

32/uu6 (677) 2^{de} ex

**Milieukundige toetsingscriteria voor nieuwvestiging van
bloembollenteelt**

**M.J.D. Hack-ten Broeke
R.C.M. Merkelbach**

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

Rapport 677

Staring Centrum, Wageningen, 1999

27 APR 2000

wn 970748

REFERAAT

Hack-ten Broeke, M.J.D. en R.C.M. Merkelbach. 1999. *Milieukundige toetsingscriteria voor nieuwvestiging van bloembollenteelt*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 677. 86 blz.; 18 tab.; 35 ref.

Op basis van rekenregels zijn normverliezen voor N en P afgeleid van de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit en vergeleken met de verliezen van een modelbedrijf voor bloembollenteelt. Een inschatting van de emissies van bestrijdingsmiddelen is gebaseerd op de Milieumeetlat, met name de Milieubelastingspunten (MBP's) voor Waterleven en de Milieubelastingspunten voor Grondwater. In eerste instantie zijn alle verliezen van het modelbedrijf te hoog om aan de normen te voldoen, maar reducties zijn mogelijk door aanpassingen aan de bedrijfsvoering. Alleen voor N en P zijn de drainwaterconcentraties dan nog te hoog, tenzij er vergaande maatregelen worden doorgevoerd. Tenslotte worden enkele maatregelen op gebiedsniveau genoemd, die kunnen bijdragen aan verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit.

Trefwoorden: bloembollen, milieu, stikstof, fosfaat, bestrijdingsmiddelen

ISSN 0927-4499

Dit rapport kan te bestellen door NLG 35.00 over te maken op banknummer 20 70 34 61 bij de
bank van de Staring Centrum Wageningen, onder vermelding van Rapport 677. De bestelling
kan ook worden verzonden via post.

© 1999 Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Staring Centrum.

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

ALTERRA is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie gaat in op 1 januari 2000.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Uitgangspunten	17
3 Werkwijze	19
3.1 Bestrijdingsmiddelen	19
3.1.1 Sputdrift	19
3.1.2 Uitspoeling	20
3.1.3 Afspoeling nabij bedrijfsgebouwen	21
3.1.4 Overige routes	22
3.2 Stikstof en fosfor (N en P)	23
4 Het modelbedrijf	27
4.1 Het modelbedrijf voor bloembollenteelt in 2003	27
4.2 Opbouwperiode	28
4.3 Mogelijke aanpassingen op het modelbedrijf	29
5 Berekening van de emissie van nutriënten	31
5.1 Stikstof	31
5.1.1 Het normverlies van N voor een gemiddeld perceel	31
5.1.2 Het N-overschot voor een gemiddeld perceel van het modelbedrijf	33
5.1.3 Milieuverantwoorde bedrijfssituatie voor N	35
5.1.4 Onzekerheden bij de berekeningen voor N	36
5.2 Fosfor	37
5.2.1 Normverlies van P en P-overschot voor het modelbedrijf	37
5.2.2 Milieuverantwoorde bedrijfssituatie voor P	38
5.2.3 Onzekerheden bij de berekeningen voor P	39
5.3 N- en P-verliezen in de opbouwperiode	39
5.4 Conclusies	41
6 Berekening van de emissie van bestrijdingsmiddelen	43
6.1 Milieu-effecten	43
6.1.1 Milieubelastingspunten waterleven	43
6.1.2 Milieubelastingspunten grondwater	45
6.2 Rekenmethodiek	46
6.2.1 Milieu-effect door spuitdrift	46
6.2.2 Milieu-effect door afspoeling nabij bedrijfsgebouwen	47
6.2.3 Milieu-effect door uitspoeling	47
6.3 Betrouwbaarheid berekeningen voor bestrijdingsmiddelen	48
6.4 Economisch verantwoorde bedrijfssituatie voor bestrijdingsmiddelen	48
6.5 Milieuverantwoorde bedrijfssituatie voor bestrijdingsmiddelen	55
6.6 Conclusies	60
7 Aanvullende maatregelen op bedrijfs- of gebiedsniveau	63
7.1 Aanvullende milieumaatregelen op bedrijfs- of gebiedsniveau	63
7.2 Conclusies	67

8	Conclusies en aanbevelingen	69
8.1	Stikstof en fosfor	69
8.2	Bestrijdingsmiddelen	70
8.3	Maatregelen op projectniveau	72
8.4	Milieucriteria voor nieuwvestiging	73
8.4.1	Kanttelingen	73
8.4.2	Werkwijze bij nieuwvestiging	73
8.4.2.1	N en P	73
8.4.2.1	Bestrijdingsmiddelen	75
	Literatuurlijst	77
	Niet-gepubliceerde bronnen	80
	Bijlage	
1	Bloembollenteelt op het modelbedrijf in 2003	81

Woord vooraf

Bij de uitvoering van het project 'Milieukundige toetsingscriteria voor nieuwvestiging van bloembollenteelt' in opdracht van de provincie Noord-Holland en van de hoogheemraadschappen van Rijnland en van Uitwaterende Sluizen hebben de volgende personen de auteurs geadviseerd:

dr. J. van Aartrijk	LBO (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek)
ir. A.M. van Dam	LBO
ir. P. Groenendijk	SC
A. Koster	LBO
dr. ir. M. Leistra	SC
ir. O.F. Schoumans	SC

Afstemming van het onderzoek heeft plaatsgevonden met lopend onderzoek bij het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM). Daartoe is overlegd met M. Bemelmans, P. Leendertse en H. Wiskerke (allen werkzaam bij het CLM).

De begeleidingscommissie van het project bestond uit de volgende personen

ir. M.P.A. Lucas	voorzitter, provincie Noord-Holland
ir. G.A.P.H. van den Eertwegh	hoogheemraadschap van Rijnland
ir. H. Bouman	hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen
ir. C. Roos	hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen
ir. A.J.M. Vollebregt	KAVB
ir. A.G.A. van Beek	KAVB

Samenvatting

In dit rapport worden met behulp van rekenregels voor een zogenaamd modelbedrijf voor bloembollenteelt de emissies naar het oppervlaktewater ingeschat. Vervolgens worden maatregelen verkend die moeten leiden tot emissieniveaus op dit bedrijf, waarmee aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit voor N, P en bestrijdingsmiddelen wordt voldaan. Tenslotte wordt ingegaan op maatregelen op project- of gebiedsniveau, die kunnen bijdragen aan reductie van concentraties in het oppervlaktewater.

Het modelbedrijf

Allereerst wordt het modelbedrijf voor bloembollenteelt op zandgrond in Noord-Holland beschreven. Dit bedrijf kent een rotatie van vier gewassen, namelijk lelie, tulp, narcis en krokus. Deze rotatie is gangbaar voor Noord-Holland, maar de bemestingsstrategie en het bestrijdingsmiddelengebruik (zie bijlage 1) zijn zo beperkt mogelijk verondersteld op basis van de meest recente inzichten, afkomstig van het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse. Het is van belang te melden dat de berekeningen eigenlijk alleen geldig zijn voor die bedrijfssituatie en voor de bodemkundige en hydrologische situatie van proefbedrijf De Noord, die voor de berekeningen is gebruikt. Daarnaast is er geen rekening gehouden met de bedrijfseconomische gevolgen van de genoemde maatregelen.

Stikstof (N) en Fosfor (P)

Rekenregels zijn afgeleid voor het inschatten van normverliezen voor N en P voor het bloembollenbedrijf op perceelsniveau. Deze normverliezen zijn afgeleid van de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit, namelijk voor boezemwateren 2,2 mg/l N-totaal en 0,15 mg/l P en voor polderwateren 0,4 mg/l N-mineraal (0,2 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ en 0,2 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$) en 0,35 mg/l P. Rekening houdend met processen in de sloot zijn de normverliezen horend bij boezemwater 48 kg N per ha en 1 kg P per ha. Als de processen in de sloot niet worden ingecalculleerd is voor boezemwateren het normverlies voor N 32 kg per ha.

Het N- en P-overschot van het modelbedrijf is respectievelijk 188 kg N en 30 kg P per ha per jaar. Deze verliezen zijn dus hoger dan de normverliezen. Ten behoeve van vermindering van het N-overschot op het modelbedrijf zijn de gevolgen van de volgende maatregelen ingeschat:

- bemesting met organische meststoffen in de zomer of het najaar vindt plaats voor de zaai van de groenbemester, zodat de kunstmestgift voor de groenbemester kan vervallen;
- als we uitgaan van een nauwkeuriger afstemming en plaatsing van de kunstmestgiften kan de buffer worden verkleind of weggelaten;
- door de GFT-compostgiften bij tulp en krokus per keer te verhogen naar 17,2 ton per ha (met een N-gehalte van 144 kg/ha N en een P-gehalte van 37 kg/ha P) kan de runderstalmestgift worden verlaagd naar een eenmalige gift voor lelie van 20 ton per ha. Gesommeerd over de vier bolgewassen van de rotatie wordt er dan minder organische stof en minder N en P toegediend;

- de startgiften kunnen worden gecorrigeerd voor een verwachte N_{min}-voorraad na de winter van 10 kg/ha N.

Door deze voorgestelde aanpassingen voor de reductie van het N-overschot kan dit worden teruggebracht tot 104 kg N per ha per jaar. Het bijbehorende P-overschot is 27 kg per ha per jaar. Deze maatregelen zijn dus niet voldoende om te voldoen aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit. Voor verdere terugdringing van het N-overschot is het de moeite waard om te zoeken naar betere benutting van N uit organische materialen en/of de toepassing van andere organische materialen. Door bijvoorbeeld alle kunstmestgiftten achterwege te laten is het mogelijk om het N-overschot terug te brengen tot 47 kg N per ha per jaar, waarmee het aan de ruime norm voor boezemwateren kan voldoen. Een dergelijke vermindering van de N-bemesting uit kunstmest zonder betere benutting van N uit organische meststoffen zal leiden tot een stikstoftekort voor de bolgewassen en zodoende op praktische bezwaren stuiten.

Om het gewenste P-overschot van maximaal 1 kg P per ha per jaar te verkrijgen mag de P-aanvoer niet hoger zijn dan de P-afvoer. Omdat P op het modelbedrijf alleen wordt aangevoerd met organische materialen kan dit alleen worden bewerkstelligd door de aanvoer van minder of andere organische materialen. In eerder onderzoek naar emissies bij bloembollenteelt is aangetoond dat bij de streefwaarde voor het P_w-getal van 25 een fosfaatuitspoelingsconcentratie hoort van 3 à 8 mg/l P. Dat betekent dat bij de gewenste verlaging van de uitspoeling een suboptimale waarde voor het P_w-getal hoort.

Bij deze globale berekeningen is het nodig om in te calculeren wat het effect is van de aannames die zijn gedaan. De verschillende onzekerheden leiden ertoe dat het N-overschot van het modelbedrijf zal variëren van 156 tot 222 kg N per ha. Het normverlies voor N, behorend bij boezemwateren, varieert van 29 tot 108 kg N per ha. Het N-overschot van het bloembollenbedrijf na aanpassingen (104 kg N per ha) valt binnen deze spreiding van het normverlies.

Bestrijdingsmiddelen

Voor het beschrijven van de milieu-effecten van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater is gebruik gemaakt van de Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen en met name van de Milieubelastingspunten (MBP's) voor Waterleven en voor Grondwater.

Op het modelbedrijf zijn de emissies van bestrijdingsmiddelen in eerste instantie te hoog, met name als gevolg van afspoeling rond de bedrijfsgebouwen en drift. Het milieu-effect kan worden verminderd door een aantal maatregelen, namelijk:

- inzetten van niet-chemische bestrijdingsmethoden;
- implementatie van een pakket maatregelen waarmee de drift gereduceerd wordt tot <0,3%;
- reductie van de uitspoeling door verlaagde doseringen en keuze van middelen;
- reductie van de lekverliezen bij de bolontsmetting door het treffen van voorzieningen rond de bedrijfsgebouwen

Binnen de milieuverantwoorde bedrijfsvoering is alleen de stof deltamethrin milieukritisch te noemen. De berekeningen duiden op een overschrijding van de EU-norm. De kans op een daadwerkelijk effect op het aquatisch waterleven lijkt echter gering, omdat deltamethrin als gevolg van adsorptie en vervluchtiging snel uit de waterfase verdwijnt.

Het milieurisico van bestrijdingsmiddelen kan door de implementatie van maatregelen op bedrijfsniveau dermate worden beperkt dat aanvullende maatregelen op projectniveau niet nodig worden geacht.

Maatregelen op projectniveau

Ten behoeve van verlaging van de N- en P-concentraties in het oppervlaktewater zijn verschillende maatregelen te bedenken op gebiedsniveau die een bijdrage leveren aan het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit. Dergelijke maatregelen zijn alleen nodig als maatregelen 'aan de bron' op bedrijfsniveau onvoldoende resultaat opleveren om aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit te voldoen.

Het milieu-effect van de verschillende maatregelen voor N en P kan slechts op basis van beperkte informatie worden ingeschat en hangt dan af van bijvoorbeeld dimensies of bodemeigenschappen. Een redelijk milieu-effect is in principe mogelijk door invoering van diepe drainage, berging van oppervlaktewater in de sloten of in een bekken, al dan niet met nazuivering en door aanleg van een helofytenfilter. De kosten voor dergelijke maatregelen kunnen hoog zijn, mede als gevolg van de benodigde oppervlakte en de hoge grondprijzen.

Vanwege de hoge kosten en/of het onzekere milieu-effect van de maatregelen op gebiedsniveau verdient het aanbeveling om allereerst te proberen om de verschillende genoemde maatregelen op bedrijfsniveau te implementeren. Voor de maatregelen met een onzeker effect verdient het aanbeveling om nadere studies of berekeningen uit te voeren om tot een beter inzicht in de reductie van N- en P-concentraties te komen. Daarnaast zijn bedrijfseconomische berekeningen nodig om de gevolgen van de verschillende maatregelen in te schatten.

1 Inleiding

De bloembollenteelt staat in bepaalde gebieden onder druk door de behoefte aan grond. Om de groeiende vraag naar bloembollenareaal op te kunnen vangen wordt in de Structuurnota Groene Ruimte melding gemaakt van projectmatig in te richten bloembollengronden op enkele locaties. Voorstudies naar teelttechnische, financiële en waterhuishoudkundige aspecten van het geschikt maken van gronden voor de bloembollenteelt zijn reeds uitgevoerd.

Evenals andere sectoren in de landbouw dient de bloembollenteelt te voldoen aan milieukundige criteria. De provincie Noord Holland heeft een Milieutoets voor glastuinbouw en bollenteelt opgesteld waarin beschreven is hoe de bewaking van milieukundige criteria voor projectmatige vestiging van nieuwe bollenteelt dient plaats te vinden. Deze Milieutoets is op een aantal punten nog niet concreet ingevuld. In de eerste fase wordt de Milieutoets toegepast als een 'routebeschrijving voor de procedures' die er op gericht is de openbaarmaking van de plannen en het overleg tussen de verschillende belanghebbende partijen te waarborgen. Voor de evaluatie van de milieukundige maatregelen die ten behoeve van de nieuwvestigingen worden getroffen is een nadere invulling van de toets met kengetallen en criteria gewenst.

Voor de vergunningverlening voor nieuw te vestigen bloembollenbedrijven in het kader van de WVO gaan de gedachten van de waterbeheerders uit naar een pakket maatregelen dat gedurende een langere tijd niet hoeft te worden bijgesteld. Om invulling aan een dergelijk pakket maatregelen te kunnen geven is informatie nodig over de effectiviteit van maatregelen op bedrijfsniveau. Voor de invulling van de milieutoets voor glastuinbouw en bloembollenteelt door de Provincie Noord Holland is eveneens informatie nodig over de te verwachten effectiviteit van maatregelen.

Om in het kader van de Milieutoets en de vergunningverlening een zinvol pakket aan maatregelen op te kunnen stellen is de vraag aan de orde hoe een bloembollenbedrijf er in de toekomst uit moet zien, wil het kunnen voldoen aan de milieukundige criteria die in de verschillende wettelijke kaders worden gesteld. Dit toekomstbeeld moet o.a. informatie verschaffen over het teeltplan, de hoogte van de toegestane mestgiften, tijdstip van toediening, de spuittechniek, de breedte van de spuitvrije zone en bedrijfsmaatregelen om de routes vanaf het erf te minimaliseren.

Voor een nieuw in te richten bloembollengebied kunnen globale uitspraken worden gedaan over het uitspoelingsrisico van mineralen als gevolg van bepaalde bemestingsstrategieën. In het eerder uitgevoerde project 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt' (Van Aartrijk et al., 1997) is onder meer informatie verkregen en inzicht verworven in het risico van nitraat- en fosfaatuitspoeling als gevolg van bemesting van zandgronden met bloembollenteelt. Deze inzichten zijn verder uit te werken in de vorm van rekenregels en kengetallen.

Omgespotten en recent bezande bloembollengronden bestaan uit zand met een zeer laag percentage organische stof. Voor een rendabele bloembollenteelt is het

noodzakelijk dat deze gronden een organische-stofgehalte van ca. 1,3% bezitten en hiervoor is de aanvoer van een aanzienlijke hoeveelheid organisch materiaal nodig. Dit heeft gevolgen voor de uitspoeling van bestrijdingsmiddelen en nutriënten.

Naast het feit dat omgevingsfactoren, zoals bodemeigenschappen, een rol spelen bij de emissie van bestrijdingsmiddelen spelen ook zaken rond de toepassing zelf hierbij een belangrijke rol. Het betreft dan de keuze van middelen, de dosering en de wijze waarop een middel wordt toegepast.

Gegevens en modellen zijn beschikbaar voor de schatting van emissies bij hantering van gebruikelijke toedieningstechnieken. De Milieumeetlat voor Bestrijdingsmiddelen (CLM & IKC, 1993), aangevuld met Expert Judgement, is gebruikt om een schatting te maken van de omvang en het effect van de emissie van bestrijdingsmiddelen.

Het doel van de studie is om na te gaan of bij het in productie nemen van nieuwe bloembollengronden de emissie van bestrijdingsmiddelen en nutriënten zodanig kan worden beperkt dat de gestelde milieudoelen niet zullen worden overschreden. Daartoe zullen rekenregels en kengetallen worden afgeleid van bestaande informatie. Deze rekenregels en kengetallen kunnen worden gebruikt om te beoordelen of pakketten maatregelen op bedrijfsniveau resulteren in het bereiken van de milieudoelstellingen. Anderzijds kan met de rekenregels vanuit de gestelde milieudoelen gezocht worden naar het benodigde pakket maatregelen. Dit levert een beeld op voor een toekomstig bloembollenbedrijf dat (indien mogelijk) aan de milieucriteria voldoet.

Indien op bedrijfsniveau door invoering van milieumaatregelen niet aan de doelstellingen kan worden voldaan, zijn aanvullende infrastructurele maatregelen op projectniveau nodig om alsnog de milieudoelen te bereiken. Hierbij kan worden gedacht aan vorm en de ligging van de kavels, de aanleg van windsingels, aanpassing van slootkanten, verbreding van spuitvrije en mestvrije zones, aangepast waterbeheer, aanleg van helofytenfilters, inrichting van een drainagestelsel en afwateringsstelsel en ook waterconservering binnen een project. Indicaties van het verwachte milieu-effect van dergelijke maatregelen zijn nodig.

Er zal zodoende in deze studie op drie vragen antwoord worden gegeven:

1. Hoe hoog zijn de emissies van nutriënten (stikstof en fosfaat) en bestrijdingsmiddelen op het bloembollenbedrijf, dat economisch verantwoord wordt geacht, in 2003?
2. Hoe ziet het bloembollenbedrijf eruit waarvan de emissies voldoen aan de gestelde normen voor oppervlaktewaterkwaliteit?
3. Welke maatregelen op projectniveau kunnen bijdragen aan het behalen van de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit?

Of en in hoeverre de voorgestelde maatregelen voor bedrijfsniveau en gebiedsniveau (2 en 3) in de praktijk zullen worden uitgevoerd en haalbaar worden geacht door de betrokkenen komt in deze studie niet aan de orde. Ook wordt niet ingegaan op de effecten van ecologische of biologische bloembollenteelt. In zijn algemeenheid geldt daarvoor dat er geen bestrijdingsmiddelen worden toegediend, maar veelal worden

grotere hoeveelheden organische meststoffen gebruikt dan in gangbare teelten. Dit betekent dat ook bij ecologische bollenteelt emissies van nutriënten te verwachten zijn.

De uitgangspunten en definities voor deze studie zijn weergegeven in het volgende hoofdstuk. De toegepaste methoden voor bepaling van emissies worden besproken in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt het modelbedrijf voor bloembollenteelt in 2003 beschreven en in hoofdstuk 5 en 6 wordt ingegaan op de emissies van respectievelijk nutriënten en bestrijdingsmiddelen.

2 Uitgangspunten

Op dit moment bestaat voor projecten in de bollensector geen verplichting tot Milieu Effectrapportage. De nieuw te vestigen bloembollenbedrijven moeten (op gelijke wijze als de reeds bestaande bedrijven) voldoen aan een aantal milieucriteria. Het traject voor de realisatie van deze criteria kan echter verschillen van het traject dat geldt voor de bestaande bedrijven. Waterbeheerders overwegen om voor het afgeven van WVO-vergunningen aan nieuwvestigingen een ander stramien te volgen dan voor de reeds bestaande bedrijven. Gedacht wordt aan vergunningen met een langere geldigheidsduur, maar waarin verdergaande maatregelen worden genoemd ten opzichte van vergunningen aan reeds bestaande bedrijven.

De provinciale ambtelijke werkgroep Milieutoets heeft in 1997 een 'Milieutoets glastuinbouw en bollenteelt' opgesteld om initiatieven tot vestiging voor (nieuwe) centra voor glastuinbouw en bollenteelt op de gevolgen voor het milieu te kunnen evalueren. Momenteel is de Milieutoets ingevuld met een serie globale beoordelingscriteria. De behoefte bestaat om meer kwantitatieve criteria te formuleren.

Voor nieuwvestigingen zijn de volgende (wettelijke) regels en afspraken van toepassing of in ontwikkeling die een duidelijke relatie hebben met de emissie van bestrijdingsmiddelen en nutriënten:

Wet bodembescherming:

- Lozingenbesluit bodembescherming;
- Besluit gebruik dierlijke meststoffen;
- Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen;
- Circulaire met voorlopige richtlijn tav agrarische afvalwaterlozingen (Stcrt. 1995, 24);
- EG richtlijn L 229/16 inzake streef- en grenswaarden voor eutrofiërende stoffen.

Wet verontreiniging oppervlaktewater (WVO):

- Lozingenbesluit oppervlaktewater (te verwachten begin 2000).

Wet Milieubeheer:

- AMvB open teelten; concept, wordt herzien 1999/2000.

Bestrijdingsmiddelenwet;

Grondwaterwet;

Meststoffenwet;

Provinciale verordeningen:

- Provinciale Milieuverordening;
- Ontgrondingen verordening;
- Landschapsverordening.

De bestaande milieukwaliteit waaraan bodem en grondwater moeten voldoen is gedefinieerd in de vorm van streef- en grenswaarden voor microverontreinigingen en eutrofiërende stoffen in bodem en grondwater.

In het onderzoek wordt ervan uitgegaan dat nieuwe bedrijven moeten voldoen aan de eisen voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in 2003. In het onderzoek komen achtereenvolgens de volgende drie invalshoeken aan bod.

1. een bloembollenbedrijf met toepassing van de best uitvoerbare en tevens economisch haalbaar geachte technieken (bedrijfsniveau).
2. een bloembollenbedrijf, waarbij uitgaande van de waterkwaliteitsnormen voor water met de functie 'agrarisch', een pakket maatregelen wordt opgesteld waarbij op bedrijfsniveau (indien mogelijk) aan die normen wordt voldaan.
3. een projectinrichting, waarbij uitgaande van de waterkwaliteitsnormen voor water met de functie 'agrarisch' een pakket maatregelen wordt opgesteld waarbij op projectniveau (indien mogelijk) aan die normen wordt voldaan.

Water met de functie agrarisch moet voldoen aan de minst strenge normen: de *basiskwaliteit*. De invulling van de normen is afhankelijk van het watertype. De normen voor vermestende stoffen zijn hierbij aangepast aan de regionale situatie. Uitgaande van het gebiedsdekkende normenstelsel voor de wateren in Noord Holland gelden de volgende normen voor water met basiskwaliteit. De Vechtstreek is buiten beschouwing gelaten, evenals de zilte polderwateren.

Relevante watertypen	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)
Polderwateren onder invloed van zoete kwel, binnenduinrandwateren en algemeen polderwater	<0,20	<0,20	<0,35
Boezemwateren	Tot-N: <2,2		Tot-P: <0,15

Voor best uitvoerbare technieken op bedrijfsniveau (mits economisch haalbaar) wordt aangenomen dat deze technieken zich op proefbedrijven en zo mogelijk op voorlopende praktijkbedrijven al hebben bewezen.

Voor dit onderzoek relevante doelen uit het Tweede Waterhuishoudingsplan van de Provincie Noord Holland zijn:

- voor alle wateren geldt dat een verhoging van de N- en P-concentraties ten opzichte van 1996 niet is toegestaan;
- problemen niet mogen worden afgewenteld op bodem, lucht of andere delen van het watersysteem;
- inspanningsverplichting voor de waterkwaliteitsbeheerders om de doelstellingen te halen, die voor de Rijn en voor de Noordzee internationaal zijn overeengekomen ter vermindering van verontreiniging;
- bestrijdingsmiddelen en meststoffen worden niet langs de oever toegepast (teeltvrije zone). Breedtezone overeenkomstig bollenconvenant of AMvB Open Teelt.

3 Werkwijze

Op basis van bestaande kennis worden rekenregels vastgesteld voor de inschatting van de milieu-effecten voor N, P en bestrijdingsmiddelen voor een nieuw te vestigen bollenbedrijf. Hiertoe wordt gedefinieerd hoe een bollenbedrijf er in 2003 op Noord-Hollandse zandgrond naar alle waarschijnlijkheid uit zal zien. In de methodiek wordt dit een *modelbedrijf* genoemd. Op basis van economische motieven wordt er vanuit gegaan dat de rotatie van zo'n bedrijf in ieder geval tulp, narcis, lelie en een bijzonder bolgewas bevat.

3.1 Bestrijdingsmiddelen

Het telen van bollen gaat gepaard met de inzet van bestrijdingsmiddelen. De inzet van deze middelen is sterk gerelateerd aan het voorkomen van bepaalde ziekten, plagen en onkruiden. Tijdens en na de toepassing komen bestrijdingsmiddelen in het milieu terecht. Middelen worden dan ook regelmatig aangetroffen in grond-, regen- en oppervlaktewater.

De wijze waarop en de mate waarin bestrijdingsmiddelen het oppervlaktewater bereiken is per stof verschillend en hangt samen met de fysisch-chemische eigenschappen van de stof en de wijze waarop de stof wordt toegepast. Bij het bestuderen van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater kunnen een aantal routes worden onderscheiden. In de volgende paragrafen worden deze routes kort besproken.

3.1.1 Spuitdrift

Tijdens de toepassing van een middel met behulp van een spuitmachine kunnen druppeltjes spuitvloeistof ook buiten het perceel geraken. Een deel daarvan bereikt vervolgens het oppervlaktewater, in de praktijk veelal een of meerdere sloten die het perceel omgeven. De hoeveelheid middel die via drift in het oppervlaktewater belandt is afhankelijk van de windsnelheid en windrichting, van de technische specificaties van de spuitmachine (dootype, spuitboomhoogte, spuitdruk, beschermkappen, lucht-ondersteuning) en gewas- en perceelskenmerken (type gewas, afstand tot de sloot, aanwezigheid vanggewas). Bovenstaande omstandigheden resulteren in een driftpercentage dat uiteenloopt van 0 tot 15%.

Binnen de bloembollensector wordt op dit moment uitgegaan van een driftpercentage van 1,2-3,5% gerealiseerd bij een windsnelheid van 3,5-6,3 m/s voor standaard-situaties (van Aartrijk, 1998; Deskundigenoverleg, 1998). Voor de berekeningen in deze studie is voor het scenario 'economisch verantwoord 2003' een driftpercentage van 1,2% gehanteerd (Deskundigenoverleg, 1998).

Aanvullende driftbeperkende maatregelen kunnen leiden tot een verdere reductie van de drift. Bij het meest emissiebeperkende pakket wordt een driftpercentage gevonden van 0,3-1,0% afhankelijk van de windsnelheid (Porskamp et al., 1997; Deskundigen-overleg, 1998). Voor de berekeningen in deze studie is bij implementatie van driftbeperkende maatregelen uitgegaan van een driftpercentage van 0,3%.

3.1.2 Uitspoeling

Afhankelijk van de toepassing komt een groter (grondbehandeling) of kleiner deel (gewasbehandeling) van de spuitvloeistof tijdens een bespuiting op de bodem terecht. In perioden met een neerslagoverschot zal vervolgens een deel verder getransporteerd worden in het bodemprofiel. Vanuit de bodem kan uitspoeling van stoffen naar het oppervlaktewater optreden. De omvang van deze emissieroute is per stof verschillend. Eigenschappen als afbreekbaarheid (chemisch, biologisch) en adsorptie aan bodemdeeltjes (vooral organische stof) spelen hierbij een belangrijke rol, mede in relatie tot de omstandigheden in het bodemprofiel zoals aërobiegraad, pH en organische-stofgehalte. Ook de waterbewegingen in de bodem zijn van belang. Als er geen water kan wegzijgen naar het diepere grondwater zal er meer worden afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit laatste is het geval in kwelsituaties en wanneer slecht doorlatende lagen in het profiel aanwezig zijn. De combinatie van stofeigenschappen en lokale situatie (bodem, neerslagpatroon, hydrologie) bepalen of stoffen naar het oppervlaktewater uitspoelen. Omdat de waterhuishouding in de bloembollenteelt heel kritisch is zijn veel bloembollenpercelen gedraineerd. Doel van drainage is om overtollig water in het bodemprofiel versneld naar het oppervlaktewater te kunnen afvoeren. Hiermee wordt ook de kans op emissie van bestrijdingsmiddelen vergroot. Belasting van het oppervlaktewater als gevolg van uitspoeling heeft over het algemeen een chronisch karakter en gaat gepaard met lage concentraties. Afhankelijk van de lokale omstandigheden kunnen in geval van drainage ook piekbelastingen optreden, een en ander afhankelijk van de totale drainafvoer in verhouding tot het volume van het ontvangende open water.

In welke mate een stof uitspoelt wordt niet alleen bepaald door de eigenschappen van de stof, maar ook door de fysisch-chemische en hydrologische kenmerken van het bodemprofiel. Gerelateerd aan de kenmerken van het modelbedrijf worden onderstaand de voor uitspoeling relevante kenmerken genoemd:

Bodemkenmerken:	opgespoten zand; organische-stofgehalte maximaal 1,3%;
Hydrologie:	drainagediepte 80-90 cm drainafstand 5 m géén wegzijging.

Vertalen we bovenstaande kenmerken naar de gevolgen voor uitspoeling richting oppervlaktewater, dan blijkt dat we te maken hebben met een uitspoelingsgevoelige situatie. Immers, de mate waarin stoffen kunnen adsorberen aan organisch materiaal is beperkt vanwege het lage organische-stofgehalte en al het (overtollige) water wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater, hetgeen versneld plaatsvindt als gevolg van de

aanwezige drainage. Vanwege de 'maagdelijkheid' van de gronden (vers opgespoten) is de dichtheid van microörganismen aanvankelijk laag, zodat de afbraaksnelheid van bestrijdingsmiddelen de eerste jaren laag zal zijn. In de opbouwperiode (van onbekende duur) treedt nog geen noemenswaardige microbiële adaptatie op welke zou kunnen leiden tot versnelde omzetting. Kortom, om bovengenoemde redenen kan de mate van uitspoeling bij verse gronden groter zijn dan bij gronden die al langer in gebruik zijn voor de teelt van bloembollen.

3.1.3 Afspoeling nabij bedrijfsgebouwen

Bij de teelt van bollen vindt een belangrijke gewasbeschermingshandeling plaats op het erf in de omgeving van de bedrijfsgebouwen, namelijk de bolontsmetting. Uitkomsten van eerder onderzoek hebben uitgewezen dat bij dit proces bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater kunnen belanden (van Aartrijk et al., 1995). Het betreft hier de emissie van een beperkt aantal middelen die vooral in de bolontsmettingsperiode in het oppervlaktewater worden aangetroffen. Welke handelingen en processen rond de ontsmetting verantwoordelijk zijn voor de belasting van het oppervlaktewater is niet precies bekend. Verondersteld wordt dat met name lekverliezen van dompelbaden en fusten tijdens en na ontsmetting de grootste bijdrage leveren. Belasting van het oppervlaktewater als gevolg van deze emissieroute treedt alleen op in de ontsmettingsperiode en gaat gepaard met relatief hoge concentraties

De mate waarin bestrijdingsmiddelen langs deze afspoelroute het oppervlaktewater bereiken is tot op heden nauwelijks kwantitatief onderzocht. De uiteindelijke omvang van deze emissieroute is per bedrijf verschillend en wordt bepaald door de inrichting rond de bedrijfsgebouwen (incl. voorzieningen), de wijze waarop bolontsmetting wordt uitgevoerd (dompelen, schuimen, etc.) en de voorzieningen die worden getroffen om lekverliezen op te vangen (dompelbad, opslag). Bij de berekeningen voor de standardsituatie is in deze studie uitgegaan van een totaalemissie van 1,5% van het verbruik, analoog aan de berekeningen voor de emissie-evaluatie in 1995 (Commissie van Deskundigen Emissie-evaluatie MJP-G, 1996). Aangezien het verbruik wordt uitgedrukt in kilogram per hectare kan de hier berekende emissie ook aan een hectare worden toebedeeld. Dit is overigens niet geheel juist, omdat in de praktijk de bollen niet op de percelen zelf worden ontsmet. De bollen worden naar een centrale plaats vervoerd, veelal bij de bedrijfsgebouwen, en worden daar dus op één plaats ontsmet. De berekeningen geven dus een onderschatting van de piekbelastingen. Wanneer we bij een hectare uitgaan van afmetingen van 100 x 100 m zouden we parallel aan deze hectare een fictieve sloot kunnen voorstellen van 100 m. Indien deze sloot de dimensies heeft van de standaardsloot uit de toelating, komen we op 210 liter per strekkende meter oftewel voor een sloot van 100 meter een inhoud van 21 000 liter. Voor de berekeningen gaan we er dus vanuit dat stoffen die nabij bedrijfsgebouwen tot afspoeling komen terechtkomen in een sloot van 21 000 liter.

Voor de toekomst mag er vanuit worden gegaan dat er op en rond de bedrijfsgebouwen dusdanige voorzieningen zijn getroffen dat lekverliezen op een

milieuverantwoorde manier worden verwerkt. Dit laatste geldt ook voor restanten dompelvloeistof. Dit komt overeen met een sanering van de totale emissieroute.

3.1.4 Overige routes

Onder overige routes worden die routes verstaan die weleen rol spelen bij de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater, maar waar onvoldoende over bekend is om deze goed onderbouwd te kwantificeren. Allereerst is dat de afspoeling vanaf percelen. Na toepassing kunnen stoffen direct worden afgevoerd naar het oppervlaktewater door oppervlakkige afstroming van water. Dit fenomeen doet zich voor wanneer de infiltratiecapaciteit van de bodem tijdelijk wordt overschreden en er weinig of geen water meer in de bodem kan doordringen. Oppervlakkige afstroming doet zich bijvoorbeeld voor wanneer de bodem reeds verzadigd is (winterperiode) en de grondwaterspiegel boven het maaiveld stijgt. Ook tijdens en na hevige onweersbuien (zomerperiode) kan oppervlakkige afstroming plaatsvinden (Deneer et al., 1998). Hoe vaak dit fenomeen zich voordoet en met welke omvang is onvoldoende bekend. In eerdere studies is een emissiepercentage gehanteerd van 0,0034% van de dosering voor afspoeling op zandgronden (Kraaij et al., 1996; Schipper, 1998). Het is onduidelijk of dit percentage realistisch is voor de Nederlandse situatie op bloembollenpercelen. Op basis van indicatieve berekeningen met dit emissiepercentage zijn normoverschrijdingen niet te verwachten.

Een tweede veelgenoemde emissieroute is de atmosferische depositie. Verwaaiing en verdamping van middelen tijdens en na toepassing zijn belangrijke processen. De totale emissie van bestrijdingsmiddelen naar lucht wordt wel geschat op 20% van het totale verbruiksvolume in Nederland (Commissie van Deskundigen Emissie-evaluatie MJP-G, 1996). De stoffen uit de lucht kunnen uiteindelijk met de regen weer worden teruggevoerd naar de aarde. Het is niet gemakkelijk om hiervoor op adequate wijze de totale vracht te schatten. Voor atmosferische depositie geldt dat er geen duidelijke relatie is tussen de gewasbeschermingshandelingen op het perceel en de hoeveelheid werkzame stof die via atmosferische depositie weer terug komt op het perceel (en uiteraard de aanpalende kavelsloot). De emissie kan dus niet per toepassing worden berekend. Wel is de atmosferische depositie van een aantal middelen in gebieden waar die middelen worden toegepast relatief hoog gebleken (Van der Pas et al., 1995).

Naast bovenstaande twee routes kunnen nog een aantal minder bekende routes worden genoemd. Allereerst is dat het verwaaien van stof- en gronddeeltjes met daaraan geadsorbeerde bestrijdingsmiddelen. We weten inmiddels dat dit fenomeen zich voordoet (Fritz, 1993; Deneer et al., 1998), maar er zijn nog onvoldoende onderzoeksgegevens beschikbaar om de route te kwantificeren. Verder kan nog worden genoemd de emissie van bestrijdingsmiddelen vanaf de bollen na het planten en tenslotte de emissie van stoffen die na het uitrijden van dompelvloeistof op het perceel in het oppervlaktewater terechtkomen. Ook van deze routes zijn onvoldoende onderzoeksgegevens beschikbaar.

De hier genoemde overige routes spelen weliswaar een rol in de totale belasting van het oppervlaktewater, maar de beschikbare onderzoeksgegevens zijn te beperkt voor enige kwantificering. Om die reden zijn de onder 3.1.4 genoemde routes in deze studie buiten beschouwing gelaten.

3.2 Stikstof en fosfor (N en P)

Voor het bloembollenbedrijf (*modelbedrijf*) na de opbouwperiode wordt geïnventariseerd wat de benodigde bemesting is. Om de nutriëntenbalans te bepalen zijn gegevens nodig over de teelt van de gewassen, mestaanvoer en -aanwending, mineralenafvoer, aanvoer van organische materialen etc. Op basis hiervan worden de nutriëntenverliezen geschat en deze bepalen de emissies ten gevolge van de verschillende pakketten maatregelen.

Voor nitraat wordt het verlies berekend als functie van bemesting, depositie, N in het geoogste gewas, denitrificatie, NH_3 -vervluchtiging en mineralisatie. Hieruit wordt de belasting van het oppervlaktewater ingeschat op bedrijfsniveau, eveneens op basis van eerder uitgevoerd onderzoek.

Voor het schatten van de P-uitspoeling op bedrijfsniveau worden twee werkwijzes gevolgd:

1. Uit eerder onderzoek is bekend dat uit de Pw-waarden concentraties kunnen worden berekend (Schoumans en Lepelaar, 1995). Als dus Pw-waarden bekend zijn, levert dit een geschatte concentratie en in samenhang met het neerslagoverschot ook de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater.
2. De 'lange-termijn'uitspoeling wordt voornamelijk bepaald door de P-verzadiging van de grondlagen die zich boven het drainniveau bevinden. Uit eerder onderzoek is een relatie bekend tussen de mate van P-verzadiging en de te verwachten P-concentratie in het bodemvocht (Schoumans en Lepelaar, 1995).

Voor de N-uitspoeling worden, op basis van in het eerder genoemde emissieproject (Van Aartrijk et al., 1997) berekende stofbalansen van een bodem, verhoudingsfactoren afgeleid voor denitrificatie, immobilisatie, vervluchtiging en uitspoeling in relatie tot het N-overschot. Op basis van deze factoren en toekomstige N-overschotten kunnen schattingen worden gemaakt van toekomstige N-emissies naar grond- en oppervlaktewater. Deze methodiek is ontwikkeld en toegepast in onder meer de N-deskstudie die destijds heeft bijgedragen aan de onderbouwing van het mestbeleid.

De verdwijning van N uit het oppervlaktewater door denitrificatie en vastlegging heeft een verlagend effect op de concentratie. Van deze effecten zijn alleen heel globale ramingen te geven. Beschikbare informatie zal worden verwerkt.

De verhouding tussen de uitspoeling naar grondwater en de uitspoeling naar oppervlaktewater is afhankelijk van de drainageomstandigheden en de geohydrologische situatie waarin een nieuwvestiging wordt gerealiseerd..

Met behulp van de genoemde factoren kan, uitgaande van een bepaalde normconcentratie, worden teruggerekend wat het maximale overschot zou mogen zijn. Dit maximale overschot kan verder worden vertaald naar een maximale mineralenaanvoer.

Voor de uitspoeling van N en P is het verder van belang een raming te maken van de opbouwperiode: de periode waarin verse grond wordt klaargemaakt voor de productie van bloembollen. Hiertoe wordt het volgende nagegaan:

- welke type materialen zijn het meest gangbaar om het organische-stofgehalte op niveau te brengen (nu en in de toekomst)?
- worden braakgewassen of andere gewassen in deze periode toegepast?
- welke aanvoeren zijn gangbaar in de praktijk?
- tot welke diepte moet het organische-stofgehalte op een bepaald peil zijn gebracht?

In het verleden zijn door IKC schattingen gemaakt van de organische-stofopbouw met behulp van een rekenmodel (Visser en Janssen, 1995). Met deze formule is een indruk te krijgen van de verhouding tussen afbraak en ophoping van aangevoerde organische stof. Tevens zijn indrukken te krijgen van de hoeveelheid fosfaat die vrijkomt bij de afbraak van de aangevoerde organische stof. Uiteindelijk zal worden bepaald hoe lang de opbouwperiode duurt en welke maximale emissies in die periode te verwachten zijn.

Een en ander zal worden aangevuld en vergeleken met resultaten uit andere recente studies, zoals uitgevoerd door Weel et al. (1995), De Jong en Canters (1998) en Schipper (1998)

De berekende nutriëntenemissies zullen worden vergeleken met de huidige verliezen in de bloembollenteelt. De Jong en Canters (1998) geven voor het zandgebied de situatie in 1996 per gewas. De gemiddelde balans voor de vier bolgewassen van het modelbedrijf (lelie, tulp, narcis en een bijzonder bolgewas) kan als volgt worden samengevat:

	Stikstof (kg/ha)	Fosfor (kg/ha)
Aanvoer	270	61
<i>waarvan kunstmest</i>	125	9
Afvoer	90	13
Overschot	180	48

De scenarioberekeningen voor 1987 en 2000 voor proefbedrijf De Noord en de bollen lelie-tulp-narcis-hyacint in het 'Emissieproject van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt' (Dijkstra et al., 1997) leverden de volgende balansen op:

	Stikstof (kg/ha)		Fosfor (kg/ha)	
	1987	2000	1987	2000
Aanvoer	382	257	134	8
Afvoer	101	102	19	9
Overschot	281	155	115	-1

Volgens Jansma (1994) was het gemiddelde overschot voor stikstof en fosfor in het zandgebied in de periode 1991-1992 respectievelijk 175 en 36 kg per ha en Weel et al. (1995) rapporteren voor de periode 1991-1995 een stikstofoverschot variërend van 231 tot 283 kg per ha en een fosforoverschot variërend van 39 tot 62 kg per ha. Deze laatste gemiddelden zijn gebaseerd op gegevens van praktijkbedrijven, maar zijn voor de vergelijking in dit rapport minder goed bruikbaar omdat ze mede gebaseerd zijn op resultaten voor andere bollen. Volgens de rapportage van het doelgroepoverleg bloembollensector (1998) was de gemiddelde aanvoer voor alle bollen in het Noord-Hollandse zandgebied in 1997 243 kg N per ha (waarvan 138 kg N met kunstmest) en 46 kg P per ha (waarvan 22 kg P met kunstmest).

4 Het modelbedrijf

In dit hoofdstuk wordt het bloembollenbedrijf van de toekomst, het zogenaamde modelbedrijf, kort beschreven. Meer details zijn gegeven in bijlage 1. Dit modelbedrijf wordt economisch haalbaar geacht in 2003 en doet vooral een stap terug in gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen ten opzichte van de huidige gangbare bedrijfsvoering (mond. med. Van Dam en Koster, 1998). De vruchtwisseling van dit bedrijf is gangbaar voor Noord-Holland en de teeltbeschrijving is gebaseerd op onderzoekservaringen op proefbedrijf De Noord. Omdat het nieuwvestiging voor bloembollenteelt betreft is ook de periode van belang waarin het organische-stofgehalte in de bodem op het gewenste niveau wordt gebracht. Hoe dit wordt gedaan en hoe in deze periode het grondgebruik eruit ziet is ook voor de berekening van emissies van belang. Tevens worden enkele mogelijkheden voor toekomstige aanpassingen van het modelbedrijf gegeven. In de volgende hoofdstukken worden de rekenregels voor emissie van mineralen en bestrijdingsmiddelen nader beschreven en toegepast.

4.1 Het modelbedrijf voor bloembollenteelt in 2003

Het bedrijf is 12 ha groot en kent een rotatie van vier gewassen, namelijk lelie, tulp, narcis en krokus als zijnde het meest geteelde bijzondere bolgewas. De locatie van het bedrijf komt overeen met de locatie van proefbedrijf De Noord. Het dominante bodemtype is een vlakvaaggrond met een grondwatertrap (Gt) IIc (i.e. de gemiddeld hoogste grondwaterstand is dieper dan 40 cm – mv. en de gemiddeld laagste grondwaterstand ligt tussen 50 en 80 cm – mv.), met kalkloos tot kalkarm matig fijn zand en een organische-stofgehalte van 1,5% in de bouwvoor (Van Aartrijk et al., 1997). De drains liggen op een diepte van 80 tot 90 cm en de drainafstand varieert van 2,5 tot 5 m (Groenendijk et al., 1997) voor verschillende percelen van het proefbedrijf. De gemiddelde waterbalans van het gesimuleerde bodemprofiel op proefbedrijf De Noord (Dijkstra et al., 1997) kent bij een gemiddelde jaarlijkse neerslag + beregening van 843 mm een netto drainage van 407 mm en een netto wegzijging van 0 mm. In bijlage 1 is weergegeven hoe de bemesting en toepassing van bestrijdingsmiddelen voor de vier bolgewassen van het modelbedrijf in 2003 eruit zullen zien. Voor de gewasbescherming is een keuze gemaakt uit meerdere middelpakketten. De teelt van de gewassen ziet er globaal als volgt uit.

Lelie

- Groeiseizoen: 1 april – 1 november
- Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof: onderploegen groenbemester, runderstalmest (20 ton/ha), N-kunstmestgiften (som van streefwaarden 150 kg kunstmest-N)
- Beregening (gemiddeld in totaal 90 mm)
- Bestrijdingsmiddelen voor onkruidbestrijding, vuurbestrijding, bestrijding virusoverdracht, bolontsmetting en indien nodig bestrijding wortellesieaaltjes
- Oogst

Tulp

- Groeiseizoen: 20 november – 20 juni
- Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof: stro, runderstalmest (20 ton/ha), GFT compost (12 ton/ha), N-kunstmestgiften (som van streefwaarden 185 kg kunstmest-N)
- Berekening (gemiddeld in totaal 75 mm)
- Bestrijdingsmiddelen voor onkruidbestrijding, vuurbestrijding, bestrijding virusoverdracht, bolontsmetting en bestrijding *Rhizoctonia solani*
- Oogst en teelt van groenbemester (+30 kg N-kunstmest)

Narcis

- Groeiseizoen: 15 september – 25 juli
- Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof: onderploegen groenbemester, stro, eigen compost (40 ton/ha), N-kunstmestgiften (som van streefwaarden 165 kg kunstmest-N)
- Bestrijdingsmiddelen voor onkruidbestrijding, vuurbestrijding, bolontsmetting en indien nodig bestrijding wortelziekten
- Oogst en teelt van groenbemester (+30 kg N-kunstmest)

Krokus

- Groeiseizoen: 15 september – 15 juni
- Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof: onderploegen groenbemester, stro, GFT-compost (12 ton/ha), N-kunstmestgiften (som van streefwaarden 90 kg kunstmest-N)
- Bestrijdingsmiddelen voor onkruidbestrijding, bestrijding virusoverdracht, bolontsmetting en *Pythium*bestrijding
- Oogst en teelt van groenbemester (+30 kg N-kunstmest)

4.2 Opbouwperiode

De opbouwperiode is de periode waarin de bezande grond wordt omgevormd tot geschikte grond voor bloembollenproductie. Vooral de opbouw van het organische-stofgehalte en de daarmee samenhangende bodemvruchtbaarheid is in die periode van belang. Hierbij moet worden opgemerkt dat het ook mogelijk is om voorafgaand aan de bezanding de bestaande bouwvoor opzij te zetten en deze na bezanding terug te plaatsen. Er is dan geen opbouwperiode meer nodig, zoals hierboven beschreven. Dit is gunstig voor de landbouwkundige productie, maar zal ook minder emissies naar het milieu tot gevolg hebben (zie hoofdstuk 5). Het terugzetten van de oude bouwvoor verdient dus aanbeveling en in de praktijk gebeurt dit steeds vaker. Vooralsnog gaan we er echter van uit dat in de meeste gevallen de oude bouwvoor bij de bezanding wordt 'begraven'.

Voor de opbouwperiode waarin wordt gestreefd naar opbouw van het organische-stofgehalte tot 1,3% geldt het volgende:

- Er wordt per jaar gebruik gemaakt van GFT-compost (8,6 ton/ha), eigen compost (10 ton/ha), veen (30 ton/ha), stro en cellulose. Dit duurt zeker 10 jaar en zal daarna worden aangepast aan de situatie. De mineralengehalten van de organische materialen zijn weergegeven in onderstaand overzicht.
- Vanaf het eerste jaar van de opbouwperiode worden al bloembollen geteeld.
- De opbouwperiode is afgelopen als een organische-stofgehalte van 1,3% is bereikt. Het uitgangspunt is dat dit ongeveer 20 jaar duurt.
- Daarbij wordt er van uitgegaan dat het Pw-getal van aanvankelijk 10 moet worden opgehoogd naar een Pw-getal van 25. Omdat er niet meer organische materialen mogen worden toegediend, wordt hiertoe een extra kunstmestgift gegeven gedurende de eerste 5 jaar van de opbouwperiode. Deze bedraagt cumulatief 780 kg fosfaat (68 kg P per jaar) vermeerderd met de fosfaatonttrekking door de bloembollen.
- Voor N geldt hetzelfde bemestingsadvies als voor het modelbedrijf. Gedurende 10 jaren zal met een verminderde mineralisatie, een verminderde opbrengst en dus een lagere mineralenafvoer bij de oogst worden gerekend, zodat ook voor deze periode de emissies berekend kunnen worden.
- De mineralenafvoer bedraagt dan gemiddeld de helft van de afvoer zoals die is beschreven voor het modelbedrijf (dat na de opbouwperiode voor lange tijd wordt gehandhaafd).

Mineralensamenstelling van relevante organische materialen:

	N-totaal (kg/ton)	fosfaat-P (kg/ton)
Runderstalmest	6,9	1,7
GFT-compost	8,4	2,1
eigen compost	3,2	1,7

Het gebruik van deze combinatie van organische materialen is nog in onderzoek. De opbouw van organische stof in de bodem verloopt in eerste instantie relatief snel (LBO, 1999). In de eerste vijf jaar stijgt het organische-stofgehalte van 0,3% naar ongeveer 1%. De volgende vijftien jaar van de in het rapport gehanteerde opbouwperiode is nodig om te komen tot een organische-stofgehalte van 1,2 à 1,3%.

4.3 Mogelijke aanpassingen op het modelbedrijf

Ten behoeve van vermindering van het N-overschot op het modelbedrijf zijn de gevolgen van de volgende maatregelen ingeschat:

- bemesting met organische meststoffen in de zomer of het najaar vindt plaats voor de zaai van de groenbemester, zodat de kunstmestgift voor de groenbemester kan vervallen;
- als we uitgaan van een nauwkeuriger afstemming en plaatsing van de kunstmestgiften kan de buffer worden verkleind of weggelaten;
- door de GFT-compostgiften bij tulp en krokus per keer te verhogen naar 17,2 ton per ha (met een N-gehalte van 144 kg/ha N en een P-gehalte van 37 kg/ha P) kan de runderstalmestgift worden verlaagd naar een eenmalige gift voor lelie van 20

ton per ha. Gesommeerd over de vier bolgewassen van de rotatie wordt er dan minder organische stof en minder N en P toegediend;

- de startgiften kunnen worden gecorrigeerd voor een verwachte Nmin-voorraad na de winter van 10 kg/ha N.

Indien de genoemde maatregelen onvoldoende mogelijkheid bieden voor het voldoen aan gestelde normen voor waterkwaliteit moet verder worden gezocht naar een betere benutting van de mineralen uit vooral organische meststoffen of eventueel naar een toepassing van organische materialen met lagere mineralengehalten. Op dit moment is het onduidelijk of de benodigde technieken en materialen in 2003 voorhanden zullen zijn. De toediening van organische meststoffen in het voorjaar, terwijl de bloembollen in het voorgaande najaar al zijn geplant, vergt een hele nieuwe toedieningstechniek, waarbij de bollen niet beschadigd mogen worden. Ook kan gedacht worden aan mestbehandeling. In het kader van nauwkeuriger plaatsing en benutting van (kunstmest)mineralen wordt thans onderzoek uitgevoerd aan fertigatiesystemen (druppelirrigatie).

Om het verbruik en de emissie van bestrijdingsmiddelen te beperken zijn op bedrijfsniveau de volgende maatregelen denkbaar:

- inzetten van niet-chemische bestrijdingsmethoden;
- driftreductie door aanpassingen van de toedieningstechniek of door verbreding van de bestaande spuitvrije zone;
- reductie van de uitspoeling door verlaagde doseringen en keuze van middelen, in samenhang met rassenkeuze;
- reductie van de lekverliezen bij de bolontsmetting door het treffen van voorzieningen rond de bedrijfsgebouwen

5 Berekening van de emissie van nutriënten

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de rekenregels voor de bepaling van de emissie van N en van P beschreven. Deze regels worden toegepast op het modelbedrijf en daarna wordt op basis van de regels een milieuverantwoorde bedrijfsvoering voor nutriënten afgeleid. Ook worden de mineralenverliezen in de opbouwperiode geschat. Deze rekenregels zijn afgeleid van eerder uitgevoerd onderzoek en zijn eenvoudig van aard. De onzekerheden die dit met zich meebrengt zullen nader worden toegelicht.

5.1 Stikstof

5.1.1 Het normverlies van N voor een gemiddeld perceel

Als vertrekpunt hanteren we in eerste instantie de normconcentraties in oppervlaktewater uit de tabel in hoofdstuk 2 (basiskwaliteit). Voor N en P geldt dat deze concentraties worden opgelegd aan drainwater, omdat er geen normen zijn voor drainwater, en vanwege het ontbreken van kwel dus ook aan de concentratie in het bodemvocht. Analoot aan de werkwijze van Groenendijk en Roest (1997) is het N-verlies van een bedrijf te koppelen aan de normconcentratie voor N in het bodemprofiel volgens

$$N\text{-verlies per bedrijf} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot \text{Normconcentratie}$$

- f_1 = normverlies van het bedrijf / normverlies van een perceel
Deze factor is een functie van het bedrijfssysteem, van de verdeling van mest over de percelen en gewassen en mestsamenstelling. Als ervan wordt uitgegaan dat er alleen verliezen optreden op de percelen en verder op het bedrijf niet, is deze factor overbodig.
- f_2 = normverlies van een perceel / normverlies uit de wortelzone
Deze factor is een functie van vervluchtiging en denitrificatie in de wortelzone en kan worden ingeschat op basis van eerder onderzoek.
- f_3 = normverlies uit de wortelzone / normverlies uit het bodemprofiel
Deze factor is een functie van denitrificatie in de ondergrond en kan eveneens worden gebaseerd op eerder uitgevoerd onderzoek.
- f_4 = normverlies uit het bodemprofiel / normverlies uit de kavelsloot
Deze factor is een functie van processen in de sloot.

Omdat de normconcentratie voor drainwater (lees: oppervlaktewater) strenger is dan voor grondwater, is het niet nodig om apart te bekijken of aan uitspoelingsnormen naar het grondwater wordt voldaan. Als de concentratie in het bodemvocht voldoet

aan de norm voor drainwater, voldoet die immers automatisch ook aan de norm voor grondwater.

Voor een inschatting van de gemiddelde emissies van het modelbedrijf wordt een evenwichtssituatie verondersteld. De consequentie daarvan is dat er geen rekening wordt gehouden met bergingsveranderingen of netto vastlegging van organische stof. Voor de opbouwperiode is dit uiteraard wel het geval.

Voor de berekening van de factoren gebruiken we de informatie van het project 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt (Van Aartrijk et al., 1997) en met name van de modelberekeningen voor de toekomstscenario's (Dijkstra et al., 1997) voor proefbedrijf De Noord. Voor het zogenaamde scenario 2000 uit die studie voor een situatie zonder kwel blijkt:

$$f_2 = 1,1$$
$$f_3 = 3,2$$

Voor de vertaling van normconcentratie (mg/l) naar normverlies (kg/ha) is een inschatting van de drainafvoer nodig. In dezelfde situatie (modelberekeningen voor scenario 2000 voor proefbedrijf De Noord) is een drainafvoer berekend van ongeveer 400 mm. Bij een normconcentratie van 2,2 mg/l N-totaal komen we dan uit op een normverlies uit de drains van afgerond 9 kg per ha per jaar:

Normverlies uit drains = Normconcentratie · Drainafvoer

dus

$$\text{Normverlies uit drains} = 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg per m}^2 = 9 \text{ kg per ha per jaar}$$

En vervolgens:

Normverlies van een gemiddeld perceel = Normverlies uit drains · f_2 · f_3

dus:

$$\text{Normverlies van een gemiddeld perceel} = 9 \cdot 1,1 \cdot 3,2 = 32 \text{ kg per ha per jaar.}$$

Als we rekening houden met een reductie van de concentratie in de sloot met 1,5 als waarde voor de factor f_4 wordt het normverlies per perceel 48 kg per ha per jaar.

Normverlies van een gemiddeld perceel = Normverlies in de sloot · f_2 · f_3 · f_4

dus:

$$\text{Normverlies van een gemiddeld perceel} = 9 \cdot 1,1 \cdot 3,2 \cdot 1,5 = 48 \text{ kg per ha per jaar.}$$

Bij een normconcentratie van 0,4 mg/l N (0,2 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ en 0,2 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$) voor polderwateren (hoofdstuk 2) en gelijkblijvende drainafvoer wordt het normverlies uit de drains afgerond 2 kg per ha per jaar en dan wordt het:

$$\text{Normverlies van een gemiddeld perceel} = 2 \cdot 1,1 \cdot 3,2 \cdot 1,5 = 11 \text{ kg per ha per jaar.}$$

Deze norm is berekend voor de normconcentratie voor polderwateren uit de tabel, terwijl die norm alleen minerale N betreft (nitraat- en ammonium-stikstof). De norm

voor boezemwateren heeft betrekking op N-totaal en daarom zijn de twee normen eigenlijk niet vergelijkbaar. Het berekende normverlies voor polderwateren valt hier lager uit dan voor boezemwateren, maar als ook organische N wordt meegerekend zal dit waarschijnlijk niet meer zo zijn. Hierover zijn geen gegevens beschikbaar en daarom wordt in de rest van het rapport vooral het normverlies voor boezemwateren gehanteerd.

Als er rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid van kwel zal dit in Noord-Holland veelal betekenen dat nutriëntenrijk water wordt aangevoerd (Dijkstra et al., 1997). Indien ook in dergelijke situaties de bovengenoemde normconcentraties voor drainwater of slootwater worden gehanteerd zullen de normverliezen uit de landbouw nog lager moeten worden.

5.1.2 Het N-overschot voor een gemiddeld perceel van het modelbedrijf

Op basis van de gegevens van het modelbedrijf (paragraaf 4.1) kunnen we het N-overschot van het bedrijf per gewas berekenen volgens:

$$\text{N-aanvoer} - \text{N-afvoer} = \text{N-overschot}$$

waarbij geldt:

$$\begin{aligned}\text{N-aanvoer} &= \text{N-totaal in organische materialen} + \text{N in kunstmest} + \text{N-depositie} \\ \text{N-afvoer} &= \text{N in afgevoerd gewas}\end{aligned}$$

Vervluchtiging en denitrificatie worden meegenomen in de factoren voor berekening van het normverlies en komen in deze N-overschotberekening dus niet terug. Voor N-depositie wordt voor het Noord-Hollandse kustgebied een waarde van 10 kg N per ha per jaar gehanteerd (Steenvoorden et al., 1990). Modelberekeningen geven voor de regio een depositie in de klasse van 0 tot 28 kg N per ha per jaar (RIVM, 1991). Uitgaande van een gestage daling van de N-depositie in de recente en komende jaren blijft het gemiddelde uitgangspunt 10 kg N per ha per jaar. Voor het N-overschot van het bedrijf worden de overschotten van de vier gewassen gemiddeld. Daarbij gaan we ervan uit dat binnen het bedrijf elk jaar alle gewassen evenredig voorkomen. Overige verliezen, zoals uit de eigen composthoop, zijn verwaarloosbaar. Hiermee vervalt, zoals reeds aangegeven, het belang van de factor f_1 .

Het N-overschot kan worden berekend over verschillende perioden, maar voor deze studie gaan we uit van een hydrologisch jaar (1 april – 1 april), waarbij de uitspoeling optreedt in de tweede helft (ruwweg vanaf 1 oktober). Daarom wordt het N-overschot berekend voor de winter en dit wordt vervolgens vergeleken met het normverlies. Tulp wordt geplant in november en de bijbehorende organische bemesting in november vindt dus voor het eigenlijke uitspoelingsseizoen plaats. De N-aanvoer met deze organische bemesting wordt dan opgeteld bij de aanvoer 'voor de winter' van jaar 1. Eenzelfde redenatie geldt voor krokus, die wordt geplant en bemest in oktober. Voor alle vier jaren staat een en ander samengevat in tabel 1. Hierbij wordt de aanvoer van N door het onderploegen van de groenbemester niet meegenomen omdat

deze wegvalt tegen de afvoer van N als gevolg van opname door diezelfde groenbemester.

De N-aanvoer voor de winter van jaar 1 is de som van de N-aanvoer via de bemesting voor lelie (runderstalmest + kunstmestgiften), depositie en de organische bemesting voor tulp. De kunstmestgiften bedragen samen 105 kg/ha N als de Nmin-voorraad steeds 30 kg/ha is en de te hanteren buffer 15 kg/ha N bedraagt. Voor de andere jaren wordt deze werkwijze ook gevolgd.

Tabel 1 N-aanvoerposten per jaar voor het modelbedrijf

	N-aanvoer (kg/ha) voor de winter			
	Organische mest	Kunstmest	Depositie	Totaal
jaar 1 'lelie-tulp'	377	105	10	492
jaar 2 'tulp-narcis'	128	170	10	308
jaar 3 'narcis-krokus'	101	150	10	261
jaar 4 'krokus'	-	90	10	100

De N-afvoer is de hoeveelheid N die netto wordt verwijderd met het gewas. De N-afvoer in de tabel is zodoende de N in het geoogste gewas verminderd met de N-aanvoer met het plantgoed. Het N-overschot is de resultante van N-aanvoer en N-afvoer, zoals weergegeven in tabel 2. De gegevens over N-afvoer zijn afkomstig van Landman (1994).

Tabel 2 Berekening van N-overschot (kg/ha) voor het modelbedrijf

	N-aanvoer	N-afvoer	N-overschot
jaar 1 'lelie-tulp'	492	88	404
jaar 2 'tulp-narcis'	308	146	162
jaar 3 'narcis-krokus'	261	104	157
jaar 4 'krokus'	100	68	32
<i>Gemiddeld</i>	<i>290</i>	<i>102</i>	<i>188</i>

Het gemiddelde N-overschot voor de vier gewassen is 188 kg N per ha per jaar. Vergeleken met de eerder becijferde perceelsnorm van 32 respectievelijk 48 kg N per ha per jaar, afgeleid voor boezemwateren, is dit ongeveer zes tot vier keer zo hoog. Het is evident dat het verlies dus ook te hoog is voor het berekende normverlies bij polderwateren van 11 kg N per ha per jaar. In vergelijking met de beschrijving van De Jong en Canters (1998) voor de situatie in 1996 komen de cijfers uit tabel 2 daarmee ongeveer overeen, terwijl daarbij geen rekening is gehouden met depositie. Hetzelfde geldt voor de door het doelgroepoverleg bloembollensector (1998) gepubliceerde getallen. In vergelijking met de scenarioberekeningen (Dijkstra et al., 1997) komen deze cijfers in de richting van scenario 2000.

5.1.3 Milieuverantwoorde bedrijfssituatie voor N

Tabel 3 Berekening van N-overschot (kg ha) bij aangepaste bedrijfsvoering

	N-aanvoer	N-afvoer	N-overschot
jaar 1 'lelie-tulp'	352	88	264
jaar 2 'tulp-narcis'	223	146	77
jaar 3 'narcis-krokus'	219	104	115
jaar 4 'krokus'	30	68	-38
Gemiddeld	206	102	104

Indien de voorgestelde maatregelen op bedrijfsniveau voor de vermindering van de N-aanvoer (zie paragraaf 4.3) allemaal kunnen worden doorgevoerd resulteert een gemiddeld N-overschot van 104 kg/ha N, zoals blijkt uit tabel 3. In vergelijking met de gestelde normverliezen van 32 of 48 kg N per ha per jaar betekent dit een overschrijding van die norm met respectievelijk een factor 3 of 2.

Als het praktisch mogelijk zou zijn om op het modelbedrijf alle eerder genoemde N-kunstmestgiften achterwege te laten wordt het gemiddelde N-overschot 47 kg N per ha per jaar, waarmee het bedrijf aan het normverlies van 48 kg N per ha per jaar bij boezemwateren zou voldoen (maar niet aan het berekende normverlies van 11 kg N per ha per jaar voor polderwateren). Voor verdere terugdringing van het N-overschot is het de moeite waard om te zoeken naar betere benutting van N uit organische materialen en/of toepassing van nutriëntarme organische materialen.

Voor het Mineralenaangiftesysteem MINAS geldt vanaf 2008 voor de bollenteelt een verliesnorm voor stikstof van 100 kg N per ha per jaar. Daarbij mag gerekend worden met een gemiddelde gewasopname van 125 kg N. De totale aanvoer van mineralen (zonder depositie) mag dus 225 kg N zijn. De aangepaste bedrijfsvoering (tabel 3) levert volgens MINAS dus geen belastbaar mineralenoverschot op, maar voldoet niet aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit. Recente berichtgeving (LNV, 1998) geeft voor aanscherping van het landelijk stikstofbeleid en het aanvullend beleid voor droge zandgronden een verliesnorm voor N in 2008 van 60 kg per ha per jaar. De bollengronden zullen hoogst waarschijnlijk niet in die categorie vallen. Indien dat wel zo is, wordt de acceptabele N-aanvoer zonder depositie 185 kg per ha per jaar. In dat geval voldoet de aangepaste bedrijfsvoering uit tabel 3 niet aan de MINAS-norm.

Tot nu toe zijn de inschattingen van het N-verlies uitgevoerd voor een bedrijfssituatie met vier bloembollen, gelijkelijk verdeeld over 12 ha zandgrond zoals voorkomt op proefbedrijf De Noord. Andere verdelingen over het areaal of introductie van andere gewassen zal leiden tot een ander N-overschot. Als eerste indicatie kan op basis van N-aanvoer en N-afvoer een schatting van het N-overschot worden gemaakt voor elke verandering, zoals weergegeven voor het modelbedrijf in de tabellen 2 en 3, maar de consequenties van een andere rotatie voor inzet van bestrijdingsmiddelen en gewasopbrengst blijven dan buiten beschouwing.

Jansma et al. (1994) geven aan dat het mogelijk is om het N-overschot in de zandgebieden terug te brengen tot 55 kg per ha per jaar voor een bloembollenbedrijf van 15 ha groot met alleen wintertarwe en narcis in het bouwplan, suboptimale

bemesting en de huur van kleigrond (13 ha) voor de teelt van tulp. Dit heeft grote consequenties voor het bedrijfssaldo. Verder geeft dit aan dat de gewaskeuze veel invloed heeft op de te verwachten verliezen.

5.1.4 Onzekerheden bij de berekeningen voor N

De gebruikte rekenregels zijn relatief eenvoudig en gebaseerd op slechts één enkele hydrologische en bodemkundige situatie voor één rotatie. Kleine wijzigingen in de aannames kunnen grote gevolgen hebben voor de resultaten van deze studie. Daarom is deze paragraaf gewijd aan de inschatting van de betrouwbaarheid van de berekende N-overschotten en het berekende normverlies.

Het normverlies van N is een directe resultante van de normconcentratie in het oppervlaktewater, de drainafvoer en de factoren f_2 - f_4 (paragraaf 5.1). De normconcentratie voor N varieert van 0,4 tot 2,2 mg/l (hoofdstuk 2). De drainafvoer is in dit specifieke geval 400 mm, maar varieert uiteraard met het neerslagoverschot en de locatie. Voor de factor f_2 is 1,1 aangehouden op basis van de berekeningen van Dijkstra et al. (1997). Groenendijk en Roest (1997) schatten deze factor op maximaal 1,6 en de laagst mogelijke waarde is 1,0. De factoren f_3 en f_4 kunnen variëren van respectievelijk 2,5 tot 4,5 en 1,3 tot 1,7 (Groenendijk en Roest, 1997).

Een en ander is samengevat in tabel 4. Op basis hiervan zijn de minimum en maximum waarden voor het normverlies als gevolg van aannames voor de factoren te berekenen. Het gemiddelde normverlies van een perceel bij een normconcentratie van 2,2 mg/l N, rekening houdend met reductieprocessen in de kavelsloot was 48 kg per ha. Het laagst berekende normverlies is 29 kg per ha en het hoogste is 108 kg per ha. Bij een normconcentratie van 0,4 mg/l N (zie tabel 4) varieert het normverlies tussen 5 en 20 kg per ha.

De berekende N-overschotten van het modelbedrijf zijn een resultante van N-aanvoer en N-afvoer en ook hierbij is variatie mogelijk. De samenstelling van organische materialen is nooit gelijk aan de gemiddelde samenstelling en de kunstmestgiften worden in het bijmestsysteem gecorrigeerd voor de gemeten Nmin-voorraad. Hiervoor hebben we ook een gemiddelde aangehouden. Om het eenvoudig te houden, rekenen we met een variatie van $\pm 10\%$ voor N-gehaltes in organische materialen, Nmin-voorraden en N-afvoer met het gewas. Dit resulteert in minimale en maximale aanvoer en afvoer zoals in tabel 4 is weergegeven.

Tabel 4 Inschatting van de laagste en hoogste waarden van de gebruikte variabelen en van de resultaten

	Normconcentratie voor N (mg/l)			
	0,4		2,2	
factor f2	1,0	1,6	1,0	1,6
factor f3	2,5	4,5	2,5	4,5
factor f4	1,3	1,7	1,3	1,7
NORMVERLIES (kg/ha)	5	20	29	108

N-aanvoer met organische mest (kg/ha)	137	166
N-aanvoer met kunstmest (kg/ha)	121	137
TOTALE N-AANVOER (kg/ha)	268	313
N-afvoer (kg/ha)	91	112
N-OVERSCHOT modelbedrijf (kg/ha)	156	222

Voor het modelbedrijf geldt dat zelfs het laagst ingeschatte N-overschot (156 kg per ha) te hoog is voor het hoogste normverlies (108 kg per ha). Wel is het duidelijk dat het hoogst berekende normverlies makkelijker haalbaar is. De maatregelen die resulteren in het N-overschot in tabel 3 voor de aangepaste bedrijfsvoering zijn voldoende voor het halen van de hoogste norm voor boezemwateren.

Behalve deze onzekerheden in de berekeningen is er ook sprake van bijvoorbeeld weersvariabiliteit met directe invloed op de waterbalans. Een aannemelijke spreiding voor de drainafvoer als gevolg hiervan is 300 tot 500 mm. Dit heeft ook consequenties voor de berekende normverliezen. Het maximale normverlies uit tabel 4 wordt met een drainafvoer van 500 mm 135 kg per ha per jaar. Het laagste normverlies voor boezemwateren met een drainafvoer van 300 mm wordt 21 kg per ha per jaar.

5.2 Fosfor

5.2.1 Normverlies van P en P-overschot voor het modelbedrijf

Voor de vertaling van normconcentratie van P (mg/l) naar normverlies (kg/ha) is dezelfde drainafvoer van toepassing als voor stikstof. Bij een normconcentratie van 0,15 mg/l P-totaal en de berekende drainafvoer van 400 mm is het normverlies afgerond 1 kg P per ha per jaar. Het is niet mogelijk om voor P eenzelfde type reductiefactoren te gebruiken, waarmee het normverlies wordt berekend als functie van denitrificatie, vervluchtiging enz.

Hoewel het voor P langer zal duren voor er een evenwichtssituatie is ontstaan dan voor N, nemen we voor de berekening van het P-overschot aan dat er geen P-fixatie meer optreedt. Daarom zou het perceelsgemiddelde P-overschot niet hoger mogen zijn dan het normverlies. Het P-overschot is de resultante van de gemiddelde P-aanvoer minus P-afvoer.

Tabel 5 Berekening van P-overschot (kg/ha) voor het modelbedrijf

	P-aanvoer	P-afvoer	P-overschot
jaar 1 'lelie-tulp'	92	15	77
jaar 2 'tulp-narcis'	66	17	49
jaar 3 'narcis-krokus'	26	16	10
jaar 4 'krokus'	0	15	-15
Gemiddeld	46	16	30

Aanvoer van P vindt alleen plaats met organische meststoffen. Per jaar (zie werkwijze bij N) is P-aanvoer, P-afvoer en P-overschot weergegeven in tabel 5. De P-afvoer is gebaseerd op gegevens van Landman (1994). Het gemiddelde P-overschot van 30 kg/ha (tabel 5) is hoger dan het normverlies, dat 1 kg/ha bedraagt.

5.2.2 Milieuverantwoorde bedrijfssituatie voor P

In tabel 6 is aangegeven hoe het P-overschot verandert als gevolg van de voorgestelde maatregelen voor het verlagen van het N-overschot. Het effect op het P-overschot is gering omdat P alleen wordt aangevoerd met organische materialen en hierin komt in beperkte mate verandering. In jaar 3 wordt de organische bemesting verhoogd vanwege de grotere GFT-compostgift. Alleen in jaar 1 (tabel 6) is sprake van een reductie van het P-overschot.

Voor MINAS wordt vanaf 2008 een verliesnorm voor fosfaat gehanteerd van 20 kg fosfaat (= 8,7 kg P). De opname door het gewas wordt op 50 kg fosfaat (= 21,8 kg P) gehouden. De totale aanvoer mag dus 70 kg fosfaat (= 30,6 kg P) zijn. De gemiddelde aanvoer voor het modelbedrijf in tabellen 4 en 5 lijkt hoger dan deze norm, maar de eigen compost wordt voor MINAS niet meegerekend. Op basis van runderstalmest en GFT-compost bedraagt de aanvoer 30 kg P per ha per jaar en voldoet daarmee wel aan de MINAS-norm. Een beoordeling op basis van MINAS is voor deze studie dus niet bruikbaar, want voldoen aan deze norm betekent niet dat er wordt voldaan aan de waterkwaliteitsnormen.

Tabel 6 Berekening van P-overschot (kg/ha) voor het modelbedrijf bij aangepaste bedrijfsvoering

	P-aanvoer	P-afvoer	P-overschot
Jaar 1 'lelie-tulp'	70	15	55
Jaar 2 'tulp-narcis'	66	17	49
Jaar 3 'narcis-krokus'	37	16	21
Jaar 4 'krokus'	0	15	-15
Gemiddeld	43	16	27

De Jong en Canters (1998) stellen voor om, net zoals de situatie van het modelbedrijf, geen fosfaatkunstmest meer toe te dienen en komen daarmee op een gemiddeld P-overschot van 59 kg fosfaat (=26 kg P) per ha per jaar. Dit is een halvering ten opzichte van de door hen beschreven situatie in 1996 (zie ook hoofdstuk 3) en komt overeen met de getallen uit tabel 5.

Scenarioberekeningen voor 2000 met het modelinstrumentarium SWAP-ANIMO (Dijkstra et al., 1997) resulteren in een P-overschot van -1 kg per ha per jaar. Dit is het resultaat van een scenario met slechts twee keer een toediening van 6 ton per ha GFT-compost in vier jaar. De gewasgroei blijft in dit scenario duidelijk achter, resulterend in een gemiddelde P-opname door de bollen van slechts 9 kg per ha per jaar. De mineralenvoorziening is hierbij dus duidelijk suboptimaal en het Pw-getal komt in de klasse 'zeer laag'. Zelfs in die situatie wordt een uitspoeling op lange termijn berekend van 2 mg/l P als gevolg van de historie van het proefbedrijf. Het is op voorhand niet duidelijk wat de resultaten van een dergelijk scenario betekenen voor recent bezande gronden bij nieuwvestiging.

Om het P-overschot op bedrijfsniveau op maximaal 1 kg P per ha te krijgen zou de aanvoer van P gelijk moeten zijn aan de gewasafvoer. De enige mogelijkheid om dit te bewerkstelligen is aanpassen van de aanvoer met organische materialen. De mogelijkheden hiervoor zijn enerzijds de totale aanvoer van organische materialen te veranderen of anderzijds kiezen voor de aanvoer van materialen met lagere P-gehalten. De praktische haalbaarheid hiervan is afhankelijk van het aanbod en de bruikbaarheid van dergelijke organische materialen. Terugdringing van het P-overschot naar 1 kg P per ha zal een daling van het Pw-getal tot gevolg hebben in de richting van een landbouwkundig suboptimaal niveau.

5.2.3 Onzekerheden bij de berekeningen voor P

Tabel 7 Inschatting van de laagste en hoogste waarden van de gebruikte variabelen en van de resultaten

	Normconcentratie (mg/l P)			
	0,15		0,35	
Drainafvoer (mm)	300	500	300	500
NORMVERLIES (kg/ha)	0,5	0,8	1,1	1,8

P-aanvoer met organische mest (kg/ha)	41	51
P-afvoer (kg/ha)	14	18
P-OVERSCHOT modelbedrijf (kg/ha)	23	37

De te verwachten spreiding van de resultaten van de berekeningen voor P is een functie (zie ook paragraaf 5.2) van de normconcentratie, drainafvoer en samenstelling van organische materialen en P-afvoer met het gewas. In tabel 7 wordt de inschatting van minimale en maximale waarden weergegeven.

5.3 N- en P-verliezen in de opbouwperiode

In de opbouwperiode is geen sprake van een evenwichtssituatie en zullen de nutriëntenverliezen groter zijn dan tot nu toe voor het modelbedrijf is berekend. Zoals al is gezegd in hoofdstuk 4 verdient het daarom aanbeveling om voor de bezanding van de gronden de bestaande bouwvoor opzij te zetten en deze na bezanding terug te plaatsen. Er zal dan niet onmiddellijk sprake zijn van de gewenste situatie, maar de

organische stof in de oude bouwvoor zal zorgen voor een bepaalde mate van bodemvruchtbaarheid en dit is gunstig voor zowel de bollenteelt als het milieu. In de rest van deze paragraaf wordt uitgegaan van een opbouwperiode, waarbij de oude bouwvoor bij de bezanding is begraven.

Met organisch materiaal wordt in de opbouwperiode elk jaar 104 kg N per ha aangevoerd. In het gunstigste geval zijn de overige aanvoerposten even hoog als in tabel 1. In werkelijkheid is de mineralisatie geringer en zullen lagere Nmin-gehalten worden gemeten, zodat het stikstofbijmeststelsel hogere kunstmestgiftten zal adviseren. Er is ook sprake van verminderde opname door de bollen en als we alleen rekening houden met de gewijzigde aanvoer van organische materialen en een gehalveerde afvoer bij de oogst wordt het gemiddelde N-overschot in de opbouwperiode 207 kg N per ha per jaar.

Voor fosfaat wordt in de opbouwperiode gestreefd naar een Pw-getal van 25 (mg fosfaat per l grond) en dat blijft ook na de opbouwperiode de streefwaarde. Volgens Schoumans en Lepelaar (1995) hoort daarbij gemiddeld op bloembollenpercelen die al enige tijd als zodanig in gebruik zijn een fosfaatuitspoelingsconcentratie van 3 tot 8 mg/l P naar diepere lagen en dus ook naar de drains.

Voor P moet in de opbouwperiode rekening worden gehouden met fixatie. De hoeveelheid P die wordt toegediend in de opbouwperiode met organisch materiaal is 34 kg P per ha per jaar. Daarbij wordt op dit moment gedurende de eerste 5 jaar een kunstmestgift geadviseerd van 76 kg P per jaar. Als we in eerste instantie uitgaan van een opbouwperiode van 20 jaar is de totale aanvoer minus afvoer in die 20 jaren 820 kg P als de afvoer van P (evenals de afvoer van N) gedurende de eerste tien jaar slechts de helft bedraagt van de normale afvoer:

Periode	Aanvoer (kg P)		Afvoer	Aanvoer-Afvoer
	organisch materiaal	kunstmest	(kg P)	(kg P)
0-5 jaar	170	380	40	510
5-10 jaar	170	-	40	130
10-20 jaar	340	-	160	180
Totaal	680	380	240	820

Bij een organische-stofgehalte van 1,3% hoort een organisch-P-gehalte van 422 kg per ha (dikte van de bouwvoor 40 cm, C/P-verhouding 100, bulkdichtheid 1400 kg/m³). De resterende 398 kg anorganisch P is dan gebonden of uitgespoeld. De gebonden P kan voor een deel weer vrijkomen (reversibel). Schoumans en Lepelaar (1995) maken melding van een fosfaatbindend vermogen van 3 tot 6 ton fosfaat per ha en een reversibele hoeveelheid van 250 tot 500 kg fosfaat per ha. De gemiddelde verhouding is 11:1. Als we er van uitgaan dat dergelijke waarden ook gelden voor recent bezande gronden zou er maximaal 365 kg minerale P geprecipiteerd zijn en 33 kg P (= 76 kg fosfaat) reversibel gebonden als er in de hele periode geen uitspoeling zou zijn opgetreden. De bijbehorende fosfaatevenwichtsconcentratie is 2 à 4 mg/l P. Als we rekening houden met een jaarlijkse opbouw van de gebonden fosfaat en een jaarlijkse uitspoeling van bijvoorbeeld 10% van het overschot is er na 20 jaar in totaal

298 kg minerale P geprecipiteerd en 27 kg P reversibel gebonden. De fosfaat-evenwichtsconcentratie aan het eind van de opbouwperiode is dan 1 à 3 mg/l P.

5.4 Conclusies

In de voorgaande paragrafen is duidelijk geworden dat de nutriëntenverliezen op het modelbedrijf te hoog zijn om te kunnen voldoen aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit. Rekening houdend met omzettingen in de sloot (denitrificatie) is het normverlies voor een perceel 48 kg N per ha per jaar en het normverlies voor P is 1 kg per ha per jaar. Als er geen rekening wordt gehouden met omzettingen in de sloot wordt het normverlies per perceel voor N 32 kg per ha per jaar. Daarentegen zijn de verliezen per perceel van het modelbedrijf respectievelijk 188 kg N en 30 kg P per ha per jaar. Deze verliezen zijn hoger dan de normverliezen.

Door aangepaste bedrijfsvoering kunnen de verliezen op perceelsniveau worden verlaagd. De maatregelen uit paragraaf 4.3 leiden voor N tot een verlies van 104 kg N per ha per jaar. In vergelijking met het gestelde normverlies van 32 of 48 kg N per ha per jaar betekent dit een overschrijding van die norm met een factor 3 of 2. Met deze aangepaste bedrijfsvoering is een reductie van 45% van de uitspoeling te realiseren ten opzichte van het modelbedrijf (met een N-overschot van 188 kg N per ha per jaar).

Als het mogelijk zou zijn om op het modelbedrijf alle N-kunstmestgiften achterwege te laten wordt het gemiddelde N-overschot 47 kg N per ha per jaar, waarmee het bedrijf aan het normverlies van 48 kg N per ha per jaar kan voldoen. Hiertoe is het nodig om de N uit organische materialen beter te benutten. Deze optie zal anders de N-opname door de bolgewassen sterk beïnvloeden en zodoende op praktische bezwaren stuiten. Onderzoek naar betere benutting van N uit organische materialen en/of toepassing van nutriëntarme organische meststoffen kunnen in de toekomst mogelijk bijdragen aan de realisatie van een dergelijke optie.

Rekening houdend met verschillende onzekerheden in de berekeningen zal het normverlies voor boezemwateren variëren van 29 tot 108 kg N per ha per jaar en voor polderwateren van 5 tot 20 kg N per ha per jaar. Het N-verlies per perceel van het modelbedrijf varieert van 156 tot 222 kg per ha per jaar. Het is duidelijk dat het modelbedrijf, gesitueerd op gronden van proefbedrijf De Noord, niet aan de normen zal kunnen voldoen. Bij de aangepaste bedrijfsvoering valt het berekende verlies binnen de spreiding die is berekend voor boezemwateren.

De verliesnorm voor P van 1 kg per ha per jaar is alleen haalbaar als de aanvoer en afvoer van P nagenoeg aan elkaar gelijk zijn. Vooralsnog lijkt dat moeilijk te realiseren. Het P-verlies op het modelbedrijf bedraagt 30 kg per ha per jaar en na aanpassingen ten behoeve van de reductie van N-verliezen nog steeds 27 kg per ha per jaar.

Om het P-overschot op bedrijfsniveau op maximaal 1 kg P per ha te krijgen zou de aanvoer van P gelijk moeten zijn aan de gewasafvoer. De enige mogelijkheid om dit

te bewerkstelligen is aanpassen van de aanvoer met organische materialen. De mogelijkheden hiervoor zijn enerzijds de totale aanvoer van organische materialen te veranderen of kiezen voor de aanvoer van materialen met lagere P-gehaltes. De haalbaarheid van dit laatste hangt af van het aanbod aan organische materialen.

Hoewel het theoretisch mogelijk is om op bedrijfsniveau te voldoen aan de normverliezen voor nutriënten (voor boezemwateren), zal het zoals hierboven genoemd in de praktijk moeilijk realiseerbaar zijn omdat er dan voor de gewassen onvoldoende nutriënten beschikbaar zijn en zal het zodoende op economische bezwaren stuiten. Daarom worden in het laatste hoofdstuk suggesties gedaan voor maatregelen op gebiedsniveau om de nitraat- en fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater te reduceren.

6 Berekening van de emissie van bestrijdingsmiddelen

De inzet van bestrijdingsmiddelen op het modelbedrijf leidt tot een belasting van het oppervlaktewater. De optredende emissie is berekend voor een drietal routes te weten drift, uitspoeling en afspoeling nabij bedrijfsgebouwen. Door per afzonderlijke stof de omvang van de emissie te combineren met de toxiciteit van de betreffende stof voor waterorganismen kan een beeld worden verkregen van de uiteindelijke belasting van het oppervlaktewater uitgedrukt als milieu-effect.

6.1 Milieu-effecten

Voor het beschrijven van de milieu-effecten in oppervlaktewater is gebruik gemaakt van de Milieumeetlat voor Bestrijdingsmiddelen (CLM & IKC, 1993), meer specifiek de Milieubelastingspunten (MBP's) voor Waterleven en de Milieubelastingspunten voor Grondwater.

6.1.1 Milieubelastingspunten waterleven

De MBP's Waterleven is een indicator voor de acute effecten van een stof op waterorganismen. 100 MBP's waterleven komen overeen met een concentratie in de kavelsloot van $0,1 * LC_{50}$ oftewel één tiende van de concentratie waarbij 50% van de organismen een blootstellingsperiode van gemiddeld 96 uur niet overleeft. Het betreft hier resultaten van laboratoriumexperimenten, die worden gebruikt in de toelatingsprocedure van bestrijdingsmiddelen. In het kader van de harmonisatie van de wetgeving op Europees niveau is de norm van $0,1 * LC_{50}$ inmiddels met een factor 10 aangescherpt. Dit betekent dat wanneer een toepassing leidt tot een aantal milieubelastingspunten > 10 aangenomen mag worden dat deze nieuwe norm wordt overschreden.

De MBP's waterleven hebben betrekking op de acute effecten van stoffen en worden binnen de Milieumeetlat uitsluitend gerelateerd aan de piekbelastingen die optreden als gevolg van spuitdrift. Om stoffen eenduidig met elkaar te kunnen vergelijken worden ze binnen de Milieumeetlat gerelateerd aan een standaarddriftpercentage van 1%. Ook andere relevante routes zouden met behulp van MBP's waterleven beschreven kunnen worden. Voor de emissieroute afspoeling nabij bedrijfsgebouwen leidt dat tot weinig discussie, aangezien ook deze emissieroute een piekbelasting veroorzaakt.

Tabel 8 geeft een indicatieve waarde voor de acute effecten van een aantal werkzame stoffen die relevant zijn voor de bloembollenteelt. De getallen zijn overgenomen uit de Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen voor een standaarddriftpercentage van 1% op een standaardsloot. Uit de tabel blijkt dat vooral de insecticiden, die worden ingezet bij de virusbestrijding grote effecten kunnen veroorzaken, zeker in vergelijking tot de onkruidbestrijdingsmiddelen.

Tabel 8: Index voor acute effecten uitgedrukt in milieubelastingspunten waterleven bij een concentratie van 1 µg/l (standaarddriftpercentage van 1% op een standaardsloot)

Werkzame stof	Gewasbeschermingsmaatregel	Acute effecten (MBP-waterleven)
Esfenvaleraat	virusbestrijding	133 333
Lambda-cyhalothrin	virusbestrijding	19 047,6
Deltamethrin	virusbestrijding	6 896,6
Propoxur	virusbestrijding	363,6
Pirimicarb	virusbestrijding	210,5
Chloorthalonil	vuurbestrijding/bolontsmetting	85,1
Fluazinam	vuurbestrijding/bolontsmetting	72,7
Prochloraz	vuurbestrijding/bolontsmetting	54,8
Aldicarb	grondbehandeling	40
Kresoxim-methyl	vuurbestrijding	11,9
Carbendazim	vuurbestrijding/bolontsmetting	11,8
Captan	bolontsmetting	6,4
Tolclofos-methyl	grondbehandeling	5,1
Mancozeb	vuurbestrijding	3,6
Flutolanil	grondbehandeling	2,2
Metalaxyl	grondbehandeling	1
Imidacloprid	bolontsmetting	0,4
(cis)dichloorpropeen	grondontsmetting	0,8
Chloridazon	onkruidbestrijding	22,2
Metamitron	onkruidbestrijding	20
Haloxifop-ethoxyethyl	onkruidbestrijding	14,3
Chloorprofam	onkruidbestrijding	1,2
Paraquat	onkruidbestrijding	1,1
Glyfosaat	onkruidbestrijding	0,3
Asulam	onkruidbestrijding	0,1
Cycloxydim	onkruidbestrijding	0,1

In tegenstelling tot de piekbelastingen bij drift en afspoeling nabij bedrijfsgebouwen wordt de emissieroute laterale uitspoeling (drainage) gekenmerkt door een emissiepatroon met een chronisch karakter dat gepaard gaat met relatief lage concentraties. Hierbij ligt een toetsing aan chronische toxiciteitsdata dus meer voor de hand. De chronische toxiciteit van een stof is over het algemeen een factor 2 tot 3 hoger dan de acute toxiciteit. Dat wil zeggen dat bij een langdurige blootstelling (± maand) effecten kunnen optreden bij concentraties die beduidend lager liggen dan bij een korte blootstelling (enkele dagen).

Data over chronische toxiciteit zijn veel minder beschikbaar dan acute toxiciteitsdata. Dit is er mede de oorzaak van dat er geen wettelijk kader ligt voor chronische toxiciteit in relatie tot oppervlaktewaterkwaliteitsnormen. Om beide redenen is besloten om het ecologisch effect als gevolg van laterale uitspoeling te kwantificeren met behulp van acute toxiciteitsgegevens, vertaald in milieubelastingspunten waterleven uit de Milieumeetlat.

6.1.2 Milieubelastingspunten grondwater

De MBP's grondwater zijn een indicator voor het risico dat een stof uitspoelt naar het grondwater. 100 MBP's grondwater komen overeen met een concentratie van 0,1 µg/l, de huidige EG-norm voor drinkwater op 10 m diepte. Op basis van de berekeningen met het uitspoelingsmodel PESTLA zijn in de milieumeetlat aan elke stof milieubelastingspunten toegekend. Hierbij wordt uitgegaan van de concentratie in het bovenste grondwater (1-2 m – mv). Er worden vijf bodemklassen onderscheiden op basis van het organische-stofgehalte. Voor deze studie is gebruik gemaakt van de klasse met een organische-stofgehalte <1,5% omdat voor vrijwel alle bloembollengronden in Noord-Holland (en zeker ook de gronden bij nieuwvestiging) het organische-stofgehalte lager is dan 1,5%. Tevens wordt onderscheid gemaakt tussen toepassing in een voor- en najaarssituatie (verschil in neerslagoverschot en bodemtemperatuur. Voor de meeste toepassingen geldt het voorjaarsscenario. Alleen een beperkt aantal herbicidetoepassingen in tulp, narcis en krokus is doorgerekend met het najaarsscenario. Natte grondontsmetting vindt voor lelie plaats in het voorjaar en voor narcis in augustus/september. Voor beide situaties is gerekend met een voorjaarsscenario.

Tabel 9: Berekende concentratie werkzame stof (w.s.) in drainwater naar oppervlaktewater bij een bodembelasting van 1 kg w.s. per hectare bij voor- najaarstoepassingen. Organische stofgehalte van de bodem is < 1,5%.

Werkzame stof	Drainconcentratie voorjaarstoepassing (µg/l)	Drainconcentratie najaarstoepassing (µg/l)
Flutolanil	250	250
Haloxifop-ethoxyethyl	230	800
Metalaxyl	100	500
Aldicarb	87	700
Chloorthalonil	64	192
Chloridazon	30	100
Cycloxydim	26	160
Metamitron	10	30
Kresoxim-methyl	5	400
(cis)dichloorpropeen	5	280
Mancozeb	3	7
Chloorprofam	0,4	1
Asulam	< 0,001	0,01
Glyfosaat	<0,001	<0,001
Tolclofomethyl	<0,001	<0,001
Prochloraz	<0,001	<0,001
Esfenvaleraat	<0,001	<0,001
Deltamethrin	<0,001	<0,001
Lambda-cyhalothrin	<0,001	<0,001
Fluazinam	<0,001	<0,001
Paraquat	<0,001	<0,001

De milieubelastingspunten grondwater geven informatie over de mate waarin een stof uitspoelt tot op een diepte van 1-2 m. Deze informatie is in deze studie gebruikt om de laterale uitspoeling naar het oppervlaktewater te kunnen beschrijven. In deze studie wordt aangenomen dat de berekende concentratie op 1-2 m diepte gelijk is aan de concentratie van het water dat (via de drains) naar de kavelsloot stroomt. Deze aanname lijkt gerechtvaardigd vanwege de goede doorlatendheid van de bodem in

combinatie met een situatie zonder wegzijging. Tabel 9 geeft voor een aantal relevante stoffen en hun omzettingsproducten een overzicht van berekende concentraties in het drainwater bij een dosering van 1 kg werkzame stof per hectare. Er is onderscheid gemaakt tussen drainconcentraties die het gevolg zijn van toepassingen in het voorjaar en toepassingen in het najaar. In de tabel worden de verschillen in uitspoelingsgevoeligheid tussen stoffen en toepassingstijdstippen zichtbaar.

6.2 Rekenmethodiek

Voor het berekenen van het milieu-effect wordt uitgegaan van de trits verbruik-emissie-effect. Aangezien de berekeningen steeds zijn uitgevoerd per enkelvoudige toepassing kan de term verbruik hier worden vervangen door dosering. De praktijkdoseringen voor het modelbedrijf 2003 zijn beschreven door het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO) (mond. med. Koster, 1998). Hierbij is uitgegaan van de belangrijkste toepassingen in de vier gewassen. Voor de aanvullende scenario's is gebruik gemaakt van cijfers van het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) (mond. med. Bemelmans, 1998), aangevuld met opmerkingen van het LBO (mond. med. Van Aartrijk & Koster, 1998). De basisberekening die steeds is uitgevoerd is als volgt:

$$MBP's \text{ Waterleven} = \text{dosering} \times \text{emissievariabele} \times \text{standaard MBP Waterleven}$$

Deze rekenregel is verder toegespitst op elk van de drie emissieroutes. Voor elk van de toepassingen is de dosering per hectare bekend. De emissiefractie is voor drift en afspoeling rond bedrijfsgebouwen een vaste factor. Voor de uitspoeling is geen emissiefractie berekend, maar zijn de drainconcentraties uit tabel 9 gebruikt. De standaard Milieubelastingspunten waterleven zijn overgenomen uit tabel 8.

6.2.1 Milieu-effect door spuitdrift

Het milieu-effect als gevolg van spuitdrift is berekend aan de hand van de volgende rekenregel:

$$MBP's \text{ Waterleven} = \text{dosering} \times \text{driftpercentage} \times \text{std. MBP Waterleven}$$

Dosering

Uitgedrukt in kilogram werkzame stof per hectare per toepassing (enkelvoudige behandeling).

Driftpercentage

Uitgedrukt als fractie van de dosering die op het wateroppervlak terechtkomt. Deze fractie is stof specifiek. Voor het *economisch verantwoord* scenario wordt uitgegaan van 1,2% en voor het *milieu verantwoord* scenario van de fractie 0,3%. In de rekenregel betekent dit een vermenigvuldiging met resp. 1,2 en 0,3.

Standaard MBP waterleven

Dit betreft een index voor de acute effecten op waterorganismen bij 1% drift. Hiervoor zijn de getalswaarden uit tabel 8 gebruikt.

6.2.2 Milieu-effect door afspoeling nabij bedrijfsgebouwen

Het milieu-effect, uitgedrukt in MBP's waterleven, als gevolg van afspoeling nabij bedrijfsgebouwen is berekend aan de hand van de volgende rekenregel:

$$MBP's\ Waterleven = dosering \times emissiefractie \times verdunningsfactor \times std.\ MBP\ Waterleven$$

Dosering

Hoeveelheid werkzame stof in kilogrammen nodig om een bekende hoeveelheid bollen (te planten op 1 hectare) te ontsmetten.

Emissiefractie

Uitgedrukt als fractie van de dosering die in het water terechtkomt. Deze fractie is stof specifiek. Voor het *economisch verantwoord* scenario wordt uitgegaan van 1,5% en voor het *milieuverantwoord* scenario is deze route gesaneerd (0%). In de rekenregel betekent dit een vermenigvuldiging met resp. 0,015 en 0.

Verdunningsfactor

Een klein volume water met hoge concentraties van bolontsmettingsmiddelen kan vanaf de bedrijfsgebouwen het oppervlaktewater bereiken. Omdat dit volume onbekend is, evenals de hoeveelheid water in de sloot wordt er hier vanuit gegaan dat de geëmitteerde bestrijdingsmiddelen uiteindelijk een biologisch effect kunnen veroorzaken in een eindvolume van 21.000 l, namelijk de volle standaardsloot. Hiertoe dient een verdunningsfactor van 1/21.000 te worden toegepast

Standaard MBP waterleven

Dit betreft een index voor de acute effecten op waterorganismen. Hiervoor zijn de getalswaarden uit tabel 8 gebruikt.

6.2.3 Milieu-effect door uitspoeling

Het milieu-effect, uitgedrukt in MBP's waterleven, als gevolg van uitspoeling is berekend aan de hand van de volgende rekenregel:

$$MBP's\ Waterleven = dosering \times drainwaterconcentratie \times std.\ MBP\ Waterleven$$

Dosering

Uitgedrukt in kilogram werkzame stof per hectare per toepassing (enkelvoudige behandeling).

Drainwaterconcentratie

De hydrologische kenmerken van het modelbedrijf rechtvaardigen de aanname dat de concentratie van een stof die via de drains uitstroomt naar het oppervlaktewater gelijk is aan de concentratie die wordt aangetroffen op 1 tot 2 m beneden maaiveld. De mate van uitspoeling wordt bepaald door de eigenschappen van de stof zelf. Elke stof leidt per toepassingstijdstip tot een andere drainconcentratie. Deze is weergegeven in tabel 9.

Standaard MBP waterleven

Dit betreft een index voor de acute effecten voor waterorganismen. Hiervoor zijn de getalswaarden uit tabel 8 gebruikt.

Voor de emissieroute uitspoeling wordt geen verdunningsfactor toegepast zoals dat het geval is bij de berekening van de emissie nabij bedrijfsgebouwen. Eerder onderzoek op proefbedrijf De Noord geeft aan dat de hoeveelheid water die binnen een maand via de drains wordt afgevoerd vele malen het volume van de sloot bedraagt (Van der Pas et al., 1995).

6.3 Betrouwbaarheid berekeningen voor bestrijdingsmiddelen

De betrouwbaarheid van de berekeningen wordt voor bestrijdingsmiddelen grotendeels bepaald door de betrouwbaarheid van de beschrijvingen van de stof-eigenschappen, vertaald in omzettingssnelheden en adsorptiecoëfficiënten in combinatie met aspecten als organische-stofgehalte van de bodem en drainafvoer. Daarnaast is het zo dat de effectbeschrijvingen zoals die gehanteerd worden in de Milieumeetlat gebaseerd zijn op toxiciteitsmetingen in het laboratorium aan slechts enkele soorten. Een effectbeschrijving op ecosysteemniveau is derhalve niet aan de orde.

De complexiteit waarmee de verschillende processen op elkaar ingrijpen en de verschillen die daarbij aan de orde zijn tussen de diverse stoffen maken het niet mogelijk om analoog aan N en P de betrouwbaarheid aan te geven voor iedere afzonderlijke stof. Tellen we alle onzekerheden binnen de berekeningen op dan kunnen we echter stellen dat de berekende waarden per individuele stof een factor 100 hoger of lager kunnen uitvallen.

6.4 Economisch verantwoorde bedrijfssituatie voor bestrijdingsmiddelen

Door het LBO zijn voor de belangrijkste ziekten en plagen verschillende middelenpakketten opgesteld waarvan wordt verwacht dat ze moeten worden ingezet op een economisch verantwoorde bollenbedrijf in 2003. De verschillende pakketten zijn opgenomen in bijlage 1. Per toepassing zijn de pakketten doorgerekend op hun milieubelasting zoals beschreven in paragraaf 6.2.

In deze paragraaf is per gewas een gewasbeschermingsschema opgenomen dat binnen de economisch verantwoorde grenzen de minste milieubelasting veroorzaakt. De milieubelasting is steeds gerelateerd aan de acute toxiciteit van een enkelvoudige stof.

Dit is analoog aan de wijze waarop in Nederland de oppervlaktewaterkwaliteitsnormen zijn afgeleid. Dat betekent dat er geen aandacht is voor belasting gedurende een langere periode (chronische toxiciteit) of belasting door meerdere stoffen tegelijkertijd (combinatietoxiciteit). In de praktijk treedt veelal wel een belasting op van meerdere stoffen tegelijkertijd. Het effect daarvan kan anders zijn de som van de effecten van de afzonderlijke stoffen. Ook een beoordeling van de verschillende toepassingen afzonderlijk is niet conform de praktijk. Bij elke volgende toepassing is de achtergrondconcentratie in de sloot niet per definitie '0'. Tenslotte gaat de Milieumeetlat er vanuit dat een stof eenmaal in de waterfase niet meer onderhevig is aan afbraak- of verdwynprocessen. De realiteit is echter dat in de waterfase stoffen worden afgebroken, geadsorbeerd aan bodemmateriaal en waterplanten, vervluchtigen naar de lucht en worden getransporteerd in het watersysteem. Al deze processen zullen de uiteindelijke blootstelling van waterorganismen aan bestrijdingsmiddelen beperken, hetgeen een verminderd effect ofwel een verminderde belasting betekent.

Ondanks bovenstaande beperkingen heeft een effectbeschrijving aan de hand van milieubelastingspunten ook voordelen. Een dergelijke analyse maakt het mogelijk om toepassingen, stoffen, emissieroutes en gewassen éénduidig met elkaar te vergelijken. De restricties die daarbij in acht worden genomen worden daarbij geaccepteerd, omdat door de beperkte omvang van onderzoeksgegevens geen alternatieve methode beschikbaar is.

De milieubelastingspunten die in onderstaande schema's zijn weergegeven hebben vooral een indicatieve waarde. De tabellen laten zien welke stoffen, toepassingen en emissieroutes meer dan gemiddeld bijdragen aan de uiteindelijke milieubelasting. De getalswaarden maken het mogelijk om een relatie te leggen met de oppervlaktewaterkwaliteit. Overschrijding van de Nederlandse norm treedt op bij een totaal van 100 MBP's per (éénmalige) toepassing. Voor een toetsing aan de nieuwe EU-normen moet worden uitgegaan van 10 MBP's per toepassing.

Uitgaande van een EU-norm, overeenkomend met 10 MBP per toepassing, kan worden gesteld dat een groot aantal toepassingen tot normoverschrijding leiden op basis van de hier gevolgde methodiek. De verschillen tussen toepassingen, stoffen en emissieroutes zijn daarbij groot.

Een belangrijke emissieroute blijkt de afspoeling rond bedrijfsgebouwen, gerelateerd aan de bolontsmetting. Omdat het hier puntlozingen betreft, die bovendien in de tijd zijn beperkt, is er veelal sprake van hoge piekbelastingen. Naast de stof carbendazim, die in de ontsmettingsperiode veelvuldig in het oppervlaktewater wordt aangetroffen, valt hier de nadruk op prochloraz. Bij deze stof moet worden bedacht dat de hoge adsorptie van deze stof aan waterbodemmateriaal de uiteindelijke blootstelling van waterorganismen na enige tijd aanzienlijk kan verlagen. Deze emissieroute kan worden gesaneerd door op en rond de bedrijfsgebouwen voorzieningen te treffen.

Tabel 10a: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in lelie

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
			drift*	uitspoeling**	afspoeling rond gebouwen	
Glyfosaat	3,0	1,08	< 1	< 1	nvt	<1
Chloorprofam	3,0	1,20	< 1	< 1	nvt	<1
Chloridazon	1,5	0,49	13	3	nvt	16
Metamitron	1,0	0,70	17	4	nvt	21
Asulam	2,0	0,80	< 1	< 1	nvt	< 1
Mancozeb	5,0	3,75	16	2	nvt	18
Deltamethrin	0,4	0,01	83	< 1	nvt	83
Minerale olie	6,0	6,00	nb***	nb	nvt	nb
Carbendazim	3,2	1,60	nvt	nvt	3371	3371
Prochloraz	2,4	1,10	nvt	nvt	10764	10764
Captan	4,0	2,18	nvt	nvt	2491	2491
Imidacloprid	0,3	0,22	nvt	nvt	16	16
Formaline	5,0	1,50	nvt	nvt	nb***	nb

* bij een driftpercentage 1,2%

** bij een organisch stofgehalte <1,5%

*** niet bekend: betreffende stof is niet opgenomen in de Milieumeetlat

De vuur- en virusbestrijding leveren in vergelijking met de bolontsmetting per afzonderlijke toepassing een kleine bijdrage aan de totale milieubelasting. Bedacht moet worden dat bij dit soort bestrijdingen vele herhalingen noodzakelijk zijn. Voor de toepassingen met deltamethrin geldt de opmerking dat deze stof, evenals prochloraz, in de sloot sterk zal adsorberen aan waterbodemmateriaal. Hierdoor daalt de concentratie in het water, neemt de blootstelling van waterorganismen af en neemt dus het milieu-effect af.

Vanuit milieu-oogpunt lijkt de onkruidbestrijding minder problematisch. Afhankelijk van organische-stofgehalte en omzettingssnelheid kunnen echter stoffen als chloridazon en metamitron toch worden aangemerkt als risicovol voor het milieu. Het contrast met de drie overige herbiciden (glyfosaat, asulam, chloorprofam) is in dit verband groot.

Ook de natte grondontsmetting kan een milieubelastend effect hebben (tabel 10b). Mede bepalend in dat verband zijn de heersende weersomstandigheden. Veel neerslag en relatief lage temperaturen vergroten de kans op uitspoeling. Deze condities doen zich veelal in het najaar voor. Wanneer in voorjaar of zomer wordt ontsmet, wordt de kans op uitspoeling aanzienlijk gereduceerd. De hogere lucht- en bodemtemperatuur zullen ertoe bijdragen dat een vluchtige stof als (cis-)dichloorpropeen in grote hoeveelheden naar de lucht emitteert. Ook de organische stof in de bodem kan een enigszins remmend effect hebben op de uitspoeling van (cis-)dichloorpropeen naar het oppervlaktewater.

Tabel 10b: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor grondontsmetting in lelie

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
			drift	uitspoeling	afspoeling rond gebouwen	
(cis)-dichloorpropeen voorjaar	160	18.56	nvt	59	nvt	59
(cis)-dichloorpropeen najaar	160	18.56	nvt	104	nvt	104

Tenslotte moeten we bedenken dat natte grondontsmetting niet jaarlijks op een perceel wordt uitgevoerd, zeker niet wanneer het relatief maagdelijke gronden betreft. Bovendien kan een behandeling als grondontsmetting niet strict aan lelie worden toegerekend, ook al vindt de ontsmetting plaats net voor het planten van dit bolgewas. De ontsmetting zal de druk van plaagorganismen doen afnemen in de volgende bolgewassen.

Wanneer we het totale gewasbeschermingsmiddelenpakket in beeld brengen, dat wil zeggen alle herhalingen binnen een teeltseizoen optellen, ontstaat het overzicht van tabel 10c. Bij deze berekeningswijze geldt de aanname dat elke toepassing onafhankelijk is van de voorgaande en dat het effect van de afzonderlijke toepassingen eenvoudigweg mag worden gesommeerd. Dit is het geval bij een sloot met stilstaand water en stoffen die niet onderhevig zijn aan verdwynprocessen. In de praktijk staat het water in sloten vrijwel nooit stil en zijn stoffen wel onderhevig aan allerlei processen. Omdat dit laatste niet op een eenvoudige wijze binnen een scenario is te vatten, is gekozen voor de situatie met stilstaand water en geen verdwynprocessen. In tabel 10c zijn de getalswaarden uit tabel 10a vermenigvuldigd met het aantal toepassingen en gesommeerd naar de aard van de bestrijding.

Tabel 10c: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor de totale gewasbescherming in lelie

maatregel	aantal toepassingen	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
		drift	uitspoeling	afspoeling rond gebouwen	
Onkruidbestrijding	6 maal	81	19	nvt	100
Vuurbestrijding	8 maal	128	16	nvt	144
Virusbestrijding	16 maal	1328	<1	nvt	1328
Bolontsmetting	1 maal	nvt	nvt	16642	16642
Totaal		1537	35	16642	

Bij lelie wordt het grootste aantal milieubelastingspunten voor waterleven berekend bij de bolontsmetting door het afspoelen van restanten middel rond de bedrijfsgebouwen. Een tweede belangrijke emissieroute is oppervlaktewaterbelasting als gevolg van drift. Beduidend lager is de berekende oppervlaktewaterbelasting als gevolg van uitspoeling.

Het beeld bij tulp lijkt op dat bij lelie. Ook hier wordt voor een aantal toepassingen de EU-norm, overeenkomend met 10 MBP's, overschreden. Door het inzetten van fluazinam bij tulp in plaats van mancozeb (bij lelie) neemt de milieubelasting in de

vuurbestrijding toe. Dit komt omdat fluazinam volgens de Milieumeetlat giftiger is dan mancozeb. Omdat bij tulp minder werkzame stof wordt ingezet bij de bolontsmetting valt hier het aantal milieubelastingspunten lager uit, echter nog steeds boven de norm. De inzet van tolclofos-methyl tegen *Rhizoctonia solani* leidt volgens de gevolgde rekenmethode nauwelijks tot een belasting van het waterleven.

Het totale gewasbeschermingsschema voor tulp leidt tot een lager aantal milieubelastingspunten voor waterleven dan bij lelie (tabel 11b). Dit is voornamelijk het gevolg van een lagere toepassingsfrequentie in de virusbestrijding en een lager verbruik bij de bolontsmetting.

Tabel 11a: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in tulp

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
			drift*	uitspoeling**	afspoeling rond gebouwen	
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	Nvt	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	Nvt	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	2	< 1	Nvt	2
Chloridazon	1,5	0.49	13	3	Nvt	16
Metamitron	1,0	0.70	17	4	Nvt	21
Asulam	2,0	0.80	< 1	< 1	Nvt	< 1
Cycloxydim	4,0	0.40	< 1	< 1	Nvt	< 1
Fluazinam	0,8	0.40	35	< 1	Nvt	35
Deltamethrin	0,4	0.01	83	< 1	Nvt	83
Carbendazim	2,4	1.20	Nvt	Nvt	2529	2529
Prochloraz	1,8	0.81	Nvt	Nvt	7926	7926
Captan	3,0	1.64	Nvt	Nvt	1874	1874
Tolclofos-methyl	12,00	6.00	< 1	< 1	Nvt	< 1

* bij een driftpercentage 1,2%

** bij een organisch stofgehalte <1,5%

Tabel 11b Milieubelastingspunten waterleven berekend voor de totale gewasbescherming in tulp

maatregel	aantal toepassingen	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
		drift	uitspoeling	afspoeling rond gebouwen	
Onkruidbestrijding	6 maal	32	7	nvt	39
Vuurbestrijding	6 maal	210	< 1	nvt	210
Virusbestrijding	8 maal	664	< 1	nvt	664
Bolontsmetting	1 maal	nvt	nvt	12329	12329
Grondbehandeling	1 maal	< 1	< 1	nvt	< 1
Totaal		906	7	12329	

Evenals bij lelie levert de afspoeling rondom de bedrijfsgebouwen de grootste bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater. De totale belasting van het oppervlaktewater als gevolg van drift wordt grotendeels bepaald door de toepassing van insecticiden bij de virusbestrijding.

Tabel 12a: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in narcis

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
			drift*	uitspoeling**	afspoeling rond gebouwen	
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	Nvt	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	Nvt	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	2	< 1	Nvt	2
Chloridazon	1,5	0.49	13	3	Nvt	16
Metamitron	1,0	0.70	17	4	Nvt	21
Chloorprofam	2,0	0.80	< 1	< 1	Nvt	< 1
Cycloxydim	4,0	0.40	< 1	< 1	Nvt	< 1
Fluazinam	0,8	0.40	35	< 1	Nvt	35
Carbendazim	0,6	0.30	Nvt	Nvt	632	632
Prochloraz	0,6	0.27	Nvt	Nvt	2642	2642
Captan	1,5	0.82	Nvt	Nvt	937	937
Formaline	5,0	1.50	Nvt	Nvt	nb***	nb

* bij een driftpercentage 1,2%

** bij een organisch stofgehalte <1,5%

*** niet bekend: betreffende stof is niet opgenomen in de Milieumeetlat

Het beeld bij narcis heeft veel overeenkomsten met dat van tulp. De milieubelasting door bolontsmetting is minder doordat minder werkzame stof wordt gebruikt. Virusbestrijding vindt bij narcis niet plaats.

Natte grondontsmetting vindt bij narcis plaats in de late zomer. Tabel 12b laat zien hoe groot het effect is van het moment van ontsmetten. In augustus/ begin september dient de oppervlaktewaterbelasting te worden berekend aan de hand van het voorjaarsscenario. Vindt de ontsmetting later in het seizoen plaats (bij lagere temperaturen en bij meer neerslag), dan dient het najaarsscenario te worden gevolgd. Overigens geldt ook hier de restrictie dat natte grondontsmetting slechts incidenteel wordt toegepast en niet naar één gewas kan worden toegekend, zoals dat bij de andere gewasbeschermingsmaatregelen wel het geval is.

Tabel 12b: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor grondontsmetting in narcis

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
			drift	uitspoeling	afspoeling rond gebouwen	
(cis)-dichloorpropeen voorjaar	160	18.56	Nvt	59	Nvt	59
(cis)-dichloorpropeen najaar	160	18.56	Nvt	104	Nvt	104

De oppervlaktewaterbelasting op jaarbasis is lager dan bij lelie of tulp (tabel 12c). Dit is een gevolg van het feit dat in narcis minder werkzame stof wordt gebruikt bij de bolontsmetting.

Tabel 12c: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor de totale gewasbescherming in narcis

maatregel	aantal toepassingen	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
		drift	uitspoeling	afspoeling rond gebouwen	
Onkruidbestrijding	5 maal	83	15	Nvt	98
Vuurbestrijding	3 maal	105	< 1	Nvt	105
Bolontsmetting	1 maal	Nvt	Nvt	4211	4211
Totaal		188	15	4211	

Ook bij narcis levert de afspoeling rond de bedrijfsgebouwen de grootste bijdrage aan de oppervlaktewaterbelasting. Door het ontbreken van een virusbestrijding en het lage aantal toepassingen bij de vuurbestrijding is de bijdrage van de driftroute bij narcis beperkt. Emissie als gevolg van uitspoeling lijkt weinig belastend te zijn voor het waterleven.

Tabel 13a: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in krokus

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
			drift*	uitspoeling**	afspoeling rond gebouwen	
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	Nvt	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	Nvt	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	2	< 1	Nvt	2
Chloridazon	1,5	0.49	13	3	Nvt	16
Cycloxydim	4,0	0.40	< 1	< 1	Nvt	< 1
Deltamethrin	0,4	0.01	83	< 1	Nvt	83
Carbendazim	2,4	1.20	Nvt	Nvt	2529	2529
Captan	3,0	1.64	Nvt	Nvt	1874	1874
Metalaxyl	4,0	1.00	Nvt	< 1	Nvt	< 1

* bij een driftpercentage 1,2%

** bij een organisch stofgehalte <1,5%

Bij krokus vinden geen vuurbestrijdingen plaats. De inzet van chemische middelen bij de bolontsmetting is in vergelijking met die bij lelie en tulp aanzienlijk lager. Bij verschillende toepassingen wordt echter de EU-norm van 10 MBP overschreden.

Tabel 13b: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor de totale gewasbescherming in krokus

Maatregel	aantal toepassingen	Milieubelastingspunten ten gevolge van:			Totaal
		drift	uitspoeling	afspoeling rond gebouwen	
Onkruidbestrijding	3 maal	15	3	Nvt	18
Virusbestrijding	6 maal	498	< 1	Nvt	498
Bolontsmetting	1 maal	Nvt	Nvt	4403	4403
Grondbehandeling	1 maal	Nvt	< 1	Nvt	< 1
Totaal		513	3	4403	

De berekende belasting voor de totale gewasbescherming in krokus wijkt nauwelijks af van het eerder geschetste beeld. Afspoeling rond de bedrijfsgebouwen is ook voor krokus de belangrijkste route waarlangs het oppervlaktewater wordt belast. De driftroute is voornamelijk relevant voor de virusbestrijding; de berekende uitspoeling leidt niet noemenswaardig tot een belasting van het waterleven.

6.5 Milieuverantwoorde bedrijfssituatie voor bestrijdingsmiddelen

In overleg met het CLM zijn voor de belangrijkste ziekten en plagen middelenpakketten opgesteld die tot een lagere belasting van het oppervlaktewater moeten leiden; enerzijds door een gerichte middelkeuze, anderzijds door een verlaagde dosering. Een en ander is aangevuld met niet-chemische alternatieven.

Naast het zogenaamde verbruiksspoor is ook het emissiespoor bewandeld. Reductie van de emissie door het treffen van voorzieningen rond bedrijfsgebouwen en het inzetten van emissiebeperkende toedieningstechnieken zal leiden tot een verlaging van de oppervlaktewaterbelasting. De genoemde drie elementen stofkeuze, verbruiks- en emissiereductie zijn aangrijpingspunten op bedrijfsniveau. Elk bollenbedrijf kan deze elementen implementeren in haar bedrijfsvoering.

Stofkeuze

De eigenschappen van een stof bepalen niet alleen hoe schadelijk de stof is voor waterorganismen (toxiciteit), maar ook hoe de stof zich in het milieu gedraagt. In de tabellen 10-13 wordt zichtbaar dat voor de meeste stoffen het aantal milieubelastingspunten voor waterleven als gevolg van drift het grootste is. Weliswaar worden er voor sommige stoffen concentraties in de drains berekend tot enkele microgrammen per liter (tabel 9), maar deze stoffen zijn volgens de Milieumeetlat minder belastend voor waterorganismen. Getracht is minder giftige stoffen in de pakketten op te nemen. Dit is niet eenvoudig omdat minder belastende chemische alternatieven veelal ontbreken.

Verbruiksreductie

Minder verbruik van een middel leidt in alle gevallen tot een vermindering van de oppervlaktewaterbelasting. Een lager verbruik is in het verleden reeds gerealiseerd door het introduceren van een Lage Dosering Systeem (LDS). Het LDS wordt voornamelijk toegepast in de onkruidbestrijding. Een verdere vermindering van het verbruik kan worden bereikt door een gerichte toepassing in de rij of veur. Veur- of rijbehandelingen lijken een goed alternatief voor de volveldse grondbehandelingen. In dit verband lijkt een gerichte behandeling bij te verwachten besmetting (met name aaltjes) wellicht mogelijk. Naast het reduceren van doseringen kan ook worden gedacht aan niet-chemische alternatieven zoals het afdekken van grond (tegen onkruidgroei), de voorteelt van *Tagetes* (tegen aaltjes) en inundatie.

Emissiereductie

Een reductie van de emissie leidt in alle gevallen tot een vermindering van de oppervlaktewaterbelasting. Voor de bollenteelt kunnen twee emissieroutes worden beperkt, namelijk de route via drift en de lekverliezen na bolontsmetting. De laatstgenoemde route kan zelfs geheel geëlimineerd worden door het treffen van voorzieningen rond de bedrijfsgebouwen. Voor een milieuverantwoorde bedrijfssituatie in 2003 wordt ervan uitgegaan dat er geen afspoeling meer optreedt in en rond de bedrijfsgebouwen. Eventuele restanten van dompelvloeistof worden verantwoord verwerkt. Driftreductie kan gerealiseerd worden door bij veldbespuitingen bepaalde pakketten aan maatregelen in acht te nemen. Voor de berekeningen in deze studie is bij implementatie van driftbeperkende maatregelen uitgegaan van een gemiddeld te realiseren driftpercentage van 0,3% voor een gemiddelde windsnelheid van 3,6 m/s (Deskundigenoverleg, 1998; par. 3.1.1)

Met inachtneming van de mogelijkheden om op bedrijfsniveau de belasting van het oppervlaktewater te verminderen zijn per gewas de milieurisico's geschat (tabel 14-17).

Tabel 14a: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in een aangepaste bedrijfsvoering bij lelie

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:		
			drift*	uitspoeling**	Totaal
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	< 1
Metamitron	0,5	0.35	2	2	4
Asulam	2,0	0.80	< 1	< 1	< 1
Mancozeb	5,0	3.75	4	2	6
Deltamethrin	0,4	0.01	21	< 1	21

* bij een driftpercentage 0,3 %

** bij een organisch stofgehalte <1,5%

Tabel 14b: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor grondontsmetting in lelie

Werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:		
			drift	uitspoeling	Totaal
(cis)-dichloorpropeen voorjaar	160	18.56	Nvt	59	59
(cis)-dichloorpropeen najaar	160	18.56	Nvt	104	104

Uitgaande van de beschreven systematiek zijn voor het gewas lelie de volgende aanpassingen doorgerekend:

- afzien van gebruik van chloridazon;
- halvering van het gebruik van metamitron;
- introductie van driftbeperkende maatregelen;
- sanering van de route afspoeling rond bedrijfsgebouwen.

De getroffen maatregelen leiden ertoe dat de kans op normoverschrijding (10 MBP) voor deltamethrin en (cis)dichloorpropeen aanwezig blijft.

Onkruidtoepassing na opkomst

Door halvering van het gebruik van metamitron in combinatie met driftbeperkende maatregelen kan het risico van deze stof tot onder de norm worden gereduceerd. Verdere reductie van het verbruik van de stof metamitron lijkt derhalve niet nodig. Niet-chemische onkruidbestrijding (bodemaafdekking, mechanische bestrijding) is op dit moment nog in onderzoek, maar lijkt op de korte termijn niet perspectiefrijk binnen een rendabele bedrijfsvoering

Vuurbestrijding

Verdere reducties lijken niet mogelijk. Van een stof als kresoxim-methyl wordt gedacht dat deze uitkomst kan bieden, maar binnen de Milieumeetlat krijgt deze stof meer milieubelastingspunten voor waterleven en grondwater dan mancozeb, hetgeen betekent dat de stof zowel giftiger als uitspoelingsgevoeliger is dan mancozeb.

Bestrijding virusoverdracht

Volgens de Milieumeetlat leidt toepassing van de stof deltamethrin ten opzichte van alternatieven (esfenvaleraat, lambda-cyhalothrin) tot het minste milieurisico. De stof komt vrijwel uitsluitend in het oppervlaktewater als gevolg van drift. Uitgaande van een norm van 10 MBP wordt deze met een factor 2 overschreden. In dit verband is het van belang te melden dat deze stof slecht oplost in water, in extreme mate adsorbeert aan sediment en gesuspendeerd materiaal en sterk de neiging heeft te vervluchtigen. Deze processen tezamen leiden tot een snelle daling van de concentratie in het water. Dit betekent dat de berekende normoverschrijding slechts van tijdelijke aard is.

Grondontsmetting

Grondontsmetting brengt een duidelijk milieurisico met zich mee voor oppervlaktewater als gevolg van uitspoeling. De hier berekende getalswaarden geven een overschatting, omdat er niet is gecorrigeerd voor de vervluchtiging die optreedt in perioden met hogere temperaturen en weinig neerslag. Op de hier gedefinieerde grondsoorten is het risico nog steeds hoog. Op dit moment vindt grondontsmetting

plaats in een frequentie 1 op 10 en hoogstwaarschijnlijk in de toekomst nog ruimer. Daarnaast kan met een voorspellende bemonstering de noodzaak tot ontsmetting juist worden geschat, waardoor het uiteindelijke verbruiksvolume zal afnemen. Het voorkomen van grondontsmetting lijkt ook een remedie. In relatie tot grondontsmetting wordt al snel gedacht aan het aanhouden van een ruimere vruchtwisseling. Wanneer gewassen worden geteeld die geen waardplant zijn voor de aanwezige (schadelijke) bodemorganismen, kan vaak worden voorkomen dat een schadelijk organisme zich ontwikkelt tot een plaag. Echter het is de vraag of het rendement van een ruimere vruchtwisseling met slechte waardplant hoog is gezien het feit dat de meeste bolgewassen al slechte waardplanten zijn (mond. med. Van Aartrijk, 1998).

Tabel 15: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in een aangepaste bedrijfsvoering bij tulp

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:		
			drift*	uitspoeling**	Totaal
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	< 1
Metamitron	0,5	0.35	2	2	4
Asulam	2,0	0.80	< 1	< 1	< 1
Cycloxydim	4,0	0.40	< 1	< 1	< 1
Mancozeb	5,0	3.75	4	2	6
Deltamethrin	0,4	0.01	21	< 1	21
Tolclofos-methyl	12,00	6.00	< 1	< 1	< 1

* bij een driftpercentage 0,3 %

** bij een organischstofgehalte <1,5%

Uitgaande van de beschreven systematiek zijn voor het gewas tulp de volgende aanpassingen doorgerekend:

- afzien van gebruik chloridazon;
- halvering van het gebruik van metamitron;
- vervanging van fluazinam door mancozeb;
- introductie van driftbeperkende maatregelen;
- veurbehandeling met tolclofos-methyl;
- sanering van de route afspoeling rond bedrijfsgebouwen.

Ondanks de getroffen maatregelen bestaat de kans dat de normwaarde van 10 MBP voor deltamethrin (tijdelijk) wordt overschreden.

Onkruidtoepassing na opkomst

Verdere reductie van het verbruik van de stof metamitron lijkt niet nodig. Niet-chemische onkruidbestrijding (bodemafdekking, mechanische bestrijding) is op dit moment nog in onderzoek, maar lijkt op de korte termijn niet perspectiefrijk binnen een rendabele bedrijfsvoering

Vuurbestrijding

Verdere reducties lijken niet mogelijk. Van een stof als kresoxim-methyl wordt gedacht dat deze uitkomst kan bieden, maar binnen de Milieumeetlat krijgt deze stof meer milieubelastingspunten voor waterleven en grondwater dan mancozeb, hetgeen betekent dat de stof zowel giftiger als uitspoelingsgevoeliger is dan mancozeb. Bij vervanging van fluazinam door mancozeb bestaat de kans dat het risico op vervuuring toeneemt.

Bestrijding virusoverdracht

Volgens de Milieumeetlat leidt een toepassing van de stof deltamethrin ten opzichte van alternatieven (esfenvaleraat, lambda-cyhalothrin) tot het minste milieurisico. De stof komt vrijwel uitsluitend in het oppervlaktewater als gevolg van drift. Uitgaande van een norm van 10 MBP wordt deze met een factor 2 overschreden. In dit verband is het van belang te melden dat deze stof slecht oplost in water, in extreme mate adsorbeert aan sediment en gesuspendeerd materiaal en sterk de neiging heeft te vervluchtigen. Deze processen tezamen leiden ertoe dat een eventuele normoverschrijding slechts van tijdelijke aard is.

Bestrijding *Rhizoctonia solani*

Toepassing van tolclofos-methyl in de veur reduceert de totale drift tot nul. Omdat volgens de Milieumeetlat deze stof noch als uitspoelingsgevoelig noch als giftig voor waterorganismen te boek staat, betekent dit dat er geen noemenswaardige belasting van het oppervlaktewater optreedt.

Tabel 16: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in een aangepaste bedrijfsvoering bij narcis

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:		
			drift*	uitspoeling**	Totaal
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	< 1
Metamitron	0,5	0.35	2	2	4
Asulam	2,0	0.80	< 1	< 1	< 1
Cycloxydim	4,0	0.40	< 1	< 1	< 1
Mancozeb	5,0	3.75	4	2	6

* bij een driftpercentage 0,3 %

** bij een organischstofgehalte <1,5%

Tabel 16b: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor grondontsmetting in narcis

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:		
			drift	uitspoeling*	Totaal
(cis)-dichloorpropeen voorjaar	160	18.56	nvt	59	59
(cis)-dichloorpropeen najaar	160	18.56	nvt	104	104

* bij een organischstofgehalte <1,5%

Uitgaande van de beschreven systematiek zijn voor het gewas narcis de volgende aanpassingen doorgerekend:

- afzien van gebruik chloridazon;
- halvering van het gebruik van metamitron;
- vervanging van fluazinam door mancozeb;
- introductie van driftbeperkende maatregelen;
- sanering van de route afspoeling rond bedrijfsgebouwen.

Ondanks de getroffen maatregelen bestaat de kans dat de normwaarde voor deltamethrin en (cis)dichloorpropeen wordt overschreden.

Tabel 17: Milieubelastingspunten waterleven berekend voor enkelvoudige toepassingen in een aangepaste bedrijfsvoering bij krokus

werkzame stof	dosering kg of l/ha	dosering kg ws/ha	Milieubelastingspunten ten gevolge van:		
			drift*	uitspoeling**	Totaal
Glyfosaat	3,0	1.08	< 1	< 1	< 1
Chloorprofam	3,0	1.20	< 1	< 1	< 1
Metamitron	0,5	0.35	2	2	4
Cycloxydim	4,0	0.40	< 1	< 1	< 1
Deltamethrin	0,4	0.01	21	< 1	21
Metalaxyl	4,0	1.0	Nvt	< 1	< 1

* bij een driftpercentage 0,3 %

** bij een organischstofgehalte <1,5%

Belangrijkste aanpassingen die voor het gewas krokus zijn doorgerekend:

- afzien van gebruik chloridazon;
- halvering van het gebruik van metamitron;
- introductie van driftbeperkende maatregelen;
- sanering van de route afspoeling rond bedrijfsgebouwen.

Ondanks de getroffen maatregelen kan de normwaarde van 10 MBP voor één stof worden overschreden, namelijk deltamethrin.

6.6 Conclusies

De emissie van bestrijdingsmiddelen is op het modelbedrijf te hoog om te kunnen voldoen aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit in kavelsloten. De belasting van het oppervlaktewater is het grootst bij lelie en het kleinst bij krokus. Met name tijdens de bolontsmetting wordt een forse emissie berekend van stoffen als carbendazim, prochloraz en captan. Deze emissie is vooral het gevolg van het afspoelen van lekverliezen rond de bedrijfsgebouwen waar ontsmet wordt. Van de veldtoepassingen kan deltamethrin (virusbestrijding) tot een overschrijding van de EU-norm leiden. Ook grondontsmetting in het najaar kan leiden tot uitspoeling van

stoffen boven de EU-norm. De vooropkomst onkruidbestrijdingen met glyfosaat en chloorprofam leiden nauwelijks tot problemen voor het oppervlaktewater.

Uit de berekeningen kan worden opgemaakt dat het milieurisico kan worden verminderd wanneer er op een milieuverantwoorde wijze wordt omgegaan met de verschillende facetten van de chemische gewasbescherming. Een milieuverantwoorde bedrijfsvoering betekent in termen van gewasbescherming:

- sanering van de emissieverliezen rond de bedrijfsgebouwen;
- implementatie van een pakket driftreducerende maatregelen;
- aangepaste keuze en dosering van enkele middelen.

Binnen de milieuverantwoorde bedrijfsvoering is alleen nog deltamethrin een kritische stof. Ondanks een berekende overschrijding van de EU-norm, lijkt de kans op een daadwerkelijk effect op het aquatisch waterleven echter gering. De fysisch-chemische eigenschappen van de stof zullen leiden tot een lagere blootstellingsconcentratie in water dan hier is aangenomen. Zoals eerder gezegd zal dit resulteren in een verminderd effect op waterleven.

De grondontsmetting neemt een aparte plaats in. Wanneer grondontsmetting laat in het najaar wordt uitgevoerd is de kans groot dat stoffen als cis-dichloorpropeen of dichloorpropeen in normoverschrijdende concentraties in het oppervlaktewater voorkomen. Het vervroegen van de grondontsmetting (laat zomer) kan het milieurisico aanzienlijk reduceren, doch nog steeds niet onder de norm. Wat wel moet worden bedacht is dat grondontsmetting slechts eens in de 10 jaar wordt uitgevoerd en in de toekomst nog ruimer. Dit betekent dat er wellicht op perceelsniveau een normoverschrijding kan plaatsvinden, maar dat dit door een verdunningseffect op bedrijfs- of projectniveau kan worden verwaarloosd.

Indien wordt voldaan aan een milieuverantwoorde bedrijfsvoering, zullen toepassingen met de stoffen die zijn opgenomen in de gewasbeschermingspakketten beschreven in tabel 14-17 geen of weinig milieurisico tot gevolg hebben. Hierbij moet worden opgemerkt dat in deze studie slechts drie emissieroutes zijn gekwantificeerd. De omvang van de emissie van de overige routes is niet in beschouwing genomen. Het is dan ook niet uit te sluiten dat de emissie van stoffen via deze routes tot een verhoogd milieurisico leidt.

Aangezien de oppervlaktewaterkwaliteit voldoende gewaarborgd lijkt te kunnen worden met de implementatie van maatregelen op bedrijfsniveau, worden aanvullende maatregelen op projectniveau niet nodig geacht.

7 Aanvullende maatregelen op bedrijfs- of gebiedsniveau

In de voorgaande hoofdstukken is er steeds van uitgegaan dat op bedrijfsniveau de kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater gehaald moeten worden. De maatregelen om te voldoen aan de milieunormen waren zodoende steeds gericht op de bron, dus op bedrijfs- of perceelsniveau, waarbij de bodemkundige en hydrologische situatie van proefbedrijf De Noord als gegeven werd aangenomen.

Als de oppervlaktewaterkwaliteitsnormen voor N, P en bestrijdingsmiddelen binnen het gebied met nieuwvestiging voor bloembollenteelt moeten worden gehaald, terwijl dit met maatregelen op bedrijfsniveau niet haalbaar lijkt (zie hoofdstukken 5 en 6), is het mogelijk om hydrologische maatregelen te overwegen, die op bedrijfs- of gebiedsniveau kunnen worden geïmplementeerd. Bij maatregelen op gebiedsniveau is er dus geen sprake meer van 'aanpak bij de bron'. Er zijn maatregelen denkbaar, waarbij de oppervlaktewaterkwaliteit binnen het gebied niet aan de gestelde normen voldoet, maar buiten het gebied wel. Daarbij worden dus de tot nu toe gehanteerde kwaliteitsnormen en normverliezen binnen het gebied losgelaten.

In de volgende paragrafen worden een aantal mogelijke maatregelen toegelicht, die gericht zijn op het verbeteren van de waterkwaliteit van het drainwater en/of het oppervlaktewater. Omdat het voor bestrijdingsmiddelen niet nodig wordt geacht om dergelijke maatregelen te overwegen (zie hoofdstuk 6), betreft het hier steeds uitspoeling van nutriënten. Bij elke maatregel wordt in kwalitatieve zin ingegaan op de kosten en op het te verwachten milieu-effect voor N en P voor zover daarover iets bekend is.

7.1 Aanvullende milieumaatregelen op bedrijfs- of gebiedsniveau

Diepe drainage

De nieuwvestiging van bloembollenteelt gaat gepaard met bezanding van gronden. Daarmee worden vaak oorspronkelijke gronden begraven en dan bevindt zich onder de nieuwe zandlaag een bouwvoor. Als dat het geval is kan diepe drainage als maatregel overwogen worden. Het verdient overigens de voorkeur om de bouwvoor opzij te zetten en terug te plaatsen na bezanding (zie paragraaf 4.2.). In deze studie wordt steeds uitgegaan van bezanding zonder terugplaatsing van de bouwvoor. In de organische stof van die zodoende begraven bouwvoor is vastlegging van P en denitrificatie (N) mogelijk. Afhankelijk van de dikte van de opgebrachte zandlaag kan de drainage zodanig worden aangebracht dat het bodemvocht via de begraven bouwvoor naar de drains wordt afgevoerd. In zijn algemeenheid wordt de verblijftijd van het water in de bodem verlengd en dit is in principe bevorderlijk voor de eerder genoemde processen. De in deze studie gehanteerde Ausgangssituatie op proefbedrijf De Noord betreft een zandlaag van ruim 1 m dik met drains op 80 tot 90 cm - mv. (Groenendijk et al., 1997). Als de organische-stoflaag onder de opgebrachte zandlaag bijvoorbeeld 30 cm dik is, zou de diepte van de voorgestelde 'diepe' drains 1.30 à 1.40 m - mv. kunnen zijn.

Kosten:

relatief laag. Bij de bezanding van het gebied wordt in elk geval drainage aangelegd. Diepere drainage is wellicht iets duurder, maar het verschil zal nooit groot zijn. De consequenties voor peilbeheer en gewasopbrengsten laten we vooralsnog buiten beschouwing. Diepe drainage zal resulteren in een ander grondwaterstandsverloop en dit kan ongewenst zijn.

Milieu-effect:

dit hangt af van de diepte van de drainage in relatie tot de diepte van de begraven bouwvoor, de aanwezigheid van die bouwvoor, de drainafstand, het organischestofgehalte van de begraven bouwvoor, de verblijftijd van het bodemvocht en het peilbeheer.

Het milieu-effect voor P zal vooral afhangen van het fosfaatbindend vermogen (FBV) van de oude bouwvoor, omdat de fosfaatbindende capaciteit van het zandpakket gering zal zijn. Bij een bouwvoor van 50 cm schatten Schoumans en Lepelaar (1995) voor de bloembollengronden een FBV van 3 à 6 ton fosfaat per ha. Bij eenzelfde verhouding tussen irreversibel en reversibel gebonden P als in paragraaf 5.3 zou voor P een reductie van 90% kunnen gelden. In de begraven bouwvoor zal waarschijnlijk al P aanwezig zijn en dit kan evenzeer betekenen dat een deel van deze P zal vrijkomen en er juist extra P via de drains zal uitspoelen.

Voor N hangt het effect samen met de denitrificatiecapaciteit in die begraven bouwvoor. Als we een vergelijkbare inschatting voor denitrificatie in de ondergrond hanteren als in paragraaf 5.1.4 zou een reductie mogelijk moeten zijn van 60 tot 80%. In theorie is het ook hierbij echter mogelijk dat er N vrijkomt uit de oude bouwvoor als gevolg van mineralisatie.

Flexibele drainage

Deze maatregel kan deels worden beschouwd als een variant op de vorige. De bedoeling van flexibele drainage is om gedurende een deel van het jaar (een deel van) de drains af te sluiten, bijvoorbeeld met draaibare L-stukken op de drains, ter verhoging van de verblijftijd van het water in de bodem. Het is ook mogelijk dat door die langere verblijftijd een deel van het bodemvocht door het profiel via de begraven bouwvoor naar de drains wordt getransporteerd of zelfs naar het grondwater. Dit laatste kan alleen indien er niet sprake is van een afsluitende laag zoals op proefbedrijf De Noord. In perioden dat het grondwaterniveau uit het oogpunt van de bollenteelt het meest kritisch is, kunnen de drains niet zomaar worden afgesloten, maar in andere perioden wel. Vooral in winters met een groenbemester (na krokus) zou deze maatregel overwogen kunnen worden.

Kosten:

relatief laag. Wel vraagt deze maatregel discipline van de betrokken bollentelers om indien gewenst drains al dan niet af te sluiten.

Milieu-effect:

sterk afhankelijk van de mogelijkheid om drains daadwerkelijk af te sluiten in relatie tot teelt en vermindering van risico's als natschade en vorst.

Als de maatregel alleen effectief kan worden toegepast na krokus (eens in de vier jaar of op 25% van het oppervlak) is het effect ook slechts maximaal 25% van het ingeschatte effect van diepe drainage.

Retentie(berging) van drainwater in de sloten

In feite wordt het drainwater opgevangen in de sloten. Het is mogelijk om het hier langere tijd in vast te houden om zo omzettingsprocessen in de sloten te bevorderen (door denitrificatie en vastlegging van P). Het verhogen van de verblijftijd in de sloten is mogelijk door het percentage oppervlaktewater binnen het gebied te vergroten. Een groter slootoppervlak en –volume leidt op zichzelf al tot lagere concentraties. Dit is goed mogelijk in combinatie met natuurvriendelijke oevers, zoals die bijvoorbeeld op proefbedrijf De Noord in het onderzoek zijn betrokken (Buurman et al., 1998). De nutriënten zullen door waterplanten en oeverplanten deels worden opgenomen. Een nadelig effect van deze maatregel kan ziektenoverdracht zijn, mede omdat het oppervlaktewater ook voor beregening wordt gebruikt. Een extra voordeel is de verhoogde bergingscapaciteit voor waterbeheer.

Kosten:

relatief hoog, omdat het grotere slootoppervlak grond onttrekt aan het productieproces. De kosten zijn dus afhankelijk van de dimensies.

Milieu-effect:

afhankelijk van de snelheid van de verschillende processen die in het min of meer stagnante water gaan optreden.

Het belangrijkste proces voor N zal denitrificatie in de sloot zijn. De reductie van N in kavelsloten als gevolg van denitrificatie varieert mede als gevolg van verblijftijd van 20 tot 60%. De gemiddelde reductie is 41% (Van Eck en Meijs, 1995).

Het belangrijkste proces voor verwijdering van P zal P-binding in de slootbodem zijn. Een inschatting van de reductie van de P-concentratie als gevolg hiervan is nauwelijks mogelijk, omdat metingen onder praktijkomstandigheden een grote diversiteit vertonen (mond. med. Drent, 1999). Bovendien zal de slootbodem op termijn ook P gaan naleveren, waardoor het effect zelfs kan worden omgekeerd (netto desorptie of resuspensie).

Opvang van drainwater in een bekken

Als het slootwater het bedrijf niet mag verlaten is het mogelijk om het op te vangen. Als we blijven uitgaan van een drainafvoer van 400 mm per jaar en een bedrijfsomvang van 12 ha en als een opvangbekken 1 m diep is, is een oppervlakte van 4,8 ha nodig. Daarbij houden we geen rekening met de neerslag die direct op het slootoppervlak valt. Het zou een optie kunnen zijn om alleen in kritische perioden het drainwater op te vangen. De uitspoelingsgevoelige perioden zijn in het algemeen het begin van de winter, de periode na de oogst en de periode dat bemesting en bestrijdingsmiddelentoeiening plaatsvindt. In de bollenteelt bestrijken deze perioden samen een groot deel van het jaar. Stel dat dan nog 200 mm per jaar moet worden opgevangen, dan is een opvangbassin met een diepte van 1 m en een omvang van 2,4 ha nodig per bedrijf (of 2 m diep en 1,2 ha).

Kosten:

relatief hoog, gerelateerd aan de grondprijs

Milieu-effect:

redelijk (zie retentie van drainwater in de sloten)

Opvang van drainwater in een bekken met nazuivering

Het opgevangen water (zie hierboven) kan worden gezuiverd, bijvoorbeeld door het af te voeren naar een (rioolwater)zuiveringsinstallatie. Overigens kan behalve het drainwater ook proceswater, bijvoorbeeld van het erf, langs deze weg worden afgevoerd.

Kosten:

hoog

Milieu-effect:

groot

Helofytenfilter

Een helofytenfilter is een ondiep bekken of moerassysteem begroeid met waterplanten, bijvoorbeeld riet en biezen, waar het water uit het gebied langzaam doorheen stroomt. Hoe groot het helofytenfilter moet zijn is dus afhankelijk van de hoeveelheid water die erdoor moet stromen en dus van de omvang van het gebied dat erop afwatert. Behalve als een slibvang, functioneert het helofytenfilter dankzij de waterplanten die stoffen uit het water opnemen. Duel en te Boekhorst (1991) vatten het als volgt samen: de belangrijkste processen in een helofytenfilter zijn opname door de vegetatie, denitrificatie (N), adsorptie aan bodemdeeltjes (P en bestrijdingsmiddelen), vorming van niet of moeilijk oplosbare verbindingen en bezinking van gesuspendeerd materiaal. Schipper (1998) voorspelt voor aanleg van een helofytenfilter in het project 'Hollands Bloementuin' een duidelijk reducerend effect op concentraties van nutriënten en bestrijdingsmiddelen. Chardon et al. (1996) noemen op basis van literatuurstudie verwijderingsrendementen voor fosfaat die variëren van 4 tot 98%, waarbij de dimensies en de belasting van het helofytenfilter het rendement bepalen. Voor de randmeren schatten zij de reductie van fosfaatbelasting op maximaal 50%. De dimensies en de belasting van het helofytenfilter bepalen ook hoe vaak een sanering van de waterbodem van het moerassysteem nodig is. De meest kansrijke mogelijkheden voor toepassing van helofytenfilters voor verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit zijn gelegen in klei- en laagveengebieden (Duel et al., 1991). Meuleman (1993) meldt op basis van ervaringen met het rietinfiltratieveld Lauwersoog dat rietinfiltratievelden veel effectiever zijn dan rietvelden. Het grootste effect wordt behaald als er direct na het groeiseizoen (september-oktober) kan worden gemaaid. Riet en biezen zijn verkoopbaar, maar de kwaliteit van het materiaal bepaalt de prijs. Duel en te Boekhorst (1990) melden dat maaikosten en opbrengsten van verkoop soms tegen elkaar wegvallen, maar dat er ook sprake kan zijn van een positief saldo. Het maaisel kan ook worden verbrand en daarbij hoort ook de mogelijkheid van energiewinning uit verbranding van biomassa. Onder de meest gunstige omstandigheden is maximaal 450 tot 500 kg N per ha per jaar en 45 tot 50 kg P per ha per jaar met de vegetatie

verwijderbaar. Denitrificatie in het helofytenfilter bedraagt volgens Duel en te Boekhorst (1991) 150 tot 300 kg N per ha per jaar. Deze inschattingen hangen sterk af van de verblijftijd van het water in het helofytenfilter. In het helofytenfilter Eversteekooog zijn verwijderingsefficiënties van gemiddeld 30% gevonden voor N en P met een maximum van 75%. De verblijftijd in dit helofytenfilter is kort (enkele dagen) en in een aantal gevallen is ook nalevering van N en P uit het filter geconstateerd. Op jaarbasis vindt netto verwijdering plaats (Projectteam helofytenfilter Eversteekooog, 1997).

Kosten:

hoog, vanwege oppervlaktebeslag en onderhoud. Dit onderhoud betreft jaarlijks maaien van de vegetatie en met enige regelmaat (niet per se jaarlijks) verwijderen van het sediment.

Milieu-effect:

redelijk

Meuleman (1999) meldt dat met een jaarlijkse belasting van het helofytenfilter (rietveld) met 10 kg P per ha en 100 kg N per ha het mogelijk moet zijn om het effluent te laten voldoen aan de AMK-normen voor oppervlaktewater. Uitgaande van het N- en P-overschot voor het aangepaste modelbedrijf (tabel 3 en tabel 6) van respectievelijk 104 kg N en 27 kg P per ha per jaar is per ha van het bloembollenbedrijf dan 2,7 ha helofytenfilter nodig voor het verwijderen van P, waarvan 1 ha voldoet voor het reduceren van de N-concentratie. Een infiltratieveld zal dus meer effect opleveren en als ijzervijsel aan de bodem wordt toegevoegd kan in de bodem van het helofytenfilter P worden opgeslagen.

Scheiding van watersystemen

Bij deze optie wordt behalve in het gebied met nieuwvestiging van bloembollenteelt ook deels buiten het gebied een oppervlaktewaterkwaliteit geaccepteerd, die niet aan de normen voldoet. Er wordt hierbij van uitgegaan dat het mogelijk is om de watersystemen zodanig te scheiden dat het water met te hoge concentraties niet in kwetsbare gebieden terecht kan komen. Dit idee is nader uitgewerkt bij de herinrichting van Bergen-Egmond-Schoorl.

Kosten:

hoog

Milieu-effect:

groot in het gebied waar het water uit het bollengebied niet komt, afwezig in het gebied waar het water uit het bollengebied wel komt.

7.2 Conclusies

Zoals uit de vorige paragraaf blijkt zijn er verschillende maatregelen te bedenken op bedrijfs- of gebiedsniveau die een bijdrage leveren aan het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit. Dergelijke maatregelen zijn alleen nodig als maatregelen

'aan de bron' op bedrijfsniveau onvoldoende resultaat opleveren om aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit te voldoen. Omdat dit met name geldt voor N en P is in dit hoofdstuk alleen aandacht besteed aan het effect van de maatregel op de N- en P-concentraties.

Het milieu-effect van de verschillende maatregelen kan slechts op basis van beperkte informatie worden ingeschat en hangt af van bijvoorbeeld dimensies of bodemeigenschappen. Een beoordeling van de maatregelen op basis van ingeschatte kosten en milieu-effect in kwalitatieve zin is wel mogelijk. Dit levert de volgende ordening op:

Typering

lage kosten + gering effect
lage kosten + mogelijk redelijk effect
hoge kosten + redelijk effect

hoge kosten* + groot effect

hoge kosten + wisselend effect
hoge kosten* + redelijk effect

Maatregel

flexibele drainage
diepe drainage (begraven bouwvoor)
berging van oppervlaktewater in de sloten, opvang van water in een bekken
opvang van water in een bekken met nazuivering
scheiding van watersystemen
helofytenfilter

Bij de kosten gaat het veelal om eenmalige kosten voor aanleg van de maatregel. In geval van een * in het overzicht moet rekening worden gehouden met blijvende kosten voor bijvoorbeeld beheer of zuivering.

Om tot een betere schatting van het milieu-effect van veelbelovende maatregelen te komen zijn nadere studies of (model)berekeningen nodig.

8 Conclusies en aanbevelingen

Op het in dit rapport beschreven modelbedrijf voor bloembollenteelt op zandgrond in Noord-Holland wordt volgens de rekenregels in eerste instantie niet voldaan aan milieudoelstellingen zoals die zijn afgeleid van de oppervlaktewaterkwaliteitsnormen voor de nutriënten N en P en voor bestrijdingsmiddelen. Het modelbedrijf kent een rotatie zoals die op dit moment gangbaar is in Noord-Holland, maar het gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen is gebaseerd op recente inzichten van het LBO en is lager dan in de huidige praktijk. Door een aantal voorgestelde aanpassingen kunnen alle emissies worden gereduceerd.

8.1 Stikstof en fosfor

De nutriëntenverliezen op het modelbedrijf zijn te hoog om te kunnen voldoen aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit voor boezemwateren. Als er rekening wordt gehouden met omzettingen in de sloot (denitrificatie) is het bijbehorende normverlies voor een perceel 48 kg N per ha per jaar. Zonder rekening te houden met omzettingen in de sloot wordt het normverlies voor N 32 kg per ha per jaar. Het normverlies voor P op perceelsniveau is 1 kg per ha per jaar. Daarentegen zijn de verliezen per perceel van het modelbedrijf respectievelijk 188 kg N en 30 kg P per ha per jaar. Deze verliezen zijn hoger dan de normverliezen.

Door aangepaste bedrijfsvoering kunnen de verliezen op perceelsniveau worden verlaagd. Deze maatregelen zijn:

- bemesting met organische meststoffen in de zomer of het najaar vindt plaats voor de zaai van de groenbemester, zodat de kunstmestgift voor de groenbemester kan vervallen;
- als we uitgaan van een nauwkeuriger afstemming en plaatsing van de kunstmestgiften kan de buffer worden verkleind of weggelaten;
- door de GFT-compostgiften bij tulp en krokus per keer te verhogen naar 17,2 ton per ha kan de runderstalmestgift worden verlaagd naar een eenmalige gift voor lelie van 20 ton per ha. Gesommeerd over de vier bolgewassen van de rotatie wordt er dan minder organische stof en minder N en P toegediend;
- de startgiften kunnen worden gecorrigeerd voor een verwachte Nmin-voorraad na de winter van 10 kg/ha N.

Deze vier maatregelen leiden voor N tot een verlies van 104 kg N per ha per jaar. In vergelijking met het gestelde normverlies van 32 of 48 kg N per ha per jaar betekent dit een overschrijding van die norm met een factor 3 of 2. Ten opzichte van het N-verlies van het modelbedrijf zonder deze 4 maatregelen (188 kg N per ha per jaar) zorgt deze aangepaste bedrijfsvoering voor een reductie van 45% van de uitspoeling. Toch zijn de maatregelen onvoldoende om te voldoen aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit.

Als het mogelijk zou zijn om op het modelbedrijf alle N-kunstmestgiften achterwege te laten wordt het gemiddelde N-overschot 47 kg N per ha per jaar, waarmee het bedrijf aan het normverlies van 48 kg N per ha per jaar voor boezemwateren kan voldoen. Hiertoe is het nodig om de N uit organische materialen beter te benutten, omdat er anders onvoldoende N wordt aangevoerd voor de bolgewassen. Daarom is deze optie in de praktijk niet direct realiseerbaar, maar het geeft een denkrichting aan, waarbij ook toepassing van nutriëntarme organische meststoffen past.

Rekening houdend met verschillende onzekerheden in de berekeningen zal het normverlies voor boezemwateren variëren van 29 tot 108 kg N per ha per jaar en voor polderwateren van 5 tot 20 kg N per ha per jaar. Het N-verlies per perceel van het modelbedrijf varieert daarbij van 156 tot 222 kg per ha per jaar. Het is duidelijk dat het modelbedrijf, gesitueerd op gronden van proefbedrijf De Noord, niet aan de normen zal kunnen voldoen. Na aanpassingen valt het berekende verlies binnen de spreiding die is berekend voor boezemwateren.

De verliesnorm voor P van 1 kg per ha per jaar is alleen haalbaar als de aanvoer en afvoer van P nagenoeg aan elkaar gelijk zijn. Het P-verlies op het modelbedrijf bedraagt 30 kg per ha per jaar en na aanpassingen ten behoeve van de reductie van N-verliezen 27 kg per ha per jaar. Om het P-overschot op bedrijfsniveau op maximaal 1 kg P per ha te krijgen zou de aanvoer van P gelijk moeten zijn aan de gewasafvoer. De enige mogelijkheid om dit te bewerkstelligen is aanpassen van de aanvoer met organische materialen. De mogelijkheden hiervoor zijn enerzijds de totale aanvoer van organische materialen te veranderen of anderzijds kiezen voor de aanvoer van materialen met lagere P-gehalten. In eerder onderzoek naar emissies bij bloembollenteelt is aangetoond dat bij de streefwaarde voor het Pw-getal van 25 een fosfaatuitspoelingsconcentratie hoort van 3 à 8 mg/l P. Dat betekent dat bij de gewenste verlaging van de uitspoeling een suboptimale waarde voor het Pw-getal hoort.

Hoewel het theoretisch mogelijk is om op bedrijfsniveau te voldoen aan de normverliezen voor nutriënten (voor boezemwateren), zal het zoals hierboven genoemd in de praktijk moeilijk realiseerbaar zijn omdat er dan voor de gewassen onvoldoende nutriënten beschikbaar zijn en zal het zodoende op economische bezwaren stuiten. Daarom zijn in dit rapport suggesties gedaan voor maatregelen op gebiedsniveau om de nitraat- en fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater te reduceren. Daarnaast is het onderzoek naar alternatieven voor toediening van mineralen van belang, zoals in hoofdstuk 4 genoemd.

8.2 Bestrijdingsmiddelen

De emissie van bestrijdingsmiddelen is op het modelbedrijf te hoog om te kunnen voldoen aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit in kavelsloten. De belasting van het oppervlaktewater is het grootst bij lelie en het kleinst bij krokus. Met name tijdens de bolontsmetting wordt een forse emissie berekend van stoffen als carbendazim, prochloraz en captan. Deze emissie is vooral het gevolg van het afspoelen van lekverliezen rond de bedrijfsgebouwen waar ontsmet wordt. Van de

veldtoepassingen kan het gebruik van met name deltamethrin in de virusbestrijding en metamitron en chloridazon (onkruidbestrijding na opkomst) tot een overschrijding van de EU-norm leiden. De vooropkomst onkruidbestrijdingen met glyfosaat en chloorprofam leiden nauwelijks tot problemen voor het oppervlaktewater.

Uit de berekeningen voor bestrijdingsmiddelen kan worden opgemaakt dat het milieurisico kan worden verminderd wanneer er op een milieuverantwoorde wijze wordt omgegaan met de verschillende facetten van de chemische gewasbescherming. Een milieuverantwoorde bedrijfsvoering betekent in termen van gewasbescherming:

- sanering van de emissieverliezen rond de bedrijfsgebouwen;
- implementatie van een pakket maatregelen waarmee de drift gereduceerd wordt tot <0,3%;
- aangepaste keuze en dosering van enkele middelen.

Binnen de milieuverantwoorde bedrijfsvoering is alleen nog deltamethrin een milieukritische stof. Ondanks een berekende overschrijding van de EU-norm, lijkt de kans op een daadwerkelijk effect op het aquatisch waterleven echter gering. De fysisch-chemische eigenschappen van de stof zullen leiden tot snel dalende concentraties in het water als gevolg van adsorptie aan de waterbodem en vervluchtiging naar de lucht. In een eerdere studie is berekend dat na een verblijf van 10 dagen in een standaard kavelsloot de concentratie kan zijn gedaald met een factor 30 (Merkelbach & Crum, 1999). Bij een dergelijk snelle daling mag worden aangenomen dat de hier berekende 21 MBP voor drift binnen 4 dagen tot onder de norm van 10 is gedaald. Deze 4 dagen zijn relevant om dat het effect in de Milieumeetlat wordt beschreven voor standaard toxiciteitsexperimenten met een blootstellingsduur van 4 dagen. Samenvattend betekent dit dat het uiteindelijk effect op waterleven sterk verminderd zal zijn.

Grondontsmetting leidt tot normoverschrijdende concentraties op perceelsniveau. Het vervroegen van de grondontsmetting (laat zomer) kan het milieurisico aanzienlijk reduceren, doch nog steeds niet onder de norm. Grondontsmetting wordt slechts eens in de 10 jaar uitgevoerd en in de toekomst naar verwachting nog ruimer. Dit betekent dat er wellicht op perceelsniveau een normoverschrijding kan plaatsvinden, maar dat dit door een verdunningseffect op bedrijfs- of projectniveau kan worden verwaarloosd.

Indien wordt voldaan aan een milieuverantwoorde bedrijfsvoering zullen toepassingen met de stoffen die zijn opgenomen in de gewasbeschermingsmiddelenpakketten beschreven in tabel 14-17 (hoofdstuk 6), geen of weinig milieurisico tot gevolg hebben. Hierbij moet de opmerking worden gemaakt dat in deze studie slechts drie emissieroutes zijn gekwantificeerd. De omvang van de emissie van de overige routes is niet in beschouwing genomen en het is dan ook niet uit te sluiten dat de emissie van stoffen via deze routes tot een verhoogd milieurisico leidt.

In deze studie zijn alleen de acute effecten gekwantificeerd. Deze treden uitsluitend op bij piekbelastingen, bijvoorbeeld als gevolg van drift. De berekende piekbelastingen kunnen worden gerelateerd aan bestaande oppervlakte-

waterkwaliteitsnormen. Voor chronische belastingen ontbreken deze normen. Noodgedwongen zijn ook effecten van chronische blootstelling, bijvoorbeeld als gevolg van laterale uitspoeling, gerelateerd aan normen voor acute blootstelling. Bij een chronische blootstelling kunnen echter al effecten optreden bij een concentratie die een factor 2-3 lager ligt dan bij een acute blootstelling. We zouden hiervoor dus een strengere norm kunnen hanteren door de EU-norm van 10 milieubelastingspunten met een factor 2½ te corrigeren. Dit resulteert in een indicatieve norm van 4 milieubelastingspunten voor chronische blootstelling. Overigens leidt in geen van de bedrijfsvoeringen de laterale uitspoeling tot een overschrijding van deze indicatieve norm.

Het milieurisico van bestrijdingsmiddelen kan door de implementatie van maatregelen op bedrijfsniveau dermate worden beperkt dat aanvullende maatregelen op projectniveau niet nodig worden geacht.

8.3 Maatregelen op projectniveau

Ten behoeve van verlaging van de N- en P-concentraties in het oppervlaktewater zijn maatregelen te bedenken op bedrijfs- of gebiedsniveau die een bijdrage leveren aan het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit. Dergelijke maatregelen zijn alleen nodig als maatregelen 'aan de bron' op bedrijfsniveau onvoldoende resultaat opleveren om aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit te voldoen.

Het milieu-effect van de verschillende maatregelen voor N en P kan slechts op basis van beperkte informatie worden ingeschat en hangt af van bijvoorbeeld dimensies of bodemeigenschappen. Een beoordeling van de maatregelen op basis van ingeschatte kosten en milieu-effect in kwalitatieve zin is wel mogelijk. Dit levert de volgende ordening op:

Typering

lage kosten + gering effect
lage kosten + mogelijk redelijk effect
hoge kosten + redelijk effect

hoge kosten* + groot effect

hoge kosten + wisselend effect
hoge kosten* + redelijk effect

Maatregel

flexibele drainage
diepe drainage (begraven bouwvoor)
berging van oppervlaktewater in de sloten, opvang van water in een bekken
opvang van water in een bekken met nazuivering
scheiding van watersystemen
helofytenfilter

Bij de kosten gaat het veelal om eenmalige kosten voor aanleg van de maatregel. In geval van een * in het overzicht moet rekening worden gehouden met blijvende kosten voor bijvoorbeeld beheer of zuivering.

Vanwege enerzijds de voorkeur voor brongericht maatregelen en anderzijds de hoge kosten en/of het geringe tot redelijke milieu-effect van de maatregelen op gebiedsniveau verdient het aanbeveling om allereerst te proberen om de verschillende genoemde maatregelen op bedrijfsniveau te implementeren. Voor de maatregelen met

een gering tot redelijk effect verdient het aanbeveling om nadere studies of berekeningen uit te voeren om tot een beter inzicht in de reductie van N- en P-concentraties te komen.

8.4 Milieucriteria voor nieuwvestiging

8.4.1 Kanttekeningen

De conclusies van de voorgaande paragrafen zijn in principe alleen geldig onder de gegeven voorwaarden en aannamen. Daarbij is het belangrijk te vermelden dat alle (relatief eenvoudige) berekeningen in deze studie betrekking hebben op één type bloembollenbedrijf met vier bolgewassen op een specifieke lokatie met de bodemeigenschappen en hydrologische situatie van proefbedrijf De Noord. Voor een nauwkeurige inschatting van effecten van deze of andere maatregelen voor deze of andere situaties is dus nader onderzoek nodig. Voor situaties op andere (zand)gronden of met andere hydrologische uitgangspunten zijn bijvoorbeeld modelberekeningen mogelijk. Voor toepassing van nieuwe technieken en maatregelen ligt veldonderzoek of een pilotstudie meer voor de hand.

8.4.2 Werkwijze bij nieuwvestiging

Omdat het rapport niet direct aanwijzingen geeft voor een te hanteren werkwijze bij nieuwvestiging van bloembollenteelt op andere lokaties is deze laatste paragraaf toegevoegd. Er wordt achtereenvolgens aangegeven welke stappen dienen te worden doorlopen om tot een inschatting van emissies en mogelijkheden voor reducties.

8.4.2.1 N en P

Voor het inschatten van de emissies van N en P kunnen de eenvoudige rekenregels uit hoofdstuk 5 worden gebruikt voor een eerste indicatie. Eerst wordt met de rekenregels het normverlies voor N en P berekend en vervolgens het N- en P-overschot.

Normverliezen

Het normverlies uit de drains is een functie van de normconcentratie (bijv. 2,2 mg/l N-totaal voor boezemwateren) en de drainafvoer. Het is dus belangrijk om een goede inschatting te maken van de gemiddelde jaarlijkse drainafvoer bij ingebruikneming van de bezande gronden van de nieuwvestiging. Indien er wegzijging is, is het voldoende om alleen het normverlies uit de drains te schatten. Als aan dat normverlies wordt voldaan, wordt immers automatisch voldaan aan de ruimere normen voor grondwater, die van belang zijn in situaties met wegzijging. In geval van kwel is een inschatting nodig van de hoeveelheid kwel en de concentraties in het kwelwater.

Normverlies uit drains = Normconc. x Drainafvoer

of in geval van kwel:

$$\text{Normverlies uit drains} = (\text{Normconc.} \times \text{Drainafvoer}) - (\text{Kwelconc.} \times \text{Kwel})$$

Voor P is het normverlies van een gemiddeld perceel gelijk aan het normverlies uit de drains. Voor N wordt rekening gehouden met processen zoals denitrificatie en vervluchtiging en wordt het normverlies voor een gemiddeld perceel als volgt berekend als er geen rekening wordt gehouden met processen in de sloot:

$$\text{Normverlies voor N van een gemiddeld perceel} = \text{Normverlies uit drains} \times f_2 \times f_3$$

waarbij $f_2 = 1,1$ en $f_3 = 3,2$

Deze waarden voor f_2 en f_3 zijn gebaseerd op gegevens van proefbedrijf De Noord en bij vergelijkbare omstandigheden voor denitrificatie en vervluchtiging kunnen deze factoren worden gebruikt. Aan de mogelijke variatie van de waarden voor deze factoren is aandacht besteed in paragraaf 5.1.4.

Rekening houdend met processen in de sloot wordt het normverlies als volgt berekend:

$$\text{Normverlies voor N van een gemiddeld perceel} = \text{Normverlies in sloot} \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

waarbij $f_4 = 1,5$

Overschotten

Voor het inschatten van het bedrijfsgemiddelde mineralenoverschot is een berekening van mineralenaanvoer en mineralenafvoer van alle te telen bolgewassen nodig. De N-aanvoer is de som van N-totaal in organische materialen, N met kunstmest en N-depositie. Voor het Noord-Hollandse kustgebied mag voor depositie een jaarlijkse N-aanvoer van 10 kg per ha worden aangehouden. De overige N-aanvoerposten zijn afhankelijk van de rotatie van het gemiddelde bedrijf van de nieuwvestiging. Per gewas van de rotatie is een inschatting nodig van N-aanvoer met organische materialen en met kunstmest, zoals is weergegeven in bijlage 1 en samengevat in paragraaf 5.1.2. Als het om andere bloembollen gaat dan waarvoor in deze studie is gerekend, is het mogelijk om deze gegevens af te leiden uit het bemestingsadvies voor bloembollen (LBO, 1999). Aanvoer van P is de som van P-aanvoer in organische materialen en eventueel met kunstmest. Het modelbedrijf in dit rapport kent geen P-aanvoer met kunstmest. De bemestingsadviezen (LBO, 1999) geven aanvoercijfers voor P van andere bolgewassen dan de aanwezige bolgewassen op dat modelbedrijf.

De mineralenafvoer is gelijk aan de netto afvoer van het geoogste gewas. Bij andere bolgewassen dan waarvoor in dit rapport is gerekend, zijn deze te ontleen aan de rapportage van Landman (1994). Voor N en P is het overschot het verschil tussen de berekende aanvoer en afvoer.

Analyse

Indien tabellen worden opgesteld zoals tabel 2 uit paragraaf 5.1.2 en tabel 5 uit paragraaf 5.2.1 zijn de gemiddelde N- en P-overschotten van het bedrijf te berekenen en is in geval van overschrijding van de norm vrij eenvoudig te zien waar de grootste knelpunten zitten. In geval van knelpunten zijn de volgende bedrijfsmaatregelen te overwegen:

- reductie van de toediening van organische materialen;
- reductie van de kunstmestgiften;
- optimale inzet van groenbemesters en mestgiften voor die groenbemesters;
- gewaskeuze: enerzijds is het mogelijk om gewassen te kiezen met een grotere afvoer en anderzijds is het mogelijk om gewassen te kiezen die volgens de bemestingsadviezen minder aanvoer vereisen.

Indien maatregelen op bedrijfsniveau niet toereikend zijn, zijn maatregelen op gebiedsniveau te overwegen (zie hoofdstuk 7).

8.4.2.1 Bestrijdingsmiddelen

Om te voorkomen dat het gebruik van bestrijdingsmiddelen leidt tot een onaanvaardbare belasting van het waterleven dient een nieuw te vestigen bedrijf te voldoen aan de volgende eisen ten aanzien van het gebruik van deze middelen.

Aangepaste keuze en dosering van middelen

De verschillende werkzame stoffen die op dit moment worden toegepast in de teelt van bloembollen kennen uiteenlopende stoffeigenschappen. Een aantal stoffen is als gevolg van deze eigenschappen bijvoorbeeld gevoelig voor uitspoeling of toxisch voor waterorganismen. Binnen een toepassing bestaat vaak de keuze tussen verschillende werkzame stoffen. Voor de hieronder gegeven stoffen is berekend dat zij, mits ook voldaan wordt aan de overige hieronder genoemde eisen, ten opzichte van alternatieve stoffen tot een aanvaardbare belasting van het oppervlaktewater leiden bij veldtoepassingen.

Tabel 18: Overzicht van stoffen die bij de gegeven doseringen tot een milieuverantwoorde bedrijfsvoering leiden

Gewasbeschermingsmaatregel	Werkzame stof	Dosering (kg w.s./ha)
grondbehandeling	Metalaxyl	1.00
grondbehandeling	Tolclofosmethyl	6.00
vuurbestrijding	Mancozeb	3.75
virusbestrijding	Deltamethrin	0.01
onkruidbestrijding	Chloorprofam	1.20
onkruidbestrijding	Asulam	0.80
onkruidbestrijding	Glyfosaat	1.08
onkruidbestrijding	Cycloxydim	0.40
onkruidbestrijding	Metamitron	0.35

Met dit middelenpakket kunnen de belangrijkste ziekten en plagen afdoende worden bestreden. De stoffen kunnen worden ingezet zonder dat zij het waterleven onaanvaardbaar belasten, mits wordt voldaan aan de randvoorwaarden van dosering en driftbeperking. Voor stoffen die niet tot deze lijst staan kan dat niet op voorhand worden gesteld.

Gewasbeschermingsmaatregel	Werkzame stof	Dosering (kg w.s./ha)
grondontsmetting	(cis-) dichloorpropeen	160

Aan de grondontsmetting dient een aanvullende randvoorwaarde te worden gesteld in de vorm van een toepassingsfrequentie van 1 op 6 bij voorjaarstoepassing en 1 op 10 bij najaarstoepassing. De verwachting is dat dit in de toekomst nog ruimer kan, omdat met een voorspellende bemonstering de noodzaak tot ontsmetting juist kan worden geschat.

Sanering van de emissieverliezen rond bedrijfsgebouwen

Emissie van bestrijdingsmiddelen rond bedrijfsgebouwen treedt voornamelijk op door afspoeling van stoffen die als gevolg van lekkage op erfverhardingen terechtkomen. Bij regenval kunnen deze stoffen vaak snel, bijvoorbeeld via afvoerputten, het oppervlaktewater bereiken. Door het treffen van voorzieningen bij het ontsmetten en opslaan van bloembollen kan worden voorkomen dat lek-, uitdruip- en restvloeistoffen het oppervlaktewater bereiken. Lekvloeistoffen dienen te worden opgevangen en dienen op een milieuverantwoorde wijze te worden afgevoerd. Dit geldt ook voor de vloeistof die uitdruipt van de ontsmette bollen tijdens opslag. Ook eventuele dompelvloeistofrestanten dienen milieuverantwoord te worden afgevoerd.

Implementatie van een pakket maatregelen waarmee de drift gereduceerd wordt tot <0,3%

Voor veel stoffen is de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van drift de belangrijkste emissieroute. De drift dient gereduceerd te worden tot minder dan 0,3%. Bij een dergelijke driftomvang is de belasting van het waterleven acceptabel, althans voor de hierboven geschetste lijst van stoffen. Met welk maatregelenpakket een driftpercentage van 0,3% wordt gerealiseerd, kan door iedere teler individueel worden ingevuld. Een van de mogelijkheden is het pakket dat hieronder is beschreven:

Spuitsvrije zone:	buitenste dop 75 cm vanaf insteek van de sloot;
Spuitboomhoogte:	spuitboom 50 cm boven gewas (85 cm boven maaiveld;
Spuittype:	veldspuit;
	spuit met luchtondersteuning op de laatste spuitbaan (13 m);
Doptype:	standaarddop (11004);
	driftarme dop op laatste spuitbaan;
	kantdop aan de slootkant.

Indien een bedrijf in haar bedrijfsvoering bovenstaande randvoorwaarden effectueert zal de belasting van de gebruikte bestrijdingsmiddelen voor het aanwezige waterleven tot een aanvaardbaar minimum zijn beperkt.

Literatuurlijst

Aartrijk, J. van, 1998. (vermindering van) Emissies van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater in gebieden met gespecialiseerde bloembollenteelt. Lisse, LBO. Rapport.

Aartrijk, J. van, P. Groenendijk, J.J.T.I. Boesten, O.F. Schoumans en R. Gerritsen, 1995. Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Samenvatting. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.6.

Aartrijk, J. van, P. Groenendijk, J.J.T.I. Boesten, O.F. Schoumans en R. Gerritsen, 1997. Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Hoofdrapport. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.

Buurman, F.P.M., M.J. Wondergem, J.E. Jansma en A.J. Snoek, 1998. Geïntegreerde en biologische bedrijfssystemen bloembollenteelt De Noord: Jaarverslag 1995/'96. Deel 1: Resultaten bedrijfsvoering en teelt. Lisse, Intern LBO-rapport nr. 082a

Chardon, W.J., O. Oenema, O.F. Schoumans, P.C.M. Boers, B. Fraters en Y.C.W.M. Geelen, 1996. Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden. Programmeringsstudie. Wageningen, Programmabureau Geïntegreerd Bodemonderzoek. Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek. Deel 8.

CLM & IKC, 1993. Achtergronden van de milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen. Utrecht/Lelystad. Centrum voor Landbouw en Milieu en Informatie en Kennis Centrum.

Commissie van Deskundigen Emissie-evaluatie MJP-G, 1996. MJP-G emissie-evaluatie 1995. Ede, Ministerie van LNV/IKC-L. Einddocument.

Deneer, J.W., R.A. Smidt, R.C.M. Merkelbach en A.M.A. van der Linden, 1998. Emissie van gewasbeschermingsmiddelen in de teelt van snijmais in zuidoost Brabant. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 645.

Deskundigenoverleg, 1998. Drift in de bloembollensector. Hillegom, Doelgroepoverleg Bloembollen. Verslag.

Dijkstra, J.P., P. Groenendijk, J.J.T.I. Boesten en J. Roelsma, 1997. Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Modelonderzoek naar de uitspoeling van bestrijdingsmiddelen en nutriënten. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.5.

Doelgroepoverleg bloembollensector, 1998. Voortgangsrapportage doelgroepoverleg bloembollensector 1997-1998. Hillegom.

Duel, H. en J.K.M. te Boekhorst (red.), 1991. Helofytenfilters voor verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater in het landelijk gebied, een programmeringsstudie. Rijswijk, RMNO. Publikatie RMNO nr. 53.

Duel, H., R. During en R.H.G. Jongman, 1991. De mogelijkheden voor toepassing van helofytenfilters in Nederland. Delft, INRO-TNO. Rapportnr. 91/ECO/05

Eck, G. van en J.A.C. Meijs (red.), 1995. Stikstofverliezen en stikstofoverschotten in de Nederlandse landbouw. Rapport van de technische werkgroep toelaatbaar stikstofoverschot. Project Verliesnormen, Deelrapport 3.

Fritz, R., 1993. Pflanzenschutzmittel in der Atmosphäre. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 46(3):229-264.

Groenendijk, P. en C.W.J. Roest, 1997. Stikstofuitspoeling, -verliezen en overschotten door bemesting van graslandpercelen in het stroomgebied van de Beerze en de Reusel. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 484.

Groenendijk, P., A. van den Toorn en J. Pankow, 1997. Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Veldonderzoek naar de waterbalans en de uitspoeling van nutriënten. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.4.

Jansma, J.E., 1994. De bol in de knel. Wageningen, Landbouwuniversiteit en AB-DLO. Wetenschapswinkelrapport 101.

Jansma, J.E., W.A.H. Rossing, F.J. de Ruijter en J. Schans, 1994. De bol aan de rol. Wageningen, Landbouwuniversiteit en AB-DLO. Wetenschapswinkelrapport 103.

Jong, F.M.W. de en K.J. Canters, 1998. Ontwikkeling milieubelasting bloembollenteelt 1996-2000. Een levenscyclusanalyse. Leiden, Centrum voor Milieukunde Rijksuniversiteit Leiden. Rapport 143.

Kraaij, R., G.G.C. Verstappen en F.H. Wagemaker, 1996. PESCO; beschrijving van een screeningsmodel voor emissies van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater. Lelystad, RIZA. RIZA-werkdocument 96.102X.

Landman, A., 1994. Opname en afvoer van nutriënten door bolgewassen. Lisse, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek. Rapport 94.

LBO, 1999. Adviesbasis voor de Bemesting van Bloembolgewassen 1998. Lisse, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek.

Merkelbach, R.C.M. & S.J.H. Crum, 1999. Analyse van het milieu-effect. van Bestrijdingsmiddelen. Basisinformatie voor monitoring van de oppervlaktewaterkwaliteit in Zeeland. Wageningen, DLO-Staring Centrum..Interne mededeling 557.

Meuleman, A.F.M., 1993. Waterzuivering door moerassystemen. Onderzoek naar de water- en stofbalansen van het rietinfiltratieveld Lauwersoog. Lelystad, RIZA. Nota 94.011.

Meuleman, A.F.M., 1999. Performance of treatment wetlands. Proefschrift. Universiteit van Utrecht.

Pas, L.J.T. van der, J.J.T.I. Boesten, R. Gerritsen en M. Leistra, 1995. Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Metingen van bestrijdingsmiddelen in regenwater, drainwater en waterlopen. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.5.

Porskamp, H.A.J., H.J. Holterman en J.C. van de Zande, 1996. Bodemdepositie bij de toepassing van chemische gewasbescherming. Een literatuurstudie. Wageningen, IMAG-DLO. Rapport 97-75.

Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen en J.C. van de Zande, 1997. Driftbeperkende spuittechnieken voor de bloembollen. Drift bij een luchtondersteunende veldspuit, een spuit met een afgeschermd spuitboom en een tunnelspuit voor bedden. Wageningen, IMAG-DLO. Rapport 97-08.

RIVM, 1991. Milieudiagnose 1991, I Integrale rapportage Lucht-, Bodem- en Grondwaterkwaliteit 'pilot' studie. Bilthoven, RIVM.

Schipper, P.N.M., 1998. Water- en stoffenbalans Hollands Bloementuin, uitbreidingsgebied voor bollenteelt in de Anna Paulownapolder-West. De Bilt/Houten, Grontmij Advies & Techniek bv, adviesgroep Water. doc. 98001345.jg

Schoumans, O.F. en P. Lepelaar, 1995. Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Procesbeschrijving van het gedrag van anorganisch fosfaat in kalkrijke zandgronden. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.1

Steenvoorden, J.H.A.M., J.W.H. van der Kolk, R. Rondaij, O.F. Schoumans en R.W. de Waal, 1990. Bestrijdingsmiddelen en eutrofiërende stoffen in bodem en water. Verkenning van de problematiek in het landinrichtingsgebied Bergen-Schoorl. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 78.

Visser, R. en J. Janssen, 1995. Rekenprogramma Organische-stofopbouw ORG1.WK3. Lisse, IKC-Landbouw. Publikatienummer IKC-BLB03.

Weel, M.P.M., G.J.H. de Vries en G.A. Pak, 1995. Milieuzorg in de bollenteelt. Verslag van vier jaar milieupraktijkgroepen. Utrecht, Centrum voor Landbouw en Milieu. Rapport 233-1995.

Niet-gepubliceerde bronnen

Aartrijk, J. van, 1998. Mondelinge mededeling. Lisse, LBO.

Aartrijk J. van en A. Koster, 1998. Mondelinge mededeling. Lisse, LBO.

Bemelmans, M., 1998. Mondelinge mededeling. Utrecht, CLM.

Dam, A.M. van en A. Koster, 1998. Mondelinge mededeling. Lisse, LBO.

Drent, J., 1999. Mondelinge mededeling. Wageningen, DLO-Staring Centrum

Koster, A., 1998. Mondelinge mededeling. Lisse, LBO.

LNV, 1998. Pronk en Apotheker: Aanscherping landelijk stikstofbeleid, aanvullend beleid droge zandgronden, 600 miljoen voor flankerend beleid. Persbericht ministerie van LNV, 2 december 1998.

Projectteam Helofytenfilter Eversteekoog, 1997. Helofytenfilter Eversteekoog. Stand van zaken juni 1997.

Bijlage 1 Bloembollenteelt op het modelbedrijf in 2003

Gewas 1: Lelie

Groeiseizoen

Eerste jaar van de rotatie: 1 april (plantdatum) – 1 november (rooidatum)

Nagewas

Tulp

Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof

- begin maart: onderploegen groenbemester, 60 kg/ha N en 6 kg/ha P ('gewasrest')
- eind maart: 20 ton/ha runderstalmest, ondergewerkt in laag 0-40 cm
- half mei: (45 – voorraad Nmin) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind juni: (60 – voorraad Nmin) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- half augustus: (45 – voorraad Nmin) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- november: 2 ton/ha cellulose

Afvoer van mineralen

1 november: N-opname 88 kg/ha N en 15 kg/ha P met de oogst van het gewas, waarvan 19 kg/ha N en 2 kg/ha P naar composthoop gaat (gewasrest)

Berekening

Giftgrootte: 15 mm, aantal giften: 6

Bestrijdingsmiddelen

- onkruidbestrijding voor opkomst; 1 x 1,1 kg w.s./ha glyfosaat + 1 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam
- onkruidbestrijding rond opkomst; 1 x 0,5 kg w.s./ha chloridazon
- onkruidbestrijding na opkomst; 4 x 0,7 kg w.s./ha metamitron + 4 x 0,8 kg w.s./ha asulam
- vuurbestrijding; 4-8 x 3,75 kg w.s./ha mancozeb
- bestrijding virusoverdracht; ± 16 x 0,01 kg w.s./ha deltamethrin + 16 x 6,0 l/ha minerale olie
- bolontsmetting; 1 x 1,6 kg w.s./ha carbendazim + 1 x 1,1 kg w.s./ha prochloraz + 1 x 2,2 kg w.s./ha captan + 1 x 0,2 kg w.s./ha imidacloprid + 3 l/ha formaline
- bestrijding wortelstomps (indien nodig); 1 x 23,2 kg w.s./ha (cis)dichloorpropeen

Gewas 2: Tulp

Groeiseizoen

Eerste en tweede jaar van de rotatie: 20 november (plantdatum) – 20 juni (rooidatum)

Nagewas

Groenbemester (vooral facelia, bladrammenas of gele mosterd)

tweede jaar van de rotatie: eind juni (zaaidatum) – september (volledig ondergeploegd-zie bemesting en aanvoer organische stof narcis)

Narcis

Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof

- half november: 7 ton/ha stro, waarvan 5 ton/ha naar composthoop gaat in januari/februari
 - 20 ton/ha runderstalmest
 - 12 ton/ha GFT compost, ondergewerkt in laag 0-40 cm
- begin maart: 25 kg/ha kunstmest-N
- eind maart: (55 – voorraad Nmin) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind april: (60 – voorraad Nmin) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind mei: (45 – voorraad Nmin) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind juni: 2 ton/ha cellulose
 - 30 kg/ha N

Afvoer van mineralen

20 juni: opgenomen 146 kg/ha N en 17 kg/ha P in het gewas, waarvan 34 kg/ha N en 4 kg/ha P naar composthoop gaat

Berekening

Giftgrootte: 15 mm, aantal giften: 5

Bestrijdingsmiddelen

- onkruidbestrijding voor opkomst; 1 x 1,1 kg w.s./ha glyfosaat + 1 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam
- onkruidbestrijding rond opkomst; 1 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam + 1 x 0,5 kg w.s./ha chloridazon
- onkruidbestrijding na opkomst; 1 x 0,7 kg w.s./ha metamitron + 3 x 0,8 kg w.s./ha asulam
- onkruidbestrijding tegen kweek/opslag granen; 1 x 0,4 kg w.s. cycloxydim
- vuurbestrijding; 4-8 x 0,40 kg w.s./ha fluazinam
- bestrijding virusoverdracht; ± 8 x 0,01 kg w.s./ha deltamethrin
- bolontsmetting; 1 x 1,2 kg w.s./ha carbendazim + 1 x 0,8 kg w.s./ha prochloraz + 1 x 1,6 kg w.s./ha captan
- bestrijding Rhizoctonia solani; 1 x 6,0 kg w.s./ha tolclofos-methyl

Gewas 3: Narcis

Groeiseizoen

Tweede en derde jaar van de rotatie: 15 september (plantdatum) – 25 juli (rooidatum)

Nagewas

Groenbemester (vooral facelia, bladrammenas of gele mosterd)

derde jaar van de rotatie: eind juli (zaaidatum) – september (volledig ondergeploegd-zie bemesting en aanvoer organische stof krokus)

Krokus

Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof

- half september: onderploegen groenbemester, 30 kg/ha N en 3 kg/ha P ('gewasrest')
 - 7 ton/ha stro, waarvan 5 ton/ha naar composthoop gaat in januari/februari
 - 40 ton/ha eigen compost, ondergewerkt in laag 0-40 cm
- half februari: 25 kg/ha kunstmest-N

- eind maart: (60 – voorraad N_{min}) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind april: (50 – voorraad N_{min}) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind mei: (30 – voorraad N_{min}) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind juli: 2 ton/ha cellulose
30 kg/ha N

Afvoer van mineralen

25 juli: 104 kg/ha N en 16 kg/ha P in het gewas opgenomen, waarvan 23 kg/ha N en 3 kg/ha P naar composthoop gaat

Bestrijdingsmiddelen

- onkruidbestrijding voor opkomst: 1 x 1,1 kg w.s./ha glyfosaat + 1 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam
- onkruidbestrijding rond opkomst: 1 x 0,5 kg w.s./ha chloridazon
- onkruidbestrijding na opkomst: 3 x 0,7 kg w.s./ha metamitron + 3 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam
- onkruidbestrijding tegen kweek/opslag granen: 1 x 0,4 kg w.s. cycloxydim
- vuurbestrijding: 4-8 x 0,40 kg w.s./ha fluazinam
- bolontsmetting: 1 x 0,3 kg w.s./ha carbendazim + 1 x 0,3 kg w.s./ha prochloraz + 1 x 0,8 kg w.s./ha captan + 3 l/ha formaline
- bestrijding wortellesieaaltjes (indien nodig): 1 x 23,2 kg w.s./ha (cis) -dichloorpropeen

Gewas 4: Krokus

Groeiseizoen

Derde en vierde jaar van de rotatie: 15 september (plantdatum) – 15 juni (rooidatum)

Nagewas

Groenbemester (vooral facelia, bladrammenas of gele mosterd)

vierde en eerste jaar van de rotatie: eind juni (zaaidatum) – maart (volledig ondergeploegd-zie bemesting en aanvoer organische stof lelie)

Bemesting (N en P) en aanvoer organische stof-begin september: onderploegen , 30 kg/ha N en 3 kg/ha P ('gewasrest')

7 ton/ha stro, waarvan 5 ton/ha naar composthoop gaat in januari/februari

12 ton/ha GFT compost

- half februari: 30 kg/ha kunstmest-N
- half maart: (30 – voorraad N_{min}) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- half april: (30 – voorraad N_{min}) kg/ha kunstmest-N, beddenbemesting
- eind juni: 2 ton/ha cellulose
30 kg/ha N

Afvoer van mineralen

15 juli: 68 kg/ha N en 16 kg/ha P in het gewas, waarvan 15 kg/ha N en 3 kg/ha P naar composthoop gaat

Bestrijdingsmiddelen

- onkruidbestrijding voor opkomst: 1 x 1,1 kg w.s./ha glyfosaat + 1 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam

- onkruidbestrijding rond opkomst; 1 x 1,2 kg w.s./ha chloorprofam + 1 x 0,5 kg w.s./ha chloridazon
- onkruidbestrijding tegen kweek/opslag granen; 1 x 0,4 kg w.s. cycloxydim
- bolontsmetting; 1 x 1,2 kg w.s./ha carbendazim + 1 x 1,6 kg w.s./ha captan
- Pythiumbestrijding; 1 x 1,0 kg w.s./ha metalaxyl

Toelichting bij bemesting:

Volgens het toe te passen stikstofbijmeststelsysteem (bedbemesting) wordt gedurende het seizoen steeds rekening gehouden met een voorraad N_{min}, die wordt afgetrokken van het zogenaamde streefcijfer. Kort na de winter wordt veelal een voorraad N_{min} aangetroffen van 10 kg/ha en bij de eerstvolgende bemonstering in het groeiseizoen is een normale hoeveelheid 30 kg/ha. De voorraad in het groeiseizoen is verder afhankelijk van de mineralisatie en een buffer. Deze buffer is een soort veiligheidsmarge die als extra gift boven de geadviseerde hoeveelheid N wordt gegeven. Voor de buffer hanteren we steeds de waarde 15 kg/ha en voor mineralisatie hanteren we een gemiddelde hoeveelheid van 3,4 kg/ha N per week, zoals is vastgesteld voor het geïntegreerde bedrijfssysteem op proefbedrijf De Noord.

Opgesplitst per jaar binnen de vier jaren van de rotatie zijn achtereenvolgens de volgende activiteiten aan de orde:

	<i>periode</i>
Jaar 1: onderploegen groenbemester	maart
organische bemesting lelie	maart
planten lelie	april
kunstmestgiften lelie	mei-augustus
berekening lelie	mei-augustus
bestrijdingsmiddeltoepassingen lelie	april-november
oogst lelie	november
toediening cellulose	november
organische bemesting en aanvoer stro tulp	november
planten tulp	november
Jaar 2: verwijderen stro	januari-februari
kunstmestgiften tulp	februari-mei
berekening tulp	april-mei
bestrijdingsmiddeltoepassingen tulp	november-juni
oogst tulp	juni
toediening cellulose en bemesting groenbemester	juni
zaaien groenbemester	juni
onderploegen groenbemester	september
organische bemesting en aanvoer stro narcis	september
planten narcis	september
Jaar 3: verwijderen stro	januari-februari
kunstmestgiften narcis	februari-mei
bestrijdingsmiddeltoepassingen narcis	september-juli
oogst narcis	juli
toediening cellulose en bemesting groenbemester	juli
zaaien groenbemester	juli
onderploegen groenbemester	september

	organische bemesting en aanvoer stro krokus	oktober
	planten krokus	oktober
Jaar 4	verwijderen stro	januari-februari
	kunstmestgiften krokus	februari-juni
	bestrijdingsmiddelentoepassingen krokus	oktober-juli
	oogst krokus	juli
	toediening cellulose en bemesting groenbemester	juli
	zaaien groenbemester	juli

