverschot gelijk is aan het fosfaatverlies dat bij een specifieke fosfaattoestand hoort. Bij elke specifieke fosfaattoestand hoort dus een specifiek fosfaatoverschot dat resulteert in handhaving van die toestand. Omgekeerd geldt ook dat bij een specifiek fosfaatoverschot een specifieke eindwaarde van de fosfaattoestand hoort. Het kan enkele tot vele tientallen jaren duren voordat een eindsituatie tussen fosfaattoestand en fosfaatoverschot bereikt wordt. Gegeven een fosfaatoverschot en een initiële fosfaattoestand, wordt de evenwichtsituatie sneller bereikt naarmate het overschot beter overeenkomt met het verlies dat bij de initiële fosfaattoestand hoort. Om hier in kwantitatieve zin uitspraken over te kunnen doen hebben Ehlert *et al.* (1996) uitgebreide statistische analyses verricht. Op grond van analyse van 342 observationele eenheden uit 35 veldproeven verkregen zij voor de relatie tussen ΔPw en een aantal verklarende variabelen het volgende multipel regressiemodel:

$$\Delta Pw = 3.80 + 0.0194 * P\text{-balans}_{\text{positief}} + 0.0298 * P\text{-balans}_{\text{negatief}} - 0.0817 * Pw_i + 0.00029 * (Pw_i * P\text{-balans}_{\text{positief}}) + 0.00207 * (Pw_i * P\text{-balans}_{\text{negatief}}) - 0.1272 * \text{Laagdikte} - 0.01196 * P * \text{Incubatieduur} \quad (3)$$

Met:

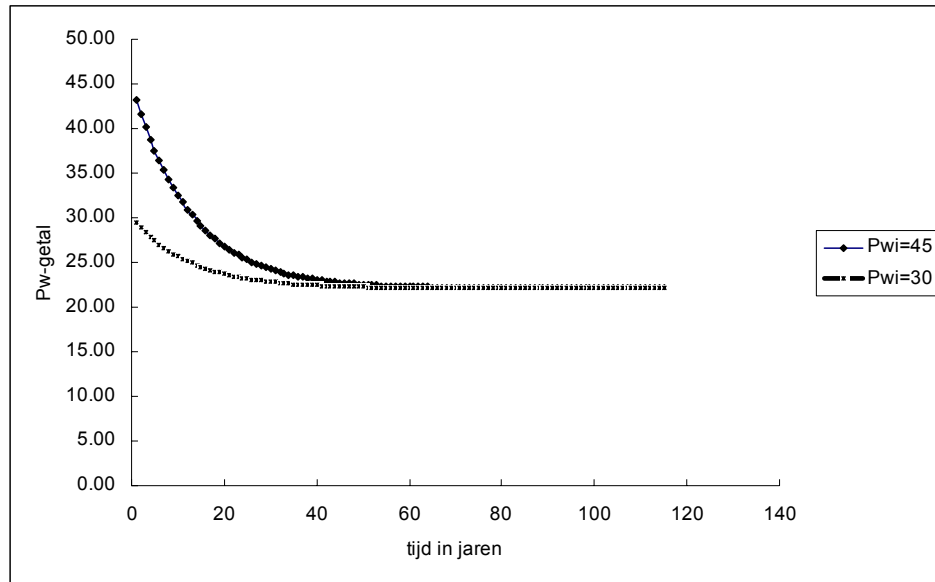
- ΔPw = de verandering in Pw-getal na één teeltseizoen [mg P_2O_5 per liter grond per jaar];
- $P\text{-balans}_{\text{positief}}$ = de fosfaatbalans wanneer de P-gift groter is dan de P-afvoer met oogstproducten [kg P_2O_5 per ha];
- $P\text{-balans}_{\text{negatief}}$ = de fosfaatbalans wanneer de P-gift kleiner dan of gelijk is aan de P-afvoer met oogstproducten [kg P_2O_5 per ha];
- Pw_i = de initiële fosfaattoestand bij het begin van het desbetreffende proefjaar [mg P_2O_5 per liter grond];
- Laagdikte = de laagdikte van de teeltlaag (bouwvoor) min 20, ter standaardisatie [cm];
- Incubatieduur = de duur van contact van meststoffosfaat met de grond, berekend als verschil tussen het tijdstip van de tweede bemonstering van de teeltlaag en het tijdstip van bemesting [dagen];
- P = schijnvariabele die ingevoerd is bij incubatieduur om onderscheid aan te brengen tussen wel of geen bemesting. Bij geen bemesting is P gelijk aan nul omdat in dat geval niet van een incubatieduur gesproken kan worden. Bij bemesting is P gelijk aan één.

Als laagdikte is in deze rapportage de bovenste 20 cm van de bouwvoor aangenomen. De incubatieduur is gesteld op de gemiddelde duur in de geanalyseerde veldproeven, zijnde 210 dagen. Met deze instellingen voor laagdikte en incubatieduur kan aan de hand van bovenstaande vergelijking de jaarlijkse verandering van het Pw-getal en de eindwaarde van het Pw-getal berekend worden, gegeven fosfaatoverschot en initiële Pw. Een voorbeeld van het verloop van het Pw-getal in de tijd bij twee verschillende Pw_i 's en een (constant) overschot van 20 kg P_2O_5 per ha per jaar is gegeven in Figuur 1. Uit de figuur is af te leiden dat de eindwaarde van het Pw-getal onafhankelijk is van de Pw_i en dat bij een fosfaatoverschot van 20 kg de eindwaarde van het Pw-getal 22 bedraagt.

Ehlert *et al.* (1996) vermelden dat het regressiemodel slechts 14,9% van de waargenomen variatie in ΔPw verklaart. Dat duidt erop dat de berekende verandering van de Pw met de nodige voorzichtigheid moet worden geïnterpreteerd: de respons kan in praktijksituaties sterk afwijken van wat op grond van het model verwacht wordt. Belangrijke factoren die niet in het model zijn opgenomen maar die wel een invloed kunnen uitoefenen op (het verloop van het)

Pw-getal zijn chemische en fysische vorm van toegediende fosfaatmeststoffen, bekalking, geteelde gewassen en grondsoort (bufferend vermogen, adsorptie/desorptie, vastlegging).

Met inachtneming van deze beperking maakt bovenbeschreven multipel regressiemodel het mogelijk om in algemene zin een beeld te schetsen van de jaarlijkse verandering en eindwaarde van Pw-getal voor de modelbedrijven voor akkerbouw en vollegrondsgroenten, gegeven fosfaatoverschot en Pw_i .



Figuur 1. Verloop van het Pw-getal in de tijd bij een constant fosfaatoverschot van 20 kg per ha per jaar bij twee initiële waarden van het Pw-getal (45 en 30).

Overige randvoorwaarden

Akkerbouw-Groenteteelt

De berekeningen zijn uitgevoerd voor zandgronden bij een Pw van 45 (redelijk representatief voor de zandsituatie) en bij een Pw van 30.

Bollen

Bij de bollenbedrijven is gerekend met Pw 25. Gekozen is voor Pw 25 in plaats van Pw 45 omdat op duinzandgronden de Pw snel daalt en sterk kan fluctueren tussen jaren. Het gehanteerde organische-stofgehalte op de duinzandgronden is 1,1%. Verondersteld is dat dit gehandhaafd blijft over een periode van 10 jaar. De benodigde hoeveelheid organische stof is berekend met het organische-stofmodel dat is afgeleid van rekenregels van Janssen (1984).

Boomteelt

Alle gewassen worden zonder kluiten afgevoerd en zonder kluit of perspotjes aangevoerd.

3. Resultaten

Sector Akkerbouw

De scenarioberekeningen zijn uitgevoerd bij een fosfaattoestand (Pw) van 30 en 45. Een Pw van 45 kan als representatief voor de huidige praktijk worden beschouwd. Als gevolg van aangescherpte P-gebruiksnormen kan de Pw mogelijk gaan dalen. Daarom zijn ook de gevolgen voor een lagere Pw (30) doorgerekend.

Pw 45

De resultaten van de scenarioberekeningen van de vier modelbedrijven zijn weergegeven in Tabel 5. Hieronder volgt een toelichting per scenario.

Referentie

De behoefte aan werkzame N varieert van 135 tot 211 kg N per ha bij de vier bedrijven. Deze wijkt iets af van de wettelijke gebruiksnorm in dit scenario (ook gebaseerd op adviesbemesting). Dit komt doordat de gebruiksnorm voor een gemiddelde situatie is afgeleid terwijl in specifieke bedrijfssituaties de behoefte anders kan zijn door factoren als een hogere Nmin-voorraad bij een later zaai/poot/planttijdstip, voorvruchtsituatie en rasspecifieke N-behoefte. De N-behoefte wordt grotendeels gedekt door dierlijke mest en kunstmest en in geringe mate door N-nalevering uit gewasresten (5-10 kg N per ha uit suikerbietenblad).

De P-aanvoer varieert van 66-85 kg P₂O₅ per ha en is voor een belangrijk deel afkomstig uit dierlijke mest.

Het N-bodemoverschot loopt uiteen van 79-118 kg N per ha. Het hieruit afgeleide nitraatgehalte in het grondwater loopt uiteen van 45-67, 82-122 en 54-81 bij respectievelijk Gt IV, VII en Gt-gewogen. De norm van 50 mg per liter wordt in de meeste gevallen overschreden.

Het P-overschot varieert van 25 tot 37 kg P₂O₅ per ha.

100%-scenario

Ten opzichte van de referentie zijn geen aanpassingen nodig. Alle akkerbouwbedrijven voldoen zowel aan de gebruiksnorm voor stikstof als voor fosfaat. De kengetallen zijn gelijk aan de referentie en zijn daarom niet in Tabel 5 weergegeven.

95%-scenario

Reductie van de N-gebruiksnorm met 5% bij de gevoelige gewassen levert op geen van de bedrijven een probleem op. Dit komt doordat de landbouwkundige N-werking van de dierlijke mest hoger is dan de wettelijke. Verder levert ook het bietenblad werkzame N, waardoor de uiteindelijke kunstmest-N-behoefte lager is dan de wettelijk toegestane maximale gift.

Ook het meetellen van kunstmestfosfaat in de gebruiksnorm levert op deze bedrijven geen knelpunten op: de aanvoer in het referentie-scenario is al lager dan de in dit scenario de toegestane aanvoernorm van 90 kg P₂O₅ per ha.

Omdat geen aanpassingen nodig zijn in de bedrijfsvoering is het milieuresultaat gelijk aan dat van het referentie-scenario.

80%-scenario

In dit scenario zijn alleen op bedrijf ZON2 aanpassingen nodig. De landbouwkundige kunstmest-N-behoefte op bedrijf ZON2 is hoger dan de wettelijk toegestane gift. Door toepassing van NBS bij aardappel en spinazie kan de kunstmestinzet voldoende worden verlaagd zonder dat suboptimaal hoeft te worden bemest. Daarnaast is ook de kunst-

mestfosfaatgift verlaagd om te voldoen aan de aanvoernorm van 80 kg P₂O₅ per ha. Dit betekent dat er bij spinazie iets onder advies wordt bemest, maar bij deze fosfaattoestand levert dat slechts een zeer geringe opbrengstderiving op.

In zijn totaliteit is de kostenstijging bij dit scenario verwaarloosbaar. Weliswaar is er sprake van een geringe opbrengstderiving (suboptimale P-bemesting) en worden extra kosten gemaakt voor toepassing van NBS, maar deze worden grotendeels gecompenseerd door lagere N- en P-kunstmestkosten.

Een andere maatregel die bedrijf ZON2 ter vermijding van suboptimale N-bemesting kan nemen, is het vergroten van de aanvoer van dierlijke mest, zodat geprofiteerd kan worden van het verschil tussen de wettelijke en landbouwkundige N-werking. Om binnen de P-gebruiksnorm te blijven zou de extra mest dan ingezet moeten worden vóór de vroege spinazieteel. In dat geval wordt kunstmestfosfaat vervangen door fosfaat in dierlijke mest. Aankoop van kunstmest-fosfaat kan geheel achterwege blijven en opbrengstderivingen zijn niet aan de orde. Door toepassing van varkensdrijfmest in spinazie (20 m³ per ha) kan de aanvoer van dierlijke mest op bedrijfsniveau toenemen van 126 kg N en 74 kg P₂O₅ per ha in het referentie-scenario tot 137 kg N en 80 kg P₂O₅ per ha. Vanwege de vroege zaaidatum van spinazie moet de mest wel vroeg (vóór half maart) worden toegediend. Hierdoor nemen wel de risico's van structuurschade toe. Deze optie is niet economisch doorgerekend.

Door de verlaagde N-bemesting bij bedrijf ZON2 daalt het nitraatgehalte naar 62, 112 en 74 mg bij respectievelijk Gt IV, Gt VII en Gt-gewogen. Daarnaast is het P-overschot iets afgenomen door de lagere kunstmest P-gift. Bij de andere bedrijven is het milieuresultaat gelijk aan dat van het referentie-scenario.

Pw 30

Omdat er bij de doorrekening geen sprake was van interactie met de N-bemesting, worden de resultaten niet apart in tabelvorm weergegeven, maar wordt hier volstaan met een korte beschrijving van de resultaten.

Door de hogere P-behoefte stijgt de P-aanvoer in het referentie-scenario. Deze bedraagt 93, 93, 99 en 136 kg P₂O₅ per ha bij respectievelijk bedrijven NON1, NON2, ZON1 en ZON2. Vooral op bedrijf ZON2 is de aanvoer hoog door een relatief hoog aandeel P-behoefte gewassen (spinazie en aardappelen). De bedrijven op zuidoostelijk zand hebben hiermee een hogere P-aanvoer dan de gebruiksnorm van 95 kg P₂O₅/ha. De hoge P-aanvoer leidt tot hoge P-overschotten: 52, 53, 50 en 85 kg P₂O₅ per ha op respectievelijk bedrijf NON1, NON2, ZON1 en ZON2.

Bij zowel het 95%- als het 80%-scenario is de kunstmestgift verlaagd om te voldoen aan de gebruiksnorm van respectievelijk 90 en 80 kg P₂O₅ per ha. Op bedrijf NON1 en NON2 leidt dit niet tot opbrengstderiving omdat wordt gekort bij zomergerst (weinig P-behoefte). Op bedrijven ZON1 en ZON2 worden waspeen en spinazie onder advies bemest. In vergelijking met Pw 45 leidt dit tot een geringe kostenstijging bij ZON1 (circa € 5 per ha) en bij ZON2 zelfs tot een kostendaling. Dit komt doordat de besparing op kunstmestfosfaat meer oplevert dan de financiële opbrengstderiving. Bij waspeen is het omgekeerde het geval door het veel hogere financiële saldo. Deze opbrengstderiving kan voorkomen worden door een deel van de varkensdrijfmest te vervangen door runderdrijfmest. Door de ruime N/P-verhouding in deze mestsoort wordt met mest minder P aangevoerd waardoor er meer ruimte resteert om waspeen weer optimaal met kunstmestfosfaat te bemesten. Randvoorwaarde is uiteraard dat runderdrijfmest beschikbaar moet zijn. Deze maatregel is niet economisch doorgerekend.

Voor het nitraatgehalte heeft het verlagen van de P-bemesting vrijwel geen gevolgen. De N-bemesting verandert niet en de opbrengstdaling (en daarmee de N-afvoer) is minimaal. Het P-overschot daalt wel, vooral op bedrijf ZON2.

Lagere werking dierlijke mest

In de voorgaande berekeningen is uitgegaan van een optimale toediening van mest. Dit is te bereiken door de mest te injecteren en vlak vóór het poten, planten of zaaien toe te dienen. Daarmee wordt in geval van varkensdrijfmest een hogere werking (70-75%) verkregen dan de wettelijke werkingscoëfficiënt van 60%. Hierdoor wordt de reductie van de gebruiksnorm grotendeels opgevangen. Er zijn echter situaties denkbaar dat deze hoge werking niet wordt gerealiseerd. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de mest niet direct wordt geïnjecteerd maar in twee werkgangen wordt toegediend of wanneer de mest ver voor het zaaien of planten wordt toegediend. Ook kan door een afwijkende

mestsamenstelling de werking lager zijn. Daarom zijn ook berekeningen uitgevoerd met een werking van 60%. Deze situatie is tevens vergelijkbaar met die van gebruik van enkel kunstmest.

Bij een N-werking van 60% is bij het 95%-scenario op alle vier bedrijven de nalevering van het bietenblad voldoende om aan de gebruiksnorm te voldoen. Bij het 80%-scenario is op alle bedrijven toepassing van NBS (in combinatie met een lagere basisgift) noodzakelijk. Op de akkerbouwbedrijven op het zuidoostelijk zand wordt daarnaast aan de korrelmaïs geen mest meer gegeven, omdat met kunstmest een besparing van 20% op de gift kan worden gerealiseerd wanneer deze als rijenbemesting wordt toegediend. Op alle vier bedrijven zijn de genoemde maatregelen echter niet voldoende zodat ook suboptimaal moet worden bemest. De totale kosten t.o.v. de referentie (kosten extra maatregelen en financiële opbrengstderving) lopen uiteen van circa € 65 tot € 120 per ha.

Wanneer geen N-besparende maatregelen worden toegepast of wanneer deze door ongunstige weersomstandigheden geen besparing opleveren neemt de opbrengstderving toe. De hiermee gepaarde gaande kosten lopen dan uiteen van circa € 170 tot € 250 per ha.

Sector Vollegrondsgroenten

Pw 45

De resultaten van de scenarioberekeningen van de drie modelbedrijven zijn weergegeven in Tabel 5. Hieronder volgt een toelichting per scenario.

Referentie

De behoefte aan werkzame N op de drie bedrijven varieert van 136 tot 237 kg N per ha. Ook hier wijkt deze iets af van de wettelijke gebruiksnorm in het referentie-scenario, vanwege eerder genoemde redenen. De N-behoefte wordt volledig gedekt door dierlijke mest en kunstmest. Er is geen bijdrage door N-nalevering uit gewasresten.

De P-aanvoer varieert van 57-96 kg P₂O₅ per ha en vindt op bedrijven vgg5 en vgg6 grotendeels plaats in de vorm van dierlijke mest. Op vgg4 wordt ook relatief veel kunstmest gebruikt. Dit komt door het relatief hoge aandeel fosfaatbehoefte gewassen dat geen dierlijke mest ontvangt en daarom met kunstmest in de behoefte moet worden voorzien.

Het N-bodemoverschot loopt uiteen van 149-161 kg N per ha. Het hieruit afgeleide nitraatgehalte in het grondwater loopt uiteen van 85-92, 155-167 en 103-111 bij respectievelijk Gt IV, VII en Gt-gewogen. De norm van 50 mg per liter wordt in alle situaties sterk overschreden. De niveaus liggen aanzienlijk hoger dan op de akkerbouwbedrijven. Het P-overschot varieert van 47-67 kg P₂O₅ per ha. Ook dit is hoger dan op de akkerbouwbedrijven. De belangrijkste reden hiervoor is de lagere gewasafvoer.

100%-scenario

Ten opzichte van de referentie zijn nauwelijks aanpassingen nodig. Alle vollegrondsgroentebedrijven voldoen aan de gebruiksnorm voor stikstof. Wat betreft fosfaat is alleen bij vgg5 de P-aanvoer met 96 kg P₂O₅/ha net te hoog. Een zeer geringe verlaging van de kunstmestgift is voldoende om aan de norm te voldoen. Dit heeft geen gevolgen voor de opbrengst. De kengetallen zijn vrijwel gelijk aan de referentie en zijn daarom niet in Tabel 6 weergegeven.

95%-scenario

Reductie van de N-gebruiksnorm levert op geen van de bedrijven een probleem op. De reductie wordt meer dan gecompenseerd door het verschil tussen de hoeveelheid wettelijke en landbouwkundige werkzame N uit dierlijke mest.

Wat betreft de fosfaatgebruiksnorm moet alleen op bedrijf vgg5 de kunstmestgift wordt verlaagd. Dit heeft een geringe opbrengstderving tot gevolg. Na verrekening met de kunstmestkosten levert dit een geringe saldoerlaging van € 6 per ha.

Omdat geen aanpassingen nodig zijn in de bedrijfsvoering is de nitraatuitspoeling gelijk aan die in het referentie-scenario. Het P-overschot op bedrijf vgg5 daalt met 6 kg P_2O_5 per ha. Bij de andere twee bedrijven is er geen verschil met de referentie.

80%-scenario

In dit scenario zijn op alledrie bedrijven aanpassingen nodig. Bij gewassen waarbij een NBS-systeem operationeel is, is deze toegepast en daar waar mogelijk zijn groenbemesters geteeld. Hiertoe is wel de mestinzet bij prei verlaagd (van 30 naar 20 m^3 per ha), omdat een NBS-systeem een lagere basisgift vereist. Alleen bij vgg4 moet ook dan enigszins onder advies (circa 2%) worden bemest. Doordat de mestgift aan de niet-fosfaatbehoefte prei is verlaagd ontstaat er weer voldoende ruimte voor kunstmestfosfaat voor de P-behoefte gewassen zodat niet onder advies hoeft te worden bemest.

Totaal leveren de maatregelen een kostenstijging op van circa € 280, € 55 en € 35 per ha (kosten maatregelen + opbrengstderving door suboptimale N-bemesting) voor respectievelijk bedrijven vgg4, vgg5 en vgg6. Er hoeven alleen voor N maatregelen te worden genomen.

Door de verlaagde N-aanvoer daalt het nitraatgehalte op alledrie de bedrijven. De daling is het grootst op bedrijf vgg4 omdat op dit bedrijf het volledige bouwplan uit gevoelige gewassen bestaat en daardoor de N-bemesting het sterkst omlaag moet.

Door de verlaging van de P-aanvoer daalt ook het P-overschot op alledrie bedrijven.

Pw 30

Deze situatie levert alleen voor bedrijven vgg4 en vgg5 andere uitkomsten. Op bedrijf vgg6 kan door de lage fosfaatbehoefte van de geteelde gewassen bij beide Pw's volgens fosfaatbehoefte worden bemest.

Door de hogere P-behoefte stijgt de P-aanvoer in het referentie-scenario naar 199 en 140 kg P_2O_5 per ha op respectievelijk bedrijven vgg4 en vgg5. Deze aanvoer overstijgt ver de toegestane gebruiksnorm in het 100%, 95%- en 80%-scenario van respectievelijk 95, 90 en 80 kg P_2O_5 per ha.

In het 100%- en 95%-scenario kan het probleem worden opgelost door minder kunstmest te geven bij gelijkblijvende mestinzet of door de mestinzet bij prei te verlagen (prei is niet P-behoefte) waardoor er meer ruimte ontstaat voor kunstmest bij de fosfaatbehoefte gewassen en er minder ver onder advies hoeft te worden bemest. Beide strategieën leiden tot aanzienlijke kostenstijgingen in het 95%-scenario van € 270-315 en € 80-165 per ha voor respectievelijk bedrijven vgg4 en vgg5.

Bij het 20%-scenario is de mestgift bij prei op beide bedrijven verlaagd doordat NBS is toegepast. Hierdoor ontstaat er meer ruimte voor kunstmestfosfaat bij P-behoefte gewassen, maar wordt nog wel onder advies bemest. De kostenstijging bedraagt circa € 575 en € 165 per ha voor respectievelijk de bedrijven vgg4 en vgg5.

Lagere werking dierlijke mest

Ook hier zijn berekeningen uitgevoerd met een N-werking van 60% van de dierlijke mest bij een Pw van 45. In het 100%-scenario kan met de oorspronkelijke bemestingsstrategie worden volstaan. In het 95%-scenario is op vgg4 en vgg6 toepassing van NBS in combinatie met een verlaagde mestgift noodzakelijk. De kosten bedragen respectievelijk € 33 en € 9 per ha. Op vgg5 is stikstof geen probleem, maar moet juist de fosfaataanvoer omlaag. Het accepteren van een kleine opbrengstderving is goedkoper dan minder mest inzetten en geeft een saldooverlaging van € 6 per hectare.

Bij het 80%-scenario zorgen maatregelen als het toepassen van NBS, minder mest en het telen van groenbemesters voor een saldooverlaging van € 50 tot € 80 per hectare. Op vgg4 en vooral vgg5 zijn deze maatregelen echter niet voldoende en moet suboptimaal worden bemest, waardoor het saldo op beide bedrijven met nog eens ca. € 600 per hectare afneemt.

Wanneer geen N-besparende maatregelen worden toegepast of wanneer deze door ongunstige weersomstandigheden geen besparing opleveren neemt de opbrengstderiving toe. De hiermee gepaarde gaande kosten zijn fors, uiteenlopend van € 1400 tot € 1800 per ha.

Tabel 5. Bedrijfsmiddelde gebruiksnorm voor stikstof (kg/ha) bij drie niveaus van gewasgebruiksnormen voor gevoelige gewassen, landbouwkundige invulling van de bemesting, additionele kosten ten opzichte van de referentie voor uitvoering van maatregelen (€/ha), kosten voor opbrengstverlies (€/ha) en het berekende milieuresultaat (Akkerbouw).

Eenheid	NON1				NON2				ZON1				ZON2			
	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	
N-aanvoer																
<i>Wettelijk</i>																
- Gebruiksnorm	138	132	115	167	160	138	163	159	159	159	157	138	213	205	179	
- N-totaal uit mest	102	102	102	126	126	126	117	117	117	117	117	117	126	126	126	
- N-werkzaam uit mest (wettelijke norm)	61	61	61	76	76	76	70	70	70	70	70	70	76	76	76	
- N-kunstmest (binnen gebruiksnorm)	77	71	54	91	84	63	93	87	68	93	87	68	138	129	104	
- P ₂ O ₅ -aanvoer kunstmest	6	6	6	3	3	3	9	9	9	9	9	9	11	11	6	
- P ₂ O ₅ -aanvoer met org. mest	60	60	60	74	74	74	68	68	68	68	68	68	74	74	74	
<i>Landbouwkundig</i>																
- N-werkzaam, landbouwkundig advies	135	135	135	163	163	163	159	159	159	159	159	159	211	211	202 ¹	
- N-werkzaam, aanbod:																
- mest	77	77	77	95	95	95	88	88	88	88	88	88	94	94	94	
- gewasresten en groenbemesters	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	5	5	5	
- kunstmest	52	52	52	62	62	62	64	64	64	64	64	64	112	112	102	
Maatregelen (omschrijving in Tabel 7)	-	-	geen	-	Geen	Geen	-	Geen	Geen	-	Geen	Geen	-	Geen	2,3	
Kosten t.o.v. referentie																
- uitvoering maatregelen	-	-	0	-	0	0	-	-	0	-	0	0	-	0	1	
- opbrengstderving	-	-	0	-	0	0	-	-	0	-	0	0	-	0	1	
Milieuresultaat																
- P ₂ O ₅ -overschot	25	25	25	37	37	37	28	28	28	28	28	28	34	34	29	
- N-bodemoverschot	79	79	79	105	105	105	86	86	86	86	86	86	118	118	108	
- nitraatgehalte:																
- Gt IV	45	45	45	60	60	60	49	49	49	49	49	49	67	67	62	
- Gt VII	82	82	82	109	109	109	89	89	89	89	89	89	122	122	112	
- gewogen Gt (75% Gt IV, 25% Gt VII)	54	54	54	72	72	72	59	59	59	59	59	59	81	81	74	

¹ Lagere N-behoefte in vergelijking met referentie- en 95%-scenario door toepassing NBS.

Tabel 6. Bedrijfsmiddelde gebruiksnorm voor stikstof (kg/ha) bij drie niveaus van gewasgebruiksnormen voor gevoelige gewassen, landbouwkundige invulling van de bemesting, additionele kosten ten opzichte van de referentie voor uitvoering van maatregelen (€/ha), kosten voor opbrengstverlies (€/ha) en het berekende milieuresultaat (vollegroondgroenten).

Eenheid	Vgg4				Vgg5				Vgg6				
	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	Ref	95%	80%	
N-aanvoer													
<i>Wettelijk</i>													
- Gebruiksnorm	244	232	195	211	201	171	143	136	114				
- N-totaal uit mest	72	72	48	135	135	95	98	98	69				
- N-werkzaam uit mest (wettelijke norm)	43	43	29	81	81	57	57	57	40				
- N-kunstmest (binnen gebruiksnorm)	201	188	166	130	120	113	86	79	74				
- P ₂ O ₅ -aanvoer kunstmest	47	47	47	17	11	18	0	0	0				
- P ₂ O ₅ -aanvoer met org. mest	42	42	28	79	79	56	57	57	41				
<i>Landbouwkundig</i>													
- N-werkzaam, landbouwkundig advies	237	237	211 ¹	201	201	190 ¹	136	136	128 ¹				
- N-werkzaam, aanbod:													
- mest	54	54	36	101	101	71	70	70	49				
- gewasresten en groenbemesters	0	0	9	0	0	6	0	0	5				
- kunstmest	183	183	166	100	100	113	66	66	74				
Maatregelen (omschrijving in Tabel 7)	-	Geen	1,3,4,5	-	2	3,4,5	-	Geen	3,4,5				
Kosten t.o.v. referentie													
- uitvoering maatregelen	-	0	83	-	-3	55	-	0	36				
- opbrengstderving	-	0	196	-	5	0	-	0	0				
Milieuresultaat													
- P ₂ O ₅ -overschot	50	50	37	67	61	44	47	47	31				
- N-bodemoverschot	149	149	111	161	161	136	160	160	140				
- nitraatgehalte:													
- Gt IV	85	85	63	92	92	77	91	91	80				
- Gt VII	155	155	115	167	167	141	166	166	146				
- gewogen Gt (75% Gt IV, 25% Gt VII)	103	103	76	111	111	93	110	110	96				

¹ Lagere N-behoefte in vergelijking met referentie- en 95%-scenario door toepassing NBS.

Tabel 7. *Overzicht van maatregelen (akkerbouw en vollegrondsgroenten) ter beperking van de bemesting.*

Nr.	Maatregel
1	Suboptimale N-bemesting van gewassen
2	Suboptimale P-bemesting van gewassen
3	Toepassing N-bijmeststelsel (NBS)
4	Telen van vanggewas
5	Verlaging mestinzet

Eindwaarden voor Pw-getal bij akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven

Gegeven fosfaatoverschot en initieel Pw-getal kan met behulp van vergelijking (3) (zie pagina 16) een beeld geschetst worden van te verwachten veranderingen in de tijd van het Pw-getal en van uiteindelijk te bereiken eindwaarden van het Pw-getal. Ter illustratie geeft Tabel 8, uitgaande van twee initiële Pw's, voor een range van (in de tijd constante) fosfaatoverschotten het te bereiken Pw-getal na 10 en 30 jaar en de uiteindelijke eindwaarde.

Tabel 8. *Te verwachten Pw-getal na 10 en 30 jaar en het eindwaarde Pw-getal bij uiteenlopende constante P₂O₅-overschotten bij twee initiële waarden van het Pw-getal (45 en 30).*

P ₂ O ₅ -overschot	70	60	50	45	40	35	30	25	20
Initiële Pw =45									
Pw-getal na 10 jaar	44	42	39	38	37	36	35	34	33
Pw-getal na 30 jaar	43	39	35	33	31	29	28	26	24
Eindwaarde Pw	43	38	34	32	29	27	26	24	22
Initiële Pw =30									
Pw-getal na 10 jaar	36	34	32	31	30	29	28	27	26
Pw-getal na 30 jaar	41	37	33	31	30	28	26	24	23
Eindwaarde Pw	43	38	34	31	29	27	26	24	22

Hoe Pw-getallen op de modelbedrijven zich in de loop van de tijd zullen ontwikkelen, is bij uitstek een lange-termijn proces. Om die reden zijn het referentie-, 95%- en 80%-scenario hier losgelaten, omdat die scenario's 'slechts' betrekking hebben op het tijdvak tot 2009.

Om een doorkijk te kunnen geven naar de te verwachten trend van het Pw-getal op langere termijn op de modelbedrijven, dient een inschatting te worden gemaakt van de ontwikkeling van het fosfaatoverschot op langere termijn. Een inschatting van de ontwikkeling van het fosfaatoverschot op elk modelbedrijf is gemaakt aan de hand van de volgende aannames:

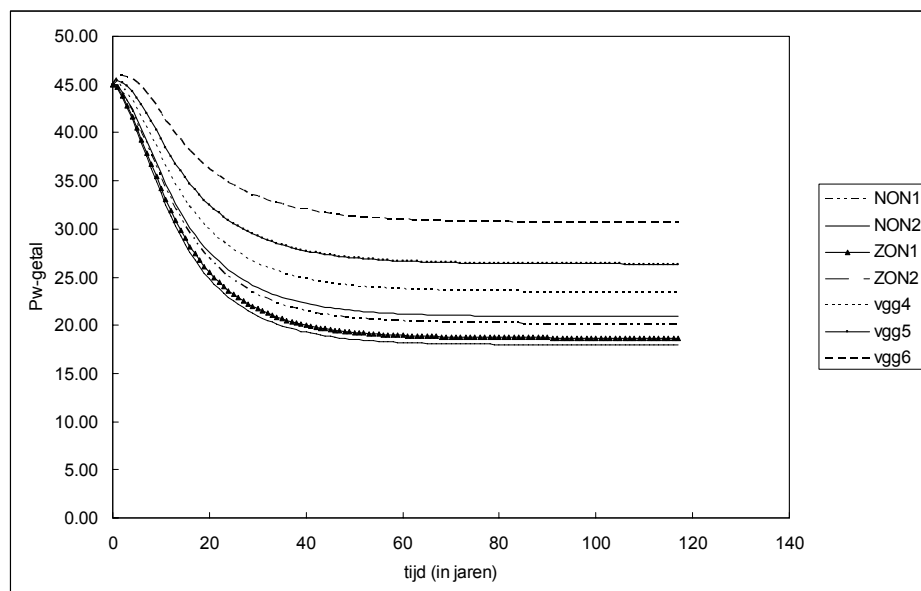
- fosfaatgebruiksnormen worden geleidelijk aangescherpt in de periode 2005-2015 als aangegeven in de Kamerbrief van de Minister van LNV van 19 mei 2004; in 2015 bedraagt de fosfaatgebruiksnorm 60 kg P₂O₅ per ha;
- telers vullen de fosfaatgebruiksnorm volledig op, is het niet om aan het gewasgerichte advies te voldoen, dan wel om 'voldoende' organische mest aan te kunnen voeren;
- de fosfaatafvoer via gewasproducten blijft ook op termijn gelijk aan die in het referentie-scenario.

Op grond van deze aannames kan het fosfaatoverschot per modelbedrijf berekend worden als fosfaataanvoernorm - fosfaatafvoer. Doordat de fosfaataanvoernormen tot 2015 geleidelijk zullen worden aangescherpt, nemen fosfaatoverschotten op de modelbedrijven tot die tijd geleidelijk af en blijven daarna constant (Tabel 9).

Tabel 9. Schattingen van de ontwikkeling van het fosfaatoverschot op de modelbedrijven op langere termijn als gevolg van aanscherping van de fosfaatgebruiksnorm tot het jaar 2015.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2015
NON1	69	49	44	39	34	29	24	19	14
NON2	72	52	47	42	37	32	27	22	17
ZON1	65	45	40	35	30	25	20	15	10
ZON2	62	42	37	32	27	22	17	12	7
vgg4	79	59	54	49	44	39	34	29	24
vgg5	87	67	62	57	52	47	42	37	32
vgg6	98	78	73	68	63	58	53	48	43

Door de fosfaatoverschotten uit Tabel 9 in te vullen in vergelijking 3 kan voor elk modelbedrijf het verloop van het Pw-getal in de tijd weergegeven worden. Figuur 2 is de weerslag daarvan, uitgaande van een initiële Pw van 45. Uit de figuur blijkt dat eindwaarden van het Pw-getal pas na tientallen jaren bereikt worden en zich bewegen tussen de 18 en 31. Binnen deze range worden de lagere eindwaarden (18-21) bereikt op bedrijven met een relatief hogere fosfaatafvoer: de akkerbouwbedrijven. De fosfaatafvoer op vollegrondsgroentebedrijven is relatief laag en hierdoor zijn de eindwaarden op deze bedrijven wat hoger (23-31).



Figuur 2. Te verwachten trend van het Pw-getal op de modelbedrijven onder invloed van aanscherping van de fosfaatgebruiksnorm tot het jaar 2015, uitgaande van een initiële Pw van 45. Uitgaan van andere initiële Pw's heeft geen invloed op uiteindelijk te bereiken eindwaarden.

Sector Bloembollen

Kanttekeningen bij de landbouwkundige stikstofbehoefte versus de gebruiksnorm

Voordat resultaten van de berekeningen gepresenteerd worden, eerst enige kanttekeningen rondom de vaststelling van de landbouwkundige behoefte in relatie tot de gebruiksnorm zoals die door de WOG is berekend.

De gewasgerichte N-gebruiksnormen zijn afgeleid van de bemestingsadviezen. Omdat de meeste adviezen bij bloembollen zijn gebaseerd op het stikstofbijmeststelsel (NBS) zijn de feitelijke N_{min}-waarden die worden gemeten gedurende het groeiseizoen bepalend voor de hoeveelheid stikstof die wordt aangevoerd. De N_{min}-waarden die in de praktijk worden gevonden variëren sterk tussen bedrijven, percelen en jaren. Hiermee hangt samen dat ook de feitelijke hoeveelheid stikstof die per jaar wordt toegediend sterk zal variëren tussen bedrijven, percelen en gewassen. Ook het jaareffect is groot, waardoor de totale stikstofgift tot ongeveer 40 kg/ha hoger of lager uit kan pakken dan het gemiddelde.

Ten behoeve van schattingen van benodigde stikstofaanvoer vanuit het bemestingsadvies zijn N_{min}-waarden nodig. Voor de duinzandgronden zijn deze afgeleid van gemeten waarden uit de praktijk en van proefbedrijven door Schreuder (2000); (Tabel 10). De waarden in Tabel 10 voor overig zand zijn geschatte waarden. De N_{min}-waarden voor duinzand in deze tabel zijn gebaseerd op situaties met gebruik van relatief veel dierlijke mest. In de huidige praktijk is de aanvoer van dierlijke mest flink afgenomen door lagere doseringen en door vervanging door composten. Hierdoor zal de mineralisatie zijn afgenomen, hetgeen effect zal hebben op de gemiddelde hoeveelheid N_{min} die gemeten wordt. Bij het opstellen van de gebruiksnormen door de WOG is een mineralisatie verondersteld welke is gebaseerd op de situatie met gebruik van veel dierlijke mest. In de voorliggende studie zijn deze cijfers gecorrigeerd voor de huidige situatie waarin veel stalmest is vervangen door compost en de stikstofmineralisatie lager is. Voor alle gewassen is aangehouden dat de som van de N_{min}-waarden van het advies 30 kg/ha lager uitvalt. Hierdoor wordt de gehanteerde stikstofbehoefte van de gewassen 30 kg/ha hoger dan de WOG-cijfers.

Er wordt bij de bepaling van de behoefte van het gewas geen rekening gehouden met de aanvoer van werkzame stikstof en van fosfaat uit stro. Als dit zou moeten worden meegenomen, wordt de aanvoerruimte voor werkzame stikstof en fosfaat kleiner. De aanvoer van nutriënten uit stro is wel meegenomen in de berekening van de overschotten.

Ten opzichte van eerdere berekeningen door de WOG is ook de geschatte N_{min} voor overig zand akkerbouw en overig zand veeteelt naar beneden bijgesteld. Nieuwe informatie leert dat de N_{min}-waarden die werden gehanteerd te hoog waren geschat. Gevolg hiervan is dat de berekende stikstofbehoefte voor lelie op overig zand op 100 kg/ha komt ten opzichte van de gebruiksnorm van 65 kg/ha. Bij lelies geteeld op gescheurd grasland wordt een extra nalevering van 40 kg/ha gerekend.

Tabel 10. N_{min}-waarden (kg/ha, laag 0-30 cm) die worden gebruikt bij stikstofbemesting met het stikstofbijmeststelsel (NBS) voor bepaling Landbouwkundig advies.

Maand	Duinzandgrond N _{min}	Overig zand, akkerbouw N _{min}	Overig zand, veeteelt N _{min}
Eind maart	10	10	25
Eind april	35	35	40
Eind mei	35	35	40
Eind juni	35	35	40
Eind juli	40	40	45
Eind augustus	45	45	50

Resultaten

Zoals vermeld op pagina 17 zijn de scenarioberekeningen uitgevoerd bij een Pw van 25. Op de bedrijven worden veel groenbemesters geteeld. Bij de uitgangssituatie MINAS 2003 wordt de groenbemester bemest met 30 kg stikstof per ha en wordt voor een geslaagde teelt een nawerking van 15 kg/ha aangehouden. Verondersteld wordt dat in twee van de drie teelten de groenbemester slaagt. Bij de verschillende scenario's met gebruiksnormen wordt de groenbemester niet meer bemest. Een nawerking van 15 kg/ha wordt alleen gerekend wanneer een groenbemester wordt gezaaid op een hyacintenperceel dat met stalmest is bemest.

Door het korte groeiseizoen van de voorjaarsbloeiërs is de landbouwkundige werking van organische mest lager dan de wettelijke werking.

In de verschillende scenario's is veel gebruik gemaakt van beddenbemesting als maatregel. Omdat de aanschaf van een beddenbemester op bedrijfsniveau telt, variëren de kosten per ha per bedrijf. De mogelijke kunstmestbesparing met beddenbemesting is optimistisch geschat. Met de huidige stand van de techniek van beddenbemesters is de besparing 12 tot 17% op het kunstmestgebruik. Hier wordt met een besparing van 20% op het kunstmestgebruik gerekend. Dat zou tot de mogelijkheden moeten behoren bij een verdere ontwikkeling van beddenbemesters.

Referentie

De aanvoer van werkzame stikstof varieert van hoger dan 200 kg/ha (BL1 en BL2 op westelijk zand) tot 84 kg/ha (BL4a Leliebedrijf).

De P-aanvoer varieert van 40 kg/ha tot 94 kg/ha en is afkomstig uit kunstmest (40 kg/ha) of helemaal uit organische mest (94 kg/ha).

Het bodemoverschot loopt uiteen van 101 kg/ha (BL4a Leliebedrijf) tot bijna 400 kg/ha (BL1, westelijk zandbedrijf met diepe bouwvoor). De hoge waarden zijn afkomstig van de westelijke zandbedrijven. Op deze bedrijven worden hoge nitraatgehalten berekend. Deze berekende nitraatgehalten zijn veel hoger dan die in de praktijk worden aangetroffen in het grondwater van de westelijke zandgronden. In de discussie wordt hierop nader ingegaan.

100%-scenario

Door beddenbemesting toe te passen en zo efficiënter stikstof aan te voeren kan voldaan worden aan de gebruiksnorm op de westelijke zandbedrijven BL1 en BL2. Het westelijke zandbedrijf BL3 en de leliebedrijven in Noordoost Nederland kunnen echter niet aan de gebruiksnormen voldoen.

Op bedrijf BL4 is gerekend met gebruik van varkensdrijfmest. Doordat de landbouwkundige N-werking hoger is dan de wettelijke kan het verschil tussen de stikstofbehoefte en de toegestane aanvoer verkleind worden en het opbrengstverlies beperkt blijven. Doordat echter vooral bij lelie op het oostelijk zand de landbouwkundige behoefte hoger is dan de gebruiksnorm, is de combinatie van beddenbemesting en mestsoortkeuze niet voldoende om aan de gebruiksnormen te voldoen. Op bedrijf BL4-veenkoloniën wordt lelie geteeld in een akkerbouwrotatie en is de stikstofnawerking lager dan op bedrijf BL4 waar op een deel van het areaal nalevering vanuit het gescheurde grasland is. De opbrengstderving is daardoor groter op bedrijf BL4-veenkoloniën dan op bedrijf BL4. De nitraatgehalten op de bedrijven op het oostelijk zand liggen rond de 50 mg/l of iets daarboven, afhankelijk van de Gt. De fosfaatbemesting levert weinig tot geen problemen op.

95%-scenario

De korting van de gebruiksnorm van gevoelige gewassen met 5% levert problemen op bij de bedrijven. Ondanks dat via beddenbemesting de stikstof efficiënter aangevoerd wordt, is dit niet voldoende om aan de gebruiksnormen te kunnen voldoen. Daarom moet het gewas suboptimaal worden bemest waardoor opbrengstderving optreedt.

Doordat het gewas lelie als niet-gevoelig is aangemerkt is, speelt het 95%-scenario niet op de bedrijven BL4 en BL4-veenkoloniën.

De fosfaatbemesting levert weinig tot geen problemen op.

De nitraatgehalten zijn wat afgenomen door aanpassing van de organische bemesting en efficiëntere stikstofbemesting. Het fosfaatoverschot blijft nagenoeg gelijk.

80%-scenario

Ten opzichte van het 95%-scenario zijn er weinig extra maatregelen in te zetten. De verdere reductie van de gebruiksnorm naar 80% geeft daarom grotere opbrengstreducties. Op bedrijf BL3 is deze nog deels beperkt door aanpassingen in de organische bemesting. Doordat het gewas lelie als niet-gevoelig is aangemerkt, speelt het 80%-scenario niet op de bedrijven BL4 en BL4-veenkoloniën.

De fosfaatbemesting levert weinig tot geen problemen op.

Door verlaging van de aanvoer nemen de nitraatgehalten verder af. Op het westelijke zand liggen de berekende waarden nog steeds vrij hoog, 67 tot 169 voor Gt IV. Hoger dan in de praktijk worden gevonden, maar zoals eerder gesteld wordt hier in de discussie verder op ingegaan.

Tabel 11. Bloembollen: Bedrijfsgemiddelde gebruiksnorm voor stikstof (kg/ha) bij drie niveaus van gewasgebruiksnormen voor gevoelige gewassen, landbouwkundige invulling van de bemesting, additionele kosten ten opzichte van de referentie voor maatregelen (€/ha), kosten voor opbrengstverlies (€/ha) en het berekende milieuresultaat.

N-aanvoer	Eenheid	BL1			BL2			BL3			BL4			BL4veenkoloniën		
		Ref	100%	95%	80%	Ref	100%	95%	80%	Ref	100%	95%	80%	Ref	100%	
<i>Weetelijk</i>																
- Gebruiksnorm	kg/ha	168	168	160	135	148	141	121	101	101	97	87	65	65	65	
- N-totaal uit mest	kg/ha	178	155	155	155	115	115	115	69	69	69	36	30	37	0	
- N-werkzaam uit mest (wettelijke norm)	kg/ha	26	20	20	20	19	19	19	12	12	12	6	6	17		
- N-kunstmest (binnen gebruiksnorm)	kg/ha	142	149	140	115	129	123	102	80	80	77	77	59	48	65	
- P ₂ O ₅ -aanvoer kunstmest	kg/ha	0	0	0	0	16	16	16	25	25	25	31	27	20	40	
- P ₂ O ₅ -aanvoer met org. mest	kg/ha	94	74	74	74	63	63	63	37	37	37	21	13	35	0	
<i>Landbouwkundig</i>																
- N-werkzaam, landbouwkundig advies	kg/ha	228	166	166	166	204	147	147	130	99	99	99	84	68	100	
- N-werkzaam, aanbod:																
- mest	kg/ha	16	12	12	12	13	13	13	9	9	9	5	7	22	0	
- gewasresten en groenbemesters	kg/ha	10	5	5	5	8	4	4	4	3	3	2	0	0	0	
- kunstmest	kg/ha	202	149	140	115	183	130	123	102	117	80	77	77	48	100	
Maatregelen (omschrijving Tabel 12)	—	1,2	1,2,5	1,2,5	1,2,5	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3,5	1,4,5	1,4,5	1,5	
Kosten t.o.v. referentie																
- uitvoering maatregelen	€/ha	0	573	568	568	0	221	221*	222	0	26	26	8	0	95	0
- opbrengstderiving	€/ha	0	0	1816	9384	0	0	2358	9138	0	3905	5680	7810	0	1519	0
Milieuresultaat																
- P ₂ O ₅ -overschot	kg/ha	90	70	70	72	73	73	75	53	53	53	43	29	30	36	37
- N-bodemoverschot	kg/ha	398	323	315	296	302	260	255	188	152	149	118	101	55	121	89
- nitraatgehalte:																
- Gt IV	mg/l	227	184	179	169	172	148	145	107	86	85	67	58	31	69	51
- Gt VII	mg/l	412	334	326	307	313	270	264	194	157	155	122	105	57	126	92
- gewogen Gt (75% Gt IV, 25% Gt VII)	mg/l	273	222	216	203	207	179	175	164	129	104	102	81	69	83	61

* +kosten toedienen drijfmest.

Tabel 12. Bloembollen: Overzicht van maatregelen ter beperking van de bemesting.

Nr.	Maatregel
1	Toepassen beddenbemesting
2	Organische bemesting aanpassen: vervanging van stalmest door natuurcompost
3	Organische bemesting aanpassen: gebruik groencompost in plaats van GFT-compost en verlagen stalmestgift
4	Organische bemesting aanpassen: gebruik varkensdrijfmest
5	Suboptimale kunstmestbemesting

Sector Boomteelt

Een overzicht van de resultaten van de berekeningen voor de modelbedrijven wordt gegeven in Tabel 14. De doorgerekende varianten betreffen verschillende niveaus van gewasgebruiksnormen voor gevoelige gewassen. Tabel 2 geeft een overzicht van de gewassen op de bedrijven en welke gewassen als gevoelig worden aangemerkt. Tevens wordt voor die gewassen het landbouwkundig advies gegeven, de berekende gift bij de gebruiksnorm in het 80%-scenario en de bijbehorende berekende opbrengstderving. De maatregelen die genomen zijn om stikstof te besparen en opbrengstderving te voorkomen zijn via nummering en beschrijving (Tabel 13) opgenomen in Tabel 14. In Bijlage IX is een overzicht gegeven van de aanvoer van organische producten per bedrijf per variant.

Tabel 13. Overzicht van maatregelen ter beperking van de bemesting in de boomkwekerij.

Nr.	Maatregel
1	Verminderen aanvoer organische producten op te planten gewas tot gewasbehoefte aan werkzame N
2	Geen aanvoer meer van organische producten op boomteeltgewassen
3	Vervangen van drijfmest door stalmest op boomteeltgewassen
4	Vervangen van rundveedrijfmest door varkensdrijfmest
5	Vervangen van stalmest door GFT-compost
6	Verminderen van de aanvoer van GFT-compost bij gelijkblijvende aanvoer van stalmest
7	Geen (GFT-) compost en aanvoer van werkzame N op te planten gewassen in de vorm van vaste stalmest
8	Suboptimale kunstmestbemesting

Bedrijf Bo01

Bij Bo01 is de organische bemesting verlaagd om aan de gebruiksnorm van 100% te voldoen (Tabel 14). Hoewel dit bedrijf bij de referentie binnen de MINAS 2003-ruimte bemest had, was deze aanvoer hoger dan de aanvoer zoals maximaal kan volgens de gebruiksnormen. Dit komt omdat de behoefte aan werkzame stikstof op het in te planten gewas doorgaans laag is en veel lager dan binnen MINAS 2003 is aangevoerd. Als de organische bemesting echter aangepast wordt aan de behoefte aan werkzame stikstof kunnen alle gewassen optimaal van stikstof worden voorzien en treedt er geen groeireductie op door stikstoftekort (Bijlage VIII, kolom 11). Als dit bedrijf de organische bemesting niet zou hebben aangepast, maar alleen de kunstmestgift, dan zou er een opbrengstdaling hebben plaatsgevonden bij alle gewassen die geen organische bemesting hebben ontvangen (Bijlage VIII, kolom 9). Dit komt omdat de werkzame stikstof nu gegeven wordt aan gewassen die minder nodig hebben en dit gaat ten koste van de bemesting van gewassen die de werkzame stikstof wel nodig hebben.

Om aan de gebruiksnormen van het 95%- en 80%-scenario te kunnen voldoen, is de organische bemesting steeds verder teruggebracht, totdat aan de behoefte van werkzame stikstof van het in te planten gewas voldaan was (maatregelen 1, 2, 6 en 7). Daarmee komt kunstmeststikstof beschikbaar voor de bemesting van de tweedejaars gewassen. Deze hoeveelheid werkzame kunstmeststikstof is voldoende om alle gewassen landbouwkundig optimaal van stikstof te voorzien. De kunstmestgift neemt toe en brengt hogere kosten (volume, toediening) met zich mee.

Dit weegt echter niet op tegen de kostenbesparing als gevolg van de verminderde aanvoer van organische mest. Uitgaande van het kostenniveau van de referentie wordt bij het aanhouden van de gebruiksnormen van 100% gemiddeld € 46,- per hectare bespaard. De gebruiksnorm in het 80%-scenario komt uit op een besparing van € 83,- per hectare. Het stikstofbodemoverschot daalt van 113 kg N ha⁻¹ bij de referentie tot 45 kg N ha⁻¹ in het 80%-scenario. In het 100%-scenario voldoet het bedrijf bij een Gt IV aan de nitraatnorm evenals bij een gewogen gemiddelde van Gt IV en VII. De nitraatnorm bij een Gt VII kan alleen gehaald worden als volgens het 80%-scenario bemest wordt. De organische-stofbalans van Bo01 is bij de bemesting volgens de referentie ruim voldoende om de natuurlijke afbraak van ongeveer 2000 kg e.o.s (effectieve organische stof) ha⁻¹ jr⁻¹ te compenseren. Er wordt ongeveer 1600 kg e.o.s. met gewasresten en 1800 kg e.o.s. met de organische bemesting aangevoerd. In het 100%-scenario daalt de aanvoer van e.o.s. met de organische bemesting tot 915 kg ha⁻¹ jr⁻¹, in het 95%-scenario tot 1000 en in het 80%-scenario tot 523 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. In het 80%-scenario is de hoeveelheid nog voldoende om de natuurlijke afbraak te compenseren. Kleine verschillen tussen de e.o.s.-aanvoer bij de verschillende gebruiksnormen worden veroorzaakt door de keuze van de organische producten.

Bedrijf Bo02

Bij Bo02 is de organische bemesting eveneens verlaagd om aan het 100%-scenario (WOG) te voldoen (Tabel 14). Hoewel dit bedrijf bij de referentie binnen de MINAS 2003-ruimte bemest had, was deze aanvoer toch hoger dan de aanvoer zoals maximaal kan volgens de gebruiksnormen. Dit komt omdat de behoefte aan werkzame stikstof op het in te planten gewas doorgaans laag is en veel lager is dan binnen de MINAS 2003 is aangevoerd. Als de organische bemesting echter aangepast wordt aan de behoefte aan werkzame stikstof, kunnen alle gewassen optimaal van stikstof worden voorzien en treedt er geen groeireductie op door stikstoftekort (Bijlage VIII, kolom 11). Als dit bedrijf de organische bemesting niet zou hebben aangepast, maar alleen de kunstmestgift, dan zou er een opbrengstdaling hebben plaatsgevonden bij alle gewassen die geen organische bemesting bij planten hebben ontvangen (Bijlage VIII, kolom 9). Dit komt omdat de werkzame stikstof nu gegeven wordt aan gewassen die minder nodig hebben en dit gaat ten koste van de bemesting van gewassen die de werkzame stikstof wel nodig hebben. Om aan 95%- en 80%-scenario te voldoen, is de organische bemesting steeds verder teruggebracht, totdat aan de behoefte van werkzame stikstof van het in te planten gewas voldaan was (maatregel 1). Ook is bij een in te planten gewas de vaste stalmest vervangen door GFT-compost (maatregel 5), omdat de dosering vaste stalmest om aan de behoefte van werkzame stikstof te voldoen, te laag was om te kunnen verspreiden. De werkzame stikstof in GFT-compost is lager en GFT-compost kan daardoor in grotere hoeveelheden uitgereden worden bij lage behoeften aan werkzame stikstof in het in te planten gewas. Door de vervanging van vaste stalmest door GFT-compost en het verlagen van de dosering vaste stalmest tot de behoefte van het gewas, komt extra kunstmeststikstof beschikbaar voor de bemesting van de meerjarige gewassen. De hoeveelheid werkzame kunstmeststikstof is nu voldoende om alle gewassen landbouwkundig optimaal van stikstof te voorzien. In vergelijking met de referentie levert de vermindering van organische mest en verhoging van de kunstmestgift het bedrijf geld op. De extra kosten van de hogere kunstmest zijn minder hoog dan de besparing door minder stalmest uit te rijden en/of vervanging door GFT-compost. De besparing per hectare bedraagt € 55,- bij het 100%-scenario en € 61,- bij het 95%-scenario. Bij het 80%-scenario wordt een deel van de stalmest door GFT-compost vervangen en komt de besparing iets lager uit (€ 60,-). Het stikstofbodemoverschot daalt van 87 kg N ha⁻¹ bij de referentie (MINAS 2003) tot 51 kg N ha⁻¹ bij de gebruiksnorm 80%. Bij de gebruiksnorm 100% voldoet dit bedrijf op een Gt IV en gewogen Gt reeds aan de nitraatnorm. Bij een Gt VII voldoet dit bedrijf bijna aan de nitraatnorm bij het 80%-scenario, 53 mg l⁻¹ i.p.v. 50 mg l⁻¹ (Tabel 14). De organische-stofbalans van Bo02 is bij de bemesting volgens de referentie (MINAS 2003) ruim voldoende om de natuurlijke afbraak van ongeveer 2000 kg e.o.s ha⁻¹ jr⁻¹ te compenseren. Er wordt ongeveer 1600 kg e.o.s. met gewasresten en 1000 kg e.o.s. met de organische bemesting aangevoerd. Bij het 100%-scenario daalt de aanvoer van e.o.s. met de organische bemesting tot 428 kg ha⁻¹ jr⁻¹, bij 95% tot 421 en bij 80% tot 464 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. Bij het 80%-scenario is de hoeveelheid nog voldoende om de natuurlijke afbraak te compenseren. Kleine verschillen tussen de e.o.s.-aanvoer bij de verschillende gebruiksnormen worden veroorzaakt door de keuze van de organische producten.

Tabel 14. Bedrijfsmiddelde gebruiksnorm voor stikstof (kg/ha) bij de referentie (MINAS 2003) en drie niveaus van gewasgebruiksnormen voor gevoelige gewassen, landbouwkundige invulling van de bemesting, additionele kosten ten opzichte van de referentie voor uitvoering van maatregelen (€/ha), kosten voor opbrengstverlies (€/ha) en het berekende milieuresultaat (Boomteelt).

	Eenheid	Bo01					Bo02					Bo03					Bo04				
		Ref	100%	95%	80%		Ref	100%	95%	80%		Ref	100%	95%	80%		Ref	100%	95%	80%	
N-aanvoer																					
<i>Wettelijk</i>																					
- Gebruiksnorm	kg/ha	52	52	51	49	63	63	62	60	78	78	76	70	61	61	59	52				
- N-totaal uit organische producten	kg/ha	117	67	60	30	93	39	38	37	123	59	45	64	44	36	50					
- N-werkzaam uit organische producten (wettelijke norm)	kg/ha	29	19	12	5	37	15	15	13	74	36	34	27	20	12	20					
- N-kunstmest (binnen gebruiksnorm)	kg/ha	22	33	40	45	26	48	47	47	4	42	43	42	50	47	32					
- Fostaat-totaal uit organische producten	kg/ha	32	24	17	10	53	22	21	20	15	7	8	9	29	18	20					
- Fostaat-kunstmest	kg/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
<i>Landbouwkundig</i>																					
- N-werkzaam, landbouwkundig advies	kg/ha	48	48	48	48	61	61	61	61	74	74	74	74	58	58	58					
- N-werkzaam, aanbod:																					
- mest	kg/ha	29	22	9	3	47	19	19	15	74	36	35	32	20	10	14	25				
- gewasresten en groenbemesters	kg/ha	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4					
- kunstmest	kg/ha	22	33	40	45	26	47	47	47	4	42	42	42	42	50	44	32				
Maatregelen (omschrijving in Tabel 13)	—		1,6,7	1,7	1,2	1	1	1	1,5		1,2	2,3	2,4	1	1,7	1,7,8					
Kosten t.o.v. referentie																					
- uitvoering maatregelen	€/ha	0	-46	-51	-83	0	-55	-61	-60	0	43	57	55	0	-22	-40	-54				
- opbrengstderving	€/ha																				
Milieuresultaat																					
- P-overschot	kg/ha	21	13	7	0	42	11	11	9	10	2	3	4	22	10	7	12				
- N-bodemoverschot	kg/ha	113	68	69	45	87	52	51	51	96	52	52	37	87	76	62	62				
- nitraatgehalte:																					
- Gt IV	mg/l	64	38	39	26	49	29	29	29	55	30	30	21	50	43	35	36				
- Gt VII	mg/l	117	70	71	47	90	54	52	53	100	54	54	39	90	79	64	65				
- gewogen Gt (75% Gt IV, 25% Gt VII)	mg/l	77	46	47	31	59	35	35	35	66	36	36	26	60	52	42	43				

Bedrijf Bo03

Bij Bo03 is de organische bemesting van rundveedrijfmest tot de helft verlaagd om aan het 100%-scenario van de WOG te voldoen (Tabel 14). Hoewel dit bedrijf bij de referentie binnen de MINAS 2003-ruimte bemest had, was deze aanvoer toch hoger dan de aanvoer zoals maximaal kan volgens de gebruiksnormen. Dit komt omdat de behoefte aan werkzame stikstof op het in te planten gewas doorgaans laag is en veel lager dan binnen MINAS 2003 is aangevoerd. Als de organische bemesting echter aangepast wordt aan de behoefte aan werkzame stikstof, kunnen alle gewassen optimaal van stikstof worden voorzien en treedt er geen groeireductie op door stikstoftekort (Bijlage VIII, kolom 11).

Als dit bedrijf de organische bemesting niet zou hebben aangepast, maar alleen de kunstmestgift, dan zou er een opbrengstdaling hebben plaatsgevonden bij alle gewassen die geen organische bemesting bij planten hebben ontvangen (Bijlage VIII, kolom 9). Dit komt omdat de werkzame stikstof nu gegeven wordt aan gewassen die minder nodig hebben en dit gaat ten koste van de bemesting van gewassen die de werkzame stikstof wel nodig hebben. Om aan het 95%-scenario te voldoen, is de organische bemesting steeds verder teruggebracht, totdat aan de behoefte van werkzame stikstof van het in te planten gewas voldaan was (maatregel 1). Bij de teelt van rozenzaailingen en Tagetes is de toediening van drijfmest geheel vervallen (maatregel 2). Ook is bij een in te planten gewas de rundveedrijfmest vervangen door vaste stalmest van 12 ton ha⁻¹ (maatregel 3), omdat de dosering rundveedrijfmest behorende bij de behoefte van werkzame stikstof te laag was om te kunnen verspreiden. De werkzame stikstof in vaste stalmest is lager en kan daardoor in grotere hoeveelheden uitgereden worden bij lage behoeften aan werkzame stikstof van het te planten gewas. Door de vervanging van rundveedrijfmest door vaste stalmest en het verlagen van de dosering rundveedrijfmest tot de behoefte van de gewassen, komt kunstmeststikstof beschikbaar voor de bemesting van de tweedejaars gewassen. De hoeveelheid werkzame kunstmeststikstof is nu voldoende om alle gewassen landbouwkundig optimaal van stikstof te voorzien.

Om aan het 80%-scenario te voldoen wordt er geen stalmest meer toegediend op de in te planten boomteeltgewassen. De beste optie om toch nog organische producten te gebruiken, is om het akkerbouwgewas (suikerbieten) met varkensdrijfmest te bemesten met 25 ton ha⁻¹ (maatregel 4). Bij deze organische bemesting blijft er genoeg kunstmeststikstof over om alle gewassen landbouwkundig optimaal van stikstof te voorzien. Dit is mogelijk omdat bij de toepassing van varkensdrijfmest de landbouwkundige werkingscoëfficiënt hoger ligt dan de wettelijke werkingscoëfficiënt. Daarmee wordt extra ruimte gecreëerd voor stikstofbemesting bij de overige gewassen. Het terugbrengen van de rundveedrijfmest en het vervangen van rundveedrijfmest door varkensdrijfmest (80%-scenario), levert het bedrijf geen besparingen op omdat in de berekeningen uitgegaan wordt van gratis toediening van drijfmest. De extra kunstmest en stalmestgift bij de gebruiksnormen brengen wel extra kosten met zich mee. Bedragen bij het 100%-scenario de extra kosten ten opzichte van de referentie nog € 43,- per hectare, bij het 80%-scenario is dit € 55,- per hectare.

Het stikstofbodemoverschot daalt bij deze maatregelen van 96 kg N ha⁻¹ bij de referentie (MINAS 2003) tot 37 kg N ha⁻¹ bij het 80%-scenario (Tabel 14). Het bedrijf voldoet bij een Gt IV en de gewogen grondwaterstand bij het 100%-scenario aan de nitraatnorm en bij Gt VII bijna (52 mg/l). Dit bedrijf had alleen suikerbiet als gevoelig gewas. Door het verschil in landbouwkundige en wettelijke werkingscoëfficiënt is er geen opbrengstreductie op dit bedrijf. De organische-stofbalans van Bo03 is bij de bemesting volgens de referentie (MINAS 2003) net niet voldoende om de natuurlijke afbraak van ongeveer 2000 kg e.o.s ha⁻¹ jr⁻¹ te compenseren. Er wordt ongeveer 1100 kg e.o.s. met gewasresten en 800 kg e.o.s. met de organische bemesting aangevoerd, samen goed voor 1900 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. Bij het 100%-scenario daalt de aanvoer van e.o.s. met de organische bemesting tot 400 kg ha⁻¹ jr⁻¹, bij 95% tot 445 kg en bij 80% tot 125 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. Bij alle berekeningen is de hoeveelheid e.o.s. onvoldoende om de natuurlijke afbraak te compenseren. Bij de 80% gebruiksnorm is de organische bemesting alleen op het akkerbouwgewas suikerbieten uitgevoerd.

Bedrijf Bo04

Bij Bo04 is de organische bemesting van vaste stalmest tot de helft verlaagd om het 100%-scenario van de WOG te voldoen (Tabel 14). Hoewel dit bedrijf bij de referentie binnen de MINAS 2003-ruimte bemest had, was deze aanvoer toch hoger dan de aanvoer zoals maximaal kan volgens de gebruiksnormen. Dit komt omdat de behoefte aan werkzame stikstof op het in te planten gewas doorgaans laag is en veel lager dan binnen de MINAS 2003 is aangevoerd.

Als de organische bemesting echter aangepast wordt aan de behoefte aan werkzame stikstof, kunnen alle gewassen optimaal van stikstof worden voorzien en treedt er geen groeireductie op door stikstoftekort (Bijlage VIII, kolom 11). Als dit bedrijf de organische bemesting niet zou hebben aangepast maar alleen de kunstmestgift, dan zou er een opbrengstdaling van ongeveer 5% hebben plaatsgevonden bij alle gewassen die geen organische bemesting bij het planten hebben ontvangen (Bijlage VIII, kolom 9). Dit komt omdat de werkzame stikstof nu gegeven wordt aan gewassen die minder nodig hebben en dit gaat ten koste van de bemesting van gewassen die de werkzame stikstof wel nodig hebben.

Om aan het 95%-scenario te voldoen, is de organische bemesting verder teruggebracht (maatregel 1) en/of is bij een teelt (2+0) de compost vervangen door stalmest. De hoeveelheid werkzame kunstmeststikstof is nu voldoende om alle gewassen landbouwkundig optimaal van stikstof te voorzien.

Om aan het 80%-scenario te voldoen is echter meer nodig. Allereerst is de dosering vaste stalmest op het in te planten gewas verlaagd tot de behoefte van het gewas (maatregel 1). Ten tweede is ook bij een andere teelt (1+1) de groencompost vervangen door vaste stalmest en zodanig gedoseerd dat aan de behoefte aan werkzame stikstof wordt voldaan (maatregel 7). Toch zijn deze maatregelen niet voldoende om te compenseren voor de verlaagde gebruiksnormen. Dit bedrijf heeft veel gevoelige gewassen en ondanks het optimaal inzetten van de organische producten kan een opbrengstderving van 2 tot 3% in met name de tweedejaars gewassen niet voorkomen worden (Bijlage VIII, kolom 15). Hier zijn andere, aanvullende maatregelen nodig.

Ten opzicht van de referentie neemt bij het 80%-scenario de kunstmestgift af (lagere kosten). Ook de organische mestgift wordt verder teruggebracht (gehalveerd bij gebruiksnorm -80%). De totale besparingen die hieruit voortvloeien bedragen € 22,- per hectare bij het 100%-scenario en € 54,- per hectare bij het 80%-scenario.

Het stikstofbodemoverschot daalt bij deze maatregelen van 87 kg N ha⁻¹ bij de referentie (MINAS 2003) tot 62 kg N ha⁻¹ bij het 80%-scenario (Tabel 14). Het bedrijf voldoet bij een Gt IV aan de nitraatnorm en bij een gewogen grondwaterstand bij het 100%-scenario bijna aan de nitraatnorm, nl. 52 mg l⁻¹ i.p.v. 50 mg l⁻¹. Bij Gt VII wordt niet aan de nitraatnorm voldaan.

De organische-stofbalans van Bo04 is bij de bemesting volgens de referentie net niet voldoende om de natuurlijke afbraak van ongeveer 2000 kg e.o.s ha⁻¹ jr⁻¹ te compenseren. Er wordt ongeveer 1000 kg e.o.s. met gewasresten en 1600 kg e.o.s. met de organische bemesting aangevoerd, samen goed voor ongeveer 2600 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. Bij het 100%-scenario daalt de aanvoer van e.o.s. met de organische bemesting tot 1400 kg ha⁻¹ jr⁻¹, bij 95% tot 700 kg en bij 80% tot 555 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. Vanaf het 95%-scenario is de hoeveelheid e.o.s. onvoldoende om de natuurlijke afbraak van 2000 kg e.o.s. te compenseren. De hoeveelheid e.o.s. is bij het 95%-scenario ongeveer 1600, bij het 80%-scenario 1500 kg e.o.s ha⁻¹ jr⁻¹.

4. Conclusies en discussie

Sector Akkerbouw

Bij de in deze studie doorgerekende akkerbouwbedrijven kan, uitgaande van een optimale inzet van dierlijke mest en een hoge N-werking van mest, de reductie van gebruiksnormen zowel in het 95%- als in het 80%-scenario worden opgevangen door het verschil tussen landbouwkundige en wettelijke werkzame N uit dierlijke mest. In een enkel geval moeten aanvullende bemestingsmaatregelen worden genomen, zoals toepassen van NBS. Door de geringe schaal waarop dit nodig is zijn de hieruit voortvloeiende kosten verwaarloosbaar.

Het hierboven geschetste gunstige scenario hangt echter sterk af van de omvang van de mestinzet op bedrijfsniveau en van het feit of de hoge N-werking wordt gerealiseerd. De totale stikstofaanvoer via organische mest op de twee noordoostelijke zandbedrijven bedroeg circa 100 en 125 kg N per ha, op de twee zuidoostelijke zandbedrijven circa 120 en 125 kg N per ha. Deze hoeveelheden zijn vergelijkbaar met die van bedrijven in Telen met toekomst in de betreffende regio's. Op de modelbedrijven is uitgegaan van gebruik van varkensdrijfmest. Bij andere mestsoorten is het verschil tussen landbouwkundige en wettelijke werking waarschijnlijk geringer, waardoor zich sneller problemen kunnen voordoen. Ook kan door een minder optimale toediening de N-werking lager uitvallen. Berekeningen met een werking van 60% laten zien dat dan op grotere schaal N-besparende maatregelen nodig zijn en dat er in dat geval ook sprake is van suboptimale N-bemesting. De hieruit voortvloeiende kosten kunnen oplopen tot € 70 per ha. Wanneer N-besparende maatregelen door ongunstige omstandigheden niet het gewenste resultaat opleveren lopen de kosten verder op tot € 120 à € 180 per ha.

Sector Vollegrondsgroenten

Evenals bij de akkerbouwbedrijven kan ook bij de hier doorgerekende groentebedrijven de reductie van de gebruiksnorm grotendeels worden opgevangen door het verschil tussen landbouwkundige en wettelijke werkzame N uit dierlijke mest en aanvullende bemestingsmaatregelen. In het 80%-scenario moet echter één bedrijf suboptimaal met N worden bemest. De kosten kunnen in dat scenario oplopen tot circa € 300 per hectare.

De inzet van varkensdrijfmest op de drie modelbedrijven loopt in de uitgangssituatie uiteen van 70 tot 135 kg N per ha. In Telen met toekomst werd in de jaren 2000 t/m 2003 gemiddeld 105 kg N per ha uit organische mest aangevoerd. De helft daarvan was afkomstig uit dierlijke mest en de andere helft uit plantaardige mestsoorten, zoals compost en champost. De verwachting is dat het verschil tussen wettelijke en landbouwkundige werking bij laatstgenoemde mestsoorten geringer zal zijn dan bij varkensdrijfmest. Wanneer het voordeel van het verschil tussen wettelijke en landbouwkundige werking wegvalt, kunnen de kosten oplopen tot € 100 à € 450 per ha. Wanneer N-besparende maatregelen door ongunstige omstandigheden niet het gewenste resultaat opleveren lopen de kosten verder op tot € 1400 à € 1800 per ha.

De kostenstijgingen op de vollegrondsgroentebedrijven zijn in het algemeen veel sterker dan op akkerbouwbedrijven. Dit komt door de veel hogere financiële saldo's van groentegewassen.

De vollegrondsgroentesector is qua bouwplansamenstelling zeer divers. Het is daarom lastig de gevonden resultaten te generaliseren naar de gehele sector. De gevonden uitkomsten hangen sterk af van de omvang van de mestinzet en vooral de soort mest en het aandeel gevoelige gewassen. Deze kengetallen variëren in de vollegrondsgroentesector doorgaans veel sterker dan in de akkerbouwsector.

Hoogte adviezen

In deze studie is voor de landbouwkundige behoefte uitgegaan van de landelijke N-bemestingsadviezen, zoals vermeld in de Adviesbasis. Voor diverse vollegrondsgroentegewassen leven er in de praktijk twijfels over de hoogte van het advies. Door toegenomen productieniveaus zouden de huidige adviezen te laag zijn. Op dit moment is een actie gestart om de adviezen te actualiseren. Wanneer een hoger advies leidt tot een verhoudingsgewijs vergelijkbare verhoging van de gebruiksnorm zullen de uitkomsten van deze studie naar verwachting niet sterk veranderen.

Immers, ook op de hogere gebruiksnorm wordt een korting van respectievelijk 5 en 20% toegepast. In het geval een naar boven bijgesteld advies vanuit milieuoverwegingen niet (volledig) wordt vertaald in een hogere gebruiksnorm, zijn de economische gevolgen waarschijnlijk groter dan berekend in de huidige studie. Dit komt dan omdat er dan verhoudingsgewijs verder onder advies wordt bemest.

Sector Bloembollen

Bij bloembollen leiden de gebruiksnormen al direct tot hogere kosten voor het uitvoeren van maatregelen om stikstof efficiënter toe te dienen. De uitgevoerde maatregelen, beddenbemesting en aanpassing van de organische bemesting, zijn veelal onvoldoende om te kunnen voldoen aan de landbouwkundige behoefte aan stikstof waardoor er op sommige bedrijven al bij 100% gebruiksnorm een opbrengstderving berekend wordt. De oorzaak hiervan ligt voor het belangrijkste deel in de hogere landbouwkundige stikstofbehoefte van de bloembolgewassen in vergelijking met de gebruiksnorm. Bij het opstellen van de gebruiksnormen door de WOG is een mineralisatie verondersteld welke is gebaseerd op situaties met gebruik van relatief veel dierlijke mest in combinatie met MINAS-vrije organische meststoffen. In de voorliggende studie zijn deze cijfers gecorrigeerd voor de huidige situatie waarin veel stalmest is vervangen door compost en de stikstofmineralisatie lager is. Hierdoor is de stikstofbehoefte van de gewassen 30 kg/ha hoger dan de WOG-cijfers. Bij lelie op overig zand is het verschil tussen stikstofbehoefte en WOG-getal nog iets groter aangezien nieuwe informatie aangeeft dat eerder aangehouden N_{min}-cijfers voor overig zand te hoog zijn.

Bij de akkerbouw en vollegrondsgroenten was er in veel gevallen sprake van een verschil tussen landbouwkundig en wettelijk werkzame N uit mest, zodat in situaties waarbij de landbouwkundige behoefte groter was dan de gebruiksnorm er toch in de gewasvraag naar werkzame stikstof kon worden voorzien. Bij de bloembollen is het nauwelijks mogelijk om vanuit een verschil tussen landbouwkundig en wettelijk werkzame N uit mest extra werkzame stikstof voor het gewas te krijgen. Door het korte groeiseizoen van de voorjaarsbloeiers zal er eerder sprake zijn van een landbouwkundige werking die lager ligt dan de wettelijke hoeveelheid werkzame N. Van de gewassen die lang op het veld staan liggen er perspectieven bij lelie. Bij dahlia wordt weinig gebruik gemaakt van organische mest gezien de lage stikstofbehoefte van dit gewas.

De berekeningen bij bloembollen zijn uitgevoerd bij een P_w van 25. Dit is lager dan voor de andere sectoren omdat op de duinzandgronden de P_w snel kan dalen bij lagere fosfaataanvoer. Desondanks vormen de gebruiksnormen geen problemen voor de fosfaatbemesting van de modelbedrijven. Bij andere bedrijfsopzetten zouden er problemen kunnen komen op bedrijven die een groot aandeel van het fosfaatbehoefte gewas dahlia in het bouwplan hebben.

De nitraatgehalten welke berekend worden voor de westelijke bloembollenbedrijven (BL1, BL2 en BL3) komen niet overeen met de gehalten die in de praktijk worden gemeten in het grondwater; in het project Telen met toekomst en in eerder emissieonderzoek (Groenendijk *et al.*, 1997) ligt het nitraatgehalte in het grondwater van bedrijven op duinzand onder de 50 mg/l. In het WOG-rapport (Schröder *et al.*, 2004) wordt daarom ook geadviseerd meer aandacht te besteden aan de gebruikte relaties tussen bodemoverschot en nitraat.

Sector Boomteelt

Uit de resultaten van de berekeningen blijkt dat bedrijven met weinig 'gevoelige' gewassen de daling in de gebruiksnormen goed kunnen opvangen door een optimale inzet van de organische producten en een goede kunstmestbemesting. Meestal kan door het verminderen van de aanvoer van organische producten en een goede keuze van deze producten, de bemesting landbouwkundig optimaal uitgevoerd worden. In het algemeen blijkt dat de 'schaarse' te besteden werkzame stikstof met organische producten aan de in te planten gewassen toegediend wordt. Deze gewassen hebben echter doorgaans weinig nodig in het eerste jaar van een meerjarige teelt. In dit eerste jaar is de opname van stikstof en fosfaat gering en bij deze hoge toediening van werkzame stikstof door de organische mesttoediening blijft er te weinig werkzame stikstof over voor de vaststaande gewassen.

Het gebruik van drijfmest op in te planten boomkwekerijgewassen wordt binnen het gebruiksnormenstelsel vrijwel onmogelijk. De hoeveelheid werkzame stikstof is bij de laagste dosering vaak veel hoger dan voor een optimale

bemesting nodig is. Door de nieuwe regelgeving zal naar verwachting de inzet van organische producten in eerstejaars gewassen verdwijnen. Een oplossing zou kunnen zijn om de organische bemesting uit te stellen tot het tweede teeltjaar. Bij enkele gewassen is deze mogelijkheid voor drijfmest onderzocht en in de praktijk getoetst (Engels, 2000). In een twee jaar durende veldproef in Horst is drijfmest in het tweede teeltjaar van spullen en coniferen toegediend (Guiking, 2004; Sluis & Guiking, 2005). Uit deze proef bleek onder meer dat tot het tweede teeltjaar uitgestelde toediening een positief effect heeft op de groei (hogere droge-stofproductie en een hogere N-opname door het gewas), mits de zoutconcentratie van de drijfmestgift niet te hoog is. Opmerkelijk was dat de N-min-voorraden in de bodem tussen de drijfmestbehandelingen en onbemest na de winter geen grote verschillen lieten zien. Wel heeft een tweearig gewas (coniferen) ook na de winter een hogere mineraleninhoud dan een onbemest gewas. Hier liggen dus mogelijkheden, ook voor andere gewassen zoals sierheesters, verplant bos- en haagplantsoen e.d. Een bedrijf met veel gevoelige gewassen, zoals Bo04, heeft wel problemen met zowel met het halen van een optimale gewasproductie als met het behalen van de nitraatnorm.

Door het verschil tussen landbouwkundige en wettelijke werkingscoëfficiënten van compostproducten is het nadelig om deze toe te dienen. De wettelijke werkingscoëfficiënt ligt 10% hoger dan de landbouwkundige, zodat een teler, althans op korte termijn, werkzame stikstof 'verliest' ('inlevert') bij de toediening van deze producten. Bij meerjarige toediening zal op den duur het omgekeerde gaan gelden.

De maatregelen om de diverse gewasgebruiksnormen te realiseren leveren bij drie van de vier modelbedrijven besparingen op, uiteenlopend van € 20,- tot € 85,- per hectare. Op de bedrijven waar organische mest in de vorm van (gratis) drijfmesttoediening plaatsvindt, resulteren de maatregelen in een beperkte kostenverhoging ten opzichte van de referentie van € 40,- tot € 60,- per hectare.

Het effect op de opbrengst blijft beperkt. Uitgezonderd het bos- en haagbedrijf (Bo04) zijn de bedrijven in staat door een optimale inzet van de organische producten en een goede kunstmestbemesting een opbrengstreductie te voorkomen. Bedrijf Bo04 heeft veel gevoelige gewassen en ondanks het optimaal inzetten van de organische producten kan een opbrengstderving van 2 tot 3% in met name de tweedejaars gewassen niet voorkomen worden. De opbrengstderving van dit bedrijf uitgedrukt in euro's is in deze eerste analyse buiten beschouwing gelaten.

Ondernemers besteden veel aandacht aan de organische-stofhuishouding op de percelen. Doorgaans is de gedachte 'hoe meer organische stof, hoe beter de gewasproductie, hoe minder ziekten en plagen en hoe beter de kluitvorming'. Al deze (al dan niet vermeende) positieve effecten van organische stof hebben tot gevolg dat ondernemers graag investeren in organische-stofaanvoer op hun bedrijf en dat dat ook wel wat mag kosten. Vooral nog wordt een behoefte van 2000 kg e.o.s. als wenselijk ervaren en daarom als streefwaarde gebruikt in deze studie. Het terugdringen van de aanvoer van organische producten heeft direct effect op de organische-stofbalans van de bedrijven (Sluis *et al.*, 2004). Met uitzondering van Bo03, voeren alle modelbedrijven dan ook meer dan deze hoeveelheid op hun bedrijf aan, met organische producten en gewasresten. Binnen de gebruiksnormen kunnen de bedrijven Bo01 en Bo02 ook bij 80% nog voldoen aan deze streefwaarde. Bij Bo03 voert de referentie net iets minder aan dan de streefwaarde (1900 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹) en dit daalt tot 1200 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹. Daarmee kunnen op de lange termijn problemen ontstaan bij de algemene bodemvruchtbaarheid en de fysische kwaliteit van de bodem. Vooral nog is niet duidelijk wat de lange-termijn gevolgen zijn van een krappe organische-stofbemesting. Bij Bo04 kan binnen het 100%-scenario nog voldaan worden aan de streefwaarde voor e.o.s. Bij gereduceerde normen wordt dat moeilijk en daalt de aanvoer tot 1500 kg e.o.s. ha⁻¹ jr⁻¹ in het 80%-scenario. De verschuiving van drijfmestproducten naar stalmest en van stalmest naar compostproducten, eventueel in combinatie met tuinturf, levert al een winst op voor de organische-stofbalans (Pronk, 1998). De teelt van vanggewassen en de positieve bijdrage daarvan aan zowel het verlagen van het stikstofbodemoverschot als de organische-stofbalans, moet niet alleen op papier maar ook praktisch nader bekeken worden. De bijdrage van vanggewassen in eerstejaars gewassen is onvoldoende bekend en juist daar biedt dit veel perspectief voor stikstofvastlegging en organische-stofvorming, zonder dat er negatieve effecten op de gewasgroei werden gevonden (Beuze *et al.*, 2004a; Beuze *et al.*, 2004b; Nouwens, 2005). Ook dient opgemerkt te worden dat voor een aantal gewassen de bijdrage van de gewasresten aan de organische-stofbalans geschat is en een verdere onderbouwing van de gegevens noodzakelijk is.

In deze studie is geen aandacht gegeven aan de afvoer van gewassen met kluiten, waarmee tevens grond en nutriënten afgevoerd worden. Bij balansberekeningen kan het aan- en afvoeren van gewassen met kluiten grote gevolgen hebben voor de resultaten. Dit vereist echter een aanpassing van de rekenkundige aanpak zoals deze tot

nu toe uitgevoerd is. Overigens speelt dit aspect niet bij Bo04, het bedrijf met de meeste 'gevoelige' gewassen en daardoor tevens de meeste problemen. Dat komt omdat juist deze gewassen zonder kluit aangekocht en verkocht worden. Bij Bo01 en Bo02 kan dit aspect echter de stikstof- en fosfaatbalans aanzienlijk beïnvloeden.

Algemeen

Suboptimale P-bemesting

In een aantal scenario's wordt er onder het P-advies bemest. Dit leidt hier en daar tot zeer geringe opbrengstderving. Hierbij moet worden benadrukt dat alleen gekeken is naar fysieke opbrengst. Afhankelijk van het gewas kan tevens sprake zijn van kwaliteitsderving. Dit kan er zelfs toe leiden dat een product (deels) niet meer verkoopbaar is. In het algemeen zal dit bij P minder sterk spelen dan bij N omdat de fysieke opbrengstderving bij suboptimale P-bemesting veel geringer is dan bij suboptimale N-bemesting.

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 2 is het P-advies slechts voor enkele toetsgewassen empirisch vastgesteld en zijn de andere gewassen op basis van overeenkomstige gewaseigenschappen aan het advies van één van de toetsgewassen gekoppeld. Dit kan leiden tot onder- of overschatting van opbrengstderving bij suboptimale bemesting doordat de werkelijke respons kan afwijken van die van het toetsgewas. Ook de financiële saldo's kunnen (sterk) verschillen waardoor de economisch optimale P-gift voor een specifiek gewas kan afwijken van die van het toetsgewas.

Suboptimale N-bemesting

Doordat van veel gewassen een goede N-responscurve ontbreekt is in deze studie bij suboptimale N-bemesting gewerkt met dezelfde modelmatige aanpak zoals gebruikt in de WOG-studie (Schröder *et al.*, 2004). Omdat hierbij uitgegaan is van een constante N-recovery en N-gehalte in het traject tot aan de optimale N-gift zal de werkelijke opbrengstderving bij suboptimale N-bemesting eerder worden over- dan onderschat. De derving heeft echter wel betrekking op de fysieke opbrengst. Evenals bij suboptimale P-bemesting kan de kwaliteitsderving bij suboptimale N-bemesting veel groter zijn.

Nitraatuitspoeling

De berekende nitraatuitspoeling is op de meeste bedrijven aanzienlijk hoger dan de grondwaternorm van 50 mg nitraat per liter, ook in het 95%- en 80%-scenario. Hierbij moet de volgende kanttekening worden gemaakt. De reductie van de gebruiksnorm met de genoemde percentages is erop gericht om binnen het AT-areaal op gebiedsniveau te voldoen aan de nitraatnorm. Dat betekent dat op bedrijfsniveau de norm mag worden overschreden. Anderzijds wordt ook op akkerbouwbedrijven de norm overschreden terwijl deze toch redelijk het AT-bouwplan binnen een regio benaderen. Hierbij moet worden benadrukt dat de nitraatuitspoeling is berekend met een geactualiseerd mest-ABC terwijl de keuze voor de 95%- en 80%-scenario's waarschijnlijk is gebaseerd op het oude mest-ABC dat in de WOG-studie is gebruikt. Bij het nieuwe mest-ABC spoelt bij bouwland een groter deel van het N-bodemoverschot uit dan bij het oude, waardoor de nitraatgehalte stijgt.

Lange-termijn effecten

Bij de berekeningen aan modelbedrijven voor akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in Hoofdstuk 3 is uitgegaan van referentie N-behoefte van gewassen, bepaald op basis van het Bemestingsadvies en vuistregels voor wat betreft Nmin-voorraden in het voorjaar. Aan het Bemestingsadvies ligt impliciet een bepaald bodemvruchtbaarheidsniveau ten grondslag, namelijk het niveau zoals dat aanwezig was in de veldproeven waarop het advies voor elk gewas is gebaseerd. Onzeker is of de in Hoofdstuk 3 berekende bemestingsplannen daadwerkelijk 'passen' bij dit niveau. Een

langdurig volgehouden bemestingsplan kan op termijn leiden tot een bodemvruchtbaarheid die hoger is dan de in het Bemestingsadvies impliciet veronderstelde bodemvruchtbaarheid. In dat geval zou bespaard kunnen worden op de aankoop van kunstmest-N. Omgekeerd kan het ook zo zijn dat een bemestingsplan op termijn leidt tot een lagere bodemvruchtbaarheid en in dat geval worden bij verder gelijkblijvende inputs niet langer economisch optimale opbrengstniveaus van de gewassen bereikt en zal meer N via kunstmest en/of dierlijke mest moeten worden gegeven. Uiteraard heeft dit invloed op het bij elk bemestingsplan berekende bodemoverschot en nitraatgehalte. Om hier meer zicht op te krijgen zijn in Bijlage V met Nutmatch (zie Bijlage IV voor een korte beschrijving van Nutmatch) voor twee modelbedrijven (NON1 en vgg4) enkele verkennende berekeningen gedaan. De in de bijlage gevolgde benadering verschilde op twee punten van die in Hoofdstuk 3: (1) de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid in de tijd werd dynamisch beschreven in afhankelijkheid van wat er jaarlijks aan organische meststoffen en gewasresten werd toegediend, en (2) de N-behoefte van gewassen werd gecorrigeerd voor afwijkingen van de bodemvruchtbaarheid ten opzichte van een referentie-bodemvruchtbaarheid. Hiermee rekening houden blijkt aanzienlijke effecten te kunnen hebben op benodigde N-aanvoer, bodemverlies, bodemoverschot en nitraatgehalte. De omvang van deze effecten is afhankelijk van het verschil tussen het bereikte bodemvruchtbaarheidsniveau op het betreffende modelbedrijf en het (lastig te kwantificeren) referentie-bodemvruchtbaarheidsniveau zoals dat verondersteld wordt aan het Bemestingsadvies ten grondslag te hebben gelegen. In het doorgerekende rekenvoorbeeld voor de bedrijven NON1 en vgg4 was in de evenwichtssituatie resp. 24 en 49 kg extra kunstmest-N per ha nodig in vergelijking tot dezelfde berekening in Hoofdstuk 3 waarbij niet werd gecorrigeerd voor de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid in de tijd. Als gevolg van de extra N-aanvoer met kunstmest waren ook de bodemoverschotten in gelijke mate hoger.

5. Literatuur

- Anonymus, 1971.
Commissie Bemesting Bouwland. Opbrengsten van aardappelen bij een verschillende bemesting met fosfaat en een variërende P-toestand van de grond. Cyclo 7426, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid Haren.
- Anonymus, 1999.
Bemestingsdatabank PPO met basisgegevens van factoriële veldproeven en bedrijfssystemen onderzoek. PPO-AGV Lelystad.
- Berge, H.F.M. ten, J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.W.J. Jansen & H.G. v.d. Meer, 2000.
Nitrogen responses in grass and selected field crops. QUADMOD parameterisation and extensions for STONE-application. Report 24, Plant Research International, Wageningen, 45 pp.
- Beuze, M. d., H.J.W.M. Pittens & H. v. Reuler, 2004a.
Biologische boomteelt op zand. Biologisch bedrijfssysteem Meterik 2001/2003. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Bomen, intern projectnummer 314403, 58 pp.
- Beuze, M. d., H.J.W.M. Pittens, A.A. Pronk & H. v. Reuler, 2004b.
Geïntegreerde boomteelt. Geïntegreerde boomteelt bedrijfssysteem Meterik, Kernbedrijf Boomteelt Telen met toekomst 2001/2003. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Sector Bomen, intern projectnummer 311307, 88 pp.
- Dijk, W. v., 2003.
Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. PPO-publicatie nr. 307, 66 pp, 8 bijlagen.
- Ehlert, P.A.L., 2000.
Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentengewassen 1. Bemesting en rendement. Projectrapport 25.2.32. PAV, Lelystad.
- Ehlert, P.A.L., S.L.G.E. Burgers & J.W. Steenhuizen, 1996.
Verandering van de beschikbaarheid van fosfaat in de grond onder invloed van bemesting. Observationeel statistisch onderzoek naar het voorkomen van 'onvermijdbare fosfaatverliezen' op basis van gegevens van veeljarige bemestingsproeven. Rapport 51, AB-DLO, Wageningen, 74 pp.
- Enckevort, P.L.A. v., J.R. v.d. Schoot & W. v.d. Berg, 2002.
Estimation of residual mineral soil nitrogen in arable crops and field vegetables at standard recommended rates, p. 77-90. In: H.F.M. ten Berge (ed.) A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Plant Research International Report nr 31, Wageningen, [8], 144 pp.
- Engels, A., 2000.
Mest injecteren tussen smalle rijen laanbomen. De boomkwekerij 17: 24-25.
- Groenendijk, P., J. Pankow & A. v.d. Toorn, 1997.
Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Veldonderzoek naar de waterbalans en de uitspoeling van nutriënten. Rapport 387.4 DLO Staringcentrum, Wageningen.
- Guiking, F.C.T., 2004.
Geleide bemesting in de Boomteelt: uitgestelde toediening van organische mest. Infoblad: Uit de mest en mineralen programma's, nr. 398.52. Mei 2004.
- Henkens, P.L.C.M., 1984.
Bemestingsadvies voor het verkrijgen of behouden van de gewenste fosfaat- en kalistoestand van de bodem. Bedrijfsontwikkeling 15: 969-972.
- Janssen, B.H., 1984.
A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter. Plant and Soil 76: 297-304.
- Kater, L.J.M., W.J.M. Hazelaar, F.J. d. Ruijter, B. Smit, W. v. Dijk & J.R. v.d. Schoot, 2004.
Kosteneffectieve maatregelen-pakketten bij mineralenbeleid verdergaand dan MINAS. Bloembollen. PPO-rapport 714, 37 pp, 4 bijlagen.

- Lammers, H.W., 1984.
Een berekende stikstofwerkingscoëfficiënt voor diverse dierlijke organische mestsoorten. De Buffer 30, 169-197.
- Nouwens, F.H.C., 2005.
Vermindering stikstofuitspoeling door vanggewassen in de teelt van laanbomen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, sector Bomen. In voorbereiding.
- Pronk, A.A., 1998.
Andere materialen dan stal mest in de aanbieding als organische mest. De boomkwekerij 50: 10-11.
- Ris, J. & B.J. v. Luit, 1973.
Establishment of fertilizer recommendations on the basis of soil tests. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.).
- Schoot, J.R. v.d., B.H.C. v.d. Waal & W. v. Dijk, 2004.
Kosteneffectieve maatregelenpakketten bij mineralenbeleid verdergaand dan MINAS. Akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. PPO rapport nr. 336 40 pp., 9 bijlagen.
- Schreuder, R., A.M. v. Dam, A.J. Snoek, J.J. d. Haan & A.T. Krikke, 2000.
Consequenties MINAS en mestbeleid voor de bollenteelt op sectorniveau. Rapport Bloembollenonderzoek nr. 123. Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.
- Schröder, J., H.F.M. Aarts, M.J.C. d. Bode, W. v. Dijk, J.C. v. Middelkoop, M.H.A. d. Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof & W.J. Willems, 2004.
Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Rapport 79, 60 pp. 7 bijlagen.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. v. Middelkoop, M.H.A. d. Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems, 2005.
Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production in The Netherlands, with special reference to the EU Nitrates Directive. Rapport ..., Plant Research International, Wageningen (in druk).
- Sluis, B.J. v.d. & F.C.T. Guiking, 2005.
Toetsing van geleide bemesting in de boomteelt. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, sector Bomen. In voorbereiding.
- Sluis, B.J. v.d., A.A. Pronk, F.C.T. Guiking & W.J.M. Hazelaar, 2004.
Kosteneffectieve maatregelenpakketten bij mineralenbeleid verdergaand dan MINAS. Boomkwekerij. PPO rapport nr. 416, pp.44.
- Smit, A.L., W. v. Dijk, J.R. v.d. Schoot, B.H.C. v.d. Waal, L.J.M. Kater, W.J.M. Hazelaar, R. Schreuder, F.J. d. Ruijter, A.G.T. Schut & M.H.A. Haan, 2003.
Kosteneffectieve maatregelen(pakketten) om voor de sectoren vollegrondsgroenten, bollen en veehouderij te voldoen aan MINAS 2003-eindnormen. Plant Research International, Rapport 61, Wageningen, 100 pp.

Bijlage I.

Bedrijfstypen op zand

Akkerbouw

Bedrijf	Bedrijfstype	Bouwplan	Areaal (ha)	Regio + grondsoort
NON1	Zetmeelaardappel 1:3	33% zetmeelaardappel, 33% graan, 20% suikerbiet, 6% waspeen, 4% maïs, 4% braak	90	Noord Oostelijk Zand
NON2	Zetmeelaardappel 1:2	50% zetmeelaardappel, 30% graan, 20% suikerbiet	60	Noord Oostelijk Zand
ZON1	Consumptieaardappel, akkerbouwmatige groenten en maïs	25% consumptieaardappel, 25% suikerbiet, 12,5% graan, 12,5% maïs, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	36	Zuid Oostelijk Zand
ZON2	Consumptieaardappel, dubbelteelt spinazie	25% consumptieaardappel, 25% maïs, 17% suikerbiet, 17% graan, 17% dubbelteelt spinazie	30	Zuid Oostelijk Zand

Vollegrondsgroenten

Nr.	Bedrijfstype	Bouwplan	Areaal (ha)		Regio	Grondsoort
			Eigen	Huur		
Vgg4	Bladgewassen (kleinschalig)	33% kropsla, 33% spinazie, 33% prei	10		Zuid-Oosten	Zand
Vgg5	Bladgewassen (grootschalig)	62,5% prei, 12,5% broccoli, 12,5% bospeen, 12,5% andijvie	15	5	Zuid-Oosten	Zand
Vgg6	Aardbei-prei	43% aardbeien, 43% prei, 14% asperge	14		Zuid-Oosten	Zand

Bomen

Nr.	Bedrijfstype	Bouwplan	Areaal (ha)	Regio	Grondsoort
Bo01	Sierheesters en Coniferen	3 ha heesters, 3 ha coniferen, 3 ha Tagetes, 9 ha bos en haagplantsoen, 5 ha laanbomen (opzetters)	23	Noord	Zand
Bo02	Laanbomen	3 ha onderstammen en spillen, 6 ha opzetters, 1 ha groenbemester	10	Midden	Zand
Bo03	Rozen	3 ha rozenzaailingen, 6 ha struikrozen, 3 ha tagetes, 12 ha akkerbouw	24	Zuid	Zand
Bo04	Bos- en haagplantsoen	1 ha eenjarige zaailingen, loofhout (bh 1-0) 2 ha tweejarige zaailingen loofhout (bh 2/0) 3 ha driejarig loofhout, na 1 jaar verplant/afgepend (bh 1+2) 2 ha tweejarige loofhout na 1 jaar afgepend (bh 1_1)	8	Zuid	Zand

Bloembollen

Nummer	Bedrijfstype	Bouwplan bloembollen	Waarvan Huurland	Regio	Grondsoort
BL1	Klein	4,5 ha; hyacint, tulp, narcis (1 op 3)		Bollenstreek (De Zuid, Kennemerland)	Zand
BL2	Gemiddeld	10 ha; hyacint, tulp, narcis, overig (1 op 4)		West Nederland (o.a. NH-zandgebied)	Zand
BL3	Lelie west	45 ha; lelie (26,25 ha), tulp (6,25), narcis (6,25), overig (6,25)	20 ha	West + Oost (huur)	Zand
BL4a	Lelie oost	20 ha; lelie	10 ha	Oost	Zand
BL4b	Lelie veen	20 ha; lelie	10 ha	Oost	Zand

Bijlage II.

Uitgangspunten bij de referentiestrategie (MINAS 2003)

In deze bijlage wordt voor zowel de akkerbouw- als de vollegrondsgroentebedrijven de gehanteerde bemestingsstrategie behorend bij de beleids optie MINAS 2003 beschreven. Daarnaast worden de technische resultaten (mineralenoverschotten en organische-stof toevoer) weergegeven.

Uitgangspunten

Bij het vaststellen van de bemestingsstrategie bij MINAS 2003 is zoveel mogelijk uitgegaan van Goede Landbouw Praktijk. Dat betekent dat zoveel mogelijk gebruik is gemaakt van de bemestingsrichtlijnen zoals vermeld in de Adviesbasis (Van Dijk, 2003). Hieronder worden de meest relevante aspecten toegelicht.

Organische bemesting

Omvang giften

Daar waar mogelijk is organische mest ingezet (Tabel A en B). Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De giften zijn zo gekozen zijn dat ze redelijk overeenkomen met in de praktijk gangbare giften. Hierbij is als randvoorwaarde gesteld dat er nog voldoende speelruimte overblijft (minimaal 10-20 kg N per ha en minimaal 5-10 kg P₂O₅ per ha) binnen de MINAS-normen om tegenvallers (afwijkende N-/P-gehalten in mest, natte omstandigheden) te kunnen opvangen.
- Op de meeste bedrijven is uitgegaan van gebruik van varkensdrijfmest. Op NON1 is tevens runderdrijfmest ingezet. Op Vgg6 is in beperkte mate champost toegediend in het aanplantjaar van de asperges.
- Op zandgrond is de organische mest in het voorjaar toegediend waarbij maximaal 75-80% van de N-behoefte gedekt wordt met organische mest zodat er nog voldoende speelruimte overblijft voor bijsturing met kunstmest.

Tabel A. Inzet organische mest op de akkerbouwbedrijven in het MINAS-referentie-scenario.

Bedrijf	Gewas	Inzet organische mest		
		Soort	Tijdstip	Hoeveelheid (ton/ha)
NON1	Zetmeelaardappel	varkensdrijfmest	voorjaar	30
	Suikerbiet	varkensdrijfmest	voorjaar	20
	Snijmais	runderdrijfmest	voorjaar	50
NON2	Zetmeelaardappel	varkensdrijfmest	voorjaar	30
	Suikerbiet	varkensdrijfmest	voorjaar	20
ZON1	Consumptieaardappel	varkensdrijfmest	voorjaar	30
	Suikerbiet	varkensdrijfmest	voorjaar	20
	Snijmais	varkensdrijfmest	voorjaar	30
ZON2	Consumptieaardappel	varkensdrijfmest	voorjaar	20
	Snijmais	varkensdrijfmest	voorjaar	20

Tabel B. *Inzet organische mest op de groentebedrijven in het MINAS-referentie-scenario.*

Bedrijf	Gewas	Inzet organische mest		
		Soort	Tijdstip	Hoeveelheid (ton/ha)
Vgg4	Prei	Varkensdrijfmest	Voorjaar	30
Vgg5	Prei	Varkensdrijfmest	Voorjaar	30
Vgg6	Prei	Varkensdrijfmest	Voorjaar	30
	Asperge onbedekt (1 ^e jaar)	Champost	Voorjaar	60

Samenstelling en prijs

- Voor de samenstelling van de in de studie gebruikte organische mestsoorten zijn de gehalten gebruikt, zoals vermeld in de Adviesbasis Bemesting Akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen (Van Dijk, 2003; Tabel C).
- De gehanteerde mestprijzen staan weergegeven in Tabel D. De prijzen zijn inclusief toedieningskosten.

Tabel C. *Gemiddelde samenstelling organische mest.*

Mestsoort	Samenstelling (kg/ton)					
	Nm	Norg	Ntotaal	P ₂ O ₅	K ₂ O	EOS
Dunne mest						
- Vleesvarkens	4,2	3	7,2	4,2	7,2	20
- Runderdrijfmest	2,6	2,3	4,9	1,8	6,8	33
Vaste mest						
- Vleeskuikens	5,5	25	30,5	17	22,5	183
- Rundvee stalrest	1,6	5,3	6,9	3,9	7,4	76,5
Vaste fractie mestscheiding						
- Vleesvarkens	1,5	11,0	12,5	20,0	6,7	80
Compost						
- GFT-compost	0,7	7,8	8,5	3,7	6,4	150
- Champost	0,3	5,5	5,8	3,6	8,7	87
Hulpstoffen						
- Stro			5,8	1,6	14,9	240

Tabel D. Gehanteerde mestprijzen (inclusief toediening).

Mestsoort	Prijs (€/ton)
Vleesvarkensdrijfmest	0
Runderdrijfmest	0
Vleeskuikenmest	0
Rundveestalmest	9,10
Vaste fractie vleesvarkensdrijfmest	6,04
GFT-compost	9,31
Natuurcompost	10

N-werking

De N-werking van de organische mest wordt bepaald door de minerale en organische fractie. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de minerale fractie is uitgegaan van een werking van 95% (injectie). De N die beschikbaar komt uit de organische fractie is bepaald volgens de mineralisatieregels van Lammers (Lammers, 1984) waarbij rekening is gehouden met het toedieningstijdstip en de lengte van het groeiseizoen.

N-behoefte

De N-behoefte wordt berekend met behulp van de N-bemestingsrichtlijnen in de Adviesbasis. Omdat de meeste richtlijnen gebaseerd zijn op de hoeveelheid minerale bodem-N voor aanvang van de teelt, is een inschatting van deze hoeveelheid nodig. Hierbij is de volgende insteek gekozen:

Bij gewassen die vóór 1 april worden geplant/gezaaid/gepoot is uitgegaan van een hoeveelheid in het vroege voorjaar van resp. 20, 30 en 40 kg N per ha in de laag 0-30, 0-60 en 0-90 cm.

Op latere tijdstippen zal de hoeveelheid N_{min} doorgaans hoger zijn als gevolg van mineralisatie. De mineralisatie is modelmatig ingeschat door uit te gaan van een jaarmineralisatie van 125 kg N per ha in de laag 0-30 cm. Deze hoeveelheid is opgeteld bij het N_{min}-niveau van 1 april (Tabel E). Er is geen rekening gehouden met mineralisatie in de lagen 30-60 en 60-90 cm.

Bij een tweede teelt binnen één groeiseizoen is uitgegaan van de hoeveelheid N_{min} die na de oogst van de eerste teelt achterblijft. Hierbij is gebruik gemaakt van waarden zoals die zijn afgeleid binnen het project Sturen op Nitraat (Enckevort *et al.*, 2002)

Tabel E. Geschatte hoeveelheid minerale bodem-N (kg/ha) voor aanvang van de teelt.

Tijdstip	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm
1 april	20	30	40
1 mei	30	40	45
1 juni	45	55	60
1 juli	60	70	75
1 augustus	75	85	90

Fosfaatbemesting

Omdat de fosfaatbemesting sterk afhangt van de fosfaattoestand van de bodem (P_w) zijn de gevolgen van het gebruiksnormenstelsel doorgerekend bij twee P_w-niveaus, nl. 25/30 en 45, resp. de onder- en bovenkant van het streeftraject (zie ook Tabel F).

Het fosfaatadvies omhelst een bodemgericht en een gewasgericht advies. Het bodemgerichte advies streeft naar handhaving van de fosfaattoestand in het Pw-traject 25/30-45. Hiertoe dient de afvoer met geoogst product te worden gecompenseerd plus de onvermijdbare verliezen. Bij het laatste is uitgegaan van 20 kg P₂O₅ per ha. Het gewasgerichte advies geeft aan hoeveel fosfaat nodig is bij een gegeven fosfaattoestand. Insteek is dat aan beide adviezen voldaan wordt. Op één punt is overigens afgeweken van het 'officiële' advies: de fosfaatbehoefte van tweede teelten van bladgewassen sla en spinazie is op 0 gesteld in de veronderstelling dat dat niet ten koste gaat van de opbrengst. Volgens het 'officiële' advies bedraagt de fosfaatbehoefte van tweede teelten van deze gewassen de helft van de behoefte van eerste teelten van deze gewassen.

Kalibemesting

Analoog aan fosfaat is er ook bij kali sprake van een bodemgericht en een gewasgericht advies. Bij het bodemgerichte advies wordt uitgegaan van compensatie van de afvoer met geoogst product plus een onvermijdbaar verlies van resp. 0 en 50 kg K₂O per op resp. klei- en zandgronden. Bij het gewasgerichte advies is uitgegaan van een kalitoestand van de bodem (kaligetal) van resp. 18 en 11 op resp. klei- en zandgrond (Tabel F).

Tabel F. *De aangenomen fosfaat- en kalitoestand van de bodem.*

	Klei	Zand
Pw	25	30
	45	45
Kaligetal	18	11

Toedieningswijze meststoffen

Er is uitgegaan van volveldsbemesting. Er is dus geen gebruik gemaakt van efficiencyverhogende technieken zoals rijenbemesting, e.d. Een uitzondering hierop vormt de fosfaatbemesting van groentegewassen in gewasgroep 0, waarbij in het advies al wordt uitgegaan van plaatsing (ondiep in het zaai-/poot-/plantbed of rijenbemesting).

Inzet groenbemers

In het MINAS-referentie-scenario worden geen groenbemers geteeld.

N-nawerking oogstresten

Er is alleen een N-nawerking in rekening gebracht wanneer hiervoor een richtlijn in de Adviesbasis is opgenomen.

Organische-stoftoevoer

De organische-stoftoevoer in de bedrijfssystemen wordt uitgedrukt in kg effectieve organische stof (e.o.s.) per ha op bedrijfsniveau. De bijdrage van gewasresten, groenbemers en hulpstoffen staat vermeld in Tabel G. Voor de e.o.s.-gehalten in mest wordt verwezen naar Tabel C (Anonymus, 1999).

Tabel G. Toevoer van effectieve organische stof (e.o.s., kg/ha) via gewassen en groenbemesters.

Gewas	Kg e.o.s./ha incl. gewasrest	Kg e.o.s./ha excl. gewasrest
Aardappel	875	
Aardbei	300	
Andijvie	450	100
Asperge	100 (per jaar)	
Bloemkool	1150	100
Bospeen	100	
Braak	1200	
Broccoli	1150	
Consumptieaardappelen	875	
Doperwten	1000	170
Graszaad (Engels)		1920
IJssla	450	100
Iris	500	
Kropsla	300	100
Korrelmaïs	2200	675
Pootaardappelen	875	
Prei	450	100
Rogge	2520	1500
Schorseneren	600	
Sluitkool	1150	100
Spinazie	300	
Spruitkool (incl. stammen)	2000	100
Stamslabonen 2e teelt	650	
Suikerbieten	1275	375
Tulp	500	
Waspeen	700	
Wintergerst	2350	1570
Winterpeen	700	
Wintertarwe	2630	1640
Witlof	650	
Zaaiuien	300	
Zetmeelaardappelen	875	
Zomergerst	1940	1310
Groenbemesters		
Bladrammenas, gele mosterd (goed ontwikkeld)	850	
Bladrammenas, gele mosterd (matig ontwikkeld)	425	
Tagetes	865	
Hulpstoffen		
Stro (per ton)	240	
Perspotten (64 cm ³ , 100.000 stuks/ha)	1600	
Kluitplanten (16 cm ³ , 100.000 stuks/ha)	400	

Bijlage III.

Uitgangspunten en aannames bij verdergaande maatregelen

Bij aanscherping van het mineralenbeleid zullen er aanpassingen in de bedrijfsvoering nodig zijn. Bij elk bedrijf is daarom nagegaan welke maatregelen nodig zijn om te voldoen aan de in beleidsopties gestelde normen. De gehanteerde uitgangspunten bij de diverse maatregelen zijn hieronder beschreven.

Stikstof

Beter inrekenen N uit gewasresten

Met behulp van het mineralisatiemodel Minip (Janssen, 1984) is de N-mineralisatie berekend uit de gewasresten in de periode tussen zaaien/planten/poten van het volggewas en het moment waarop de N-opname stopt. Deze hoeveelheid is vervolgens gekort op de N-gift. Er is alleen gerekend met de stikstof die binnen een jaar na onderwerken vrijkomt.

Toepassing NBS

Door de stikstof niet in één keer maar gedeeld toe te dienen op basis van de gemeten hoeveelheid N_{min} in de bodem (NBS) kan gemiddeld genomen worden bespaard op de N-gift. NBS is toegepast bij krop- en ijssla, prei, spinazie en consumptieaardappel. De volgende besparingen ten opzichte van het MINAS-referentie-scenario zijn gehanteerd:

- Eerste teelt: korting van 10% van de adviesgift
- Tweede teelt: korting van 20% van de adviesgift

De hogere korting bij de tweede gift vloeit voort uit de hogere mineralisatie als gevolg van gewasresten afkomstig van de eerste teelt waardoor naar verwachting meer kan worden bespaard.

Aan NBS zijn ook kosten verbonden omdat er vaker moet worden bemonsterd. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Een monster kost € 44 (inclusief monstername). Per 2 ha is een monster genomen. Bij arealen kleiner dan 2 ha is altijd gerekend met één monster.
- Bij krop-/ijssla, spinazie en consumptieaardappel is gerekend met één extra bemonsteringstijdstip, bij prei met twee extra tijdstippen.

Inzaai vanggewassen

Deze maatregel is met name zinvol bij vroeg geoogste gewassen die veel N in de bodem achterlaten. De volgende insteek is gehanteerd:

- Alleen inzetten bij gewassen die vóór 15 september worden geoogst
- N-opname:
 - Inzaai vóór 1 augustus: 100 kg N/ha
 - Inzaai vóór 1 september: 80 kg N/ha
 - Inzaai vóór 15 september: 40 kg N/ha
- N-nawerking:
 - Onderwerken in najaar: 40% van N-opname
 - Onderwerken in voorjaar: 50% van N-opname

Voor de kosten van het zaaizaad en inzaaien is uitgegaan van € 85,-/ha.

Bijlage IV.

Korte beschrijving Nutmatch

Nutmatch is een LP-model dat de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen optimaliseert, gegeven een bouwplan, een doelstellingsfunctie, een set van randvoorwaarden en een set van ter keuze staande bemestingsactiviteiten. De in de rapport gehanteerde doelstellingsfunctie beschrijft de kosten van bemesting. In woorden uitgedrukt luidt de doelstelling:

'Minimaliseer de som van de kosten van:

- ingezette hoeveelheden minerale meststoffen * prijs
- ingezette hoeveelheden organische meststoffen * prijs
- ingezette hoeveelheden organische meststoffen * toedieningskosten'

Gehanteerde prijzen van meststoffen en mesttoedieningskosten zijn gelijk aan die als gehanteerd in de overige in deze rapportage vermelde berekeningen (Bijlage II).

De randvoorwaarden specificeren dat een bemestingsplan aan bepaalde eisen moeten voldoen. Alle gedefinieerde randvoorwaarden tezamen bepalen dat Nutmatch 'realistische' bemestingsplannen berekent.

Bij het berekenen van optimale bemestingsplannen kan Nutmatch kiezen uit 9 organische mestsoorten (3 drijfmesten, 3 vaste mestsoorten, 3 compostsoorten) en 4 enkelvoudige kunstmestsoorten. Organische-mestsoorten kunnen op alle wettelijk toegestane toedieningstijdstippen via verschillende toedieningstechnieken worden toegediend.

Nutmatch wordt gevoed met technische kengetallen. Deze technische kengetallen geven aan wat de beschikbaarheid is van de minerale N-fractie in organische meststoffen, gegeven toedieningstechniek, toedieningstijdstip en grondsoort, en geven aan wat de beschikbaarheid is van de organische N-fractie in organische meststoffen, gegeven mestsoort, toedieningstijdstip en begin en eind van N-opname van het te bemesten gewas. Andere belangrijke kengetallen zijn gewasopbrengsten, nutriëntenafvoer en effectieve organische-stof-inputs via gewasresten en organische meststoffen.

Bijlage V.

Dynamische beschrijving van de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid

Bij de berekeningen aan modelbedrijven voor akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in Hoofdstuk 3 is uitgegaan van referentie-N-behoeften van gewassen, bepaald op basis van het Bemestingsadvies en vuistregels voor wat betreft Nmin-voorraden in het voorjaar. Impliciet ligt aan het Bemestingsadvies een bepaald bodemvruchtbaarheidsniveau ten grondslag, namelijk het niveau zoals dat aanwezig was in de veldproeven waarop het advies voor elk gewas is gebaseerd. Onzeker is of de in Hoofdstuk 3 berekende bemestingsplannen daadwerkelijk ‘passen’ bij dit niveau. Het kan zijn dat een langdurig volgehouden bemestingsplan op termijn leidt tot een bodemvruchtbaarheid die hoger is dan de in het Bemestingsadvies impliciet veronderstelde bodemvruchtbaarheid. In dat geval zou bespaard kunnen worden op de aankoop van kunstmest-N. Omgekeerd kan het ook zo zijn dat een bemestingsplan op termijn leidt tot een lagere bodemvruchtbaarheid. In dat geval worden bij verder gelijkblijvende inputs niet langer economisch optimale opbrengstniveaus van de gewassen bereikt en zal meer N via kunstmest en/of dierlijke mest moeten worden gegeven. Uiteraard heeft dit een invloed op het bij elk bemestingsplan berekende bodemoverschot en nitraatgehalte. Om hier meer zicht op te krijgen zijn met Nutmatch voor twee modelbedrijven (NON1 en vgg4) enkele aanvullende berekeningen gedaan. De gevolgde benadering verschilt op twee punten van die in Hoofdstuk 3:

- de ontwikkeling van de N-levering door de bodem op termijn wordt dynamisch beschreven en is afhankelijk van wat er jaarlijks aan organische meststoffen en gewasresten wordt toegediend;
- de N-behoefte van gewassen wordt gecorrigeerd voor afwijkingen van de N-levering van de bodem ten opzichte van een referentie-levering. In het onderstaande leidt dit tot stijgende kunstmestgiften in geval van teruglopende bodemvruchtbaarheid en tot dalende kunstmestgiften bij toenemende bodemvruchtbaarheid.

Mineralisatie en bodemverlies in Nutmatch

Correctie van referentie-N-behoeften in Nutmatch op basis van actuele achtergrondmineralisatie

In Nutmatch wordt de stikstofmineralisatie berekend op grond van vrijkomende N uit nieuw toegevoegde organische stof (organische mest en gewasresten) en uit een pool ‘oude organische stof’. Voor de nieuw toegevoegde organische stof wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen mineraliserende N *in het eerste jaar* na toediening en mineraliserende N *na het eerste jaar* na toediening.

Van alle in het eerste jaar vrijkomende N uit nieuw toegevoegde organische stof wordt gewasspecifiek de beschikbaarheid voor gewassen bepaald. De nieuw toegevoegde bronnen worden in het eerste jaar na toediening als het ware ‘gevolgd in de tijd’, en van alle in dat eerste jaar vrijkomende N wordt de beschikbaarheid voor volggewassen bepaald.

Mineraliserende N uit nieuw toegevoegde organische stof na het eerste jaar na toediening wordt niet op perceelsniveau berekend, maar als gewogen gemiddelde van afzonderlijke perceelbijdragen op bedrijfsniveau. Ook wordt aangenomen dat mineraliserende N uit de pool ‘oude organische stof’ voor alle percelen gelijk is.

De optelsom van mineraliserende N uit nieuw toegevoegde organische stof na het eerste jaar na toediening en mineraliserende N uit de pool ‘oude organische stof’ wordt hierna de *actuele netto achtergrondmineralisatie* genoemd. De actuele netto achtergrondmineralisatie in jaar $x+1$ is dan de som van mineraliserende N uit alle in de jaren 2 t/m x nieuw toegevoegde organische stof plus mineraliserende N uit nog resterende ‘oude organische stof’ in jaar x , met $x = 5, 10$ of 25 jaar. Daarnaast kan de actuele netto achtergrondmineralisatie ook worden berekend in de veronderstelling dat een evenwichtssituatie is bereikt. Daarbij wordt aangenomen dat de hoeveelheid N in organische stof die jaarlijks wordt toegediend ook jaarlijks tot mineralisatie komt en dat de pool ‘oude organische stof’ is uitgeput.

Op grond van het verschil tussen de referentie-netto-achtergrondmineralisatie en de in Nutmatch berekende actuele netto achtergrondmineralisatie, worden referentie-N-behoeften van afzonderlijke gewassen naar boven of naar beneden bijgesteld. Als de in Nutmatch berekende actuele netto achtergrondmineralisatie groter is dan de referentie-

netto-achtergrondmineralisatie, worden de referentie-N-behoeften naar beneden bijgesteld, ter grootte van het van het voor elk gewas *beschikbare* deel van het verschil. Omgekeerd, als de in Nutmatch berekende actuele netto achtergrondmineralisatie kleiner is dan de referentie-achtergrondmineralisatie worden de referentie-N-behoeften vermeerderd met het voor elk gewas beschikbare deel van het verschil.

Berekening van bodemverlies in Nutmatch

In Nutmatch wordt een bodemverlies berekend. Dit bodemverlies is als volgt gedefinieerd:

- (+) toedieningen van minerale N (via kunstmest, dierlijke mest en depositie)
- (+) mineralisatie uit alle organische-N-bronnen in het eerste jaar na toediening
- (+) mineralisatie uit alle organische-N-bronnen in de jaren 2 t/m x na toediening
- (+) mineralisatie uit een initiële voorraad 'oude organische stof'
- (-) ammoniakverlies tijdens uitrijden van dierlijke mest
- (-) vastgelegde N in gewasproducten
- (-) vastgelegde N in gewasresten

Rekenvoorbeelden voor NON1 en vgg4

Initialisatie van de pool oude organische stof bij modelbedrijven NON1 en vgg4

In de hier gepresenteerde rekenvoorbeelden voor NON1 en vgg4 is aangenomen dat aan de referentie-N-behoeften van de op modelbedrijven geteelde gewassen een achtergrondmineralisatie van 100 kg N per ha ten grondslag heeft gelegen². Dit is in Nutmatch gesimuleerd door de pool 'oude organische stof' zodanig te initialiseren dat de actuele netto achtergrondmineralisatie in het startjaar eveneens 100 kg N per ha bedraagt. Voor modelbedrijf NON1 leverde deze procedure een mineralisatie uit de pool 'oude organische stof' in het startjaar van 67 kg N per ha op en voor modelbedrijf vgg4 74 kg N per ha.

Na initialisatie van de pool 'oude organische stof' is voor beide modelbedrijven het bemestingsplan van het referentie-scenario opnieuw doorgerekend, met een gelijke inzet van dierlijke mest maar met aanpassing van de kunstmestgift op basis van de ontwikkeling van de N-levering door de bodem in de tijd. Berekeningen zijn uitgevoerd na toepassen van de bemestingsplannen gedurende 5, 10 en 25 jaar. Ook is de evenwichtssituatie berekend.

Resultaten NON1

Tabellen 1 en 2 vermelden de resultaten van berekeningen voor modelbedrijf NON1. Ter vergelijking zijn de gegevens uit Hoofdstuk 3 (Tabel 5) eveneens vermeld. Uit Tabel 1 blijkt dat de bijdrage van de pool 'oude organische stof' aan de actuele achtergrondmineralisatie vanwege voortschrijdende uitputting geleidelijk aan kleiner wordt, maar dat deze terugloop niet tegelijkertijd volledig gecompenseerd wordt door 'nieuw' toegevoegde organische-N-bronnen. Het gevolg daarvan is dat de kunstmest-N gift geleidelijk aan dient toe te nemen om economisch optimale opbrengstniveaus te kunnen blijven behalen. De extra N die met kunstmest aangevoerd wordt is lager dan de vanwege de afnemende achtergrondmineralisatie 'verloren' gegane N en dus neemt per saldo het bodemverlies met de jaren iets af. De reden van het niet 1-op-1 verlopen van deze uitwisseling is gelegen in de hogere benutting van kunstmest-N in vergelijking met N die vrijkomt uit mineraliserende organische stof. Het geleidelijke teruglopen van het bodemverlies gaat gepaard met een geleidelijke toename van het N-overschot op bedrijfsniveau (Tabel 2). Als rekening wordt gehouden met de in de tijd teruglopende achtergrondmineralisatie is in de evenwichtssituatie per ha 24 kg extra kunstmest-N nodig. Als gevolg daarvan zijn ook bodem-N-verlies en N-overschot 24 kg per ha hoger dan in de berekening waarbij de kunstmestgift niet wordt aangepast.

Na 5 jaar bedraagt de berekende kunstmestbehoefte 59 kg N per ha. In de evenwichtssituatie is dit 76 kg N per ha. Het te overbruggen traject tussen 'na 5 jaar' en evenwicht bedraagt daarmee 17 kg N per ha. De 'halfwaardetijd' van dit traject (d.w.z. het aantal jaren dat nodig is om de helft van het traject te overbruggen) ligt ergens tussen de 10 en 20 jaar. Dit geldt ook voor 'halfwaardetijden' voor bodemverlies en nitraatgehalte.

² Dit cijfer is met veel onzekerheid behept. Op grond van gemeten N-opbrengsten op onbemeste proefveldjes, zoals gerapporteerd door Ten Berge *et al.* (2000) lijkt een schatting van 100 kg N per ha redelijk.

Resultaten vgg4

Het globale beeld dat bij modelbedrijf vgg4 naar voren komt is gelijk aan dat van NON1 (Tabellen 3 en 4). Ook op dit bedrijf wordt de terugloop van de bijdrage van de pool 'oude organische stof' aan de actuele achtergrondmineralisatie maar ten dele gecompenseerd door bijdragen van 'nieuw' toegevoegde organische stof. De hoeveelheid extra aan te voeren kunstmest-N is zo groot dat niet meer aan de werkzame N-aanvoernorm van het referentie-scenario kon worden voldaan. De overschrijdingen na 10 en 25 jaar en bij evenwicht waren respectievelijk 3, 16 en 24 kg N per ha. Rekening houdend met de teruglopende achtergrondmineralisatie, is 49 kg N per ha extra kunstmest nodig en zijn bodem-N-verlies en N-overschot dus ook 49 kg per ha hoger dan in de berekening waarbij de kunstmestgift niet wordt aangepast.

De 'halfwaardetijd' tussen de situatie 'na 5 jaar' en de evenwichtssituatie voor kunstmestgift, bodemverlies en nitraatgehalte ligt ergens tussen de 10 en 15 jaar.

Tabel 1. Berekend bodemverlies en nitraatgehalte voor modelbedrijf NON1 bij dierlijke mestgiften volgens het bemestingsplan in het referentie-scenario en een initiële achtergrondmineralisatie van 100 kg N per ha per jaar na 5, 10 en 25 jaar toepassen van dit plan en bij bereiken van evenwicht. Ter vergelijking zijn de gegevens uit Hoofdstuk 3 (Tabel 5) eveneens vermeld.

	Na 5 jaar	Na 10 jaar	Na 25 jaar	Evenwicht	Referentie uit Tabel 5
<i>Minerale N-inputs</i>					
Nmin in organische mest	59	59	59	59	59
Kunstmest	59	65	73	76	52
Deposities	31	31	31	31	31
Totaal	149	155	163	166	142
<i>Mineralisatie uit organische bronnen in eerste jaar na toediening</i>					
Uit 'nieuwe' gewasresten	25	25	25	25	25
Uit 'nieuwe' organische mest	33	33	33	33	33
Totaal	58	58	58	58	58
<i>Achtergrondmineralisatie (mineralisatie uit organische bronnen na eerste jaar na toediening en mineralisatie uit de pool 'oude organische stof')</i>					
Uit 'nieuwe' gewasresten	25	30	32	38	38
Uit 'nieuwe' organische mest	8	9	10	11	11
Uit 'oude organische stof'	44	29	12	0	0
Totaal	77	68	54	49	49
<i>Vastlegging + ammoniakverlies</i>					
Vastlegging in gewasproducten	107	107	107	107	107
Vastlegging in gewasresten	63	63	63	63	63
Ammoniakverlies	3	3	3	3	3
Totaal	173	173	173	173	173
Bodemverlies	112	108	102	100	76
Nitraatgehalte	77	74	70	69	53

Tabel 2. Farmgate N-balans van modelbedrijf NON1 bij dierlijke-mestgiften volgens het bemestingsplan in het referentie-scenario en een initiële achtergrondmineralisatie van 100 kg N per ha per jaar na 5, 10 en 25 jaar toepassen van dit plan en bij bereiken van evenwicht. Ter vergelijking zijn de gegevens uit Hoofdstuk 3 (Tabel 5) eveneens vermeld.

	Na 5 jaar	Na 10 jaar	Na 25 jaar	Evenwicht	Referentie uit Tabel 5
<i>N-aanvoer</i>					
Organische mest	102	102	102	102	102
Kunstmest	59	65	73	76	52
Depositie	31	31	31	31	31
Totaal	192	198	206	209	185
<i>N-afvoer</i>					
Gewasproducten	107	107	107	107	107
Totaal	107	107	107	107	107
<i>N-overschot</i>					
Ammoniakverlies	3	3	3	3	3
Bodemoverschot	82	88	96	99	75
Totaal	85	91	99	102	78

Tabel 3. Berekend bodemverlies en nitraatgehalte voor modelbedrijf vgg4 bij dierlijke mestgiften volgens het bemestingsplan in het referentie-scenario en een initiële achtergrondmineralisatie van 100 kg N per ha per jaar na 5, 10 en 25 jaar toepassen van dit plan en bij bereiken van evenwicht. Ter vergelijking zijn de gegevens uit Hoofdstuk 3 (Tabel 6) eveneens vermeld.

	Na 5 jaar	Na 10 jaar	Na 25 jaar	Evenwicht	Referentie uit Tabel 6
<i>Minerale N-inputs</i>					
Nmin in organische mest	42	42	42	42	42
Kunstmest	202	212	224	232	183
Depositie	31	31	31	31	31
Totaal	275	285	297	305	256
<i>Mineralisatie uit organische bronnen in eerste jaar na toediening</i>					
Uit 'nieuwe' gewasresten	81	81	81	81	81
Uit 'nieuwe' organische mest	23	23	23	23	23
Totaal	104	104	104	104	104
<i>Achtergrondmineralisatie (mineralisatie uit organische bronnen na eerste jaar na toediening en mineralisatie uit de pool 'oude organische stof')</i>					
Uit 'nieuwe' gewasresten	21	23	25	27	27
Uit 'nieuwe' organische mest	5	6	6	7	7
Uit 'oude organische stof'	49	32	14	0	0
Totaal	75	61	45	34	34
<i>Vastlegging + ammoniakverlies</i>					
Vastlegging in gewasproducten	134	134	134	134	134
Vastlegging in gewasresten	108	108	108	108	108
Ammoniakverlies	2	2	2	2	2
Totaal	244	244	244	244	244
Bodemverlies	210	206	202	199	150
Nitraatgehalte	144	141	138	136	105

Tabel 4. Farmgate N-balans van modelbedrijf vgg4 bij dierlijke mestgiften volgens het bemestingsplan in het referentie-scenario en een initiële achtergrondmineralisatie van 100 kg N per ha per jaar na 5, 10 en 25 jaar toepassen van dit plan en bij bereiken van evenwicht. Ter vergelijking zijn de gegevens uit Hoofdstuk 3 (Tabel 6) eveneens vermeld.

	Na 5 jaar	Na 10 jaar	Na 25 jaar	Evenwicht	Referentie uit Tabel 6
<i>N-aanvoer</i>					
organische mest	71	71	71	71	71
Kunstmest	202	212	224	232	183
Depositie	31	31	31	31	31
Totaal	304	314	326	334	285
<i>N-afvoer</i>					
Gewasproducten	134	134	134	134	134
Totaal	134	134	134	134	134
<i>N-overschot</i>					
Ammoniakverlies	2	2	2	2	2
Bodemoverschot	168	178	190	198	149
Totaal	170	180	192	200	151

Conclusies

De hier gevolgde benadering verschilde op twee punten van de in Hoofdstuk 3 gevolgde werkwijze: (1) de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid in de tijd werd dynamisch beschreven in afhankelijkheid van wat er jaarlijks aan organische meststoffen en gewasresten werd toegediend en (2) de N-behoefte van gewassen werd gecorrigeerd voor afwijkingen van de bodemvruchtbaarheid ten opzichte van een referentie-bodemvruchtbaarheid. Het hiermee rekening houden blijkt aanzienlijke effecten te kunnen hebben op benodigde N-aanvoer, bodemverlies, bodemoverschot en nitraatgehalte. De omvang van deze effecten is afhankelijk van het verschil tussen het bereikte bodemvruchtbaarheidsniveau op het betreffende modelbedrijf en het referentie-bodemvruchtbaarheidsniveau zoals dat verondersteld wordt aan het Bemestingsadvies ten grondslag te hebben gelegen.

Bij compenseren van een teruglopende bodemvruchtbaarheid met extra kunstmest-N kunnen bedrijven tegen de gebruiksnorm voor werkzame N aanlopen. Voor een van de hier doorgerekende bedrijven, met overigens veel N-behoefte gewassen in de rotatie, werd de norm in de evenwichtssituatie met 24 kg N per ha overschreden.

Bij compensatie van teruglopende bodemvruchtbaarheid met extra kunstmest-N neemt het N-overschot in de loop van de jaren toe en nemen tegelijkertijd bodemverlies en nitraatgehalte af.

De tijd die het vergt om de helft van het te overbruggen traject tussen de situatie na 5 jaar en de evenwichtssituatie te hebben afgelegd bedraagt tussen de 10 en 20 jaar.

Bijlage VI.

Overzicht van de gewassen op de Akkerbouw- en Vollegrondsgroente-modelbedrijven

Met een 'X' zijn de gevoelige gewassen aangegeven. Per gewas is het aandeel in het areaal weergegeven, het landbouwkundige advies en de stikstofgift zoals berekend in Tabel 5 en Tabel 6 bij een gebruiksnorm van 80% voor de gevoelige gewassen. Vanuit het verschil tussen advies en gift is de opbrengstderving berekend (voor toelichting zie pagina 14).

Bedrijf	Gewassen		Aandeel van het areaal	WOG N2-tabel	Landbouwkundig advies (kg N/ha) (Nmin-formule zonder kortingen voor gbm, etc.)	Totale N ¹ werkzaam voor het gewas bij 80% (kg/ha)	Opbrengstderving (%) ²
Akk5	Zetmeelaardappel	X	0.33	240	230	230	0
	Zomergerst		0.28	60	60	60	0
	Rogge		0.05	110	110	110	0
	Suikerbiet	X	0.20	150	150	150	0
	Waspeen		0.06	60	60	60	0
	Korrelmaïs ³	X	0.04	175	175	175	0
	Braak		0.04	0	0	0	0
Akk6	Zetmeelaardappel	X	0.50	240	230	230	0
	Zomergerst		0.25	60	60	60	0
	Wintertarwe		0.05	160	165	165	0
	Suikerbiet	X	0.20	150	150	150	0
Akk7	Consumptieaardappel	X	0.25	265	255	255	0
	Suikerbiet	X	0.25	150	150	150	0
	Wintertarwe		0.125	160	175	175	0
	Korrelmaïs	X	0.125	175	40	40	0
	Waspeen		0.125	40	90	90	0
	Schorseneer		0.125	90	255	255	0
Akk8	Consumptieaardappel	X	0.25	265	255	255	0
	Korrelmaïs	X	0.25	175	175	175	0
	Suikerbiet	X	0.167	150	150	150	0
	Wintertarwe		0.167	160	165	165	0
	Dubbelteelt spinazie	X	0.167	310	310	310	0

Bedrijf	Gewassen		Aandeel van het areaal	WOG N2-tabel	Landbouwkundig advies (kg N/ha) (Nmin-formule zonder kortingen voor gbm, etc.)	Totale N ¹ werkzaam voor het gewas bij 80% (kg/ha)	Opbrengst- derving (%) ²
Vgg4	Kropsla (dubbelteelt)	X	0.333	230	150-230	150-230	0
	Spinazie (dubbelteelt)	X	0.333	310	300-310	300-310	0
	Prei	X	0.333	215	190-215	190-215	0
Vgg5	Prei	X	0.625	215	190-235	190-235	0
	Broccoli	X	0.125	265	240-265	240-265	0
	Bospeen		0.125	40	35-50	35-50	0
	Andijvie (dubbelteelt)	X	0.125	230	210-230	210-230	0
Vgg6	Aardbeien	X	0.429	95	70-95	70-95	0
	Prei	X	0.429	215	190-235	190-235	0
	Asperge	X	0.143	65	45-65	45-65	0

¹ Dit is landbouwkundig werkzame N afkomstig uit kunstmest, organische mest, gewasresten, groenbemesters.

² Bij Pw 45 zijn de volgende opbrengstdervingen bij suboptimale P-bemesting gevonden: (akk8: spinazie 0,18%; vgg4: spinazie en kropsla: 0,08%; vgg5: bospeen en andijvie: 0,46%).

³ Zowel snij- als korrelmaïs is door WOG als gevoelig aangemerkt.

Bijlage VII.

Overzicht van de gewassen op de modelbedrijven Bollen

Met een 'X' zijn de gevoelige gewassen aangegeven. Per gewas is het aandeel in het areaal weergegeven, het landbouwkundige advies en de stikstofgift zoals berekend in Tabel 11 bij een gebruiksnorm van 80% voor de gevoelige gewassen. Vanuit het verschil tussen advies en gift is de opbrengstderving berekend (voor toelichting zie pagina 14).

Bedrijf	Gewassen		Aandeel van het areaal	WOG N2-tabel	Landbouwkundig advies (kg N/ha) (Nmin-formule zonder kortingen voor gbm, etc.)	Totale N werkzaam voor het gewas bij 80% (kg/ha)	Opbrengstderving (%)
BL1	Hyacint	X	0.333	200	230	137	11
	Tulp	X	0.333	180	210	143	11
	Narcis	X	0.333	125	155	103	9
BL2	Hyacint	X	0.25	200	230	137	11
	Tulp	X	0.25	180	210	143	11
	Narcis	X	0.25	125	155	101	9
	Overig: krokus, dahlia, iris en lelie		0.25	70, 30, 150, 100	100, 60, 180 en 130	66, 43, 118 en 88	8, 6, 10 en 9
BL3	Lelie		0.583	100	130	92	6
	Tulp	X	0.139	180	210	139	7,5
	Narcis	X	0.139	125	155	108	6,5
	Overig: krokus, dahlia, iris (X) en hyacint Lelie (huur)		0.139	70, 30, 150 en 200	100, 60, 180 en 230	70, 41, 125 en 153 28 en 55	5,5, 4, 7 en 8
BL4a	Lelie		1.0	65	100	79, 31 en 62	1, 0.6 en 0.9
BL4b	Lelie		1.0	65	100	65	7.5

Bijlage VIII.

Overzicht van de gewassen op de modelbedrijven Boomteelt

Met een 'X' zijn de gevoelige gewassen aangegeven. Per gewas is het aandeel in het areaal weergegeven, het landbouwkundige advies en de stikstofgift zoals berekend in Tabel 14 bij een gebruiksnorm van 80% voor de gevoelige gewassen. Vanuit het verschil tussen advies en gift is de opbrengstderving berekend (voor toelichting zie pagina 14).

Bedrijf	Gewassen	Aandeel van het areaal	WOG advies N2	Landbouw-kundig advies ³	N-gift werkzame N bij MINAS 2003	N-gift werkzame N bij gebruiksnorm WOG ¹		Op-brengst-deriving		N-gift werkzame N bij 100% ²	Op-brengst-deriving		N-gift werkzame N bij 80% ²	Op-brengst-deriving	
						(kg N/ha)	(kg N/ha)	(%)	(kg/ha)		(%)	(kg/ha)		(%)	(kg/ha)
Bo01	Coniferen jaar 1	0.043	40	40	50	28	8.6	40	0.0	40	0.0	40	0.0	40	0.0
	Coniferen jaar 2	0.043	40	40	70	28	8.6	40	0.0	40	0.0	40	0.0	40	0.0
	Coniferen jaar 3	0.043	50	50	70	35	10.1	50	0.0	50	0.0	50	0.0	50	0.0
	Heesters jaar 1	0.043	40	40	50	28	8.6	40	0.0	40	0.0	40	0.0	40	0.0
	Heesters jaar 2	0.043	50	50	60	35	10.1	50	0.0	50	0.0	50	0.0	50	0.0
	Heesters jaar 3	0.043	60	60	85	42	11.3	60	0.0	60	0.0	60	0.0	60	0.0
	Bos en Haag, 1+0, jaar 1	0.130	40	10	116	116	0.0	82	0.0	43	0.0	40	0.0	40	0.0
	Bos en Haag, 1+2, jaar 1	X 0.130	60	60	86	86	0.0	72	0.0	60	0.0	60	0.0	60	0.0
	Bos en Haag, 1+2, jaar 2	0.130	70	70	95	49	12.4	70	0.0	70	0.0	70	0.0	70	0.0
	Laanboom opzetter jaar 1	X 0.043	80	80	100	86	0.0	86	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 2	0.043	80	80	100	56	13.4	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 3	0.043	80	80	100	56	13.4	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 4	0.043	80	80	100	56	13.4	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 5	0.043	80	80	20	56	13.4	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
Tagetes	0.130	0	0	116	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	
Bo02	Laanboom onderstam	0.100	20	0	185	185	0.0	71	0.0	71	0.0	71	0.0	37	0.0
	Laanboom spil jaar 1	X 0.100	60	60	155	155	0.0	76	0.0	62	0.0	62	0.0	62	0.0
	Laanboom spil jaar 2	0.100	70	70	90	38	18.6	70	0.0	70	0.0	70	0.0	70	0.0
	Laanboom opzetter jaar 1	X 0.100	80	80	155	155	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 2	0.100	80	80	100	44	20.1	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 3	0.100	80	80	100	44	20.1	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 4	0.100	80	80	100	44	20.1	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 5	0.100	80	80	100	44	20.1	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Laanboom opzetter jaar 6	0.100	80	80	100	44	20.1	80	0.0	80	0.0	80	0.0	80	0.0
	Groenbesters	0.100	0	0	155	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-

Bedrijf	Gewassen	Aandeel van het areaal	WOG advies N2	Landbouwkundig advies ³	N-gift werkzame N bij MINAS 2003	N-gift werkzame N bij gebruiksnorm WOG ¹		Opbrengst		N-gift werkzame N bij 100% ²		Opbrengst		N-gift werkzame N bij 80% ²		
						(kg N/ha)	(kg N/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)
Bo03	Tagetes	0.125	0	20	127	118	0	-	0	-	0	-	0	-	0	
	Rozen zaailing	0.125	30	40	157	148	30	0.0	30	0.0	30	0.0	30	0.0	30	
	Suikerbieten	X 0.125	150	149	149	118	150	0.0	150	0.0	150	0.0	150	0.0	150	
	Rozen struik jaar 1	0.125	20	30	127	118	50	0.0	41	0.0	20	0.0	20	0.0	20	
	Rozen struik jaar 2	0.125	50	60	60	6	50	29.4	50	0.0	50	0.0	50	0.0	50	
	Zomergerst	0.125	60	60	60	7	60	33.1	60	0.0	60	0.0	60	0.0	60	
	Suikerbieten	X 0.125	150	149	149	118	150	0.0	150	0.0	150	0.0	150	0.0	150	
	Wintertarwe	0.125	160	160	160	19	160	54.2	160	0.0	160	0.0	160	0.0	160	
	Bo4	Bos en Haag, 1+0, jaar 1	0.125	40	40	138	138	59	0.0	40	0.0	40	0.0	40	0.0	40
		Bos en Haag, 2+0, jaar 1	X 0.250	60	40	40	51	60	5.3	60	0.0	60	0.0	60	0.0	60
Bos en Haag, 2+0, jaar 2		X 0.250	70	60	60	60	70	5.8	70	0.0	70	0.0	66	2.5	66	
Bos en Haag, 1+1, jaar 1		X 0.125	60	75	75	51	60	5.3	60	0.0	60	0.0	65	0.0	65	
Bos en Haag, 1+2, jaar 1		X 0.125	60	75	75	51	60	5.3	60	0.0	60	0.0	56	2.2	56	
Bos en Haag, 1+2, jaar 2		0.125	70	95	95	60	70	5.8	70	0.0	70	0.0	66	2.5	66	

¹ Zonder aanpassing van de organische bemesting.

² Door aanpassing aanvoer organische producten.

³ Verschillen tussen WOG-advies N2 en landbouwkundig advies worden veroorzaakt door het inrekenen van mineralisatie uit de voorvrucht groenbemester.

Bijlage IX.

Boomteelt: aanvoer van organische producten (ton vers product ha⁻¹) bij 100, 95 en 80% van de gebruiksnormen op de in te planten gewassen

Ter vereenvoudiging zijn de andere gewassen niet opgenomen in de tabel.

Bedrijf	Gewassen	Varkensdrijfmest ¹			Rundveedrijfmest			Stalmest			GFT-Compost			Natuurcompost			Humusaarde			Groencompost			
		100%	95%	80%	100%	95%	80%	100%	95%	80%	100%	95%	80%	100%	95%	80%	100%	95%	80%	100%	95%	80%	
Bo01	Coniferen jaar 1 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heesters jaar 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bos en Haag, 1+0, jaar 1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bos en Haag, 1+2, jaar 1	0	0	0	0	0	0	21	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Laanboom opzetter jaar 1	0	0	0	0	0	0	22	22	0	12	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bo02	Laanboom onderstam	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Laanboom spil jaar 1	0	0	0	0	0	0	22	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Laanboom opzetter jaar 1	0	0	0	0	0	0	22	25	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bo03	Rozen zaailing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suikerbieten	0	0	25	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rozen struik jaar 1	0	0	0	17	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suikerbieten	0	0	25	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bo04	Bos en Haag, 1+0, jaar 1	0	0	0	0	0	0	17	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bos en Haag, 2+0, jaar 1	0	0	0	0	0	0	0	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
	Bos en Haag, 1+1, jaar 1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0
	Bos en Haag, 1+2, jaar 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ Alle doseringen van organische producten in ton vers product ha⁻¹

² In de tabel zijn alleen de in te planten gewassen opgenomen waar organische producten op aangebracht worden voor planten.