



Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten

J.J. Schröder, H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop,
M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof & W.J. Willems





Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten

J.J. Schröder¹, H.F.M. Aarts¹, M.J.C. de Bode², W. van Dijk³, J.C. van Middelkoop⁴, M.H.A. de Haan⁴, R.L.M. Schils¹, G.L. Velthof⁵ & W.J. Willems⁶

¹ Plant Research International, Wageningen UR

² Expertisecentrum LNV, Ede

³ Praktijkonderzoek Veehouderij, Animal Sciences Group, Wageningen UR

⁴ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven

⁵ Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen UR

⁶ Alterra, Wageningen UR

© 2004 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 : post.plant@wur.nl
Internet : <http://www.plant.wur.nl>

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
1. In- en aanleiding	5
2. Werkwijze	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Bodemoverschot	7
2.2.1 Nmin voorjaar	9
2.2.2 Depositie	9
2.2.3 N-binding door vlinderbloemigen	9
2.2.4 Mineralisatie uit veengronden	9
2.2.5 Nalevering vanuit/vastlegging in gewasresten en mest	10
2.2.6 Afvoer met gewas	10
2.2.7 Ammoniakverliezen	10
2.3 Vanuit N bodemoverschot naar milieukwaliteit	10
2.4 Werkingscoëfficiënten voor dierlijke mest	11
2.5 Berekening van P-overschotten	11
3. Resultaten	13
3.1 Gewasniveau	13
3.1.1 Grasland	13
3.1.2 Snijmaïs	20
3.1.3 Akker- en tuinbouwgewassen	25
3.1.3.1 Inleiding	25
3.1.3.2 Akkerbouw/vollegrondsgroenten	25
3.1.3.3 Bloembollen	27
3.1.3.4 Boomteelt	28
3.1.3.5 Fruitteelt	30
3.2 Op bedrijfsniveau	30
3.2.1 Melkveehouderij	30
3.2.2 Akker- en tuinbouw inclusief bollen- en boomteelt	31
3.2.2.1 Stikstof	32
3.2.2.2 Fosfaat	33
3.2.2.3 Kanttekeningen	33
4. Discussie	37
4.1 Berekening van het N-bodemoverschot	37
4.2 Milieueffecten vanuit bodemoverschotten	40
4.3 Werking van mest	42
4.4 De respons van gewasopbrengsten op stikstof	43
4.5 Bandbreedte van bemestingsadvies	44
4.6 Vervangende maatregelen	45
4.7 Effect van minder geslaagd management	46
4.8 Toetsing in de praktijk	46

	pagina
5. Conclusies	47
5.1 Grasland	47
5.1.1 N-gebruiksnorm	47
5.1.2 P-gebruiksnorm	47
5.2 Snijmaïs	47
5.2.1 N-gebruiksnorm	47
5.2.2 P-gebruiksnorm	48
5.3 Akker- en tuinbouwgewassen	48
5.3.1 N-gebruiksnorm	48
5.3.2 P-gebruiksnorm	49
6. Onderzoeksaanbevelingen	51
7. Referenties	53
8. Begrippenlijst	57
Bijlage I. Uitgangspunten voor het berekenen van gebruiksnormen bij grasland	31 pp.
Bijlage II. Uitgangspunten voor het berekenen van gebruiksnormen bij snijmaïs	29 pp.
Bijlage III. Uitgangspunten voor het berekenen van gebruiksnormen bij akker- en tuinbouwgewassen (incl. bloembollen, bomen en heesters)	34 pp.
Bijlage IV. Korte beschrijving bedrijfstypen AT	2 pp.
Bijlage V. N-binding vlinderbloemigen AT	3 pp.
Bijlage VI. Opbrengsten (marktbaar) en N/P-gehalten in marktbaar product AT-gewassen	2 pp.
Bijlage VII. Het mest ABC: de omrekening van N-bodemoverschotten naar nitraatconcentraties in grondwater en N-totaal concentraties in oppervlaktewater	2 pp.

Voorwoord

Naar aanleiding van een uitspraak van het Europese Hof hebben de Ministeries van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) een werkgroep ingesteld met als opdracht normen te definiëren voor het gebruik van mest en kunstmest. De werkgroep heeft zich daarbij gehouden aan door beide ministeries geformuleerde uitgangspunten ten aanzien van hetzij stikstof- en fosfaatverliezen, hetzij bemestingsadviezen, dan wel stikstofconcentraties in grond- en oppervlaktewater.

De werkgroep (Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen, WOG) begon op 31 oktober 2003 met haar werkzaamheden. De WOG is gevraagd in maart 2004 een eindverslag uit te brengen. Daarvan vormt het onderhavige rapport de weerslag. Binnen de haar toegemeten tijd moest de WOG zich beperken in het aantal varianten dat kon worden doorgerekend. De discussie-paragraaf van dit rapport gaat daarom nader in op aspecten die vervolmaakt kunnen worden. De gebruiksnormen als vermeld in dit rapport zijn daarmee niet noodzakelijkerwijs de gebruiksnormen die uiteindelijk onderdeel zullen uitmaken van wetsvoorstellen, het Actieprogramma ten behoeve van de Europese Commissie of een eventueel Derogatieverzoek.

De auteurs

Samenvatting

De Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) heeft in opdracht van de Ministeries van LNV en VROM nagegaan hoeveel werkzame stikstof (N) gegeven kan worden en welke N-concentraties in grond- en oppervlaktewater gerealiseerd worden als N-adviezen gevolgd zouden worden, als tien procent beneden die adviezen bemest zou worden en als aan MINAS verliesnormen voldaan zou worden. Daarnaast is de WOG gevraagd na te gaan hoeveel werkzame N gegeven zou kunnen worden als, omgekeerd, aan een N-concentratiedoelstelling voor grondwater (50 mg nitraat per liter) of oppervlaktewater (2,2-10 mg N-totaal per liter) voldaan wordt. De genoemde N-varianten zijn onderzocht voor verschillende uitgangspunten van toelaatbaar geachte fosfaatoverschotten.

De WOG heeft de relaties tussen de werkzame N-gift en de N-concentratie in grond- en oppervlaktewater beschreven. Hoewel een uniforme N-gebruiksnorm voor alle gewassen vanuit een uitvoeringsoogpunt handig is, bleek een dergelijke vereenvoudiging wetenschappelijk geen recht te doen aan mogelijke verschillen in regionale ecologische en daarmee chemische doelstellingen en aan aanmerkelijke verschillen tussen gewassen, bouwplannen en grondsoorten met betrekking tot N-afvoer, N-benutting, aard van de N-meststof en het lot van het N-overschot.

Als gevolg hiervan varieert een verantwoorde gebruiksnorm van minder dan 100 tot bijna 400 kg werkzame N per ha. Met name op drogere zandgronden, maar ook op klei- en veengronden bij strenge milieukwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater, kan dikwijls minder bemest worden dan thans wordt geadviseerd of toegestaan in het kader van voorziene MINAS verliesnormen. Overeenkomstig de opdracht heeft de WOG zich niet gebogen over de vraag hoe een balans gevonden kan worden tussen de behoefte aan differentiatie enerzijds en eenvoud anderzijds. De WOG merkt op dat er vragen resteren die aanvullend onderzoek rechtvaardigen, maar dat er vanuit milieudoelstellingen gezien voldoende aanleiding bestaat om gebruiksnormen op een lager niveau in te stellen dan het niveau dat vanuit het huidige N-advies of MINAS verliesnormen zou kunnen worden afgeleid.

1. In- en aanleiding

Op 2 oktober 2003 heeft het Europese Hof van Justitie uitspraak gedaan over de Nederlandse invulling van de Nitraatrichtlijn. Het Hofarrest laat er geen misverstand over bestaan dat het stelsel van verliesnormen als opgenomen in het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) niet toereikend is om te kunnen voldoen aan de verplichtingen die voortvloeien uit de Nitraatrichtlijn (Anonymus, 1991). Het Hof oordeelt dat aan deze verplichting alleen kan worden voldaan door middel van een stelsel van gebruiksnormen. Omdat gebruiksnormen aangrijpen op de input acht het Hof dit een betere garantie voor het beperken en voorkomen van verontreiniging dan verliesnormen die, althans in de beeldvorming, 'achteraf' ingrijpen.

Op Nederland rust derhalve de verplichting om behalve gebruiksnormen voor de totale bemesting op bedrijfsniveau ook gebruiksnormen voor dierlijke mest in te voeren.

Wat betreft de gebruiksnorm voor totale bemesting stelt het arrest vast dat ook rekening moet worden gehouden met de netto-mineralisatie per bedrijf en met de stikstofbinding door vlinderbloemige gewassen.

Naar aanleiding van het arrest van het Hof hebben de ministeries van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) een werkgroep ingesteld, die de milieugevolgen van een aantal varianten in gebruiksnormen in kaart moet brengen. Deze Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) heeft de opdracht om van de volgende varianten de gevolgen door te rekenen:

Voor stikstof

- N1. Gebruiksnormen die direct zijn afgeleid van de oorspronkelijk beoogde 'verliesnormen 2003' (180/140 en 100/60 kg N per ha).
- N2. Gebruiksnormen op 100% van het (economisch optimale) bemestingsadvies.
- N3. Gebruiksnormen op 90% van het bemestingsadvies (conform Deense aanpak).
- N4. Gebruiksnormen waarmee op zandgronden (grondwatertrap (Gt) IV, VI, VII en VIII) de norm van 50 mg nitraat per liter wordt gerealiseerd in de bovenste meter van het grondwater dan wel op klei- en veengronden 2,2 of 10 mg N-totaal in het oppervlaktewater.

Voor fosfaat

- P1. Gebruiksnormen die direct zijn afgeleid van de oorspronkelijk beoogde 'verliesnormen 2003' (20 kg P₂O₅ per ha voor grasland en bouwland).
- P2. Gebruiksnormen die zijn afgeleid van verliesnorm 20 kg P₂O₅ per ha, met inbegrip van kunstmest en met ruimte voor reparatiebemesting op percelen met fosfaatarmoede c.q. fosfaatfixatie.
- P3. Gebruiksnormen die zijn afgeleid van verliesnorm 30 kg P₂O₅ per ha, met inbegrip van kunstmest en met ruimte voor reparatiebemesting op percelen met fosfaatarmoede c.q. fosfaatfixatie.
- P4. Gebruiksnormen op 100% van het bemestingsadvies, met inbegrip van fosfaattoestand (dus met lagere giften op percelen met hoge fosfaattoestand).
- P5. Gebruiksnormen die zijn afgeleid van verliesnorm 0 kg P₂O₅ per ha, met inbegrip van alle aanvoerposten waaronder kunstmest en onder verrekening van de werkelijke afvoer. Deze variant komt dus overeen met evenwichtsbemesting.

In afstemming met LNV en VROM heeft de WOG de volgende combinaties doorgerekend:

Tabel 1. De onderzochte varianten van N-P-scenario's.

Scenario	N-begrenzing	P-begrenzing
N1P1	Verliesnorm 60 (bouwland) of 140 (grasland) kg N per ha voor zandgrond met Gt VI-VIII en 100 (bouwland) of 180 (grasland) kg N per ha voor overige gronden	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, exclusief kunstmest
N2P2	Bemesten volgens N-advies	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest
N2P3	Bemesten volgens N-advies	Verliesnorm 30 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest
N3P2	Bemesten volgens N-advies N-10%	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest
N3P3	Bemesten volgens N-advies N-10%	Verliesnorm 30 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest
N3P4	Bemesten volgens N-advies N-10%	P-advies bij Pw 45
N4P2	'In grondwater 50 mg NO ₃ , in oppervlaktewater 2,2 of 10 mg N-totaal per liter'	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest
N4P3	'In grondwater 50 mg NO ₃ , in oppervlaktewater 2,2 of 10 mg N-totaal per liter'	Verliesnorm 30 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest
N4P4	'In grondwater 50 mg NO ₃ , in oppervlaktewater 2,2 of 10 mg N-totaal per liter'	P-gift bij P-advies 'ruim voldoende'
N4P5	'In grondwater 50 mg NO ₃ , in oppervlaktewater 2,2 of 10 mg N-totaal per liter'	Verliesnorm 0 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest

Omdat gras en snijmais vaak geteeld worden op bedrijven die zelf mest produceren, is met name bij deze twee gewassen nagegaan in welke mate de N- en P-behoefte bij voorkeur met dierlijke mest gedekt kan worden. In het kader van die verkenning is in sommige scenario's ook meer dierlijke mest toegepast dan in principe is toegestaan krachtens de Nitraatrichtlijn (i.e. 170 kg N per ha). Op grasland is het mestverbruik daarom ingesteld op 170, 250, 290 en 330 kg N per ha, op maïsland op 170 en 250 kg N per ha. De scenario's waarin meer dan 170 kg N per ha als dierlijke mest wordt gegeven, sluiten aan bij het voornemen van de Nederlandse regering om te zijner tijd een derogatieverzoek in te dienen.

2. Werkwijze

2.1 Inleiding

De WOG is verzocht voor diverse scenario's (Tabel 1) na te gaan wat de relatie is tussen het gebruik van dierlijke mest en/of werkzame N (uit dierlijke mest en kunstmest tezamen) en milieukwaliteit. De WOG heeft de verkenning van de milieukwaliteit in eerste instantie beperkt tot de NO_3 -concentratie van grondwater en de N-totaal-concentratie van oppervlaktewater. Deze verkenning heeft allereerst plaatsgevonden op het niveau van individuele gewassen (voedergewassen, akkerbouwgewassen, vollegrondsgroenten, bolgewassen, bomen en heesters) en vervolgens op het niveau van bedrijven (melkveebedrijven, akker- en tuinbouwbedrijven, bollenbedrijven, boomteeltbedrijven).

2.2 Bodemoverschot

Om uitspraken over de samenstelling van grond- en oppervlaktewater te doen is inzicht nodig in het bodemoverschot. Het bodemoverschot wordt niet alleen bepaald door de aangevoerde hoeveelheid N en P in mest en kunstmest en de afgevoerde hoeveelheid N en P in gewassen. Mede in het licht van de Nitraatrichtlijn en het hiervoor genoemde Hofarrest, is het nodig ook andere N-aanvoerposten in beeld te brengen: de hoeveelheid minerale N bij aanvang van het groeiseizoen (N_{min} voorjaar), de N-depositie, de N-bijdrage uit gewasresten, de N-bijdrage vanuit (in eerdere jaren) gegeven organische mest ('nawerking', 'nalevering'), de N die gebonden wordt door vlinderbloemigen en de N die beschikbaar komt door mineralisatie.

Op het eerste gezicht lijkt de onbalans tussen aanvoer en afvoer, het overschot, hiermee veel groter te worden. Echter, om een correct beeld van het bodemoverschot te krijgen, dient op het aldus berekende overschot een aantal posten in mindering gebracht te worden: de ammoniak-N die verloren gaat tijdens de beweiding en na het uitrijden van dierlijke mest, de investering in (nieuwe) gewasresten, de 'investering in N_{min} voorjaar' in het volgende jaar, het vasthouden van een deel van de N die met organische mest is verstrekt (en als nawerking in het volgende jaar bij de aanvoerposten wordt ingeboekt).

De WOG heeft zich gericht op de lange-termijn effecten. Dat betekent dat de WOG zowel ruimtelijk als temporeel van een evenwichtsituatie is uitgegaan: gewassen met een groot overschot en gewassen met een klein overschot worden in bedrijfsverband uitgemiddeld omdat elk gewas een willekeurig perceel vroeg of laat bezoekt en de WOG ervan uitgaat dat op bedrijfsniveau aan doelen dient te worden voldaan.

Ook veronderstelt de WOG dat de jaarlijkse aanvoer van organische N in de vorm van gewasresten en organische mest gelijk is aan de jaarlijkse afbraak. Er zijn namelijk geen redenen aan te nemen dat dit op de lange termijn niet zou gelden voor alle organisch materiaal. De WOG maakt één uitzondering op de regel dat tegenover een organische N-bron ook een organische N-sink staat. Dat betreft de veengronden. Het voorgaande resulteert in een definitie van het N-bodemoverschot als aangegeven in Tabel 2.

Tabel 2. N-bodemoverschot (kg N per ha per jaar) in jaar n (start = begin groeiseizoen van hoofdgewas in jaar n, einde = begin groeiseizoen van hoofdgewas in jaar n+1) zoals gebruikt in de WOG met een *willekeurig* getallenvoorbeeld.

			Compleet (bruto)	Gecorrigeerd voor kruisposten (netto)	
Aanvoer	Nmin voorjaar, jr n		40		
	Depositie, jr n		45	45	
	N-fixatie, jr n	Vlinderbloemigen w.o. klaver	20	20	
	Mineralisatie 'bodem' ¹ , jr n		100	100	
	Nalevering vanuit inputs gegeven in eerdere jaren (< n)	mest uit stal ²		25	
			weide mest ²	18	
			gewasrest, groenbemester ³	50	
			overige organische meststoffen w.o. compost, dekstro, etc.	9	
			Organische mest, jr n	Mest uit stal	100
		Mest in weide	70	70	
		overige organische meststoffen w.o. compost, dekstro, etc.	10	10	
	Kunstmest, jr n		150	150	
	TOTAAL		637	495	
	Afvoer	Gewas (daadwerkelijke afvoer), jr n	'Opbrengst x gehalte'	247	247
Nmin voorjaar, jr n+1			40		
Vastgelegd/vastgehouden in jr n ten behoeve van latere jaren (> n)		Mest uit stal ²		25	
			Weide mest ²	18	
			Gewasrest, groenbemester ³	50	
			Overige organische meststoffen w.o. compost, dekstro, etc.	9	
Ammoniak tijdens beweiden en uitrijden, jr n			12	12	
Aanvoer – N-BODEMOVERSCHOT, jr n	Uitspoeling, denitrificatie	236	236		
Afvoer					

¹ Additionele N-mineralisatie ingeval van veengronden.

² Nawerking van mest in jaar n die in jaren n-1 en eerder gegeven is en (in evenwichtssituatie en bedrijfsverband) aan de overschotkant van de balans in humus vastligt.

³ Bijvoorbeeld levering uit oude gescheurde weide met daar tegenover (in evenwichtssituatie en in bedrijfsverband) aan de overschotkant van de balans vastlegging in nieuwe weide.

2.2.1 N_{min} voorjaar

Deze post komt voor aan beide zijden van de balans en heeft voor de berekening van de N-bodembelasting geen becijfering. Dit is wel nodig bij het berekenen van de relatie tussen bemesting en opbrengst bij akkerbouwgewassen (zie Bijlage III), en ook bij het afleiden van adviesgiften die in veel gevallen voor de hoeveelheid minerale N in het voorjaar gedifferentieerd worden.

2.2.2 Depositie

De depositie is gesteld op 45 kg N per ha per jaar en niet per regio verbijzonderd. Gebruikte bronnen hiervoor zijn Beukeboom (1996) en Aarts *et al.* (2000).

2.2.3 N-binding door vlinderbloemigen

De WOG is voor het berekenen van de milieukwaliteit in bedrijfsverband bij akker- en tuinbouwgewassen uitgegaan van een gewasspecifieke N-binding. De resultaten hiervan zijn vermeld in Bijlage V. Voor melkveebedrijven is in eerste instantie aangenomen dat het grasland geen witte klaver bevat (en dus meer kunstmest-N heeft). Voor een correct beeld dient de N-binding echter wel te worden ingeboekt waarvoor de volgende regel wordt voorgesteld. In mengsels van gras en witte klaver is de stikstofbinding 54 kg N per ton klaver-ds (Van der Meer & Baan Hofman, 1989; Elgersma & Hassink, 1997). De klaveropbrengst wordt berekend door vermenigvuldiging van de totale drogestofopbrengst van gras/klaver met de fractie 'klaver in de droge stof'. Indien alleen een visuele schatting van het klaveraandeel beschikbaar is, kan de fractie klaver in de droge stof worden geschat op 84% van de visuele klaverbedekking (Schils *et al.*, 1999). Als in een perceel gras/klaver met een opbrengst van 11 ton droge stof per ha bijvoorbeeld een klaverbedekking van 30% aanwezig is, dan wordt een stikstofbinding gerealiseerd van $11 \times 30\% \times 84\% \times 54 = 150$ kg N per ha. Iedere 10% klaverbedekking komt daarmee overeen met circa 50 kg kunstmest-N. Als op gras-klaver (kunst)mest-N wordt toegediend, wordt de biologische N-binding kleiner op zowel korte termijn (via remming van de fixatie) als op lange termijn (via teruglopend klaveraandeel in de zode). Vanuit dat gegeven kan geredeneerd worden dat het gebruik van klaver niet tot een hogere bodembelasting leidt en een gebruiksnorm niet gekort hoeft te worden voor de aanwezigheid van klaver. Immers, als het gebruik van (kunst)mest-N niet gereduceerd zou worden bij aanwezigheid van klaver, dan loopt de N-binding dusdanig terug dat aanwezige klaver het N-bodemoverschot niet langer verhoogt. De WOG bepleit echter om N-binding door vlinderbloemigen ook op bedrijven met grasland goed in te rekenen. Zonder een verrekening bestaat de kans dat op bedrijfsniveau een aantal krap bemeste gras-klaver percelen wordt aangehouden en de aldus uitgespaarde (kunst)mest naar andere percelen (zonder klaver) wordt overgeheveld. Het (gewogen) gemiddelde N-bodemoverschot is in dat geval groter dan wanneer alle percelen evenveel klaver zouden bevatten en evenveel (kunst)mest-N zouden ontvangen.

2.2.4 Mineralisatie uit veengronden

De N-bijdrage door mineralisatie is afgeleid uit Velthof *et al.* (2000). Daarin wordt gerefereerd aan onderzoek waaruit blijkt dat de N-mineralisatie met name een functie is van de ontwateringstoestand:

$$\text{netto-mineralisatie} = -29,2 + 3,1 \times (\text{GLG} = \text{gemiddeld laagste grondwaterstand in cm})$$

De WOG is voor nat veen uitgegaan van een GLG van circa 50 cm (Gt II) en voor ontwaterd veen van een GLG van circa 85 cm (Gt III*, IV). Daarmee laten zich netto mineralisaties berekenen van, respectievelijk, circa 130 en circa 230 kg N per ha per jaar. Overigens voert Alterra op dit moment aanvullend onderzoek uit naar de water- en stikstofhuishouding van veengronden in Nederland.

2.2.5 Nalevering vanuit/vastlegging in gewasresten en mest

Deze balansposten zijn kruisposten aan zowel de aanvoer- als aan de afvoorzijde van de balans. Voor berekening van het N-bodemoverschot zijn ze daarom niet relevant. Gewasresten (graszodes, bietenblad, groenbemesters) spelen wel een rol bij het berekenen van de relatie tussen bemesting en opbrengst van gewassen, omdat de adviesbases rekening houden met zowel de benodigde 'investering in gewasresten' als met de N-levering vanuit die gewasresten.

2.2.6 Afvoer met gewas

Deze post is berekend als de netto-afvoer met het door machines of dieren geogste gewas. De hierbij gebruikte uitgangspunten zijn voor gras weergegeven in Bijlage I, voor snijmais in Bijlage II, en voor akker- en tuinbouwgewassen (inclusief bloembollen, bomen en heesters) in Bijlage III en Bijlage VI.

2.2.7 Ammoniakverliezen

Aan de afvoorzijde van de balans dient het verschil tussen aanvoer en afvoer ook gecorrigeerd te worden voor de ammoniakverliezen bij het uitrijden van mest en tijdens beweiding. Daarvoor zijn de volgende percentages gehanteerd (Huijsmans, 1999; Jarvis *et al.*, 1989; Bussink, 1992, 1994):

- uitrijden van rundveedrijfmest: 5% van toegediende N-totaal,
- uitrijden van varkensdrijfmest: 6% van toegediende N-totaal,
- tijdens beweiding uit urineplekken en mestflatten: 8% van in weide uitgescheiden N-totaal.

2.3 Vanuit N-bodemoverschot naar milieukwaliteit

Bij de milieubeoordeling is in dit rapport is gebruik gemaakt van een methode die ook in het derogatierapport (Willems *et al.*, 2000) en de Actualisatie van de N- en P deskstudies (Schröder *et al.*, 2000) is toegepast. Voor de WOG is de methode ('ABC') uitgebreid naar klei- en veengronden, waarbij niet de nitraatconcentraties in het grondwater maatgevend zijn, maar de totaal-N-concentraties in drainwater (klei) en slootwater (veen). Deze uitbreiding naar klei- en veengrond heeft een indicatief karakter.

De gehanteerde werkwijze is als volgt. Van het berekende N-bodemoverschot spoelt volgens een empirisch bepaalde relatie (ontleend aan het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM)) een bepaalde fractie uit (Fraters *et al.*, 2001, 2002). Die fractie varieert van 81% op zandbouwland, 43% op zandgrasland (beide gebaseerd op gegevens over de grondwaterkwaliteit bij Gt VII* en VIII uit het LMM (Fraters *et al.*, 1997), 28% op kleibouwland en 10% op kleigrasland, tot 3% op veengrasland. De aldus berekende N-vracht lost op in een neerslagoverschot of drainwatervolume dat grondsoort- en grondgebruikspecifiek varieert van circa 250 tot 450 mm (Willems *et al.*, 2000). Op natte zandgronden wordt in de ondergrond vervolgens nog een hoeveelheid NO₃ gedenitrificeerd. Bij Gt IV (de natste zandgrond in het onderhavige rapport) loopt deze aanvullende (Gt-afhankelijke) denitrificatie op tot 57%. Voor klei- en veengrond is deze Gt-correctie niet toegepast, maar is alle denitrificatie reeds volledig verwerkt in de uitspoelingsfractie. De gehanteerde cijfers zijn samengevat in Bijlage VII. De gebruikte uitspoelingsfracties zijn gebaseerd op de LMM-data uit de periodes 1992-1995 (zandgronden), 1996/'97-2000/'01 (kleigronden) en 1995/'96-2001/'02 (veengronden). De ABC-relaties voor grasland zijn gebaseerd op een gemengd gebruik van maaien en weiden. Er is voor grasland dus nog geen rekening gehouden met een mogelijk lager percentage N-uitspoeling bij 100% maaien (zomerstalvoeding). Het tot nu toe uitgevoerde milieuonderzoek geeft namelijk nog onvoldoende informatie om te kunnen differentiëren naar het aandeel maaien/weiden.

Het maatgevende milieudoel voor het grondwater in zand- en lössgronden is de nitraatconcentratie van 50 mg per liter (11,3 mg nitraat-N per liter). Voor de klei- en veengronden (oppervlaktewater) zijn als voorlopige normen 2,2 dan wel 10 mg/l (totaal-N) aangehouden in respectievelijk drain- en slootwater, in afwachting van de invulling van de goede ecologische en chemische toestand (respectievelijk GET en GCT) zoals vermeld in de Kaderrichtlijn Water (KRW, Anonymus, 2000).

De WOG heeft zich bij de berekeningen beperkt tot zandgronden met een Gt IV, VI, VII en VIII, kleigronden, natte veengrond (alleen grasland) en droge (dat wil zeggen ontwaterde) veengrond (alleen grasland).

2.4 Werkingscoëfficiënten voor dierlijke mest

Tabel 3 geeft de gehanteerde (eerstejaars) werkingscoëfficiënten van mest weer. De WOG heeft zich hierbij met name gericht op dunne rundveemest (RDM) en dunne vleesvarkensmest (VDM). Hierbij zijn de Adviesbases Bemesting (Anonymus, 2002; Van Dijk, 2003) gevolgd. In Bijlagen II en III wordt voor snijmaïs en voor akker- en tuinbouw toegelicht waarop dit gebaseerd is en wordt verder het lot van de (aanvankelijk of definitief) onwerkzame N toegelicht.

Tabel 3. *N-werkingscoëfficiënten van dierlijke mest.*

Mestsoort*		Sector en toedieningstijdstip			
		Grasland		Bouwland	
		Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar
RDM	Weidemest	0%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
RDM	Drijfmest	50%	n.v.t.	60%	20%
VDM	Drijfmest	n.v.t.	n.v.t.	70%	20%

* *RDM = dunne rundveemest, VDM = dunne vleesvarkenmest.*

2.5 Berekening van P-overschotten

De P-overschotten zijn berekend vanuit de N-balansen door bij de aanvoerpost mest en de afvoerpost gewas uit te gaan van mest- en gewasspecifieke N/P₂O₅-verhoudingen. De gehanteerde N/P₂O₅-verhoudingen bedragen 1,71 voor VDM, 2,75 voor RDM, 3,4 voor gras en 2,9 voor snijmaïs (Van Dijk, 2003; Beukenboom, 1996; Schröder, 1996; Schröder & Ehlert, 1998). Voor de diverse akker- en tuinbouwgewassen zijn N- en P₂O₅-gehalten aangenomen als vermeld in Beukeboom (1996).

3. Resultaten

3.1 Gewasniveau

3.1.1 Grasland

Omdat gras een voedergras is, vertrekken de berekeningen steeds vanuit de veronderstelling dat dierlijke mest de basis voor de bemesting vormt. In eerste instantie is deze basis ingesteld op een gebruik van 170, 250 of 290 kg N per ha in de vorm van rundveedrijfmest, ingegeven door enerzijds de eisen voortvloeiend uit de Nitraatrichtlijn en anderzijds de voornemens van de Nederlandse regering een verzoek in te dienen bij de Europese Commissie om op bedrijven met een aandeel grasland van ten minste 70%, 250 kg N per ha in de vorm van mest toe te mogen dienen. Dat ook het gebruik van 290 kg N per ha verkend is (behalve op veengrond), vloeit voort uit het feit dat op grasland-bedrijven ook maïsland voor kan komen en dat juist daar dikwijls minder dan 250 kg N per ha in de vorm van dierlijke mest gegeven kan worden binnen milieukundige randvoorwaarden. Dit betekent dat het grasland een meer dan evenredig deel van de mest op een milieukundig verantwoorde manier moet kunnen verwerken. De samenvattende tabellen in deze paragraaf beperken zich tot de uitkomsten bij mestgift van 170, 250 en 290 kg N per ha. Bijlage I gaat, behalve op de uitgangspunten, ook in op uitkomsten bij 330 kg N per ha.

Bij de berekeningen is uitgegaan van resultaten die voor een vakbekwame veehouder haalbaar zouden moeten zijn en die dan ook door veehouders die aan projecten als Koeien & Kansen deelnemen gerealiseerd worden. Dit houdt in dat de benutting van meststoffen in de vorm van netto gewasopbrengst wellicht hoger is dan gemiddeld voor Nederland. In de Tabellen 4 en 5 zijn de belangrijkste resultaten van de berekeningen samengevat. De tabellen hebben betrekking op de situaties waarin enkel wordt gemaaid of waarin de helft van het gras als weidegras wordt opgenomen door dagbeweiding en de andere helft als silage op stal. In beide scenario's wordt relatief veel mest op stal geproduceerd en weinig in de wei. Deze keuze is gebaseerd op de veronderstelling dat beweiding wordt beperkt onder invloed van gebruiksnormen, om meer drijfmest beschikbaar te krijgen als meststof. In Bijlage I staan ook de resultaten vermeld bij intensievere beweiding.

Als er alleen wordt gemaaid kan op veen, klei en vochtig zand volgens advies worden bemest zonder dat de doelstelling van 50 mg nitraat per liter grondwater (zandgrond) of 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater (klei- en veengrond) wordt overschreden. Ook de MINAS-normen laten toe dat het bemestingsadvies wordt gevolgd. Om op klei- en veengrond te voldoen aan een doelstelling van 2,2 mg N-totaal per liter oppervlaktewater, moet de bemesting sterk afnemen, met lage opbrengsten als gevolg. Op zand dat droger is dan Gt VI moet de bemesting bij 250 kg N per ha als dierlijke mest 18 - 45 kg N per ha lager zijn dan het advies, om te voldoen aan de doelstelling van 50 mg nitraat per liter grondwater.

Het gelijkmatig bestemmen van het gras voor beweiding en voederwinning is op veen- en kleigrond niet strijdig met de doelstelling van 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater; het bemestingsadvies kan zonder risico worden opgevolgd. Ook de MINAS-normen laten bemesting naar advies toe; wel dwingen ze het nauwkeuriger opvolgen van dit advies af. Op veengrond is het realiseren van de doelstelling van 2,2 mg N-totaal per liter oppervlaktewater in combinatie met beweiding onmogelijk bij 250 kg dierlijke mest per ha. Op klei kan het wel maar dan mag de bemesting slechts éénderde van het advies bedragen. Met betrekking tot de doelstelling van 50 mg nitraat per liter grondwater is de situatie op droog zand veel lastiger. Het gangbare bemestingsadvies kan niet worden gevolgd en de afstand tot het advies is groter naarmate de grond droger is en er meer dierlijke mest wordt toegediend. Bij dag+nacht beweiden kan minder worden bemest dan bij dagbeweiding. Het verschil met het advies is minimaal 33 kg (Gt VI 250-N4.1-B) en maximaal 134 kg per ha (Gt VIII 290-N4.1-O, zie bijlagen behorend bij Bijlage I). In die situatie zullen de bedrijven op de droogste gronden vrijwel zeker overschakelen op permanente stalvoeding. Het is duidelijk dat zeer intensief beweiden, waardoor 75% van het gras vers wordt genuttigd, op de drogere gronden in feite onmogelijk is (zie Bijlage I). Ook melkveebedrijven op vochtige zandgronden krijgen het dan moeilijk met de doelstelling van 50 mg nitraat per liter grondwater. Op klei en veen ontstaan geen problemen zolang de totale hoeveelheid toegestane dierlijke mest hoog is. Bij de adviesgift kan de opbrengst van deze gronden hoog zijn (> 400 kg N per ha) en als

75% daarvan zou worden genuttigd door weidend vee is de productie aan weidemest minimaal 235 kg N per ha en daarmee niet verenigbaar met een maximum aan dierlijke mest van 170 kg N per ha.

De fosfaatopbrengst is afgeleid van de stikstofopbrengst. Aangenomen is dat de verhouding tussen stikstof en fosfaat 3,4 : 1 bedraagt. Beukenboom (1996) meldt een verhouding van 3,6 : 1. In dat geval zou de fosfaatonttrekking ongeveer 6% lager zijn het overschot globaal 6-7 kg fosfaat per ha hoger. In het algemeen is de hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest onvoldoende om de opname door het gewas te compenseren. Er is dus een negatieve balans als geen kunstmest wordt gebruikt (Tabel 6 en 7). Het overschot is minder negatief naarmate er meer dierlijke mest wordt gebruikt en naarmate de opbrengst lager is. Omdat kleigrond in het algemeen de hoogste opbrengsten geeft is het overschot bij de andere, minder productieve, gronden minder negatief. Het bemestingsadvies bepaalt hoeveel fosfaat het gewas nodig heeft, op basis van gebruik (verhouding maaien en beweiden) en de fosfaattoestand van de bodem. Dat leidt tot kunstmestaanvulling en vervolgens tot een overschot (zie Bijlage I). Bij een hoge fosfaattoestand, zoals op veel droge zandgronden, blijft het overschot meestal negatief omdat geen kunstmest nodig is. Bij een toestand ruim voldoende zal het overschot positief worden, vooral op de minder productieve gronden of bij sterkere beperkingen in de N-bemesting. Bij een toestand voldoende of lager loopt het overschot snel op. Die situatie kan zich onder meer voordoen op fosfaatfixerende komklei. In de bijlagen worden de berekeningen m.b.t. fosfaattoestand van de bodem weergegeven.

Tabel 6. De aanvoer met fosfaat (kg P_2O_5 per ha) met drijfmest en weidemest en het verlies/tekort op de balans van aanvoer (met mest) en afvoer (met oogst) bij uitsluitend maaien (M): 170/250/290 = hoeveelheid dierlijke mest in kg N per ha per jaar, N1 = MINAS, N2= bemestingsadvies, N3= bemestingsadvies – 10%, N4.1 = 50 mg nitraat per liter in grondwater dan wel 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater, N4.2 = 2,2 mg N-totaal per liter in oppervlaktewater; n = niet berekend.

Scenario	Bodemtype													
	Nat veen		Droog veen		Klei		Vochtig zand Gt IV		Droog zand Gt VI		Droog zand Gt VII		Droog zand Gt VIII	
	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *
170-N1-M	61	-32	61	-52	61	-55	61	-49	61	-40	61	-40	61	-40
170-N2-M	61	-32	61	-52	61	-55	61	-49	61	-40	61	-40	61	-40
170-N3-M	61	-28	61	-48	61	-49	61	-43	61	-35	61	-35	61	-35
170-N4.1-M	61	-32	61	-52	61	-55	61	-49	61	-40	61	-40	61	-38
170-N4.2-M	61	-14	61	-39	61	-35	n	n	n	n	n	n	n	n
250-N1-M	89	-7	89	-28	89	-32	89	-27	89	-17	89	-17	89	-17
250-N2-M	89	-7	89	-28	89	-32	89	-27	89	-17	89	-17	89	-17
250-N3-M	89	-4	89	-25	89	-26	89	-21	89	-12	89	-12	89	-12
250-N4.1-M	89	-7	89	-28	89	-32	89	-27	89	-17	89	-14	89	-10
250-N4.2-M	89	15	89	-11	89	-6	n	N	n	n	n	N	N	n
290-N1-M	n	n	n	n	104	-21	104	-15	104	-6	104	-6	104	-6
290-N2-M	n	n	n	n	104	-21	104	-15	104	-6	104	-6	104	-6
290-N3-M	n	n	n	n	104	-14	104	-9	104	-1	104	-1	104	-1
290-N4.1-M	n	n	n	n	104	-21	104	-15	104	-8	104	0	104	5
290-N4.2-M	n	n	n	n	104	8	n	n	n	n	n	n	n	n

* Een negatief getal wijst op een afvoer die aanvoer overtreft.

Tabel 7. De aanvoer met fosfaat (kg P₂O₅ per ha) met drijfmest en weidemest en het verlies/tekort op de balans van aanvoer (met mest) en afvoer (met oogst) als het gras voor de helft wordt opgenomen door weidend vee en voor de andere helft wordt gewonnen als kuilgras (M/W): 170/250/290 = hoeveelheid dierlijke mest in kg N per ha per jaar, N1 = MINAS, N2= bemestingsadvies, N3= bemestingsadvies – 10%, N4.1 = 50 mg nitraat per liter in grondwater dan wel 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater, N4.2 = 2,2 mg N-totaal per liter in oppervlaktewater; n = niet berekend.

Scenario	Bodemtype													
	Nat veen		Droog veen		Klei		Vochtig zand Gt IV		Droog zand Gt VI		Droog zand Gt VII		Droog zand Gt VIII	
	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *	Totaal	Verlies/ tekort *
170-N1-B	61	-29	61	-29	61	-49	61	-52	61	-46	61	-39	61	-39
170-N2-B	61	-29	61	-29	61	-49	61	-52	61	-46	61	-39	61	-39
170-N3-B	61	-25	61	-25	61	-46	61	-46	61	-40	61	-34	61	-34
170-N4.1-B	61	-29	61	-29	61	-51	61	-52	61	-46	61	-39	61	-39
170-N4.2-B	61	-8	61	-8	61	-29	61	-24	n	n	n	n	n	n
250-N1-B	89	-5	89	-5	89	-26	89	-30	89	-24	89	-15	89	-15
250-N2-B	89	-5	89	-5	89	-26	89	-30	89	-24	89	-17	89	-17
250-N3-B	89	-1	89	-1	89	-23	89	-24	89	-19	89	-13	89	-13
250-N4.1-B	89	-4	89	-4	89	-26	89	-30	89	-21	89	-12	89	-12
250-N4.2-B	0	0	0	0	89	0	89	5	n	n	n	n	n	n
290-N1-B	n	n	n	n	104	n	104	-18	104	-14	104	-1	104	-1
290-N2-B	n	n	n	n	104	n	104	-18	104	-12	104	-5	104	-5
290-N3-B	n	n	n	n	104	n	104	-12	104	-7	104	-1	104	-1
290-N4.1-B	n	n	n	n	104	n	104	-18	104	-7	104	3	104	9
290-N4.2-B	n	n	n	n	104	n	104	19	n	n	n	n	n	n

* Een negatief getal wijst op een afvoer die aanvoer overtreft.

Graslandcasus

Om te illustreren hoe de berekeningen van gebruiksnormen voor grasland hebben plaatsgevonden is een casus uitgewerkt. Het betreft het grasland van een bedrijf op vrij droge zandgrond, Gt VI, dat het melkvee 's zomers 's nachts opstalt. Het aandeel maïs in het grondgebruik bedraagt 30%. De melkproductie is 13.000 kg per ha. In de zomer is het aandeel gras in het rantsoen gelijk aan dat in de winter. Dit houdt in dat de helft van het gras door begrazing wordt genuttigd, de andere helft als silage op stal.

Als op bedrijfsniveau 250 kg N per ha als dierlijke mest is toegestaan zal het grasland ongeveer 290 kg N per ha ontvangen, omdat 250 kg N per ha voor maïs te hoog is. Er vindt dus overheveling van mest plaats naar het grasland.

Volgens het gangbare advies is er per ha gras 285 kg werkzame N nodig. Meer bemesten kost meer dan het aan extra gras oplevert. Er zit 146 kg N per ha in de mest die op stal is geproduceerd. De helft daarvan is werkzaam in het eerste jaar na toediening als drijfmest. Op het grasland komt tijdens beweiding 144 kg N per ha terecht als faeces en urine. Verondersteld wordt dat die mest geen bemestende waarde heeft, omdat de mest- en urineplekken zo zwaar worden bemest dat het gewas er net zo veel last als profijt van heeft. Door depositie komt 45 kg N per ha op het grasland terecht. Ook deze stikstofbron wordt verondersteld niet werkzaam te zijn. Er moet dus 212 kg N per ha kunstmest worden gebruikt om het bemestingsniveau van 285 kg N per ha te bereiken: $285 - 146 \times 50\%$. De N-aanvoer uit al deze posten samen is 528 kg N.

Het gras produceert 370 kg N per ha, na aftrek van beweidings- en oogstverliezen. Er is dus 158 kg N per ha meer op het grasland gekomen dan afgevoerd als weidegras en grassilage. Op deze grond leidt dit overschot tot een hoger nitraatgehalte in het grondwater dan 50 mg per liter (Bijlage VII). Dat is niet acceptabel. De MINAS-mestwetgeving, met relatief strenge overschotnormen voor droge zandgrond, had als effect dat het bodemoverschot moest worden beperkt tot 145 kg N per ha. De kwaliteit van het grondwater werd daardoor weliswaar beter maar bleef onvoldoende. Om dit bodemoverschot te kunnen realiseren werd de hoeveelheid werkzame N teruggebracht tot 261 kg N per ha, waarvan 185 kg per ha als kunstmest. De beoogde grondwaterkwaliteit van 50 mg nitraat per liter wordt pas echt gerealiseerd als het overschot niet meer dan 133 kg N per ha bedraagt. De bemesting is dan afgenomen tot 238 kg N-werkzaam, waarvan 160 kg N per ha als kunstmest. Door de beperkingen in de bemesting is de N-opbrengst afgenomen tot 344 kg N per ha, een daling van 7% t.o.v. het gangbare advies.

Als er 290 kg N per ha als dierlijke mest op het grasland terecht komt gaat dat gepaard met een toediening van 104 kg fosfaat. De fosfaatopbrengst als weidegras en grassilage bedraagt 101 tot 109 kg per ha. Het overschot is daardoor 5 kg negatief tot 3 kg positief. Bij de huidige mestwetgeving is een overschot van 20 kg per ha toegestaan. Er is bij deze norm ruimte voor het gebruik van 17 tot 25 kg fosfaatkunstmest.

3.1.2 Snijmaïs

In Bijlage II wordt uitgebreid ingegaan op de uitgangspunten en de resultaten van de berekeningen. In deze paragraaf volgt slechts een korte samenvatting. Bijgaand tekstkader geeft wel voor een viertal scenario's aan langs welke stappen geredeneerd is; hiermee kunnen ook de uitkomsten van andere scenario's (terug te vinden in Bijlage II) gereconstrueerd worden. Vanwege tijdgebrek zijn de scenario's N_3P_4 en N_4P_4 overigens niet doorgerekend.

Omdat snijmaïs een voedergras is, is bij de berekeningen steeds vertrokken vanuit de veronderstelling dat dierlijke mest de basis voor de bemesting vormt. In eerste instantie is deze basis ingesteld op een gebruik van 170 kg N per ha in de vorm van drijfmest. In tweede instantie is ook nagegaan of het gebruik op maïsland kan worden verhoogd naar 250 kg N per ha. De verkenning naar dit verruimde gebruik van dierlijke mest is ingegeven door het feit dat een eventuele derogatieaanvraag voor het gebruik van 250 kg N per ha in de vorm van dierlijke mest mede betrekking zal gaan hebben op bedrijven die naast grasland tot 30% van hun areaal richten op de teelt van snijmaïs.

Samenvattend ontstaat voor snijmaïs bij gebruik van RDM (rundveedrijfmest, dunne mest van rundvee) het volgende beeld. Afhankelijk van grondsoort, grondwatertrap (Gt), het door de vochtvoorziening bepaalde opbrengstniveau en N-doelstelling (scenario) varieert de gebruiksnorm van circa 90 tot 250 kg N-totaal per ha. De laagste mestgift is mogelijk bij de droogste zandgrond (Gt VIII), het lage opbrengstniveau (11 ton droge stof per ha), de laagste P-verliesnorm (0 kg per ha) en afwezigheid van een wintergewas (nateelt, vanggewas). Als wel een wintergewas wordt geteeld en wordt uitgegaan van een gemiddelde opbrengst (tussen 11 en 16 ton droge stof per ha) en een P-verliesnorm van 0-20 kg fosfaat per ha, varieert de gebruiksnorm tussen 140 en 250 kg N-totaal per ha (Tabel 8). In dit geval kunnen opbrengstdervingen optreden omdat soms niet geheel volgens advies bemest kan worden (met uitzondering van scenario N2). Dervingen treden vooral op als de vochtvoorziening een laag opbrengstniveau toelaat omdat dit lage opbrengstniveau geassocieerd is met een lage onttrekking en een laag N-benuttingspercentage (zie uitgangspunten, Bijlage II). De dervingen belopen bij N1, N2, N3 en N4, respectievelijk, 0 tot 15, 0, 6 en 0 tot 35 procent. Als de teelt van snijmaïs echter niet gecombineerd wordt met een wintergewas, is de opbrengstderving groter.

Voor VDM (varkensdrijfmest, dunne mest van vleesvarkens) varieert de gebruiksnorm, afhankelijk van grondsoort, Gt, opbrengstniveau en N-doelstelling (scenario) van circa 60 tot 180 kg N-totaal per ha. De laagste mestgift is mogelijk bij de droogste zandgrond (Gt VIII), het lage opbrengstniveau (11 ton droge stof per ha), de laagste P-verliesnorm (0 kg per ha) en afwezigheid van een wintergewas. Als wel een wintergewas wordt geteeld en wordt uitgegaan van een gemiddelde opbrengst (tussen 11 en 16 ton droge stof per ha) en een P-verliesnorm van 0-20 kg fosfaat per ha, varieert de gebruiksnorm voor VDM tussen 100 en 160 kg N per ha (Tabel 8). Ook bij VDM kunnen in dit geval opbrengstdervingen optreden omdat soms niet geheel volgens advies bemest kan worden (met uitzondering van scenario N2). Dervingen treden vooral op als de vochtvoorziening een laag opbrengstniveau toelaat omdat dit lage opbrengstniveau geassocieerd is met een lage onttrekking en een laag N-benuttingspercentage (zie uitgangspunten, Bijlage II). De dervingen belopen bij N1, N2, N3 en N4, respectievelijk, 0, 0, 6 en 0 tot 25 procent. De teelt van een wintergewas verruimt bij VDM het gebruik van mest minder dan bij RDM. Dit komt omdat door de krappere N/P_2O_5 -verhouding veel eerder tegen eisen van de P-verliesnorm wordt aangelopen. Dat blijkt eveneens uit Tabel 9. Bij VDM is het gerealiseerde P-verlies altijd gelijk aan het maximaal toegelaten P-verlies terwijl bij RDM vooral op droge grond (en klei bij de strengste concentratiedoelstelling) eisen aan het N-verlies beperkend zijn voor het gebruik van mest. Overigens geldt in alle scenario's en situaties dat bij de teelt van snijmaïs nooit zodanig weinig N gegeven kan worden in de vorm van mest dat een deel van de P-behoefte als kunstmest-P gegeven moet worden. De kunstmest-P gift is in alle gevallen 0 (Tabel 9).

Tabel 8. *Maximaal mogelijk gebruik van dierlijke mest (kg totaal N per ha per jaar, met een maximum van 250 kg N per ha per jaar), maximaal mogelijke gift aan werkzame N (kg N per ha per jaar uit kunstmest en dierlijke mest, met een maximum van 160 kg N per ha per jaar) en de te verwachten opbrengstderiving bij snijmais, gemiddeld over opbrengstniveaus voor een beperkt aantal scenario's onder aanname dat op kleigrond mest in het voorjaar wordt toegediend en op zandgrond bij N4 scenario's een wintergewas na de snijmais wordt geteeld.*

Mestsoort	N-scenario	Maximale P-verliesnorm (kg P ₂ O ₅ /ha)	Grondsoort	Specificatie	Maximale mestgift (kg N /ha)	Maximale werkzame N gift (kg N /ha)	Opbrengstderiving (%)
RDM	N1: minas	20	Zand	Droog	210	130	5-15
				Nat	220	160	0
			Klei	250	160	0	
	N2: advies	20	Zand	220	160	0	
			Klei	250	160	0	
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	220	160	0
				Gt VI	210	140	0-10
				Gt VII	210	130	5-15
				Gt VIII	190	120	15-25
			Klei	'2,2 mg/l'	140	80	25-35
				'10 mg/l'	250	160	0
	N4: milieu	0	Zand	Gt IV	170	150	0
				Gt VI	170	140	0-10
				Gt VII	160	130	5-15
Gt VIII				160	120	15-25	
Klei			'2,2 mg/l'	140	80	25-35	
			'10 mg/l'	200	160	0	
VDM	N1: minas	20	Zand	Droog	140	160	0
				Nat	140	160	0
			Klei	160	160	0	
	N2: advies	20	Zand	140	160	0	
			Klei	160	160	0	
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	140	160	0
				Gt VI	140	150	0
				Gt VII	140	140	0-10
				Gt VIII	130	130	5-15
			Klei	'2,2 mg/l'	130	120	15-25
				'10 mg/l'	160	160	0
	N4: milieu	0	Zand	Gt IV	100	160	0
				Gt VI	100	160	0
				Gt VII	100	150	0
Gt VIII				100	140	0-10	
Klei			'2,2 mg/l'	110	140	0-10	
			'10 mg/l'	120	160	0	

Tabel 9. *Maximaal mogelijk gebruik van dierlijke mest (kg totaal P₂O₅ per ha per jaar) en het gerealiseerde fosfaatverlies (inclusief gebruik van kunstmest-P (= 0 in alle scenario's), kg totaal P₂O₅ per ha per jaar), gemiddeld over opbrengstniveaus voor een beperkt aantal scenario's onder aanname dat op kleigrond mest in het voorjaar wordt toegediend en op zandgrond bij N4 scenario's een wintergewas na de snijmaïs wordt geteeld.*

Mestsoort	N-scenario	Maximale P-verliesnorm (kg P ₂ O ₅ /ha)	Grondsoort	Specificatie	Maximale mestgift (kg P ₂ O ₅ /ha)	Gerealiseerd P-verlies (kg P ₂ O ₅ /ha)	
RDM	N1: minas	20	Zand	Droog	76	20	
				Nat	80	20	
			Klei		91	19	
	N2: advies	20	Zand		80	20	
				Klei		91	19
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	81	20	
				Gt VI	79	20	
				Gt VII	75	18	
				Gt VIII	70	14	
				Klei	'2,2 mg/l'	50	0
					'10 mg/l'	91	19
	N4: milieu	0	Zand	Gt IV	61	0	
				Gt VI	61	0	
				Gt VII	59	0	
Gt VIII				57	0		
Klei				'2,2 mg/l'	50	0	
				'10 mg/l'	72	0	
VDM	N1: minas	20	Zand	Droog	80	20	
				Nat	81	20	
			Klei		92	20	
	N2: advies	20	Zand		81	20	
				Klei		92	20
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	81	20	
				Gt VI	81	20	
				Gt VII	80	20	
				Gt VIII	78	20	
				Klei	'2,2 mg/l'	78	20
					'10 mg/l'	92	20
	N4: milieu	0	Zand	Gt IV	61	0	
				Gt VI	61	0	
				Gt VII	61	0	
Gt VIII				59	0		
Klei				'2,2 mg/l'	62	0	
				'10 mg/l'	72	0	

Snijmaïscasus

Om te illustreren hoe de berekeningen hebben plaatsgevonden is voor snijmaïs een viertal casussen uitgewerkt, alle voor scenario N4P5, dat wil zeggen een doelstelling van 50 mg nitraat per liter grondwater en geen verdere ophoping van fosfaat in de bodem (zie ook de tabel bij dit kader). Bij de scenario's is teruggedeneerd vanuit te realiseren bodemoverschotten om aan genoemde doelstellingen te voldoen. Uitgangspunt vormde in alle gevallen een bodem met een diepe grondwaterstand (Gt VII). Dit betekent (Bijlage VII) dat het N-bodemoverschot niet meer dan 76 kg N per ha mag bedragen en het fosfaatoverschot niet meer dan 0 kg per ha. In casus A en B gaat het, willekeurig, om maïs geteeld op een perceel met een geringe vochtvoorziening en gebruik van RDM. In casus C en D om maïs geteeld op een perceel met een hoge vochtvoorziening en gebruik van VDM. Bij A en C wordt geen wintergewas geteeld na de maïs, bij B en D wel.

Vanwege de geringe vochtvoorziening bij casus A blijft de opbrengst beperkt tot 11 ton droge stof per ha. Drijfmest en kunstmest-N worden interactief zo ingezet dat (net) aan de N- en P-doelstellingen voldaan wordt. Van de werkzame (minerale en gemineraliseerde) N (100% uit Nmin voorjaar en kunstmest, 60% uit depositie, nawerking van mest, nawerking van gewasresten inclusief wintergewassen, 60% van drijfmest) wordt volgens uitgangspunten (Bijlage II) 54% door het gewas benut. Op die manier kan 107 kg N per ha door de maïs worden opgenomen en wordt de opbrengstpotentie (143 kg N per ha, Bijlage II) met 25% onderschreden. Het verschil tussen genoemde aanvoerposten en de gewasafvoer is het overschot. Van hieruit wordt het bodemoverschot berekend door er de ammoniakverliezen en de sinks ten behoeve van het volgende teeltseizoen vanaf te trekken (Nmin voorjaar, nog niet verteerde mest en gewasresten, waaronder wintergewassen, Tabel 2). Van het bodemoverschot spoelt een bepaalde fractie uit, in een bepaalde hoeveelheid neerslagoverschot waarna een deel onderweg naar het grondwater denitrificeert (volgens het zogenaamde mest-ABC, Bijlage VII). De parallelle P-balans wordt bijgehouden door de drijfmest N-aanvoer en de gewas-N-afvoer met een mestspecifieke en gewasspecifieke P_2O_5/N -verhouding te vermenigvuldigen.

In casus B zijn alle omstandigheden gelijk aan die in casus A met als enig verschil dat er een wintergewas geteeld wordt. Dit wintergewas kan een deel van het overschot verlagen zodat het bodemoverschot kleiner wordt. Dit betekent per saldo dat iets meer (kunst)mest gegeven kan worden binnen milieuvorwaarden. In dit geval bleek door iteratie dat de opbrengst het sterkst verhoogd kon worden binnen de milieukundige doelstellingen door de mestgift te verhogen met 22 kg N per ha en de kunstmestgift met 3 kg N per ha. De hoeveelheid werkzame N neemt dan met 16 kg N per ha toe. De maximaal haalbaar geachte maïsofbrengst wordt in combinatie met een wintergewas daarom nog maar met 9% onderschreden.

Niet in alle scenario's leidt de teelt van een wintergewas tot verruimde mogelijkheden om (kunst)mest effectief in te zetten. In casus C loopt de teler door het gebruik van VDM tegen P-grenzen aan (0 kg overschot). Binnen nitraatdoelstellingen resteert er voldoende ruimte voor het gebruik van kunstmest-N om aan de opbrengst van maïs (208 kg N per ha vanwege de veronderstelde ruime vochtvoorziening) te kunnen voldoen. De teelt van een wintergewas (casus D) kan de behoefte aan aanvullende kunstmest-N en het N-bodemoverschot verlagen zonder dat dit (anders dan bij casus B) gepaard gaat met een ruimere hoeveelheid werkzame N. De hoeveelheid werkzame N (gedefinieerd als de som van kunstmest-N en werkzame dierlijke mest na aftrek van ammoniakverliezen) is zelf lager bij casus D dan bij casus C. Dit komt doordat aan de potentiële N opname van 208 kg N per ha voldaan kan worden omdat er naast de werkzame N ook nog N vanuit het wintergewas beschikbaar komt.

<i>Snijmaiscasus (zie tekstkader voor toelichting)</i>									
		A		B		C		D	
Scenario		N4P5		N4P5		N4P5		N4P5	
Productieniveau		laag		laag		hoog		hoog	
Mestsoort		RDM		RDM		VDM		VDM	
Werking van mest		0,60		0,60		0,70		0,70	
N-benutting		0,54		0,54		0,78		0,78	
Wintergewas		nee		ja		nee		Ja	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
Aanvoer	Nmin vj	40		40		40		40	
	Depositie	45		45		45		45	
	Nawerking drijfmest	26		31		17		17	
	Nawerking gewasrest, wintergewas	25		65		25		65	
	Drijfmest	102	37	124	45	124	72	124	72
	Kunstmest	41	0	44	0	87	0	63	0
Afvoer	Gewas	107	37	130	45	208	72	208	72
Overschot	Nmin vj	40		40		40		40	
	Nawerking drijfmest	26		31		17		17	
	Nawerking gewasrest, wintergewas	25		65		25		65	
	Ammoniak	5		6		7		7	
	Bodemoverschot	76	0	76	0	41	0	17	0
Uitspoelingsfractie	0.81		0.81		0.81		0.81		
Neerslagoverschot	453		453		453		453		
Gt correctie	0.83		0.83		0.83		0.83		
NO ₃ ⁻ concentratie	50		50		27		9		
Werkzame N	103		118		174		150		
Opbrengstderving, %	-25%		-9%		-0%		-0%		

3.1.3 Akker- en tuinbouwgewassen

3.1.3.1 Inleiding

In Bijlage III wordt uitgebreid ingegaan op de uitgangspunten en de resultaten van de berekeningen voor individuele gewassen (akkerbouw, tuinbouw inclusief bollen, bomen en heesters). In deze paragraaf volgt slechts een korte samenvatting. De weg waarlangs geredeneerd is bij individuele gewassoorten is volledig vergelijkbaar met die bij het, in paragraaf 3.1.2 behandelde, gewas snijmaïs. Voor een nadere illustratie wordt dan ook verwezen naar de casus in die paragraaf. Vanwege tijdgebrek zijn voor de akker- en tuinbouwsectoren de scenario's N_3P_3 en N_4P_3 niet doorge-rekend.

3.1.3.2 Akkerbouw/vollegrondsgroenten

In Tabel 10 zijn de normen voor werkzame N weergegeven bij de scenario's N1 - N4 voor de gewassen die onder-deel uitmaken van het bouwplan van de modelbedrijven. Die modelbedrijven zelf worden verder uitgewerkt in para-graaf 3.2.

Wanneer N1 strikt op gewasniveau zou worden toegepast, zou er op droog zand en overige gronden maximaal, respectievelijk, 225 en 265 kg werkzame N mogen worden gebruikt. Dit geldt voor een situatie waarin alleen kunstmest-N wordt gebruikt. Bij gebruik van organische mest kan er minder werkzame N worden toegediend. Bij een maximale inzet van varkensdrijfmest (85 kg P_2O_5 per ha, t.w. 65 kg forfaitaire onttrekking vermeerderd met 20 kg verliesnorm) wordt in geval van varkensdrijfmest 145 kg totaal N per ha aangevoerd. Bij herfst- en voorjaarstoediening met een werking van, respectievelijk, 20% en 70% van de N uit de mest wordt in dat geval, respectievelijk, 115 en 45 kg niet-werkzame N toegediend. Dit betekent de maximale hoeveelheid werkzame N op droog zand, overig zand en kleigrond varieert tussen, respectievelijk, 180-225, 220-265 en 150-265 kg N per ha. In Tabel 10 is uitgegaan van het gebruik van alleen kunstmest-N omdat de hoeveelheid organische mest die aan een gewas wordt toegediend sterk kan variëren (onder andere door bouwplan, toedieningstijdstip en beschikbaarheid van organische mest). Dit kan het beste in bouwplanverband worden beschouwd (zie paragraaf 3.2.2).

Bij N4 is aangegeven hoeveel werkzame N nog kan worden toegediend bij een doelstelling van 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater (klei) en 50 mg nitraat per liter grondwater (zand). Ook hier gaat vanwege de zojuist genoemde redenen om een situatie waarin geen organische mest wordt gebruikt. Waarden in Tabel 10 die vetgedrukt zijn geven aan dat onder het advies moet worden bemest.

Tabel 10. Aanvoer N-werkzaam (kg N per ha) voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen (situatie met enkel gebruik van kunstmest).

Gewas	N1		N2	N3	N4					
	Droog	Overig			Klei		Zand			
	zand		10 mg/l	2 mg/l ¹	Gt IV	Gt VI	Gt VII	Gt VIII		
Consumptieaardappel (klei/löss)	225	250	250	225	250	58				
Consumptieaardappel (zand)	225	265	265	240			228	170	140	122
Zetmeelaardappel	225	240	240	215			204	149	120	103
Pootaardappel	120	120	120	110	120	54	120	120	120	116
Suikerbiet	150	150	150	135	150	54	150	150	134	119
Wintertarwe klei	220	220	220	200	220	141				
Wintertarwe zand	160	160	160	145			160	160	160	160
Rogge	110	110	110	100	110	50	110	110	110	110
Wintergerst	140	140	140	125	140	95	140	140	140	140
Zomergerst	60	60	60	55	60	60	60	60	60	60
Korrelmaïs	175	175	175	158	175	42	175	149	119	103
Graszaad (Engels raigras)	140	140	140	125	140	25	140	115	91	77
Zaaiui	120	120	120	110	120	106	120	120	120	120
Winterpeen	60	60	60	55	60	60	60	60	60	60
Waspeen	40	40	40	35	40	40	40	40	40	40
Bospeen	40	40	40	35	40	18	40	40	40	40
Witlofwortel	100	100	100	90	100	23	100	100	87	73
Conservenerwt	30	30	30	25	30	o	30	30	30	30
Stamslaboon	120	120	120	110	120	5	120	80	60	48
Spinazie (1 ^e teelt)	210	210	210	190	160	17	143	101	78	63
Spinazie (volgteelt)	100	100	100	110	100	43	100	100	100	100
Schorseneren	90	90	90	80	90	45	90	90	90	90
Kropsla (1 ^e teelt)	160	160	160	145	160	18	147	102	80	66
Kropsla (volgteelt)	70	70	70	65	70	46	70	70	70	70
Ijssla (1 ^e teelt)	160	160	160	145	160	18	147	102	80	66
Ijssla (volgteelt)	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
Prei	215	215	215	195	189	30	170	123	97	82
Andijvie (1 ^e teelt)	160	160	160	145	160	38	160	138	110	94
Andijvie (volgteelt)	70	70	70	65	70	70	70	70	70	70
Broccoli	225	265	265	240	122	o	106	72	50	40
Bloemkool	195	195	195	170	154	14	137	94	72	59
Spruitkool	225	235	235	210	195	31	174	127	101	85
Witte kool	225	265	270	245	243	54	219	165	132	116
Rode kool	225	265	265	240	231	48	207	154	125	106
Aardbei	95	95	95	65	95	o	95	65	46	35
Asperge	65	65	65	60	65	1	65	65	53	42

¹ o = onmogelijk, vereiste bemesting < 0

3.1.3.3 Bloembollen

In Tabel 11 staan de gegevens van de aanvoer van de werkzame N van de scenario's N1 - N4 op gewasniveau. De tabel bevat de gewassen die voorkomen in de bouwplannen van de modelbedrijven en is aangevuld met een aantal andere bolgewassen die ook in de bemestingsadviesbasis voor bloembollen worden vermeld.

Wanneer N1 op gewasniveau zou worden toegepast, zou er op droog zand en overige gronden maximaal, respectievelijk, 225 en 265 kg werkzame N mogen worden gebruikt. In Tabel 11 is bij het N1-scenario uitgegaan van het gebruik van alleen kunstmest-N, omdat de hoeveelheid organische mest die aan een gewas wordt toegediend sterk kan variëren (onder andere door bouwplan, toedieningstijdstip en beschikbaarheid van organische mest). Dit kan het beste in bouwplanverband worden beschouwd (zie paragraaf 3.2.2).

De hoeveelheid werkzame N is gebaseerd op het stikstofbijmeststelsel. Dit stelsel wordt in de huidige bemestingspraktijk algemeen geadviseerd. De toe te dienen hoeveelheid stikstof wordt bepaald aan de hand van de gemeten N_{min} waarden in de bodem gedurende het groeiseizoen van het gewas.

Bij N4 is aangegeven hoeveel werkzame N nog kan worden toegediend bij een norm van 50 mg nitraat per liter in grondwater (zand). Ook hier gaat het om een situatie waarin geen organische mest wordt gebruikt. Bij bloembollen worden ook hulpstoffen zoals stro (winterdek en/of stuifbestrijding) en cellulose (stuifbestrijding) gebruikt waarmee stikstof wordt aangevoerd. Daardoor kan er minder (werkzame) stikstof worden toegediend bij het N4-scenario omdat het maximaal toegestane bodemoverschot sneller wordt bereikt met het gebruik van deze hulpstoffen. Bij bloembollen wordt in de winter dekstro gebruikt om de bloembollen te beschermen tegen de kou. Voor het N4-scenario heeft dat gebruik van stro gevolgen. Als het dekstro op het perceel blijft, zoals in de uitgangspunten is bepaald, is in veel gevallen de nog aan te voeren werkzame stikstof veel lager dan de behoefte van het gewas. Als het dekstro wordt afgevoerd neemt de aanvoerruimte toe. Ter illustratie van het effect zijn in onderstaande tabel voor Gt IV de hoeveelheden werkzame N aangegeven voor situaties met achterlating van dekstro dan wel met afvoer van dekstro bij voorjaarsgewassen. Bij vetgedrukte waarden wordt onder het advies bemest.

Tabel 11. Aanvoer N-werkzaam (kg N per ha) bloembolgewassen (situatie *zonder* gebruik van organische mest: werkzame N = kunstmest-N; vetgedrukte waarden geven aan dat onder het N-advies bemest moet worden).

Gewas	N1		N2	N3	N4					
	Droog zand	Overig			Zand			Gt VI	Gt VII	Gt VIII
					Dekstro	Dekstro	Afvoeren			
Hoofdgewassen										
Tulp	n	180	180	162	98	162	n	n	n	
Hyacint	n	200	200	180	41	175	n	n	n	
Narcis	n	125	125	113	84	125	n	n	n	
Lelie	n	100	100	90	100	100	n	n	n	
Soort Krokus	n	70	70	63	69	70	n	n	n	
Dahlia	n	30	30	27	30	30	n	n	n	
Iris, grof	n	150	150	135	83	143	n	n	n	
Lelie (NO-Ned dekzandgrond)	65	65	65	59	65	65	65	65	65	
Bijgewassen										
Gladiool (duinzand)	n	240	240	216	179	179	n	n	n	
Anemone coronaria	n	110	110	99	54	106	n	n	n	
Fritillaria imperialis	n	115	115	104	53	105	n	n	n	
Iris, kleinbollig	n	120	120	108	95	120	n	n	n	
Krokus 'grote gele'	n	145	145	131	115	145	n	n	n	
Zantedeschia	n	90	90	81	90	90	n	n	n	
Gladiool (NO-Ned dekzandgrond)	n	205	205	185	205	205	196	164	146	
Krokus 'grote gele', zware grond	n	100	100	90	100	100	n	n	n	

n = niet doorgerekend

3.1.3.4 Boomteelt

Tabel 12 geeft de aanvoer van werkzame N bij groepen boomkwekerijgewassen die gebruikt zijn in de scenario-studies. Aanvoer van werkzame stikstof binnen MINAS (scenario N1) is gelijk aan de bemestingsadviezen voor boomkwekerijgewassen (scenario N2). Bij N1 is uitgegaan van bemesting met alleen kunstmest-N, omdat de hoeveelheid organische mest die aan een gewas wordt toegediend sterk kan variëren (onder andere door bouwplan, toedieningstijdstip en beschikbaarheid van organische mest). Dit kan het beste in bouwplanverband worden beschouwd (zie paragraaf 3.2.2).

Bij N3 wordt bemest op 90% van het advies. Onder N4 is de toegestane aanvoer gegeven indien voldaan moet worden aan de doelstelling voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Wanneer de waarden vetgedrukt zijn wordt onder het advies bemest. Problemen ontstaan vooral bij het bos- en haagplantsoen bij grondwatertrappen VII en VIII en bij laanbomen op klei als de norm van 2,2 mg totaal-N per liter oppervlaktewater wordt aangehouden. Ook hier zij nog eens benadrukt dat bij dit scenario op gewasniveau geen organische mest is gebruikt.

Tabel 12. Aanvoer N-werkzaam (kg N per ha) boomkwekerijgewassen (situatie zonder gebruik van organische mest: werkzame N = kunstmest-N; vetgedrukte waarden geven aan dat onder het N-advies bemest moet worden).

Gewas	N1		N2	N3	N4 ¹					
	Droog	Overig			Klei		Zand			
	zand		10 mg/l	2 mg/l	Gt IV	Gt VI	Gt VII	Gt VIII		
Laanbomen										
onderstam	20	20	20	18	20	o	20	20	20	20
spil, jaar 1	60	60	60	54	60	o	60	60	45	35
spil, jaar 2	70	70	70	63	70	70	70	70	70	70
opzetter, jaar 1	80	80	80	72	80	3	80	79	59	46
opzetter, jaar 2	80	80	80	72	80	80	80	80	80	80
opzetter, jaar 3	80	80	80	72	80	80	80	80	80	80
opzetter, jaar 4	80	80	80	72	80	46	80	80	80	80
opzetter, jaar 5	80	80	80	72	80	46	80	80	80	80
opzetter, jaar 6	80	80	80	72	80	46	80	80	80	80
Sierheesters en coniferen										
conifeer, jaar 1	40	40	40	36	40	16	40	40	40	40
conifeer, jaar 2	40	40	40	36	40	40	40	40	40	40
conifeer, jaar 3	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
heester, jaar 1	40	40	40	36	40	25	40	40	40	40
heester, jaar 2	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
heester, jaar 3	60	60	60	54	60	60	60	60	60	60
Rozen										
rozen zaailingen	30	30	30	27	30	30	30	30	30	30
rozen, jaar 1	20	20	20	18	20	20	20	20	20	20
rozen, jaar 2	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
Bos- en haagplantsoen										
bos- en haag 1/0	40	40	40	36	40	5	40	40	40	40
bos- en haag 2/0,1	60	60	60	54	60	o	60	60	53	41
bos- en haag 2/0,2	70	70	70	63	70	1	70	70	55	43
bos- en haag 1-0	60	60	60	54	60	o	60	60	53	41
bos- en haag 1+1,1	60	60	60	54	60	2	60	60	57	45
bos- en haag 1+1,2	70	70	70	63	70	35	70	70	70	70
bos- en haag 1+2,1	60	60	60	54	60	2	60	60	57	45
bos- en haag 1+2,2	70	70	70	63	70	35	70	70	70	70
bos- en haag 1+2,3	70	70	70	63	70	34	70	70	70	70

¹ o = onmogelijk, bemesting < 0

3.1.3.5 Fruitteelt

Voor fruitteeltbedrijven zijn geen gewasberekeningen uitgevoerd. In deze paragraaf wordt daarom een globale schets gegeven van de N-behoefte van fruitteeltgewassen.

De fruitteeltsector wordt gekenmerkt door meerjarige teelten. De hoofdgewassen zijn appel en peer. De duur van een volledige teeltcyclus bedraagt, respectievelijk, 12 en 25 jaar voor deze twee gewassen. Er bestaat geen advies voor stikstofbemesting op basis van grondmonsters (Nmin). De hoogte van de N-bemesting wordt meestal vastgesteld op basis van bladanalyse (Anonymus, 1994). De hoogte van de N-bemesting hangt sterk af van het jaar in de teeltcyclus (hoe ouder een bestand hoe hoger de N-behoefte), waardoor de variatie in N-behoefte op fruitteeltbedrijven groot is. Voor zowel appel als peer bedraagt de bandbreedte 25-175 kg N per ha.

3.2 Op bedrijfsniveau

3.2.1 Melkveehouderij

Combinatie van de samenvattende tabellen uit paragraaf 3.1.1 (gras) en 3.1.2 (snijmaïs) laat zien dat op droge zandgrond (en op veen bij een doelstelling van 2.2 mg N-totaal per liter oppervlaktewater) gebruik van 250 kg N per ha uit dierlijke mest tot overschrijding van milieudoelstellingen kan leiden. Dit betekent dat bij toekenning van een derogatie op een niveau van 250 kg N per ha aan bedrijven met meer dan 70% gras (30% maïs) op gewasniveau niet aan normen voldaan kan worden als de toegestane 250 kg N per ha ook daadwerkelijk aan de maïspcelen gegeven wordt. In Tabel 13 is aangegeven tot welk niveau van dierlijke mest het gebruik op grasland verhoogd dient te worden bij gegeven gebruiksnormen voor dierlijke mest op bouwland (waaronder maïsland).

Tabel 13. *Mestgebruik (kg N per ha in de vorm van rundveedrijfmest) op grasland in relatie tot de toelaatbare mestgift op bouwland bij een derogatieniveau van 250 per ha op bedrijfsniveau.*

Aandeel		Mestgift op bouwland				
Gras	Bouwland	250	210	170	130	90
70%	30%	250	267	284	301	319

Met dit gegeven in het achterhoofd zijn 'realistische' melkveebedrijven ontworpen. Daarbij zijn vervolgens ter controle van de belangrijkste aan- en afvoerposten op de graslandbalans berekeningen uitgevoerd met het Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR). Voor dat doel is uitgegaan van bedrijfssituaties die zijn afgeleid uit het project Koeien & Kansen en het Bedrijfsinformatienetwerk (BIN). Daardoor ontstaat ook een beeld van de effecten van gebruiksnormen op de bedrijfsvoering en bedrijfsuitkomsten. Verondersteld is dat bedrijven 12.000 kg melk per ha (extensief) en 20.000 kg melk per ha (intensief) produceren en dat het melkvee 's nachts wordt opgesteld. De resultaten van de berekeningen staan in de bijlagen. De algemene conclusie is dat de perceelsbenadering goed vergelijkbaar is met de bedrijfsbenadering. De opbrengsten van klei en vochthoudend zand zijn vrijwel gelijk. De opbrengst van goed ontwaterd veen is bij de perceelsbenadering iets hoger, omdat de natschade minder zwaar is ingeschat dan bij de bedrijfsbenadering. De opbrengst van droog zand is hoger omdat bij de perceelsbenadering rekening is gehouden met de mogelijkheid tot (beperkt) beregenen. Andere conclusies zijn:

- Op zandgrond Gt IV wordt op de extensieve bedrijven de milieu-eis van 50 mg nitraat per liter grondwater gehaald wanneer op 95 tot 100% van het N-advies bemest wordt, 345 tot 382 kg N-werkzaam ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven, afhankelijk van de oppervlakte snijmaïs, is dat 258 tot 316 kg N ha⁻¹.
- Op zandgrond Gt VI wordt op de extensieve bedrijven de milieu-eis (50 mg nitraat per liter) gehaald met 228 tot 278 kg N ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven, afhankelijk van de oppervlakte snijmaïs, is dat 139 tot 188 kg N ha⁻¹. Op die bedrijven wordt het grasland meer beweide.

- Op zandgrond Gt VII wordt op de extensieve bedrijven de milieu-eis (50 mg nitraat per liter) gehaald bij een N-bemesting van 160-170 kg N-werkzaam ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven wordt de milieu-eis alleen gehaald bij een bemesting van 87 tot 92 kg N-werkzaam ha⁻¹.
- Op kleigrond wordt de milieu-eis van 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater gehaald wanneer overeenkomstig N-advies bemest wordt. De milieu-eis van 2,2 mg N-totaal per liter wordt op de extensieve bedrijven gehaald bij een N-bemesting van 86-123 kg N-werkzaam ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven wordt de milieu-eis alleen gehaald bij extra mestafvoer bij een bemesting van circa 65 kg N-werkzaam ha⁻¹.
- Op droge veengrond (Gt III) wordt de milieu-eis van 10 mg N-totaal per liter gehaald wanneer overeenkomstig N-advies bemest wordt. De milieu-eis van 2,2 mg N-totaal per liter wordt alleen gehaald bij een bemesting van 27 tot 63 kg N-werkzaam ha⁻¹.
- Conform de perceelsberekeningen is in de meeste gevallen de aanvoer met fosfaat in dierlijke mest kleiner dan de afvoer van fosfaat met gras. Door (een deel van) de kunstmestfosfaat weg te laten kan het bodemoverschot naar 0 gestuurd worden.

3.2.2 Akker- en tuinbouw inclusief bollen- en boomteelt

Akkerbouwcasus

Om te illustreren hoe de berekeningen voor akker- en tuinbouwbedrijven hebben plaatsgevonden is voor een akkerbouwbedrijf een casus uitgewerkt. Het betreft een bedrijf op zandgrond (akk7, Bijlage IV), waarbij het scenario N2P2 in beeld is gebracht.

Het bouwplan bestaat uit korrelmaïs (12,5%), wintertarwe (12,5%), consumptieaardappelen (25%), suikerbieten (12,5%), schorseneer (12,5%) en waspeen (12,5%). Per gewas zijn eerst de N-aanvoerposten weergegeven.

Daaronder bevindt zich ook de nawerking van organische mest en gewasresten die in voorgaande jaren op het land zijn gebracht. (Vandaar dat de gewassen waspeen en schorseneren, die vooraf gegaan worden door suikerbieten, iets minder kunstmest ontvangen dan het advies als vermeld in Tabel 10). Voor organische mest gaat het om dat deel van de organische N-fractie dat pas een jaar na toediening mineraliseert, voor gewasresten om de totale hoeveelheid N. Omdat deze N over een langere periode vrijkomt, is eerst een gemiddelde uitgerekend voor de volledige rotatie. Voor dit bedrijf bedraagt de gemiddelde nawerking 19 en 68 kg N per ha voor, respectievelijk, drijfmest en gewasresten. Deze waarden zijn vervolgens voor elk gewas in de rotatie gebruikt.

De afvoer betreft de N in het geogoste product. Het verschil tussen aan- en afvoer geeft het overschot. Niet het gehele overschot belast de bodem. De investering voor de volgende jaren (N_{min}, voorjaar en nawerking mest en gewasresten) en de ammoniakverliezen bij toediening drijfmest worden hiervan afgetrokken. Dit geeft dan het bodemoverschot. Van het bodemoverschot spoelt een bepaalde fractie uit (uitspoelingsfractie), in een bepaalde hoeveelheid neerslagoverschot waarna een deel onderweg naar het grondwater denitrificeert (Gt-correctie).

<i>Akkerbouwcasus: akkerbouwbedrijf op zandgrond (Gt IV).</i>								
		Korrel- maïs	Winter- tarwe	Cons.- aardappel	Suiker- biet	Schor- seneer	Waspeen	Bedrijf
		12,50%	12,50%	25,00%	25,00%	12,50%	12,50%	
Aanvoer	Nmin, vj	30	40	20	30	40	40	31
	Deposities	45	45	45	45	45	45	45
	Nawerking drijfmest	19	19	19	19	19	19	19
	Nawerking gewasrest	68	68	68	68	68	68	68
	Drijfmest	216	144	216	144	0	0	135
	Kunstmest	24	59	113	48	60	10	59
Afvoer		111	169	165	99	77	107	124
Overschot	Nmin, vj	30	40	20	30	40	40	31
	Nawerking drijfmest	19	19	19	19	19	19	19
	Nawerking gewasrest	68	68	68	68	68	68	68
	Ammoniak	13	9	13	9	0	0	8
	Bodemoverschot	161	71	205	130	28	-52	110
Uitspoelingsfractie								0,81
Neerslagoverschot								387
Gt-correctie								0,43
NO ₃ -concentratie								44
Werkzame N		175	160	264	149	60	10	154

In de tekstbox behorende bij deze paragraaf wordt met een voorbeeld aangegeven langs welke stappen geredeneerd is. Daarmee kunnen ook de uitkomsten van andere scenario's (terug te vinden in Bijlage III) gereconstrueerd worden. In die bijlage wordt uitgebreid ingegaan op de afzonderlijke bedrijven per sector.

Het onderhavige hoofdstuk beperkt zich tot een samenvatting voor alle sectoren tezamen. Om de gevolgen op bedrijfsniveau in kaart te brengen is gebruik gemaakt van een set van modelbedrijven. Deze set omvat 9 akkerbouwbedrijven (4 klei, 4 zand en 1 löss), 6 vollegrondsgroentebedrijven (3 klei, 3 zand), 6 bloembollenbedrijven (alle zand) en 4 boomteeltbedrijven (1 klei, 3 zand). Bij de inzet van organische mest is rekening gehouden met de beschikbaarheid van organische mest in bepaalde regio's en de ruimte die het bouwplan biedt voor een verantwoorde inzet. Wanneer vanuit milieukundig oogpunt de bemesting moet worden verlaagd is op bedrijven zonder een veetak allereerst de inzet van organische mest verminderd en vervolgens, indien noodzakelijk, de kunstmestgift. Op bedrijven met een veetak is de omgekeerde weg gevolgd omdat eerst de bedrijfseigen mest zoveel mogelijk wordt ingezet. De verdere uitgangspunten bij de berekeningen en de resultaten van de afzonderlijke bedrijven staan beschreven in Bijlage III.

In Tabellen 14 en 15 zijn de resultaten op sectorniveau samengevat voor respectievelijk stikstof en fosfaat.

3.2.2.1 Stikstof

Bij bemesting volgens advies (Scenario N2) bedraagt de bandbreedte in hoeveelheid werkzame N voor akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en boomteelt, respectievelijk, 132-208, 136-244, 39-203 en 54-74 kg per ha. Op boomteeltbedrijven is de N-behoefte lager dan in de andere sectoren. De variatie binnen een sector is aanzienlijk en

wordt veroorzaakt door verschillen in bouwplansamenstelling. De inzet van organische mest varieert van 46-163, 49-135, 0-64 en 28-59 kg N per ha voor respectievelijk akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en boomteelt. Bij de twee laatstgenoemde sectoren betreft dit meestal een combinatie van dierlijke en plantaardige mest. Wanneer voldaan moet worden aan waterkwaliteitsnormen (scenario N4) kan op kleigrond bij een norm van 10 mg per liter N-totaal op akkerbouw- en boomteeltbedrijven nog steeds volgens advies worden bemest. Wel moet in een aantal gevallen de inzet van dierlijke mest worden verlaagd. Op groentebedrijven moet soms ook onder advies worden bemest. Het voldoen aan een strenge norm van 2,2 mg N-totaal per liter betekent voor alle bedrijven een drastische teruggang in bemesting met forse opbrengstdervingen als gevolg. Op zandgrond kan bij Gt IV op de meeste akkerbouw- en boomteeltbedrijven volgens advies worden bemest zonder de nitraatnorm van 50 mg per liter te overschrijden. Bij vollegrondsgroente- en bloembolbedrijven lukt dat niet en is er vrijwel geen ruimte meer voor organische mest. De sub-optimale bemesting leidt tot opbrengstdervingen van circa 10% op groentebedrijven en 15-40% op bloembolbedrijven. Bij hogere Gt's moet, met uitzondering van boomteeltbedrijven, op de meeste bedrijven onder advies worden bemest. Dit leidt tot opbrengstdervingen van 5-40%.

3.2.2.2 Fosfaat

De scenario's P1 tot en met P3 zijn qua aanvoer redelijk vergelijkbaar. Gemiddeld bedraagt de P-aanvoer, respectievelijk, 66-97, 57-96, 0-50 en 29-58 kg P₂O₅ per ha voor akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en boomteelt. Niet in alle gevallen wordt de volledige P-ruimte opgevuld. Dit hangt onder andere samen met de P-behoefte van de geteelde gewassen in het bouwplan en de omvang van het mestgebruik. Op bloembol- en boomteeltbedrijven is er sprake van een lagere aanvoer dan op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven. De bandbreedte in P-overschotten bij deze drie P-scenario's bedraagt 22-46, 21-67, -21-37 en 4-58 kg P₂O₅ per ha. Wanneer bemest wordt volgens het gewasgerichte fosfaatadvies (scenario P4) daalt de P-aanvoer in veel gevallen. Gemiddeld bedraagt de P-aanvoer dan, respectievelijk, 3-60, 0-67, 0-26 en 14-23 kg P₂O₅ per ha voor akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en boomteelt. De daling van de P-aanvoer in vergelijking met de voorgaande P-scenario's komt omdat uitgegaan is van een fosfaattoestand in de bodem van Pw 45 waarbij de gewasbehoefte niet hoog is. Dit beperkt in sterke mate de ruimte voor organische mest. Het P-overschot is vooral op bedrijven met een hoog aandeel gewassen met een lage P-behoefte, negatief. Ook een strikte evenwichtsbemesting (aanvoer=afvoer, scenario P5) leidt tot een verlaging van de P-aanvoer in vergelijking met de scenario's P1 - P3. In het algemeen is de aanvoer op akkerbouwbedrijven hoger dan op de tuinbouwbedrijven vanwege de hogere afvoer op eerstgenoemde bedrijven.

3.2.2.3 Kanttekeningen

Herfsttoediening organische mest

Op de doorgerekende kleibedrijven zijn varianten doorgerekend met zowel herfst- als voorjaarstoediening. Bij het N4-scenario bleek dat in de meeste gevallen herfsttoediening bij de akkerbouwbedrijven niet leidde tot overschrijding van de N-totaalnorm van 10 mg per liter. Dit geldt echter voor de hier gehanteerde giften, waarbij de P-aanvoernorm niet maximaal is opgevuld. De mestinzet varieerde van 27 tot 74 kg P₂O₅ en 46 tot 126 kg N per ha. Bij opvulling van een P-norm van 85 kg P₂O₅ per ha zal de norm op veel bedrijven worden overschreden. Er zullen dus aanvullende eisen moeten worden gesteld aan het gebruik van mest in de herfst teneinde binnen de milieunorm te blijven.

Andere mestsoorten

Op de akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven zijn alleen scenarioberekeningen uitgevoerd met varkensdrijfmest. Regelmatig wordt echter ook vaste kippenmest gebruikt. Deze heeft in het algemeen een lagere werkingscoëfficiënt (40-50%) in geval van voorjaarstoediening zodat bij een gelijke N-aanvoer met organische mest het N-bodemoverschot hoger is. Bij najaarstoediening is de situatie omgekeerd doordat de werking van vaste mest dan in het algemeen hoger is dan van drijfmest. De gebruiksnorm in het N4-scenario zou dus af moeten hangen van de gebruikte mestsoort.

Variatie binnen sectoren

Om op bedrijfsniveau de consequenties van de diverse scenario's in kaart te brengen is gebruik gemaakt van modelbedrijven. Anders dan voor de akkerbouw is de variatie in bouwplannen op tuinbouwbedrijven erg groot. Bij de modelbedrijven is getracht hier zo veel mogelijk rekening mee te houden maar extreme situaties zoals bedrijven met continueelt van een enkel gewas zijn niet meegenomen. Met name wanneer dit gewassen betreft met een hoge N-behoefte en relatief lage N-afvoer (zoals prei, bloemkool en in mindere mate sluitkool) wordt het beeld wat betreft milieukundige effecten nog ongunstiger.

Organische-stofvoorziening

Bij de stringentere N- en P-scenario's wordt de aanvoer van organische stof op veel bedrijven sterk beperkt, waardoor de organische-stofvoorziening in het geding komt. Dit speelt in alle sectoren maar is wel bouwplanafhankelijk.

Variatie in N-adviezen

Bij de scenarioberekeningen is uitgegaan van het landelijk bemestingsadvies. Afhankelijk van bedrijfsspecifieke situaties kan het actuele advies afwijken van het landelijk advies. Factoren die hierbij een rol spelen zijn onder andere ras en N-mineralisatieniveau van de bodem. Daarnaast spelen ook de weersomstandigheden gedurende het groeiseizoen een rol bij de N-behoefte. Onder natte omstandigheden moet er in het algemeen vaker worden bijbemest vanwege tussentijdse verliezen.

Fruitteelt

Voor de fruitteelt zijn geen bedrijfsberekeningen met modelbedrijven uitgevoerd. Op fruitteeltbedrijven wordt slechts incidenteel dierlijke organische mest gebruikt. Wel wordt er structureel champost ingezet. Dit kan vooral in aanplantjaren tot knelpunten leiden omdat dan vanwege de lage N-behoefte weinig champost kan worden gebruikt. De N/P-afvoer via vruchten is gering. Bij appel en peer bedraagt deze 15-45 kg N per ha en 5-20 kg P₂O₅ per ha. Omdat meestal al vanaf het derde jaar na aanplant een N-bemestingsniveau van rond de 175 kg N per ha wordt gehanteerd zal het bodem-N-overschot aanzienlijk zijn. Dit zal vooral op droge zandgronden problemen geven met betrekking tot halen van de nitraatnorm.

Tabel 14. Samenwattende tabel stikstof AT-sectoren.

Scenario	Bedrijf	Grondsoort											
		Klei				Zand				Löss			
		10 mg/l		2mg/l		Gt IV		Gt VI		Gt VII		Gt VIII	
		Mest N	Wz N	Mest N	Wz N	Mest N	Wz N	Mest N	Wz N	Mest N	Wz N	Mest N	Wz N
N1P1	Akk	46-126	136-172			102-145	132-208	60-145	132-208	60-145	132-208	60-145	132-208
	Vgg	49-63	200-211	72-135	136-244	0-98	136-244	0-98	136-244	0-98	136-244	0-98	136-244
	Bol			0-64	39-203	30	39	30	39	30	39	30	39
N2P2	Boom	124	74-109	54-123	64-109	54-123	64-109	54-123	64-109	54-123	64-109	54-123	64-109
	Akk	46-126	136-172	102-145	132-208	102-145	132-208	102-145	132-208	102-145	132-208	102-145	132-208
	Vgg	49-63	200-211	72-117	136-244	72-117	136-244	72-117	136-244	72-117	136-244	72-117	136-244
N2P3	Bol			0-64	39-203	30	39	30	39	30	39	30	39
	Boom	28-40	63	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74
	Akk	46-126	136-172	102-163	132-208	102-163	132-208	102-163	132-208	102-163	132-208	102-163	132-208
N3P2	Vgg	49-63	200-211	72-135	136-244	72-135	136-244	72-135	136-244	72-135	136-244	72-135	136-244
	Bol			0-64	39-203	30	39	30	39	30	39	30	39
	Boom	28-40	63	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74
N3P4	Akk	46-126	122-154	102-145	118-187	102-145	118-187	102-145	118-187	102-145	118-187	102-145	118-187
	Vgg	49-63	179-190	72-117	123-219	72-117	123-219	72-117	123-219	72-117	123-219	72-117	123-219
	Bol			0-64	35-182	30	35	30	35	30	35	30	35
N4P2	Boom	25-36	57	33-55	49-66	33-55	49-66	33-55	49-66	33-55	49-66	33-55	49-66
	Akk	0-31	122-154	41-82	118-187	41-82	118-187	41-82	118-187	41-82	118-187	41-82	118-187
	Vgg	0-18	179-190	0	123-219	0	123-219	0	123-219	0	123-219	0	123-219
N4P4	Bol			0-36	35-180	0	35	0	35	0	35	0	35
	Boom	24-36	57	33-44	49-66	33-44	49-66	33-44	49-66	33-44	49-66	33-44	49-66
	Akk	46-108	136-172	99-145	132-208	0-145	120-193	0-140	91-161	0-123	80-144	0-123	80-144
N4P5	Vgg	0-49	181-211	0	106-200	0	63-154	0	41-129	0	27-115	0	27-115
	Bol			0-30	39-95	30	39	30	39	30	39	30	39
	Boom	28-40	63	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74	34-59	54-74
N4P4	Akk	0-31	136-172	41-82	132-208	0-82	132-193	0-82	127-161	0-82	108-144	0-82	108-144
	Vgg	0-18	181-211	0	106-200	0	63-154	0	41-129	0	27-115	0	27-115
	Bol			0-3	39-95	0	39	0	39	0	39	0	39
N4P5	Boom	26-28	63	24-45	54-74	24-45	54-74	24-45	54-74	24-45	54-74	24-45	54-74
	Akk	46-81	136-172	71-88	132-208	0-84	132-193	0-73	132-161	0-68	104-144	0-68	104-144
	Vgg	0-49	181-211	0	106-200	0	63-154	0	41-129	0	27-115	0	27-115
N4P5	Bol			0-30	39-95	30	39	30	39	30	39	30	39
	Boom	21	63	13-36	54-74	13-36	54-74	13-36	54-74	13-36	54-74	13-36	54-74

Tabel 15. Samenwattende tabel fosfaat AT-sectoren (Pverl = P verlies = P-bodemoverschot (kg P₂O₅ per ha).

Scenario	Sector	Grondsoort																	
		Klei						Zand						Löss					
		10 mg/l		2 mg/l		Gt IV		Gt VI		Gt VII		Gt VIII		Mest P	Pverl				
		Mest P	Tot P	Pverl	Mest P	Tot P	Pverl	Mest P	Tot P	Pverl	Mest P	Tot P	Pverl	Mest P	Tot P	Pverl	Mest P	Tot P	Pverl
N1P1	Akk	27-74	71-81	22-36	60-85	66-97	24-45	35-85	66-97	22-49	35-85	66-97	22-49	35-85	66-97	22-49	60	107	50
	Vegg	28-37	54-72	21-27	42-79	57-96	47-67	0-57	57-70	23-47	0-57	57-70	23-47	0-57	57-70	23-47			
	Bol	70	70	58	0-41	0-50	-21-37	13	13	13	-15	13	13	-15	13	-15			
N2P2	Akk	27-74	71-81	22-36	60-85	66-85	24-36	60-85	66-85	24-36	60-85	66-85	24-36	60-85	66-85	24-36	50	85	28
	Vegg	28-37	54-72	21-27	42-68	57-85	47-56	42-68	57-85	47-56	42-68	57-85	47-56	42-68	57-85	47-56			
	Bol	16-23	16-23	4-11	0-41	0-50	-21-37	13	13	13	-15	13	13	-15	13	-15			
N2P3	Akk	27-74	71-81	22-36	60-95	66-95	24-46	60-95	66-95	24-46	60-95	66-95	24-46	60-95	66-95	24-46	60	95	39
	Vegg	28-37	54-72	21-27	42-79	57-95	47-66	42-79	57-95	47-66	42-79	57-95	47-66	42-79	57-95	47-66			
	Bol	16-23	16-23	4-11	0-41	0-50	-21-37	13	13	13	-15	13	13	-15	13	-15			
N3P2	Akk	27-74	71-81	25-39	60-85	66-85	26-39	60-85	66-85	26-39	60-85	66-85	26-39	60-85	66-85	26-39	50	85	32
	Vegg	28-37	54-72	21-29	42-68	57-85	48-58	42-68	57-85	48-58	42-68	57-85	48-58	42-68	57-85	48-58			
	Bol	14-20	14-20	4-11	0-41	0-50	-19-39	13	13	13	-14	13	13	-14	13	-14			
N3P4	Akk	0-18	3-40	-52--5	24-48	38-60	-1-12	24-48	38-60	-1-12	24-48	38-60	-1-12	24-48	38-60	-1-12	27	46	-8
	Vegg	0-11	18-49	-10-6	0	0-67	-9-31	0	0-67	-9-31	0	0-67	-9-31	0	0-67	-9-31			
	Bol	14-20	14-20	4-11	0-23	0-26	-27-16	0	0	-27	0	0	-27	0	0	-27			
N4P2	Akk	27-63	71-81	22-26	60-85	66-85	24-37	0-85	66-85	22-46	0-82	62-82	23-47	0-72	59-72	23-39	0	80	23
	Vegg	0-28	53-68	21-25	0	36-70	22-35	0	32-70	23-40	0	30-70	23-42	0	30-70	21-43			
	Bol	16-23	16-23	4-11	0-13	0-26	-21-25	13	13	13	-15	13	13	-15	13	-15			
N4P4	Akk	0-18	3-40	-56-8	24-48	38-60	-3-8	0-48	38-60	-3-17	0-48	38-60	-2-22	0-48	38-60	-2-25	0	45	-12
	Vegg	0-11	18-51	-10-5	0	0-70	-8-35	0	0-70	-4-40	0	0-70	-2-42	0	0-70	-1-43			
	Bol	15-16	15-16	3-4	0-2	0-26	-28-25	0	0	-28	0	0	-28	0	0	-28			
N4P5	Akk	27-47	46-59	0	41-51	41-51	0	0-49	41-50	0	0-43	38-49	0	0-39	36-45	0	0	56	-1
	Vegg	0-28	28-50	0	0	8-35	0	0	4-30	0	0	3-28	0	0	2-27	0			
	Bol	12	12	0	0-13	0-13	-21-0	13	13	13	-15	13	13	-15	13	-15			

4. Discussie

4.1 Berekening van het N-bodemoverschot

De WOG is in beginsel uitgegaan van een evenwichtstoestand tussen de jaarlijkse aanvoer van organische N en de jaarlijkse afbraak. Op zichzelf is een verondersteld evenwicht niet in tegenspraak met, bijvoorbeeld, het ervaringsfeit dat de organische N in dierlijke mest in proeven, die doorgaans niet langer dan enkele jaren op dezelfde plek plaatsvinden, niet voor de volle honderd procent werkt (Schröder, 2004). Indirect bewijs voor het feit dat organische N ook een jaar na toediening nog N levert, kan afgeleid worden uit de N opbrengst van onbemeste gewassen. Deze opbrengst is te hoog om volledig verklaard te kunnen worden uit de jaarlijkse depositie en de voorraad minerale bodem N bij aanvang van het groeiseizoen.

Bij de veronderstelling van evenwicht tussen de jaarlijkse aanvoer van organische N en de jaarlijkse afbraak is een aantal kanttekeningen op zijn plaats. Deze kanttekeningen hebben betrekking op i) de ontwikkeling van organische stof- en N-voorraden gedurende perioden waarin van een hoog op een laag aanvoerniveau wordt overgegaan (of vice versa), ii) de N-mineralisatie in veengronden en iii) het effect van het scheuren van grasland en van de inzaai van grasland op voormalig bouwland, op organische stof- en N-voorraden in de bodem.

De ontwikkeling van organische stof- en N-voorraden in overgangsperioden

De belangrijkste aanvoerposten van organische stof in bouwland zijn gewasresten en de toevoer via dierlijke mesten en ander organische producten. In bouwland is sprake van relatief geringe fluctuaties in de voorraad organische N, veroorzaakt door grondbewerking, soort gewassen in het bouwplan en het gebruik van organische producten. Vaak zijn gewasresten de belangrijkste bron van organische stof in bouwland, zodat de veranderingen in opbrengst kunnen leiden tot veranderingen in de bodemvoorraad van N. Indien scherpe gebruiksnormen leiden tot lagere opbrengsten en gewasresten en minder gebruik van mest en andere organische producten dan zou de N-voorraad in de bodem kunnen dalen. In de Evaluatie Meststoffen Wet 2004 wordt nagegaan in hoeverre de Meststoffenwet effect heeft op het gehalte aan organische stof (en de voorraad organische N) in de bodem. Het is denkbaar dat de jaarlijkse afbraak van organische stof vooralsnog groter is dan de jaarlijkse aanvoer van N. In beginsel is dat namelijk per definitie het geval als systemen in de loop der jaren overgaan van een hoge N input naar een lage N input (Schröder *et al.*, 2003). Het zou betekenen dat het feitelijke N bodemoverschot tijdelijk groter is dan het berekende overschot totdat zich een nieuw evenwicht tussen afbraak en aanvoer heeft ingesteld. Vooralsnog zijn er geen redenen om aan te nemen dat de voorraden organische N in bouwland dusdanig snel veranderen dat hiermee rekening moet worden gehouden bij de afleiding van de gebruiksnormen.

De N-mineralisatie van veengronden

De WOG neemt, overeenkomstig de Adviesbases Bemesting (Anonymus, 2002) aan dat op veengronden geen evenwicht bestaat tussen de jaarlijkse aanvoer van organische N en de afbraak ervan. Als gevolg van ontwatering breekt daar per saldo meer organische N af dan dat er wordt vastgelegd in de vorm van gewasresten (al dan niet na passage door dieren). Uit onderzoek van Hassink (1995) en Schothorst (1977) blijkt dat er een relatie is tussen de mate van drainage en de grootte van de N-mineralisatie. Bij de afleiding van de gebruiksnormen is voor 'goed ontwaterde' en 'slecht ontwaterde' veengronden een schatting gemaakt van de N-mineralisatie uit veen. In de varianten die gebaseerd zijn op het bemestingsadvies zit de N-mineralisatie uit veen verweven in de NLV-klassen uit het bemestingsadvies.

In de gebruiksnorm die gebaseerd is op de kwaliteitseisen van grond- en oppervlaktewater ('milieuvariant' N4) is de schatting van de N-mineralisatie uit goed en slecht ontwaterd veen gebruik gemaakt van een formule die door Velthof *et al.* (2000) is afgeleid uit het onderzoek van Hassink (1995): netto mineralisatie van veen (kg N/ha/jaar) = $-29,2 + 3,1 \times \text{laagste grondwaterstand (GLG; cm beneden maaiveld)}$. In deze formule zijn de gasvormige verliezen via nitrificatie en denitrificatie van de N die afkomstig is van veenafbraak verdisconteerd. In onderzoek van Koops *et al.* (1996; 1997) bedroegen deze verliezen in totaal ongeveer $40 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$.

Bij deze werkwijze kunnen enkele opmerkingen worden gemaakt:

- voor slecht ontwaterd veen is uitgegaan van een GLG van 50 cm (Gt II) en voor goed ontwaterd veen van een GLG van 85 cm (Gt III*, IV). Dit leidt tot twee schattingen voor N-mineralisatie uit veen. In de praktijk zullen er meer verschillen in drainage en daardoor in N-mineralisatie uit veen voorkomen.
- alle veensoorten worden meegerekend, uitgezonderd de meerveengronden (veenkoloniale gronden of dalgronden). Sommige van deze veenkoloniale gronden behoren volgens de bodemclassificatie nog tot de veengronden, maar de organische stof in deze gronden heeft door menselijke invloed een sterke afbraak ondergaan en levert daardoor weinig nutriënten.
- er wordt geen onderscheid gemaakt naar soort veengrond en/of voedselrijkdom van het veen, zoals voedselrijk of eutroof veen (bv. bosveen), voedselhoudend of mesotroof veen (bv. zeggeveen) en voedselarm of oligotroof-veen (bv. veenmosveen). De chemische samenstelling van de verschillende veengronden verschilt en daardoor zijn er mogelijk ook verschillen in N-mineralisatie uit veen. De N-mineralisatie van verschillende soorten veengronden zou alleen via te ontwikkelen extractiemethoden of procesmodellen kunnen worden geschat, maar dit zal tot een complex stelsel van gebruiksnormen leiden.
- Bij het afleiden van gebruiksnormen is uitgegaan dat veengronden alleen worden gebruikt voor grasland. Er wordt echter soms maïs geteeld op veengrond. Het onderploegen van grasland op veengrond en omzetting in maïsland zou tot een versterkte N-mineralisatie van het veen kunnen leiden. Hier is bij de gebruiksnormen geen rekening gehouden.
- de aanwezigheid van klei (of een toemaakdek) in de bovengrond kan leiden tot een lagere N-mineralisatie, maar dit is niet meegenomen.

Het effect van het scheuren van graslanden van de inzaai van grasland op voormalig bouwland, op organische stof- en N-voorraden in de bodem

In grasland op minerale gronden treedt accumulatie van organische N op in de niet-oogstbare delen van het grasland (stoppels en wortels) en in de bodem-organische stof. Deze accumulatie bedraagt enkele tientallen tot meer dan 100 kg N per ha per jaar (Velthof & Oenema, 2001). De sterkste accumulatie treedt op in de eerste jaren na inzaai en neemt geleidelijk af in de tijd (Hassink, 1995). Door het scheuren van grasland (in het kader van herinzaai of omzetten naar bouwland of ten behoeve van de teelt van, bijvoorbeeld, maïs, bloembollen, aardappelen, etc.) komt deze geaccumuleerde N deels weer via N-mineralisatie vrij.

Bij de gebruiksnormen van de 'milieuvariant' (N4) wordt uitgegaan dat over een gehele cyclus van scheuren tot scheuren (gemiddeld om de 5, 10 en 30 jaar voor zand-, klei- en veengrond (Aarts *et al.*, 2002)) geen verandering in de bodemvoorraad van N optreedt. De gebruiksnormen en de berekende grondwaterkwaliteit zijn dus gemiddelden voor deze cyclus.

Als er in Nederland gedurende de afgelopen jaren per saldo meer grasland is omgezet naar bouwland dan dat er nieuw grasland op voormalig bouwland is aangelegd, dan is de jaarlijkse afbraak van organische N in eerste instantie groter dan de jaarlijkse vastlegging. Het feitelijke N bodemoverschot is dan tijdelijk hoger dan berekend. In de Evaluatie Meststoffen Wet 2004 zal nagegaan worden in hoeverre de Meststoffenwet (en daarmee het mestgebruik zelf) effect heeft op het gehalte aan organische stof in de bodem. Vooralsnog zijn er geen redenen om aan te nemen dat de gemiddelde voorraad organische N in grasland dusdanig verandert dat hier rekening mee moet worden gehouden bij de afleiding van de gebruiksnormen.

Binnen een cyclus van scheuren tot scheuren varieert de voorraad aan organische N in grasland afhankelijk van de tijd na scheuren. Deze variaties zouden bij scherpe gebruiksnormen tot knelpunten (sub-optimale bemesting en lagere opbrengsten) kunnen leiden, aangezien de gebruiksnorm is gebaseerd op de aanname van een stabiele voorraad organische N. Hieronder worden deze mogelijke knelpunten door middel van voorbeelden geïllustreerd.

In Tabellen 16 en 17 wordt met fictieve getallen een vergelijking gemaakt tussen het gemiddeld bodemoverschot en het 'echte' bodemoverschot voor een graslandcyclus van 6 jaar (scheuren tot opnieuw scheuren; Tabel 16) en wisselbouw met drie maïs en drie jaar grasland (Tabel 17).

In het voorbeeld in Tabel 16 mineraliseert er in het eerste jaar meer N uit de oude zode dan er accumuleert in de nieuwe zode; het echte overschot is hoger dan het gemiddelde overschot. In de jaren 3-6 is de accumulatie hoger dan de mineralisatie en is het echte overschot lager dan het gemiddelde. De gebruiksnorm uit de 'milieuvariant' (N4) wordt gebaseerd op het gemiddelde bodemoverschot. In het voorbeeld in Tabel 16 zou de gebruiksnorm in jaar 1 te hoog en in jaar 3 tot en met 6 te laag zijn. Hetzelfde geldt voor wisselbouw (Tabel 17), maar de verschillen tussen gemiddeld en echt bodemoverschot zijn groter dan bij graslandvernieuwing en de kans dat er knelpunten ontstaan zijn daardoor mogelijk ook groter.

Of de variaties in het echte bodemoverschot tot knelpunten leiden, is sterk afhankelijk van de grootte van dit overschot en het effect van opschalen naar bedrijfsniveau. Aannemende dat de percelen op een bedrijf niet in hetzelfde jaar worden gescheurd, zullen de effecten van te hoge of te lage gebruiksnormen elkaar op bedrijfsniveau uitmiddelen. Het mag echter niet worden uitgesloten dat in bepaalde jaren bij bepaalde bedrijven landbouwkundige knelpunten optreden bij scherpe gebruiksnormen. Bij een nieuw systeem van gebruiksnormen is een goede voorlichting richting de boer van groot belang, zodat een gemiddelde gebruiksnorm voor het bedrijf goed verdeeld wordt over de percelen.

Tabel 16. Fictief verloop van het bodemoverschot (kg N per ha) op perceelsniveau in vernieuwd grasland. In het 'echte' bodemoverschot wordt rekening gehouden met de N-mineralisatie uit gescheurd grasland en de N-accumulatie in de nieuwe zode. Het grasland is aan begin van jaar 1 gescheurd. De mineralisatie is berekend met model MINIP (Velthof et al., 2000) en de opbouw van de nieuwe zode is geschat op basis van literatuurgegevens (Velthof & Oenema, 2001).

Jaar	Gemiddeld bodemoverschot (WOG)	Mineralisatie oude zode	Opbouw nieuwe zode	Echt bodemoverschot
1	125	175	107	193
2	125	60	60	125
3	125	30	40	115
4	125	15	30	110
5	125	10	30	105
6	125	2	25	102
Gemiddeld	125	49	49	125

Tabel 17. *Fictief verloop van het bodemoverschot (kg N per ha) op perceelsniveau bij wisselbouw. In het bodemoverschot wordt rekening gehouden met mineralisatie uit gescheurd grasland en accumulatie in de nieuwe zode. Het grasland is aan begin van jaar 4 gescheurd. Mineralisatie is berekend met model MINIP (Velthof et al., 2000) en de opbouw van de nieuwe zode is geschat op basis van literatuurgegevens (Velthof & Oenema, 2001).*

	Jaar	Gemiddeld bodemoverschot	Mineralisatie oude zode	Opbouw nieuwe zode	Echt bodemoverschot
Grasland	1	125	10	110	25
Grasland	2	125	5	75	55
Grasland	3	125	1	71	55
Maïsland	4	125	168	0	293
Maïsland	5	125	48	0	173
Maïsland	6	125	24	0	149
Gemiddeld		125	43	43	125

4.2 Milieueffecten vanuit bodemoverschotten

De KRW is nog niet zodanig uitgewerkt dat precies kan worden aangegeven in welke type oppervlaktewater aan een bepaalde nutriëntendoelstelling voldaan moet worden. De WOG heeft besloten daarom verkenningen te verrichten bij twee denkbare doelstellingen voor oppervlaktewater (2,2 en 10 mg N-totaal per liter oppervlaktewater). Toekomstige KRW normen kunnen hoger of lager liggen waarna studies als deze een actualisatie behoeven. Om te illustreren dat een gebruiksnorm gevoelig is voor de te realiseren N-concentratie zijn voor een beperkt aantal gewassen ook een berekeningen verricht voor een tussenliggend doel van 5 mg N-totaal per liter oppervlaktewater. Deze berekeningen zijn voor veen- en kleigrond gedaan (Tabel 18). In aanvulling op het voorgaande moet worden opgemerkt dat natte zandgronden (Gt IV) een bijzondere positie innemen. Vanuit grondwaterdoelstellingen bezien zouden gebruiksnormen ook voor deze natte zandgronden geënt kunnen worden op realisatie van 50 mg nitraat per liter grondwater. Niet zelden echter staat het grondwater van deze natte zandgronden in een directe relatie staat met nabijgelegen (stromend) oppervlaktewater. In dat geval kan het nodig zijn een strengere norm dan de genoemde 50 mg nitraat per liter te hanteren. Om opnieuw te illustreren dat een gebruiksnorm gevoelig is voor de te realiseren N-concentratie zijn voor een beperkt aantal gewassen daarom ook berekeningen uitgevoerd voor een doel van 25 mg nitraat per liter (Tabel 19). Uit de berekeningen blijkt dat niet steeds aan landbouwkundige adviezen voldaan kan worden naar mate concentratie-doelstellingen strenger zijn (Tabel 18 en 19).

Tabel 18. Gebruiksnorm (totaal dierlijke mestgift (kg N-totaal per ha) en werkzame N (kg N per ha)) en de mate waarin voldaan is aan het N-advies (relatieve advies, %) voor gemaaid grasland en snijmaïs, als functie van de N-concentratie doelstelling voor oppervlaktewater bij diverse grondsoorten bij een verondersteld toelaatbaar P-overschot van 0 kg per ha.

Grondsoort		Gewas en N-concentratiedoelstelling (mg N-totaal per liter)								
		Aardappel*			Gras**			Snijmaïs***		
		2,2	5	10	2,2	5	10	2,2	5	10
Droog veen	N-totaal, kg / ha	-	-	-	264	395	395	-	-	-
	N-werkzaam, kg / ha	-	-	-	139	270	270	-	-	-
	Rel. advies, %	-	-	-	51	100	100	-	-	-
Nat veen	N-totaal, kg / ha	-	-	-	268	455	455	-	-	-
	N-werkzaam, kg / ha	-	-	-	143	330	330	-	-	-
	Rel. advies, %	-	-	-	43	100	100	-	-	-
Kleigrond	N-totaal, kg / ha	58	128	250	384	470	470	137	234	234
	N-werkzaam, kg / ha	58	128	250	263	385	385	82	160	160
	Rel. advies, %	23	51	100	68	100	100	51	100	100

* bij enkel gebruik van kunstmest

** 100% maaïen op basis van dunne rundveemest

*** 16 ton drogestof per ha (zonder wintergewas) op basis van dunne rundveemest

Tabel 19. Gebruiksnorm (totaal dierlijke mestgift (kg N-totaal per ha) en werkzame N (kg N per ha)) en de mate waarin voldaan is aan het N-advies (relatieve advies, %) voor gemaaid grasland en snijmaïs, als functie van de N-concentratie doelstelling voor grondwater van natte zandgrond (Gt IV) bij een verondersteld toelaatbaar P-overschot van 0 kg per ha.

Grondsoort		Gewas en N-concentratiedoelstelling (mg nitraat per liter)					
		Aardappel*		Gras**		Snijmaïs***	
		25	50	25	50	25	50
Zand, Gt IV	N-totaal, kg / ha	117	228	382	490	212	212
	N-werkzaam, kg / ha	117	228	256	365	160	160
	Rel. advies, %	44	86	70	100	100	100

* bij enkel gebruik van kunstmest

** 100% maaïen op basis van dunne rundveemest

*** 16 ton drogestof per ha in combinatie met wintergewas op basis van dunne rundveemest

Overigens is bij de berekening van N concentraties in grond- en oppervlaktewater uitgegaan van factoren afgeleid uit het LMM. Omdat het bodemoverschot in het LMM op basis van de toenmalige stand van kennis enigszins anders is gedefinieerd dan thans door de WOG en er voorts nieuwe data in het kader van het lopende LMM zijn verzameld, heeft de WOG aan RIVM-LEI (LMM-BIN) verzocht opnieuw regressiecoëfficiënten te bepalen per grondsoort-grondgebruikcombinatie. In vervolgstudies kan dan worden getoetst of door de WOG van correcte factoren is uitgegaan. De onderbouwing van de factoren die bepalen welk deel van het N-bodemoverschot op veen- en kleigronden, direct of indirect via grondwater, uiteindelijk uitspoelen naar het oppervlaktewater, is relatief matig. Bovendien beperken

de factoren zich tot de uitspoeling van minerale N terwijl oppervlaktewaterkwaliteit ook bepaald wordt door de uitspoeling van opgeloste organische N (DON). Daarnaast geven metingen die in 2002 zijn verricht door het RIVM op bloembollenbedrijven die deelnemen aan het project Telen met Toekomst, aan dat nitraatconcentraties in het grondwater ($n=6$) en N-totaalconcentraties in drainwater ($n=3$) beneden, respectievelijk, 50 mg nitraat en 2,2 mg N-totaal per liter bijven als het bemestingsadvies min of meer gevolgd wordt (Van den Berg & Pulleman, 2003). Anders dan geconcludeerd in dit rapport bestond er in dit geval dus geen discrepantie tussen landbouwkundige en milieukundige doelstellingen. Mogelijk bevordert de afwijkende hydrologie of het royale gebruik van organische meststoffen in de bollenteelt de denitrificatie. Eén en ander bevestigt dat de gebruikte relaties een nadere toets behoeven.

Het door de WOG gebruikte mest-ABC (Bijlage VII) behoeft ook in een ander opzicht nog nadere aandacht. De tot nu toe gebruikte empirische relaties geven aan dat op grasland een relatief groot deel van het N-bodemoverschot anders dan door N-uitspoeling verloren gaat en op bouwland een relatief klein deel. Deze niet-uitspoelingsverliezen kunnen betrekking hebben op (tijdelijke) ophoping en denitrificatie. Dit verschil kan daadwerkelijk een gevolg zijn van geteelde gewas in kwestie. Echter, twee andere oorzaken kunnen niet worden uitgesloten. In de eerste plaats geldt dat, als de empirische relatie voor grasland mede betrekking heeft op grasland na een bouwlandperiode, een deel van het bodemoverschot onder dergelijk grasland tijdelijk wordt vastgelegd. Volgens diezelfde redenering geldt dat, als de empirische relatie voor bouwland mede betrekking heeft op bouwland na een graslandperiode, de uitspoeling behorend bij een bepaald bodemoverschot wordt vermeerderd met de uitspoeling die het gevolg is van naijlende mineralisatie van organische N die in de voorafgaande graslandjaren is vastgelegd. Het verschil in uitspoelingsfractie is in dat geval geen 'gewaseigenschap' die geldt voor alle grasland en alle bouwland, maar een direct gevolg van die specifieke vruchtopvolging. In de tweede plaats geldt dat als in de populatie waarop de empirische relatie voor grasland gebaseerd is natte gronden wat sterker vertegenwoordigd zijn (grasland ligt vaker op de wat nattere percelen), een grotere denitrificatie verwacht mag worden. Als N-bodemoverschotten van grasland, zoals gebeurt in het mest-ABC, dan ook nog eens op dezelfde wijze voor de Gt gecorrigeerd worden als de N-bodemoverschotten van bouwland, dreigt het gevaar van een dubbele correctie voor denitrificatie. Een extra reden om alert te zijn op dit soort fouten is gelegen in het feit dat de met het ABC berekende denitrificaties voor met name grasland aan hoge kant lijken als ze vergeleken worden met de grootte-orde van denitrificatiemetingen in het veld. Overigens valt niet uit te sluiten dat deze veldmetingen denitrificatie juist onderschatten.

Bij uitspoelingsgevoelige gronden (zand- en lössgronden) zoals aangewezen in het kader van het Besluit Zand- en Lössgronden, is in het voorliggende rapport geen onderscheid gemaakt in uitspoelingsgevoelige zandgronden enerzijds en lössgronden anderzijds. Recent verricht onderzoek laat zien dat het percentage N-uitspoeling van het bodemoverschot op lössgronden mogelijk iets lager is dan dat van zandgronden met een diepe grondwaterstand. Wel is rekening gehouden met de hogere gewasafvoeren bij lössgronden vergeleken met die van zandgronden met een diepe grondwaterstand (lössgronden zijn vochthoudender en daarmee productiever). Hierdoor kan het niveau van mestgebruik wel hoger zijn dan bij 'droge' zandgronden. In de lopende Evaluatie Meststoffen Wet wordt nader ingegaan op de uitspoelingsgevoeligheid van gronden inclusief lössgronden.

Het voorgaande had steeds betrekking op de N-concentratie van grond- en oppervlaktewater. In veel oppervlaktewater bepaalt echter niet N maar P de ecologische kwaliteit. Vanwege de complexiteit van de P huishouding heeft de WOG geen poging gedaan een P-gebruiksnorm af te leiden uit een milieukwaliteitsnorm voor P. Volstaan is met het berekenen van P-overschotten waarbij scenario-afhankelijke grenzen werden opgelegd aan overschotten (0, 20, 30 kg P_2O_5 per ha inclusief kunstmest-P, 20 exclusief kunstmest-P) of het P-advies werd gevolgd.. Bij het berekenen van P-overschotten is steeds vertrokken vanuit de N-balans. Organische mestgiften en gewasonttrekkingen zijn daarbij vanuit N vertaald naar P met vaste (mest- en gewasspecifieke) verhoudingsgetallen. Binnen het tijdsbestek was het niet mogelijk na te gaan welke consequenties andere verhoudingsgetallen gehad zouden hebben. In het kader van de Evaluatie Meststoffen Wet 2004 wordt overigens wel veel aandacht geschonken aan de relatie tussen P-overschotten en P-concentraties in grond- en oppervlaktewater.

4.3 Werking van mest

De WOG heeft bij uitwerking van scenario's de Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen (Anonymus, 2002) en de Adviesbasis Akkerbouw- en Vollegrondsgroentegewassen (Van Dijk, 2003), Bollenteelt (Anonymus, 1998) en Boomteelt (Aendekerk, 2000) gevolgd. De gehanteerde werkingscoëfficiënten van mest zijn ontleend aan de Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen (Anonymus, 2002) en de Adviesbasis Akkerbouw- en

Vollegrondsgroentegewassen (Van Dijk, 2003). Tijdens de werkzaamheden bleek het de WOG dat voor grasland lagere N werkingscoëfficiënten voor dierlijke mest (50% voor RDM voorjaarstoediening, 'zodenbemesting') geadviseerd worden dan voor bouwland (60% voor RDM voorjaarstoediening, 'aangedreven werktuig'). De WOG heeft de adviezen letterlijk gevolgd maar beveelt aan dit contra-intuïtieve verschil (gras heeft langer groeiseizoen en zou dus meer van de uit mest gemineraliseerde N kunnen onderscheppen) nader te onderzoeken. De WOG heeft het advies ook gevolgd inzake de N-werking van weidemest. Daarvoor is een werking van 0% aangenomen. Er zijn aanwijzingen dat deze schatting in sommige gevallen te laag is. Inmiddels hebben de Ministeries van LNV en VROM een Werkgroep Onderbouwing Werkingscoëfficiënten ingesteld.

Gebruiksnormen hangen af van de gehanteerde waarden voor werkingscoëfficiënten: naarmate de werking lager is, is meer kunstmestaanvulling nodig om aan het N-advies (al dan niet met 10% gekort) te voldoen en zal de bijbehorende bodembelasting hoger zijn. Bij de scenario's N1 en N4 die terugredeneren vanuit een bodemoverschot bepaalt de gehanteerde werkingscoëfficiënt in hoeverre sprake is van opbrengstdervingen: naarmate de werking hoger is dan verondersteld, is de derving geringer. In alle gevallen is het daarom belangrijk een correct beeld van de werking van mest te hanteren. Hierbij zij opgemerkt dat de adviesbasis voor akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten (Van Dijk, 2003) middels een voetnoot aangeeft dat de werking van mest bij langdurig gebruik hoger is dan aangegeven in de desbetreffende tabellen (waaronder ook de daaruit afgeleide Tabel 3 van dit rapport). Alleen bij het gewas snijmaïs doet de Adviesbasis recht aan de extra werking van mest bij langdurig gebruik. Er loopt op dit moment experimenteel onderzoek op bouwland en grasland om een preciezere schatting te kunnen maken van deze verhoogde werking. In de adviesbasis grasland (Anonymus, 2002) ontbreekt een dergelijke voetnoot. Het zou ook niet correct zijn om voor grasland hogere werkingscoëfficiënten bij langdurig gebruik van mest te adviseren en tegelijkertijd ook nog eens de N-nawerking van eerder gegeven organische inputs die via een (gewijzigd) NLV tot uiting komt, te verrekenen.

Met betrekking tot werkingscoëfficiënten moet voorts worden opgemerkt dat in het kader van de WOG met name onderzoek is verricht naar rundveedrijfmest (grasland en snijmaïs) en varkensdrijfmest (akker- en tuinbouwgewassen, waaronder ook snijmaïs). In vervolgstudies zal moeten worden nagegaan wat de effecten zijn van het gebruik van organische producten, waaronder mest met een andere samenstelling.

In dit kader van deze paragraaf kan ook nog een kanttekening gemaakt worden bij het Deense actieprogramma. Achter de Deense korting van 10% op het advies schuilt geen diepgaande wetenschappelijke redenering dat bij een dergelijke korting (precies) aan milieudoelstellingen voldaan zou worden. Het is een 'trial and error' benadering die de kans vergroot dat N-giften zich bewegen in het traject waarbij gewassen responsief zijn en N kunnen opnemen en benutten. Daarbij moet nog worden aangetekend dat het Deense landgebruik zich kenmerkt door een hoog aandeel gewassen met een hoge N benutting (kunstweiden, granen) en een relatief laag aandeel gewassen met een lage N benutting gecombineerd met hoge adviesgiften (aardappelen, groenten). De feitelijke korting op de adviesgiften in Denemarken is mogelijk groter dan 10%. Bij de opstelling van de jaarlijkse bemestingsplannen wordt namelijk uitgegaan van relatief hoge werkingscoëfficiënten voor dierlijke mest. Deze werkingscoëfficiënten zijn de afgelopen jaren door de Deense overheid al tweemaal verhoogd. Ze bedragen thans 65% voor rundveemest (ook voor weidemest) en 70% voor varkensmest (ook bij niet-voorjaarstoediening). Als een dergelijke werking niet gerealiseerd wordt, komt het er feitelijk op neer dat de korting op het N advies meer dan 10% bedraagt.

4.4 De respons van gewasopbrengsten op stikstof

De WOG concludeert dat de N aanvoer op sommige gronden vanuit een milieuoogpunt veel lager moet zijn dan de Adviesbases Bemesting aangeven (Anonymus, 2002; Van Dijk, 2003) om het N-bodemoverschot op een aanvaardbaar laag niveau te krijgen. Bij sub-optimale N-bemesting heeft de WOG de relatieve opbrengstderving ingeschat. Deze derving is berekend als een derving van de N-opbrengst. Daarmee is de verlaging van opbrengst (droge stof, marktbaar) en onttrekking mogelijk eerder over- dan onderschat. De derving is geschat op basis van de veronderstelling dat N met een gewas-specifiek percentage benut wordt over het gehele traject van N inputs totdat de potentiële opbrengst is bereikt. De werkwijze geeft ook in dit opzicht eerder een over- dan een onderschatting van de derving van opbrengst en onttrekking. In werkelijkheid zal het effect van sub-optimaal bemesten dus eerder geringer dan groter zijn dan door de WOG is becijferd. Een uitzondering hierop vormen mogelijk gewassen waarbij in geval van sub-optimale N-bemesting de kwaliteit en verkoopbaarheid verhoudingsgewijs sterker daalt dan de fysieke opbrengst zoals bij sommige vollegrondsgroenten en bloembolgewassen.

De WOG heeft de responses in eerste instantie willen beschrijven met zogenaamde Quadmod modellen (Ten Berge *et al.*, 2000). De opbrengsten bleken bij gebruik van deze modellen bij sub-optimale N bemesting (N3 scenario's: 10% beneden advies bemesten) niet meer dan 0-2% achter te blijven. Deze derving werd door de WOG als onwaarschijnlijk laag aangemerkt. Onder tijdsdruk heeft de WOG besloten van het gebruik van deze modellen af te zien. In vervolgonderzoek is het echter wenselijk om de responses van opbrengsten en onttrekkingen toch curvilineair te beschrijven omdat de door de WOG gevolgde werkwijze de dervingen van opbrengst en onttrekking naar alle waarschijnlijkheid overschat. Daaraan draagt het gebruik van voorzichtige waarden voor werkingscoëfficiënten van mest bovendien nog bij.

De vorm van de responscurve (intercept, helling en plafond) en in verband daarmee de onttrekking en het bodem N-overschot zijn verder afhankelijk van gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van haalbare opbrengstniveaus, veronderstelde N- en P-gehalten in gewassen en N-benuttingspercentages van gewassen. In vervolgonderzoek, waaronder een nadere onderbouwing van een derogatieverzoek, zou aandacht gegeven moeten worden voor de gevoeligheid van toelaatbare gebruiksnormen voor de genoemde uitgangspunten. In het bijzonder moet daarbij nader worden bepaald hoe een bepaalde grondsoort uitwerkt op het opbrengstniveau (en onttrekking) enerzijds, en de netto-uitspoeling anderzijds. In de huidige versie van de berekeningen zijn voor grasland twee opbrengstniveaus verondersteld: een relatief hoge voor nat zand (vochtlevering 125 mm, Gt IV), klei- en veengrond, en een relatief lage voor droog zand (vochtlevering 75 mm, Gt VI, VII en VIII). Voor snijmaïs zijn bij de berekeningen eveneens twee opbrengstniveaus gehanteerd. Deze twee niveaus zijn niet op voorhand gekoppeld aan een grondsoort. De argumentatie hierbij is geweest dat nat zand (Gt IV) van toepassing kan zijn op zowel een podzol met een geringe vochtlevering (en opbrengst) als ook op een beekerd met een ruime vochtlevering (en opbrengst). Evenzeer kan droog zand (Gt VI en hoger) betrekking hebben op zowel een podzol met een geringe vochtlevering als op een enkeerd met een ruime vochtlevering.

De WOG heeft zich niet gebogen over de vraag in welke mate (ha's) bepaalde combinaties van grondwatergrap (Gt), grondgebruik (gewaskeuze) en het door de vochtvoorziening bepaalde opbrengstniveau in Nederland voorkomen. De WOG heeft voorts geen specifieke aandacht besteed aan biologische bedrijven. Belangrijke redenen hiervoor zijn het relatief kleine areaal. Weliswaar heeft de WOG geen aanleiding te veronderstellen dat op biologische bedrijven dierlijke mest en vlinderbloemigen, waarvoor de WOG N-bijdragen kwantificeert, anders werken dan op gangbare bedrijven, maar onttrekkingen zijn doorgaans lager en overschotten daarmee hoger. Dit laatste rechtvaardigt aanvullend onderzoek. Ook beveelt de WOG aan een studie te doen naar het maximaal toelaatbare gebruik van N-bronnen in aanvulling op de van EU-wege toegelaten 170 kg N per ha uit dierlijke mest in de biologische landbouw, alsmede naar de fosfaatoverschotten waarmee het gebruik van 170 kg mest-N per ha gepaard gaat. Daarbij zou rekening gehouden moeten worden met de specifieke samenstelling van biologische bouwplannen nu en in de toekomst, voorkeuren voor specifieke soorten dierlijke mest, en met het in beginsel lagere onttrekkingsniveau van biologisch geteelde gewassen.

4.5 Bandbreedte van bemestingsadvies

Bij de berekeningen voor akker- en tuinbouwgewassen is recht gedaan aan verschillen in opbrengst, onttrekking en overschot door bij de definitie van modelbedrijven uit te gaan van regiospecifieke opbrengstniveaus. Binnen regio's is geen (verder) onderscheid gemaakt tussen opbrengstniveaus en de effecten die opbrengstniveaus (al dan niet ten gevolge van rassenkeuze) zouden kunnen hebben voor de N- en P-onttrekking of het N bemestingsadvies. Bij doorrekening van de op het bemestingsadvies gebaseerde variant (N2) heeft de WOG gebruikt gemaakt van de landelijke N-bemestingsrichtlijnen zoals vermeld in de adviesbasis. Met name vanuit de AT sectoren valt van tijd tot tijd te beluisteren dat de adviesbasis gedateerd zou zijn. De huidige Adviesbasis Akkerbouw geeft evenwel aan dat de richtlijn op basis van specifieke bedrijfsomstandigheden moet worden aangepast. Bij het laatste kan gedacht worden aan raseffecten, voorvruchteffecten, bodemomstandigheden (mineralisatieniveau, structuur) en weersomstandigheden (bij nat weer meer N-verliezen en daardoor meer N nodig). Het gevolg hiervan is dat het advies geen vast getal is maar een bepaalde bandbreedte vertoont. Zo wordt voor consumptieaardappelen in de Adviesbasis een rasspecifieke aanpassing van het landelijk advies gehanteerd. Verschillen in N-advies tussen rassen kunnen oplopen tot maximaal 80-100 kg N per ha. Ook voor andere gewassen worden door handelshuizen vaak rasspecifieke adviezen gehanteerd. Het is niet aannemelijk gemaakt dat deze adviezen gestoeld zijn op proeven onder voorwaarden als

omschreven door de Commissie Bemesting Akkerbouw-Vollegroondsgroenteteelt onder voorzitterschap van LTO (Schröder *et al.*, 1998b).

In de praktijk wordt niet zelden verondersteld dat hogere opbrengsten hand in hand gaan met hogere N-behoeften. Voor grasland gaat die redenering dikwijls op omdat hogere opbrengsten geassocieerd zijn met (een) extra snede(n) en een daarmee gepaard gaande eiwit (N) opbrengst, en elke snede in beginsel apart bemest wordt. Bij overige gewassen geldt niet zonder meer dat hogere opbrengsten meer N behoeven omdat de opbrengst van de marktbaar fractie kan stijgen zonder dat de N-opbrengst stijgt en omdat hogere (N) opbrengsten gepaard kunnen gaan met een hogere benutting van de aangeboden N zodat er geen verband bestaat tussen opbrengst en N behoefte (Schröder *et al.*, 1998a; Nevens & Reheul, 2003). Het N-gehalte in het product is vaak wel lager bij hogere opbrengstniveaus als gevolg van verdunning. Wanneer dit bepalend is voor het teeltresultaat (bijvoorbeeld bij baktarwe) kan dit reden zijn de N-gift te verhogen. Overigens wordt dit ook in het tarweadvies aangegeven.

Naast de bandbreedte zijn er ook verschillen in mate van onderbouwing van de adviezen. In het algemeen kan worden gesteld dat de akkerbouwadviezen relatief goed zijn onderbouwd, vooral wat betreft de grote gewassen. Bij tuinbouwgewassen is de onderbouwing vaak minder sterk vooral waar het de kleinere gewassen betreft. Op basis van ervaringskennis wordt het advies dan gaandeweg aangepast. Hieraan ligt meestal geen uitgebreid onderzoek ten grondslag.

Recentelijk is binnen project Telen met toekomst voor akkerbouw- en groentegewassen nagegaan in hoeverre de bemesting met werkzame N afwijkt van het landelijke advies. Hieruit bleek dat vooral bij de gewassen aardbei, spruitkool, schorseneer, peen en prei de gemiddeld bemesting 40-100 kg N per ha boven het landelijk advies lag. Anderzijds waren er ook gewassen zoals broccoli die ruim onder het landelijk advies werden bemest. In het algemeen was er sprake van een grote standaardafwijking rond de gemiddelde gift binnen een gewas. Bezien op bedrijfsniveau werd op de deelnemende akkerbouwbedrijven ongeveer op het landelijk advies bemest, terwijl op de groentebedrijven circa 45 kg N per ha meer werd gegeven. De waargenomen afwijkingen van het landelijk advies zijn een gevolg van specifieke omstandigheden (weer, positie in het bouwplan, specifieke bodemomstandigheden, ras en teeltdoel), maar ook van het feit dat andere adviesniveaus worden gehanteerd dan vermeld in de Adviesbasis. Dat laatste heeft enerzijds te maken met de veronderstelling dat het landelijk advies niet klopt (overigens veelal niet getoetst volgens protocol van de Commissie Bemesting Akkerbouw en Vollegroondsgroenteteelt (Schröder *et al.*, 1998b)), maar anderzijds ook met de neiging om risico's af te dekken middels een hogere gift. De risicobeleving speelt in de tuinbouw sterker dan in de akkerbouw vanwege de in het algemeen hogere financiële saldo's van veel tuinbouwgewassen.

4.6 Vervangende maatregelen

Toen in het kader van MINAS verliesnormen moesten worden vastgesteld werd van tijd tot tijd gesuggereerd dat verliesnormen minder stringent behoeften te zijn zolang maar, al dan niet vrijwillig, aanvullende maatregelen zouden worden genomen. Dergelijke maatregelen werden dus een vervanging geacht voor (strengere) verliesnormen. Het bleek in die periode lastig te communiceren dat maatregelen (en meer nog pakketten van maatregelen) niet een alternatief waren maar juist een onvermijdelijk middel om aan die verliesnormen te voldoen. Het valt te verwachten dat bij het invoeren van gebruiksnormen opnieuw een roep ontstaat om (vervangende) maatregelen. Anders dan in een stelsel van verliesnormen, valt bij een stelsel van gebruiksnormen wél te verwachten dat het milieueffect bij een bepaalde gebruiksnorm groter is als aanvullende maatregelen genomen worden. Te denken valt daarbij aan maatregelen om de werking van mest te verbeteren (betere timing en plaatsing w.o. het beperken van beweiding, gebruik van wintergewassen, zodanig (doen) samenstellen van mest dat de beschikbaarheid aansluit bij de gewasbehoefte, etc.), de kwaliteit van de bodem te behouden of te verbeteren, een hoge opbrengst en onttrekking door gewassen te bevorderen (zorg voor ontwatering en beregening, bestrijding onkruiden, ziekten en plagen, aandacht voor juiste oogsttijdstip, etc.). Overigens zij met nadruk opgemerkt dat de WOG bij het berekenen van milieukundig toelaatbare gebruiksnormen al in sterke mate is uitgegaan van het feit dat een aantal van de voornoemde maatregelen wordt genomen. Het zou vanuit dat oogpunt niet juist zijn om de gebruiksnormen die uit het onderhavige rapport kunnen worden afgeleid nogmaals 'te corrigeren' voor deze maatregelen.

4.7 Effect van minder geslaagd management

Bij het berekenen van de ruimte om mest milieukundig verantwoord in te zetten, is uitgegaan van vakkundige ondernemers. Zo komen de resultaten van de berekeningen voor de melkveehouderij goed overeen met de praktijk op Koeien & Kansen-bedrijven, en met modelmatige verkenningen met behulp van BBPR. Het bemestingsadvies is gebaseerd op een vergelijkbare aanname. Het resultaat is dat de gemiddelde netto N-opbrengst van grasland ongeveer 360 kg per ha bedraagt.

In de praktijk is de netto gewasopbrengst soms fors lager. Dat kan verschillende oorzaken hebben. Een belangrijke oorzaak kan zijn dat de veehouder alleen geïnteresseerd is in het betere deel van de opbrengst, waardoor herfstgras nauwelijks wordt benut. Met het wegvallen van MINAS zal de animo om ook minderwaardig voer te oogsten afnemen. Als de veehouder slechts gestimuleerd wordt te streven naar een hogere melkproductie per koe (minder starten in verband met forfaitair berekende excretie) dan zal hij liever hoogwaardig voer bijkopen dan laagwaardig eigen voer benutten. Anders dan MINAS stimuleert een gebruiksnormenstelsel nu eenmaal niet dat efficiënt gevoerd wordt. Volgens een overzicht van European Dairy Farmers (Boerderij 16 maart 2004) is de netto opbrengst van het Nederlands grasland 269 kg N per ha, CBS (WUM-methode) noteert 288-299 kg N per ha. In beide gevallen wordt grasland als sluitpost genomen in de voeding waarbij 100% energiedekking wordt verondersteld. Deze N-opbrengsten zijn ongeveer 80 kg per ha lager dan door de WOG berekend (- 22%). Gesteld dat deze benadering van de opbrengst ('sluitpostberekening') juist is, moet de kunstmestgift met 133 kg N per ha omlaag teneinde het bodemoverschot niet te laten stijgen als de netto N-opbrengst inderdaad 80 kg N per ha lager is het gevolg is van slechtere groeiomstandigheden of slechtere benutting van meststoffen. Per procent lagere opbrengst is dat een reductie van 6 kg N-kunstmest. Als de lagere opbrengst het gevolg is extra beweidings- en oogstverliezen moet de bemesting met 80 kg N per ha omlaag, 4 kg per procent opbrengstderiving. Het zal duidelijk zijn dat de gebruiksnormen overeenkomstig dalen. In een aantal gevallen is het bodemoverschot niet beperkend, omdat bij het gangbare advies het maximaal toelaatbare bodemoverschot niet wordt gerealiseerd. De bemesting hoeft dan minder te worden gekort. In welke gevallen dat is hangt af van de grondsoort en de milieurestricties.

4.8 Toetsing in de praktijk

De gebruiksnormen zullen ondermeer gebaseerd worden op uitkomsten van berekeningen zoals gepresenteerd in het onderhavige rapport. Die zijn op hun beurt gebaseerd op de huidige stand van de wetenschap, slechts beperkt aan de praktijk getoetst en daarom omgeven met onzekerheden. Ingeval van de melkveehouderij zal de praktische toetsing zal in 2004 en 2005 plaats vinden op percelen van bedrijven in het project Koeien & Kansen en op proefbedrijf De Marke. Percelen worden zo gekozen de belangrijkste combinaties van bodem, hydrologie en graslandgebruik voor zullen komen. Het onderzoek zal zich richten op de relaties tussen aan- en afvoer, maar ook op het lot van het N-overschot. Immers, ook het toelaatbare overschot zal praktisch moeten worden getoetst. Bovendien zal verkend worden hoe verbetering van de gebruiksnorm mogelijk is (zelfde milieueffect maar landbouwkundig beter, landbouwkundig zelfde effect maar milieukundig beter, zowel milieukundig als landbouwkundig beter).

Eén van de kennishiaten heeft betrekking op onduidelijkheden hoe beweiding plaats vindt en hoe de beweiding gerelateerd is aan bodem, waterhuishouding, bedrijfsintensiteit of andere factoren. Daardoor is het bijvoorbeeld ook moeilijk de productie van weidemest goed in te schatten. Een beter zicht op het technisch functioneren van bedrijven kan ervoor zorgen dat normstelling maximaal aansluit bij de dagelijkse praktijk. In principe zit de benodigde informatie opgesloten in het Bedrijfsinformatienetwerk, beheerd door het LEI. Die zou beschikbaar moeten zijn voor een gedetailleerde bedrijfstechnische analyse.

5. Conclusies

5.1 Grasland

5.1.1 N-gebruiksnorm

Vanuit een milieukundig oogpunt is het niet mogelijk is om één gebruiksnorm voor dierlijke mest-N of werkzame N vast te stellen. Er bestaat namelijk een grote variatie tengevolge van grondsoorten, graslandgebruik en, vanzelfsprekend, de milieudoelstelling. Om te voldoen aan minimale milieudoelstellingen (10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater of 50 mg nitraat-N per liter grondwater) moet in een aantal gevallen minder N gegeven worden dan landbouwkundig geadviseerd wordt terwijl bij gebruiksnormen zoals die zijn af te leiden uit 'MINAS 2003', bij gemengd maaien en weiden min of meer aan het N-advies en bij alleen maaien zelfs ruim aan het N-advies kan worden voldaan. Als alleen gemaaid wordt kan op nattere zandgrond (Gt IV en VI) en op klei- en veengrond nog steeds volgens advies bemest worden zonder dat het grondwater (zandgronden) meer dan 50 mg nitraat of het oppervlaktewater (klei- en veengrond) meer dan 10 mg totaal-N per liter bevat. Om op laatstgenoemde gronden aan een doelstelling van 2,2 mg totaal-N per liter te voldoen zou echter 130-190 kg N per ha beneden advies bemest moeten worden. Om op drogere zandgrond (Gt VII en VIII) aan 50 mg nitraat per liter te voldoen, zou 20-70 kg N per ha beneden advies bemest moeten worden.

Bij een gemengd gebruik van maaien en (beperkt) weiden, kan alleen op klei- en veengrond en alleen bij een doelstelling van 10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater volgens advies bemest worden. Een doelstelling van 2,2 mg totaal-N per liter is op veengrond niet mogelijk bij gemengd gebruik. Op kleigrond is dit alleen mogelijk door meer dan 200 kg N per ha beneden advies te bemesten. Om op zandgrond bij gemengd gebruik te voldoen aan een doelstelling van 50 mg nitraat per liter grondwater, moet meer onder advies bemest worden naarmate de grond droger is. Voor Gt IV, VI, VII en VIII bedraagt de korting op de N-adviesgift, respectievelijk, circa 25, 40, 70 en 100 kg werkzame N per ha.

Bij een minimale milieudoelstelling (10 mg totaal N of 50 mg nitraat-N per liter) varieerde de gebruiksnorm bij alleen maaien van 270-385 kg werkzame N per ha (veen, klei, zand Gt IV) tot 280-325 kg werkzame N per ha (zand overige Gt's). Bij een gemengd gebruik bedroeg de variatie voor genoemde grondsoortgroepen, respectievelijk, 235-345 kg en 190-250 kg werkzame N per ha, Voor het realiseren van een concentratie van 2,2 mg totaal-N per liter oppervlaktewater kan worden geconcludeerd dat:

- dit met 100% maaien altijd mogelijk in combinatie met sub-optimaal bemesten,
- op klei ook bij beperkt weiden nog kan worden gerealiseerd maar dat op veen dan geen beweiding meer mogelijk is.

5.1.2 P-gebruiksnorm

Bij alle varianten waarbij 170, 250 of 290 kg N per ha als rundveedrijfmest wordt aangevoerd, is de aanvoer aan fosfaat met dierlijke mest lager dan de gewasafvoer. Dat betekent dat er nog ruimte resteert om kunstmest-P te geven zonder dat meer P wordt toegediend dan geogst.

5.2 Snijmaïs

5.2.1 N-gebruiksnorm

Net zoals bij gras zou het definiëren van één gebruiksnorm voor alle snijmaïs leiden tot onnodige scherpe normen in de ene situatie en milieukundig ontoelaatbaar milde normen in de andere situatie. Bodemomstandigheden hebben namelijk een zeer groot effect op de opbrengst en onttrekking, het N-overschot en het lot van het N-overschot.

Om te voldoen aan minimale milieudoelstellingen (10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater of 50 mg nitraat-N per liter grondwater) moet in een aantal gevallen minder N gegeven worden dan landbouwkundig geadviseerd wordt terwijl bij gebruiksnormen zoals die zijn af te leiden uit 'MINAS 2003' alleen bij droog zand ('uitspoelingsgevoelige gronden') minder N gegeven kan worden dan geadviseerd. Hierbij zij overigens opgemerkt dat onderbemesting in de praktijk meevalt omdat MINAS via de diercorrectie enige aanvullende N-ruimte biedt naarmate de veebezetting hoger is en meer maïs in het bouwplan voorkomt.

Op natte zandgrond (Gt IV) en op kleigrond kan snijmaïs volgens advies bemest worden zonder dat het grondwater (zandgronden) meer dan 50 mg nitraat of het oppervlaktewater (kleigrond) meer dan 10 mg totaal-N per liter bevat. Om op kleigrond aan een doelstelling van 2,2 mg totaal-N per liter te voldoen zou bij gebruik van rundveedrijfmest echter 80 kg N per ha beneden advies bemest moeten worden. Om op drogere zandgronden aan 50 mg nitraat per liter te voldoen, zou op Gt VI, VII en VIII, respectievelijk, circa 20, 30 en 40 kg N per ha beneden advies bemest moeten worden. De dervingen waarmee dit gepaard gaat zijn beperkt omdat bij de teelt van maïs op zandgrond verondersteld is dat de teelt van een wintergewas tot goede landbouwpraktijk behoort en dat de N die er uit vrijkomt verrekend wordt bij het vaststellen van de mestgift. Overigens hangt de korting die nodig is om aan milieudoelen te voldoen ook sterk af van het opbrengstniveau van de maïs.

Met varkensdrijfmest zijn de benodigde kortingen op het advies geringer omdat P-verliesnormen het gebruik van mest-N sterk beperken en de dosering van niet-werkzame N daarmee beperkt is ten opzichte van situaties met rundveedrijfmest.

Bij een minimale milieudoelstelling (10 mg totaal N per liter of 50 mg nitraat-N per liter) bedroeg de gebruiksnorm, gemiddeld over opbrengstniveaus, 160 kg werkzame N per ha voor kleigrond en 160, 140, 130 en 120 kg werkzame N per ha voor achtereenvolgens zandgronden op Gt IV, VI, VII en VIII.

5.2.2 P-gebruiksnorm

Bij maïs blijkt de fosfaatverliesnorm (0-30 kg per ha) beperkend voor de hoeveelheid dierlijke mest die kan worden gegeven. Dat betekent dat niet met dierlijke mest in de resterende N-behoefte kan worden voorzien zonder verdere verhoging van het P-overschot. Overigens is de P-verliesnorm sterk bepalend voor de hoeveelheid dierlijke mest die op maïsland kan worden toegediend. Op kleigronden zijn onttrekkingen zo hoog dat giften van 200 kg N per ha in de vorm van rundveedrijfmest of 120 kg N per ha in de vorm van varkensdrijfmest (= 72 kg P₂O₅ per ha) niet tot een P-overschot leiden. Op zandgrond echter leiden rundveemestgiften van meer dan 170 kg N per ha of varkensdrijfmestgiften van meer dan 100 kg N per ha (= 62 kg P₂O₅ per ha), gemiddeld gesproken, tot verdere P-ophoping in de bodem.

5.3 Akker- en tuinbouwgewassen

5.3.1 N-gebruiksnorm

Analoog aan gras en maïs is er ook bij akker- en tuinbouwgewassen vanuit milieukundig oogpunt sprake van een aanzienlijke bandbreedte in toegestane gebruiksnorm. Wanneer alleen gekeken wordt naar *individuele gewassen* kunnen uitgaande van minimale milieudoelstellingen (10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater of 50 mg nitraat per liter grondwater) op klei en nat zand de meeste gewassen volgens advies worden bemest. Alleen bij gewassen met een hoge N-behoefte en/of lage N-afvoer is dit niet het geval (o.a. aardappelen, koolgewassen, prei en bloembolgewassen). Op droog zand is de gebruiksnorm bij een aantal gewassen lager dan het advies naarmate de Gt hoger is (i.e. de grond droger is). Bij een norm van 2,2 mg totaal-N per liter in oppervlaktewater (klei) ligt de gebruiksnorm bij veel gewassen ruim onder advies.

Bij de gebruiksnormen afgeleid van 'Minas2003' kan op klei en nat zand bij vrijwel alle gewassen volgens advies worden bemest. Op droog zand is dit bij een beperkt aantal gewassen niet meer het geval (o.a. aardappelen en koolgewassen).

Bovenstaande conclusies hebben betrekking op situaties waarin enkel kunstmest is gebruikt.

Op een akker- en tuinbouwbedrijf worden gewassen vaak in een rotatie geteeld. Beoordeling op *bedrijfsniveau* geeft daardoor een ander beeld, omdat gewassen met een hoog N-overschot kunnen worden gecompenseerd door gewassen met een laag N-overschot.

Uitgaande van minimale milieudoelstelling (10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater of 50 mg nitraat per liter grondwater) kan op klei en nat zand op akkerbouw- en boomteeltbedrijven, ook bij gebruik van organische mest, in het algemeen volgens advies worden bemest. Op vollegrondsgroente- en bloembolbedrijven is dit niet het geval. Ook wanneer geen organische mest meer wordt gebruikt ligt de gebruiksnorm op laatstgenoemde bedrijven nog steeds onder het advies. Op droog zand is dit ook bij akkerbouwbedrijven het geval. Op boomteeltbedrijven kan dan nog steeds worden advies worden bemest. Bij een norm van 2,2 mg totaal-N per liter in oppervlaktewater (klei) ligt de gebruiksnorm in alle sectoren ruim onder advies.

Het voldoen aan een norm van 10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater op kleigrond stelt wel beperkingen aan herfsttoediening van organische mest.

Wanneer voldaan moet worden aan waterkwaliteitseisen kan de organische stofvoorziening in het geding komen (plaatsing tussen een na laatste en laatste alinea).

Bij de gebruiksnormen afgeleid van 'Minas2003' kan in alle sectoren op zowel droog zand als de overige gronden volgens advies worden bemest. Dit heeft vooral te maken met de relatief ruime afvoernorm en het feit dat er 'uitmid-deling' mogelijk tussen gewassen met een lage en hoge N-behoefte.

5.3.2 P-gebruiksnorm

Het meetellen van kunstmestfosfaat leidt bij een gebruiksnorm van 85 en 95 kg P_2O_5 per ha (resp. scenario's P2 en P3) in vergelijking met de 'Minas2003'-norm (P1, excl. kunstmestfosfaat) niet tot grote verschuivingen in mestgebruik op de doorgerekende bedrijven. Opvulling van deze gebruiksnormen leidt vooral in tuinbouwsectoren tot hoge P-overschotten door de relatief geringe afvoer. Wanneer uitgegaan wordt van een strikte evenwichtsbemesting (P5, aanvoer = reële afvoer met geoogst product) loopt de P-gebruiksnorm op AT-bedrijven uiteen van circa 10 tot 60 kg P_2O_5 per ha.

6. Onderzoeksaanbevelingen

Een aanbeveling voor vervolgonderzoek wordt soms ten onrechte verstaan als een aanwijzing dat het te vroeg zou zijn voor beslissingen. De nadruk komt dan niet te liggen op dat wat al wel vaststaat maar op dat wat nog niet vaststaat. De navolgende aanbevelingen hebben evenwel geen ander doel dan nog eens expliciet aan te geven onder welke omstandigheden, voorwaarden en uitgangspunten uitspraken gelden en onder welke niet. Onderzoek is namelijk eerst dan goed als het reproduceerbaar is. Daarvoor is nodig het bereik van uitspraken van grenzen te voorzien. Met deze kanttekening beveelt de WOG aan om vervolgonderzoek te doen naar:

- de relaties tussen ecologische doelen (soorten, habitats) en de daarvoor vereiste N en P concentraties in grond- en oppervlaktewater (WOG nam vigerende N-concentratiedoelstellingen als uitgangspunt),
- de snelheid waarmee de opbouw en afbraak van organische stof met elkaar in evenwicht komen in het licht van een zich (langzaam) wijzigend grondgebruik (grasland-bouwland en vice versa) alsmede een (langzaam) wijzigend bemestingsniveau (WOG nam evenwicht als uitgangspunt),
- de betekenis van het al dan niet optreden van evenwicht voor landbouwkundige en milieukundige effecten op lange-termijn,
- de relaties tussen bodemoverschotten en N-concentraties (toets LMM) met in het bijzonder aandacht voor de relaties tussen overschotten en de waterkwaliteit van oppervlaktewater, de hydrologie van lössgronden en zandgronden in gebruik voor de teelt van bloembollen, de verstreming van gewassoorten met grondwaterstanden, de wijze waarop gecorrigeerd wordt voor denitrificatie, het al dan niet bereikt zijn van evenwicht tussen afbraak en opbouw van organische stof (WOG hanteerde de coëfficiënten als voor zandgrond verzameld tot 1995),
- de relaties tussen de P-belasting van de bodem en P-uitspoeling naar het oppervlaktewater (WOG ging niet in op deze relatie),
- werkingscoëfficiënten voor mest met speciale aandacht voor a) weidemest, b) het geconstateerde verschil in uitgangspunten voor de werking van mest op grasland en op bouwland, en c) de lange termijnwerking van mest (Nr fractie) en de verrekking ervan in adviezen (WOG vertrok vanuit bestaand adviesbases),
- verkennen van de effecten voor andere mestsoorten dan de soorten waarop in deze studie de nadruk lag met inbegrip van de veranderingen van de mestsamenstelling als gevolg van gewijzigde rantsoensamenstelling (WOG beperkte zich tot rundvee- en varkensdrijfmest met een gemiddelde samenstelling),
- een nauwkeuriger schatting van de effecten van sub-optimaal bemesten op de opbrengst en kwaliteit van gewassen (WOG ging bij eenjarige gewassen uit van 'broken-stick' respons),
- de mate waarin opbrengstniveaus en economisch optimale (mest)giften positief aan elkaar gekoppeld zouden zijn, zoals dikwijls maar soms onterecht, verondersteld wordt,
- een nadere specificering van gebruiksnormen voor biologische landbouwbedrijven.

7. Referenties

- Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 1999.
Limits to intensity of milk production in sandy areas in The Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47, 263-277.
- Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 2000.
Nitrogen (N) management in the 'De Marke' dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 231-240.
- Aarts, H.F.M., D.W. Bussink, I.E. Hoving, H.G. van der Meer, R.L.M. Schils & G.L. Velthof, 2002.
Milieutechnische en landbouwkundige effecten van graslandvernieuwing. Een verkenning aan de hand van praktijksituaties. Rapport 41A, Plant Research International, Wageningen, 32 pp.
- Aendekerk, Th.G.L., 2000.
Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen. *Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop*, 74 pp.
- Anonymus, 1991.
Directive of the Council of December 12, 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC). European Commission, Brussels, pp. 1-8.
- Anonymus, 1994.
Adviesbasis voor bemesting van fruitteeltgewassen in de vollegrond. *Grondonderzoek, Bladonderzoek, IKC Akker- en Tuinbouw*, juni 1994, 34 pp.
- Anonymus, 1998.
Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen. *Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse*, 36 pp.
- Anonymus, 2000.
Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for the Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, 22.12.2000, Brussels, 1-72.
- Anonymus, 2002.
Adviesbasis Grasland en Voedergewassen. *Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad*, 156 pp.
- Berg, M. van den & M.M. Pulleman, 2003.
Kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in het project Telen met toekomst. RIVM rapport 680000002, Plant Research International, Wageningen, 48 pp.
- Berge, H.F.M. ten, J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.J.W. Jansen & H.G. van der Meer, 2000.
Nitrogen responses in grass and selected field crops; QUADMOD parametrisation and extensions for STONE-application. Report 24, Plant Research International, Wageningen, 44 pp.
- Beukeboom, J.A., 1996.
Kiezen uit Gehalten 3. Forfaitaire gehalten voor de Mineralenboekhouding. *Publicatie IKC-Landbouw*, 22 pp.
- Bussink, D.W., 1992.
Ammonia volatilization from grassland receiving nitrogen fertilizer and rotationally grazed by dairy cattle. *Fertilizer Research* 33, 257-265.
- Bussink, D.W., 1994.
Relationships between ammonia volatilization and nitrogen fertilizer application rate, intake and excretion of herbage nitrogen by cattle on grazed swards. *Fertilizer Research* 38, 111-121.
- Dam, A.M. van & L. Kater, 2004.
Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving* (in voorbereiding).
- Dekkers, W.A., 2002.
Kwantitatieve Informatie. Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2002. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, PPO-publicatie nr. 301*, 317 pp.

- Dijk, W. van, 2003.
Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (In Dutch). PPO-publicatie nr. 307, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 66 pp.
- Elgersma, A. & J. Hassink, 1997.
Effects of white clover (*Trifolium repens* L.) on plant and soil nitrogen and soil organic matter in mixtures with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Plant and soil* 197, 177-186.
- Enckevort, P.L.A. van, J.R. van der Schoot & W. van den Berg, 2002.
Estimation of residual mineral soil nitrogen in arable crops and field vegetables at standard recommended rates. In: Ten Berge (ed), A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Reeks Sturen op Nitraat 2, Plant Research International report nr 31, p. 77-90.
- Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans, T. de Haan & D.W. de Hoop, 1997.
Resultaten meetprogramma kwaliteit bovenste grondwater landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992-1995. Bilthoven: RIVM-rapport 714801014.
- Fraters, B., L.J.M. Boumans, T.C. van Leeuwen & D.W. de Hoop, 2001.
Monitoring nitrogen leaching for the evaluation of the Dutch minerals policy for agriculture in clay regions. Proc. of the 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy. The Scientific World (2001)1.
- Fraters, B., L.J.M. Boumans, T.C. van Leeuwen & D.W. de Hoop, 2002.
Monitoring nitrogen and phosphorus in shallow groundwater and ditch water on farms in peat regions of the Netherlands. Proc 6th Int. Conference on Diffuse Pollution. IWA/NVA Conference Amsterdam 30 September-4 October 2002, pp 575-576.
- Hassink, J., 1995.
Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen, 250 pp.
- Huijsmans, J.F.M., 1999.
Mesttoediening. In: Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogveen, N. Hoogvorst, J.F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny & F.J. de Ruijter (Eds). Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw (In Dutch). Reeks Milieuplanbureau 6, Alterra, Wageningen, pp. 65-75.
- Jarvis, S.C., D.J. Hatch & D.R. Lockyer, 1989.
Ammonia fluxes from grazed grassland: annual losses from cattle production systems and their relation to nitrogen inputs. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 113, 99-108.
- Koops, J.G., O. Oenema & M.L. van Beusichem, 1996.
Denitrification in the top and sub soil of grassland on peat soils. *Plant and Soil* 184, 1-10.
- Koops, J.G., O. Oenema & M.L. van Beusichem, 1997.
Nitrogen loss from grassland on peat soils through nitrous oxide production. *Plant and Soil* 188, 119-130.
- Lammers, H.W., 1983.
Gevolgen van het gebruik van organische mest op bouwland. Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de landbouw, Wageningen, 44 pp.
- Landman, A., 1994.
Opname en afvoer van nutriënten door bolgewassen. Laboratorium voor bloembollenonderzoek, rapport 94, Lisse, 23 pp.
- Meer, H.G. van der & T. Baan Hofman, 1989.
Contribution of legumes to yield and nitrogen economy of leys on a biodynamic farm. In: P. Plancquaert & R. Hagggar (Eds.), Legumes in farming systems. EEC, Brussels, pp. 25-36.
- Middelkoop, N. & H.F.M. Aarts, 1991.
De invloed van bodemeigenschappen, bemesting en gebruik op de opbrengst en de stikstofemissies van grasland op zandgrond. Verslag 144 Cabo-DLO, Wageningen. 78 pp.
- Neuvel, J.J., H.W.G. Floot, S. Postma & M.A.A. Evers, 1994.
Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van *Rhizobium phaseoli* bij stamslaboon *Phaseolus vulgaris* L. Proefstation voor de Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt, rapport nr. 168, Lelystad, 144 pp.

- Neuvel, J.J., H.P. Versluis & K.J. Osinga, 1996.
Effect van rijenafstand, plantdichtheid en stikstofbemesting op de opbrengst, kwaliteit en gevoeligheid voor *Botrytis cinerea* bij stamslaboon (*Phaseolus vulgaris*). Proefstation voor de Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt, rapport 214, Lelystad, 111 pp.
- Nevens, F. & D. Reheul, 2003.
The application of vegetable, fruit and garden waste in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: nitrogen availability and use. *Eur. J. Agron.* 19 (submitted).
- Schans, Van der, 1998.
Teelt van luzerne. Teelthandleiding nr. 84, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad, 55 pp.
- Schils, R.L.M., Th.V. Vellinga & T. Kraak, 1999.
Dry-matter yield and herbage quality of a perennial ryegrass/white clover swards in a rotational grazing and cutting system. *Grass and Forage Science* 54, 19-29.
- Schothorst, C.J., 1977.
Subsidence of low moor peat soils in the western Netherlands. *Geoderma* 17: 265-291.
- Schröder, J.J., 1991.
De benutting van stikstof door maïs met speciale aandacht voor de wortels. Verslag 152, CABO, Wageningen, 53 pp.
- Schröder, J.J., 1998.
Towards improved nitrogen management in silage maize production on sandy soils. PhD Thesis Wageningen Agricultural University, Wageningen, 223 pp.
- Schröder, J.J., 2004.
Revisiting the agronomic benefits of manure: a correct assessment and exploitation of its fertilizer value spares the environment. *Bioresource Technology* (geaccepteerd).
- Schröder, J.J. & P.A.I. Ehlert, 1998.
Fosfaatbeheer bij de teelt van maïs. In: Habekotté, B, H.F.M. Aarts, W.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröder, O.F. Schoumans & F.C. van der Schans (Eds.) *Duurzame melkveehouderij en fosfaatmanagement; themadag De Marke*. AB-rapport 92, Wageningen, 87-100.
- Schröder, J.J., W. van Dijk & W.J.M. de Groot, 1996.
Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Neth. J. Agric. Sci.* 44, 293-315.
- Schröder, J.J., J.J. Neeteson, J.C.M. Withagen & I.G.A.M. Noij, 1998a.
Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soils. *Field Crops Res.* 58, 55-67.
- Schröder, J.J., P. van Erp & W. van Dijk, 1998b.
Leidraad voor de verzameling en interpretatie van proefvelddata, ter vaststelling van landbouwkundige en milieukundige kenmerken respectievelijk bemestingsadviezen door de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt: *stikstof*. Interne Nota, AB-DLO, Wageningen, 8 pp.
- Schröder, J.J., W.J. Corré, O. Oenema, O. Schoumans, M. Smits, F. Verstraten, J. Willems, P. Boers, R. Schils & P.H.M. Dekker, 2000.
Confrontatie van beoogde verliesnormen met milieukwaliteitsdoelstellingen. In: J.J. Schröder & W.J. Corré (Eds.) *Actualisering N- en P-deskstudie t.b.v. Ministeries van LNV, VROM en VW*. Rapport 22, Plant Research International, Wageningen, 159-166.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, H.F.M. ten Berge, H. van Keulen & J.J. Neeteson, 2003.
An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *Eur. J. Agron.* 20 (1-2), 33-44.
- Tamminga, S., A.W. Jongbloed, M.M. van Eerd, H.F.M. Aarts, F. Mandersloot, N.J.P. Hoogervorst & H. Westhoek, 2000.
De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID nr 00-2040R, Lelystad. 71 pp.
- Vanotti, M.B. & L.G. Bundy, 1994a.
An alternative rationale for corn nitrogen fertilizer recommendations. *J. Prod. Agric.* 7, 243-249.
- Vanotti, M.B. & L.G. Bundy, 1994b.
Corn nitrogen recommendations based on yield response data. *J. Prod. Agric.* 7, 249-256.

Velthof, G.L. & O. Oenema, 2001.

Effects of ageing and cultivation of grassland on soil nitrogen. Rapport 399, Alterra, Wageningen, 55 pp.

Velthof, G.L., J.J. Neeteson, H.G. van der Meer & O. Oenema, 2000.

Schatting van de netto mineralisatie en biologische stikstofbinding in landbouwgronden. Rapport 117, Alterra, Wageningen, 35 pp.

Willems, W.J., Th.V. Vellinga, O. Oenema, J.J. Schröder, H.G. van Der Meer, B. Fraters & H.F.M. Aarts, 2000.

Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn.

Rapport 718201002, RIVM, Bilthoven, 102 pp.

8. Begrippenlijst

Ammoniakemissie	Vervluchtiging van ammoniak (NH_3) naar de atmosfeer.
Bedrijfsniveau	Van bedrijfsniveau wordt gesproken als een verlies- of gebruiksnorm betrekking heeft op het gehele bedrijf waarbij de norm meestal wordt uitdrukt op hectare-basis. Voor akkerbouwbedrijf is 'bedrijfsniveau' vaak het gewogen gemiddelde van normen op onderliggende percelen ('perceelsniveau'), maar voor een veehouderijbedrijf moet bij berekeningen op bedrijfsniveau rekening worden gehouden met onvermijdbare verliezen uit stallen en mestopslagen.
Bodembelasting	Zie bodemoverschot.
Bodemoverschot	Het bodemoverschot van stikstof waarbij rekening wordt gehouden met alle relevante aan- en afvoerposten (zie Tabel 2). De WOG berekent de N-uitspoeling naar grond- en oppervlakte uit het N- bodemoverschot, de uitspoelingsfractie, het neerslagoverschot en Gt-correctie factoren (Bijlage VI).
Denitrificatie	Bodemproces waarbij nitraat (NO_3) met name onder nattere omstandigheden door micro-organismen wordt omgezet tot de gasvormige stikstofverbindingen luchtstikstof (N_2) en lachgas (N_2O).
Depositie	Proces waarbij stikstof via de lucht naar een oppervlak (bodem, gewas) wordt aangevoerd.
Derogatie	Zie Nitraatrichtlijn.
Droog veen	Diep ontwaterd veen; in de WOG is droog veen gedefinieerd als veen met een grondwatertrap van Gt III* en IV.
Droog zand	Zie uitspoelingsgevoelige gronden.
Ecologische kwaliteit	Zie Kaderrichtlijn Water.
Economisch optimaal bemestingsadvies	Bemesting waarbij de het economisch optimale opbrengst wordt bereikt. Dit is het punt waarbij de kosten voor extra bemesting hoger worden dan de met deze bemesting gerealiseerde financiële meeropbrengst.
Evenwichtsituatie	Situatie waarbij (gemiddeld over een periode van enkele jaren) de aanvoer van organische stof naar een bodem gelijk is aan de afbraak, waardoor het gehalte aan organische (stik)stof in de bodem niet verandert. De WOG gaat er vanuit dat alle landbouwgronden in Nederland in evenwicht zijn, uitgezonderd veen-gronden.
Fosfaattoestand	Maat voor de hoeveelheid voor het gewas beschikbare fosfaat. In de bemestingsadviezen wordt de fosfaattoestand uitgedrukt als Pw of P-AI getal.

Gebruiksnorm	Maximale gift aan mest of kunstmest in kg per ha op perceels- of op bedrijfsniveau. In de WOG wordt onderscheid gemaakt naar gebruiksnormen voor dierlijke mest (zie Nitraatrichtlijn) en totale bemesting. De gebruiksnorm voor totale bemesting wordt uitgedrukt in werkzame N (zie werkingscoëfficiënt). In de WOG zijn varianten van stikstof- en fosfaatgebruiksnormen doorgerekend op basis van verschillende uitgangspunten (zie Tabel 1).
Gewasrest	Het deel van het gewas dat niet wordt geoogst en dat na de teelt op het land achterblijft. Het betreft zowel bovengrondse als ondergrondse delen van het gewas.
GHG	Gemiddeld Hoogst Grondwaterstand (cm beneden maaiveld) in een jaar (zie ook grondwatertrap).
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (cm beneden maaiveld) in een jaar (zie ook grondwatertrap).
Grondwatertrap	De grondwatertrap (Gt) is een klasse van een bepaalde combinatie van GHG en GLG. Grondwatertrappen lopen van I (nat) tot VIII (droog). Droge zandgronden behoren tot Gt VII en VIII en mogelijk deels tot Gt VI.
Gt-correctie	Een correctiefactor voor denitrificatie die afhankelijk is van de Gt; hoe ondieper het grondwater, des te lager de Gt, des te hoger de denitrificatie, des te hoger de Gt-correctie en des te lager de nitraatuitspoeling naar het grondwater. In de WOG is de Gt-correctie gebruikt om de nitraatuitspoeling naar grondwater te berekenen uit het bodemoverschot (Bijlage VI).
Kader Richtlijn Water	De Europese Kaderrichtlijn Water geeft het kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwater en grondwater. De Kaderrichtlijn Water stelt milieudoelstellingen voor oppervlaktewater, grondwater en beschermde gebieden. De Nitraatrichtlijn vormt een onderdeel van de Kaderrichtlijn Water. Oppervlaktewateren met een 'aanzienlijk' omvang moeten een 'goede ecologische toestand' en alle oppervlaktewater moeten een 'goede chemische toestand' bereiken. Aanwijzing van typen oppervlaktewater en invulling van de normering voor goed ecologische en chemische toestand zal de komende jaren plaatsvinden. De doelstellingen van de Kaderrichtlijn moeten in 2015 zijn bereikt.
Kunstmestequivalenten	De werkzame N in mest, gewasresten en andere N-bronnen (zie werkingcoëfficiënt).
Mest uit stal	De urine en faeces die in een stal worden uitgescheiden en in de stal of mestopslag worden verzameld en bewaard (vaak als dunne mest). Tijdens deze opslag treedt ammoniakemissie op, zodat de stikstofaanvoer via mest naar de bodem lager is dan de hoeveelheid N die in de stal als mest wordt uitgescheiden.

Milieukwaliteit	<p>Eisen/normen voor concentraties van nutriënten in grond- en oppervlaktewater.</p> <p>Voor grondwater: zie nitraatnorm</p> <p>Voor oppervlaktewater: er gelden normen voor N (2,2 N-totaal mg/l) en P (0,15 mg/l) als zomergemiddelde waarden voor eutrofiëringgevoelige, stagnante oppervlaktewater. Voor overige wateren zijn deze waarden richtinggevend.</p> <p>Mogelijk worden deze normen voor oppervlaktewater in de Kader Richtlijn Water bijgesteld en verder gedifferentieerd naar type oppervlaktewater.</p>
Mineralisatie	<p>Mineralisatie is het bodemproces waarbij organische stof wordt afgebroken en anorganische verbindingen vrijkomen. Vaak wordt met 'mineralisatie' stikstof-mineralisatie bedoeld; het vrijkomen van minerale stikstof uit afbraak van organische N. De organische N kan afkomst zijn van mest, gewasresten en andere organische producten (zie ook werkingscoëfficiënt en nalevering) alsmede de 'oude' bodem organische stof (zie ook evenwichtssituatie).</p>
Minerale stikstof	<p>Ammonium (NH₄) en nitraat (NO₃)</p>
Nateelt	<p>Zie vanggewas</p>
Nat veen	<p>Ondiep ontwaterd veen; in de WOG is nat veen gedefinieerd als veen grond met een grondwatertrap van II.</p>
Nawerking/nalevering	<p>Stikstof die door mineralisatie vrijkomt uit in eerdere jaren toegediende mest, gewasresten of andere organische producten.</p>
N-benutting	<p>De met mest, kunstmest, gewasresten of andere bronnen toegediende N die door het gewas in oogstbare delen wordt opgenomen.</p>
Neerslagoverschot	<p>Verschil tussen de hoeveelheid neerslag en de verdamping uit bodem en gewas. Het neerslagoverschot wordt naar het grondwater (in de meeste zand- en lössgronden) of naar het oppervlaktewater (in de meeste klei- en veen-gronden) getransporteerd. Het neerslagoverschot wordt door de WOG (samen met Gt-correctiefactoren) gebruikt om de N-uitspoeling te vertalen in een nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en N-concentratie in het oppervlaktewater).</p>
Nitraatnorm	<p>MTR-waarde (maximaal toelaatbaar risico) voor de nitraatconcentratie in het grondwater: 50 mg NO₃ per liter.</p>
Nitraatrichtlijn	<p>Europese richtlijn - Richtlijn 91/676/EEG – met als doel het beschermen van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. Een van de eisen uit deze richtlijn is dat niet meer dierlijke mest naar de bodem mag worden gebracht dan 170 kg N per ha (gebruiksnorm voor dierlijke mest). De richtlijn biedt de mogelijkheid om van deze gift af te wijken ('te derogeren') indien aan bepaalde criteria wordt voldaan. Hiertoe moet een verzoek worden ingediend: een derogatieverzoek. Nederland heeft voor grasland een derogatie-verzoek ingediend bij de EU in het kader van een verliesnormenstelsel (MINAS) en zal dat opnieuw doen voor (bedrijven met een bepaald aandeel) grasland in het kader van het beoogde gebruiksnormenstelsel.</p>

NLV (Stikstof Leverend Vermogen)	De NLV is een indicatie van de hoeveelheid stikstof die een bodem tijdens het groeiseizoen via mineralisatie aan een gewas kan leveren. Op basis van NLV kan de benodigde stikstofbemesting worden bepaald. In het stikstofbemestingsadvies voor grasland worden NLV-klassen onderscheiden.
Organische mest	Dierlijke mest; deze mest bestaat uit zowel organische N als minerale N.
Perceelsniveau	Van perceelsniveau wordt gesproken als een verlies- of gebruiksnorm betrekking heeft op een perceel waarbij de norm meestal wordt uitdrukt op hectare-basis (zie ook 'bedrijfsniveau').
Sub-optimale bemesting	Bemesting waarbij niet de economisch optimale opbrengst kan worden gerealiseerd.
Uitspoelingsfractie	Deel van het stikstofbodemoverschot dat naar het grond- en oppervlaktewater uitspoelt (zie ook bodemoverschot).
Uitspoelingsgevoelige gronden	Zand en lössgronden met grondwater op grotere diepte (Gt VII en VIII en deel van VI) en daardoor een lage denitrificatie. Een relatief groot aandeel van het stikstofoverschot spoelt uit naar het grondwater. Om in deze gronden te kunnen voldoen aan de nitraatnorm in het grondwater gelden scherpere stikstofgebruiks- en verliesnormen.
Vanggewas	Een gewas dat na het hoofdgewas in de nazomer/winter wordt geteeld met als doel de stikstofuitspoeling te beperken door het tijdelijk vastleggen van ongebruikt gebleven bodemstikstof. Een vanggewas blijft in tegenstelling tot de meeste groenbemesters onbemest en intact gedurende de winter en wordt daarom ook wel wintergewas genoemd.
Verliesnorm	Een norm voor stikstof of fosfaat uit het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) die het toelaatbare bedrijfsgemiddelde stikstof- of fosfaatoverschot aangeeft. Bij een overschot hoger dan de verliesnorm moet een heffing worden betaald.
Weidemest	De urine en faeces die tijdens beweiding worden uitgescheiden.
Werkingscoëfficiënt	Een getal dat aangeeft welk percentage van de stikstof in mest (of andere stikstofbron, zoals gewasresten of compost) tot dezelfde N-opname door het gewas leidt als stikstofkunstmest. Deze stikstof wordt werkzame stikstof genoemd. De werkingscoëfficiënt van dierlijke mest wordt bepaald door de grootte van de ammoniakvervluchtiging, de grootte van de mineralisatie van de toegevoerde organische stikstof en door de mate waarin de mineralisatie verondersteld wordt plaats te vinden gedurende de periode waarin gewassen stikstof opnemen om aan hun behoefte te voldoen. De werkingscoëfficiënt is afhankelijk van soort en samenstelling van de mest en van de methode en het tijdstip van toediening.
Werkzame N	Zie werkingscoëfficiënt.
Wintergewas	Zie vanggewas.

Bijlage I.

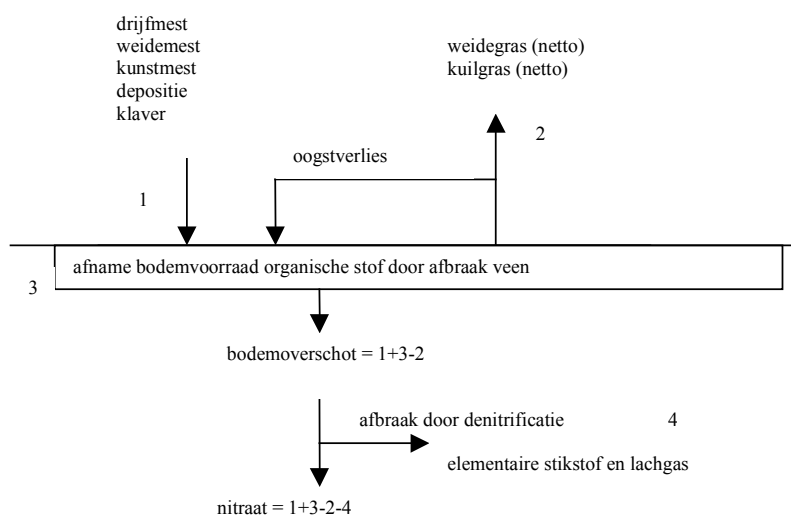
Uitgangspunten voor het berekenen van gebruiksnormen bij grasland

Frans Aarts (PRI) & Jantine van Middelkoop (ASG), Wageningen, 22 februari 2004

Achtergrond en doel

De Nitraatrichtlijn schrijft voor dat de gebruiksnorm voor meststoffen voor gewassen wordt onderbouwd met veronderstellingen ten aanzien van de hoogte van aan- en afvoerposten op de perceelsbalans. Het verschil tussen aan- en afvoer, het bodemoverschot, moet aanvaardbaar zijn. Een deel zal immers als nitraat het grond- en oppervlaktewater bereiken. Hoe groot dat deel is hangt vooral af van grondsoort en waterhuishouding. Ervaringen wijzen uit dat voor de droogste zandgronden het bodemoverschot niet hoger mag zijn dan 100 kg N/ha, omdat anders de norm van 50 mg nitraat in het grondwater wordt overschreden, terwijl voor vochtiger zandgronden en voor klei en veen mogelijk hogere overschotten verantwoord zijn, omdat een groter deel wordt omgezet in onschadelijke elementaire stikstof. Hoe hoog het overschot daar mag zijn hangt vooral af van de stikstofnorm voor oppervlaktewater en van het belang van lachgas (een agressief broeikasgas dat als tussenproduct vrijkomt bij de afbraak van nitraat tot elementaire stikstof).

Er zullen dus op basis van grondsoort, hydrologie en mogelijk ook de kwetsbaarheid van de omgeving, toelaatbare bodemoverschotten moeten worden vastgesteld. De gebruiksnorm voor meststoffen kan vervolgens worden afgeleid uit veronderstellingen m.b.t. de wetmatigheden tussen de aanvoer van stikstofverbindingen in de vorm van meststoffen, excretie tijdens beweiding, depositie, afname van de bodemvoorraad organische stof door afbraak van veen en de afvoer als kuilgras of als door het vee opgenomen weidegras (Figuur 1). Zeker op een melkveebedrijf kan een bepaald overschot op verschillende manieren worden gerealiseerd. Een hoge netto afvoer, bijvoorbeeld als gevolg van secuur oogsten of zorgvuldig beweiden maar ook indirect door de zorg voor een goede bodemkwaliteit, rechtvaardigt een relatief hoge aanvoer. De gebruiksnorm kan daarom niet alleen afhangen van grondsoort, hydrologie en omgeving, maar ook van het graslandgebruik.



Figuur 1. Schematische weergave van de stikstofstromen van grasland.

Zowel de belangen van het milieu als die van de landbouw moeten voldoende kunnen worden meegewogen bij het vaststellen van gebruiksnormen en daaraan gekoppelde 'borgende' regelgeving (waaronder opslagcapaciteit mest, begrenzing periode uitrijden en voorwaarden scheuren grasland). Deze notitie beoogt bij te dragen aan het keuzeproces, door het voorzien in relevante informatie. Dat gebeurt door het verkennen van het bodemoverschot, als resultante van aan- en afvoer, bij het huidige N-bemestingsadvies en bij een 10% lager bemestingsadvies. Ook wordt verkend hoe hoog het bodemoverschot is bij de 'eindnormen' van MINAS en welke bemesting binnen de MINAS-regelgeving daardoor mogelijk is. Deze drie scenario's vormen als het ware een referentiekader voor milieu-scenario's. In de milieu-varianten is onderzocht welk bodemoverschot nog net acceptabel is vanuit de milieudoelen en hoe dat overschot kan worden gerealiseerd door te sturen met bemesting en gebruik. Voor zandgrond is uitgegaan van de 50 mg nitraatnorm in grondwater (=11,2 mg N/liter), Voor klei en veen zijn steeds twee varianten onderzocht, omdat de eisen met betrekking tot waterkwaliteit nog onderwerp van discussie zijn. Naast de 50 mg nitraatnorm is uitgegaan van de veel lagere norm voor oppervlaktewater (2,2 mg stikstof per liter). Bij de MINAS- en milieuvarianten is verondersteld dat er nooit boven het bemestingsadvies wordt bemest. Economisch is dat onnodig en milieukundig ongewenst. Bij de MINAS- en milieuvarianten is het te realiseren bodemoverschot het vertrekpunt bij berekeningen, en de bemesting het resultaat. Bij de bemestingsadvies-varianten is de bemesting het vertrekpunt en het bodemoverschot het resultaat. In alle varianten zijn de gevolgen voor het fosfaatoverschot verkend.

Bij de berekeningen is uitgegaan van resultaten die voor een vakbekwame veehouder haalbaar zouden moeten zijn en die dan ook door veehouders die aan projecten als Koeien & Kansen deelnemen gerealiseerd worden. Dat houdt in dat de benutting van meststoffen in de vorm van netto gewasopbrengst wellicht hoger is dan gemiddeld voor Nederland omdat bij een aantal veehouders meer managementfouten voorkomen door onkunde of omdat minder belang wordt gehecht aan een goed resultaat. Een aantal posten in de berekeningen zijn vrij onzeker. Het gaat dan om moeilijk kwantificeerbare interne bedrijfsstromen als excretie tijdens de beweiding of de netto grasopbrengst. Binnen de MINAS-systematiek, met een insteek op bedrijfsniveau, zijn interne bedrijfsstromen minder relevant. Bij de gebruiksnormen-systematiek, met een insteek op gewasniveau, zijn ze wel relevant. Ook de relatie tussen bodemoverschot en milieukwaliteit is niet altijd eenduidig.

Graslandgebruik

Het graslandgebruik is bij zo ongeveer elke veehouder anders. In de regel speelt men goed in op de mogelijkheden en onmogelijkheden die grondsoort, waterhuishouding en verkaveling bieden. Daarnaast zijn de intensiteit (melkproductie per ha), de stalruimte en de bouwkundige toestand ervan en de persoonlijke voorkeur van de veehouder belangrijk. Sommigen vinden het prettig 's morgens de koeien in de stal aan te treffen (en stallen mede daarom 's nachts op), anderen vinden het ophalen van het vee uit de weide een mooi begin van de dag (en laten de koeien dag en nacht grazen).

Voor ons doel moeten we het graslandverbruik vereenvoudigen. We veronderstellen dat grasland:

- 1) alleen wordt gemaaid (bedrijven houden vee binnen),
- 2) dat 50% van het gras wordt opgenomen door weidend vee en dat het voor de andere 50% wordt gekuild (waarschijnlijk het meest gangbaar in Nederland: het zomer- en winterrantsoen bevat dan een gelijke hoeveelheid grasproducten), of
- 3) dat 75% van het gras wordt afgeweid (huispercelen van zeer intensieve bedrijven die het wintervoer vooral aankopen of slecht verkavelde bedrijven die hun vee vooral weiden op de percelen rond de stal en de percelen op afstand bestemmen voor maaien). Beweiding kan alleen overdag (koeien 's nachts op stal) of dag-en-nacht, wat invloed heeft op het beweidingverlies (dus op de netto grasopbrengst) en op de hoeveelheid mest die door weidend vee wordt uitgescheiden. Bij dag-en-nacht beweiden zijn beide hoger.

Over het algemeen zijn de bedrijven op veengrond vrij extensief en hebben geen mogelijkheden maïs te verbouwen. Hun systeem bestaat overwegend uit dag+nacht beweiden en ongeveer de helft van het gras wordt gemaaid voor wintervoer. Op zandgrond zijn de bedrijven over het algemeen intensief. Bovendien telen ze op een deel van hun grond maïs zodat er relatief weinig grasland beschikbaar is. Per ha grasland is er dus veel vee. Alleen overdag beweiden, met bijvoeding van maïs op stal, is hier regel. Er is een tendens om de beweiding in het voorjaar uit te

stellen, waardoor een snede extra kan worden gekuild, en om het melkvee in het najaar eerder op te stallen (onduidelijk is of die tendens zich voortzet als MINAS vervalt). Daardoor wordt op minst intensieve bedrijven bij beperkt beweiden meer dan de helft van het gras gekuild. De werkelijke situatie van die bedrijven ligt tussen de scenario's 1 (alleen maaien) en 2 (50% opname door weidend vee). Naarmate het bedrijf intensiever is wordt scenario 2 of zelfs 3 weer realistischer. Voor een bedrijf dat 's nachts opstalt is het betrekkelijk eenvoudig de stalfase verder te verlengen (weidegang beperken door minder uren per dag of minder maanden). Het bedrijf en de manier van werken zijn daar op gemakkelijk aan te passen. Het omschakelen van dag+nacht-beweiding naar dag-beweiding is lastiger. De situatie op klei-bedrijven ligt tussen die van de bedrijven op veen en zand.

Rekenprocedure

Vertrekpunten zijn Cabo-verslag 144 (Middelkoop & Aarts, 1991) en Aarts *et al.* (1999). In deze publicaties zijn de achtergronden van input-output relaties voor grasland kwantitatief beschreven en verkenningen uitgevoerd. Deze verkenningen zijn in het begin van de jaren negentig ondermeer gebruikt voor het berekenen van een geschikt bedrijfssysteem voor proefbedrijf De Marke. Allereerst is berekend hoe groot de potentiële grasopbrengst gemiddeld kan zijn in Nederland (zonder tekorten aan water of meststoffen), gedifferentieerd naar gebruik (mate van maaien en beweiden). Vervolgens is die opbrengst gecorrigeerd voor tekorten aan water of meststoffen. De situaties met vochttekorten kenmerken de situaties op zandgrond; die zonder noemenswaardig vochttekort geven een goed beeld van het grasland op klei en veen. Verondersteld wordt dat 78% (alleen overdag beweiden) of 82% (dag en nacht beweiden) van de stikstof in het opgenomen weidegras in de weide wordt uitgescheiden (weidemest). Het lagere percentage voor beperkt beweiden komt voort uit de bijvoeding van het melkvee op stal met eiwitarme maïs. De dieren produceren dan in de wei relatief N-arme mest. Verondersteld is dat het grotere jongvee dag en nacht buiten loopt. De genoemde percentages zijn het gemiddelde van de hele veestapel (naar Tamminga *et al.*, 2000). De retentie van melkgevende dieren is relatief hoog. Voor bedrijven met relatief weinig jongvee wordt de hoeveelheid weidemest dus overschat. De hoeveelheid uit te rijden drijfmest is de toelaatbare totale hoeveelheid mest per ha (170 kg N, 250 kg N, 290 kg N of 330 kg N) minus de weidemest. Bedrijven die een hoge opbrengst realiseren en daarvan veel laten weggrazen produceren veel weidemest en hebben daardoor weinig ruimte voor drijfmest.

Aannames m.b.t. de samenstelling en werking van meststoffen en het vrijkomen van stikstof bij afbraak van veen in afhankelijkheid van ontwatering zijn conform de 'Adviesbasis bemesting grasland'. Belangrijke aannames zijn dat drijfmest een werking heeft van 50% t.o.v. kunstmest en dat de mest die door de dieren tijdens beweiding wordt uitgescheiden geen bemestende waarde heeft.

Met betrekking tot fosfaat wordt een simpele procedure gevolgd. Aangenomen wordt dat er een vaste verhouding is tussen N en fosfaat in dierlijke mest (2,75/1) en in gras (3,4/1). Op basis van de aanvoer met mest en de afvoer met gewas wordt het fosfaatoverschot berekend. Vervolgens wordt uitgerekend hoeveel fosfaat-kunstmest aangevoerd kan worden bij een gegeven toelaatbaar fosfaatoverschot. De uitkomsten worden vergeleken met de benodigde aanvoer volgens het bemestingsadvies bij bodemtoestanden van matig, voldoende, ruim voldoende en hoog.

Ter controle van de belangrijkste aan- en afvoerposten zijn berekeningen uitgevoerd met het Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR). Voor dat doel is uitgegaan van reële bedrijfssituaties, afgeleid uit het project Koeien & Kansen en het Bedrijfsinformatienetwerk (BIN). Daardoor ontstaat ook een beeld van de effecten van gebruiksnormen op de bedrijfsvoering en bedrijfsuitkomsten.

Grondsoort en waterhuishouding

Ook voor bodems geldt dat er in Nederland een enorme variatie is. De volgende combinaties van grondsoort en hydrologie dekken het Nederlandse spectrum redelijk:

- Nat veen (grondwatertrap Gt II), Het vochtleverend vermogen is 175 mm. Door afbraak van veen neemt de bodemvoorraad N met 129 kg/ha per jaar af. Code: NV;

- Droog veen, (Gt III*IV). Het vochtleverend vermogen is 175 mm. Door afbraak van veen neemt de bodemvoorraad N met 220 kg/ha per jaar af. Code: DV;
- Klei. Vochtleverend vermogen is 175 mm. Er is geen toe- of afname van de hoeveelheid organisch N in de bodem (evenwicht). Code: KL;
- Vochtig zand (Gt IV). Het vochtleverend vermogen is 125 mm. Er is geen toe- of afname van de hoeveelheid organisch N in de bodem (evenwicht). Code: VZ;
- Droog zand. De bodem heeft een vochtleverend vermogen van 75 mm. Er is geen toe- of afname van de hoeveelheid organisch N in de bodem (evenwicht). Deze casus kent drie varianten, namelijk de grondwatertrappen VI, VII en VIII (droog tot zeer droog). De grondwatertrap heeft nauwelijks invloed op de grasgroei (of het grondwater diep of zeer diep zit, het blijft onbereikbaar voor de wortels), maar heeft wel invloed op de mate van denitrificatie van het bodemoverschot'. Code: DZ, met VI, VII en VIII als varianten.

Scenario's per bodem

Per bodem (combinatie van grondsoort en waterhuishouding) zijn de volgende situaties onderscheiden:

- De maximale hoeveelheid N als dierlijke mest (drijfmest + weidemest) bedraagt 170 kg/ha, 250 kg N/ha, 290 kg/ha of 330 kg/ha;
- De totale bemesting is volgens het N-advies ('N-advies'), 10% minder dan het advies ('N-advies-10%'), zodanig dat MINAS wordt gerealiseerd ('MINAS-bodemoverschot') en zodanig dat een milieukundig toelaatbaar overschot wordt gerealiseerd ('Milieu-bodemoverschot 1' en 'Milieu-bodemoverschot 2'). Het eerste milieu-scenario gaat uit van 50 mg nitraat in het grondwater of 10 mg stikstof in het oppervlaktewater, het tweede van 2,2 mg stikstof in het oppervlaktewater;
- Grasland wordt enkel gemaaid (M), 50% van het gras wordt opgenomen door dag-en-nacht beweiding (W/M-O) of dag-beweiding (W/M-B) en 75% van het gras wordt opgenomen door dag-en-nacht beweiding (WWW/M-O) of dag-beweiding (WWW/M-B);

Er ontstaan in principe per bodem in totaal 40 (zand, met slechts één milieu-variant) of 50 (klei en veen) scenario's. Voor alle bodems samen is het aantal scenario's 620 stuks. Sommige zijn niet realistisch. Het is bijvoorbeeld niet altijd mogelijk om zeer intensief te beweiden als de bemesting zwaar is en het grasland daardoor veel eiwit produceert. Dan kan de excretie van het weidende vee hoger zijn dan het maximum dat aan de hoeveelheid dierlijke mest is gesteld. Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor de twee hoogste mestvarianten (290 en 330 kg N/ha) op veengrond. Die varianten zijn ingegeven door het feit dat een dierlijke mestgift van 250 kg N/ha op maïs niet mogelijk is. Bij een derogatie van 250 kg N/ha zal een deel van de mest naar het grasland moeten. Op veengrond komt die situatie niet voor, omdat er nauwelijks maïs wordt geteeld.

Resultaten

Alle resultaten van alle scenario's zijn per bodem vermeld in de bijlagen. Niet realistische scenario's zijn herkenbaar als niet ingevuld. In de bijlagen zijn de bemestingen van de MINAS- en milieuscenario's niet afgetopt bij het niveau dat het bemestingsadvies aangeeft. In werkelijkheid is er geen economisch motief om meer te bemesten. Door toch aan te geven hoe hoog de bemesting kan zijn zonder het MINAS- of milieudoel te overschrijden wordt duidelijk hoe klemmend de MINAS- of milieudoelen zijn, dus hoe dwingend ze werkend m.b.t. het realiseren van goede landbouwpraktijk.

Mest-N	Veen				Klei		
	Nat		Droog		Totaal	Werkz.	
	Totaal	Werkz.	Totaal	Werkz.			
Maaien							
170	N1	415	330	355	270	470	385
	N2	415	330	355	270	470	385
	N3	382	297	328	243	432	347
	N4.1	415	330	355	270	470	385
	N4.2	264	179	260	175	348	263
250	N1	455	330	395	270	510	385
	N2	455	330	395	270	510	385
	N3	422	297	368	243	472	347
	N4.1	455	330	395	270	510	385
	N4.2	268	143	264	139	352	227
290	N1	n	n	n	n	530	385
	N2	n	n	n	n	530	385
	N3	n	n	n	n	492	347
	N4.1	n	n	n	n	530	385
	N4.2	n	n	n	n	353	208
Beweiden							
170	N1	438	294	393	235	505	345
	N2	438	294	393	235	505	345
	N3	403	261	368	212	467	311
	N4.1	438	294	393	244	505	345
	N4.2	246	116	229	85	314	173
250	N1	481	293	436	235	549	345
	N2	481	293	436	235	549	345
	N3	446	261	411	212	511	311
	N4.1	481	293	436	235	549	345
	N4.2	o	o	o	o	314	133
290	N1	n	n	n	n	570	345
	N2	n	n	n	n	570	345
	N3	n	n	n	n	533	311
	N4.1	n	n	n	n	570	345
	N4.2	n	n	n	n	320	119

In de Tabellen 1 en 2 zijn de belangrijkste resultaten van de berekeningen samengevat. De tabellen hebben betrekking op de situaties dat enkel wordt gemaaid (M) of dat de helft van het gras als weidegras wordt opgenomen door dagbeweiding en de andere helft als silage op stal (W/M-B). In beide scenario's wordt relatief veel mest op stal geproduceerd en weinig in de wei. Deze keuze is gebaseerd op de veronderstelling dat beweiding wordt beperkt o.i.v. gebruiksnormen, om meer drijfmest beschikbaar te krijgen als meststof.

Als er alleen wordt gemaaid kan op veen, klei en vochtig zand volgens advies worden bemest zonder dat de 50 mg nitraatnorm in het grondwater of de 10 mg N-norm in oppervlaktewater wordt overschreden. Ook de MINAS-normen

laten toe dat het bemestingsadvies wordt gevolgd. Het voldoen aan de 2,2 mg N-norm voor oppervlaktewater eist een sterke afname van de bemesting, met lage opbrengsten als gevolg, maar is wel mogelijk. Op zand dat droger is dan Gt VI moet de bemesting bij 250 kg N als dierlijke mest 18 - 45 kg N lager zijn dan het advies, om de 50 mg doelstelling te kunnen realiseren.

Het gelijkmatig bestemmen van het gras voor beweiding en voederwinning is op veen- en kleigrond niet strijdig met de 50 mg-norm: het bemestingsadvies kan zonder risico worden opgevolgd. Ook de MINAS-normen laten bemesting naar advies toe, wel dwingen ze het nauwkeuriger opvolgen van dit advies af. Op veengrond is het realiseren van de 2,2 mg N-norm in combinatie met beweiding onmogelijk bij 250 kg dierlijke mest. Op klei kan het wel maar dan mag de bemesting slechts éénderde van het advies bedragen. Met betrekking tot de 50 mg nitraatdoelstelling is de situatie op droog zand veel lastiger. Het gangbare bemestingsadvies kan niet worden gevolgd en de afstand tot het advies is groter naarmate de grond droger is en er meer dierlijke mest wordt toegediend. Bij dag+nacht beweiden kan minder worden bemest dan bij dagbeweiding. Het verschil met het advies is minimaal 33 kg (Gt VI 250-N4.1-B) en maximaal 134 kg (Gt VIII 290-N4.1-O, zie bijlage). In die situatie zullen de bedrijven op de droogste gronden vrijwel zeker overschakelen op permanente stalvoeding. Het is duidelijk dat zeer intensief beweiden, waardoor 75% van het gras vers wordt genuttigd, op de drogere gronden in feite onmogelijk is (zie bijlagen). Ook vochtige zandgronden krijgen het dan moeilijk met de 50 mg norm. Op klei en veen ontstaan geen problemen zolang de totale hoeveelheid toegestane dierlijke mest hoog is. Bij de adviesgift kan de opbrengst van deze gronden hoog zijn (> 400 kg N/ha) en als 75% daarvan zou worden genuttigd door weidend vee is de productie aan weidemest minimaal 235 kg N/ha. Als het maximum aan dierlijke mest 170 kg N is loopt dit systeem dus vast.

Mest-N	Veen				Klei		
	Nat		Droog		Totaal	Overschot	
	Totaal	Overschot	Totaal	Overschot			
Maaien							
170	N1	61	-32	61	-52	61	-55
	N2	61	-32	61	-52	61	-55
	N3	61	-28	61	-48	61	-49
	N4.1	61	-32	61	-52	61	-55
	N4.2	61	-14	61	-39	61	-35
250	N1	89	-7	89	-28	89	-32
	N2	89	-7	89	-28	89	-32
	N3	89	-4	89	-25	89	-26
	N4.1	89	-7	89	-28	89	-32
	N4.2	89	15	89	-11	89	-6
290	N1	n	n	n	n	104	-21
	N2	n	n	n	n	104	-21
	N3	n	n	n	n	104	-14
	N4.1	n	n	n	n	104	-21
	N4.2	n	n	n	n	104	8
Beweiden							
170	N1	61	-29	61	-49	61	-52
	N2	61	-29	61	-49	61	-52
	N3	61	-25	61	-46	61	-46
	N4.1	61	-29	61	-51	61	-52
	N4.2	61	-8	61	-29	61	-24
250	N1	89	-5	89	-26	89	-30
	N2	89	-5	89	-26	89	-30
	N3	89	-1	89	-23	89	-24
	N4.1	89	-4	89	-26	89	-30
	N4.2	o	o	o	o	89	5
290	N1	n	n	n	n	104	-18
	N2	n	n	n	n	104	-18
	N3	n	n	n	n	104	-12
	N4.1	n	n	n	n	104	-18
	N4.2	n	n	n	n	104	19

De fosfaatopbrengst is afgeleid van de stikstofopbrengst. Aangenomen is dat de verhouding tussen stikstof en fosfaat 3,4 : 1 bedraagt. Sommige bronnen melden een verhouding van 3,6 : 1. In dat geval zou het fosfaatoverschot ongeveer 6% positiever zijn (globaal 6-7 kg/ha). In het algemeen is de hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest onvoldoende om de opname door het gewas te compenseren. Er is dus een negatieve balans als geen kunstmest wordt gebruikt. Het overschot is minder negatief naarmate er meer dierlijke mest wordt gebruikt en naarmate de opbrengst lager is. Omdat kleigrond in het algemeen de hoogste opbrengsten geeft is het overschot bij de andere, minder productieve, gronden minder negatief. Het bemestingsadvies bepaalt hoeveel fosfaat het gewas nodig heeft, op basis van gebruik (verhouding maaien en beweiden) en de fosfaattoestand van de bodem. Dat leidt tot kunstmest-

aanvulling en vervolgens tot een overschot (zie bijlagen). Bij een hoge fosfaattoestand, zoals op veel droge zandgronden, blijft het overschot meestal negatief omdat geen kunstmest nodig is. Bij een toestand ruim voldoende zal het overschot positief worden, vooral op de minder productieve gronden of bij sterkere beperkingen in de N-bemesting. Bij een toestand voldoende of lager loopt het overschot snel op. Die situatie kan zich ondermeer voordoen op fosfaatfixerende komklei. In de bijlagen worden de berekeningen m.b.t. fosfaattoestand van de bodem weergegeven.

Toetsing in bedrijfsverband

Het doel van toetsing in bedrijfsverband is om na te gaan in hoeverre de aan- en afvoerposten van de perceelsbenadering vergelijkbaar zijn met die posten als uitgegaan wordt van een volledig bedrijf. Voor deze bedrijfsbenadering is het programma BBPR gebruikt. Bij vergelijking tussen beide benaderingen (perceelsbenadering en bedrijfsbenadering) is het noodzakelijk het 'gemiddelde' graslandgebruik van een bedrijf te vergelijken met het graslandgebruik in de scenario's uit de perceelsbenadering.

Binnen BBPR wordt het graslandgebruik gesimuleerd. Een bedrijf wordt opgedeeld in percelen. Van ieder perceel wordt de N-bemesting per snede en de bijbehorende groei bijgehouden. Aan het begin van het seizoen wordt het vee op een vaste datum ingeschaard en aan het eind weer opgesteld. Per dag wordt op basis van de gewashoeveelheid en de voedingsbehoefte van de dieren bepaald welk perceel aan de beurt is voor beweiding of voor maaien. Een kengetal van graslandgebruik op bedrijfsniveau is het maaipercentage. Bij N-giften van 300-350 kg N ha⁻¹ kan op productieve grond uitgegaan worden van circa 6 sneden. Een maaipercentage van 400% betekent dat er gemiddeld 4 sneden gebruikt worden voor voederwinning en betekent dus een lage beweidingdruk. Een maaipercentage van 100% betekent dat gemiddeld alle percelen slechts één keer gemaaid worden en dus een hoge beweidingdruk. Een maaisnede is over het algemeen wel 1,5 tot 2 maal zoveel gras als een weidesnede.

De gehalten van N en P₂O₅ in de runderdrijfmest worden in BBPR berekend op basis van de voeding van het vee. De berekende opname van nutriënten wordt gebruikt voor aanzet van het vee, melk en de rest wordt uitgescheiden in de mest. De verdeling van de mest over weide en stal is in BBPR afhankelijk van het aantal uren op stal en in de weide. Het aantal beweidinguren wordt benaderd op basis van het opgegeven beweidingssysteem (dag en nacht of alleen overdag in de weide) en van de hoeveelheid bijvoeding tijdens de weideperiode. Bij een hoger bijvoedingniveau blijven de dieren langer binnen omdat er meer tijd nodig is om de hoeveelheid voer op te nemen.

De werkingscoëfficiënt is ingesteld zoals in de overige berekeningen: 50% van de totale N in mest uit de opslag en geen werking voor weidemest.

Alle N-scenario's zijn doorgerekend, uitgezonderd het MINAS-scenario, voor de grondsoorten Zand (Gt IV, VI en VII) klei (Gt IV) en veen (Gt III = droog). De melkproductie per ha is: 12.000 (extensief) en 20.000 (intensief) kg melk ha⁻¹ (melkproductie per koe 8500 l, per koe 0,75 stuks jongvee). Er zijn 2 bouwplannen: 0 en 30% van de oppervlakte snijmaïs, overige oppervlakte grasland (op veen alleen 100% grasland). Voor alle bedrijven is uitgegaan van beperkt (=alleen overdag) weiden met bijvoeding. De N-uitscheiding (verminderd met de ammoniakemissie uit stal en opslag) boven 250 kg N ha⁻¹ wordt afgevoerd.

Resultaten bedrijfsberekeningen

De resultaten zijn samengevat in de Tabellen 3 tot en met 12. Op de intensieve bedrijven en op de extensieve bedrijven met een volledig grasrantsoen (100% grasland) is bij bemesting overeenkomstig N-advies de N-uitscheiding van het vee hoger dan 250 kg N ha⁻¹. Bij een bedrijf met 100% gras is de N-uitscheiding per hectare bedrijfsoppervlakte hoger door een N-rijker rantsoen dan op een maïs/gras bedrijf en op een intensief bedrijf hoger dan op een extensief bedrijf door een hogere veebezetting. Bij verlaging van de N-bemesting daalt de N-uitscheiding licht door een lager N-gehalte in het gras en eventueel een hoger aandeel maïs in het rantsoen als er bij voertekort maïs moet worden aangevoerd. Op de extensieve bedrijven is de mestafvoer 0 – 50 kg N ha⁻¹ (0-20% van totale N-uitscheiding). Op de intensieve bedrijven kan de mestafvoer toenemen tot 250 kg N ha⁻¹ (50% van totale N-uitscheiding).

Op de bedrijven met 30% maïs neemt het bodemoverschot op grasland toe ten opzichte van bedrijven met 100% grasland. De maximale (gemiddelde) N-toediening uit organische mest op bedrijfsniveau is 250 kg N ha⁻¹. Bij bemesting overeenkomstig advies is uitgegaan van een (realistische) gift met rundveedrijfmest van 40 m³ ha⁻¹ op maïsland. Dit is minder dan 250 kg N ha⁻¹ waardoor de hoeveelheid dierlijke mest op grasland hoger is dan 250 kg N ha⁻¹.

Bij de N4.1 en N4.2 scenario's is zoveel mogelijk dierlijke mest op maïs toegediend als binnen de milieu-eis mogelijk is omdat daar de werkingscoëfficiënt hoger verondersteld is dan op grasland en de dierlijke mest volgens deze veronderstelling op maisland het best benut wordt. Daardoor is er iets meer ruimte op grasland om kunstmest toe te dienen.

Het aandeel dierlijke mest dat in de weide uitgescheiden wordt is een resultante van de berekening met BBPR en kan het beste berekend worden op de bedrijven met alleen grasland. Dit aandeel is niet rechtstreeks uit de aanvoerposten op het grasland te halen omdat in veel situaties een deel van de mest die op stal geproduceerd wordt, afgevoerd wordt. De totale N in de mest (waar ammoniakemissie uit stal en opslag al af is) is dan N uit afgevoerde mest plus N in weide plus N in uitgereden mest. Het aandeel N in weidemest ten opzichte van de totale N productie varieert tussen 17 en 23% en is gemiddeld 22,5%. In de perceelsbenadering wordt er bij alleen overdag weiden uitgegaan van 22%. Dit komt goed met elkaar overeen.

Op zand Gt IV kan op de extensieve bedrijven op 95 tot 100% van het N-advies bemest worden zonder het toegestaan bodemoverschot te overschrijden. Op het intensieve bedrijf met 100% gras moet net iets onder 90% van het N-advies bemest worden (316 kg Nwerkzaam ha⁻¹) en op het intensieve bedrijf met maïs kan ongeveer 260 kg Nwerkzaam bemest worden (100 kg N ha⁻¹ onder N-advies) om deze eis te halen. Bodemoverschotten op gras variëren bij bemesten overeenkomstig N-advies van 165 kg N ha⁻¹ op het extensieve bedrijf met 100% gras bij een bemesting van 382 kg Nwerkzaam ha⁻¹ tot 230 kg N ha⁻¹ op het intensieve bedrijf met maïs bij een bemesting van 348 kg Nwerkzaam ha⁻¹. Een hogere N-gift resulteert in dit geval dus in een lager bodemoverschot. Dit lijkt tegenstrijdig maar hoe lager de veebezetting hoe hoger het maaipercentage en hoe hoger de N-gift wordt bij het volgen van het N-advies. Het hogere maaipercentage compenseert deze hogere Ngift ruim. Bij maaien wordt bij zwaardere sneden geoogst dan bij weiden waardoor de maximale groeicapaciteit van grasland meer benut wordt. Ook zonder verhoging van N-bemesting levert maaien meer opbrengst dan beweiden. De laagste veebezetting per ha grasland is op het extensieve bedrijf met 100% gras. Daar is bij bemesten overeenkomstig advies op grasland is het maaipercentage 400% en hoger dan op de overige bedrijven op zand Gt IV. Circa 310 kg N ha⁻¹ grasland wordt in deze situatie afgevoerd door voederwinning. Het maaipercentage bij intensief + 30% maïs (de hoogste veebezetting per ha grasland) en bemesten overeenkomstig advies is 295% waarbij 236 kg N ha⁻¹ grasland wordt afgevoerd met voederwinning.

Vergelijking met perceelsbenadering leert het volgende. Op de extensieve bedrijven ligt het 'gemiddelde gebruik' op bedrijfsniveau tussen het 0% en 50% beweiden van de perceelsbenadering in. Vanuit zowel de bedrijfsbenadering als de perceelsbenadering blijft het bodemoverschot dan onder de aangenomen milieu-eis bij bemesting volgens 95 tot 100% van het N-advies. Op de intensieve bedrijven ligt het gebruik op bedrijfsniveau tussen 75% en 50% beweiden op perceelsniveau in. Bij de perceelsbenadering blijkt een N-bemesting van 257 tot 308 kg Nwerkzaam ha⁻¹ te voldoen aan de ingestelde milieu-eis. Op bedrijfsniveau is dat 258 op het intensieve bedrijf met maïs tot 316 kg Nwerkzaam ha⁻¹ op het bedrijf met 100% gras.

Op zand Gt IV komen de resultaten op perceelsniveau goed overeen met de resultaten op bedrijfsniveau.

Bij zand Gt VI is er een groot verschil tussen de verschillende bedrijven in werkzame N die nog toegediend kan worden binnen de veronderstelde milieu-eisen. Op het extensieve bedrijf met 100% gras wordt er bij bemesting overeenkomstig N-advies een hoog maaipercentage (circa 350%) bereikt en daardoor een hoge afvoer. Op het intensieve bedrijf met maïs is het maaipercentage bij bemesten overeenkomstig N-advies ruim de helft lager (circa 160%) en is daardoor de totale afvoer met gewas lager (308 t.o.v. 365 kg N ha⁻¹). Op dit bedrijf (intensief met maïs) is de toegestane werkzame N-gift op grasland dan ook slechts 139 kg N ha⁻¹ terwijl op het extensieve bedrijf met 100% gras twee keer zoveel bemest kan worden (278 kg N ha⁻¹).

Vergelijking met de perceelsbenadering leert het volgende. Op het extensieve bedrijf met 100% gras ligt bij bemesting naar bodemoverschot volgens milieu-eis het 'gemiddelde gebruik' op bedrijfsniveau tussen 25% en 50% beweiden van de perceelsbenadering in. Op bedrijfsniveau kan 280 tot 228 kg N werkzaam ha⁻¹ gegeven worden binnen de milieu-eis, op perceelsniveau is dit 290 tot 250 kg N werkzaam ha⁻¹. Op bedrijfsniveau wordt met minder weidemest gerekend maar ook met een lagere opbrengst waardoor beide benaderingen een vergelijkbaar bodemoverschot opleveren.

Op het intensieve bedrijf met 100% gras ligt het gebruik op bedrijfsniveau tussen 50% en 75% beweiden op perceelsniveau in. Bij de bedrijfsbenadering zou de toegestane N-werkzaam circa 200 kg Nwerkz ha⁻¹ zijn, op perceelsniveau is dat 230 kg Nwerkzaam ha⁻¹.

Op het intensieve bedrijf met maïs ligt de beweidingdruk bij het N4.1 scenario hoger dan de 75% beweiden uit de perceelsbenadering. Op dit bedrijf zou 139 kg N werkzaam ha⁻¹ toegediend kunnen worden binnen de milieu-eis, bij de perceelsbenadering is dat in ieder geval onder 205 kg N werkzaam ha⁻¹ maar is niet goed meer te vergelijken. Op zand GtVI kan volgens de perceelsbenadering ongeveer 20 kg N per ha meer Nwerkzaam toegediend worden dan volgens de bedrijfsbenadering binnen de gestelde milieu-eis doordat BBPR uitgaat van een lagere N opbrengst op grasland.

Op zandgrond met Gt VII moet er op alle bedrijven ruim onder N-advies bemest worden om aan de aangenomen milieu-eis te voldoen. Op het intensieve bedrijf met maïs is de beweidingdruk op het grasland bij bemesten op N-advies al hoog (maaipercentage 115%), waardoor de afvoer ruim 60 kg N ha⁻¹ lager wordt dan op het extensieve bedrijf met 100% gras. Op het intensieve bedrijf met maïs kan bij de milieu-variant net niet de volledige 250 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest toegediend worden.

Vergelijking met perceelsbenadering leert het volgende. Op de extensieve bedrijven ligt het gemiddelde gebruik op bedrijfsniveau ongeveer bij 75 tot 50% beweiden van de perceelsbenadering. Bij de perceelsbenadering is er 171 tot 212 kg Nwerkz ha⁻¹ mogelijk binnen de milieu-eis. Bij de bedrijfsbenadering is dat 160 tot 170 kg Nwerkz ha⁻¹.

Op het intensieve bedrijf met 100% gras ligt het gebruik op bedrijfsniveau voorbij 75% beweiden op perceelsniveau. Op bedrijfsniveau mag er slechts circa 100 kg N werkzaam ha⁻¹ toegediend worden, op perceelsniveau is dit in ieder geval minder dan 170 kg N per ha.

Het intensieve bedrijf met maïs lijkt zonder extra mestafvoer niet te kunnen voldoen aan de aangenomen milieu-eisen. Op grasland kan 250 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest toegediend worden maar op maïs kan er binnen de milieu-eis maar 200 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest gegeven worden. Het maaipercentage komt onder 100%. Deze situatie kan niet meer vergeleken worden met een situatie in de perceelsbenadering.

Op zand GtVII kan volgens de perceelsbenadering meer Nwerkzaam toegediend worden dan volgens de bedrijfsbenadering binnen de gestelde milieu-eis doordat BBPR uitgaat van een lagere N opbrengst op grasland.

Op kleigrond zijn de bodemoverschotten op alle doorgerekende situaties bij bemesten volgens N-advies lager dan die bij 10 mg Ntot/l horen. De milieu-eis zou dus gehaald kunnen worden bij bemesten volgens advies. De bodemoverschotten die bij 2.2 mg Ntot/l horen zijn voor het intensieve bedrijf met maïs niet te halen met de volledige 250 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest, hiervoor moet extra dierlijke mest worden afgevoerd. Op de overige bedrijven (intensief en extensief met 100% gras en extensief met maïs) moet ver onder N-advies bemest worden om aan de milieu-eisen te kunnen voldoen.

Vergelijking met perceelsbenadering leert het volgende. Zowel volgens de perceelsbenadering als volgens de bedrijfsbenadering is de 10 mg Ntot/l te halen bij bemesting overeenkomstig N-advies. Om aan de zwaardere milieu-eis (2,2 mg Nt/l) te voldoen moet in alle situaties onder N-advies bemest worden. Op het extensieve bedrijf met 100% gras ligt het gemiddelde gebruik op bedrijfsniveau op ca. 50% maaien van de perceelsbenadering (maaipercentage 268%). Bij de perceelsbenadering is er dan 133 kg Nwerkz ha⁻¹ mogelijk binnen de milieu-eis. Bij de bedrijfsbenadering is dat 123 kg Nwerkz ha⁻¹. Dit komt dus goed met elkaar overeen.

Op het extensieve bedrijf met maïs wordt er intensiever beweid en komt het gebruik in de buurt van 75% weiden. Bij de perceelsbenadering mag 99 kg N werkzaam ha⁻¹ toegediend worden binnen de milieu-eis, bij de bedrijfsbenadering 86 kg N werkzaam ha⁻¹. Dit komt goed met elkaar overeen.

Op de intensieve bedrijven ligt het graslandgebruik op bedrijfsniveau voorbij 75% beweiden op perceelsniveau. Beide bedrijven kunnen niet voldoen aan de aangenomen milieu-eis van 2.2 g Ntot/l zonder extra mestafvoer. Op grasland kan slechts circa 200 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest toegediend worden maar op maïs kan er binnen de milieu-eis maar 150 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest gegeven worden. De toegestane Nwerkzaam is op perceelsniveau is in ieder geval onder 99 kg Nwerkzaam ha⁻¹. Op bedrijfsniveau is dat circa 65 kg Nwerkzaam ha⁻¹. De intensieve bedrijven zijn niet goed meer te vergelijken met de perceelsbenadering.

Op kleigrond komen bij de extensieve bedrijven de perceelsbenadering en de bedrijfsbenadering goed overeen. De intensieve bedrijven zijn bij de zwaarste milieu-eis (2.2 mg Ntot/l) niet goed meer te vergelijken met de perceelsbenadering omdat het percentage beweiding op die bedrijven hoger is dan het hoogste beweidingpercentage in de perceelsbenadering.

Op droge veengrond is het hoogst toegestane bodemoverschot (807 kg) geen probleem: zowel op het extensieve als het intensieve bedrijf is bij bemesting op N-advies het bodemoverschot lager dan 807 kg N ha⁻¹. Om onder 2.2 mg Ntot/l te blijven moet van beide bedrijven extra mest afgevoerd worden. De aanvoerpost extra mineralisatie (220 kg N ha⁻¹) is al hoger dan het toegestane overschot (177 kg N/ha). Er moet dus vooral afgevoerd worden en dat betekent weinig bemesten. Op het extensieve bedrijf is de werkzame N ha⁻¹ volgens milieu-eis is 63 kg N ha⁻¹ en op het intensieve bedrijf slechts 27 kg N ha⁻¹. Vergelijking met perceelsbenadering leidt tot het volgende. Zowel volgens de perceelsbenadering als volgens de bedrijfsbenadering is de 10 mg Ntot/l te halen bij bemesting overeenkomstig N-advies en is de 2.2 mg Ntot/l niet haalbaar met 250 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest.

De algemene conclusie is dat de perceelsbenadering goed vergelijkbaar is met de bedrijfsbenadering. Andere conclusies zijn:

- Op zandgrond Gt IV wordt op de extensieve bedrijven de milieu-eis gehaald wanneer op 95 tot 100% van het N-advies bemest wordt, 345 kg N tot 382 kg N ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven, afhankelijk van de oppervlakte snijmaïs, is dat 258 tot 316 kg N ha⁻¹.
- Op zandgrond Gt VI wordt op de extensieve bedrijven de milieu-eis gehaald met 228 tot 278 kg N ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven, afhankelijk van de oppervlakte snijmaïs, is dat 139 tot 188 kg N ha⁻¹.
- Op zandgrond Gt VII wordt op de extensieve bedrijven de milieu-eis gehaald bij een N-bemesting van 160-170 kg Nwerkzaam ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven wordt de milieu-eis alleen gehaald bij extra mestafvoer bij een bemesting van 87 tot 92 kg Nwerkzaam ha⁻¹.
- Op kleigrond wordt de milieu-eis van 10 mg Ntot/l gehaald wanneer overeenkomstig N-advies bemest wordt. Het N-advies varieert tussen 345 kg N tot 382 kg N ha⁻¹, afhankelijk van de gekozen bedrijfsvorm (intensief, extensief, 0 of 30% van oppervlakte snijmaïs).
- Op kleigrond wordt de milieu-eis van 2.2 mg Ntot/l op de extensieve bedrijven gehaald bij een N-bemesting van 86-123 kg Nwerkzaam ha⁻¹. Op de intensieve bedrijven wordt de milieu-eis alleen gehaald bij extra mestafvoer bij een bemesting van circa 65 kg Nwerkzaam ha⁻¹.
- Op droge veengrond (Gt III) wordt de milieu-eis van 10 mg Ntot/l gehaald wanneer overeenkomstig N-advies bemest wordt. Het N-advies varieert tussen 228 kg N tot 241 kg N ha⁻¹, afhankelijk van de intensiteit.
- Op droge veengrond (Gt III) wordt de milieu-eis van 2.2 mg Ntot/l op beide bedrijven alleen gehaald bij extra mestafvoer bij een bemesting van 27 tot 63 kg Nwerkzaam ha⁻¹.
- Conform de perceelsberekeningen is in de meeste gevallen de aanvoer met P₂O₅ in dierlijke mest kleiner dan de afvoer van P₂O₅ met gras. Bij lage N-giften en intensieve beweiding wordt echter de afvoer met het gewas zo laag, dat de onttrekking met het gewas lager is dan de aanvoer van dierlijke mest (intensieve bedrijven met maïs op zand Gt VI en VII en klei). Dat is ook zo in de perceelsbenadering.
- Door (een deel van) de kunstmest P₂O₅ weg te laten kan het bodemoverschot naar 0 gestuurd worden. Verwacht mag worden dat de verlaging van P₂O₅-kunstmest de afvoer van P₂O₅ met gras verlaagt. De relatie tussen P₂O₅-bemesting en P₂O₅-afvoer met gewas is echter (nog) niet aanwezig in BBPR.

Tabel 3. Resultaten N op grasland zandgrond Gt IV.

Bedrijf	N scenario	Maai	N mest	N aanv	N aanv	N aanv	extra N-	N-afvoer	N-afvoer	N over-	N uit	Nwerkz
		percen- tage	afvoer > 250	drijf- mest	weide- mest	kunst- mest	minera- lisatie	maaaien	weiden	schot	org+km	
		%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	404	47	183	67	291	0	311	94	165	541	382
ext-gr	N3	397	39	185	65	246	0	291	91	144	496	338
ext-gr	N4.1	404	47	183	67	291	0	311	94	165	541	382
ext-gr	N4.2											
ext-msgr	N2	282	-3	198	87	272	0	226	160	198	557	371
ext-msgr	N3	268	-6	196	85	228	0	207	154	175	509	326
ext-msgr	N4.1	276	-5	152	86	269	0	215	157	165	507	345
ext-msgr	N4.2											
int-gr	N2	295	233	139	112	303	0	236	154	193	555	373
int-gr	N3	276	227	144	108	255	0	149	211	174	507	327
int-gr	N4.1	276	224	141	109	246	0	150	209	165	496	316
int-gr	N4.2											
int-msgr	N2	196	128	181	109	258	0	159	185	230	548	348
int-msgr	N3	185	120	184	107	225	0	145	181	216	516	317
int-msgr	N4.1	173	106	143	101	186	0	130	167	163	430	258
int-msgr	N4.2											

Nscenario: N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Maaipercentage: gemiddeld gemaaid oppervlakte (100% = 1 maal alle grasland gemaaid)

Tabel 4. Resultaten N op grasland zandgrond Gt VI.

Bedrijf	N scenario	Maai	N mest	N aanv	N aanv	N aanv	extra N-	N-afvoer	N-afvoer	N over-	N uit	Nwerkz
		percen- tage	afvoer > 250	drijf- mest	weide- mest	kunst- mest	minera- lisatie	maaaien	weiden	schot	org+km	
		%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	346	48	182	68	263	0	270	95	177	513	354
ext-gr	N3	340	41	184	66	227	0	257	92	157	477	319
ext-gr	N4.1	326	31	187	64	184	0	238	89	137	435	278
ext-gr	N4.2											
ext-msgr	N2	231	-3	198	87	240	0	187	160	206	525	339
ext-msgr	N3	223	-6	195	86	206	0	172	157	186	487	303
ext-msgr	N4.1	193	-17	158	77	149	0	139	142	132	383	228
ext-msgr	N4.2											
int-gr	N2	237	239	139	113	275	0	157	190	208	527	344
int-gr	N3	228	232	145	107	234	0	149	177	188	486	306
int-gr	N4.1	178	211	152	100	112	0	135	123	134	364	188
int-gr	N4.2											
int-msgr	N2	157	113	183	109	234	0	124	184	245	526	325
int-msgr	N3	136	103	189	104	193	0	108	178	226	485	288
int-msgr	N4.1	91	70	173	87	53	0	58	146	138	312	139
int-msgr	N4.2											

Nscenario: N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Maaipercentage: gemiddeld gemaaid oppervlakte (100% = 1 maal alle grasland gemaaid)

Tabel 5. Resultaten N op grasland zandgrond Gt VII.

Bedrijf	N scenario	Maai	N mest	N aanv	N aanv	N aanv	extra N	N-afvoer	N-afvoer	N over-	N uit	Nwerkz
		percen- tage	afvoer > 250	drijf- mest	weide- mest	kunst- mest	minera- lisatie	maaaien	weiden	schot	org+km	
		%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	312	48	182	68	247	0	244	96	187	498	338
ext-gr	N3	293	41	184	67	209	0	223	93	171	459	300
ext-gr	N4.1	248	15	191	60	75	0	161	83	111	326	171
ext-gr	N4.2											
ext-msgr	N2	196	-1	198	89	227	0	158	162	220	514	326
ext-msgr	N3	187	-7	194	86	188	0	145	156	195	468	285
ext-msgr	N4.1	139	-28	157	75	82	0	94	136	115	315	160
ext-msgr	N4.2											
int-gr	N2	198	241	138	114	252	0	158	158	215	504	321
int-gr	N3	193	236	140	112	221	0	154	148	198	473	291
int-gr	N4.1	118	207	172	78	6	0	102	69	114	256	92
int-gr	N4.2											
int-msgr	N2	115	104	185	107	219	0	94	182	261	511	311
int-msgr	N3	113	96	191	100	181	0	89	170	241	472	276
int-msgr	N4.1	87	56	167	77	4	0	53	114	112	248	87
int-msgr	N4.2											

Nscenario: N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Maaipercentage: gemiddeld gemaaid oppervlakte (100% = 1 maal alle grasland gemaaid)

* Het bedrijf int-msgr moet bij N4 extra mest afvoeren

Tabel 6. Resultaten N op grasland kleigrond Gt IV.

Bedrijf	N scenario	Maai	N mest	N aanv	N aanv	N aanv	extra N	N-afvoer	N-afvoer	N over-	N uit	Nwerkz
		percen- tage	afvoer > 250	drijf- mest	weide- mest	kunst- mest	minera- lisatie	maaaien	weiden	schot	org+km	
		%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	404	47	183	67	291	0	311	94	165	541	382
ext-gr	N3	397	39	185	65	246	0	291	91	144	496	338
ext-gr	N4.1	404	47	183	67	291	0	311	94	165	541	382
ext-gr	N4.2	268	-7	190	53	27	0	165	74	62	271	123
ext-msgr	N2	282	-3	198	87	272	0	226	160	198	557	371
ext-msgr	N3	273	-7	195	85	231	0	209	155	174	511	328
ext-msgr	N4.1	282	-3	198	87	272	0	226	160	198	557	371
ext-msgr	N4.2	148	-42	167	65	2	0	88	116	62	235	86
int-gr	N2	295	233	139	112	303	0	154	236	193	555	373
int-gr	N3	276	227	144	108	256	0	150	211	174	507	327
int-gr	N4.1	295	233	139	112	303	0	154	236	193	555	373
int-gr	N4.2	138	190	134	75	0	0	97	80	64	209	67
int-msgr	N2	196	128	181	109	258	0	159	185	230	548	348
int-msgr	N3	185	120	184	107	225	0	145	181	216	516	317
int-msgr	N4.1	196	128	181	109	258	0	159	185	230	548	348
int-msgr	N4.2	120	54	126	72	0	0	68	104	58	197	63

Nscenario: N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Maaipercentage: gemiddeld gemaaid oppervlakte (100% = 1 maal alle grasland gemaaid)

* Het bedrijf int-gr en int-msgr moeten bij N4.2 extra mest afvoeren

Tabel 7. Resultaten N op grasland droge veengrond Gt III.

Bedrijf	N scenario	Maai	N mest	N aanv	N aanv	N aanv	extra N-	N-afvoer	N-afvoer	N over-	N uit	Nwerkz
		percen- tage	afvoer > 250	drijf- mest	weide- mest	kunst- mest	minera- lisatie	maaaien	weiden	schot	org+km	
		%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	329	64	183	67	149	220	265	91	291	399	241
ext-gr	N3	327	58	183	67	123	220	255	91	276	373	214
ext-gr	N4.1	329	64	183	67	149	220	265	91	291	399	241
ext-gr	N4.2	259	26	126	59	0	220	178	81	179	185	63
int-gr	N2	226	257	142	110	157	220	151	183	324	409	228
int-gr	N3	211	251	143	109	132	220	148	170	314	384	203
int-gr	N4.1	226	257	142	110	157	220	151	183	324	409	228
int-gr	N4.2	144	219	54	96	0	220	128	98	178	150	27

Nscenario: N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, int-gr: intensief 100% gras

Maaipercantage: gemiddeld gemaaid oppervlakte (100% = 1 maal alle grasland gemaaid)

* Het bedrijf ext-gr en intgr moeten bij N4.2 extra mest afvoeren

Tabel 8. Resultaten P₂O₅ op grasland zandgrond Gt IV.

Bedrijf	N scenario	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
		drijfmest	weidemest	kunstmest	maaaien	weiden	overschot incl kunstmest	overschot excl kunstmest
		kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	58	19	64	85	27	28	-36
ext-gr	N3	60	19	58	82	27	27	-30
ext-gr	N4.1	58	19	64	85	27	28	-36
ext-gr	N4.2							
ext-msgr	N2	64	24	42	63	45	21	-21
ext-msgr	N3	65	24	36	60	46	20	-16
ext-msgr	N4.1	50	24	55	61	46	23	-33
ext-msgr	N4.2							
int-gr	N2	46	31	62	69	44	26	-36
int-gr	N3	48	30	56	63	44	27	-28
int-gr	N4.1	47	31	57	63	44	28	-29
int-gr	N4.2							
int-msgr	N2	61	30	30	47	55	19	-11
int-msgr	N3	62	30	27	44	53	23	-4
int-msgr	N4.1	50	29	37	42	51	23	-14
int-msgr	N4.2							

Nscenario : N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Tabel 9. Resultaten P₂O₅ op grasland zandgrond Gt VI.

Bedrijf	N scenario	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ overschot incl	P ₂ O ₅ overschot excl
		drijfmest	weidemest	kunstmest	maaaien	weiden	kunstmest	kunstmest
		kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	58	18	52	75	27	27	-25
ext-gr	N3	60	18	50	73	27	29	-22
ext-gr	N4.1	63	19	46	70	27	30	-16
ext-gr	N4.2							
ext-msgr	N2	65	24	29	53	46	19	-10
ext-msgr	N3	65	24	28	49	46	21	-7
ext-msgr	N4.1	55	23	33	44	44	23	-11
ext-msgr	N4.2							
int-gr	N2	45	31	52	54	44	29	-23
int-gr	N3	47	30	45	52	43	27	-18
int-gr	N4.1	52	30	30	41	44	29	-2
int-gr	N4.2							
int-msgr	N2	62	30	21	37	52	24	3
int-msgr	N3	64	29	13	32	52	23	9
int-msgr	N4.1	62	28	9	20	50	29	21
int-msgr	N4.2							

Nscenario : N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Tabel 10. Resultaten P₂O₅ op grasland zandgrond Gt VII.

Bedrijf	N scenario	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ overschot incl	P ₂ O ₅ overschot excl
		drijfmest	weidemest	kunstmest	maaaien	weiden	kunstmest	kunstmest
		kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	58	18	46	68	27	27	-18
ext-gr	N3	60	19	40	64	27	27	-12
ext-gr	N4.1	69	18	21	52	27	29	8
ext-gr	N4.2							
ext-msgr	N2	65	24	25	45	45	23	-2
ext-msgr	N3	64	24	20	42	45	21	1
ext-msgr	N4.1	56	23	20	31	44	24	4
ext-msgr	N4.2							
int-gr	N2	45	31	43	45	45	28	-14
int-gr	N3	46	31	40	43	44	30	-11
int-gr	N4.1	59	25	7	25	36	30	24
int-gr	N4.2							
int-msgr	N2	62	29	13	27	51	26	13
int-msgr	N3	66	27	11	28	49	27	16
int-msgr	N4.1	61	26	2	19	40	29	27
int-msgr	N4.2							

Nscenario : N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% maïs/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% maïs/70% gras

Tabel 11. Resultaten P₂O₅ op grasland kleigrond Gt IV.

Bedrijf	N scenario	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
		drijfmest	weidemest	kunstmest	maaaien	weiden	overschot incl kunstmest	overschot excl kunstmest
		kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	58	19	64	85	27	28	-36
ext-gr	N3	60	19	58	82	27	27	-30
ext-gr	N4.1	58	19	64	85	27	28	-36
ext-gr	N4.2	75	18	21	60	27	29	7
ext-msgr	N2	64	24	42	63	45	21	-21
ext-msgr	N3	65	24	40	60	46	23	-17
ext-msgr	N4.1	64	24	42	63	45	21	-21
ext-msgr	N4.2	65	23	14	34	43	25	11
int-gr	N2	46	31	31	69	44	-5	-36
int-gr	N3	41	31	63	64	43	28	-35
int-gr	N4.1	46	31	31	69	44	-5	-36
int-gr	N4.2	48	26	25	32	37	30	5
int-msgr	N2	61	30	30	47	53	20	-10
int-msgr	N3	62	30	27	44	53	23	-4
int-msgr	N4.1	61	30	30	47	53	20	-10
int-msgr	N4.2	47	25	20	27	40	26	6

Nscenario : N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, ext-msgr: extensief 30% mais/70% gras, int-gr: intensief 100% gras, int-msgr: intensief 30% mais/70% gras

Tabel 12. Resultaten P₂O₅ op grasland droge veengrond Gt III.

Bedrijf	N scenario	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ aanv	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅ afvoer	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
		drijfmest	weidemest	kunstmest	maaaien	weiden	overschot incl kunstmest	overschot excl kunstmest
		kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
ext-gr	N2	56	18	50	70	25	29	-21
ext-gr	N3	58	18	49	69	25	30	-19
ext-gr	N4.1	56	18	50	70	25	29	-21
ext-gr	N4.2	44	18	50	56	25	31	-19
int-gr	N2	45	29	46	49	41	30	-16
int-gr	N3	46	30	44	47	41	32	-13
int-gr	N4.1	45	29	46	49	41	30	-16
int-gr	N4.2	18	29	57	32	41	31	-26

Nscenario : N2: bemest volgens advies, N3: bemest volgens advies-10%, N4.1: bemest naar 50 mg NO₃/l op zand, 10 mg Ntot/l op klei en veen, N4.2: bemest naar 2.2 mg Ntot/l op klei en veen

Bedrijf: ext-gr: extensief 100% gras, int-gr: intensief 100% gras

Conclusie

Op vochtig zand en klei heeft huidige beleid (MINAS) ervoor gezorgd dat de bemesting redelijk is gaan sporen met het bemestingsadvies. Verspilling van meststoffen werd voorkomen en de in de nitraatprojecten gesignaleerde financiële winst door MINAS is hiermee verklaarbaar. Op droge zandgrond leidt beweiden in combinatie met het volgen van het bemestingsadvies tot een hoger overschot dan MINAS toe laat. MinAS dwingt dus tot beperking van de bemesting. Om de milieukwaliteit op droge zandgrond te waarborgen moet de bemesting nog verder omlaag zodat het overschot verder daalt met maximaal 45 kg N/ha (van 145 in MINAS naar 100kg voor GtVIII). Dat kan door meer te maaien of door minder te bemesten.

Op veen en klei is het milieu-traject (2,2 - 10,0 mg N/liter) zo ruim dat 'alles of niets' mogelijk is. Een helder standpunt over de noodzakelijk geachte milieukwaliteit is noodzakelijk voor een verdere vormgeving van gebruiksnormen.

In vrijwel alle gevallen is de hoeveelheid fosfaat in de netto grasopbrengst meer dan de aanvoer als dierlijke mest. Afhankelijk van de noodzaak tot bemesten (fosfaattoestand bodem) en het acceptabel overschot zal kunstmest worden gebruikt. Vooral bij een fosfaattoestand van 'voldoende' of lager en een toelaatbaar overschot van minder dan 20 kg (inclusief kunstmest) kan dit tot derving van opbrengst leiden. De mogelijkheden om het toelaatbare overschot afhankelijk te maken van de fosfaattoestand van de bodem verdienen te worden verkend.

Hiaten in kennis en optimalisatie gebruiksnormen

De gebruiksnormen zullen ondermeer gebaseerd worden op uitkomsten van berekeningen zoals hier gepresenteerd. Die zijn op hun beurt gebaseerd op de huidige stand van de wetenschap, nog nauwelijks aan de praktijk getoetst en dus omgeven met onzekerheden. De praktische toetsing zal in 2004 en 2005 plaats vinden op percelen van bedrijven in het project Koeien & Kansen en op proefbedrijf De Marke. Percelen worden zo gekozen de belangrijkste combinaties van bodem, hydrologie en graslandgebruik voor zullen komen. Het onderzoek zal zich richten op de relaties tussen aan- en afvoer (zoals weergegeven in dit stuk), maar ook op het lot van het N-overschot (dus op de vraag of het veronderstelde toelaatbare overschot ook werkelijk het optimale is). Immers ook het toelaatbare overschot is hypothetisch en zal praktisch moeten worden getoetst. Bovendien zal verkend worden hoe verbetering van de gebruiksnorm mogelijk is (zelfde milieueffect maar landbouwkundig beter, landbouwkundig zelfde effect maar milieukundig beter, zowel milieukundig als landbouwkundig beter).

Er zitten een aantal hiaten in onze kennis m.b.t. het functioneren van de praktijk. Het is bijvoorbeeld onvoldoende duidelijk hoe beweiding plaats vindt en hoe de beweiding gerelateerd is aan bodem, waterhuishouding, bedrijfsintensiteit of andere factoren. Daardoor is het bijvoorbeeld ook moeilijk de productie van weidemest goed in te schatten. Een beter zicht op het technisch functioneren van bedrijven kan ervoor zorgen dat normstelling maximaal aansluit bij de dagelijkse praktijk. In principe zit de benodigde informatie opgesloten in het Bedrijfsinformatienetwerk, beheerd door het LEI. Die zou beschikbaar moeten zijn voor een gedetailleerde bedrijfstechnische analyse.

Literatuur

Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 1999.

Limits to intensity of milk production in sandy areas in The Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science 47, 263-277

Middelkoop, N. & H.F.M. Aarts, 1991.

De invloed van bodemeigenschappen, bemesting en gebruik op de opbrengst en de stikstofemissies van grasland op zandgrond. Verslag 144 Cabo-DLO, Wageningen. 78 p.

Tamminga, S., A.W. Jongbloed, M.M. van Eerd, H.F.M. Aarts, F. Mandersloot, N.J.P. Hoogervorst & H. Westhoek, 2000.

De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID nr 00-2040R, Lelystad. 71 p.
Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen, 2002.

		STIKSTOF										FOSFAAT													
170 kg N als drijfmest en weidemest		drif	weide	stikstofbal	dep	min	opbre	overs	org+	wer	m	ge	overs	adviesgift bij bodemtoestand	h	als	rijfmes	rijfmes	ruim	h	volle	advies	overschot bij advies	ho	max. kunstmest bij overschotnorm0
nr	nr	mest0	mest0	lustrmest	slides	ep80	ng814	ch086	ke15	kg30	6	8	ch082	de 135	vo1d15	4	drijfmes	rijfmes	volle4	o	h	nde43	advies	vo1d.	3
M		170	0	212	45	129	301	247	382	297	6	88	-28	135	115	40	61	74	54	2	47	27	-48	3	42
		170	0	325	45	129	347	314	495	410	6	10	-41	135	115	40	61	74	54	2	33	13	-62	48	51
		170	0	245	45	129	314	266	415	330	6	92	-32	135	115	40	61	74	54	2	43	23	-52	31	42
		170	0	94	45	129	253	177	264	179	6	74	-14	135	115	40	61	74	54	2	61	41	-34	12	24
W/M-B		51	119	268	45	129	305	295	438	294	6	90	-29	90	70	10	18	72	52	2	43	23	-32	34	39
		56	114	233	45	129	292	274	403	261	6	86	-25	90	70	10	20	70	50	3	45	26	-30	29	35
		47	123	288	45	129	316	314	488	321	6	93	-32	90	70	15	17	73	53	5	41	21	-34	35	42
		51	119	268	45	129	305	295	438	294	6	90	-29	90	70	15	18	72	52	3	43	23	-32	22	39
		79	91	76	45	129	232	177	246	116	6	68	-8	90	70	15	28	62	42	3	54	34	-21	8	18
W/M-O		56	114	262	45	129	291	303	432	290	6	86	-25	80	60	15	20	60	40	1	35	15	-30	2	35
		61	109	230	45	129	279	283	400	261	6	82	-21	80	60	15	22	58	38	5	37	17	-28	25	31
		54	116	280	45	129	298	314	450	307	6	88	-27	80	60	15	19	61	41	7	34	14	-31	21	37
		56	114	262	45	129	291	303	432	290	6	86	-25	80	60	15	20	60	40	4	35	15	-30	27	35
		87	83	58	45	129	214	177	228	101	6	63	-2	80	60	15	31	49	29	5	47	27	-18	5	12
WWW/M-B		2	168	238	45	129	287	282	408	239	1	84	-24	65	45	1	1	64	44	1	41	21	-9	2	34
		38	132	72	45	129	226	177	242	91	1	67	-6	65	45	1	13	52	32	2	46	26	-4	6	16
WWW/M-O		4	166	237	45	129	270	297	407	239	1	79	-19	55	35	1	1	54	34	1	35	15	-5	1	29
		46	124	46	45	129	201	177	216	69	1	59	2	55	35	1	17	38	18	2	40	20	0	-2	8
		125	125	231	45	129	321	322	481	293	9	94	-5	90	70	10	45	45	25	4	40	20	-35	15	25
		130	120	196	45	129	307	300	446	261	8	90	-1	90	70	15	46	44	24	3	42	22	-33	1	11
		127	123	218	45	129	316	314	468	281	8	93	-4	90	70	15	45	45	25	3	41	21	-34	4	14
		125	125	231	45	129	321	322	481	293	9	94	-5	90	70	15	45	45	25	3	40	20	-35	5	15
W/M-B		130	120	225	45	129	307	330	475	290	8	90	-1	80	60	1	47	33	13	-	32	12	-33	1	11
		135	115	193	45	129	295	310	443	261	8	87	3	80	60	15	48	32	12	3	34	14	-31	-3	7
		130	120	225	45	129	307	330	475	290	8	90	-1	80	60	15	47	33	13	3	34	14	-31	-2	8
WWW/M-B		76	174	227	45	129	288	340	477	265	8	88	2	65	45	1	27	38	18	-	40	20	-10	-2	8
		82	168	198	45	129	288	322	448	239	8	85	5	65	45	15	29	36	16	1	41	21	-9	-5	5
		85	165	185	45	129	283	314	435	227	8	83	6	65	45	15	30	35	15	1	41	21	-9	-6	4
		76	174	227	45	129	298	340	477	265	9	88	2	65	45	15	27	38	18	1	40	20	-10	-2	8
WWW/M-O		67	183	231	45	129	297	346	481	265	8	87	2	55	35	1	24	31	11	-	33	13	-7	-2	8
		74	176	202	45	129	286	327	452	239	8	84	5	55	35	15	26	29	9	9	34	14	-6	-5	5
		78	172	182	45	129	279	314	432	221	8	82	7	55	35	15	28	27	7	1	34	14	-6	-7	3
		67	183	231	45	129	287	346	481	265	9	87	2	55	35	15	24	31	11	1	33	13	-7	-2	8

DROOG
Gt III'V

	STIKSTOF										FOSFAAT																
	drifj	weide	stikstofbal kunstmeest	depo	min	opbre	overs	org	wer	m	ge	overs	fosfaatbalan	adviesgift bij voltoeren	ruim	h	als	ruim	h	als	voltoere	ruim	overschot bij	max. kunstmeest bij			
M	170	0	185	45	220	383	228	355	270	6	11	-52	135	115	4	61	74	54	74	54	22	73	2	-73	5		
	170	0	158	45	220	371	214	328	243	6	10	-48	135	115	4	61	74	54	74	54	26	69	6	-69	4		
	170	0	512	45	220	533	405	682	597	6	15	-96	135	115	4	61	74	54	74	54	-22	-42	-	9			
	170	0	185	45	220	383	228	355	270	6	11	-52	135	115	4	61	74	54	74	54	22	73	2	-73	5		
	170	0	90	45	220	340	177	260	175	6	10	-39	135	115	4	61	74	54	74	54	35	15	15	60	3		
W/M-B	24	146	223	45	220	374	271	393	235	6	11	-49	90	70	1	9	81	61	6	6	32	12	-43	4			
	28	142	198	45	220	363	257	368	212	6	10	-46	90	70	1	10	80	60	5	34	14	-41	4				
	24	146	223	45	220	374	271	393	244	6	11	-51	90	70	1	8	82	62	7	31	11	-44	5				
W/M-O	51	119	59	45	220	305	177	229	85	6	90	-29	90	70	1	18	72	52	-	43	23	-32	2				
	30	140	220	45	220	358	284	390	235	6	10	-45	80	60	1	11	69	49	4	24	4	-41	4				
	34	136	195	45	220	348	269	365	212	6	10	-42	80	60	1	12	68	48	3	26	6	-39	4				
	30	140	220	45	220	358	284	390	235	6	10	-45	80	60	1	11	69	49	4	24	4	-41	4				
W/M-M-B	61	109	33	45	220	280	177	203	63	6	82	-22	80	60	1	22	58	38	-	37	17	-28	2				
W/M-M-O																											
250kg N als drifmeest en	10	160	15	45	220	260	177	185	20	6	76	-16	55	35	1	4	51	31	1	36	16	-4	1				
M	250	0	145	45	220	400	248	395	270	8	11	-28	135	115	4	89	46	26	-	17	-3	-78	2				
	250	0	118	45	220	387	233	368	243	8	11	-25	135	115	4	89	46	26	-	21	1	-74	2				
	250	0	435	45	220	533	405	685	560	8	15	-67	135	115	4	89	46	26	-	-22	-42	-	6				
	250	0	145	45	220	400	248	395	270	8	11	-28	135	115	4	89	46	26	-	17	-3	-78	2				
	250	0	14	45	220	340	177	264	139	8	10	-11	135	115	4	89	46	26	-	35	15	-60	1				
	97	153	186	45	220	392	297	436	235	8	11	-26	90	70	1	35	55	35	-	29	9	-46	2				
	101	149	161	45	220	381	282	411	212	8	11	-23	90	70	1	36	54	34	-	31	11	-44	2				
	66	164	373	45	220	471	405	623	406	8	13	-49	90	70	1	24	66	46	-	17	-3	-58	4				
	97	153	186	45	220	392	297	436	235	8	11	-26	90	70	1	35	55	35	-	29	9	-46	2				
W/M-O	103	147	183	45	220	376	309	433	235	8	11	-21	80	60	1	37	43	23	-	22	2	-43	2				
	107	143	158	45	220	366	295	408	212	8	10	-16	80	60	1	38	42	22	-	23	3	-42	1				
	76	174	348	45	220	446	405	598	386	8	13	-42	80	60	1	27	53	33	-	11	-9	-54	4				
	103	147	183	45	220	376	309	433	235	8	11	-21	80	60	1	37	43	23	-	22	2	-43	2				
W/M-M-B	22	228	204	45	220	389	317	454	215	8	11	-25	65	45	1	8	57	37	7	32	12	-18	2				
	28	222	180	45	220	379	303	430	194	8	11	-22	65	45	1	10	55	35	5	33	13	-17	2				
	22	228	204	45	220	389	317	454	215	8	11	-25	65	45	1	8	57	37	7	32	12	-18	2				
W/M-M-O	24	226	203	45	220	368	338	453	215	8	10	-19	55	35	1	9	46	26	6	28	8	-12	1				
	30	220	179	45	220	358	323	429	194	8	10	-16	55	35	1	11	44	24	4	28	8	-12	1				
	24	226	203	45	220	368	338	453	215	8	10	-19	55	35	1	9	46	26	6	28	8	-12	1				

VOCHTINGZAND (VZ)
GHV

		STIKSTOF					FOSFAAT						overschot bij advies														
		stikstofbalans					adviesgift bij bodemtoestand						als drijfmest		ruim vold.		max. kunstmest bij overschotnorm										
		drifmest	wedemest	kunstmest	depositie	mineral.	opbrengst	overschot	orig	werkz.N	mest gewas		overschot	adviesgift bij bodemtoestand		Kunstmestaanvulling bij		ruim vold.		max. kunstmest bij overschotnorm							
		0	280	45	0	374	113	450	365	61	110	-49	135	115	40	61	74	54	-21	25	5	-70	49	59	69	79	
M	N-advies	170	0	240	45	0	374	113	450	329	61	104	-43	135	115	40	61	74	54	-21	25	5	-70	49	59	69	79
	N-advies-10%	170	0	244	45	0	353	97	414	329	61	104	-43	135	115	40	61	74	54	-21	31	11	-64	43	53	63	73
	MINAS- N-bodemoverschot	170	0	447	45	0	469	185	617	532	61	138	-77	135	115	40	61	74	54	-21	3	-23	-98	77	87	97	107
	milieu-bodemoverschot1	170	0	280	45	0	374	113	450	365	61	110	-49	135	115	40	61	74	54	-21	25	5	-70	49	59	69	79
W/M-B	N-advies	29	141	311	45	0	362	151	481	325	61	107	-46	90	70	15	10	80	60	5	34	14	-41	46	56	66	76
	N-advies-10%	36	134	275	45	0	344	133	445	293	61	101	-40	90	70	15	13	77	57	2	37	17	-38	40	50	60	70
	MINAS- N-bodemoverschot	14	156	383	45	0	399	185	563	390	61	117	-57	90	70	15	5	85	65	10	28	8	-47	57	67	77	87
	milieu-bodemoverschot1	29	141	311	45	0	362	151	481	325	61	107	-46	90	70	15	10	80	60	5	34	14	-41	46	56	66	76
W/M-O	N-advies	35	135	308	45	0	346	164	478	325	61	102	-41	80	60	15	12	68	48	3	26	6	-39	41	51	61	71
	N-advies-10%	42	128	272	45	0	328	147	442	293	61	96	-36	80	60	15	15	65	45	0	29	9	-36	36	46	56	66
	MINAS- N-bodemoverschot	26	144	351	45	0	368	185	521	364	61	108	-48	80	60	15	9	71	51	6	23	3	-42	48	58	68	78
	milieu-bodemoverschot1	35	135	307	45	0	346	164	477	325	61	102	-41	80	60	15	13	67	47	2	26	6	-39	41	51	61	71
WWW/M-B	N-advies																										
	N-advies-10%																										
	MINAS- N-bodemoverschot																										
	milieu-bodemoverschot1																										
WWW/M-O	N-advies																										
	N-advies-10%																										
	MINAS- N-bodemoverschot																										
	milieu-bodemoverschot1																										
250kg N als drijfmest en wedemest	drifmest									werkz.N																	
	wedemest																										
M	N-advies	250	0	240	45	0	394	128	490	365	89	116	-27	135	115	40	89	46	26	-49	19	-1	-76	27	37	47	57
	N-advies-10%	250	0	204	45	0	374	113	454	329	89	110	-21	135	115	40	89	46	26	-49	25	5	-70	21	31	41	51
	MINAS- N-bodemoverschot	250	0	371	45	0	469	185	621	496	89	138	-49	135	115	40	89	46	26	-49	3	-23	-98	49	59	69	79
	milieu-bodemoverschot1	250	0	240	45	0	394	128	490	365	89	116	-27	135	115	40	89	46	26	-49	19	-1	-76	27	37	47	57
W/M-B	N-advies	100	150	275	45	0	385	173	525	325	89	113	-24	90	70	15	36	54	34	-21	30	10	-45	24	34	44	54
	N-advies-10%	107	143	240	45	0	367	156	490	293	89	108	-19	90	70	15	38	52	32	-23	33	13	-42	19	29	39	49
	MINAS- N-bodemoverschot	95	155	300	45	0	398	185	550	347	89	117	-28	90	70	15	34	56	36	-19	28	8	-47	28	38	48	58
	milieu-bodemoverschot1	104	146	256	45	0	375	164	506	308	89	110	-21	90	70	15	37	53	33	-22	32	12	-43	21	31	41	51
W/M-O	N-advies	106	144	272	45	0	368	186	522	325	89	108	-19	80	60	15	38	42	22	-23	23	3	-42	19	29	39	49
	N-advies-10%	114	136	236	45	0	350	189	486	293	89	103	-14	80	60	15	41	39	19	-26	26	6	-39	14	24	34	44
	MINAS- N-bodemoverschot	107	143	269	45	0	367	185	519	322	89	106	-19	80	60	15	38	42	22	-23	23	3	-42	19	29	39	49
	milieu-bodemoverschot1	115	135	227	45	0	345	164	477	285	89	102	-12	80	60	15	41	39	19	-26	27	7	-38	12	22	32	42
WWW/M-B	N-advies	28	222	286	45	0	379	190	536	300	89	111	-22	65	45	15	10	55	35	5	33	13	-17	22	32	42	52
	N-advies-10%	38	212	251	45	0	362	172	501	270	89	106	-17	65	45	15	14	51	31	1	34	14	-16	17	27	37	47
	MINAS- N-bodemoverschot	31	219	277	45	0	374	185	527	292	89	110	-21	65	45	15	11	54	34	4	33	13	-17	21	31	41	51
	milieu-bodemoverschot1	43	207	236	45	0	354	164	486	257	89	104	-15	65	45	15	15	50	30	0	35	15	-15	15	25	35	45
WWW/M-O	N-advies	30	220	286	45	0	357	210	535	300	89	105	-16	55	35	15	11	44	24	4	28	8	-12	16	26	36	46
	N-advies-10%	41	209	250	45	0	340	192	500	270	89	100	-11	55	35	15	15	40	20	0	30	10	-10	11	21	31	41
	MINAS- N-bodemoverschot	44	206	237	45	0	334	185	487	259	89	98	-9	55	35	15	16	39	19	-1	30	10	-10	9	19	29	39
	milieu-bodemoverschot1	44	206	237	45	0	334	185	487	259	89	98	-9	55	35	15	16	39	19	-1	30	10	-10	9	19	29	39

DROGE ZANDGROND (DZ)
Gt VI

	STIKSTOF											FOSFAAT																					
	stikstofbalans											fosfaatbalans											adviesgift bij bodemtoestand:										
	drifjmest/weidmest kunstmest. depositie mineral. opbrengst overschot org +km werkz.N											mest gewas overschot											als drifjmest. voldoende ruim vold. hoog										
M	290 0 180 45 0 373 128 470 325 104 110 -6											135 115 40											104 31 11 -64 25 5 -70										
	290 0 148 45 0 355 114 438 293 104 104 -1											135 115 40											104 31 11 -64 31 5 -70										
	290 0 220 45 0 386 145 510 365 104 116 -13											135 115 40											104 31 11 -64 19 1 -76										
	290 0 193 45 0 380 133 483 338 104 112 -8											135 115 40											104 31 11 -64 23 3 -72										
	146 144 212 45 0 370 158 502 285 104 109 -5											90 70 15											52 38 18 -37 33 13 -42										
	152 138 181 45 0 354 143 471 257 104 104 -1											90 70 15											54 36 16 -39 35 15 -40										
	151 139 185 45 0 356 145 475 261 104 105 -1											90 70 15											54 36 16 -39 35 15 -40										
	156 134 160 45 0 344 133 450 238 104 101 3											90 70 15											56 34 14 -41 37 17 -38										
	152 138 209 45 0 354 171 499 285 104 104 -1											80 60 15											54 26 6 -39 25 5 -40										
	158 132 178 45 0 338 156 468 257 104 99 4											80 60 15											56 24 4 -41 28 8 -37										
W/M-B	163 127 155 45 0 326 145 445 236 104 96 8											80 60 15											58 22 2 -43 29 9 -36										
	168 122 130 45 0 313 133 420 214 104 92 11											80 60 15											60 20 2 -44 31 11 -34										
	77 213 221 45 0 363 172 511 260 104 107 -3											65 45 15											28 37 17 -13 35 14 -16										
	86 204 191 45 0 349 157 481 234 104 103 1											65 45 15											31 34 14 -16 35 15 -15										
	83 197 168 45 0 337 145 458 214 104 99 4											65 45 15											32 32 12 -18 36 16 -14										
	100 190 143 45 0 325 133 433 193 104 96 8											65 45 15											36 29 9 -21 37 17 -13										
	80 210 220 45 0 342 192 510 260 104 101 3											55 35 15											28 27 7 -10 30 10 -10										
	88 202 190 45 0 328 177 480 234 104 96 7											55 35 15											32 23 3 -17 31 11 -9										
	107 183 128 45 0 298 145 418 181 104 88 16											55 35 15											38 17 3 -23 33 13 -7										
	114 176 104 45 0 286 133 394 161 104 84 19											55 35 15											41 14 -6 -26 34 14 -6										
M	330 0 160 45 0 363 135 490 325 118 113 5											135 115 40											118 17 -3 -78 22 2 -73										
	330 0 128 45 0 365 121 458 293 118 107 11											135 115 40											118 17 -3 -78 28 8 -67										
	330 0 182 45 0 386 145 512 347 118 116 1											135 115 40											118 17 -3 -78 19 -1 -76										
	330 0 154 45 0 380 133 484 319 118 112 6											135 115 40											118 17 -3 -78 23 3 -72										
	181 149 195 45 0 383 171 525 285 118 113 5											90 70 15											65 25 5 -50 31 11 -44										
	187 143 166 45 0 368 157 496 259 118 108 10											90 70 15											67 23 3 -52 33 13 -42										
	191 139 142 45 0 355 145 472 238 118 105 13											90 70 15											68 22 2 -53 35 15 -40										
	196 134 118 45 0 343 133 448 216 118 101 17											90 70 15											70 20 0 -55 37 17 -38										
	187 143 191 45 0 366 184 521 285 118 108 10											80 60 15											67 13 -7 -52 23 3 -42										
	194 136 160 45 0 350 169 490 257 118 103 15											80 60 15											69 11 -9 -54 26 6 -39										
W/M-B	203 127 112 45 0 325 145 442 214 118 96 22											80 60 15											73 7 -13 -58 30 10 -35										
	208 122 88 45 0 313 133 418 192 118 92 26											80 60 15											74 6 -14 -59 32 12 -33										
	110 220 205 45 0 376 187 535 260 118 111 7											65 45 15											39 26 6 -24 33 13 -17										
	118 212 175 45 0 362 172 505 234 118 106 11											65 45 15											42 23 3 -27 34 14 -16										
	133 197 123 45 0 336 145 453 190 118 99 19											65 45 15											48 17 -3 -33 36 16 -14										
	140 190 100 45 0 325 133 430 170 118 96 22											65 45 15											50 15 -5 -35 37 17 -13										
	112 218 204 45 0 355 207 534 260 118 104 13											55 35 15											40 15 -5 -25 29 9 -11										
	121 209 174 45 0 340 192 504 234 118 100 18											55 35 15											43 12 -8 -28 30 10 -10										
	148 182 82 45 0 296 145 412 156 118 87 31											55 35 15											53 2 -18 -38 33 13 -7										
	155 175 60 45 0 285 133 390 137 118 84 34											55 35 15											55 0 -20 -40 34 14 -6										
M	330 0 160 45 0 363 135 490 325 118 113 5											135 115 40											118 17 -3 -78 22 2 -73										
	330 0 128 45 0 365 121 458 293 118 107 11											135 115 40											118 17 -3 -78 28 8 -67										
	330 0 182 45 0 386 145 512 347 118 116 1											135 115 40											118 17 -3 -78 19 -1 -76										
	330 0 154 45 0 380 133 484 319 118 112 6											135 115 40											118 17 -3 -78 23 3 -72										
	181 149 195 45 0 383 171 525 285 118 113 5											90 70 15											65 25 5 -50 31 11 -44										
	187 143 166 45 0 368 157 496 259 118 108 10											90 70 15											67 23 3 -52 33 13 -42										
	191 139 142 45 0 355 145 472 238 118 105 13											90 70 15											68 22 2 -53 35 15 -40										
	196 134 118 45 0 343 133 448 216 118 101 17											90 70 15											70 20 0 -55 37 17 -38										
	187 143 191 45 0 366 184 521 285 118 108 10											80 60 15											67 13 -7 -52 23 3 -42										
	194 136 160 45 0 350 169 490 257 118 103 15											80 60 15											69 11 -9 -54 26 6 -39										
W/M-B	203 127 112 45 0 325 145 442 214 118 96 22											80 60 15											73 7 -13 -58 30 10 -35										
	208 122 88 45 0 313 133 418 192 118 92 26											80 60 15											74 6 -14 -59 32 12 -33										
	110 220 205 45 0 376 187 535 260 118 111 7											65 45 15											39 26 6 -24 33 13 -17										
	118 212 175 45 0 362 172 505 234 118 106 11											65 45 15											42 23 3 -27 34 14 -16										
	133 197 123 45 0 336 145 453 190 118 99 19											65 45 15											48 17 -3 -33 36 16 -14										
	140 190 100 45 0 325 133 430 170 118 96 22											65 45 15											50 15 -5 -35 37 17 -13										
	112 218 204 45 0 355 207 534 260 118 104 13											55 35 15											40 15 -5 -25 29 9 -11										
	121 209 174 45 0 340 192 504 234 118 100 18											55 35 15											43 12 -8 -28 30 10 -10										
	148 182 82 45 0 296 145 412 156 118 87 31											55 35 15											53 2 -18 -38 33 13 -7										
	155 175 60 45 0 285 133 390 137 118 84 34											55 35 15											55 0 -20 -40 34 14 -6										

Bijlage II.

Uitgangspunten voor het berekenen van gebruiksnormen bij snijmaïs

Jaap Schröder (PRI), Wageningen, 18 februari 2004)

N.B.

De volgende Tabellen A en B zijn een samenvatting van, respectievelijk, Tabellen C en D. Tabellen C en D op hun beurt zijn een samenvatting van de vollediger Tabel 8 elders in deze Bijlage II.

Tabel A. *Maximaal mogelijk gebruik van dierlijke mest (kg totaal N per ha per jaar, met een maximum van 250 kg N per ha per jaar), maximaal mogelijke gift aan werkzame N (kg N per ha per jaar uit kunstmest en dierlijke mest, met een maximum van 160 kg N per ha per jaar) en de te verwachten opbrengstderving bij snijmaïs, gemiddeld over opbrengstniveaus voor een beperkt aantal scenario's onder aanname dat op kleigrond mest in voorjaar wordt toegediend en op zandgrond bij N4 scenario's een wintergewas na de snijmaïs wordt geteeld.*

Mestsoort	N-scenario	Maximale P-verliesnorm (kg P ₂ O ₅ /ha)	Grondsoort	Specificatie	Maximale mestgift (kg N/ha)	Maximale werkzame N gift (kg N/ha)	Opbrengstderving (%)		
RDM	N1: minas	20	Zand	Droog	210	130	5-15		
				Nat	220	160	0		
			Klei	250	160	0			
	N2: advies	20	Zand	220	160	0			
			Klei	250	160	0			
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	220	160	0		
				Gt VI	210	140	0-10		
				Gt VII	210	130	5-15		
				Gt VIII	190	120	15-25		
			Klei	'2,2 mg/l'	140	80	25-35		
				'10 mg/l'	250	160	0		
			N4: milieu	0	Zand	Gt IV	170	150	0
						Gt VI	170	140	0-10
	Gt VII	160				130	5-15		
	Gt VIII	160				120	15-25		
	Klei	'2,2 mg/l'			140	80	25-35		
'10 mg/l'		200			160	0			
VDM	N1: minas	20	Zand	Droog	140	160	0		
				Nat	140	160	0		
			Klei	160	160	0			
	N2: advies	20	Zand	140	160	0			
			Klei	160	160	0			
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	140	160	0		
				Gt VI	140	150	0		
				Gt VII	140	140	0-10		
				Gt VIII	130	130	5-15		
			Klei	'2,2 mg/l'	130	120	15-25		
				'10 mg/l'	160	160	0		
			N4: milieu	0	Zand	Gt IV	100	160	0
						Gt VI	100	160	0
	Gt VII	100				150	0		
	Gt VIII	100				140	0-10		
	Klei	'2,2 mg/l'			110	140	0-10		
'10 mg/l'		120			160	0			

Tabel B. *Maximaal mogelijk gebruik van dierlijke mest (kg totaal P₂O₅ per ha per jaar) en het gerealiseerde fosfaatverlies (inclusief gebruik van kunstmest-P (= 0 in alle scenario's), kg totaal P₂O₅ per ha per jaar), gemiddeld over opbrengstniveaus voor een beperkt aantal scenario's onder aanname dat op kleigrond mest in voorjaar wordt toegediend en op zandgrond bij N4 scenario's een wintergewas na de snijmaïs wordt geteeld.*

Mestsoort	N-scenario	Maximale P-verliesnorm (kg P ₂ O ₅ /ha)	Grondsoort	Specificatie	Maximale mestgift (kg P ₂ O ₅ /ha)	Gerealiseerd P-verlies (kg P ₂ O ₅ /ha)			
RDM	N1: minas	20	Zand	Droog	76	20			
				Nat	80	20			
				Klei		91	19		
	N2: advies	20	Zand		80	20			
			Klei		91	19			
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	81	20			
				Gt VI	79	20			
				Gt VII	75	18			
				Gt VIII	70	14			
			Klei	'2,2 mg/l'	50	0			
				'10 mg/l'	91	19			
				N4: milieu	0	Zand	Gt IV	61	0
							Gt VI	61	0
	Gt VII	59	0						
	Gt VIII	57	0						
	Klei	'2,2 mg/l'	50	0					
'10 mg/l'		72	0						
VDM		N1: minas	20	Zand	Droog	80	20		
					Nat	81	20		
	Klei				92	20			
	N2: advies	20	Zand		81	20			
			Klei		92	20			
	N4: milieu	20	Zand	Gt IV	81	20			
				Gt VI	81	20			
				Gt VII	80	20			
				Gt VIII	78	20			
			Klei	'2,2 mg/l'	78	20			
				'10 mg/l'	92	20			
				N4: milieu	0	Zand	Gt IV	61	0
							Gt VI	61	0
	Gt VII	61	0						
	Gt VIII	59	0						
	Klei	'2,2 mg/l'	62				0		
'10 mg/l'		72	0						

Tabel C. Snijmais: Samenvatting van de invloed van productieniveau (Relatief laag = 11 ton droge stof per ha met 1,3% N; Relatief hoog = 16 ton droge stof per ha met 1,3% N) op de maximaal mogelijke dierlijke mestgift (met een maximum van 250 kg N per ha) en maximaal mogelijke werkzame N (met een maximum van 160 kg N per ha) bij diverse scenario's m.b.t. mestsoort, N en P verliezen; N4 scenario's hebben bij zand betrekking op doel 50 mg nitraat-N per liter, bij klei op doel 2,2 / 10 mg N-totaal per liter; de kolommen 'werkzame N' beperken zich niet tot de werkzame N van de eerstejaarswerking van dierlijke mest en kunstmest maar bevatten ook de bijdrage uit werkzame N t.g.v. nawerking van mest.

Prod. niveau >	Bodem>	Laag			Hoog			Klei					
		Gt IV	Gt VI	Gt VII	Gt VIII	Gt IV	Gt VI		Gt VII	Gt VIII			
Mest-soort	Scenario*	Mest max	N werkz	Mest max	N werkz	Mest max	N werkz	Mest max	N werkz	Mest max	N werkz		
RDM	NIP1	190	160	170	110	170	110	250	160	250	160	250	160
	N2P2	190	160	190	160	190	160	250	160	250	160	250	160
	N2P3	220	160	220	160	220	160	250	160	250	160	250	160
	N3P2	180	145	180	145	180	145	230	145	230	145	230	145
	N3P3	210	145	210	145	210	145	230	145	230	145	230	145
	N4P2	190	160	160	105	140	80	250	160	250	160	250	160
	N4P2	190	140	180	120	160	100	250	160	250	160	250	160
	N4P3	210	150	170	100	140	80	250	160	250	160	250	160
	N4P3	220	140	190	120	160	100	250	160	250	160	250	160
	N4P5	140	160	120	130	100	105	200	160	200	160	200	160
	N4P5	140	160	140	140	120	120	200	140	200	140	200	140
VDM	NIP1	120	160	120	160	120	160	160	160	160	160	160	160
	N2P2	120	160	120	160	120	160	160	160	160	160	160	160
	N2P3	140	160	140	160	140	160	180	160	180	160	180	160
	N3P2	110	160	110	160	110	160	150	160	150	160	150	160
	N3P3	130	160	130	160	130	160	170	160	170	160	170	160
	N4P2	120	160	110	150	100	120	160	160	160	160	160	160
	N4P2	120	160	120	160	110	140	160	150	160	150	160	150
	N4P3	140	160	130	145	120	115	180	160	180	160	180	160
	N4P3	140	150	140	150	130	135	180	150	180	150	180	150
	N4P5	90	160	80	160	70	135	120	160	120	160	120	160
	N4P5	90	160	90	160	90	155	120	150	120	150	120	150

Tabel D. *Samenvatting van de invloed van productieniveau (Relatief laag = 11 ton droge stof per ha met 0.45% P₂O₅; Relatief hoog = 16 ton droge stof per ha met 0.45% P₂O₅) op de maximaal mogelijke dierlijke mestgift (P₂O₅ per ha) en het daarbij gerealiseerde P₂O₅-overschot (kg per ha) bij diverse scenario's m.b.t. mestsoort, N en P verliezen; N4 scenario's hebben bij zand betrekking op doel 50 mg nitraat-N per liter, bij klei op doel 2,2 / 10 mg N-totaal per liter.*

Prod. niveau > Bodem>	Mest-soort	Scenario* Winter-gewas	Laag												Hoog											
			Gt IV		Gt VI		Gt VII		Gt VIII		Gt VIII		Gt IV		Gt VI		Gt VII		Gt VIII		Gt VIII		Klei			
			Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot	Mest max	Over-schot		
RDM	N1P1	-	69	20	60	20	60	20	60	20	60	20	60	20	91	19	91	19	91	19	91	19	91	19		
	N2P2	-	69	20	69	20	69	20	69	20	69	20	69	20	91	19	91	19	91	19	91	19	91	19		
	N2P3	-	80	30	80	30	80	30	80	30	80	30	80	30	91	19	91	19	91	19	91	19	91	19		
	N3P2	-	67	20	67	20	67	20	67	20	67	20	67	20	82	14	82	14	82	14	82	14	82	14		
	N3P3	-	77	30	77	30	77	30	77	30	77	30	77	30	82	14	82	14	82	14	82	14	82	14		
	N4P2	-	69	20	59	20	50	16	43	11	50	16	43	11	91	19	91	19	91	19	85	15	91/50	19/0		
	N4P2	+	70	20	67	20	58	16	52	12	61	15	43	11	91	19	91	19	91	19	88	16	-	-		
	N4P3	-	78	30	61	30	49	15	43	11	69	30	59	17	52	12	91	19	91	19	85	15	91/50	19/0		
	N4P3	+	80	30	69	30	59	17	52	12	69	30	59	17	91	19	91	19	91	19	88	16	-	-		
	N4P5	-	49	0	43	0	37	0	34	0	43	0	37	0	72	0	72	0	72	0	72	0	72/50	0/0		
	N4P5	+	50	0	50	0	45	0	42	0	50	0	45	0	72	0	72	0	72	0	72	0	72	0		
	VDM	N1P1	-	69	20	67	20	67	20	67	20	67	20	67	20	92	20	92	20	92	20	92	20	92	20	
		N2P2	-	69	20	69	20	69	20	69	20	69	20	69	20	92	20	92	20	92	20	92	20	92	20	
		N2P3	-	79	30	79	30	79	30	79	30	79	30	79	30	102	30	102	30	102	30	102	30	102	30	
		N3P2	-	67	20	67	20	67	20	67	20	67	20	67	20	88	20	88	20	88	20	88	20	88	20	
N3P3		-	76	30	76	30	76	30	76	30	76	30	76	30	98	30	98	30	98	30	98	30	98	30		
N4P2		-	69	20	65	20	59	20	55	20	65	20	55	20	92	20	92	20	92	20	92	20	92	20		
N4P2		+	70	20	70	20	68	20	64	20	70	20	64	20	92	20	92	20	92	20	92	20	92	20		
N4P3		-	80	30	74	30	68	30	64	30	74	30	64	30	102	30	102	30	102	30	102	30	102/85	30/30		
N4P3		+	79	30	79	30	77	30	73	30	79	30	77	30	102	30	102	30	102	30	102	30	102	30		
N4P5		-	49	0	47	0	41	0	37	0	47	0	41	0	72	0	72	0	72	0	72	0	72/62	0/0		
N4P5		+	50	0	50	0	50	0	46	0	50	0	46	0	72	0	72	0	72	0	72	0	72	0		

1. **Samenstelling van dierlijke mest;** bron: Van Dijk (2003)Tabel 1. *Mestsamenstelling (kg per ton product).*

Mestsoort	N-totaal	NH ₄ -N	Norg	Ne	Nr	P ₂ O ₅
RDM	4.4	2.2	2.2	1.1	1.1	1.6
VDM	7.2	4.2	3.0	2.0	1.0	4.2

2. **Werking van dierlijke mest;** bron: Lammers (1983), Van Dijk (2003), Huijsmans (1999)

De (eerstejaars) werking van dierlijke mest wordt berekend als de som van het werkzame deel van de NH₄-N fractie en het werkzame deel van de Ne fractie. Van de NH₄-fractie wordt 10% vervluchtigingverlies afgetrokken waarna het resterende deel bij voorjaarstoediening voor 100% (dat wil zeggen: even goed als kunstmest) werkt en bij najaarstoediening 10%. Het restant gaat verloren door uitspoeling of denitrificatie. Van de Ne-fractie (= het deel van de organische mest dat binnen 12 maanden na toediening mineraliseert) wordt 60% geacht vrij te komen in de periode waarin het gewas deze even goed als kunstmest-N kan benutten. Het restant gaat verloren door uitspoeling of denitrificatie. Overeenkomstig de definities in de Werkgroep Onderbouw Gebruiksnormen (WOG) wordt de Nr fractie (=het deel van de organische mest dat ná de eerste 12 maanden na toediening mineraliseert) als humus volledig aan het overschot toegewezen. Anderzijds gaat de WOG uit van evenwicht zodat aan de aanvoorzijde van de balans een term ter grootte van de Nr fractie staat. De N-levering uit deze fractie verloopt geheel vergelijkbaar met die uit de Ne fractie: 60% wordt geacht vrij te komen in de periode waarin het gewas deze even goed als kunstmest-N kan benutten. Het restant gaat verloren door uitspoeling of denitrificatie. Op deze wijze laten zich de volgende (eerstejaars) werking- en verliescoëfficiënten berekenen:

Tabel 2. *Lot van mest-N.*

	Mestsoort en toedieningstijdstip			
	RDM, voorjaar	RDM, najaar	VDM, voorjaar	VDM, najaar
Even werkzaam als kunstmest	0.60	0.20	0.70	0.20
Ammoniakverlies	0.05	0.05	0.06	0.06
Naar humus	0.25	0.25	0.14	0.14
Uitspoel./denitrif.	0.10	0.50	0.10	0.60
TOTAAL	1.00	1.00	1.00	1.00

3. **Gewasopbrengsten en gehalten;** bron: Schröder, 1996; Schröder & Ehlert (1999)

Ten behoeve van de verdere berekeningen wordt snijmaïs geacht 1.3% N en 0.45% P₂O₅ in de droge stof te bevatten, ongeacht het opbrengstniveau. Als eerste benadering kan hiermee worden volstaan. In werkelijkheid echter treden variaties op. Als N en P niet beperkend zijn geweest voor de groei zullen bij hoge opbrengsten iets lagere N en P gehalten worden gevonden omdat de (voornamelijk in de voorzomer) opgenomen N en P met meer droge stof verdund worden. Als N en P wel beperkend zijn worden zullen lagere N en P gehalten worden gevonden naarmate opbrengsten lager zijn. Bij P-beperking stijgt het N-gehalte, bij N-beperking stijgt het P-gehalte.

Bij de berekeningen is uitgegaan van een tweetal opbrengstniveaus. Op kleigrond is aangenomen dat de netto-opbrengst (dat wil zeggen via oogst afgevoerd) 16 ton droge stof per ha bedraagt. Voor zandgronden zijn alle berekeningen uitgevoerd bij een verondersteld opbrengstniveau van zowel 11 als 16 ton droge stof per ha.

Bij eenzelfde grondwaterdiepte (Gt) kan het vochtleverend vermogen van de bodem en daarmee de opbrengst namelijk sterk verschillen. Een Gt IV kan zowel een beekerd (hoge vochtlevering) als een podzol (lage vochtlevering) betreffen; een Gt VII kan zowel een esgrond (hoge vochtlevering) als een podzol (lage vochtlevering) betreffen. Dat betekent het volgende voor de jaarlijkse N- en P₂O₅ afvoer:

Tabel 3. Opbrengst en N en P afvoer van snijmaïs.

	N-afvoer	P ₂ O ₅ -afvoer
11 ton ds/ha	143	50
16 ton ds/ha	208	72

4. **Het stikstofadvies;** bron: Van Dijk (2003), Schröder *et al.* (1998a), Nevens & Reheul (2003), Vanotti & Bundy (1994a, b), Schröder (1996)

Geadviseerd wordt aan snijmaïs bij regelmatig gebruik van dierlijke mest 180 kg werkzame N per ha te geven minus de hoeveelheid minerale bodem N in de laag 0-30 cm. Zonder regelmatig gebruik van mest wordt geadviseerd 205 kg werkzame N per ha te geven minus de hoeveelheid minerale bodem N in de laag 0-30 cm. De WOG veronderstelt dat bij aanvang van de bemesting rond 1 april 20 kg N per ha in de laag 0-30 cm en 20 kg N per ha in de laag 30-90 cm aanwezig is (Bijlage III).

Het advies definieert het 'regelmatig gebruik van mest' als een situatie waarin jaarlijks 50 m³ mest per ha wordt toegediend. Op basis van paragrafen 1 en 2 van deze bijlage laat zich berekenen dat 50 m³ overeenkomt met een Nr input van 50 (VDM) tot 55 (RDM) kg. Als hierop de in paragraaf 2 genoemde werkingsfactor van 60% wordt toegepast, komt dan overeen met 30-33 kg N. Dit ligt iets boven de 25 kg N verlaging van het advies voor gronden die regelmatig mest ontvangen. Dat betekent dat het advies de bijdrage van Nr voorzichtig inschat ofwel feitelijk van iets lagere mestgiften dan 50 m³ uitgaat. De WOG gaat uit van een evenwichtssituatie. Op bedrijven die maïs telen is regelmatig gebruik van mest waarschijnlijk. Dat betekent dat de WOG uitgaat van het advies '180 min Nmin' ofwel een adviesgift van circa 160 kg werkzame N per ha.

5. **De benutting van werkzame N**

Zonder bemesting geeft een gewas en dus ook maïs toch een zekere opbrengst. Dat komt omdat ook een onbemest gewas N-bronnen ter beschikking staan. De WOG onderscheidt hierbij voor bouwland op zand- en kleigrond de bronnen 1) Nmin voorjaar, 2) depositie, 3) de bijdrage uit gewasresten, en 4) de bijdrage uit in eerdere jaren gegeven drijfmest (nawerking). Die bijdragen worden becijferd op achtereenvolgens 40 kg N per ha (0-90 cm), 45 kg N per ha, 25 kg N per ha (t.w. 2500 kg droge stof per ha met 1% stikstof (Schröder, 1991, 1996) en een hoeveelheid Nr die afhankelijk is van de mestgift en -soort (paragraaf 1). De mate waarin deze bronnen voor het gewas even beschikbaar zijn als kunstmest ('werking'), wordt geschat op achtereenvolgens 100%, 60%, 60% en 60%. Eén en ander betekent dat onbemeste gewassen de volgende hoeveelheid 'kunstmestequivalenten' ter beschikking staan:

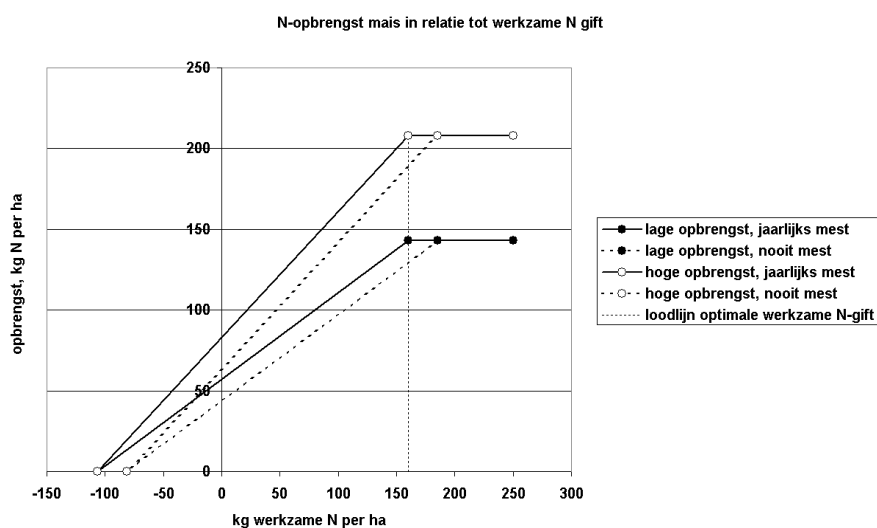
Tabel 4. Kunstmestequivalenten geleverd door onbemeste bodem op voordien bemeste bodem.

Mestsoort		RDM	RDM	VDM	VDM
Gift (kg N per ha)		170	250	170	250
Bron	'werking'				
Nmin vj	100%	40	40	40	40
Depositie	60%	27	27	27	27
Nr Drijfmest	60%	25	37	14	21
Gewasrest	60%	15	15	15	15
TOTAAL		107	119	96	103

Uit onderzoek in Nederland (Schröder *et al.*, 1998a), Vlaanderen (Nevens & Reheul, 2003) en Amerika (Vanotti & Bundy, 1994) blijkt dat de optimale N-gift bij maïs onafhankelijk is van het opbrengstniveau voor zover dit door andere groeifactoren dan N (in Nederland veelal vochtvoorziening) bepaald wordt. Dat impliceert dat de benuttinggraad van werkzame N hoger is op percelen met een relatief hoge opbrengstpotentie dan op percelen met een relatief lage opbrengstpotentie. De benuttinggraad van stikstof laat zich daarom benaderen als de hellingshoek van de relatie tussen de werkzame N en de N-opbrengst = $dy/dx = (ds\text{-opbrengst} \times N\text{-gehalte}) / ((\text{adviesgift} + \text{kunstmestequivalenten van onbemeste bodem}))$ (Figuur 1).

Tabel 5. Berekende N-benutting van werkzame N door snijmaïs in afhankelijkheid van bemestingsniveau en opbrengstniveau.

Mestsoort	RDM	RDM	VDM	VDM	Gem.
Gift (kg N per ha)	170	250	170	250	
Opbrengstniveau:					
11 ton ds/ha	0.53	0.51	0.56	0.54	<u>0.54</u>
16 ton ds/ha	0.78	0.74	0.81	0.79	<u>0.78</u>



Figuur 1. N opbrengst van snijmaïs in relatie tot werkzame N gift.

6. Opbrengstderving bij sub-optimale N bemesting

In het voorgaande is gesteld dat de N-benutting bij alle niveaus van werkzame N, min of meer constant is binnen eenzelfde (potentiële) opbrengstniveau. Het N-gehalte in de droge stof is constant geacht bij alle niveaus van werkzame N en (potentiële) opbrengst. Dat betekent dat iedere kg werkzame N waarmee de adviesgift verlaagd wordt bij een bepaald niveau van potentiële opbrengst, eenzelfde effect op de droge-stofopbrengst heeft. Deze benadering betekent dat de berekende opbrengstdervingen bij sub-optimale N bemesting eerder overschat dan onderschat zullen worden.

Dit verklaart ook waarom de gerealiseerde N opbrengsten bij niet-bemesten in deze benadering circa 25 kg N per ha lager zijn dan gebruikelijk is in proefvelden, hoewel daarbij ook een rol speelt dat proeven doorgaans van korte duur zijn en geruime jaren kunnen profiteren van eerder opgebouwde bodemvruchtbaarheid.

7. Grondgebruikvarianten WOG

Ten behoeve van WOG zijn de volgende grondgebruikvarianten doorgerekend:

Tabel 6. Grondgebruikvarianten.

Variant	Sector	Mestsoort	Grondsoort	Strategie
1	Melkveehouderij	RDM	Zand Gt IV, VI, VII en VIII	Mest in voorjaar, geen wintergewas na de oogst
2			Zand Gt IV, VI, VII en VIII	Mest in voorjaar, onbemest wintergewas na de oogst
3			Klei	Mest in najaar, geen wintergewas na de oogst
4			Klei	Mest in voorjaar, geen wintergewas na de oogst
5	Akkerbouw	VDM	Zand Gt IV, VI, VII en VIII	Mest in voorjaar, geen wintergewas na de oogst
6			Zand Gt IV, VI, VII en VIII	Mest in voorjaar, onbemest wintergewas na de oogst
7			Klei	Mest in najaar, geen wintergewas na de oogst
8			Klei	Mest in voorjaar, geen wintergewas na de oogst

Het effect van wintergewassen is niet doorgerekend voor kleigrond omdat de kans op een succesvol wintergewas daar beperkt is vanwege de latere oogstdatum van de maïs, kans op stukrijden van wintergewassen voor zover in de vorm van een onderzaai, en de gewoonte om (zwaardere) kleigrond, en daarmee het wintergewas, al rond november te ploegen. In varianten met wintergewas is uitgegaan van een N-opname in boven- en ondergrondse delen tezamen van 40 kg N per ha (Schröder *et al.*, 1996). Bij de gebruiksnormvarianten gericht op de realisering van een bepaalde N concentratie in grond- en oppervlaktewater is hierbij nog geen rekening gehouden met het feit dat wintergewassen het neerslagoverschot met circa 35 mm reduceren.

8. Gebruiksnormvarianten WOG

Ten behoeve van WOG zijn de volgende gebruiksnormvarianten doorgerekend (Tabel 7). Onder tijdsdruk zijn voor snijmaïs geen varianten volgens P4 ('P-bemesting volgens advies') berekend.

Tabel 7. Gebruiksnorm varianten WOG.

Code	N begrenzing	P begrenzing	
N1P1	Verliesnorm 60 kg N per ha voor zand Gt VI-VIII en 100 kg N per ha voor Gt IV en klei	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, exclusief kunstmest-P	
N2P2	N-advies: 150 N kg N per ha	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	
N2P3	N-advies: 150 N kg N per ha	Verliesnorm 30 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	
N3P2	N-advies minus 10%: 135 N kg N per ha	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	
N3P3	N-advies minus 10%: 135 N kg N per ha	Verliesnorm 30 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	
N3P4	N-advies minus 10%: 135 N kg N per ha	P-advies bij Pw 45	Niet voor snijmaïs berekend
N4P2	'50 mg NO ₃ per liter' voor grondwater (zand), '2,2 of 10 mg N-totaal per liter' voor oppervlaktewater (klei)	Verliesnorm 20 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	
N4P3	'50 mg NO ₃ per liter' voor grondwater (zand), '2,2 of 10 mg N-totaal per liter' voor oppervlaktewater (klei)	Verliesnorm 30 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	
N4P4	'50 mg NO ₃ per liter' voor grondwater (zand), '2,2 of 10 mg N-totaal per liter' voor oppervlaktewater (klei)	P-advies bij Pw 45	Niet voor snijmaïs berekend
N4P5	'50 mg NO ₃ ', '2,2 of 10 mg Ntot'	Verliesnorm 0 kg P ₂ O ₅ per ha, inclusief kunstmest-P	

9. Uitkomsten

Op basis van de voornoemde uitgangspunten is voor alle combinaties van varianten van grondsoort, opbrengst-niveau (alleen zand) bemestingsregiem (geen/wel wintergewas op zand; tijdstip van mesttoediening op klei) en mestsoort (RDM of VDM) nagegaan met welke combinatie van mest en kunstmest (net) aan N- en/of P-begrenzungen voldaan werd. Daarbij vormde dierlijke mest de basis voor de bemesting (dat wil zeggen; is het gebruik van mest gemaximeerd) en vormde kunstmest de aanvulling voor een eventueel N of P-tekort (binnen begrenzungen). Als de P-afvoer met het gewas niet met dierlijke mest gedekt kon worden omdat tegen een bepaalde N-begrenzing werd aangelopen, werd een dusdanig gebruik van kunstmest-P aangenomen dat een P-overschot van precies 0 kg per ha werd gerealiseerd.

In het navolgende worden achtereenvolgens ingegaan op de resultaten voor snijmaïs geteeld op melkveehouderij-bedrijven ('rundveedrijfmest, RDM') en voor snijmaïs geteeld op de akkerbouwbedrijven in combinatie met een (nabije) intensieve veetak ('varkensdrijfmest, VDM'). Daarbij is allereerst nagegaan welke combinatie van mest en kunstmest nodig dan wel mogelijk is als de mestgift beperkt zou worden tot maximaal 170 kg N per ha (voor zover mogelijk binnen N en P begrenzungen van de scenario's) en in tweede instantie als de mestgift beperkt zou

worden tot maximaal 250 kg N per ha (voor zover mogelijk binnen N en P begrenzings van de scenario's). De resultaten staan vermeld in Tabel 8. In deze tabellen zijn voor N4-scenario's ook nagegaan wat de consequenties zijn van een milieudoelstelling van 25 mg nitraat per liter grondwater op zandgronden met een GtIV en 5 mg N-totaal per liter oppervlaktewater op kleigronden. Hoewel deze scenario's geen deel uitmaken van de aanvankelijke opdracht aan de WOG ontstond in de loopt van tijd bij de opdrachtgevers wel behoefte aan het doorrekenen van deze scenario's. Achtergrond hiervan vormt het feit dat GtIV vaak in direct contact staat met oppervlaktewater en bij betrokkenen van VROM het idee postvat dat voor veel oppervlaktewater omwille van natuurdoelen met een concentratie van circa 5 mg N-totaal (= ongeveer 22 mg nitraat) per liter wenselijk is.

Tabel 8. Omvang van mest- en kunstmestgift (kg N en P₂O₅ per ha), werkzame N (kg N per ha), gerealiseerde N-concentratie in grondwater (zandgrond, mg nitraat per liter) of oppervlaktewater (kleigrond, mg N-totaal per liter), de eventuele begrensende doelstelling en de opbrengstderiving (% ten opzichte van droge-stofopbrengst zonder beperking) als de begrenzing tot sub-optimale bemesting leidt, in afhankelijkheid van grondsoort (Z = zand, K = klei), grondwatertrap (Gt), opbrengstniveau (alleen bij zandgronden, ton droge stof per ha), mesttoedieningstijdstip (alleen bij kleigrond, H = herfst, V = voorjaar), het niet/wel gebruiken van een nateelt (alleen bij N4 scenario's op zandgrond, - = niet, + = wel), bij diverse varianten van gebruiksnormen ('N_rP_m'), binnen een opgelegd maximaal gebruik van dierlijke mest (170 dan wel 250 kg N per ha).

Grondsoort		Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K			
Opbrengstniveau		11	11	11	11	16	16	16	16	16	16			
Gt		IV	VI	VII	VIII	IV	VI	VII	VIII	-	-			
Mesttoedieningstijdstip		V	V	V	V	V	V	V	V	H	V			
Mest-soort	Variant	Nateelt	Mest max											
RDM	N1P1	-	170	N kunstmest	56	11	11	11	57	57	57	57	125	57
				N mest	170	166	166	166	170	170	170	170	170	170
				N totaal	226	177	177	177	227	227	227	227	295	227
				N werkzaam	158	110	111	111	159	159	159	159	159	159
				P kunstmest	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10
				P mest	62	60	60	60	62	62	62	62	62	62
				P overschot	12	20	20	20	0	0	0	0	0	0
				N concentr.	48	52	64	73	22	30	36	42	9	4
			Beperking		N	N	N							
			Derving	0	18	18	18	0	0	0	0	0	0	
			250	N kunstmest					0	0	0	0	53	0
				N mest					250	250	250	250	210	250
				N totaal					250	250	250	250	263	250
				N werkzaam					150	150	150	150	95	150
				P kunstmest					0	0	0	0	0	0
				P mest					91	91	91	91	76	91
P overschot						19	19	19	19	20	19			
N concentr.						30	40	49	56	10	5			
Beperking									N					
Derving					0	0	0	0	22	0				

Tabel 8. (vervolg)

				N-doel																
				'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'	
Mest-soort	Variant	Na-teelt	Mest max																	
Grondsoort				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	K
Opbrengstniveau				11	11	11	11	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Gt				IV	IV	VI	VII	VIII	IV	IV	VI	VII	VIII	-	-	-	-	-	-	
Mesttoedieningstijdstip				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	V	V	V
RDM	N4P2	-	170	N kunstmest	0	56	7	0	0	57	57	57	57	57	125	0	0	57	0	0
				N mest	113	170	163	137	119	170	170	170	170	170	170	130	74	170	170	137
				N totaal	113	226	169	137	119	227	227	227	227	227	295	130	74	227	170	137
				N werkzaam	68	158	104	82	71	159	159	159	159	159	159	26	15	159	102	82
				P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	0	0
				P mest	41	62	59	50	43	62	62	62	62	62	62	47	27	62	62	50
				P overschot	10	12	20	16	11	0	0	0	0	0	0	13	0	0	5	0
				N concentr.	25	48	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2
				Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N
				Derving	37	0	21	31	36	0	0	0	0	0	0	52	59	0	21	31
			250	N kunstmest	41					0	0	0	0	0	57			0	0	
				N mest	191					225	250	250	250	233	214			250	242	
				N totaal	232					225	250	250	250	233	271			250	242	
				N werkzaam	156					135	150	150	150	140	100			150	145	
				P kunstmest	0					0	0	0	0	0	0			0	0	
				P mest	69					82	91	91	91	85	78			91	88	
				P overschot	20					14	19	19	19	15	20			19	17	
				N concentr.	50					25	30	40	49	50	10			5	5	
				Beperking																
				Derving	0					6	0	0	0	3	20			0	1	

Tabel 8. (vervolg)

				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	K				
				11	11	11	11	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
				IV	IV	VI	VII	VIII	IV	IV	VI	VII	VIII	-	-	-	-	-	-				
				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	V	V	V				
				N-doel	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'			
Mest- soort	Variant	Na- teelt	Mest max																				
RDM	N4P2	+	170	N kunstmest	0	32	27	0	0	33	33	33	33	33									
				N mest	136	170	170	161	142	170	170	170	170	170									
				N totaal	136	202	197	161	142	203	203	203	203	203									
				N werkzaam	82	134	129	96	85	135	135	135	135	135									
				P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10									
				P mest	50	62	62	58	52	62	62	62	62	62									
				P overschot	11	12	13	16	12	0	0	0	0	0									
				N concentr.	25	38	50	50	50	13	13	17	21	24									
			Beperking	N		N	N	N															
			Derving	22	0	2	15	20	0	0	0	0	0										
			250			N kunstmest		17	9			0	0	0	0	0							
						N mest		191	184			250	250	250	250	241							
						N totaal		208	193			250	250	250	250	241							
						N werkzaam		132	119			150	150	150	150	145							
						P kunstmest		0	0			0	0	0	0	0							
						P mest		70	67			91	91	91	91	88							
P overschot		20				20			19	19	19	19	16										
N concentr.		40				50			30	30	40	49	50										
Beperking																							
Derving		0	5			0	0	0	0	0													

Tabel 8. (vervolg)

				N-doel																
				'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'	
Mest-soort	Variant	Na-teelt	Mest max																	
RDM	N4P3	-	170	N kunstmest	0	56	0	0	0	57	57	57	57	57	125	0	0	57	57	0
				N mest	113	170	168	136	119	170	170	170	170	170	170	130	74	170	170	137
				N totaal	113	226	168	136	119	227	227	227	227	227	295	130	74	227	227	137
				N werkzaam	68	158	101	82	71	159	159	159	159	159	159	26	15	159	159	82
				P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	10	0
				P mest	41	62	61	49	43	62	62	62	62	62	62	47	27	62	62	50
				P overschot	10	12	22	15	11	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
				N concentr.	25	48	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	4	2.2
				Beperking	N		N	N	N							N	N		N	
				Derving	37	0	22	31	36	0	0	0	0	0	0	52	59	0	0	31
			250	N kunstmest	15					0	0	0	0	0	29		0	0		
				N mest	214					225	250	250	250	233	223		250	242		
				N totaal	230					225	250	250	250	233	252		250	242		
				N werkzaam	144					135	150	150	150	140	74		150	145		
				P kunstmest	0					0	0	0	0	0	0		0	0		
				P mest	78					82	91	91	91	85	81		91	88		
				P overschot	30					14	19	19	19	15	30		19	17		
				N concentr.	50					25	30	40	49	50	10		5	5		
				Beperking	N					N				N	N			N		
				Derving	3					6	0	0	0	4	29		0	1		

Tabel 8. (vervolg)

				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	K		
Grondsoort				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	K		
Opbrengstniveau				11	11	11	11	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
Gt				IV	IV	VI	VII	VIII	IV	IV	VI	VII	VIII	-	-	-	-	-	-		
Mesttoedieningstijdstip				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	V	V	V		
				N-doel																	
				'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'		
Mest- soort	Variant	Na- teelt	Mest max																		
RDM	N4P3	+	170	N kunstmest	0	32	25	0	0	33	33	33	33	33							
				N mest	136	170	170	162	142	170	170	170	170	170							
				N totaal	136	202	195	162	142	203	203	203	203	203							
				N werkzaam	82	134	127	97	85	135	135	135	135	135							
				P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10							
				P mest	50	62	62	59	52	62	62	62	62	62							
				P overschot	11	12	14	17	12	0	0	0	0	0							
				N concentr.	25	38	50	50	50	13	13	17	21	24							
				Beperking	N		N	N	N												
				Derving	22	0	3	15	20	0	0	0	0	0							
							250	N kunstmest		0	0		0	0	0	0	0				
								N mest	219	191		238	250	250	250	241					
								N totaal	219	191		238	250	250	250	241					
								N werkzaam	131	115		143	150	150	150	145					
				P kunstmest		0	0		0	0	0	0	0								
				P mest	80	69		86	91	91	91	88									
				P overschot	30	23		14	19	19	19	16									
				N concentr.	44	50		25	30	40	49	50									
				Beperking			N														
				Derving		0	6		0	0	0	0	0								

Tabel 8. (vervolg)

				N-doel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Mest-soort	Variant	Na-teelt	Mest max																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
RDM	N4P5	-	170	N kunstmest	27	82	60	41	30	57	57	57	57	57	125	36	0	57	0	0					N mest	90	136	118	102	93	170	170	170	170	170	170	119	74	170	170	137					N totaal	117	218	178	144	123	227	227	227	227	227	295	155	74	227	170	137					N werkzaam	81	164	130	103	86	159	159	159	159	159	159	24	15	159	102	82					P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	0	0					P mest	33	49	43	37	34	62	62	62	62	62	62	43	27	62	62	50					P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1	
				N mest	90	136	118	102	93	170	170	170	170	170	170	119	74	170	170	137					N totaal	117	218	178	144	123	227	227	227	227	227	295	155	74	227	170	137					N werkzaam	81	164	130	103	86	159	159	159	159	159	159	24	15	159	102	82					P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	0	0					P mest	33	49	43	37	34	62	62	62	62	62	62	43	27	62	62	50					P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																						
				N totaal	117	218	178	144	123	227	227	227	227	227	295	155	74	227	170	137					N werkzaam	81	164	130	103	86	159	159	159	159	159	159	24	15	159	102	82					P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	0	0					P mest	33	49	43	37	34	62	62	62	62	62	62	43	27	62	62	50					P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																											
				N werkzaam	81	164	130	103	86	159	159	159	159	159	159	24	15	159	102	82					P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	0	0					P mest	33	49	43	37	34	62	62	62	62	62	62	43	27	62	62	50					P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																
				P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	2	10	0	0					P mest	33	49	43	37	34	62	62	62	62	62	62	43	27	62	62	50					P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																					
				P mest	33	49	43	37	34	62	62	62	62	62	62	43	27	62	62	50					P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																										
				P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0					N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																															
				N concentr.	25	45	50	50	50	22	22	30	36	42	9	5	2.2	4	3	2.2					Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																				
				Beperking	N		N	N	N							N	N		N	N					Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																									
				Derving	34	0	14	25	32	0	0	0	0	0	0	40	59	0	21	31				250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																														
			250	N kunstmest						36	36	36	36	36	113		36	36						N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																			
				N mest						198	198	198	198	198	196		198	198						N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																							
				N totaal						234	234	234	234	234	309		234	234						N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																											
				N werkzaam						155	155	155	155	155	152		155	155						P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																															
				P kunstmest						0	0	0	0	0	0		0	0						P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				P mest						72	72	72	72	72	71		72	72						P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				P overschot						0	0	0	0	0	0		0	0						N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				N concentr.						24	24	33	40	46	10		4	4						Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				Beperking												N		N						Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				Derving						0	0	0	0	0	1		0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Tabel 8. (vervolg)

				N-doel															
				'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'
Mest- soort	Variant	Nateelt	Mest max																
Grondsoort				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K
Opbrengstniveau				11	11	11	11	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Gt				IV	IV	VI	VII	VIII	IV	IV	VI	VII	VIII	-	-	-	-	-	
Mesttoedieningstijdstip				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	V	V
RDM	N4P5	+	170	N kunstmest	29	73	60	44	32	33	33	33	33	33					
				N mest	112	136	136	124	115	170	170	170	170	170					
				N totaal	141	209	196	167	147	203	203	203	203	203					
				N werkzaam	96	155	142	118	101	135	135	135	135	135					
									0										
				P kunstmest	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10					
				P mest	41	50	50	45	42	62	62	62	62	62					
				P overschot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
				N concentr.	25	42	49	50	50	13	13	17	21	24					
				Beperking	N			N	N										
				Derving	18	0	0	9	16	0	0	0	0	0					
			250	N kunstmest						14	14	14	14	14					
				N mest						198	198	198	198	198					
				N totaal						212	212	212	212	212					
				N werkzaam						133	133	133	133	133					
				P kunstmest						0	0	0	0	0					
				P mest						72	72	72	72	72					
				P overschot						0	0	0	0	0					
				N concentr.						16	16	21	26	30					
				Beperking															
				Derving						0	0	0	0	0					

Tabel 8. (vervolg)

				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K			
Grondsoort				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K			
Opbrengstniveau				11	11	11	11	16	16	16	16	16	16			
Gt				IV	VI	VII	VIII	IV	VI	VII	VIII	-	-			
Mesttoedieningstijdstip				V	V	V	V	V	V	V	V	H	V			
Mest- soort	Variant	Na- teelt	Mest max													
VDM	N2P3	-	170	N kunstmest	77	77	77	77	51	51	51	51	136	51		
				N mest	136	136	136	136	170	170	170	170	170	170		
				N totaal	213	213	213	213	221	221	221	221	306	221		
				N werkzaam	172	172	172	172	170	170	170	170	170	170		
				P overschot												
				P kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				P mest	79	79	79	79	99	99	99	99	99	99		
				P overschot	30	30	30	30	27	27	27	27	27	27		
				N concentr.	43	58	70	81	19	26	31	36	10	3		
				Beperking												
			Derving	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						250	N kunstmest				47	47	47	47	134	47
							N mest				175	175	175	175	175	175
							N totaal				222	222	222	222	309	222
							N werkzaam				170	170	170	170	169	170
							P kunstmest				0	0	0	0	0	0
							P mest				102	102	102	102	102	102
							P overschot				30	30	30	30	30	30
							N concentr.				19	26	32	37	10	4
							Beperking									
				Derving				0	0	0	0	0	0			

Tabel 8. (vervolg)

Grondsoort	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	K				
Opbrengstniveau	11	11	11	11	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
Gt	IV	IV	VI	VII	VIII	IV	IV	VI	VII	VIII	-	-	-	-	-	-	-				
Mesttoedieningstijdstip	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	V	V	V				
N-doel	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'					
Mest-variant	Na-teelt	Mest max																			
VDM	N4P3	-	170	N kunstmest	12	77	56	31	17	51	51	51	51	51	136	24	0	51	51	7	
				N mest	108	136	127	117	110	170	170	170	170	170	170	116	69	170	170	146	
				N totaal	120	214	184	148	127	221	221	221	221	221	306	139	69	221	221	153	
				N werkzaam	88	173	145	113	94	170	170	170	170	170	170	47	14	170	170	110	
				P kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				P mest	63	80	74	68	64	99	99	99	99	99	99	67	40	99	99	85	
				P overschot	30	30	30	30	30	27	27	27	27	27	27	30	13	27	27	30	
				N concentr.	25	43	50	50	50	19	19	26	31	36	10	5	2,2	3	3	2,2	
				Beperking	N		N	N	N							N	N			N	
				Derving	33	0	11	23	30	0	0	0	0	0	0	0	48	62	0	0	23
			250	N kunstmest						47	47	47	47	47	135			47	47		
				N mest						175	175	175	175	175	175			175	175		
				N totaal						222	222	222	222	222	310			222	222		
				N werkzaam						170	170	170	170	170	170			170	170		
				P kunstmest						0	0	0	0	0	0			0	0		
				P mest						102	102	102	102	102	102			102	102		
				P overschot						30	30	30	30	30	30			30	30		
				N concentr.						19	19	26	32	37	10			4	4		
				Beperking																	
				Derving						0	0	0	0	0	0			0	0		

Tabel 8. (vervolg)

				Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	K	K	K	K	K	K			
Grondsoort																						
Opbrengstniveau				11	11	11	11	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16			
Gt				IV	IV	VI	VII	VIII	IV	IV	VI	VII	VIII	-	-	-	-	-	-			
Mesttoedieningstijdstip				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	V	V	V			
				N-doel	'25'	'50'	'50'	'50'	'25'	'50'	'50'	'50'	'50'	'10'	'5'	'2,2'	'10'	'5'	'2,2'			
Mest- soort	Variant	Na- teelt	Mest max																			
VDM	N4P3	+	170	N kunstmest	23	53	53	42	28	27	27	27	27	27								
				N mest	123	136	136	132	125	170	170	170	170	170								
				N totaal	146	190	190	174	153	197	197	197	197	197								
				N werkzaam	109	149	149	135	115	146	146	146	146	146								
				P kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
				P mest	72	79	79	77	73	99	99	99	99	99	99							
				P overschot	30	30	30	30	30	27	27	27	27	27								
				N concentr.	25	33	45	50	50	9	9	13	16	18								
				Beperking	N			N	N													
				Derving	15	0	0	5	13	0	0	0	0	0								
							250	N kunstmest					23	23	23	23	23					
								N mest					175	175	175	175	175					
								N totaal					198	198	198	198	198					
								N werkzaam					146	146	146	146	146					
				P kunstmest					0	0	0	0	0									
				P mest					102	102	102	102	102									
				P overschot					30	30	30	30	30									
				N concentr.					10	10	13	16	19									
				Beperking																		
				Derving					0	0	0	0	0									

Bijlage III.

Uitgangspunten voor het berekenen van gebruiksnormen bij akker- en tuinbouwgewassen (incl. bloembollen, bomen en heesters)

Wim van Dijk, Jan Rinze v.d. Schoot, Peter Dekker, Loes Kater, Theo Guiking & Rien van der Maas,
Wageningen, 8 maart 2004

1. Inleiding

Om een gebruiksnorm af te leiden voor akker- en tuinbouwbedrijven zijn diverse scenario's doorgerekend. De uitgangspunten van de scenarioberekeningen staan in hoofdstuk 2. De resultaten staan vervolgens beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden tenslotte de meeste relevante conclusies vermeld.

2. Werkwijze

2.1 Scenario's

De gebruiksnormen worden afgeleid aan de hand van de door LNV en VROM voorgelegde scenario's:

Stikstof

- N1. Huidige verliesnorm omzetten in gebruiksnorm
- N2. Bemesten volgens 100% advies
- N3. Bemesten volgens 90% advies
- N4. Voldoen aan een norm van 50 mg nitraat per liter in grondwater (zand) of 10 resp. 2,2 mg totaal-N per liter in oppervlaktewater (klei)

Fosfaat

- P1. Huidige verliesnorm (20 kg P_2O_5 per ha) omzetten in gebruiksnorm (excl. kunstmest-P)
- P2. Verliesnorm van 20 kg P_2O_5 per ha omzetten in gebruiksnorm (incl. kunstmest-P)
- P3. Verliesnorm van 30 kg P_2O_5 per ha omzetten in gebruiksnorm (incl. kunstmest-P)
- P4. Bemesten volgens het gewasgerichte advies
- P5. Fosfaatoverschot = 0 kg P_2O_5 per ha

In Tabel 1 is weergegeven welke N/P-scenariocombinaties zijn doorgerekend.

Tabel 1. Doorgerekende N/P-scenariocombinaties.

Stikstof	Fosfaat				
	P1	P2	P3	P4	P5
N1	+				
N2		+	+		
N3		+		+	
N4		+		+	+

De N/P-scenariocombinaties zijn op bedrijfsniveau doorgerekend, omdat op AT-bedrijven de bemesting vaak in bouwplanverband wordt beschouwd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de set van modelbedrijven die ook in andere scenariostudies wordt gebruikt. Deze set omvat 9 akkerbouwbedrijven, 6 vollegrondsgroentebedrijven, 5 bloembollenbedrijven en 4 boomteeltbedrijven (zie Bijlage IV).

Voor de N-scenario's N1 tot en met N4 zijn ook op gewasniveau gebruiksnormen voor werkzame N afgeleid. Hierbij is uitgegaan van alleen gebruik van kunstmest omdat de hoeveelheid organische mest die aan een gewas wordt toegediend sterk kan variëren (onder andere door bouwplan, toedieningstijdstip en beschikbaarheid van organische mest). Dit kan het beste in bouwplanverband worden beschouwd.

Uitgangspunten Stikstofscenario's

Scenario N1

- Binnen de Minas-systematiek wordt voor de AT-sectoren uitgegaan van een forfaitaire afvoer van 165 kg N per ha. De maximaal toegestane aanvoer bedraagt dan voor droge gronden 225 kg N per ha en voor overige gronden 265 kg N per ha. Waar relevant, is rekening gehouden met een toeslag van 40 kg N per ha bij dubbelteelten.
- Hierin zit echter ook het niet-werkzame deel van de organische mest. Een gebruiksnorm voor werkzame N kan hieruit worden afgeleid door alleen het werkzame deel N mee te rekenen.
- De inzet van dierlijke mest wordt beperkt door de P-verliesnorm of de N-aanvoernorm van maximaal 170 kg N per ha (in geval van varkensdrijfmest is de P-verliesnorm meestal sturend).
- De werkwijze bestaat dan uit het opstellen van een bemestingsstrategie op basis van de Minas eindnorm. De gebruiksnorm wordt dan vervolgens berekend als optelsom van werkzame N uit organische mest en kunstmest.

Scenario N2/N3

- Voor de gewassen die in de eerderevermelde modelbedrijven (Bijlage IV) voorkomen, wordt een N-gebruiksnorm afgeleid voor werkzame N, waarbij de Adviesbasis als basis wordt genomen. Bij scenario N2 en N3 wordt uitgegaan van, respectievelijk, 100% en 90% van het N-bemestingsadvies. Bij scenario N3 wordt bij alle gewassen 90% van het advies gehanteerd.
- De gewasgerichte gebruiksnormen worden vervolgens opgeschaald naar bedrijfsniveau voor de genoemde bedrijfstypen.
- De inzet van dierlijke mest wordt beperkt door de P-gebruiksnorm of de N-aanvoernorm van maximaal 170 kg N per ha (in geval van varkensdrijfmest is de P-norm meestal sturend).

Scenario N4

- Uitgaande van toelaatbare N-bodemoverschotten wordt een gebruiksnorm afgeleid op bedrijfsniveau. Hierbij wordt uitgegaan van de werkelijke N-afvoer in plaats van de forfaitaire afvoer van 165 kg N per ha.

Uitgangspunten fosfaatscenario's

Scenario P1/P2/P3

- Binnen de Minas-systematiek wordt voor de AT-sectoren uitgegaan van een forfaitaire afvoer van 65 kg P₂O₅ per ha. De maximaal toegestane aanvoer bij een verliesnorm van 20/30 kg P₂O₅ per ha bedraagt dan 65+20/30 = 85/95 kg P₂O₅ per ha.
- Voor scenario P1 geldt de gebruiksnorm voor alleen fosfaat uit organische mest, voor scenario P2 en P3 voor zowel organische mest als kunstmest.
- I.t.t. tot stikstof wordt de fosfaatsnorm niet eerst op gewasniveau afgeleid. Dit omdat fosfaatbemesting vaak een bouwplanbenadering kent.
- De aanvullende kunstmestbemesting hangt af van de fosfaattoestand. Gezien de huidige situatie in de praktijk wordt uitgegaan van Pw 45.

Scenario P4

- De gewassen worden bemest volgens het gewasgerichte fosfaatbemestingsadvies.
- Evenals bij scenario's P1/P2/P3 wordt uitgegaan van een fosfaattoestand van Pw 45.

Scenario P5

- Bij fosfaatscenario P5 gaat het om het werkelijk overschot, d.w.z. alle aanvoerposten meegenomen en de afvoer berekend op basis van afvoer met geogst product (zie paragraaf 2.6).

2.2 Afleiding gewasgerichte N-gebruiksnormen

De gewasgerichte N-gebruiksnormen worden afgeleid van de bemestingsadviezen (Anonymus, 1998; Aendekerk, 2000; Van Dijk, 2003; Van Dam en Kater, 2004). Omdat de meeste adviezen zijn gebaseerd op N_{min} voorafgaand aan de teelt moet hiervoor een vaste waarde voor worden afgesproken. Er is dezelfde insteek gehanteerd als in voorgaande studies:

- Bij gewassen die vóór 1 april worden geplant/gezaaid/gepoot is uitgegaan van een hoeveelheid in het vroege voorjaar van, respectievelijk, 20, 30 en 40 kg N per ha in de laag 0-30, 0-60 en 0-90 cm.
- Op latere tijdstippen zal de 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 2). 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 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 (Van Enckevort *et al.*, 2002).

Bij de bloembollen zijn de adviezen gebaseerd op het stikstofbijmeststelsel (NBS) en zijn de feitelijke N_{min} waarden die worden gemeten gedurende het groeiseizoen bepalend voor de hoeveelheid stikstof die wordt aangevoerd. De gehanteerde N_{min} waarden voor de duinzandgronden (Tabel 3) zijn afgeleid van gemeten waarden uit de praktijk en proefbedrijven. De praktijk leert dat de variatie per bedrijf, per perceel en tussen de jaren groot is. De feitelijke hoeveelheid stikstof die per jaar wordt toegediend is dus geen vast gegeven. De N_{min} waarden voor de bollenteelt op dekzandgronden op akkerbouw- veehouderijbedrijven in het oosten van het land zijn geschatte waarden (Tabel 3).

Tabel 2. *Geschatte hoeveelheid minerale bodem-N (kg/ha) voor aanvang van de teelt op akkerbouw-, vollegrondsgroente- en boomteeltbedrijven.*

Tijdstip	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm
1 april	20	30	40
1 mei	30	40	50
1 juni	45	55	65
1 juli	60	70	80
1 augustus	75	85	95

Tabel 3. *Hoeveelheid minerale bodem-N (kg/ha, laag 0-30 cm) die wordt gebruikt bij stikstofbemesting met het stikstofbijmeststelsel (NBS) bij bloembolgewassen.*

Maand	Duinzandgrond Nmin	Overig zand, akkerbouw Nmin	Overig zand, veeteelt Nmin
Eind maart	10	20	50
Eind april	35	35	50
Eind mei	35	40	50
Eind juni	35	45	60
Eind juli	40	50	60
Eind augustus	45	55	60

2.3 Inzet organische mest

Bij inzet van dierlijke mest worden de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Voor de akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven wordt alleen varkensdrijfmest gebruikt, voor de bollen- en boomteeltbedrijven een combinatie van stalmest en compost en in een enkel geval runderdrijfmest (zie daartoe ook Tabel 10). De samenstelling staat vermeld in Tabel 4.
- Bij de werking van de organische mest worden de volgende uitgangspunten gehanteerd (Adviesbasis):
 - Werking bij voorjaarstoediening: 70% bij varkensdrijfmest, 60% bij runderdrijfmest, 50% bij stalmest en 10% bij compost
 - Werking bij najaarstoediening: 20% bij varkensdrijfmest en stalmest en 10% bij compost
 - Najaarstoediening wordt gecombineerd met een groenbemester. Hierbij wordt een nawerking van 15 kg N per ha in rekening gebracht (matig ontwikkelde groenbemester).

Op de kleibedrijven zijn zowel varianten doorgerekend bij zowel najaars- als voorjaarstoediening.

Tabel 4. De samenstelling van de gebruikte mest- en hulpstoffen.

Organische mest- of hulpstof	Gehalte (kg/ton)		
	N		P ₂ O ₅
	Nm	Norg	
Varkensdrijfmest	4,2	3,0	4,2
Runderdrijfmest	2,2	2,2	1,6
Rundveestalmest	1,2	5,2	4,1
GFT-compost	0,7	7,8	3,7
Stro	0	5,8	1,6
Cellulose	0	1,4	0,4

Bij bloembolbedrijven op duinzandgrond (BL1 tot en met BL3) is voor de organische-stofvoorziening/-bemesting gerekend met 1,1% bodemorganische stof. Het stro dat wordt gebruikt blijft op het perceel. Daarbij worden dus organische stof en mineralen aangevoerd. Bij BL3 wordt niet gerekend met de lerie die op de huurpercelen in het Oosten van het land staan, alleen het eigen land wordt meegenomen. De BL4 bedrijven zitten op dekzandgrond bij veehouders (huurland) en akkerbouwers (eigen land en huurland) in het oosten van het land. Ook de huurgrond is meegenomen bij deze bedrijven. Als organische mest bronnen worden GFT-compost en rundveestalmest gebruikt op de bedrijven op duinzand. Op BL4 wordt alleen gebruik gemaakt van GFT-compost.

2.4 N-binding

Binnen Minas wordt uitgegaan van gewasgebonden forfaits:

- Stamslabonen: 30 kg N per ha
- Conservenerwten: 50 kg N per ha
- Veld- en tuinbonen: 120 kg N per ha
- Luzerne: 160 kg N per ha

Deze forfaits worden ook binnen scenario N1 gebruikt. Voor de andere N-scenario's wordt de N-binding ingeschat via een modelmatige benadering (Bijlage V). Dit heeft geleid tot de volgende waarden:

- Stamslabonen, bruine bonen: 0 kg N per ha
- Conservenerwten: 105 kg N per ha
- Droge erwten: 140 kg N per ha
- Tuinbonen: 130 kg N per ha
- Veldbonen: 160
- Luzerne: 380 kg N per ha

2.5 Gewasresten

Er wordt alleen een aftrek ingerekend voor N-nawerking uit gewasresten wanneer deze in de Adviesbasis staan. Concreet gaat het dan om bietenblad en groenbemesters. Op de bloembolbedrijven is voor groenbemesters alleen een N-nawerking gerekend wanneer stalmeest is toegediend.

2.6 Berekening bodemoverschotten

Bij alle scenario's wordt zowel een N- als een P-bodemoverschot berekend.

Stikstof➤ *Aanvoerposten*

-Nmin, vj: zie paragraaf 2.2

-Depositie: 45 kg N per ha

-N-binding: zie paragraaf 2.4

-Mineralisatie

- mineralisatie 'bodem' = 0;
- mineralisatie 'gewasrest' = totaal aanwezige N in gewasrest
- mineralisatie Nr 'organische mest' (zie Tabel 5).

-Organische mest

-Kunstmest

-Plant/zaai/pootgoed

-Hulpstoffen (bv. dekstro)

➤ *Afvoer*

-N-afvoer met geoogst product

➤ *Overschot*

-Nmin, vj: zie paragraaf 2.2

-Vastgelegd

- Nr organische mest (zie Tabel 5)
- Gewasrest/groenbemester: totaal aanwezige N in gewasrest

-Naar lucht: zie Tabel 5

-Uitspoeling/denitrificatie (bodemoverschot)

Fosfaat➤ *Aanvoerposten*-Depositie: 2 kg P₂O₅ per ha

-Organische mest

-Kunstmest

-Plant/zaai/pootgoed

-Hulpstoffen (bv. dekstro)

➤ *Afvoer*

-P-afvoer met geoogst product

Tabel 5. *Verdeling N uit organische mest over diverse posten.*

Post	Varkensdrijfmest		Runderdrijfmest		Rundveestalmest		GFT-compost	
	Herfst	Voorjaar	Herfst	Voorjaar	Herfst	Voorjaar	Herfst	Voorjaar
Werkzame N	20	70	20	60	20	50	10	10
NH ₄ -emissie ¹	6	6	5	5	2	2	1	1
Humus (Nr)	14	14	25	25	41	41	68	68
Uitsp+denitr	60	10	50	10	37	7	21	21

¹ 10% van NH₄-N

Afvoer met geoogst product

- Zowel bij de berekening van het N- als P-overschot is een inschatting van de afvoer met geoogst product nodig. Deze wordt berekend door de standaardopbrengst volgens Kwantitatieve Informatie (Dekkers, 2002) te vermenigvuldigen met een forfaitair N- en P-gehalte (Beukeboom, 1996). Bij de bloembollen is gebruik gemaakt van de nutriëntenafvoer volgens Landman (1994).

Effecten sub-optimale bemesting

Stikstofafvoer

Bij een aantal scenario's kan er niet optimaal met N worden bemest. Met name voor het bodemoverschot is de het van belang te weten in hoeverre de N-opname dan daalt. Hieronder wordt aangegeven welke uitgangspunten hierbij zijn gehanteerd.

Per gewas wordt uitgegaan van een vaste N-recovery en N-gehalte ongeacht het bemestings- en opbrengstniveau. De recovery wordt berekend als:

$$(N\text{-opname,advies}) / (N\text{adviesgift} + N\text{bodem})$$

De N-opname wordt berekend door de opbrengst te vermenigvuldigen met een N-gehalte (Beukeboom, 1996). Het gaat om de N-opname in *afgevoerd* product. In de noemer staat de bijdrage van meststoffen en die vanuit de bodem. De bijdrage van de bodem (N-bodem) is dat wat het gewas opneemt als geen N-bemesting gegeven zou worden. Deze wordt bepaald door de gewasresten, Nr uit organische mest, Nmin, voorjaar en depositie. Met de gewasresten en Nr-organische mest wordt de levering uit voorgaande jaren toegediend organisch materiaal bedoeld (binnen een rotatie). Deze hoeveelheden werken alleen voor dat deel van het jaar dat een gewas N opneemt. Hierbij is uitgegaan van een factor 0,6. Dit geldt ook voor de depositie. De Nmin, vj werkt voor 100%. Voor een gemiddeld akkerbouwbedrijf bedraagt de N-bodem circa 100 kg N per ha.

De N-bodem wordt vervolgens gebruikt om per gewas een recovery bij adviesbemesting uit te rekenen volgens bovenstaande formule. Bij een sub-optimale N-bemesting wordt de hierbijbehorende N-opname berekend bij dezelfde recovery als bij adviesbemesting. Door uit te gaan van een vaste recovery en N-gehalte wordt de daling van de N-opname bij sub-optimale bemesting wel overschat. Omdat ook het N-gehalte constant wordt verondersteld is de relatieve opbrengstreductie gelijk aan de relatieve daling van de N-opname.

Fosfaatafvoer

Omdat uitgegaan wordt van een vaste N-recovery betekent dit dat het reductiepercentage voor de N-opname gelijk is aan die van de opbrengst en dus van de P-opname (omdat uitgegaan wordt van een gelijkblijvend P-gehalte).

3. Resultaten

3.1 Akkerbouw/Vollegrondsgroenten

3.1.1 Gewasniveau

In Tabel 6 zijn de normen voor werkzame N weergegeven bij de scenario's N1 tot en met N4 voor de gewassen die onderdeel uitmaken van het bouwplan van de modelbedrijven.

Wanneer N1 strikt op gewasniveau zou worden toegepast, zou er op droog zand en overige gronden maximaal, respectievelijk, 225 en 265 kg werkzame N mogen worden gebruikt. Dit geldt voor een situatie waarin enkel

kunstmest wordt gebruikt. Bij gebruik van organische mest kan er minder werkzame worden toegediend. Bij een maximale inzet van varkensdrijfmest (85 kg P_2O_5 per ha, t.w. 65 kg forfaitaire afvoer vermeerderd met 20 kg verliesnorm) wordt 145 kg N per ha aangevoerd. Bij herfst- en voorjaarstoediening met een werking van, respectievelijk, 20% en 70% van N uit de mest wordt, respectievelijk, 115 en 45 kg niet-werkzame N toegediend. Dit betekent de maximale hoeveelheid werkzame N op droog zand, overig zand en kleigrond varieert tussen, respectievelijk, 180-225, 220-265 en 150-265 kg N per ha. In Tabel 6 is uitgegaan van alleen gebruik van kunstmest omdat de hoeveelheid organische mest die aan een gewas wordt toegediend sterk kan variëren (onder andere door bouwplan, toedieningstijdstip en beschikbaarheid van organische mest). Dit kan het beste in bouwplanverband worden beschouwd (zie paragraaf 3.2.2).

Bij N4 is aangegeven hoeveel werkzame N nog kan worden toegediend bij een norm van 10 en 2,2 mg totaal-N per liter in oppervlaktewater (klei) en 50 mg nitraat per liter in grondwater (zand). Ook hier gaat vanwege zojuist genoemde redenen om een situatie waarin geen organische mest wordt gebruikt. Wanneer de waarden vetgedrukt zijn wordt onder het advies bemest.

Tabel 6. Aanvoer N-werkzaam (kg N per ha) akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen (situatie met enkel gebruik van kunstmest).

Gewas	N1		N2	N3	N4						
	droog zand	overig			klei		zand				
			10 ppm	2 ppm ¹	Gt IV	Gt VI	Gt VII	Gt VIII			
Consumptieaardappel (klei/löss)	225	250	250	225	250	58					
Consumptieaardappel (zand)	225	265	265	240			228	170	140	122	
Zetmeelaardappel	225	240	240	215			204	149	120	103	
Pootaardappel	120	120	120	110	120	54	120	120	120	116	
Suikerbiet	150	150	150	135	150	54	150	150	134	119	
Wintertarwe klei	220	220	220	200	220	141					
Wintertarwe zand	160	160	160	145			160	160	160	160	
Rogge	110	110	110	100	110	50	110	110	110	110	
Wintergerst	140	140	140	125	140	95	140	140	140	140	
Zomergerst	60	60	60	55	60	60	60	60	60	60	
Korrelmaïs	175	175	175	158	175	42	175	149	119	103	
Graszaad (Engels rg)	140	140	140	125	140	25	140	115	91	77	
Zaaiui	120	120	120	110	120	106	120	120	120	120	
Winterpeen	60	60	60	55	60	60	60	60	60	60	
Waspeen	40	40	40	35	40	40	40	40	40	40	
Bospeen	40	40	40	35	40	18	40	40	40	40	
Witlofwortel	100	100	100	90	100	23	100	100	87	73	
Conservenerwt	30	30	30	25	30	o	30	30	30	30	
Stamslaboon	120	120	120	110	120	5	120	80	60	48	
Spinazie (1 ^e teelt)	210	210	210	190	160	17	143	101	78	63	
Spinazie (volgteelt)	100	100	100	110	100	43	100	100	100	100	
Schorseneren	90	90	90	80	90	45	90	90	90	90	
Kropsla (1 ^e teelt)	160	160	160	145	160	18	147	102	80	66	
Kropsla (volgteelt)	70	70	70	65	70	46	70	70	70	70	
Ijssla (1 ^e teelt)	160	160	160	145	160	18	147	102	80	66	
Ijssla (volgteelt)	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50	
Prei	215	215	215	195	189	30	170	123	97	82	
Andijvie (1 ^e teelt)	160	160	160	145	160	38	160	138	110	94	
Andijvie (volgteelt)	70	70	70	65	70	70	70	70	70	70	
Broccoli	225	265	265	240	122	o	106	72	50	40	
Bloemkool	195	195	195	170	154	14	137	94	72	59	
Spruitkool	225	235	235	210	195	31	174	127	101	85	
Witte kool	225	265	270	245	243	54	219	165	132	116	
Rode kool	225	265	265	240	231	48	207	154	125	106	
Aardbei	95	95	95	65	95	o	95	65	46	35	
Asperge	65	65	65	60	65	1	65	65	53	42	

¹ o = onmogelijk, vereiste bemesting < 0

3.1.2 Bedrijfsniveau

In Tabel 7 en 8 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven voor, respectievelijk, de akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven. Bij een tweetal akkerbouwbedrijven op zandgrond (akk7 en akk8) is uitgegaan van twee varianten, namelijk wel en geen aanwezigheid van een veetak. In eerstgenoemde situatie is de ruimte voor dierlijke mest volledig benut. De overige bedrijven betreffen puur plantaardige bedrijven. Bij deze bedrijven is bij de inzet van dierlijke mest rekening gehouden met de beschikbaarheid van organische mest in bepaalde regio's en de ruimte die het bouwplan biedt voor een verantwoorde inzet.

Wanneer bij de N4-scenario's de bemesting moet worden verlaagd om de norm te halen is op veeloze bedrijven gekozen om allereerst de inzet van organische mest te verlagen en vervolgens, indien noodzakelijk, de kunstmest-gift. Bij bedrijven met een veetak is de omgekeerde weg gevolgd omdat op dergelijke bedrijven eerst de bedrijfs-eigen mest zoveel mogelijk wordt ingezet.

Hieronder volgt per scenario een korte beschouwing van de resultaten.

Scenario N1P1

Dit is de bemesting zoals die volgens de Minas-eindnorm mogelijk is. De gewassen zijn volgens advies bemest. Het mestgebruik is niet maximaal volgens de Minas-norm (85 kg P_2O_5 per ha) omdat ook in de praktijk dit, zeker op de kleibedrijven, niet het geval zal zijn. Op de zandbedrijven wordt de Minas-mestruimte wel grotendeels opgevuld, bij de bedrijven met een veetak volledig. Bij een drietal zandbedrijven (akk8, vgg4 en vgg5) is bij dit scenario onderscheid gemaakt tussen nat en droog zand. Bij de andere zandbedrijven was dit niet nodig vanwege de lagere N-aanvoer. In situaties op droog zand wordt op de genoemde bedrijven minder mest aangevoerd om binnen de Minas-N-norm te blijven. Bij aanwezigheid van een veetak is de mestinzet gehandhaafd en is minder kunstmest gebruikt. Hierdoor wordt wel 10% onder het advies bemest.

Bij de akkerbouwbedrijven varieerde de hoeveelheid werkzame N tussen 132 en 208 kg N per ha. Het mestgebruik liep uiteen van 46 tot 145 kg N per ha.

Bij de groentebedrijven is de aanvoer in het algemeen hoger dan op de akkerbouwbedrijven. De aanvoer van werkzame N varieerde tussen 136 en 244 kg N per ha, de inzet van dierlijke mest tussen 0 en 135 kg N per ha.

Het P-bodemoverschot varieert op de akkerbouwbedrijven tussen 22 en 50 kg P_2O_5 per ha en op de groentebedrijven tussen 21 en 67 kg P_2O_5 per ha.

Scenario N2P2

Er is weinig onderscheid met het vorige scenario. Ook wanneer kunstmestfosfaat wordt meegenomen wordt de aanvoernorm van 85 kg P_2O_5 per ha niet overschreden. Op de bedrijven op droog zand kan weer meer organische mest worden aangevoerd, omdat er bij dit scenario geen onderscheid meer is tussen nat en droog zand.

In de berekeningen is uitgegaan van een relatief hoge fosfaattoestand van de bodem. Bij een lagere toestand is de fosfaatbehoefte hoger en zouden mogelijk wel verschuivingen kunnen optreden t.o.v. scenario N1P1. Hierbij moet gedacht worden aan vervanging van dierlijke mest door kunstmestfosfaat. De reden hiervoor is dat kunstmestfosfaat efficiënter is toe te passen (betere plaatsingsmogelijkheden). Dit speelt vooral op bedrijven met een hoog aandeel fosfaatbehoefte gewassen, zoals groentebedrijven.

Scenario N2P3

Voor de meeste bedrijven is dit scenario vergelijkbaar met de voorgaande twee scenario's. Alleen bij bedrijf akk7, akk7/vee en akk8/vee op zandgrond is door verruiming van de fosfaatruimte de aanvoer van mest verhoogd. Bij de andere bedrijven was dit niet het geval omdat de fosfaatruimte bij een aanvoernorm van 85 kg P_2O_5 (N2P2) ook al niet was opgevuld.

Scenario N3P2

Er is nu bemest op 90% van het N-advies. De mestinzet is gelijk gebleven, er is dus gekort op de aanvullende kunstmestgift. Volgens de hier gehanteerde uitgangspunten geeft verlaging van de bemesting met 10% een 5-7% lagere fysieke opbrengst op de bedrijven.

Scenario N3P4

Ook hier is bemest op 10% van het N-advies. In vergelijking met het vorige scenario is nu tevens volgens het gewasgerichte fosfaat advies bemest. Bij de hier gehanteerde fosfaattoestand van 45 is weinig fosfaat meer nodig waardoor op de meeste bedrijven de inzet van organische mest sterk wordt beperkt. Op de akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven varieert de mestinzet van 0-82 kg N per ha, respectievelijk, 0-18 kg N per ha.

In vergelijking met de voorgaande scenario's neemt de P-aanvoer sterk af waardoor het P-bodemoverschot op veel bedrijven negatief is.

Bij dit scenario moet wel worden benadrukt dat de organische-stofvoorziening krap wordt. Op de kleibedrijven is dit nog wel deels te compenseren met de teelt van groenbemesters. Op de zandbedrijven is dit uit oogpunt van bodemgezondheid lang niet altijd mogelijk. Ook biedt het bouwplan soms geen ruimte vanwege de late oogsttijdstippen van de gewassen (vooral vollegrondsgroentebedrijven).

Scenario N4P2

Bij dit scenario moet worden voldaan aan de totaal-N-norm in het oppervlaktewater (klei) en de nitraatnorm in het grondwater (zand/löss). Bij de akkerbouwbedrijven op klei wordt in de meeste gevallen in het basisscenario al voldaan aan de norm van 10 mg N-totaal per liter, ook in het geval van herfsttoediening van organische mest. Alleen bij akk2 moet de mestgift worden verlaagd. De indruk kan ontstaan dat herfsttoediening geen grote problemen geeft. Hierbij moet worden benadrukt dat dit opgaat voor de hier gehanteerde giften. Bij volledige opvulling van de fosfaatruimte in de herfst zal dit op de meeste bedrijven tot overschrijding van de norm leiden. Voorjaarstoediening is een alternatief dat leidt tot een aanzienlijke daling van de concentratie. Het voldoen aan een strenge norm van 2,2 mg totaal-N per liter betekent een drastische teruggang in bemesting met forse opbrengstdervingen tot gevolg. Bij de akkerbouwbedrijven op zandgrond wordt de norm van 50 mg nitraat per liter gehaald op nat zand zonder noemenswaardig ingrepen, alleen op bedrijf akk8 moet de mestinzet worden verlaagd in vergelijking met basis-scenario. Op droog zand zijn de benodigde ingrepen veel drastischer. Er kan weinig tot geen organische mest meer worden gebruikt en er moet sub-optimaal worden bemest. Dit leidt vooral op bedrijven akk6 en akk8 tot aanzienlijke opbrengstdervingen van 10-15% en 15-20% bij, respectievelijk, Gt VII en VIII. Op bedrijven akk7/vee en akk8/vee is de mestinzet zoveel mogelijk gehandhaafd. Het gevolg is wel dat er sterker onder de norm moet worden bemest dan in de puur plantaardige bedrijfsvarianten.

Op de groentebedrijven op klei is de norm van 10 mg totaal-N liter op 2 van de 3 bedrijven haalbaar door de mestinzet te verlagen. Op vgg1 moet ook onder advies worden bemest. Een norm van 2,2 mg totaal-N per liter leidt evenals bij de akkerbouwbedrijven tot een sterke verlaging van de bemesting en opbrengstdervingen.

Op de zandbedrijven moet zowel op nat als droog zand de mestinzet worden teruggebracht tot nul en moet onder advies worden bemest. Met name op droog zand zijn de gevolgen groot (opbrengstdervingen variërend van 20-40%).

Scenario N4P4

Qua beeld is dit scenario vergelijkbaar met N4P2. Wel wordt er in het algemeen veel minder organische mest gebruikt, doordat de veelal lagere P-behoefte van de gewassen minder organische mest toelaat.

Scenario N4P5

In vergelijking met scenario N4P4 kan op de meeste bedrijven weer meer organische mest worden gebruikt. Dit geldt alleen voor nat zand en op klei bij een N-totaal norm van 10 mg per liter. Op droog zand en bij de strenge oppervlaktewater norm (2,2 mg per liter) is dit niet het geval.

Tabel 7. Resultaten scenarioberekeningen akkerbouw (vervolg).

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Concentratiedoel	N-werkzaam		N-aanvoer		N-binding		N-totaal		P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemoverschot		Nitraatconcentratie			N-totaal-Concentr.	Rel. opbrengst		
					N	Norm.tot	Nikm	Nikm	N	N	om	km	om+km	N	P ₂ O ₅	Gt IV	Gt VI	Gt VII	Gt VIII				
N3P2	Akk1	klei	najaar		154	46	145	0	191	0	191	27	54	81	92	26					6,6	0,93	
			voorjaar		154	46	121	0	167	0	167	27	54	81	68	26					4,9	0,93	
	Akk2	Klei	najaar		122	126	96	0	222	0	222	74	9	82	146	39					10,5	0,94	
				voorjaar		122	63	78	0	141	0	141	37	34	71	67	27					4,9	0,94
	Akk3	klei	najaar		149	81	133	13	227	47	30	77	30	77	128	25					9,3	0,94	
				voorjaar		149	81	92	13	187	13	187	47	31	78	87	26				6,3	0,94	
	Akk4	klei	najaar		154	65	142	11	217	11	217	38	37	75	129	26					9,3	0,94	
				voorjaar		154	65	109	11	185	37	37	38	37	75	97	26				7,0	0,94	
	Akk5	zand	voorjaar		118	102	46	0	148	0	148	60	6	66	89	26	36	48	59	68		0,95	
Akk6	zand	voorjaar		144	126	56	0	182	74	4	77	112	37	45	60	74	85				0,94		
Akk7	zand	voorjaar		138	135	43	0	178	79	4	83	101	37	40	54	66	76				0,94		
Akk7M	zand	voorjaar		138	145	36	0	181	85	0	85	103	39	41	55	68	78				0,94		
Akk8	zand	voorjaar		187	126	99	0	225	74	12	85	120	37	48	65	79	91				0,94		
Akk8M	zand	voorjaar		187	146	85	0	231	85	0	85	125	37	50	67	82	95				0,94		
Akk9	loss	voorjaar		153	86	124	0	210	50	35	85	50	35	85	109	32					83	0,94	
N3P4	Akk1	klei	najaar		154	0	154	0	154	0	154	0	3	3	57	-52					4,2	0,93	
			voorjaar		154	0	154	0	154	0	154	0	3	3	57	-52					4,1	0,93	
	Akk2	klei	najaar		122	31	115	0	146	18	11	29	75	75	54	-14					5,4	0,94	
				voorjaar		122	31	100	0	131	18	11	29	60	60	-14						4,3	0,94
	Akk3	klei	najaar		149	31	143	13	187	18	23	40	91	91	-5						6,6	0,94	
				voorjaar		149	31	128	13	171	18	23	40	75	-5							5,5	0,94
	Akk4	klei	najaar		154	24	150	11	185	14	15	29	99	99	-20						7,2	0,94	
				voorjaar		154	24	137	11	172	14	15	29	87	-20							6,3	0,94
	Akk5	zand	voorjaar		118	41	89	0	130	24	14	38	75	-1	30	40	49	57				0,95	
Akk6	zand	voorjaar		144	55	105	0	161	32	12	44	95	4	38	51	63	72				0,94		
Akk7	zand	voorjaar		138	46	106	0	152	27	19	46	79	0	32	43	52	60				0,94		
Akk7M	zand	voorjaar		138	46	106	0	152	27	19	46	79	0	32	43	52	60				0,94		
Akk8	zand	voorjaar		187	82	130	0	211	48	13	60	110	12	44	59	72	83				0,94		
Akk8M	zand	voorjaar		187	82	130	0	211	48	13	60	110	12	44	59	72	83				0,94		
Akk9	loss	voorjaar		153	46	136	0	182	27	19	46	83	-8								63	0,94	
N4P2	Akk1	klei	najaar	10	172	46	163	0	209	27	54	81	99	22							7,2	1,00	
	Akk2				136	108	115	0	223	63	9	72	139	26							10,1	1,00	
	Akk3				167	81	150	13	244	47	30	77	136	22							9,9	1,00	
	Akk4				172	65	159	11	235	38	37	75	138	23							10,0	1,00	
	Akk1		voorjaar	10	171	46	139	0	185	27	54	81	75	22							5,4	1,00	
	Akk2				136	63	92	0	155	37	34	71	74	25							5,4	1,00	
	Akk3				167	81	110	13	204	47	31	78	96	23							6,9	1,00	
	Akk4				172	65	127	11	202	38	37	75	106	23							7,6	1,00	
	Akk1		najaar	2,2	93	0	93	0	93	0	63	63	31	21							2,2	0,71	
Akk2				76	0	76	0	76	0	59	59	31	26							2,2	0,77		
Akk3				71	0	71	13	84	0	78	78	31	41							2,2	0,67		
Akk4				54	0	55	11	65	0	52	52	30	22							2,2	0,59		
Akk1		voorjaar	2,2	94	0	94	0	94	0	64	64	31	22							2,2	0,72		
Akk2				76	0	76	0	76	0	59	59	31	26							2,2	0,77		
Akk3				71	0	71	13	84	0	78	78	31	41							2,2	0,67		
Akk4				54	0	55	11	65	0	52	52	30	22							2,2	0,59		

Tabel 7. Resultaten scenarioberekeningen akkerbouw (vervolg).

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Concen- tratie/doel	N-aanvoer		N-totaal		P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemoverschot		Nitraatconcentratie			N-totaal- concentr.	Rel. opbrengst	
					N-werkzaam	Nom.tot	N-km	N-binding	om	km	om+km	N	P ₂ O ₅	Gt IV	Gt VI			Gt VII
N4P2	Akk5	zand GtIV	voorjaar	50	132	102	60	0	162	60	6	66	97	24	39		1,00	
	Akk6				161	126	72	0	198	74	4	77	122	35	49		1,00	
	Akk7				154	135	59	0	194	79	4	83	110	34	44		1,00	
	Akk7v				154	145	52	0	197	85	0	85	112	36	45		1,00	
	Akk8				208	99	139	0	238	58	17	74	126	23	50		1,00	
	Akk8v				189	146	87	0	233	85	0	85	126	37	50		0,94	
	Akk5	zand Gt VI	voorjaar	50	132	80	75	0	156	47	19	66	92	24		49	1,00	
	Akk6				161	0	161	0	161	0	66	66	92	24		49	1,00	
	Akk7				154	67	107	0	174	39	32	71	93	22		50	1,00	
	Akk7v				120	145	19	0	163	85	0	85	94	42		50	0,88	
	Akk8				193	0	193	0	193	0	72	72	94	22		50	0,96	
	Akk8v				131	146	29	0	175	85	0	85	94	46		51	0,77	
	Akk5	zand Gt VII	voorjaar	50	132	8	126	0	134	5	60	65	75	23		49	1,00	
	Akk6				134	0	134	0	134	0	62	62	76	24		50	0,91	
Akk7				152	0	152	0	152	0	71	71	76	23		50	0,99		
Akk7v				91	130	1	0	130	76	0	76	76	39		50	0,76		
Akk8				161	0	161	0	161	0	67	67	76	23		50	0,86		
Akk8v				102	140	4	0	143	82	0	82	76	47		50	0,69		
Akk5	zand Gt VIII	voorjaar	50	121	0	121	0	121	0	63	63	66	23		50	0,96		
Akk6				116	0	116	0	116	0	59	59	66	24		50	0,84		
Akk7				133	0	133	0	133	0	68	68	66	23		50	0,92		
Akk7v				80	113	1	0	114	66	0	66	66	31		50	0,72		
Akk8				144	0	144	0	144	0	64	64	66	23		50	0,81		
Akk8v				91	123	5	0	128	72	0	72	66	39		50	0,65		
Akk9	loss	voorjaar	50	171	0	171	0	171	0	80	80	66	23		50	1,00		
N4P4	Akk1	klei	najaar	10	172	0	172	0	172	0	3	3	65	-56		4,7	1,00	
	Akk2				136	31	130	0	161	18	11	29	82	-17		5,9	1,00	
	Akk3				167	31	160	13	204	18	23	40	99	-8		7,2	1,00	
	Akk4				172	24	168	11	202	14	15	29	108	-23		7,8	1,00	
	Akk1	klei	voorjaar	10	171	0	171	0	171	0	3	3	64	-56		4,6	1,00	
	Akk2				136	31	115	0	146	18	11	29	67	-17		4,8	1,00	
	Akk3				167	31	145	13	189	18	23	40	84	-8		6,0	1,00	
	Akk4				172	24	155	11	190	14	15	29	96	-23		6,9	1,00	
	Akk1			najaar	2,2	93	0	93	0	93	0	3	3	31	-56		2,2	0,71
	Akk2				76	76	0	76	0	76	0	29	29	31	-5		2,2	0,77
	Akk3				71	0	71	13	84	0	40	40	31	9		2,2	0,67	
	Akk4				54	0	55	11	65	0	29	29	30	-1		2,2	0,59	
	Akk1			voorjaar	2,2	94	0	94	0	94	0	3	3	31	-56		2,2	0,72
	Akk2				76	0	76	0	76	0	29	29	31	-5		2,2	0,77	
Akk3				71	0	71	13	84	0	40	40	31	9		2,2	0,67		
Akk4				54	0	55	11	65	0	29	29	30	-1		2,2	0,59		
N4P5	Akk5	zand GtIV	voorjaar	50	132	41	103	0	144	24	14	38	83	-3	33		1,00	
	Akk6				161	55	122	0	177	32	12	44	105	1	42		1,00	
	Akk7				154	46	122	0	168	27	19	46	88	-3	35		1,00	
	Akk7v				154	46	122	0	168	27	19	46	88	-3	35		1,00	
	Akk8				208	82	151	0	233	48	13	60	122	8	49		1,00	
	Akk8v				208	82	151	0	233	48	13	60	122	8	49		1,00	

Tabel 7. Resultaten scenarioberekeningen akkerbouw (vervolg).

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Concentratiedoel	N-werkzaam		N-aanvoer		N-totaal		P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemovershot		Nitraatconcentratie		N-totaal-concentr.	Rel. opbrengst							
					N-werkzaam	Nom.tot	Nikm	Nbinding	N-totaal	om	km	om+km	N	P ₂ O ₅	Gt IV	Gt VI			Gt VII	Gt VIII					
N4P4	Akk5	zand Gt VI	voorjaar	50	132	41	103	0	144	24	14	38	83	-3		44		1,00							
	Akk6				161	0	161	0	168	0	43	43	0	49	92	1		49		1,00					
	Akk7				154	46	122	0	168	27	19	168	27	19	46	88	-3		47		1,00				
	Akk7N				154	46	122	0	168	27	19	168	27	19	46	88	-3		47		1,00				
	Akk8				193	0	193	0	193	0	59	193	0	59	59	94	10		50		0,96				
	Akk8N				157	82	100	0	181	48	13	181	48	13	60	93	17		50		0,85				
	Akk5				zand Gt VII	voorjaar	50	132	5	128	0	133	3	35	38	74	-2		49		1,00				
	Akk6							134	0	134	0	134	0	43	43	0	50	76	1		50		0,91		
	Akk7							152	0	152	0	152	0	45	45	0	45	76	-4		50		0,99		
	Akk7N							131	46	99	0	145	27	19	145	27	19	46	76	1		50		0,92	
	Akk8							161	0	161	0	161	0	59	161	0	59	59	76	15		50		0,86	
	Akk8N							127	82	70	0	152	48	13	152	48	13	60	76	22		50		0,76	
N4P5	Akk5	zand Gt VIII	voorjaar	50	121	0	121	0	121	0	38	38	66	-2		50		0,96							
	Akk6				116	0	116	0	116	0	43	43	0	50	66	8		50		0,84					
	Akk7				133	0	133	0	133	0	45	45	0	45	66	0		50		0,92					
	Akk7N				112	46	80	0	126	27	19	126	27	19	46	66	5		50		0,85				
	Akk8				144	0	144	0	144	0	59	144	0	59	59	66	18		50		0,81				
	Akk8N				108	82	51	0	132	48	13	132	48	13	60	65	25		50		0,70				
	Akk9				171	0	171	0	171	0	45	171	0	45	45	66	-12		50		1,00				
	Akk1				klei	najaar	10	172	46	163	0	209	27	32	59	99	0				7,2	1,00			
	Akk2							136	79	121	0	200	46	0	200	46	0	118	0				8,5	1,00	
	Akk3							167	81	150	13	244	47	0	244	47	0	47	136	-1				9,9	1,00
	Akk4							172	65	159	11	235	38	15	235	38	15	52	138	0				10,0	1,00
	Akk1							171	46	139	0	185	27	32	185	27	32	59	75	0				5,4	1,00
Akk2	136	54	98	0				153	32	14	153	32	14	46	72	0				5,2	1,00				
Akk3	167	72	116	13				201	42	6	201	42	6	48	94	0				6,8	1,00				
Akk4	172	65	127	11				202	38	14	202	38	14	52	106	0				7,6	1,00				
Akk1	93	0	93	0				93	0	41	93	0	41	41	31	0				2,2	0,71				
Akk2	76	0	76	0				76	0	34	76	0	34	34	31	0				2,2	0,77				
Akk3	71	0	71	13				84	0	31	84	0	31	31	31	0				2,2	0,67				
Akk4	54	0	55	11				65	0	30	65	0	30	30	30	0				2,2	0,59				
Akk1	94	0	94	0	94	0	42	94	0	42	42	31	0				2,2	0,72							
Akk2	76	0	76	0	76	0	34	76	0	34	34	31	0				2,2	0,77							
Akk3	71	0	71	13	84	0	31	84	0	31	31	31	0				2,2	0,67							
Akk4	54	0	55	11	65	0	30	65	0	30	30	30	0				2,2	0,59							
N4P5	Akk5	zand Gt IV	voorjaar	50	132	71	82	0	153	41	0	41	90	0		36		1,00							
	Akk6				161	71	111	0	182	42	0	182	42	0	42	109	-1		43		1,00				
	Akk7				154	84	95	0	179	49	0	179	49	0	49	97	0		39		1,00				
	Akk7N				154	84	95	0	179	49	0	179	49	0	49	97	0		39		1,00				
	Akk8				208	88	146	0	235	51	0	235	51	0	51	123	0		49		1,00				
	Akk8N				208	88	146	0	235	51	0	235	51	0	51	123	0		49		1,00				
	Akk5				132	71	82	0	153	41	0	153	41	0	41	90	0		48		1,00				
	Akk6				161	0	161	0	161	0	42	161	0	42	42	92	0		49		1,00				
	Akk7				154	67	107	0	174	39	10	174	39	10	49	93	0		50		1,00				
	Akk7N				146	84	87	0	171	49	0	171	49	0	49	93	1		50		0,97				
	Akk8				193	0	193	0	193	0	50	193	0	50	50	94	0		50		0,96				
	Akk8N				161	75	109	0	184	44	0	184	44	0	44	94	0		50		0,86				

Tabel 8. Resultaten scenario berekeningen vollegroendsgroenten.

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest.	Concentratiedoel	N-werkzaam		N-aanvoer		Nbinding	N-totaal	P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemoverschot		Nitraatconcentratie			N-totaal-concentr.	Rel. opbrengst	
					N-werkzaam	Nom.tot	N-km	N-km			om	om+km	P ₂ O ₅	N	Gt.IV	Gt.VI	Gt.VII			Gt.VIII
N1P1	Vgg1	klei	najaar		200	63	187	0	250	37	18	54	197	25				14,3	1,00	
			voorjaar		200	54	162	0	216	32	23	54	164	25				11,8	1,00	
	Vgg2	klei	najaar		211	63	198	0	261	37	35	72	175	27				12,6	1,00	
				voorjaar		211	63	167	0	230	37	35	72	143	27				10,4	1,00
	Vgg3	klei	najaar		205	49	196	0	244	28	39	67	163	21				11,8	1,00	
				voorjaar		205	49	171	0	220	28	39	67	139	21				10,0	1,00
N2P2	Vgg1	klei	najaar		200	63	187	0	250	37	18	54	197	25				14,3	1,00	
			voorjaar		200	54	162	0	216	32	23	54	164	25				11,8	1,00	
	Vgg2	klei	najaar		211	63	198	0	261	37	35	72	175	27				12,6	1,00	
				voorjaar		211	63	167	0	230	37	35	72	143	27				10,4	1,00
	Vgg3	klei	najaar		205	49	196	0	244	28	39	67	163	21				11,8	1,00	
				voorjaar		205	49	171	0	220	28	39	67	139	21				10,0	1,00
N3P3	Vgg1	klei	najaar		200	63	187	0	250	37	18	54	197	25				14,3	1,00	
			voorjaar		200	54	162	0	216	32	23	54	164	25				11,8	1,00	
	Vgg2	klei	najaar		211	63	198	0	261	37	35	72	175	27				12,6	1,00	
				voorjaar		211	63	167	0	230	37	35	72	143	27				10,4	1,00
	Vgg3	klei	najaar		205	49	196	0	244	28	39	67	163	21				11,8	1,00	
				voorjaar		205	49	171	0	220	28	39	67	139	21				10,0	1,00
N3P4	Vgg1	klei	najaar		179	63	167	0	230	37	18	54	183	27				13,2	0,95	
			voorjaar		179	54	142	0	196	32	23	54	149	27				10,8	0,95	
	Vgg2	klei	najaar		190	63	177	0	240	37	35	72	160	29				11,6	0,95	
				voorjaar		190	63	145	0	208	37	35	72	129	29				9,3	0,95
	Vgg3	klei	najaar		185	49	175	0	223	28	36	64	150	21				10,8	0,94	
				voorjaar		185	49	151	0	199	28	39	67	125	24				9,1	0,94
N3P5	Vgg1	klei	najaar		219	72	169	0	241	42	43	85	156	49				8,5	0,95	
			voorjaar		219	72	135	0	242	79	17	85	159	58				8,5	0,95	
	Vgg2	klei	najaar		181	117	99	0	216	68	17	85	159	58				8,5	0,94	
				voorjaar		181	98	71	0	169	57	0	57	165	48				8,5	0,95
	Vgg3	klei	najaar		179	63	167	0	230	37	18	54	183	27				13,2	0,95	
				voorjaar		179	54	142	0	196	32	23	54	149	27				10,8	0,95
N3P6	Vgg1	klei	najaar		179	63	167	0	230	37	18	54	183	27				13,2	0,95	
			voorjaar		179	54	142	0	196	32	23	54	149	27				10,8	0,95	
	Vgg2	klei	najaar		190	63	177	0	240	37	35	72	160	29				11,6	0,95	
				voorjaar		190	63	145	0	208	37	35	72	129	29				9,3	0,95
	Vgg3	klei	najaar		185	49	175	0	223	28	36	64	150	21				10,8	0,94	
				voorjaar		185	49	151	0	199	28	39	67	125	24				9,1	0,94
N3P7	Vgg1	klei	najaar		219	72	169	0	241	42	43	85	156	49				8,5	0,95	
			voorjaar		219	72	135	0	242	79	17	85	159	58				8,5	0,95	
	Vgg2	klei	najaar		181	117	99	0	216	68	17	85	159	58				8,5	0,94	
				voorjaar		181	98	71	0	169	57	0	57	165	48				8,5	0,95
	Vgg3	klei	najaar		179	63	167	0	230	37	18	54	183	27				13,2	0,95	
				voorjaar		179	54	142	0	196	32	23	54	149	27				10,8	0,95

Tabel 8. Resultaten scenarioberekeningen vollegroendsgroenten (vervolg).

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Concentratiedoel	N-werkzaam		N-aanvoer		N-binding	N-totaal	P ₂ O ₅ -aanvoer		Nitraatconcentratie		N-totaal-concentr.	Rel. opbrengst
					N-werkzaam	Nom,tot	N-aaanvoer	N-km			om	km	Gt VI	Gt VII		
N4P2	Vgg1	klei	najaar	10	181	0	181	0	181	0	53	25			9,9	0,95
	Vgg2				211	13	208	0	221	7	61	137			9,9	1,00
	Vgg3				205	15	202	0	217	9	58	138			10,0	1,00
	Vgg1		voorjaar	10	181	0	181	0	181	0	53	25			9,9	0,95
	Vgg2				211	36	186	0	222	21	47	137			9,9	1,00
	Vgg3				205	49	171	0	220	28	39	139			10,0	1,00
	Vgg1		najaar	2,2	37	0	37	0	37	0	53	31			2,2	0,59
	Vgg2				65	0	65	0	65	0	50	30			2,2	0,67
	Vgg3				56	0	56	0	56	0	49	31			2,2	0,58
	Vgg1		voorjaar	2,2	37	0	37	0	37	0	53	31			2,2	0,59
	Vgg2				65	0	65	0	65	0	50	31			2,2	0,66
	Vgg3				56	0	56	0	56	0	49	31			2,2	0,58
N4P4	Vgg4	zand Gt IV	voorjaar	50	200	0	200	0	200	0	70	35	50			0,90
	Vgg5				173	0	173	0	173	0	49	125	50			0,92
	Vgg6				106	0	106	0	106	0	36	126	28	50		0,88
	Vgg4	zand Gt VI	voorjaar	50	154	0	154	0	154	0	70	93	40	50		0,80
	Vgg5				129	0	129	0	129	0	46	94	23	50		0,80
	Vgg6				63	0	63	0	63	0	32	93	28	50		0,72
	Vgg4	zand Gt VII	voorjaar	50	129	0	129	0	129	0	70	75	42	50		0,75
	Vgg5				105	0	105	0	105	0	43	76	23	50		0,74
	Vgg6				41	0	41	0	41	0	30	76	28	50		0,63
	Vgg4	zand Gt VIII	voorjaar	50	115	0	115	0	115	0	70	65	43		49	0,72
	Vgg5				91	0	91	0	91	0	41	66	21	50		0,70
	Vgg6				27	0	27	0	27	0	30	66	29	50		0,58
N4P4	Vgg1	klei	najaar	10	181	0	181	0	181	0	18	-10			9,9	0,95
	Vgg2				211	0	211	0	211	0	44	128	-2		9,3	1,00
	Vgg3				205	15	202	0	217	9	40	138	3		10,0	1,00
	Vgg1		voorjaar	10	181	0	181	0	181	0	18	137	-10		9,9	0,95
	Vgg2				211	0	211	0	211	0	44	128	-1		9,3	1,00
	Vgg3				205	18	192	0	211	11	40	131	5		9,5	1,00
	Vgg1		najaar	2,2	37	0	37	0	37	0	18	31	3		2,2	0,59
	Vgg2				65	0	65	0	65	0	44	30	16		2,2	0,67
	Vgg3				56	0	56	0	56	0	49	31	24		2,2	0,58
	Vgg1		voorjaar	2,2	37	0	37	0	37	0	18	31	3		2,2	0,59
	Vgg2				65	0	65	0	65	0	44	31	16		2,2	0,66
	Vgg3				56	0	56	0	56	0	49	31	24		2,2	0,58
N4P4	Vgg4	zand Gt IV	voorjaar	50	200	0	200	0	200	0	70	35	50			0,90
	Vgg5				173	0	173	0	173	0	24	125	-2	50		0,92
	Vgg6				106	0	106	0	106	0	0	126	-8	50		0,88
	Vgg4	zand Gt VI	voorjaar	50	154	0	154	0	154	0	70	93	40	50		0,80
	Vgg5				129	0	129	0	129	0	24	94	1			0,80
	Vgg6				63	0	63	0	63	0	0	93	-4			0,72
	Vgg4	zand Gt VII	voorjaar	50	129	0	129	0	129	0	70	75	42	50		0,75
	Vgg5				105	0	105	0	105	0	24	76	3	50		0,74
	Vgg6				41	0	41	0	41	0	0	76	-2	50		0,63
	Vgg4	zand Gt VIII	voorjaar	50	115	0	115	0	115	0	70	65	43		49	0,72
	Vgg5				91	0	91	0	91	0	24	66	5	50		0,70
	Vgg6				27	0	27	0	27	0	0	66	-1	50		0,58

Tabel 8. Resultaten scenarioberoekeningen vollegroedsgronten (vervolg).

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Concentratiedoel	N-werkzaam		N-aanvoer		P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemoverschot		Nitraatconcentratie		N-totaal-concentr.	Rel. opbrengst	
					N-werkzaam	Norm.tot	N-km	Nbinding	N-totaal	om	km	om+km	N	P ₂ O ₅			Gt IV
N4P5	Vgg1	klei	najaar	10	181	0	181	0	181	0	28	28	137	0		9,9	0,95
	Vgg2				211	13	208	0	221	7	38	45	137	0		9,9	1,00
	Vgg3				205	15	202	0	217	9	37	45	138	1		10,0	1,00
	Vgg1	voorjaar	10		181	0	181	0	181	0	28	28	137	0		9,9	0,95
	Vgg2				211	36	186	0	222	21	24	45	137	0		9,9	1,00
	Vgg3				205	49	171	0	220	28	17	50	139	0		10,0	1,00
	Vgg1	najaar	2,2		37	0	37	0	37	0	15	15	31	0		2,2	0,59
	Vgg2				65	0	65	0	65	0	27	27	30	-1		2,2	0,67
	Vgg3				56	0	56	0	56	0	25	25	31	0		2,2	0,58
	Vgg1	voorjaar	2,2		37	0	37	0	37	0	15	15	31	0		2,2	0,59
	Vgg2				65	0	65	0	65	0	27	27	31	-1		2,2	0,66
	Vgg3				56	0	56	0	56	0	25	25	31	0		2,2	0,58
	Vgg4	zand Gt IV	voorjaar	50	200	0	200	0	200	0	35	35	125	0	50		0,90
	Vgg5				173	0	173	0	173	0	26	26	125	0	50		0,92
	Vgg6				106	0	106	0	106	0	8	8	126	0	50		0,88
	Vgg4	zand Gt VI	voorjaar	50	154	0	154	0	154	0	30	30	93	0	50		0,80
	Vgg5				129	0	129	0	129	0	23	23	94	0			0,80
	Vgg6				63	0	63	0	63	0	4	4	93	0			0,72
	Vgg4	zand Gt VII	voorjaar	50	129	0	129	0	129	0	28	28	75	0	50		0,75
	Vgg5				105	0	105	0	105	0	21	21	76	0	50		0,74
	Vgg6				41	0	41	0	41	0	3	3	76	0	50		0,63
	Vgg4	zand Gt VIII	voorjaar	50	115	0	115	0	115	0	27	27	65	0	49		0,72
	Vgg5				91	0	91	0	91	0	19	19	66	0	50		0,70
	Vgg6				27	0	27	0	27	0	2	2	66	0	50		0,58

¹ OM = organische mest, KM = kunstmest
N-werkzaam = werkzame N uit organische mest + kunstmest
N-totaal = N-totaal uit organische mest + kunstmest + binding

3.2 Bloembollen

3.2.1 Gewasniveau

In onderstaande tabel staan de gegevens van de aanvoer van de werkzame N van de scenario's N1 tot en met N4 op gewasniveau. De tabel bevat de gewassen die voorkomen in de bouwplannen van de modelbedrijven en is aangevuld met een aantal andere bolgewassen die ook in de bemestingsadviesbasis voor bloembollen worden vermeld.

Wanneer N1 op gewasniveau zou worden toegepast zou er op droog zand en overige gronden maximaal, respectievelijk, 225 en 265 kg werkzame N mogen worden gebruikt. In Tabel 9 is bij het N1-scenario uitgegaan van het gebruik van enkel kunstmest vanwege eerder genoemde redenen. De hoeveelheid werkzame N is gebaseerd op het stikstofbijmeststelsel. Dit systeem wordt in de huidige bemestingspraktijk algemeen geadviseerd. De toe te dienen hoeveelheid stikstof wordt bepaald aan de hand van de gemeten N_{min} waarden in de bodem gedurende het groeiseizoen van het gewas.

Bij N4 is aangegeven hoeveel werkzame N nog kan worden toegediend bij een norm van 50 mg nitraat per liter in grondwater (zand). Ook hier gaat het om een situatie waarin geen organische mest wordt gebruikt. Bij bloembollen worden ook hulpstoffen zoals stro (winterdek en/of stuifbestrijding) en cellulose (stuifbestrijding) gebruikt waarmee stikstof wordt aangevoerd. Daardoor kan er minder (werkzame) stikstof worden toegediend bij het N4 scenario omdat het maximaal toegestane bodemoverschot sneller wordt bereikt met het gebruik van deze hulpstoffen. Bij bloembollen wordt in de winter dekstro gebruikt om de bloembollen te beschermen tegen de kou. Voor het N4 scenario heeft dat gebruik van stro gevolgen. Als het dekstro op het perceel blijft, zoals in de uitgangspunten is bepaald, is in veel gevallen de nog aan te voeren werkzame stikstof veel lager dan de behoefte van het gewas. Als het dekstro wordt afgevoerd neemt de aanvoerruimte toe. Ter illustratie van het effect zijn in onderstaande tabel voor Gt IV de hoeveelheden werkzame N aangegeven voor situaties met achterlating van dekstro dan wel met afvoer van dekstro bij voorjaarsgewassen. Wanneer de waarden vetgedrukt zijn wordt onder het advies bemest.

Tabel 9. Aanvoer N-werkzaam (kg N per ha) bloembolgewassen (situatie met enkel gebruik van kunstmest).

Gewas	N1		N2	N3	N4					
	Droog zand	Overig			Zand					
			Gt IV		Gt VI	Gt VII	Gt VIII			
			Dekstro	Dekstro afvoeren						
Tulp		180	180	162	98	162				
Hyacint		200	200	180	41	175				
Narcis		125	125	113	84	125				
Lelie		100	100	90	100	100				
Soort Krokus		70	70	63	69	70				
Dahlia		30	30	27	30	30				
Iris, grof		150	150	135	83	143				
Lelie (NO-Ned dekzandgrond)	65	65	65	59	65	65	65	65	65	
Andere gewassen										
Gladiool (duinzand)		240	240	216	179	179				
Anemone coronaria		110	110	99	54	106				
Fritillaria imperialis		115	115	104	53	105				
Iris, kleinbollig		120	120	108	95	120				
Krokus 'grote gele'		145	145	131	115	145				
Zantedeschia		90	90	81	90	90				
Gladiool (NO-Ned dekzandgrond)	205	205	205	185	205	205	196	164	146	
Krokus 'grote gele', zware grond		100	100	90	100	100				

3.2.2 Bedrijfsniveau

De resultaten van de scenarioberekeningen staan vermeld in Tabel 10. Hieronder worden de resultaten per scenario kort beschreven.

Scenario NIP1

De organische bemesting is erop gericht het organische-stofgehalte op peil te houden op de bedrijven BL1 tot en met BL3. Dat geldt tevens voor de bedrijven BL4- veenkoloniën en het deel van het eigen land in BL4A en BL4-droog. Het stro dat wordt aangevoerd als stuifbestrijding en als winterdek ter bescherming tegen de vorst blijft op het land achter.

De bemesting zoals deze is gebruikt voldoet binnen de normen van dit scenario. Dat wil zeggen, dat net als bij MINAS de stikstof uit de GFT-compost niet wordt meegerekend bij MINAS-aanvoer. De organische mest is voldoende om in de fosfaatbehoefte te voorzien.

De hoeveelheid werkzame N varieert tussen 39 en 203 kg N per ha, de hoeveelheid N uit mest varieert tussen 0-64 kg N per ha. Een belangrijk deel van deze N is afkomstig uit dierlijke mest (stalmest), namelijk 43-64 kg N per ha. Het resterende deel wordt met compost aangevoerd.

Op de duinzandbedrijven varieert het P-bodemoverschot tussen 22 en 37 kg P₂O₅ per ha. Op de leliebedrijven is het P-overschot negatief.

Scenario N2P2 en N2 P3

Er zijn geen verschillen met scenario N1P1.

Scenario N3P2

Er is bij dit scenario 10% onder advies bemest. Dit is gedaan door de kunstmestbemesting aan te passen. De organische bemesting is weer gelijk aan die van scenario N1P1 en N2P2. De sub-optimale N-bemesting geeft een opbrengstreductie van 5-6% op bedrijfsniveau. Als kanttekening hierbij geldt dat als hyacint en narcis minder dan de benodigde stikstof krijgen toegediend, de kwaliteit van het product afneemt. Dat is ook bij lelies mogelijk. Daardoor, en door verschuivingen in de maten van de bollen, is de procentuele financiële schade aanzienlijk groter dan de eerder genoemde 5-6% fysieke opbrengstderiving.

Scenario N3P4

In vergelijking met scenario N3P2 is op de meeste bedrijven de organische mest inzet sterk teruggebracht, zodat niet meer P wordt gegeven dan het gewasgerichte P-advies. Daarmee komt de organische-stofvoorziening in gevaar. Op den duur zakt het organische-stofgehalte en daardoor vermindert de bodemkwaliteit, en daardoor de opbrengst.

Scenario N4P2

Op de duinzandbedrijven is bij dit scenario stikstof de limiterende factor. Er kan maar 40%, 55% en 75% van de adviesbemesting worden toegediend bij, respectievelijk, BL1, BL2 en BL3 als het strodek niet zou worden afgevoerd. De opbrengstreductie is daardoor hoog, variërend van 14 tot 39%. Reeds eerder is opgemerkt dat de werkelijke financiële schade groter zal zijn.

De organische-stofaanvoer op de duinzandbedrijven is vrijwel nihil, en daarmee komt de organische-stofvoorziening in gevaar.

Op de leliebedrijven in Noordoost Nederland kan volgens advies worden bemest. Ook kan er voldoende organische mest worden gebruikt.

Scenario N4P4

Voor de duinzandbedrijven is er geen verschil met scenario N4P2. Op de leliebedrijven in Noordoost Nederland kan er geen organische mest meer worden gebruikt omdat de fosfaatbehoefte nul is bij een fosfaattoestand van Pw 45.

Scenario N4P5

In vergelijking met scenario N4P4 kan op de duinzandbedrijven nu helemaal geen organische mest meer worden gebruikt. Op de leliebedrijven in Noordoost Nederland kan weer worden bemest zoals in het basisscenario. Het scenario N₄P₅ laat onvoldoende ruimte voor de fosfaatbemesting op deze bedrijven.

Kanttekeningen

- Voor duinzandgronden is het handhaven van 1,1% os als uitgangspunt genomen (bedrijven BL1 tot en met BL3). Bij het ophogen van de organische stof gehalte van percelen met een lager gehalte aan os is meer aanvoer nodig. Er zijn in het duinzandgebied bedrijven waar een deel van het areaal een te laag organische-stofgehalte heeft (onder de streefwaarde).
- De behoefte aan aan te voeren stikstof verandert als de Nmin waarden in het seizoen anders zijn dan de waarden waarmee is gerekend. In ongunstige en gunstige jaren kan de totaalgift tot ongeveer 40 kg/ha hoger, respectievelijk, lager zijn dan in de berekening is aangenomen.
- Op de modelbedrijven worden geen gladiolen geteeld. Gladiolen worden in Oost-Nederland door gespecialiseerde bedrijven geteeld. Deze kunnen bij het N4-scenario op droge zandgrond geen organische stof meer aanvoeren.
- In West-Nederland (bedrijven BL1 t/m BL3) is de denitrificatie hoger en daardoor de uitspoeling van stikstof minder hoog dan in de berekeningen is aangenomen. Hierdoor wordt bij bemesten volgens advies (N2) in de praktijk (gegevens Telen met Toekomst) de nitraatnorm van 50 mg per liter in grond- en oppervlaktewater niet overschreden.

Alternatieve scenario's, N4P2, N4P4, N4P5 met verwijderen strodek

In de scenario's waarin wordt uitgegaan van het bodemoverschot (N4 scenario's) blijkt dat niet voldoende stikstof voor een goede opbrengst kan worden aangevoerd. De aanvoerposten (voor de bodemoverschotten) van stikstof en fosfaat in de bedrijfsvoering zijn organische mest, kunstmest en stro dat als winterdek (bescherming gewas tegen nachtvorst) gebruikt wordt en daarnaast als stuifbestrijding. In het geval alle stro op het perceel blijft liggen, zoals in de uitgangspunten is gesteld, kan voor BL1 maar 40% van de benodigde stikstof worden toegediend. Voor bedrijf BL2 is dit 55% en voor bedrijf BL3 75%.

Als het deel van het stro wordt verwijderd dat als winterdek dient, blijft er binnen de norm meer ruimte voor aanvoer van stikstof met meststoffen (Tabel 11). Op bedrijf BL1 kan dan 85% van de stikstofbehoefte worden gegeven in plaats van 40%. BL2 en BL3 kunnen volgens behoefte worden bemest.

Tevens kan voor het scenario P5 in de behoefte van fosfaat worden voorzien.

Feit blijft echter dat de organische-stofvoorziening op de bedrijven BL1 tot en met BL3 wordt verwaarloosd. Dat heeft op duinzandgronden (BL1 tot en met BL3) al snel consequenties voor de hoeveelheid organische stof die in de bodem aanwezig is en daardoor voor de bodemkwaliteit.

Tabel 10. Resultaten scenario berekeningen bloembollenbedrijven.

Scenario	Bedrijf	N-aanvoer										P ₂ O ₅ -aanvoer			Bodemoverschot			Nitraatgehalte		N-organische mest		Rel. opbrengst %
		N-Wz		Norm, tot		Nkm	Nbinding	N-tot	om		km	om+km	N		P205		Nitrat		GFT	STM		
N1P1	BL1	203	57	193	250	34	0	34	265	22	106	14	43	100								
	BL2	181	64	168	232	41	9	50	250	37	100	0	64	100								
	BL3	154	60	142	202	37	0	37	217	23	87	9	52	100								
	BL4A	39	30	36	66	13	0	13	42	-15	17			100								
	BL4 veen	65	0	65	65	0	0	0	67	-21	27			100								
	BL4 droog	39	30	36	66	13	0	13	42	-15	32			100								
N2P2	BL1	203	57	193	250	34	0	34	265	22	106	14	43	100								
	BL2	181	64	168	232	41	9	50	250	37	100	0	64	100								
	BL3	154	60	142	202	37	0	37	217	23	87	9	52	100								
	BL4A	39	30	36	66	13	0	13	42	-15	17			100								
	BL4 veen	65	0	65	65	0	0	0	67	-21	27			100								
	BL4 droog	39	30	36	66	13	0	13	42	-15	32			100								
N2P3	BL1	203	57	193	250	34	0	34	265	22	106	14	43	100								
	BL2	181	64	168	232	41	9	50	250	37	100	0	64	100								
	BL3	154	60	142	202	37	0	37	217	23	87	9	52	100								
	BL4A	39	30	36	66	13	0	13	42	-15	17			100								
	BL4 veen	65	0	65	65	0	0	0	67	-21	27			100								
	BL4 droog	39	30	36	66	13	0	13	42	-15	32			100								
N3P2	BL1	182	57	173	229	34	0	34	251	24	100	14	43	94								
	BL2	162	64	149	213	41	9	50	237	39	95	0	64	94								
	BL3	138	60	126	186	37	0	37	206	25	82	9	52	95								
	BL4A	35	30	32	62	13	0	13	41	-14	16			95								
	BL4 veen	59	0	59	59	0	0	0	64	-19	26			95								
	BL4 droog	35	30	32	62	13	0	13	41	-14	31			95								

Tabel 1.1. Resultaten scenario berekeningen bloembollenbedrijven bij afvoeren dekstro kg/ha bedrijf bij de N4-scenarios.

Scenario	Bedrijf Zand	N-aanvoer			P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemoverschot		Nitraatconcentratie mg NO ₃ /l	N-org mest	Rel. opbreng st				
		N-Wz	Norm,tot	Nkm	Nbinding	N-totaal	om	km				om+km	N	P205	GFT
N4P2	BL1	145	11	143		153	7	17	23	125	0	50	0	11	91
	BL2	146	6	145		151	4	23	26	125	1	50	0	6	100
	BL3	129	13	127		139	8	5	13	125	-9	50	0	13	100
N4P4	BL1	145	11	143		153	7	17	23	125	0	50	0	11	91
	BL2	146	6	145		151	4	23	26	125	1	50	0	6	100
	BL3	129	13	127		139	8	5	13	125	-9	50	0	13	100
N4P5	BL1	143	11	143		154	7	17	23	125	0	50	0	11	91
	BL2	146	6	145		151	4	21	25	125	0	50	0	6	100
	BL3	129	13	127		139	8	5	13	125	-9	50	0	13	100

3.3 Boomteelt

3.3.1 Gewasniveau

Tabel 12 geeft de aanvoer van werkzame N bij groepen boomkwekerijgewassen die gebruikt zijn in de scenario-studies. Aanvoer van werkzame stikstof volgens de huidige praktijk (scenario N1) is gelijk aan de bemestingsadviezen voor boomkwekerijgewassen (scenario N2). Bij N1 is uitgegaan van bemesting met enkel kunstmest zoals ook gebeurde bij de overige akker- en tuinbouwbedrijven. Bij N3 wordt bemest op 90% van het advies. Onder N4 is de toegestane aanvoer gegeven indien voldaan moet worden aan de normen voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Wanneer de waarden vetgedrukt zijn, wordt onder het advies bemest. Problemen ontstaan vooral bij het bos- en haagplantsoen bij grondwatertrappen VII en VIII. Ook hier zij nog eens benadrukt dat bij dit scenario op gewasniveau geen organische mest is gebruikt.

Tabel 12. Aanvoer N-werkzaam (kg N per ha) boomkwekerijgewassen (situatie met enkel gebruik van kunstmest).

Gewas	N1		N2	N3	N4 ¹					
	Droog zand	Overig			Klei		Zand			
					10 ppm	2 ppm	GT IV	GT VI	GT VII	GT VIII
Laanbomen										
Onderstam	20	20	20	18	20	o	20	20	20	20
spil, jaar 1	60	60	60	54	60	o	60	60	45	35
spil, jaar 2	70	70	70	63	70	70	70	70	70	70
opzetter, jaar 1	80	80	80	72	80	3	80	79	59	46
opzetter, jaar 2	80	80	80	72	80	80	80	80	80	80
opzetter, jaar 3	80	80	80	72	80	80	80	80	80	80
opzetter, jaar 4	80	80	80	72	80	46	80	80	80	80
opzetter, jaar 5	80	80	80	72	80	46	80	80	80	80
opzetter, jaar 6	80	80	80	72	80	46	80	80	80	80
Sierheesters en coniferen										
conifeer, jaar 1	40	40	40	36	40	16	40	40	40	40
conifeer, jaar 2	40	40	40	36	40	40	40	40	40	40
conifeer, jaar 3	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
heester, jaar 1	40	40	40	36	40	25	40	40	40	40
heester, jaar 2	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
heester, jaar 3	60	60	60	54	60	60	60	60	60	60
Rozen										
rozen zaailingen	30	30	30	27	30	30	30	30	30	30
rozen, jaar 1	20	20	20	18	20	20	20	20	20	20
rozen, jaar 2	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50
Bos- en haagplantsoen										
bos- en haag 1/0	40	40	40	36	40	5	40	40	40	40
bos- en haag 2/0,1	60	60	60	54	60	o	60	60	53	41
bos- en haag 2/0,2	70	70	70	63	70	1	70	70	55	43
bos- en haag 1-0	60	60	60	54	60	o	60	60	53	41
bos- en haag 1+1,1	60	60	60	54	60	2	60	60	57	45
bos- en haag 1+1,2	70	70	70	63	70	35	70	70	70	70
bos- en haag 1+2,1	60	60	60	54	60	2	60	60	57	45
bos- en haag 1+2,2	70	70	70	63	70	35	70	70	70	70
bos- en haag 1+2,3	70	70	70	63	70	34	70	70	70	70

¹ o = onmogelijk, bemesting < 0

3.3.2 Bedrijfsniveau

In de boomteeltsector gaat het vooral om meerjarige teelten. Organische mest wordt gegeven aan het begin van een meerjarige teelt; per jaar wordt circa 40% van het totale bedrijfsareaal organisch bemest. Organische mest wordt niet alleen gegeven omwille van de nutriënten, maar ook ten behoeve van handhaving van het organische-stofgehalte van de bodem. Er wordt geen kunstmestfosfaat gebruikt vanwege de voldoende hoge fosfaattoestand. Wanneer bij de N4-scenario's niet voldaan wordt aan de waterkwaliteitsnormen, wordt, analoog aan de andere sectoren, eerst de mestgift teruggebracht en vervolgens de kunstmestgift. In de praktijk kan het echter ook zo zijn dat de toegestane ruimte volledig wordt opgevuld via organische en eerst zal worden bezuinigd op kunstmest. De resultaten van de scenarioberekeningen staan vermeld in Tabel 13.

Scenario N1P1

Scenario N1P1 is de huidige situatie volgens de Minas-normen. Dierlijke mest wordt aangevoerd in de vorm van stal-mest (bedrijf Bo1, Bo2 en Bo4) en rundveedrijfmest (bedrijf Bo3). De giften zijn conform de praktijk (40-45 ton/ha). Op bedrijf Bo1 en Bo4 is ook compost ingezet, waarbij de aanvoer op perceelsniveau, conform wetgeving (BOOM), is beperkt tot 20 ton per ha. Gemiddeld wordt op de bedrijven 54 tot 124 kg N per ha uit mest aangevoerd. De hoeveelheid werkzame N loopt uiteen van 64 tot 109 kg N per ha.

De P-aanvoer varieert tussen 29 en 70 kg P_2O_5 per ha. Door de geringe P-afvoer is er sprake van relatief hoge P-overschotten uiteenlopend van 22 tot 58 kg P_2O_5 per ha.

Scenario N2P2

De organische bemesting is verlaagd, zodat de hoeveelheid werkzame stikstof bij een bepaald gewas niet groter is dan de behoefte volgens het advies. In vergelijking met scenario N1P1 neemt ook de hoeveelheid werkzame N hiermee af. In vergelijking met andere AT-sectoren is de N-behoefte relatief laag. Door de verlaging van het mestgebruik neemt ook de P-aanvoer en het P-overschot af.

Scenario N2P3

De verruiming van de fosfaatnorm levert geen extra ruimte voor organische mest omdat de inzet daarvan wordt bepaald door de N-behoefte van de gewassen.

Scenario N3P2

Bemesten op 90% van het bemestingsadvies leidt i.t.t. andere sectoren, op boomteeltbedrijven ook tot vermindering van de mestinzet omdat een deel van de gewassen volledig met organische mest wordt bemest (aanplant). Bij lage hoeveelheden (< 10 ton per ha) is de organische mest geheel geschrapt. Waar geen organische mest is toegediend, is de kunstmestgift uiteraard op 90% van het bemestingsadvies gebracht.

Scenario N3P4

Voor de percelen met organische bemesting is de aanvoer op gewasniveau in vergelijking met scenario N3P2 zonodig teruggebracht tot de adviesgift voor fosfaat (dit was alleen nodig voor het bedrijf Bo1). Op percelen waar geen organische mest is toegepast, wordt stikstofkunstmest gegeven volgens 90% van het bemestingsadvies. In de huidige praktijk is de fosfaattoestand boomteeltbedrijven doorgaans hoger dan de hier gehanteerde P_w van 45. Het bemestingsadvies is dan 0 kg P_2O_5 /ha waardoor het gebruik van alle organische meststoffen binnen dit scenario zou zijn uitgesloten.

Scenario N4P2 en N4P4

In vergelijking met scenario N2P2 zijn er geen verschillen m.u.v. bedrijf Bo2 waarbij bij het halen van een norm van 2,2 mg per liter totaal-N niet mogelijk is.

Scenario N4P5

In vergelijking met scenario's N4P2 en N4P4 moet op alle bedrijven de mestaanvoer verder worden teruggebracht. Dit heeft te maken met de relatief lage P-afvoer met geoogst product waardoor er minder ruimte is voor organische mest.

Aanvoer organische stof

De aanvoer van effectieve organische stof (EOS) bestaat uit gewasresten (afstervende wortels, wortelresten bij rooien en snoeisel) en organische mest. In de meeste hier geschetste scenario's loopt de aanvoer van EOS wat terug ten opzichte van het uitgangsscenario N1P1, maar over het algemeen komt de aanvoer niet beneden de 1800 kg per ha. Deze aanvoer van EOS is voldoende als de gewassen met kale wortel worden afgevoerd (dus zonder kluit, met organische-stofrijke bovengrond). Bij de scherpere scenario's (P4 en P5) wordt de aanvoer van EOS op het laanbomenbedrijf op klei (Bo02) en op het sierheesterbedrijf op zand (Bo01) wat krapper (1600-1700 kg per ha). Op het bedrijf met bos- en haagplantsoen op zand (Bo04) wordt bij scenario P5 de aanvoer van EOS 1100 kg, wat beslist onvoldoende is. Op het rozenbedrijf op zand (Bo03), waar gebruik wordt gemaakt van rundveedrijfmest, zakt de aanvoer van EOS al bij scenario N2 beneden de 1500 kg/ha, omdat bij gewassen met een lage stikstof-behoefte het gebruik van rundveedrijfmest al niet meer mogelijk is. Zonder verdere ingrepen zal het organische-stofgehalte dan zeker teruglopen. Vanaf scenario N4 zakt de aanvoer van EOS op Bo03 zelfs beneden de 1100 kg per ha.

Gereduceerde opbrengst

Boomteeltproducten worden verkocht per individu en per maat. Fysieke opbrengsten worden niet gemeten in kg per ha. Maar ten behoeve van scenarioberekeningen is wel gepoogd zo'n vertaalslag te maken. Een gereduceerde droge-stofopbrengst zal leiden tot een verminderde opname (en dus een hoger bodemoverschot), maar in de praktijk zal verminderde groei eerder betekenen dat het gewas nog een jaar langer blijft staan om aan de maat te komen. Dit heeft grote invloed op het economisch resultaat, maar is in de huidige studie lastig te kwantificeren.

Tabel 13. Resultaten scenarioberekeningen boomteelt (vervolg)

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Conc. doel	N-aanvoer			P ₂ O ₅ -aanvoer			Bodemoverschot			Nitraatconcentratie			N-totaalconc.	Rel. opbr. (%)		
					N-werkz	Norm.tot	Nkm	N=bind	N-totaal	om	km	om+km	N	P ₂ O ₅	Gt IV	Gt VI			Gt VII	Gt VIII
N4P2	Bo02	Klei ¹	najaar	10	63	40	55	0	95	23	0	23	79	11					1	
					63	28	49	0	77	16	0	16	61	4						1
			voorjaar	50	54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
	Bo04	zand Gt IV	voorjaar		58	34	48	0	82	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
					54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
			voorjaar	50	74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
					58	34	48	0	82	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
	Bo03	zand Gt VI	voorjaar		54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
			voorjaar	50	58	34	48	0	82	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
					54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
	Bo04	zand Gt VII	voorjaar		54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
			voorjaar	50	58	34	48	0	82	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
					54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
	Bo04	zand Gt VIII	voorjaar		74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
					58	34	48	0	82	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
			voorjaar	50	54	59	36	0	95	31	0	31	61	16	24	33	40	46		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
	Bo02	Klei ¹	najaar	10	63	28	57	0	85	16	0	16	69	4				5	1	
					63	26	50	0	76	15	0	15	60	3					4	1
			voorjaar	50	54	45	37	0	82	24	0	24	49	9	20	26	32	37		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
	Bo04	zand Gt VI	voorjaar		58	24	48	0	72	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
					54	45	37	0	82	24	0	24	49	9	20	26	32	37		1
			voorjaar	50	74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
					58	24	48	0	72	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
	Bo04	zand Gt VII	voorjaar		54	45	37	0	82	24	0	24	49	9	20	26	32	37		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
			voorjaar	50	58	24	48	0	72	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
					54	45	37	0	82	24	0	24	49	9	20	26	32	37		1
	Bo04	zand Gt VIII	voorjaar		54	45	37	0	82	24	0	24	49	9	20	26	32	37		1
					74	49	44	0	93	18	0	18	70	5	28	38	46	53		1
			voorjaar	50	58	24	48	0	72	18	0	18	53	11	21	28	35	40		1
					54	45	37	0	82	24	0	24	49	9	20	26	32	37		1

Tabel 13. Resultaten scenarioberkeningen boomteelt (vervolg).

Scenario	Bedrijf	Grondsoort	Tijdstip mest	Conc. doel	N-aanvoer			N=bind N-totaal			P ₂ O ₅ -aanvoer		Bodemoverschot		Nitraatconcentratie			N-totaal-conc.	Rel. opbr. (%)						
					N-werkz	Norm.tot	Nkm	N=bind	N-totaal	om	km	om+km	N	P ₂ O ₆	Gt IV	Gt VI	Gt VII			Gt VIII					
NMP5	Bo02	Klei ¹	herja voorjaar	10	63	21	59	0	80	12	0	12	64	0											
					63	21	53	0	74	12	0	12	58	0											
					54	30	40	0	70	16	0	16	37	0	15	20	24	28							
					74	36	52	0	88	13	0	13	66	0	26	35	43	50							
	Bo03	zand	Gt IV voorjaar	50	58	13	51	0	64	7	0	7	56	0	22	30	37	42							
					54	30	40	0	70	16	0	16	37	0	15	20	24	28							
					74	36	52	0	88	13	0	13	66	0	26	35	43	50							
					58	13	51	0	64	7	0	7	56	0	22	30	37	42							
	Bo04	zand	Gt VI voorjaar	50	54	30	40	0	70	16	0	16	37	0	15	20	24	28							
					74	36	52	0	88	13	0	13	66	0	26	35	43	50							
					58	13	51	0	64	7	0	7	56	0	22	30	37	42							
					54	30	40	0	70	16	0	16	37	0	15	20	24	28							
	Bo03	zand	Gt VII voorjaar	50	74	36	52	0	88	13	0	13	66	0	26	35	43	50							
					58	13	51	0	64	7	0	7	56	0	22	30	37	42							
					54	30	40	0	70	16	0	16	37	0	15	20	24	28							
					74	36	52	0	88	13	0	13	66	0	26	35	43	50							
	Bo04	zand	Gt VIII voorjaar	50	58	13	51	0	64	7	0	7	56	0	22	30	37	42							
					54	30	40	0	70	16	0	16	37	0	15	20	24	28							
					74	36	52	0	88	13	0	13	66	0	26	35	43	50							
					58	13	51	0	64	7	0	7	56	0	22	30	37	42							

¹ Het voldoen aan de norm van 2,2 mg per liter totaal-N is niet mogelijk.

3.4 Fruitteelt

Voor fruitteeltbedrijven zijn geen gewas- en bedrijfsberekeningen uitgevoerd. In deze paragraaf wordt daarom een globale schets van de fruitteeltpraktijk gegeven.

3.4.1 Gewasniveau

De fruitteeltsector wordt gekenmerkt door meerjarige teelten. De hoofdgewassen zijn appel en peer. De duur van een volledige teeltcyclus bedraagt resp. 12 en 25 jaar voor deze twee gewassen. Er bestaat geen advies voor stikstofbemesting op basis van grondmonsters (N_{min}). De hoogte van de N-bemesting wordt meestal vastgesteld op basis van bladanalyse (Anonymus, 1994). De hoogte van de N-bemesting hangt sterk af van het jaar in de teeltcyclus (hou ouder een bestand hoe hoger de N-behoefte), waardoor de variatie in N-behoefte op fruitteeltbedrijven groot is. Voor zowel appel en peer bedraagt de bandbreedte 25-175 kg N per ha.

3.4.2 Bedrijfsniveau

Inzet organische mest

Op fruitteeltbedrijven wordt slechts incidenteel dierlijke organische mest gebruikt. Wel wordt er structureel champost ingezet. Bij het kleinfruit vindt dit vooral plaats in het aanplantjaar teneinde een voldoende hoog organische stofgehalte te handhaven c.q. te bereiken. Als niet meer mag worden gegeven dan het N-advies kan, afhankelijk van de gehanteerde werkingscoëfficiënt van champost, een knelpunt ontstaan omdat door de geringe N-behoefte in het aanplantjaar dan weinig mest kan worden toegediend.

Daarnaast wordt bij peer de eerste jaren ook champost toegediend (maximaal toegestane jaargift ikv BOOM, circa 30 m³ per ha) voor het afdekken van de onderstammen. Dit wordt gedaan ter bescherming tegen vorstschade. Wanneer op kaliumfixerende gronden een kaliumtekort wordt gevonden, speelt, vooral bij peer, champost eveneens een belangrijke rol in de reparatie van dit tekort.

Tenslotte wordt bij appel en peer soms de boomspiegel na planten afgedekt met champost (25 m³ per ha) om de aanslag te verbeteren.

P-bemesting

De P-behoefte van de gewassen varieert van 0-200 kg P₂O₅ per ha (Anonymus, 1994). Er bestaat een voorkeur om reeds bij de aanplant een groot deel van de fosfaatbehoefte voor de volledige teeltduur toe te dienen omdat daarna geen grondbewerking meer mogelijk is. Dit kan een knelpunt geven wanneer op een groot deel van het bedrijf opnieuw wordt geplant.

N/P-afvoer

De afvoer van N en P via vruchten is gering. Afhankelijk van productie en gehalte bedraagt deze voor appel en peer 15-45 kg N/ha/jaar en 6-18 kg P₂O₅/ha/jaar. Naast de afvoer met vruchten worden na afloop van een teeltcyclus soms de stammen afgevoerd (bijvoorbeeld voor openhaardhout). Globaal wordt hiermee 30-60 kg N en 20-40 kg P₂O₅ per ha afgevoerd. Op bedrijfsniveau en jaarbasis is dit slechts een geringe bijdrage als gevolg van de relatief lange teeltcyclus van 12-25 jaar.

Omdat meestal al vanaf het derde jaar na aanplant een N-bemestingsniveau van rond de 175 kg N per ha wordt gehanteerd zal het bodem-N-overschot aanzienlijk zijn. Dit zal vooral op droge zandgronden problemen geven met betrekking tot halen van de nitraatnorm.

4. Conclusies

N-gebruiksnorm

Analoog aan gras en maïs is er ook bij akker- en tuinbouwgewassen vanuit milieukundig oogpunt sprake van een aanzienlijke bandbreedte in toegestane gebruiksnorm. Wanneer alleen gekeken wordt naar *individuele gewassen* kunnen uitgaande van minimale milieudoelstellingen (10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater of 50 mg nitraat per liter grondwater) op klei en nat zand de meeste gewassen volgens advies worden bemest. Alleen bij gewassen met een hoge N-behoefte en/of lage N-afvoer is dit niet het geval (onder andere aardappelen, koolgewassen, prei en bloembolgewassen). Op droog zand is bij toenemende Gt de gebruiksnorm bij steeds meer gewassen lager dan het advies. Bij een norm van 2,2 mg totaal-N per liter in oppervlaktewater (klei) ligt de gebruiksnorm bij veel gewassen ruim onder advies.

Bij de gebruiksnormen afgeleid van 'Minas2003' kan op klei en nat zand bij vrijwel alle gewassen volgens advies worden bemest. Op droog zand is dit bij een beperkt aantal gewassen niet meer het geval (onder andere aardappelen en koolgewassen).

Bovenstaande conclusies hebben betrekking op situaties waarin enkel kunstmest is gebruikt.

Op een akker- en tuinbouwbedrijf worden gewassen vaak in een rotatie geteeld. Beoordeling op *bedrijfsniveau* geeft daardoor een ander beeld, omdat gewassen met een hoog N-overschot kunnen worden gecompenseerd door gewassen met een laag N-overschot.

Uitgaande van minimale milieudoelstelling (10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater of 50 mg nitraat per liter grondwater) kan op klei en nat zand op akkerbouw- en boomteeltbedrijven, ook bij gebruik van organische mest, in het algemeen volgens advies worden bemest. Op vollegrondsgroente- en bloembolbedrijven is dit niet het geval. Ook wanneer geen organische mest meer wordt gebruikt ligt de gebruiksnorm op laatstgenoemde bedrijven nog steeds onder het advies. Op droog zand is dit ook bij akkerbouwbedrijven het geval. Op boomteeltbedrijven kan dan nog steeds worden advies worden bemest. Bij een norm van 2,2 mg totaal-N per liter in oppervlaktewater (klei) ligt de gebruiksnorm in alle sectoren ruim onder advies.

Het voldoen aan een norm van 10 mg totaal-N per liter oppervlaktewater op kleigrond stelt wel beperkingen aan herfsttoediening van organische mest.

Bij de gebruiksnormen afgeleid van 'Minas2003' kan in alle sectoren op zowel droog zand als de overige gronden volgens advies worden bemest. Dit heeft vooral te maken met de relatief ruime afvoernorm en het feit dat er 'uitmideling' mogelijk tussen gewassen met een lage en hoge N-behoefte.

P-gebruiksnorm

Het meetellen van kunstmestfosfaat leidt bij een gebruiksnorm van 85 en 95 kg P₂O₅ per ha (resp. scenario's P2 en P3) in vergelijking met de 'Minas2003'-norm (P1, excl. kunstmestfosfaat) niet tot grote verschuivingen in mestgebruik op de doorgerekende bedrijven. Opvulling van deze gebruiksnormen leidt vooral in tuinbouwsectoren tot hoge P-overschotten door de relatief geringe afvoer. Wanneer uitgegaan wordt van een strikte evenwichtsbemesting (P5, aanvoer = reële afvoer met geogst product) loopt de P-gebruiksnorm op AT-bedrijven uiteen van circa 10 tot 60 kg P₂O₅ per ha.

Bijlage IV.

Korte beschrijving bedrijfstypen AT

Bedrijfstypen akkerbouw

Bedrijf	Regio	Bedrijfstype	Bouwplan	Areaal (ha)	Regio + grondsoort
Akk1	NZK	Graanbedrijf	77% graan, 14% suikerbiet, 9% braak	110,25	Noordelijke zeelei
Akk2	CZK1	Pootaardappel met groenten	25% graan, 25% pootaardappelen, 12,5% suikerbiet, 12,5% tulp, 12,5% winterpeen, 12,5% zaaiui	40	Centrale zeelei
Akk3	CZK2	Consumptieaardappel 1:4	25% graan, 25% suikerbiet, 25% consumptieaardappel, 12,5% zaaiui, 12,5% mais	60	Centrale zeelei
Akk4	ZWK	Consumptieaardappel	36% graan, 20% suikerbiet, 20% consumptieaardappel, 10% conservenerwt + stamslaboon, 10% graszaad, 4% braak	50	Zuid Westelijke zeelei
Akk5	NON1	Zetmeelaardappel	33% zetmeelaardappel, 33% graan, 20% suikerbiet, 6% waspeen, 4% mais, 4% braak	90	Noord Oostelijk Zand
Akk6	NON2	Zetmeelaardappel	50% zetmeelaardappel, 30% graan, 20% suikerbiet	60	Noord Oostelijk Zand
Akk7	ZON1	Consumptieaardappel Groente en mais	25% consumptieaardappel, 25% suikerbiet, 12,5% graan, 12,5% mais, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	36	Zuid Oostelijk Zand
Akk8	ZON2	Akkerbouwplan met dubbelteelt spinazie	25% consumptieaardappel, 25% mais, 17% suikerbiet, 17% graan, 17% dubbelteelt spinazie	30	Zuid Oostelijk Zand
Akk9	Löss	Consumptieaardappel Mais en ui	25% consumptieaardappel, 25% graan, 25% suikerbiet, 12,5% mais, 12,5% zaaiui	40	Löss

Bedrijfstypen vollegrondsgroenten

Nummer	Bedrijfstype	Bouwplan	Areaal (ha)		Regio	Grondsoort
			Eigen	Huur		
Vgg1	Bloemkool	50% bloemkool, 25% bloembollen, 25% vroege aardappel	20		Noord-Holland	Klei
Vgg2	Bloemkool	50% sluitkool, 25% pootaardappel, 25% ijssla	20		Noord-Holland	Klei
Vgg3	Spruitkool	55% spruitkool, 15% wintertarwe, 15% consumptieaardappel, 7,5% peen, 7,5% witlof	30	20	Zuid-Westen	Klei
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

Bedrijfstypen bloembollen

Nummer	Bedrijfstype	Bouwplan	Waarvan Huurland	Regio	Grondsoort
BL1	Klein	4,5 ha; hyacint, tulp, narcis (1 op 3)		Bollenstreek en 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
BL4c	Lelie droog	20 ha; lelie	10 ha	Oost	Droog zand

Bedrijfstypen boomteelt

Nummer	Bedrijfstype	Bouwplan	Areaal, ha	Regio	Grondsoort
Bo1	Sierheesters & coniferen	3 ha coniferen 3 ha heesters 12 ha bos- en haagplantsoen 5 ha spillen	23	Noordelijk zandgebied	Zand
Bo2	Laanbomen	3 ha onderstam & spillen 6 ha opzetters 1 ha groenbemester	10	Rivierkleigebied	Klei
Bo3	Rozen	9 ha rozen 3 ha Tagetes 12 ha akkerbouw	24	Zuidelijk zandgebied	Droog zand
Bo4	Bos- en haagplantsoen	8 ha bos- en haagplantsoen	8	Zuidelijk zandgebied	Droog zand

Bijlage V.

N-binding vlinderbloemigen AT

Ter bepaling van de N-bodembelasting moet ook de N-aanvoer via biologische binding worden geschat. Binnen Minas werd gewerkt met vaste forfaits:

- Stamslabonen: 30 kg N per ha
- Erwten (conserven en droge): 50 kg N per ha
- Veld- en tuinbonen: 120 kg N per ha
- Luzerne: 160 kg N per ha

Deze forfaits zijn echter weinig onderbouwd. Hieronder wordt ingegaan op de wijze waarop een betere inschatting kan worden verkregen.

De volgende opties zijn mogelijk:

1. N-binding baseren op gegevens uit literatuur
2. Modelmatige benadering waarbij op basis van totale N-opname en de aanvoer via andere N-bronnen de N-binding wordt ingeschat

Ad 1.

Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de N-binding van de hierboven genoemde gewassen. Buitenlandse literatuur richt zich vooral op soja.

Ad 2.

Deze benadering is gebaseerd op de volgende balans van het bodem-plant-systeem over de teeltperiode:

$$N_{\text{min,zaai}} + N_{\text{mineralisatie}} + N_{\text{werkzaam,(kunst)mest}} + N_{\text{depositie}} + N_{\text{binding}} = N_{\text{opname}} + N_{\text{min,oogst}}$$

De N-binding kan op de volgende manier worden berekend:

$$N_{\text{binding}} = N_{\text{opname}} - \text{recovery} * (N_{\text{min,zaai}} + N_{\text{mineralisatie}} + N_{\text{werkzaam,(kunst)mest}} + N_{\text{depositie}})$$

Hieronder wordt aangegeven hoe de verschillende posten zijn ingeschat.

N-opname

Peulvruchten

Bij de inschatting van de N-opname is bij de peulvruchten gebruik gemaakt van proefveldgegevens van het toenmalige PAGV (Tabel 2). Het betreft zowel gepubliceerd als ongepubliceerd materiaal. Praktijkopbrengsten volgens KWIN (Dekkers, 2002) zijn veelal lager dan die van proefvelden (Tabel 3). De opbrengstverhouding tussen praktijk en proeven is vervolgens gebruikt om een 'praktijk'-N-opname af te leiden.

Luzerne

Voor luzerne is teruggegrepen op gegevens vermeld in de teelthandleiding luzerne (Van der Schans, 1998). Hierin wordt aangegeven dat de N-afvoer op kleigrond ongeveer 400 kg/ha bedraagt, uitgaande van een opbrengst van 13 ton per ha en een N-gehalte van 3,1%. Gemeld wordt dat de opbrengst op zandgrond wat lager is. In KWIN (Dekkers, 2002) wordt de opbrengst voor het noordelijk en centraal kleigebied op 12 ton/ha gesteld (driejarige met voorjaarsinzaai) en in het zuidwestelijk kleigebied op 16 ton/ha (tweejarige teelt met najaarsinzaai). Voor de schatting van de bovengrondse N-opname wordt in deze notitie uitgegaan van 400 kg N per ha.

In de teelthandleiding wordt aangegeven dat er 4 tot 10 ton droge stof aan wortelmasa geproduceerd wordt. Deze wortelmasa levert de eerstvolgende twee jaar 100 tot 250 kg N per ha. In de bemestingsadviesbasis (Van Dijk, 2003) wordt voor het volggewas aardappelen na tweejarige luzerne het eerste jaar op een besparingsmogelijkheid van kunstmest-N van 75 kg per ha, het tweede jaar van 65 kg N en het derde jaar van 25 kg N per ha gerekend. De totale besparing is dan 165 kg N per ha.

Een voorzichtige conclusie is dat in twee jaar 200 kg N per ha in de wortelmasa wordt opgeslagen. Op jaarbasis is dit gemiddeld 100 kg N per ha.

De totale jaarlijkse N-opname (ondergronds plus bovengronds) is daarom op 500 kg N per ha gesteld.

Overige uitgangspunten:

- N_{min}, zaai (volgens uitgangspunten scenariostudie)
- N_{mineralisatie} (jaarmineralisatie van 125 kg N per ha teruggerekend naar groeiperiode gewas)
- N_{depositie} (jaardepositie van 45 kg N per ha teruggerekend naar groeiperiode gewas)
- Recovery door gewas geschat op 70%
- N-opname geschat op basis proefresultaten (zie hieronder genoemde bronnen)

Tabel 2. Berekening N-opname door peulvruchten.

		Vers ton/ha	% ds	ds kg/ha	% N in ds	N kg/ha
Doperwt	zaad machinale oogst	6,1				
	zaad aan de plant	6,7	0,25	1675	0,038	64
	gewasrest bovengronds	34,0	0,15	5100	0,027	138
	subtotaal bovengronds			6775		
	ondergronds (10%)			678	0,015	10
	totaal gewas			7453		212
Tuinboon	zaad machinale oogst	7,2				
	zaad aan de plant	7,9	0,19	1501	0,045	68
	gewasrest bovengronds	48,1	0,13	6253	0,03	188
	subtotaal bovengronds			7754		
	ondergronds (10%)			775	0,015	12
	totaal gewas			8529		267
Stamslaboon	peul machinale oogst	14,0		0		
	peul aan de plant	15,4	0,11	1694	0,033	56
	gewasrest bovengronds	17,6	0,16	2816	0,023	65
	subtotaal bovengronds			4510		
	ondergronds (10%)			451	0,015	7
	totaal gewas			4961		127
Droge erwt	zaad machinale oogst	4,8				
	zaad aan de plant	5,0	0,86	4300	0,045	194
	gewasrest bovengronds	5,0	0,86	4300	0,013	56
	subtotaal bovengronds			8600		
	ondergronds (5%)			430	0,01	4
	totaal veldgewas			9030		254
Veldboon	zaad machinale oogst	5,2				
	zaad aan de plant	5,4	0,86	4644	0,045	209
	gewasrest bovengronds	5,4	0,86	4644	0,013	60
	subtotaal bovengronds			9288		
	ondergronds (5%)			464	0,01	5
	totaal veldgewas			9752		274
Bruineboon	zaad machinale oogst	3,5				
	zaad aan de plant	3,7	0,86	3182	0,032	102
	gewasrest bovengronds	3,7	0,86	3182	0,013	41
	subtotaal bovengronds			6364		
	ondergronds (5%)			318	0,01	3
	totaal veldgewas			6682		146

Tabel 3. Omrekening van proefveldresultaten peulvruchten naar gegevens praktijkopbrengsten volgens KWIN (Dekkers, 2002)

	Opbrengst kg/ha		N kg/ha	
	Proeven	KWIN	Proeven	KWIN
Doperwt	6100	5700	212	198
Tuinboon	7200	6000	267	222
Stamslaboon	14000	13000	127	118
Droge erwt	4800	4500	254	238
Veldboon	5200	5000	274	263
Bruineboon	3500	2700	146	113

N-binding

In Tabel 4 is weergegeven hoe voor de verschillende gewassen de N-binding is berekend op basis van bovengenoemde uitgangspunten.

Tabel 4. N-huishouding vlinderbloemigen.

	Doperwt	Tuinboon	Stamslaboon	Droge erwt	Veldboon	Bruineboon	Luzerne
Datum zaaien	01-apr	01-apr	15-mei	01-apr	01-apr	15-mei	01-mrt
Datum einde N-opname	15-jul	15-jul	15-aug	01-aug	15-aug	31-aug	01-okt
Aantal dagen	105	105	91	122	136	107	214
Beschikbaar voor gewas							
Nmin, zaai	30	30	40	30	30	40	30
Nmineralisatie	48	48	49	57	65	57	93
Ndepositie (45 kg/ha/jaar)	13	13	11	13	15	13	26
Nwerkzaam, (kunst)mest	40	40	110	40	40	125	20
Totaal (1)	131	131	210	140	150	235	169
Recovery door gewas (2)	92	92	147	98	105	165	118
Opname gewas (3)	198	222	118	238	263	113	500
N-binding (3 – 2)	106	130	0	140	158	0	382

In Tabel 5 zijn de berekende waarden vergeleken met de huidige Minas-forfaits. Er is sprake van aanzienlijke verschillen. De berekende binding bij erwten en luzerne is veel hoger dan het Minas-forfait. Anderzijds valt de berekende binding bij stamslaboon bruine boon lager uit. Bij deze gewassen zou bij de balansmethode geen sprake zijn van binding terwijl binnen Minas een waarde van 30 kg N per ha wordt gehanteerd.

Tabel 5. Berekende N-binding volgens balansmethode en Minas-forfaits.

	N-binding op basis van balansmethode	Minas-forfaits
Doperwt	105	50
Tuinboon	130	120
Stamslaboon	0	30
Droge erwt	140	50
Veldboon	160	120
Bruineboon	0	30
Luzerne	380	165

Bijlage VI.

Opbrengsten (marktbaar) en N/P-gehalten in marktbaar product AT-gewassen

	Opbrengsten (kg/ton)						N- gehalte (kg/ton)	P205- gehalte (kg/ton)	
	klei		duinzand	dekzand/dal		löss			
	NZK	CZK	ZWK	West-Ned	NOZ				ZON
Akkerbouw									
Consumptieaardappel	44600	56800	48600			50000	50000	3,3	1,1
Zetmeelaardappelen					37200			3,7	1,1
Pootaardappelen	35700	38700			21900			2,5	0,9
Suikerbieten	57100	65500	59600		51000	55100	62700	1,8	0,9
Wintertarwe	8400	8700	9000		7800	7400	9150	20	7,8
Wintergerst	6600							17	8
Rogge					4900			14,9	7,3
Zomergerst			6800		6000			15	8
Korrelmais					8000	8000	8000	13,9	6,7
Graszaad (Engels)			1500					21	10,1
Doperwten		5700				5700		10	2,9
Stamslabonen 2e teelt			11000			11000		3,6	1,1
Zaaiuien		58400					59000	2,2	0,7
Vollegrondsgroenten									
bloemkool, weeuwen		26000						2,6	0,9
bloemkool, vrijster		34710						2,6	0,9
bloemkool, zomer		29510						2,6	0,9
bloemkool, herfst/vroeg		26780						2,6	0,9
bloemkool, herfst/laat		21710						2,6	0,9
bloemkool, winter		17290						2,6	0,9
vroege aardappel		22000						3,3	1,1
witte kool, korte bewaar		85500						1,9	0,7
witte kool, lange bewaar		78500						1,9	0,7
rode kool, zomer		47500						2,2	0,7
rode kool, herfst		68500						2,2	0,7
ijssla, vroeg/bedekt		35840						1,5	0,5
ijssla, vroeg		35840						1,5	0,5
ijssla, zomer		39040						1,5	0,5
ijssla, herfst		26880						1,5	0,5
spruitkool, zeer vroeg			14000					5,5	2,1
spruitkool, vroeg			21500					5,5	2,1
spruitkool, midden			22500					5,5	2,1
spruitkool, laat			21500					5,5	2,1
spruitkool, zeer laat			14500					5,5	2,1
schorseneren						22000		3,5	1,6

	Opbrengsten (kg/ton)						N- gehalte (kg/ton)	P205- gehalte (kg/ton)	
	klei		duinzand		dekzand/dal				löss
	NZK	CZK	ZWK	West-Ned	NOZ	ZON			
witlofwortel, jan-aug trek			28000				2,3	1,4	
witlofwortel, okt-dec trek			27000				2,3	1,4	
kropsla, vroeg/bedekt						34968	2	0,7	
kropsla, zomer						39621	2	0,7	
kropsla, herfst						34968	2	0,7	
spinazie, zeer vroeg tot vroeg						22000	3,5	0,9	
spinazie, zomer						26000	3,5	0,9	
spinazie, herfst						20000	3,5	0,9	
prei, zomer						35000	3	0,9	
prei, herfst/vroeg						40000	3	0,9	
prei, herfst/laat						35000	3	0,9	
prei, winter/vroeg						27000	3	0,9	
prei, winter/laat						35000	3	0,9	
broccoli, vroeg						7500	4,7	1,3	
broccoli, zomer						11500	4,7	1,3	
broccoli, herfst						10500	4,7	1,3	
peen, grove/directe afzet			85000				1,6	0,7	
waspeen					71250	71250	1,5	0,7	
bospeen, vroeg						25200	1,5	0,7	
bospeen, zomer						27720	1,5	0,7	
bospeen, herfst						22050	1,5	0,7	
andijvie, vroeg/bedekt						37500	2,5	0,7	
andijvie, zomer						37500	2,5	0,7	
andijvie, herfst						41000	2,5	0,7	
asperge, witte/bedekt						6988	3,5	0,9	
asperge, witte/onbedekt						6031	3,5	0,9	
aardbei, gekoelde teelt						17000	1,2	0,7	
Bloembollen									
tulp			32300				3,5	0,9	
hyacint			37300				3,4	1,2	
narcis			28600				2,8	1,1	
iris			22200				4,0	1,5	
soortkrokus			17600				3	1,7	
dahlia			29600				0,8	0,9	
lelie			26400	26400	26400		2,6	1,1	
gladiool			36800	36800	36800		4,1	1,7	

Bijlage VII.

**Het mest ABC: de omrekening van
N-bodemoverschotten naar nitraat-
concentraties in grondwater en N-totaal
concentraties in oppervlaktewater**

