

Monitoring van de grond- en oppervlakte- waterkwaliteit op het melkveebedrijf Spruit 2004 - 2006

J.A. de Vos
M. Knotters
I.E. Hoving
J. van Kleef

Alterra-rapport 1603, ISSN 1566-7197



Monitoring van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit op het melkveebedrijf Spruit
2004-2006

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en werd mede mogelijk gemaakt door financiering vanuit Wageningen UR.

Monitoring van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit op het melkveebedrijf Spruit 2004-2006

J.A. de Vos ¹⁾

M. Knotters ¹⁾

I.E. Hoving ²⁾

J. van Kleef ¹⁾

¹⁾ **Alterra**

²⁾ **Animal Sciences Group**

Alterra-rapport 1603

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Vos, J.A. de, M. Knotters, I.E. Hoving en J. van Kleef, 2008. *Monitoring van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit op het melkveebedrijf Spruit*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1603. 58 blz.; 30 fig.; 3 tab.; 19 ref.

De grond- en oppervlaktewaterkwaliteit is gemonitord op het melkveebedrijf Spruit, op en rond percelen waar experimenten met bovengronds uitrijden van mest plaatsvonden, met als doel om vast te stellen of milieunormen voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit werden gehaald. NO₃-gehalten in grondwater bleven altijd onder 50 mg/l EU-norm. Concentraties P-totaal en N-totaal in het oppervlaktewater lagen in het zomerhalfjaar 2004 bij de proefpercelen rond de stringente milieunormen ("MTR-waarden"); in 2005 aanzienlijk hoger. Monitoring met betrekking tot het wel of niet halen van normen ("Compliance monitoring") op bedrijfsschaal in 2005 gaf gemiddelde N- en P-totaal-concentraties boven de MTR-waarden, inclusief uitspraken over de statistische betrouwbaarheid. De oppervlaktewaterkwaliteit in het zomerhalfjaar op het bedrijf Spruit en in veenweidegebieden wordt sterk (ca. 50-100%) bepaald door het hoeveelheid en kwaliteit van het inlaatwater. Monitoring van nutriëntenvrachten op polderschaal gecombineerd met monitoring van nutriëntenbalansen op bedrijfsschaal lijkt een betere methode voor het kwantificeren van de nutriëntenverliezen van een bedrijf dan monitoring van concentraties en waterstroming op bedrijfsschaal. Om de oppervlaktewaterkwaliteit op bedrijfsschaal te kunnen beoordelen zijn voor melkveebedrijven in het veenweidegebied wellicht andere normen nodig dan de stringente MTR-waarden.

Trefwoorden: fosfaat, kaderrichtlijn water, stikstof, veenweide

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Onderzoek op het bedrijf Spruit	11
1.2 Waterkwaliteitsmonitoring 2004-2005	11
1.3 Aanvullend onderzoek	12
1.4 Opbouw van het rapport	13
2 Melkveebedrijf Spruit en meetmethoden proefpercelen	15
2.1 Melkveebedrijf Spruit	15
2.2 Meetpunten op proefpercelen Spruit	16
2.3 Meetmethoden	18
2.3.1 Bodem	18
2.3.2 Grondwater	18
2.3.3 Sloopwater	18
2.3.4 Chemische bepalingen	19
3 Monitoring op proefpercelen 2004-2006	21
3.1 Nutriëntentoestand in de bodem	21
3.2 Weersomstandigheden	23
3.3 Grondwater- en oppervlaktewaterstanden	26
3.4 Grondwaterkwaliteit	28
3.5 Oppervlaktewaterkwaliteit	32
3.6 Conclusies	36
4 Monitoring op bedrijfsschaal 2005-2006	37
4.1 Monitoring	37
4.1.1 Kaderrichtlijn Water	37
4.1.2 Doel van de monitoringsstrategie	37
4.1.3 Monitoringsstrategie voor het bedrijf Spruit	38
4.1.4 Monitoringsstrategie voor het bedrijf Zegveld	41
4.2 Resultaten	42
4.2.1 Monitoringsresultaten 2005	42
4.2.2 Monitoringsresultaten 2006	43
5 Nutriëntenbelasting en oppervlaktewaterkwaliteit in veenweidegebieden	47
5.1 Bronnen van nutriëntenbelasting en transportprocessen	47
5.2 Bijdrage inlaatwater polder Zegveld	48
5.3 Oppervlaktewaterkwaliteit ten opzichte van andere veenweidegebieden	49
6 Discussie	51
6.1 Monitoring waterkwaliteit proefpercelen 2004-2005	51
6.2 Monitoring waterkwaliteit melkveebedrijf 2005	51
6.3 Monitoring slootwaterkwaliteit 2006	52
7 Conclusies	55
Literatuur	57

Woord vooraf

Dit rapport is een aanvulling en uitbreiding op de deelrapportage van het waterkwaliteitsonderzoek op het melkveebedrijf Spruit in 2004-2005. De waterkwaliteitsmetingen op de proefpercelen van het melkveebedrijf Spruit zijn namelijk nog voortgezet tot juni 2006 en er zijn nieuwe resultaten van de waterkwaliteitsmonitoring op bedrijfsschaal die door de Animal Sciences Group zijn uitgevoerd binnen het LNV-project “Boeren en de Kaderrichtlijn Water”. Tevens is er een hydrologische modelanalyse gemaakt van het bedrijf en de omgeving om te trachten aan te geven waar het oppervlaktewater en de zich daarin bevindende stoffen, met name N en P, op het bedrijf Spruit van afkomstig is. Zo verwachten we te kunnen vaststellen wat de bronnen van deze stoffen zijn.

Als een vervolg op het project Spruit wordt er nu in de Noordelijke Friese Wouden onderzoek verricht naar de gevolgen van eiwitarm voeren, de mogelijkheden van bovengronds mest-uitrijden en de milieukundige gevolgen (“Alternatieve Spoor”-project) op bedrijfsschaal en worden de mogelijkheden van een integrale milieu-monitoring van bodem, water en lucht op gebiedsschaal onderzocht (project “Meervoudige MilieuMonitoring Noordelijke Friese Wouden (3MG-NFW)”).

We willen Theo en Truus Spruit bedanken voor de goede ontvangst op hun bedrijf, het meedenken en het aanleveren van relevante bedrijfsinformatie.

Bram de Vos
Martin Knotters
Idse Hoving
Jan van Kleef

Samenvatting

Op het melkveebedrijf van de familie Spruit is door Wageningen Universiteit en Research Centre onderzocht of de bedrijfsvoering voldeed aan de geldende milieunormen. Het speciale aan de bedrijfsvoering is het eiwitarm voeren van de veestapel, het gebruik van ruige mest (o.a. gecomposteerd slootmaaisel) en het bovengronds uitrijden van drijfmest. Dit laatste is volgens de wet verboden omdat dit ongewenste gevolgen kan hebben voor de ammoniakemissie. Er is een synthese van alle metingen in de periode 2004-2005 beschikbaar. De grond- en oppervlaktewaterkwaliteit is gemonitord op en rond de percelen waar experimenten met bovengronds uitrijden van drijfmest plaatsvonden. De monitoring van de proefpercelen was in eerste plaats bedoeld om te beoordelen of grond- en oppervlaktewaterkwaliteitsdoelstellingen werden gehaald, en was er niet op gericht om een verklaring te zoeken voor de gemeten N- en P-concentraties.

Voor de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit zijn de metingen voorgezet tot juni 2006, om meetgegevens te verkrijgen van twee volledige uitspoelseizoenen. In 2005 is een monitoringsstrategie ontworpen om de oppervlaktewaterkwaliteit van een heel bedrijf te toetsen aan MTR-waarden. Deze monitoringsstrategie is vervolgens in 2005 gedurende het zomerhalfjaar toegepast op het bedrijf Spruit en het Praktijkcentrum Zegveld. In 2006 is gericht in een aantal sloten gemonitord. In dit rapport worden de resultaten van deze monitoring gepresenteerd.

In 2004 en 2005 is het grond- en oppervlaktewater bemonsterd op de delen van het bedrijf Spruit waar de experimenten met bovengronds uitrijden van mest plaatsvonden. Voor 2004 concluderen we dat voor deze gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 6,7 mg NO₃/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstof-concentratie van 2,3 mg N/ l in het oppervlaktewater ligt juist boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosfor-concentratie van 0,14 mg P/ l in het oppervlaktewater ligt net onder de MTR-norm van 0,15 mg P/l

Voor 2005 concluderen we dat voor deze gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 3,0 mg NO₃/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie van 3,4 mg N/ l in het oppervlaktewater ligt aanzienlijk boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie van 0,35 mg P/ l in het oppervlaktewater ligt ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg P/l

In 2006 zijn slechts twee metingen in het zomerhalfjaar beschikbaar en kunnen we geen bruikbaar gemiddelde berekenen. Voor zowel N-totaal als P-totaal in het oppervlaktewater laten deze gegevens echter hoge concentraties zien.

De normen die wij hier gehanteerd hebben zijn scherpe normen voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Alleen de EU-norm van 50 mg NO₃/l voor het bovenste grondwater is wettelijk verankerd. De MTR-normen voor oppervlaktewaterkwaliteit zijn streefwaarden gebaseerd op ecologische condities in stagnant oppervlaktewater.

Waterkwaliteit bedrijf Spruit

In de bemonsterde periode van het zomerhalfjaar 2005 liggen de N-totaal- en P-totaal-concentraties in het oppervlaktewater van het melkveebedrijf Spruit boven de MTR-normen van 2,2 mg N/l en 0,15 mg P/l. Deze conclusie is gebaseerd op de compliance monitoring op basis een modelonafhankelijke statische toets. Het bedrijf Spruit heeft lagere N-concentraties en hogere P-concentraties in het oppervlaktewater ten opzichte van het praktijkcentrum Zegveld, dat in dezelfde polder ligt. Verschillen in bedrijfsvoering en hydrologische situatie zijn een mogelijke verklaring voor deze verschillen. De monitoring in enkele sloten van de twee bedrijven in 2006 laten wederom lagere N-concentraties en hogere P-concentraties in het oppervlaktewater op het bedrijf Spruit zien ten opzichte van het praktijkcentrum Zegveld. De verschillen tussen de N- en P-concentraties in de sloten op een bedrijf zijn op basis van de meetresultaten alleen niet te interpreteren. De buitensloten op zowel het bedrijf Spruit als het praktijkcentrum Zegveld hebben in 2006 afwijkende N- en P-concentraties ten opzichte van het water in de bedrijfssloten. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door de grotere invloed van het inlaatwater in deze sloten ten opzichte van verderaf gelegen bedrijfssloten.

In het huidige ontwerp van een compliance monitoringstrategie is geen gebruik gemaakt van hulpinformatie. Onderzocht zou moeten worden of met behulp van zogenaamde regressieschatters gerichte waarnemingen, die voor andere doeleinden zijn verricht, kunnen worden aangewend om de nauwkeurigheid van de toets te verhogen. Ook goedkope, minder nauwkeurige metingen van concentraties zouden op deze manier kunnen worden benut.

Waterkwaliteit veenweidegebieden

In veenweidegebieden wordt vooral in het zomerhalfjaar veel water ingelaten. Voor de polder Zegveld is de schatting dat het slootwater op de bedrijven 50-80% uit inlaatwater bestaat. Dit betekent ook dat de waterkwaliteit voor een groot gedeelte door de kwaliteit van het inlaatwater wordt bepaald. Het is dus moeilijk een relatie te leggen tussen het landbouwkundig handelen en de waterkwaliteit in het zomerhalfjaar. De vraag is dan ook welke (ecologische) normen voor dergelijk water gedefinieerd zullen worden in het kader van de Kaderrichtlijn Water. De stikstof- en fosforbelasting van landbouwbedrijven gedurende het gehele jaar lijkt een relevantere maat om te monitoren. Het complexe hydrologische systeem maakt de monitoring van de nutriëntenvrachten op bedrijfsschaal via metingen in het oppervlaktewater onpraktisch, omdat het moeilijk en duur is de in- en uitstroom van nutriënten in alle sloten te meten. Monitoring van nutriëntenvrachten op polderschaal gecombineerd met monitoring van nutriëntenbalansen op bedrijfsschaal lijkt een betere optie.

1 Inleiding

1.1 Onderzoek op het bedrijf Spruit

Op het melkveebedrijf van de familie Spruit is door Wageningen Universiteit en Research Centre in de jaren 2004-2005 onderzocht of de bedrijfsvoering voldeed aan de geldende milieunormen. Het speciale aan de bedrijfsvoering is het eiwitarm voeren van de veestapel, het gebruik van ruige mest (o.a. gecomposteerd slootmaaisel) en het bovengronds uitrijden van drijfmest. Dit laatste is volgens de wet verboden omdat dit ongewenste gevolgen kan hebben voor de ammoniakemissie. Na een lange voorgeschiedenis (Sonneveld en Bouma, 2005) kreeg het bedrijf Spruit ontheffing om gedurende de onderzoeksperiode bovengronds mest uit te rijden. In het onderzoeksproject werd vervolgens de bedrijfsvoering, nutriëntenboekhouding, ammoniakemissie, stikstof- en fosfaatconcentraties in grond- en oppervlaktewater, en biologische bodemtoestand van het bedrijf Spruit vastgelegd voor de jaren 2004 en 2005 (Sonneveld en Bouma, 2005). De stikstofbalans van het bedrijf blijft op deze veengrond onzeker, aangezien de netto berekende stikstofmineralisatie van 142 kg N/ha/jaar uit de organische stof een grote, onzekere balanspost is (Schröder *et al.*, 2005). Het bovengrondse uitrijden van drijfmest leidde tot een lage ammoniakemissie, vergelijkbaar met gangbare emissiearme aanwendingstechnieken. Enerzijds door het lage stikstofgehalte in de mest, maar ook door de toedieningmethode waarbij alleen bij bewolkt en/of regenachtig weer wordt uitgereden en waarbij zonodig nog een extra hoeveelheid water wordt toegediend om de mest in te regenen. De gevolgen voor de waterkwaliteit worden in de volgende paragraaf beschreven.

1.2 Waterkwaliteitsmonitoring 2004-2005

De grond- en oppervlaktewaterkwaliteit is gemonitord op en rond de percelen waarop de experimenten met het bovengronds uitrijden van mest plaatsvonden. Het was erg belangrijk de normen die bij monitoring worden getoetst goed te definiëren, omdat bijvoorbeeld de diepte waarop de nitraatrichtlijn gehaald dient te worden op verschillende wijze valt te interpreteren. In deze studie gingen wij van de volgende punten uit, deels terug te voeren op de EU Nitraatrichtlijn en de EU Kaderrichtlijn Water:

- het nitraatgehalte wordt gemeten in de bovenste 50 cm van het grondwater en wordt vergeleken met de EU-norm van 50 mg NO₃/l. Als maat kiezen we de jaargemiddelde waarde van de nitraatconcentratie;
- het totaal N- en P-gehalte van het oppervlaktewater wordt gemeten in de bovenste 50 cm van het oppervlaktewater en wordt vergeleken met de maximale MTR-waarden van 2,2 mg N/l en 0,15 mg P/l (MTR= Maximaal Toelaatbare Risico's uit NMP4 (2001)). Deze normen zijn geformuleerd voor het zomerhalfjaargemiddelde (dus van 1 april tot en met 30 september) voor stagnante (niet-stromende) wateren en gelden voor andere wateren als streefwaarde.

De gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater op het bedrijf Spruit bleef in de periode 2004-2005 altijd onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l. De chemische oppervlaktewaterkwaliteit (N- en P-concentraties) gemeten in en op de proefpercelen lieten aanzienlijke verschillen tussen de meetjaren 2004 en 2005 zien (De Vos *et al.*, 2005). De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie in 2004 was 2,3 N/l, en juist boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l. De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie in 2004 was 0,14 mg P/l, en lag net onder de MTR-norm van 0,15 mg P/l. De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie in 2005 was 3,4 mg N/l, en lag aanzienlijk boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l. De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie in 2005 was 0,35 mg P/l, en lag ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg P/l. Hierbij moet worden opgemerkt dat alleen de EU-norm van 50 mg NO₃/l voor grondwater wettelijk is verankerd en dat de MTR-normen voor oppervlaktewaterkwaliteit streefwaarden zijn gebaseerd op ecologische condities in stagnant oppervlaktewater. Naast de bedrijfsvoering zijn hydrologie, weersomstandigheden, en bodemprocessen bepalend zijn voor deze resultaten. Op basis van alleen de meetresultaten kunnen daarom geen algemene uitspraken worden gedaan over het halen van milieunormen onder andere condities, in andere jaren. De gemeten oppervlaktewaterkwaliteit in de sloten in 2004 en 2005 van het bedrijf Spruit was voor stikstof vergelijkbaar en voor fosfor beter dan de oppervlaktewaterkwaliteit van andere veenweidegebieden in de periode 1985-2000 (Portielje *et al.*, 2002). Een inventarisatie van de slootvegetatie en macrofauna in 2005 liet zien dat de sloten op dat moment gemiddeld een matige ecologische kwaliteit hadden (de Vos *et al.*, 2005; STOWA, 1993).

1.3 Aanvullend onderzoek

Bovenstaande resultaten zijn reeds in samengevatte vorm gepresenteerd in het syntheserapport van Sonneveld en Bouma (2005). Voor de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit zijn de metingen echter voorgezet tot juni 2006, om meetgegevens te verkrijgen van twee volledige uitspoelseizoenen. In 2005 is een monitoringsstrategie ontworpen om de oppervlaktewaterkwaliteit van een heel bedrijf te toetsen aan MTR-waarden (Knotters, 2005; Knotters *et al.*, 2006). Deze monitoringsstrategie is vervolgens in 2005 gedurende het zomerhalfjaar toegepast op het bedrijf Spruit en het Praktijkcentrum Zegveld. In 2006 is gericht in een aantal sloten gemonitord. In dit rapport zullen we de resultaten van deze monitoring presenteren. De meetgegevens van het bedrijf Spruit en de meer algemene analyses op bedrijfsschaal kunnen behulpzaam zijn bij de maatschappelijke discussie en normstelling rond de (mest-)wetgeving en doelstellingen voor grond- en oppervlaktewater, mede in relatie tot de Kaderrichtlijn Water.

Door middel van hydrologische modellering van het bedrijf Spruit is getracht beter inzicht te krijgen in de hydrologie van het gebied en het bedrijf, omdat het altijd de vraag is waar het (oppervlakte-)water en de stoffen vandaan komen en welke bijdrage van de landbouw afkomstig is.

Dit rapport presenteert de complete reeks meetresultaten 2004-2006 betreffende de waterkwaliteit rond de proefpercelen en van het gehele bedrijf en zal een analyse geven van de hydrologische situatie. Uit deze analyse zullen algemene aanbevelingen volgen over de mogelijkheden van waterkwaliteitsmonitoring op perceels- en bedrijfsschaal en hogere ruimtelijke schaalniveaus.

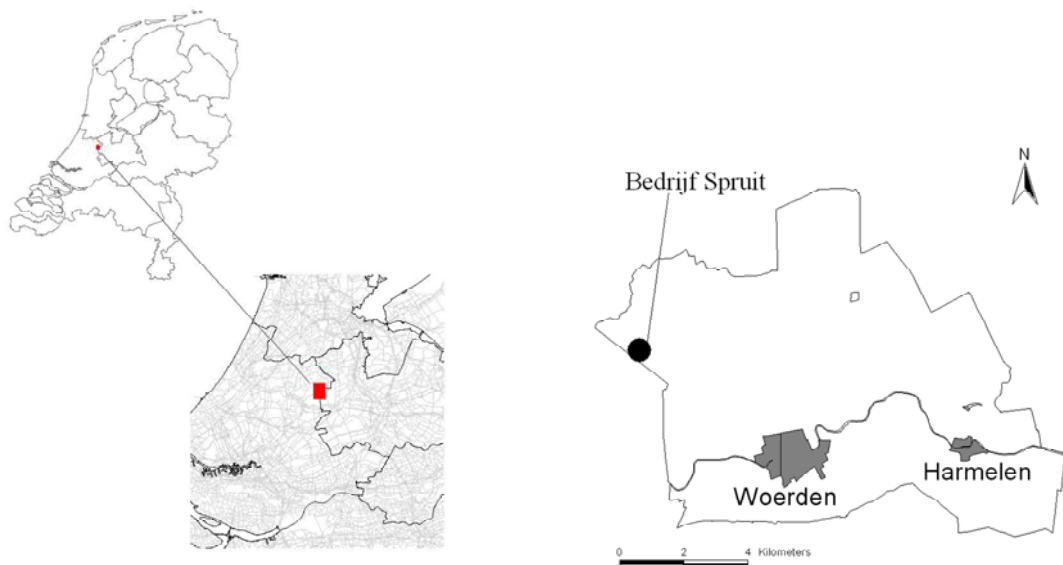
1.4 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de veldsituatie op het bedrijf van de familie Spruit en de gebruikte meetmethoden voor het vastleggen van de nutriëntentoestand in de bodem, grondwaterkwaliteit en oppervlaktewaterkwaliteit op de proefpercelen. In Hoofdstuk 3 worden alle waterkwaliteitsmeetresultaten van de proefpercelen uit de periode 2004-2006 gepresenteerd. Hoofdstuk 4 beschrijft de monitoringsstrategie en resultaten uit 2005 en 2006 voor de oppervlaktewaterkwaliteit op de bedrijfsschaal voor het bedrijf Spruit en het Praktijkcentrum Zegveld. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van het bedrijf Spruit vergeleken met literatuurgegevens van nutriëntenconcentraties in andere veenweidegebieden, en de mogelijke bronnen waaruit de nutriënten afkomstig kunnen zijn worden bediscussieerd. In Hoofdstuk 6 worden alle resultaten bediscussieerd en in Hoofdstuk 7 worden conclusies getrokken.

2 Melkveebedrijf Spruit en meetmethoden proefpercelen

2.1 Melkveebedrijf Spruit

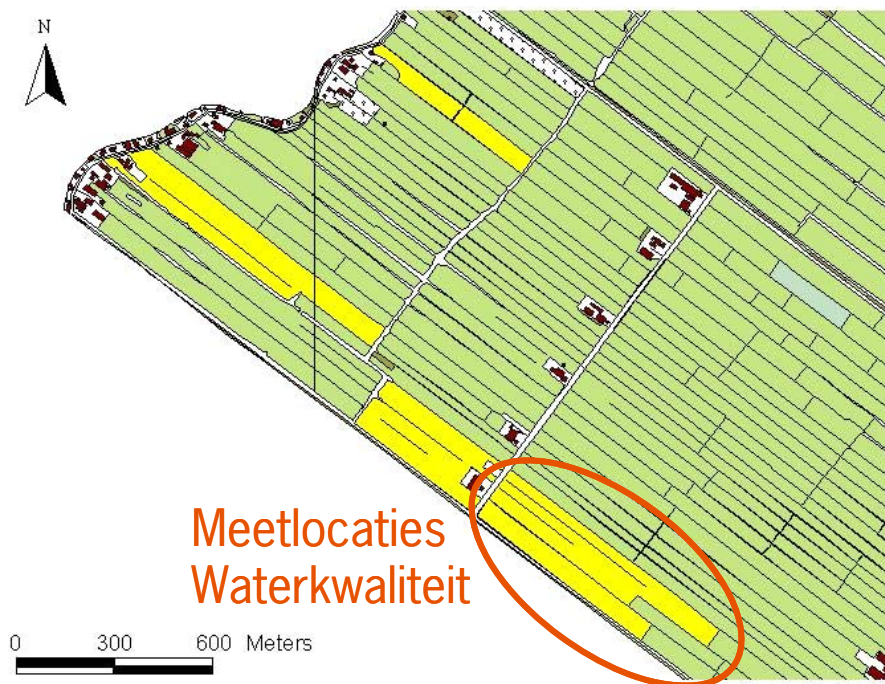
Het bedrijf Spruit ligt in Zegveld nabij Woerden midden in een open veenlandschap (Fig. 2.1). Het bedrijf bestond in 2004 uit ruim 37 ha grasland en heeft circa 80 stuks melkkoeien. Het melkquotum is ruim 500.000 liter. Sonneveld en Bouma (2005) geven verdere details betreffende het bedrijf en de bedrijfsvoering. Het grootste gedeelte van de bodem wordt geclassificeerd als een Koopveengrond. Koopveengronden hebben een goed veraarde kleiige en moerige (organische stofrijke) bovengrond; in de ondergrond bevindt zich veraard (omgezet) en niet veraard veen (bosveen en rietzeggeveen). Alle percelen van het bedrijf zijn voorzien van drains op een diepte van circa 60 cm-mv en de drains liggen altijd onder water en zorgen voor de infiltratie van slootwater in droge perioden en de drainage van water in perioden met een neerslagoverschot. De percelen liggen vlak en hebben geen greppels. Een deel van de percelen wordt door onderbemaling op een lager peil gehouden dan het polderpeil.



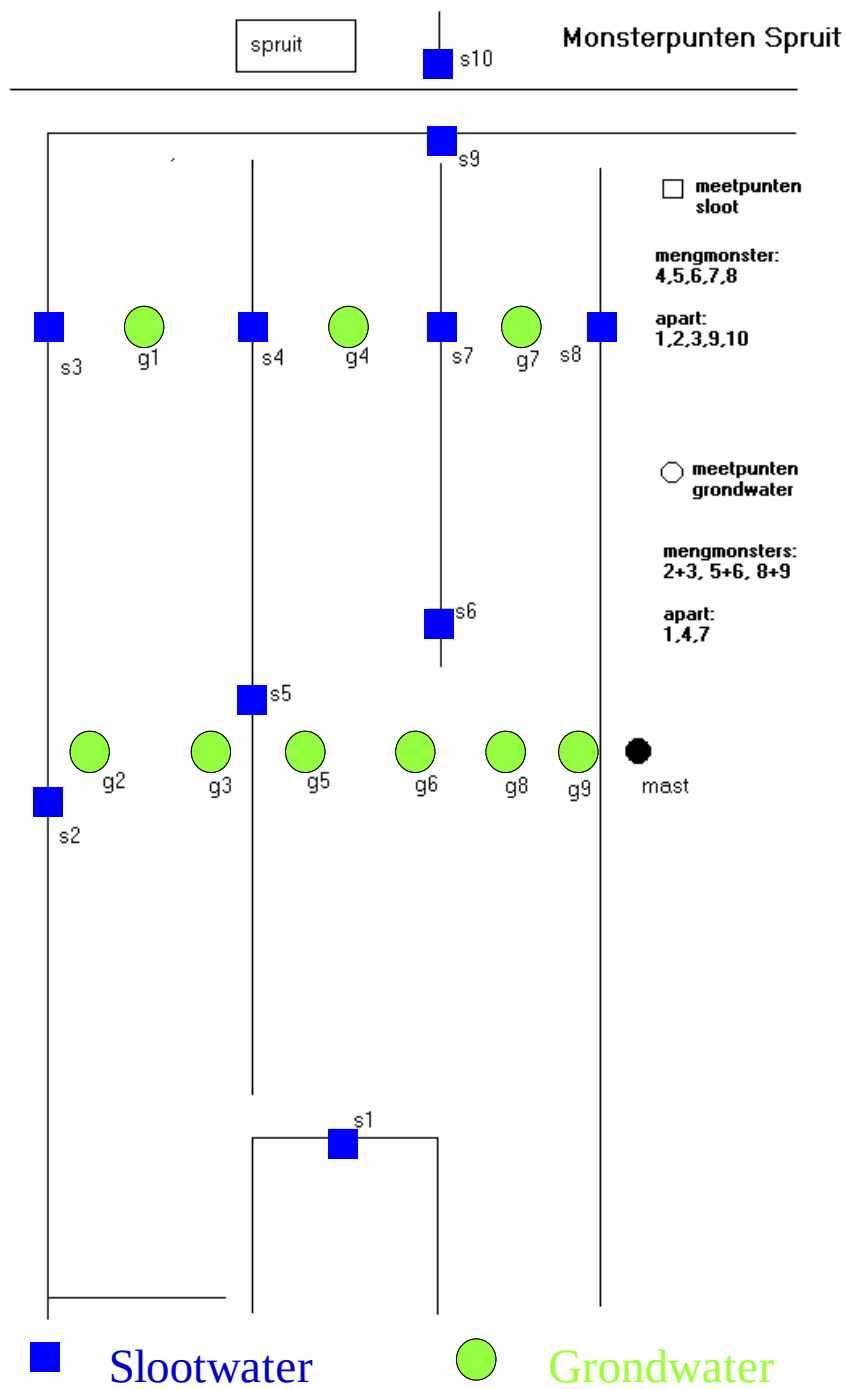
Figuur 2.1 Ligging bedrijf Spruit in Zegveld (Utrecht), nabij Woerden

2.2 Meetpunten op proefpercelen Spruit

De percelen van het bedrijf Spruit waarop de waterkwaliteitsmetingen zijn verricht zijn gekozen in samenspraak met de andere projectdeelnemers. Dit waren de percelen waarop ook de experimenten met het bovengronds uitrijden van mest werden uitgevoerd. Het betreft enkele percelen aan de zuidwestzijde van het bedrijf (Fig. 2.2). In Figuur 2.3 zijn in meer detail de posities van de meetlocaties aangeven van de meetbuizen voor slootwater- en grondwaterkwaliteit. Het aantal meetpunten is zo gekozen dat er een goede ruimtelijke spreiding van de meetpunten over het te onderzoeken gebied was en de analysekosten binnen een redelijk budget bleven. Om analysekosten te reduceren werden van sommige meetlocaties de monsters samengevoegd en werd alleen aan het mengmonster een analyse verricht.



Figuur 2.2 Ligging van de onderzochte percelen van het bedrijf Spruit



Figuur 2.3 Overzicht van de locaties van de meetpunten voor slootwater (=oppervlaktewater) en grondwater op de onderzochte percelen van het bedrijf Spruit

2.3 Meetmethoden

2.3.1 Bodem

Er zijn op 22 juni 2004, 27 december 2004, 27 april 2005 bodembemonsteringen uitgevoerd om een indruk te krijgen van de bodemnutriëntentoestand. Van alle percelen is één mengmonster gemaakt voor de diepte-intervallen 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 en 80-100 cm. Dit mengmonster bestond uit 10 steken met een gutsboor per perceel. Aan dit mengmonster zijn de volgende eigenschappen gemeten op basis van hoeveelheid droge stof: NO_3 , NH_4 , N-totaal, Pw, en P-Al.

2.3.2 Grondwater

Het grondwater werd bemonsterd in geperforeerde PVC-buizen die tot een diepte van 150 cm onder het maaiveld zijn geplaatst. Direct voorafgaand aan elke bemonstering van de grondwaterkwaliteit werd het grondwaterpeil gemeten. Bij een bemonstering werd eerst de bovenste 50 cm van het grondwater uit de buis gepompt. Na ca. 1 uur is de buis weer gevuld met vers water en werd de bovenste 50 cm van het grondwater bemonsterd. Omdat we in het algemeen met fluctuerende grondwaterstanden te maken hadden, geldt op elk bemonsteringstijdstip een andere bemonsteringsdiepte overeenkomend met de actuele grondwaterstand. Het grondwatermonster werd binnen 12 uur naar het laboratorium gebracht en daar koel bewaard en vervolgens geanalyseerd op: NO_3 , NH_4 , totaal-N, PO_4 , totaal-P en Cl.

Van enkele monsters werd een mengmonster gemaakt, waarbij het mengmonster werd samengesteld uit gelijke volumina water uit de desbetreffende grondwaterstandsbuizen. De bemonsteringen werden uitgevoerd na circa 30 mm neerslag-overschot of maandelijks als het een droge periode was. Er werd telkens een mengmonster gemaakt van de monsters afkomstig uit grondwaterbuizen 2 en 3 (2-3G); 5 en 6 (5-6 G); en 8 en 9 (8-9G) (Fig. 2.3).

2.3.3 Sloopwater

Het sloopwater werd bemonsterd in geperforeerde PVC-buizen die tot in de sloopbodem waren geplaatst. Direct voor elke bemonstering van de sloopwaterkwaliteit werd het sloopwaterpeil gemeten. Bij een bemonstering werd eerst de bovenste 50 cm van sloopwater uit de buis gepompt. Na ca. 10 seconden is de buis weer gevuld met vers water en werd de bovenste 50 cm van het sloopwater bemonsterd. Het sloopwatermonster werd binnen 12 uur naar het laboratorium gebracht en daar koel bewaard en vervolgens geanalyseerd op: NO_3 , NH_4 , totaal-N, PO_4 , totaal-P en Cl.

Van enkele monsters werd een mengmonster gemaakt, waarbij het mengmonster werd samengesteld uit gelijke volumina water uit de desbetreffende sloopwaterstandsbuizen. Er werd telkens een mengmonster gemaakt van de monsters afkomstig uit sloten 4 t/m 8 (4-8 S) (Figuur 2.3).

2.3.4 Chemische bepalingen

Voor de details van de chemische bepalingen in de water- en bodemonsters wordt verwezen naar de standaardwerkvoorschriften van Alterra-kwaliteitshandboek Laboratoria (2004) voor de watermonsters en naar Houba *et al.* (1997) voor de bepalingen in grond. Alle stikstofanalyses (NO_3 , NH_4 , totaal-N) werden binnen 24 uur na bemonstering uitgevoerd. Bij de N-totaal-concentratiemetingen in het oppervlaktewater is gebruik gemaakt van de “Shimatzu-methode” (Alterra Standaardwerkvoorschrift E1408) , waarbij de detectielimiet 2,0-2,2 mg N/l was; lagere concentraties werden ook bepaald maar hebben een lagere betrouwbaarheid. Voor P-totaal-concentratiemetingen was de detectielimiet 0,02 mg P/l; ook hier konden lagere waarden bepaald worden, echter eveneens met een lagere betrouwbaarheid. In onze latere analyse en interpretaties zijn deze gemeten lage waarden als beste schatting voor de werkelijke waarde meegenomen. Het verdient echter aanbeveling voor N-totaal in oppervlaktewater een gevoeligere meetmethode te kiezen om onder de 2,2 mg N/l nauwkeurigere resultaten te verkrijgen. Deze 2,2 mg/l komt toevallig precies overeen met de huidige MTR-waarde in oppervlaktewater.

3 Monitoring op proefpercelen 2004-2006

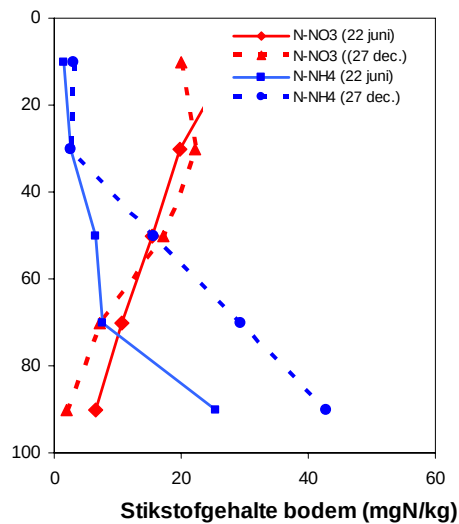
3.1 Nutriëntentoestand in de bodem

De nutriëntengehalten in de bodem zijn als functie van de diepte (onder het bodemoppervlak) weergegeven in Figuur 3.1. De nitraat-stikstof ($\text{NO}_3\text{-N}$)-gehalten nemen af en ammonium-stikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$)-gehalten nemen toe met de diepte. Het nitraatprofiel is karakteristiek voor veengronden en wordt verklaard door een hoge mineralisatie, waarbij nitraat wordt gevormd, in de zuurstofrijke bovengrond en een hoge denitrificatie, waarbij nitraat verdwijnt, in de diepere lagen waar weinig zuurstof is. Ammonium kan in de bovengrond snel worden omgezet in nitraat waardoor de gehalten relatief laag blijven; in de zuurstofarme ondergrond is dit niet het geval, waardoor we daar relatief hoge NH_4 -gehalten vinden. De bronnen van stikstof zijn vooral de reeds aanwezige organische stof in het veen en de organische en minerale stikstof die met bemesting is opgebracht.

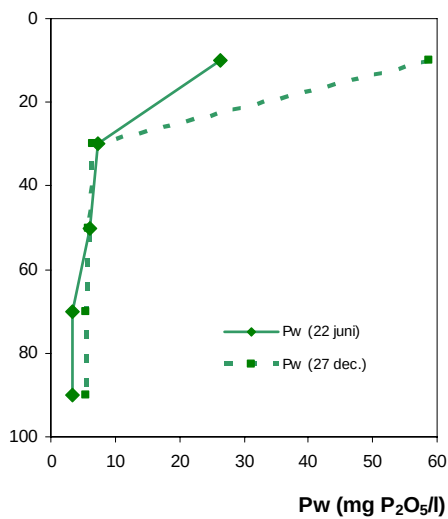
De fosfaattoestand van de bodem voor grasland kan worden gekarakteriseerd met het P-Al. Voor de percelen van het bedrijf Spruit varieert P-Al van 14 tot 25 (mg P / 100 g grond), wat een voldoende fosfaattoestand aangeeft.

P-water-getal (Pw), dat een landbouwkundige maat is voor het in water oplosbaar fosfaat (mg P_2O_5 /l). In de bovengrond (0-20 cm) is $\text{Pw} = 30\text{-}60$ (mg P_2O_5 /l); met de diepte neemt de Pw af, wat aangeeft dat er minder beschikbaar P aanwezig is. Opvallend is de toename van Pw in de bovengrond in december 2004. De bron van het P in de bovengrond is vooral bemesting.

Diepte (cm)

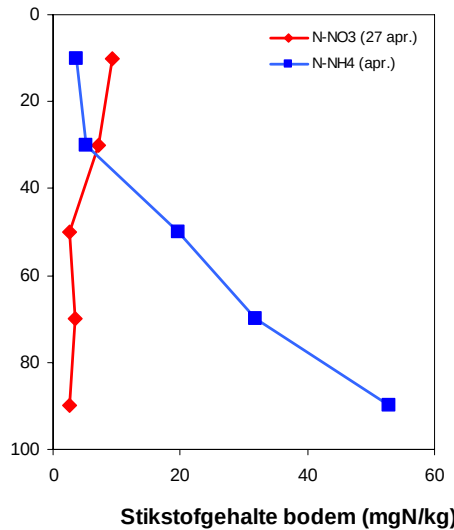


Diepte (cm)

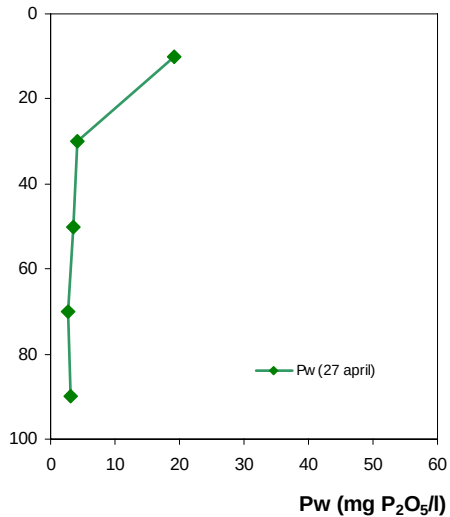


2004

Diepte (cm)



Diepte (cm)



2005

Figuur 3.1 Nutriëntentoestand in de bodem op 22 juni 2004, 27 december 2004 en 27 april 2005 als functie van de diepte.

Links: Nitraat-stikstof ($\text{NO}_3\text{-N}$) en ammonium-stikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$)-gehaltes

Rechts: Pw ($\text{mg P}_2\text{O}_5/\text{l}$), als maat voor wateroplosbaar fosfaat

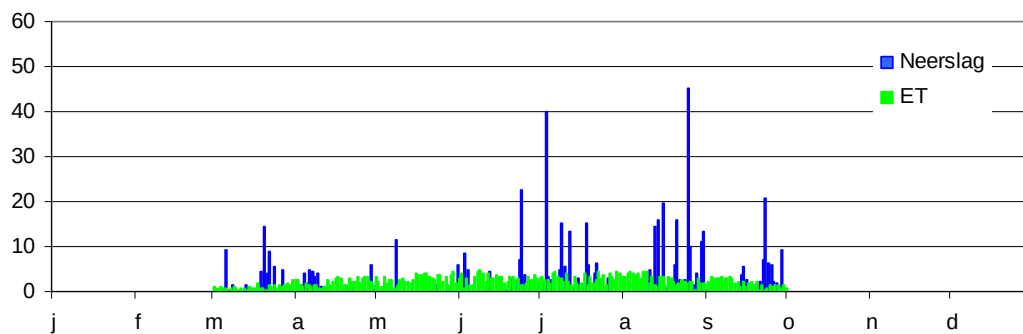
3.2 Weersomstandigheden

De neerslag is gemeten op het nabijgelegen proefbedrijf Zegveld; de evapotranspiratie is een schatting voor de som van de gewasverdamping (transpiratie) en bodemverdamping (evaporatie) voor grasland volgens de Makkink-methode voor het KNMI-station De Bilt.

Voor de periode vanaf 1 maart tot 1 oktober zijn in Figuur 3.2a de neerslag en evapotranspiratie op dagbasis weergegeven, om zo het groeiseizoen te karakteriseren. Het verloop van het cumulatieve neerslagoverschot (neerslag – evapotranspiratie) in 2004 (Figuur 3.2b) geeft aan dat er in de maanden april, mei, juni een licht neerslagtekort is en dat de bodem uitdroogt. Vanaf juli neemt het neerslagoverschot weer toe. De cumulatieve neerslag in de beschouwde periode was 548 mm en de cumulatieve evapotranspiratie was 502 mm. Dit resulteert in een netto infiltratie van 46 mm aan het bodemoppervlak in deze periode. Het groeiseizoen 2004 was niet extreem droog of nat, maar had gematigde weersomstandigheden.

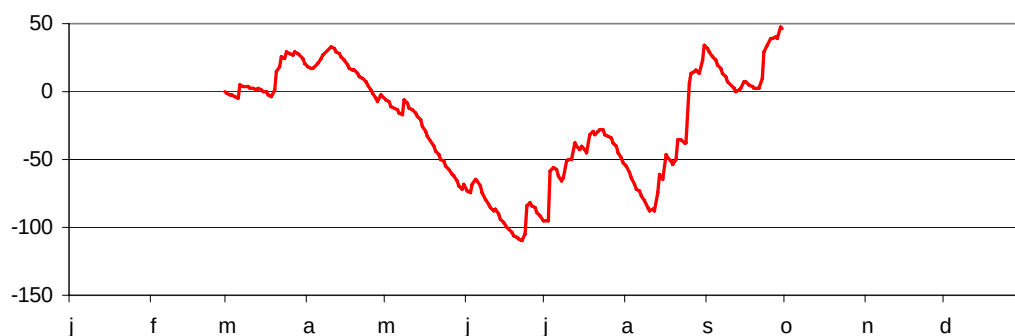
Neerslag N en Evapotranspiratie ET (mm/d)

a



Cumulatieve neerslagoverschot N - ET (mm)

b



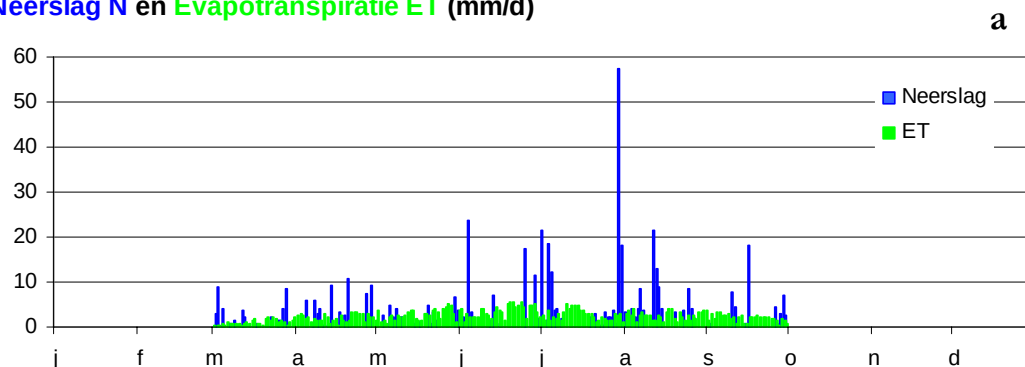
Maand 2004

Figuur 3.2 Weersgegevens van 1 maart t/m 30 september 2004:

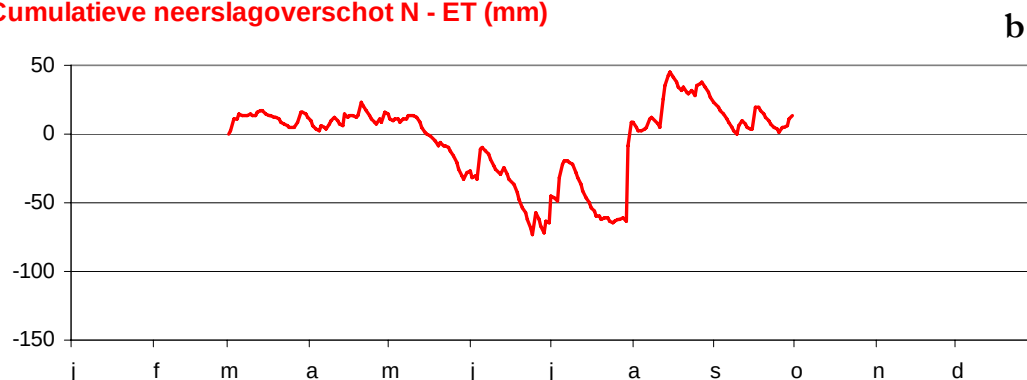
- a) Neerslag (proefbedrijf Zegveld) en evapotranspiratie (KNMI-De Bilt) op dagbasis*
- b) Cumulatief neerslagoverschot*

Het verloop van het cumulatieve neerslagoverschot (neerslag – evapotranspiratie) in 2005 (Figuur 3.3b) geeft aan dat er in de maanden maart en april, een licht neerslagoverschot was en dat vanaf mei de bodem uitdroogde. Op 30 juli viel 57 mm neerslag, waarmee een erg natte periode begon. De cumulatieve neerslag in de beschouwde periode was 525 mm en de cumulatieve evapotranspiratie was 511 mm. Dit resulteert in een netto infiltratie van 24 mm aan het bodemoppervlak in deze periode. We hadden in 2005 met een vrij gemiddeld groeiseizoen, met een erg natte perioden in juli en augustus.

Neerslag N en Evapotranspiratie ET (mm/d)



Cumulatieve neerslagoverschot N - ET (mm)

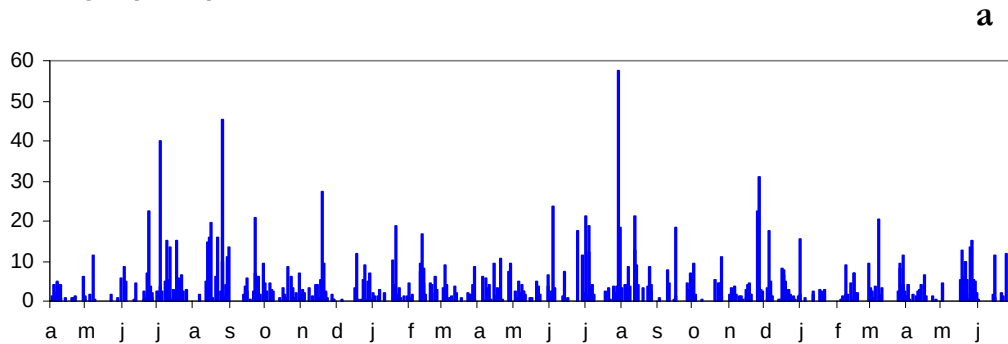


Figuur 3.3 Weersgegevens van 1 maart t/m 30 september 2005:

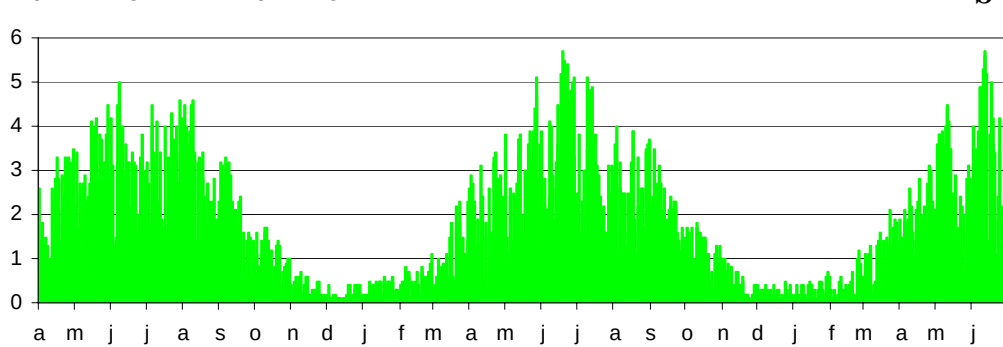
- a) Neerslag (proefbedrijf Zegveld) en evapotranspiratie (KNMI-De Bilt) op dagbasis
- b) Cumulatief neerslagoverschot

Voor de af- en uitspoeling van nutriënten is ook de periode na het groeiseizoen van belang (= “uitspoelseizoen”), aangezien in deze periode met weinig grasgroei en verdamping er in het algemeen een groot neerslagoverschot ontstaat. Uit Figuur 3.4c blijkt ook dat vooral in het uitspoelseizoen er een groot neerslagoverschot is.

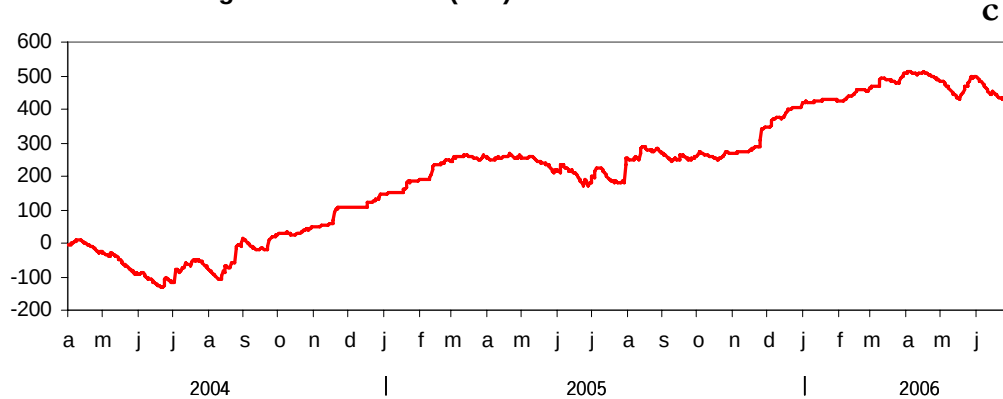
Neerslag N (mm/d)



Evapotranspiratie ET (mm/d)



Cumulatief neerslagoverschot N - ET (mm)



Datum

Figuur 3.4 Weersgegevens van 1 april 2004 t/m 30 juni 2006:

- a) Neerslag (proefbedrijf Zegveld)*
- b) Evapotranspiratie op basis van de referentieverdamping (KNMI-De Bilt)*
- c) Cumulatief neerslagoverschot*

Voor de periode 1 oktober 2004 t/m 31 maart 2005 is dit neerslagoverschot 229 mm en voor de periode 1 oktober 2005 t/m 31 maart 2006 is dit neerslagoverschot 236 mm. De totale cumulatieve neerslag in 2004 was 889 mm en in 2005 was dit 866 mm. Zowel de het neerslagoverschot in het uitspoelseizoen als de totale neerslag in de jaren 2004-2006 zijn vergelijkbaar. De verdeling van de neerslag en het optreden van natte perioden in het veld kunnen sterk verschillen en hebben een grote invloed op de bedrijfsvoering van het melkveebedrijf en kunnen grote gevolgen hebben voor de nutriëntenverliezen naar grond- en oppervlaktewater. Het onderzoek van deze processen was geen doel van dit project. De hier gepresenteerde weersgegevens gebruiken we alleen om te beoordelen of er grote hydrologische verschillen tussen de meetjaren zijn opgetreden. Dit is niet het geval.

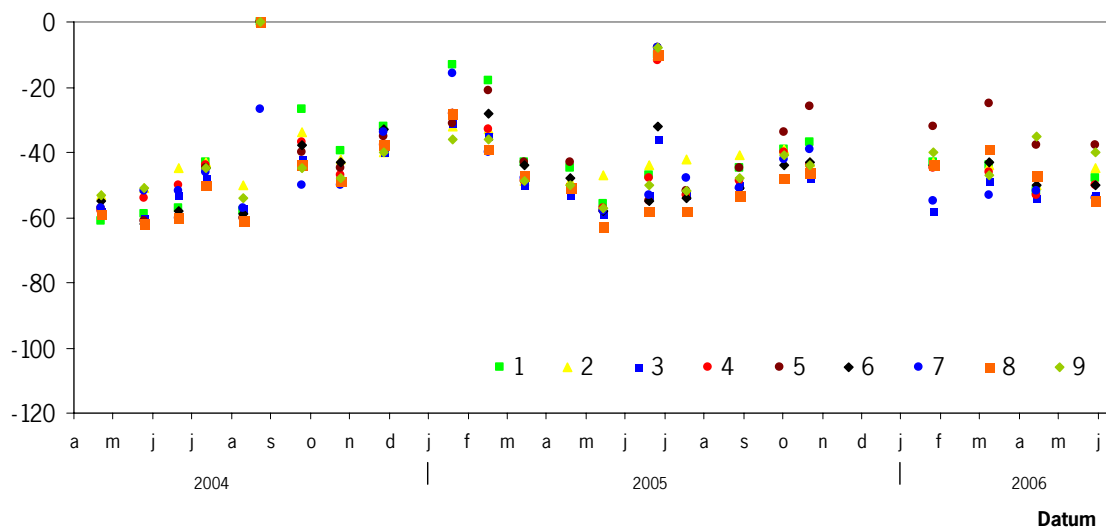
3.3 Grondwater- en oppervlaktewaterstanden

Op het moment van bemonstering van grond- en oppervlaktewater zijn tegelijkertijd de grond- en oppervlaktewaterstanden gemeten. De grondwaterstand is uitgedrukt in cm ten opzichte van de lokale maaiveldhoogte. Figuur 3.5 laat zien dat binnen het bedrijf Spuit grote verschillen in grondwaterstanden op een bepaald tijdstip optreden. Deze verschillen hebben enerzijds te maken met de afstand tot de sloot en/of de afstand tot onderwaterdrains en anderzijds met verschillen in drooglegging tussen de percelen. Ook verschillen in maaiveldhoogte bepalen een deel van de variatie, maar de percelen van het bedrijf Spruit worden visueel als relatief vlak beoordeeld, wat mede een gevolg kan zijn van de reeds lang bestaande onderwaterdrainage.

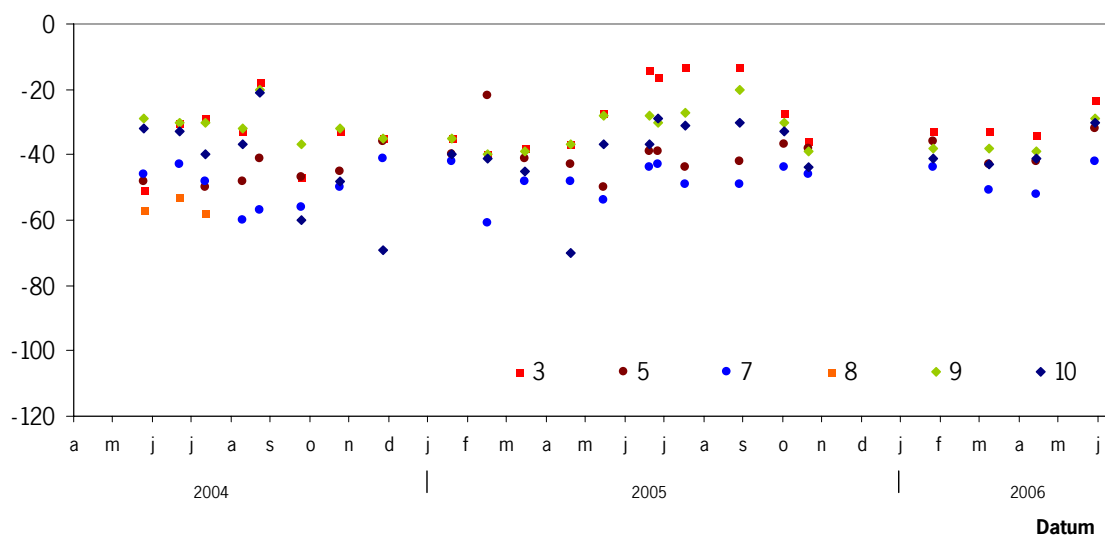
Figuur 3.6 geeft een indruk van de variatie in slootwaterstanden op het bedrijf. De slootwaterstanden zijn in deze figuur uitgedrukt ten opzichte van het gemiddelde niveau van het maaiveld gemeten bij alle grondwaterstandsbuizen.

De grondwaterstanden en slootwaterstanden zijn momentopnamen op het tijdstip van bemonstering, en geven aan dat er ondanks het streven naar constante oppervlaktewaterpeilen een grote dynamiek is en dat er zeer natte omstandigheden kunnen optreden, zoals in augustus 2004, waarbij het grondwater soms op het maaiveld staat. Dit soort gebeurtenissen kan grote gevolgen hebben voor de uit- en afspoeling van nutriënten.

Grondwaterstand t.o.v. lokale maaiveld (cm)



Slootwaterstand t.o.v. hoogste punt maaiveld (cm)



Figuur 3.5 Grond- en oppervlaktewaterstanden zoals gemeten op de bemonsteringstijdstippen in de periode 1 april 2004 t/m 30 juni 2006

3.4 Grondwaterkwaliteit

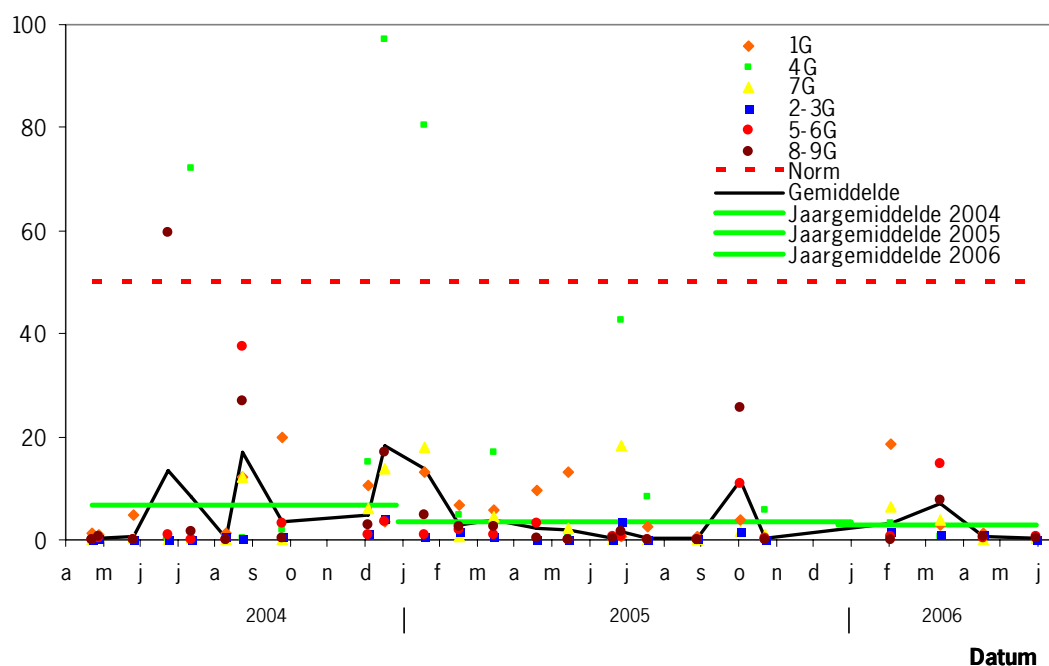
De meetresultaten van de nitraat-, ammonium-, en totaal-stikstofconcentraties zijn weergegeven in respectievelijk de Figuren 3.6, 3.7, en 3.8. Voor de nitraatconcentratie is ook het rekenkundig gemiddelde per kalenderjaar berekend. Bij het berekenen van het gemiddelde zijn mengmonsters die afkomstig zijn van verschillende grondwaterbuizen zwaarder meegewogen. De mengmonsters van buizen 2-3G, 5-6G, 8-9G wegen twee maal zo zwaar mee bij het berekenen van het gemiddelde dan de monsters van de individuele buizen.

De gemiddelde nitraatconcentratie ligt in het gemeten gedeelte van 2004 met 6,7 mg NO_3/l ; en met 3,0 mg NO_3/l in 2005 zeer ruim onder de norm van 50 mg NO_3/l (Fig. 3.6). De meetwaarden zijn in het algemeen zeer laag met af en toe een uitschieter tot boven de norm. In het gemeten deel van 2006 is de gemiddelde nitraatconcentratie van 2,8 mg NO_3/l erg laag.

De gemiddelde ammoniumconcentratie in gemeten deel van 2004 is 3,9 mg NH_4/l (Fig. 3.7). De gemiddelde ammoniumconcentratie in 2005 ligt met 3,0 mg NH_4/l in dezelfde orde van grootte als die in 2004; opvallend zijn de uitschieters in juli 2005 (Fig. 3.7). In het gemeten deel van 2006 is de gemiddelde ammoniumconcentratie 1,3 mg NH_4/l .

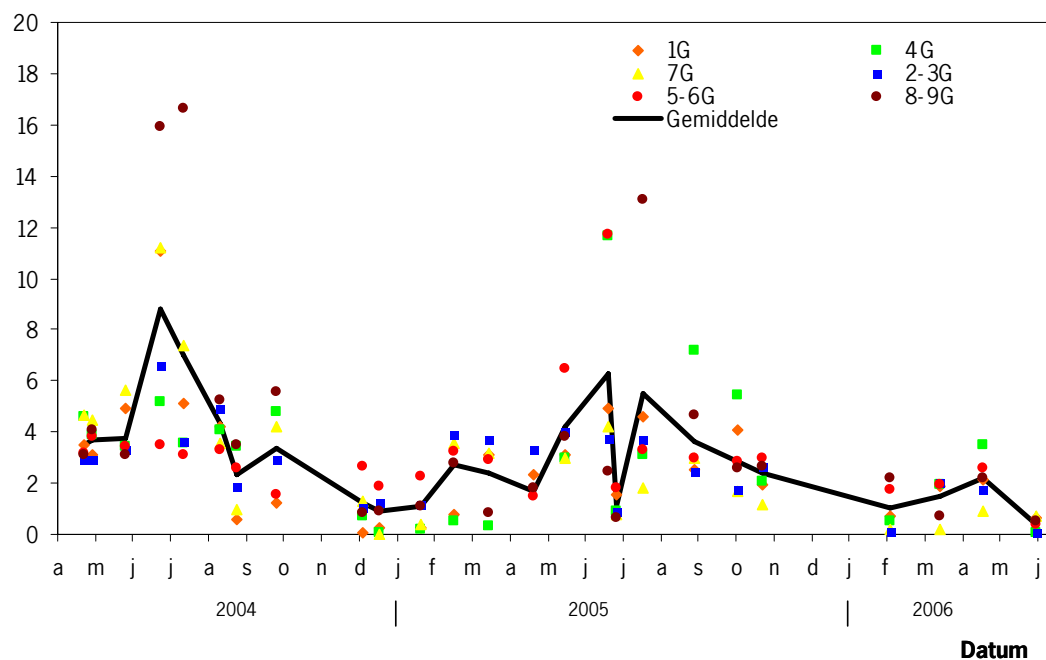
De gemiddelde concentratie van totaal stikstof in meetperiode 2004-2006 is zo'n 7 mg N/l, en de metingen laten in de zomer een lichte stijging zien van deze concentratie (Fig. 3.8).

Nitraat in grondwater (mg NO₃/l)



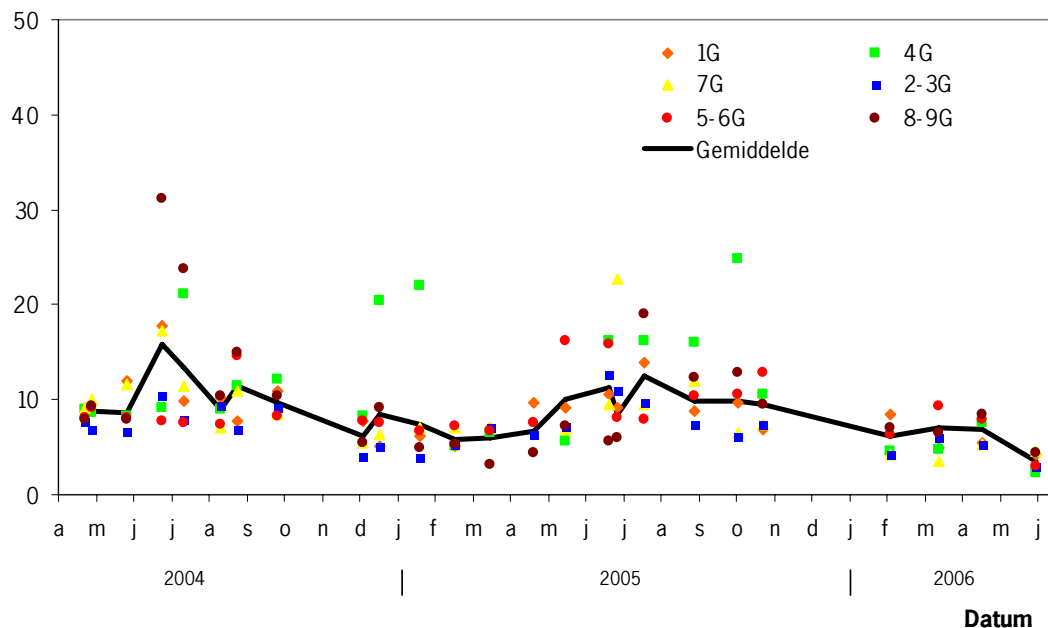
Figuur 3.6 Nitraatconcentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen), de gewogen gemiddelde nitraatconcentratie over het zomerhalfjaar en de EU-nitraatnorm

Ammonium in grondwater (mg NH₄/l)



Figuur 3.7 Ammoniumconcentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde ammoniumconcentratie

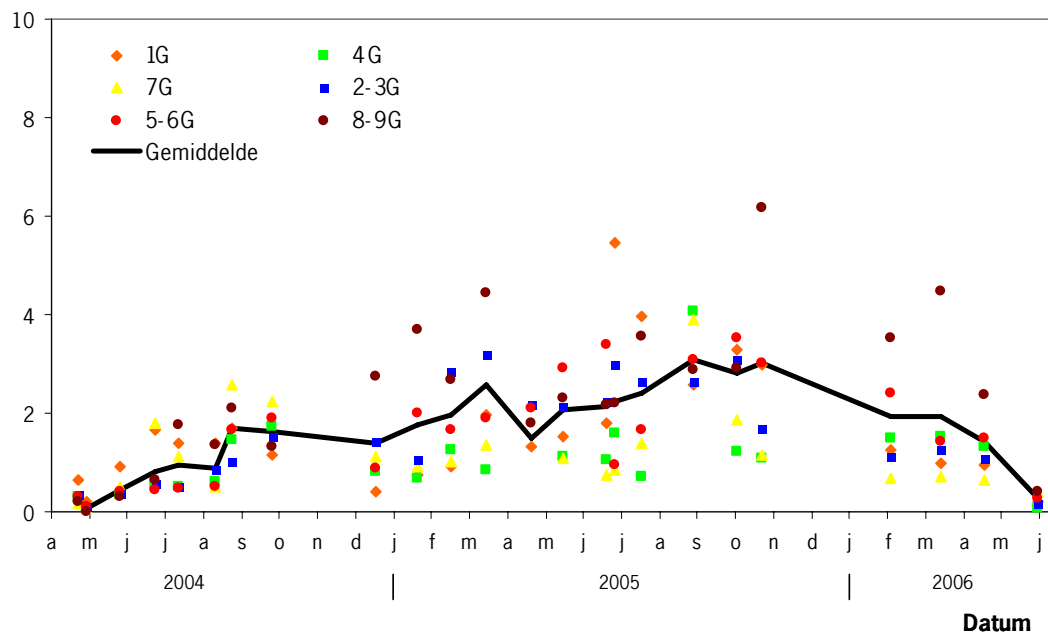
Totaal stikstof in grondwater (mg N/l)



Figuur 3.8 Totaal stikstofconcentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde totaal stikstofconcentratie

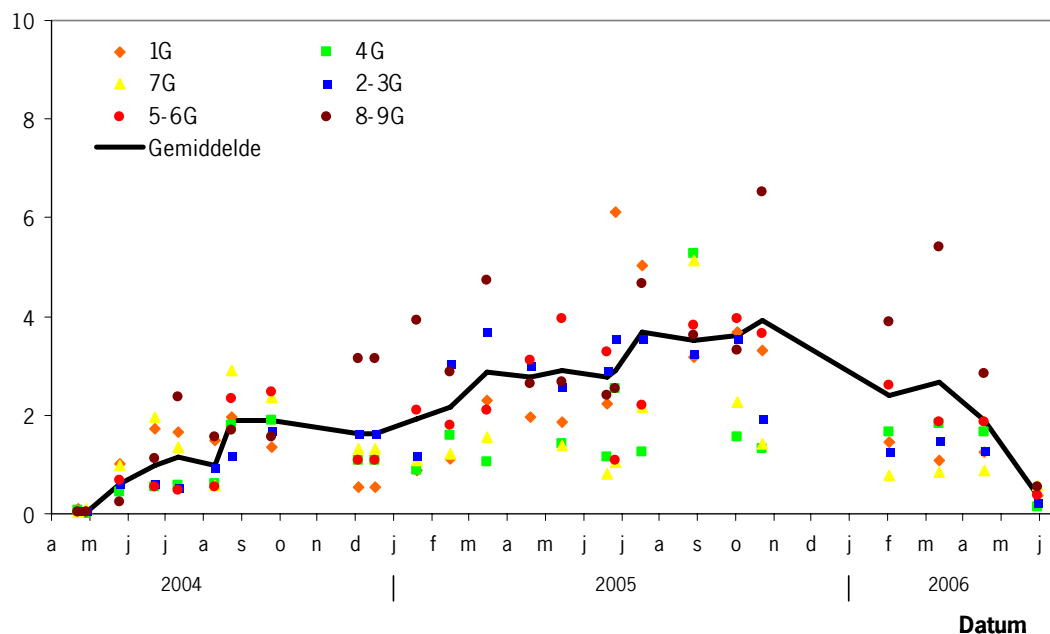
Het verloop en de absolute grootte van de fosfaat- en fosforconcentraties in het grondwater zijn vergelijkbaar (Figuren 3.9 en 3.10), waaruit blijkt dat het grootste gedeelte van de fosfor in fosfaatvorm aanwezig is. De gemiddelde concentraties laten een toename zien tot ongeveer november 2005, waarna de concentraties weer afnemen. Er is geen jaarlijkse periodiciteit te herkennen.

Fosfaat in grondwater (mg PO₄-P/l)



Figuur 3.9 Fosfaatconcentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde PO₄-P-concentratie

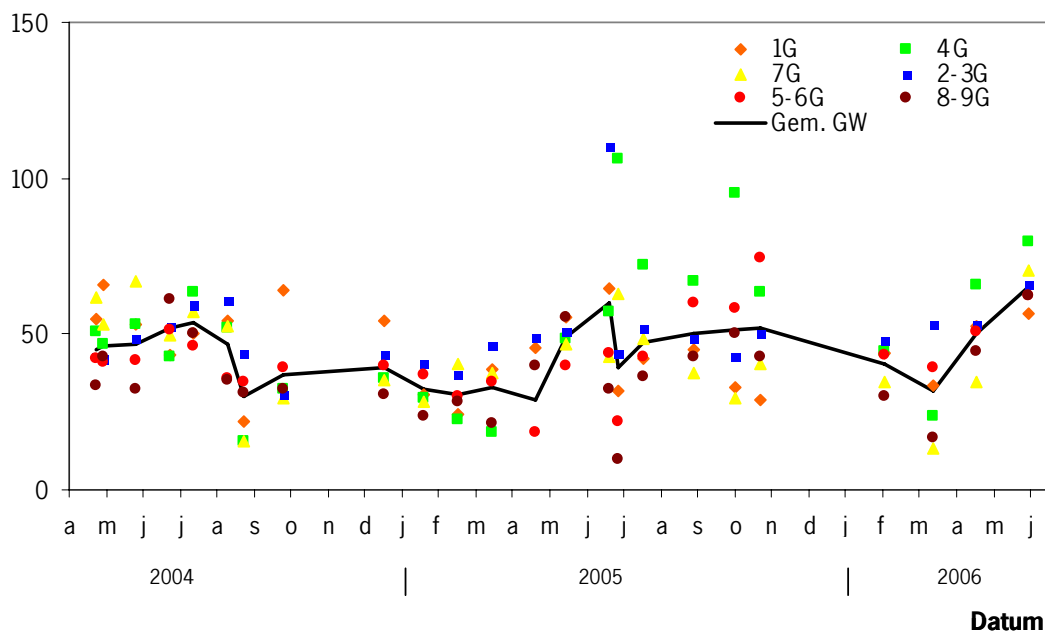
Fosfor in grondwater (mg P/l)



Figuur 3.10 Totaal-fosforconcentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde totaal P-concentratie

De chlorideconcentratie in het grondwater laat lichte variaties zien (Fig. 3.11) rond een gemiddelde waarde van 44 mg Cl/l.

Chloride in grondwater (mg Cl/l)



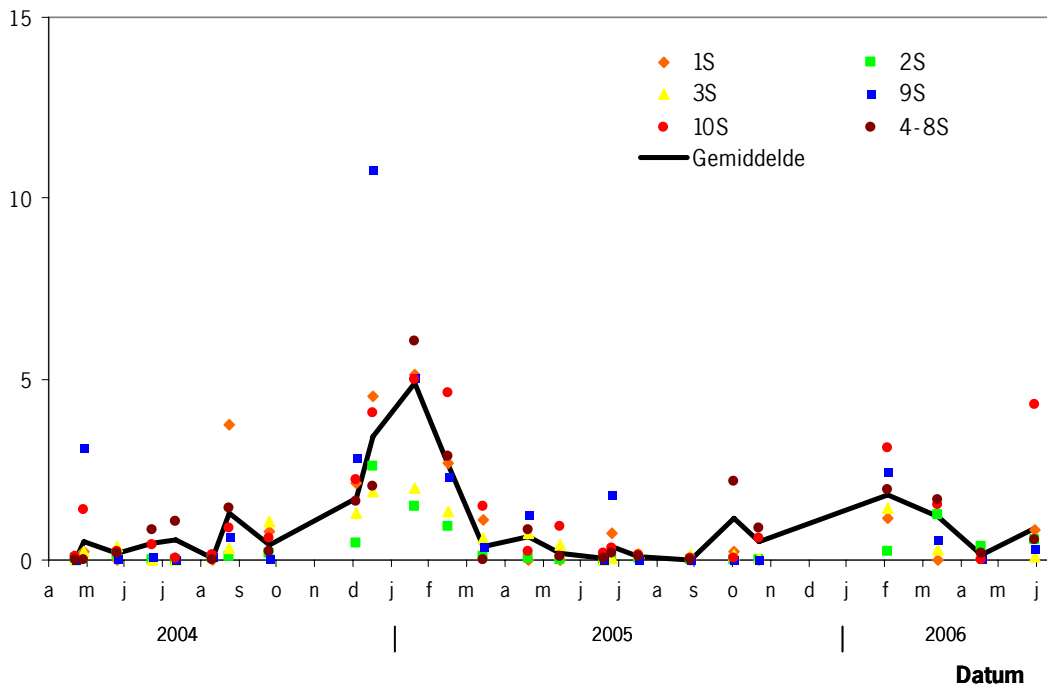
Figuur 3.11 Chloride-concentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde Cl-concentratie

3.5 Oppervlaktewaterkwaliteit

De nitraatconcentraties in het slootwater zijn laag (Fig. 3.12). De ammoniumconcentratie in het slootwater levert een grote bijdrage aan de N-totaal in het slootwater (Fig. 3.13 en 3.14). De meetresultaten van de totale stikstofconcentraties in oppervlaktewater zijn weergegeven in de Figuur 3.14. Voor deze concentraties zijn ook de gemiddelden voor het zomerhalfjaar berekend. Bij het berekenen van het gemiddelde zijn mengmonsters die afkomstig zijn van verschillende grondwaterbuizen zwaarder meegewogen. De mengmonsters van posities 4-8S wegen viermaal zo zwaar mee bij het berekenen van het gemiddelde dan de individuele monsters.

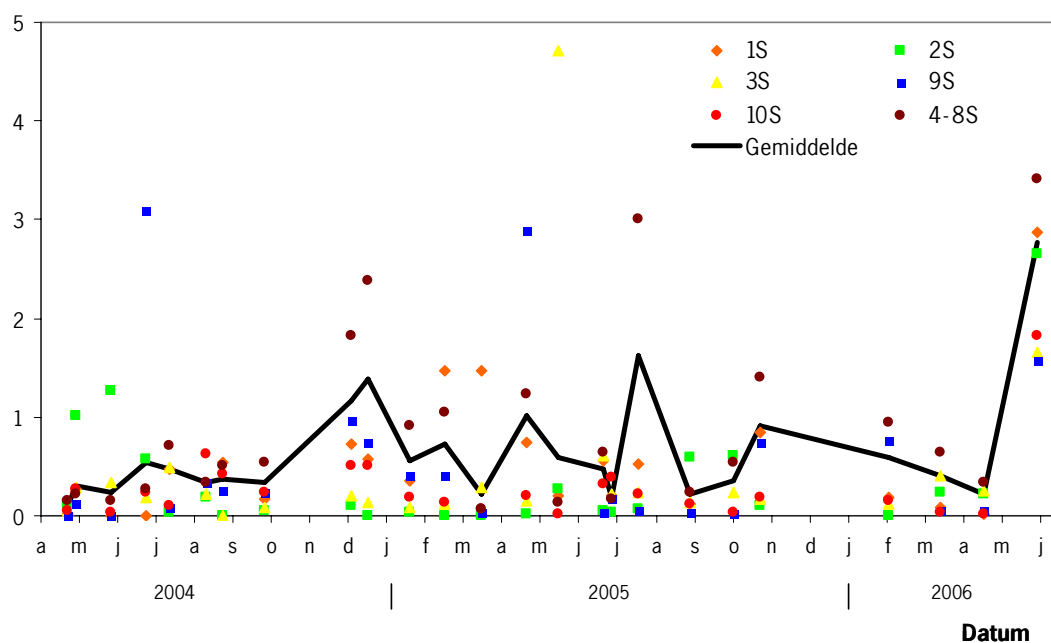
De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie in 2004 ligt met 2,3 mg N/l iets boven de norm van 2,2 mg N/l (Fig. 3.14). De meetwaarden in het zomerhalfjaar 2004 zijn vrij constant. De zomerhalfjaargemiddelde stikstofconcentratie in 2005 ligt met 3,4 mg N/l ruim boven de norm van 2,2 mg N/l (Fig. 3.14). De meetwaarden in het zomerhalfjaar 2005 hebben een grote variatie. In het zomerhalfjaar 2006 zijn maar 2 metingen verricht met een gemiddelde waarde van 6,6 mg N/l; er kan echter geen gemiddelde voor het gehele zomerhalfjaar berekend worden. De N-totaal concentraties liggen aanmerkelijk hoger dan de ammoniumconcentraties, waaruit volgt dat er een aanzienlijke bijdrage van organische N is in de N-totaalconcentratie.

Nitraat in slootwater (mg NO₃/l)



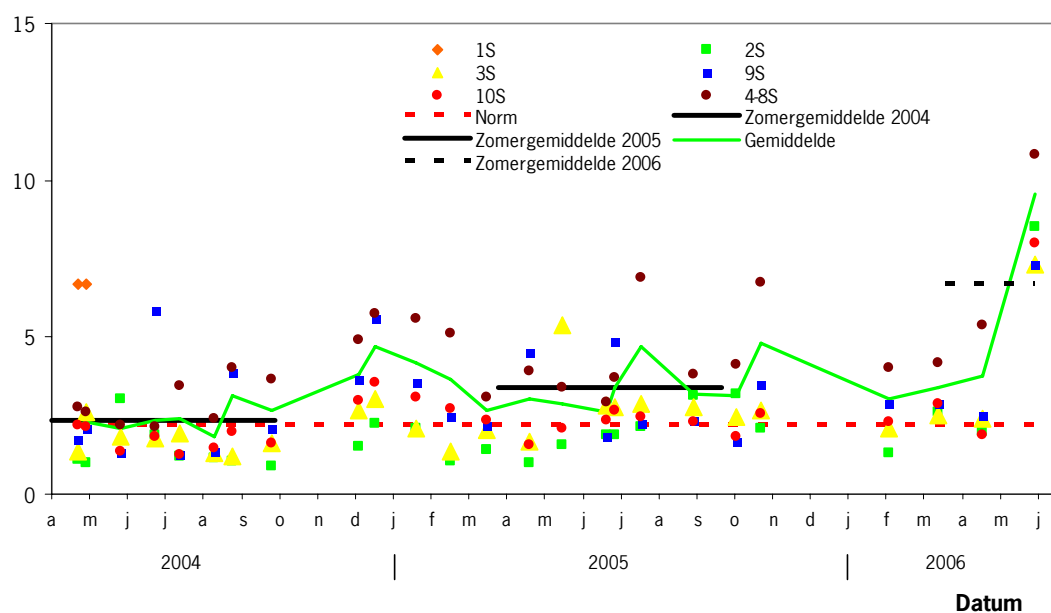
Figuur 3.12 Nitraatconcentraties in het oppervlaktewater gemeten op verschillende posities (symbolen) en de gewogen gemiddelde totaal NO₃-concentratie

Ammonium in slootwater (mg NH₄/l)



Figuur 3.13 Ammoniumconcentraties in het oppervlaktewater gemeten op verschillende posities (symbolen) en de gewogen gemiddelde totaal NH₄-concentratie

Totaal stikstof in slootwater (mg N/l)

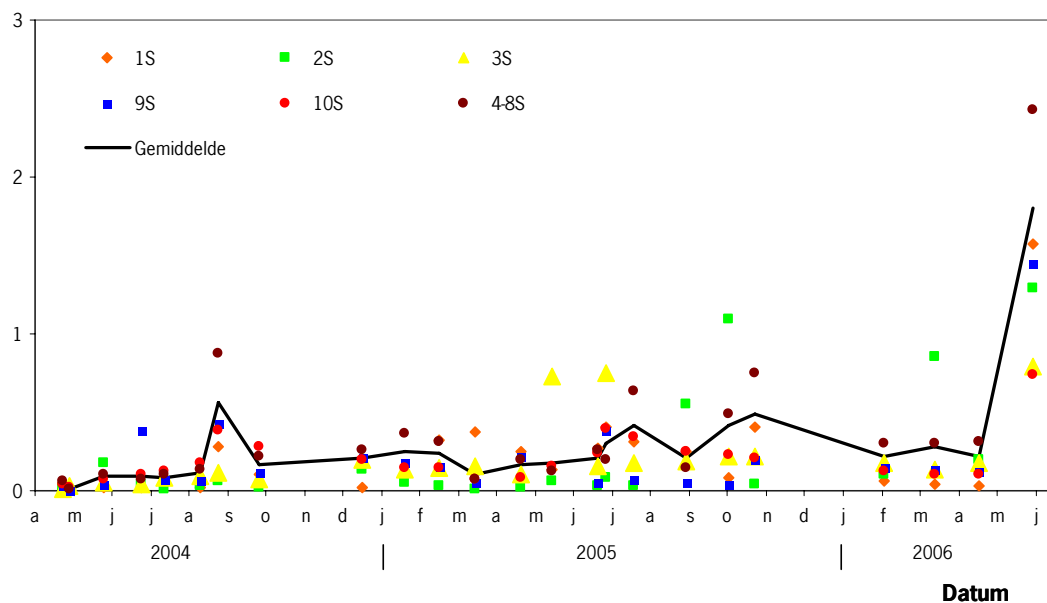


Figuur 3.14 Totaal stikstofconcentraties in het oppervlaktewater in 2004-2006 gemeten op verschillende posities (symbolen), de gewogen gemiddelde totaal stikstofconcentratie over het zomerhalfjaar en de MTR-norm

De gemiddelde fosforconcentratie in het zomerhalfjaar 2004 in het zomerhalfjaar 0,14 mg P/l ; net onder de norm van 0,15 mg P/l (Fig. 3.16). In de loop van de tijd zien we deze fosforconcentratie oplopen met enkele uitschieters in augustus 2004.

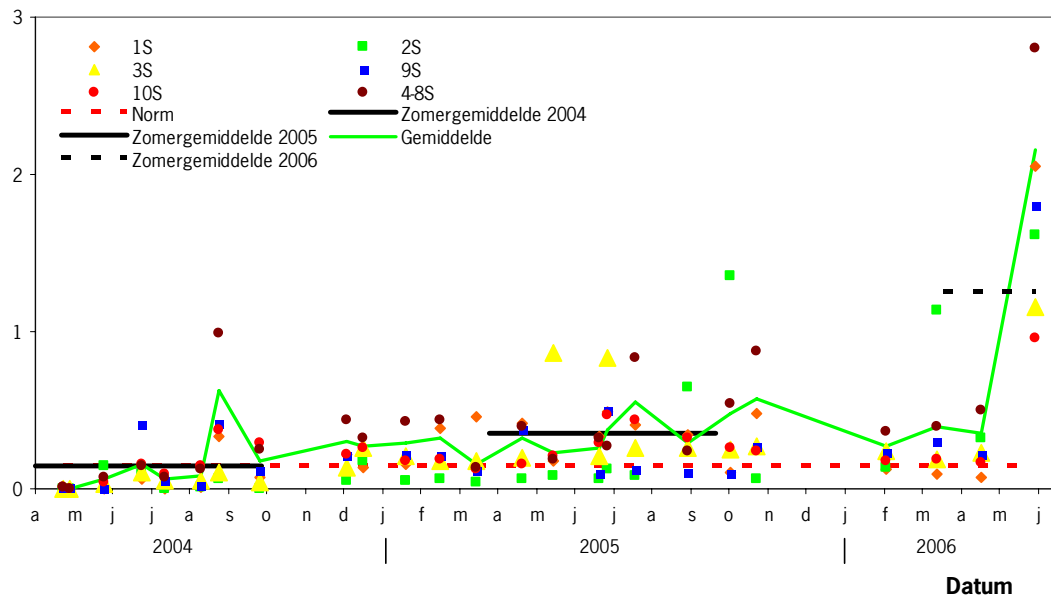
De gemiddelde fosforconcentratie in het zomerhalfjaar in 2005 is 0,35 mg P/l; ruim boven de norm van 0,15 mg P/l (Fig. 3.16). In de loop van de tijd zien we deze fosforconcentratie oplopen met een piek in augustus 2005. In het zomerhalfjaar 2006 zijn maar 2 metingen verricht met een gemiddelde waarde van 1,25 mg P/l; er kan echter geen gemiddelde voor het gehele zomerhalfjaar berekend worden. De P-totaal concentraties in 2006 liggen wel aanmerkelijk hoger dan de 0,15 mg P/l MTR-norm. De fosfaat-concentraties (Fig. 3.15) bepalen grotendeels het fosfor-gehalte in het slootwater. Dit houdt in dat er relatief weinig organisch fosfaat in het slootwater aanwezig is.

Fosfaat in slootwater (mg PO₄-P/l)



Figuur 3.15 Fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater gemeten op verschillende posities (symbolen) en de gewogen gemiddelde PO₄-P-concentratie

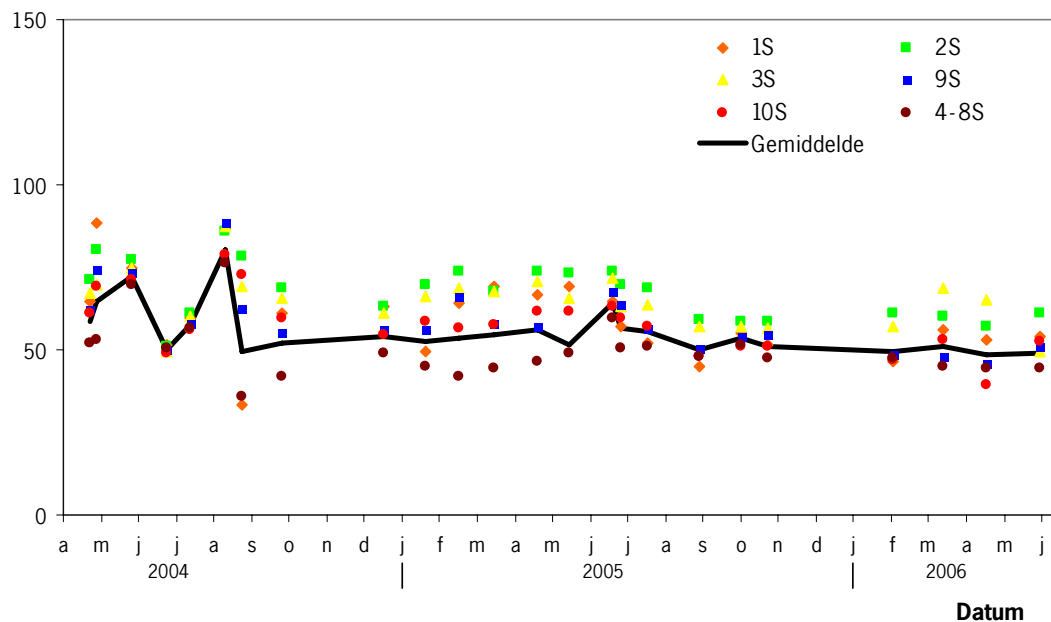
Totaal fosfor in slootwater (mg P/l)



Figuur 3.16 Fosforconcentraties in het oppervlaktewater gemeten op verschillende posities (symbolen) en de gewogen gemiddelde totaal P-concentratie

De chloride-concentratie in het slootwater laat lichte variaties zien (Fig. 3.17) rond een gemiddelde waarde van 56 mg Cl/l.

Chloride in slootwater (mg Cl/l)



Figuur 3.17 Chloride-concentraties in het oppervlaktewater gemeten op verschillende posities (symbolen) en de gewogen gemiddelde Cl-concentratie

3.6 Conclusies

Voor 2004 concluderen we dat voor de gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 6,7 mg NO₃/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstof-concentratie van 2,3 mg N/ l ligt juist boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosfor-concentratie van 0,14 mg P/ l ligt net onder de MTR-norm van 0,15 mg P/l

Voor 2005 concluderen we dat voor de gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 3,0 mg NO₃/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie van 3,4 mg N/ l ligt aanzienlijk boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie van 0,35 mg P/ l ligt ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg P/l

In 2006 zijn slechts 2 metingen in het zomerhalfjaar beschikbaar en kunnen we geen bruikbaar gemiddelde berekenen. Voor zowel N-totaal als P-totaal in het oppervlaktewater laten deze gegevens echter hoge concentraties zien.

4 Monitoring op bedrijfsschaal 2005-2006

4.1 Monitoring

4.1.1 Kaderrichtlijn Water

Sinds 22 december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht, die ertoe moet leiden dat in 2015 het oppervlaktewater van goede chemische en ecologische kwaliteit is. Vanaf 2009 moeten alle maatregelen worden genomen die nodig zijn om de doelen van de richtlijn te bereiken. De KRW is in eerste instantie bedoeld voor de grotere wateren zoals rivieren, kanalen, beken en boezems. De betekenis van de KRW voor melkveebedrijven in het veenweidegebied hangt af van de mate waarin de kwaliteit van het oppervlaktewater bij de huidige bedrijfsvoering voldoet aan de KRW-normen. Enerzijds betekent dit dat de belasting van nutriënten op het oppervlaktewater (vrachten in kg/ha/jaar) beperkt moet blijven; anderzijds dat er wellicht eisen gesteld worden aan de oppervlaktewaterkwaliteit binnen een bedrijf. Om te kunnen beoordelen of de oppervlaktewaterkwaliteit aan de KRW-normen voldoet, en om te kunnen beoordelen hoe oppervlaktewaterkwaliteit zich in de toekomst ontwikkelt ten aanzien van deze normen, is het noodzakelijk om de kwaliteit te monitoren. Een belangrijke vraag is welke monitoringstrategie moet worden gevolgd om de oppervlaktewaterkwaliteit betrouwbaar te toetsen aan de KRW-normen. Omdat de KRW-normen nog niet door de waterschappen zijn vastgesteld, wordt in deze verkennende analyse uitgegaan van de MTR-waarden die in het vierde Natuur- en Milieubeleidsplan worden genoemd voor een goede ecologische waterkwaliteit (MTR=maximaal toelaatbaar risico): de gemiddelde concentratie in het zomerhalfjaar mag voor N-totaal maximaal 2,2 mg/l zijn en voor P-totaal maximaal 0,15 mg/l.

4.1.2 Doel van de monitoringsstrategie

Het doel is om een strategie te ontwerpen waarmee betrouwbaar getoetst kan worden of de kwaliteit van het oppervlaktewater bij melkveebedrijven in het veenweidegebied voldoet aan normen. Monitoring met als doel de toestand aan normen te toetsen, bijvoorbeeld om te beoordelen of maatregelen effect hebben, wordt in de Kaderrichtlijn Water operationele monitoring genoemd. We hebben scherpe definities van deze normen geformuleerd, op basis van de Leidraden Monitoring (CIW, 2001a en 2001b) waar het Handboek Kaderrichtlijn Water (RIZA, 2005) bij aansluit. Deze normen zijn de ruimte-tijdgemiddelde concentraties N-totaal en P-totaal in het oppervlaktewater binnen het bedrijf gedurende het zomerhalfjaar en de netto hoeveelheden N-totaal en P-totaal die door melkveebedrijven worden afgegeven aan het regionale afwateringssysteem. De monitoringstrategieën worden ontworpen door de fasen van veldwerk tot en met statistische gegevensverwerking in één keer te plannen, waarbij aan het eind wordt begonnen, namelijk de schatting van de doelgrootheden, en vervolgens terug wordt geredeneerd (Gruijter *et al.*, 2006).

Volgens deze aanpak is voor het toetsen van ruimte-tijdgemiddelde concentraties aan KRW-normen een monitoringstrategie ontworpen waarbij monsters van het oppervlaktewater worden genomen volgens een tweetrapssteekproef met een “synchroon design”. Hierbij wordt op n aselect geselecteerde tijdstippen op m aselect geselecteerde locaties een monster genomen. Om een goede temporele en ruimtelijke spreiding te bereiken wordt zowel temporeel als ruimtelijk gestratificeerd. Voor toetsing van de afgegeven hoeveelheden N-totaal en P-totaal is een strategie ontwikkeld waarbij op n aselect geselecteerde tijdstippen op de locaties waar water het bedrijf in- uitstroomt een meting van concentratie en debiet plaatsvindt. De tijdstippen zijn voor wat het zomerhalfjaar betreft dezelfde als bij de monitoring voor toetsing van ruimte-tijdgemiddelde concentraties. De gekozen monitoringstrategie sluit goed aan bij de adviezen van Littlejohn *et al.* (2002) in de Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive, waarin de eisen die de Kaderrichtlijn Water stelt aan monitoringprogramma's worden uitgewerkt.

De statistische analyse is gebaseerd op de gegevens over ruimtelijke spreiding en variaties in de N- en P-concentraties in de slootwatermonsters van de proefpercelen (Hoofdstuk 3) van het bedrijf Spruit in 2004. Uit de analyse van het benodigde aantal monsters voor het toetsen van ruimte-tijdgemiddelde concentraties aan KRW-normen blijkt dat vaker meten tot hogere nauwkeurigheid leidt dan op meer locaties meten. Het risico dat ten onrechte wordt geconcludeerd dat de ruimte-tijdgemiddelde concentraties niet voldoen aan de KRW-normen dient klein te zijn. Dit risico houdt voor de melkveehouder in dat er ten onrechte beperkingen in de bedrijfsvoering kunnen worden opgelegd. Als dit risico maximaal 20% mag zijn, en een afwijking ten opzichte van de KRW-norm van tenminste 0,33 mg N /l (15 %) relevant is, dan zou op tenminste 15 à 17 tijdstippen moeten worden gemeten, op telkens tenminste 50 locaties per bedrijf. Het verzamelen van de monsters in het veld blijkt de voornaamste kostenpost te zijn; laboratoriumanalyses zijn relatief goedkoop omdat kan worden volstaan met de analyse van mengmonsters, mits bij de menging rekening wordt gehouden met de proporties van de strata waaruit de monsters afkomstig zijn. Geadviseerd wordt te streven naar tenminste vijf meettijdstippen per twee maanden. Voor een uitgebreide beschrijving van de monitoringsstrategie verwijzen wij naar Knotters (2005).

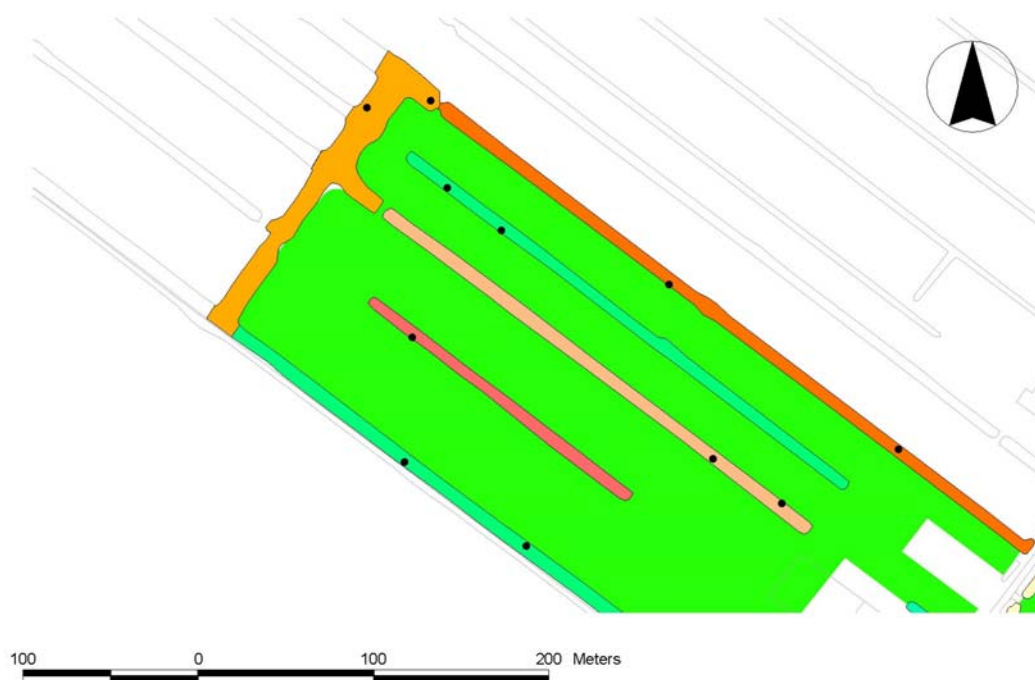
4.1.3 Monitoringsstrategie voor het bedrijf Spruit

Bij de verdere uitwerking van de monitoringsstrategie zijn in 2005 de volgende uitgangspunten gekozen (Knotters, 2005):

- Op basis van kaartmateriaal zijn de sloten en de slootoppervlaktes van het bedrijf Spruit vastgesteld;
- We nemen aan dat alle sloten even diep zijn en dezelfde vorm hebben, zodat de oppervlakte van een sloot een maat is voor het volume water in een sloot. Dit volume wordt gebruikt bij de weging om mengmonsters samen te stellen;
- Iedere sloot moet minimaal één bemonsteringspunt hebben.

Vervolgens worden de in- en uitlaatpunten van de sloten gedefinieerd; op deze punten wordt de N- en P-concentratie gemeten. Van de interne sloten wordt op basis van het geschatte volume van de sloot op elk bemonsteringstijdstip een mengmonster gemaakt van het water van alle 50 bemonsteringspunten. Van dit mengmonster wordt de N- en P-concentratie gemeten. De 50 bemonsteringspunten worden geloot via een gestratificeerd, synchroon ontwerp. Dit houdt in dat het zomerhalfjaar in 3 perioden (strata) van 2 maanden wordt verdeeld. Binnen elke 2 maanden (stratum) worden 5 willekeurige tijdstippen geloot waarop bemonsterd gaat worden. De sloten op het bedrijf worden in een aantal groepen verdeeld en op elke bemonsteringstijdstip worden de bemonsteringsposities in deze groepen opnieuw geloot (Figuur 4.1).

Na het zomerhalfjaar kunnen alle gegevens statistisch worden verwerkt en een gemiddelde concentratie N- en P- voor het oppervlaktewater in het zomerhalfjaar worden berekend en vergeleken met de normen.



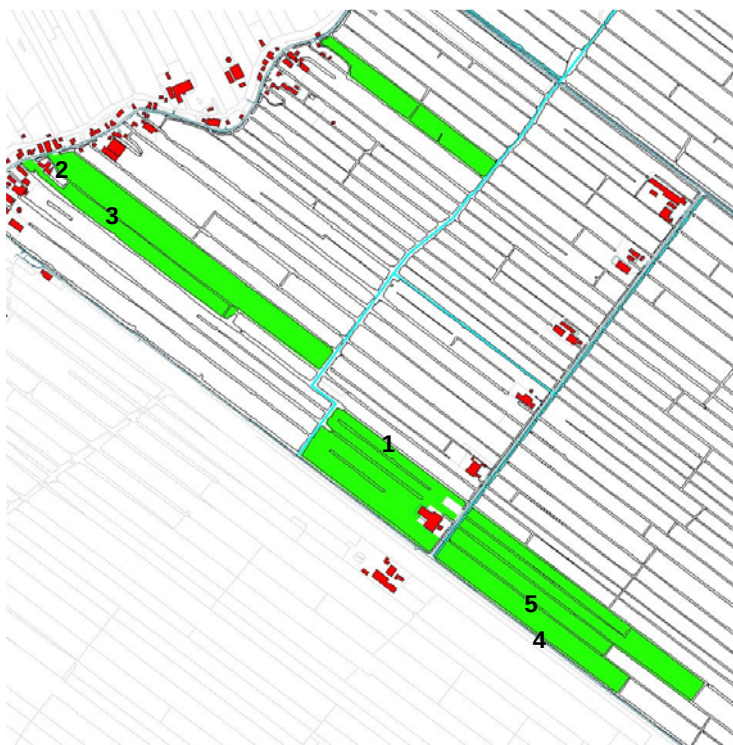
Figuur 4.1 Voorbeeld van de ligging van de oppervlaktewaterbemonsteringslocaties op één tijdstip in 2005 ten behoeve van de "compliance monitoring" op een deel van het bedrijf Spruit

In 2006 is de monitoring op een aangepaste wijze door ASG voortgezet. Er is gekozen voor de monitoring in 5 sloten die onderling verschillende karakteristieken hadden (Fig. 4.2):

- Sloot 1: Buitenwater; deze sloot wordt vooral geacht beïnvloed te worden door waterbeheer buiten het bedrijf; 110-150 cm diep;
- Sloot 2: Bedrijfsloot met beschaduwing en redelijk diep (ca. 100 cm);

- Sloot 3: Bedrijfssloot, smal en diep (90-100 cm) met steil talud;
Sloot 4: Bedrijfssloot, breed en diep (85-100 cm);
Sloot 5: Bedrijfssloot, smal en ondiep (55-90 cm).

Deze wijze van bemonstering betekent dat er geen statistische toetsen m.b.t. tot de MTR-norm op bedrijfsniveau uitgevoerd kunnen worden, maar dat wellicht een indicatie wordt verkregen van de invloed van het sloottype en waterbeheer op de chemische waterkwaliteit.



Figuur 4.2 Sloten waarin het oppervlaktewater werd bemonsterd ten behoeve van de monitoring op het bedrijf Spruit in 2006

4.1.4 Monitoringsstrategie voor het bedrijf Zegveld

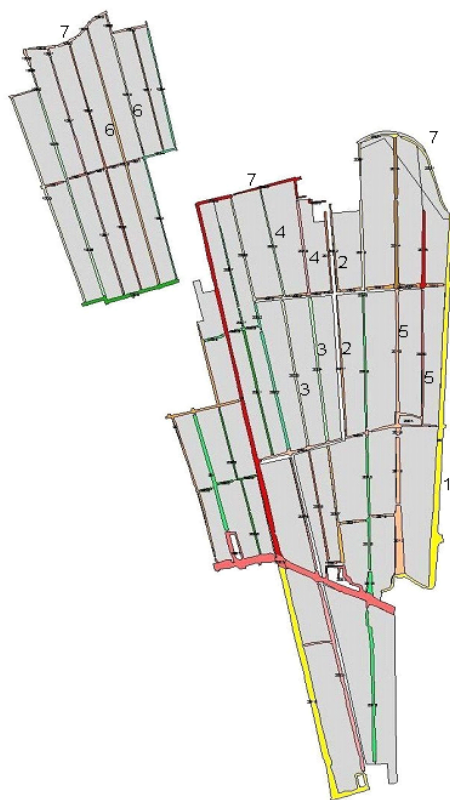
Op het praktijkcentrum Zegveld is in 2005 op vergelijkbare wijze als op het bedrijf Spruit de waterkwaliteit gemonitord. Het melkveebedrijf Zegveld wordt als proefboerderij gebruikt en ligt in dezelfde polder als het bedrijf Spruit. We zullen de resultaten van dit bedrijf gebruiken als vergelijkingsmateriaal voor het bedrijf Spruit.



Figuur 4.3 Ligging van het bedrijf van de familie Spruit (groen) en het Praktijkcentrum Zegveld (paars)

In 2006 is de monitoring op een aangepaste wijze door ASG voortgezet. Er is gekozen voor de monitoring in 7 sloten die onderling verschillende karakteristieken hadden (Fig. 4.4):

- Sloot 1: Buitenwater; deze sloot wordt vooral geacht beïnvloed te worden door waterbeheer buiten het bedrijf (50-75 cm diep);
- Sloot 2: Bedrijfssloot naast kavelpad; ondiep (35-45 cm);
- Sloot 3: Bedrijfssloot, breed en ondiep (40 cm) met brede oever;
- Sloot 4: Bedrijfssloot, smal en matig diep (50-55cm) met steil talud;
- Sloot 5: Bedrijfssloot, normale breedte en normale diepte (30-60 cm) met flauw talud;
- Sloot 6: Bedrijfssloot, normale breedte en ondiep (40-45 cm) met liesgras begroeiing;
- Sloot 7: Bedrijfssloot, normale breedte en ondiep (25-50 cm) met schaduwwerking.



Figuur 4.4 Sloten waarin het oppervlaktewater werd bemonsterd ten behoeve van de monitoring op het praktijkcentrum Zegveld in 2006

4.2 Resultaten

4.2.1 Monitoringsresultaten 2005

De compliance-monitoringstrategie is in een deel van het zomerhalfjaar van 2005 getest in de praktijk. Doel van deze test was het opsporen van eventuele operationele problemen en niet het toetsen aan KRW-normen. Niettemin geven de resultaten van de bemonstering een idee van de grootteorde van concentraties N-totaal en P-totaal. Gedurende de periode juni-september 2005 zijn op vijf tijdstippen monsters van het oppervlaktewater verzameld: 50 op het bedrijf van de familie Spruit, en 75 op het Praktijkcentrum Zegveld. Het aantal locaties is voor de zekerheid dus beduidend hoger genomen dan het minimum aantal van 15, geschat op basis van beperkte voorinformatie. Tabel 4.1 geeft de resultaten van de monitoring voor de periode juni-september 2005.

Tabel 4.1 Resultaten *t*-toets voor concentraties N-totaal en P-totaal in de periode juli-september 2005

		gemiddelde (mg/l)	standaardfout (mg/l)	<i>t</i> -waarde	eenzijdige <i>p</i> - waarde	onderscheidings- vermogen
Spruit	N-totaal	2.98	0.13	6.02	0.99	0.81
	P-totaal	0.22	0.03	2.15	0.94	0.18
Zegveld	N-totaal	3.78	0.16	10.02	0.995	0.67
	P-totaal	0.17	0.009	1.96	0.92	0.81

Het oppervlaktewater op het bedrijf Spruit heeft in het zomerhalfjaar 2005 een lagere concentratie N-totaal ten opzichte van praktijkcentrum Zegveld en een hogere concentratie P-totaal. Alle gemiddelde concentraties in Tabel 4.1 liggen boven de norm. De H0-hypothese, dat de gemiddelde concentratie zich boven de norm bevindt, kan niet worden verworpen voor de periode juni-september 2005. De kans dat we ten onrechte concluderen dat de gemiddelde concentraties zich onder de norm bevinden (fout van de eerste soort) is in alle gevallen klein ($1-p$). In twee van de vier gevallen is het onderscheidingsvermogen van de toets groter dan 0.8. In de twee andere gevallen is het onderscheidingsvermogen lager dan 0.8, dus de kans dat we ten onrechte ervan uit blijven gaan dat de werkelijke concentratie boven de norm ligt is groter dan 0.2. Dit betekent voor de boer een onacceptabel hoog risico van onnodige aanpassingen in de bedrijfsvoering. Uit de resultaten kan worden berekend dat voor een toets op P-totaal met een onderscheidingsvermogen van 0.8 op het bedrijf van Spruit 31 meettijdstippen per twee maanden nodig zijn, ervan uitgaande dat een overschrijding van tenminste 15 % van de norm moet worden aangetoond. Dit aantal is uit kosten oogpunt niet realiseerbaar. Om op het praktijkcentrum Zegveld op N-totaal te toetsen met een onderscheidingsvermogen van 0.8 zijn drie meettijdstippen per twee maanden nodig, dus meer dan de zes per zomerhalfjaar die in eerste instantie op basis van voorinformatie zijn berekend.

4.2.2 Monitoringsresultaten 2006

In 2006 is het intensieve meetprogramma niet voortgezet, maar is gekozen om in een aantal specifieke sloten de oppervlaktewaterkwaliteit te monitoren, waarbij ook de tijdstippen waarop bemonsterd is niet willekeurig zijn, maar min of meer gelijkmatig over de tijd zijn verdeeld. Dit houdt in dat we van deze sloten een ruimte-tijdgemiddelden kunnen berekenen en deze waarden kunnen vergelijken met die uit de monitoring van de proefpercelen (Hoofdstuk 3). Een statistische toets of op bedrijfsschaal de MTR-normen worden gehaald is niet mogelijk. We zullen daarom alleen de ruimte-tijdgemiddelden (Tabellen 4.2 en 4.3) en het verloop van de concentraties in de sloten (Figuren 4.5 en 4.6) presenteren.

Tabel 4.2 Gemiddelde N-totaal- en P-totaal-concentraties (mg/l) in 5 sloten op het bedrijf van Spruit voor de periode 1 mei-30 september 2006

Concentratie	Sloot					Ruimte- tijdgemiddelde
	1	2	3	4	5	
N-totaal	2.6	3.0	3.4	2.7	4.4	3.0
P-totaal	0.22	0.96	0.17	0.10	0.90	0.33

In 2006 is op het bedrijf Spruit de gemiddelde N-totaal-concentratie van (buiten)sloot 1 lager dan de N-totaal-concentratie in alle andere sloten (Tabel 4.2). Gemiddelde N-totaal-concentraties in de 5 sloten liggen in het zomerhalfjaar boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l. In sloten 2 (“redelijke diep en schaduw”) en 5 (“smal en matig diep”) worden relatief hoge P-totaal-concentraties gemeten. Sloten 3 en 4 zijn relatief dieper met lagere P-totaal-concentraties. Een gewogen ruimte-tijdgemiddelde voor de P-totaal-concentratie ligt voor de 5 sloten met 0,33 mg/l ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg/l.

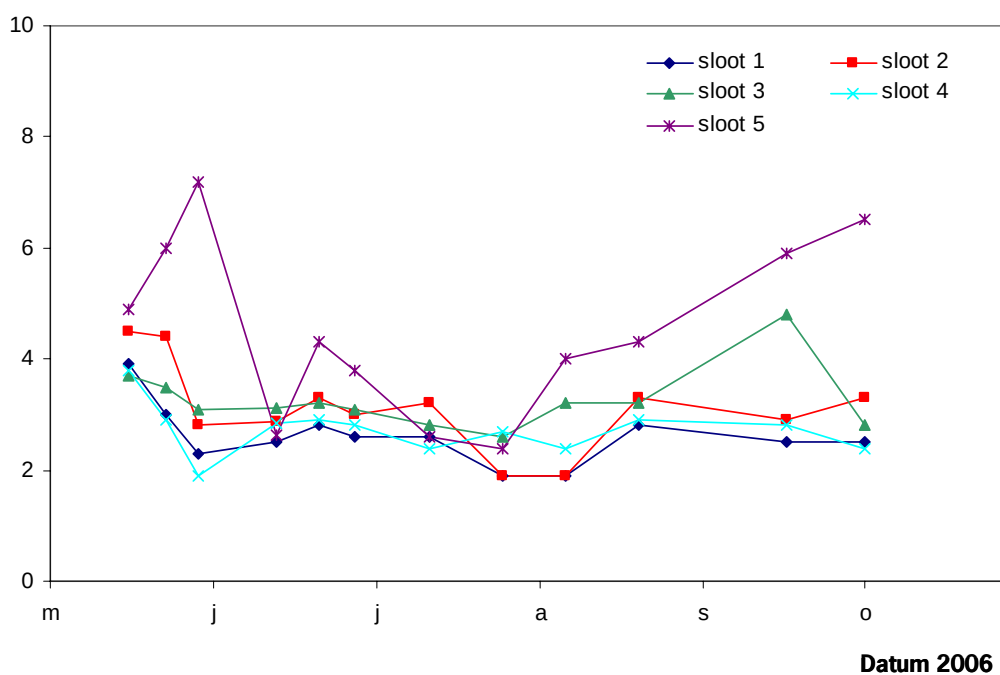
Tabel 4.3 Gemiddelde N-totaal- en P-totaal-concentraties (mg/l) in 7 sloten op het praktijkcentrum Zegveld voor de periode 1 mei-30 september 2006

Concentratie	Sloot							Ruimte- tijdgemiddelde
	1	2	3	4	5	6	7	
N-totaal	3.1	4.6	3.3	3.7	4.7	3.5	3.7	3.7
P-totaal	0.18	0.14	0.10	0.11	0.11	0.11	0.08	0.13

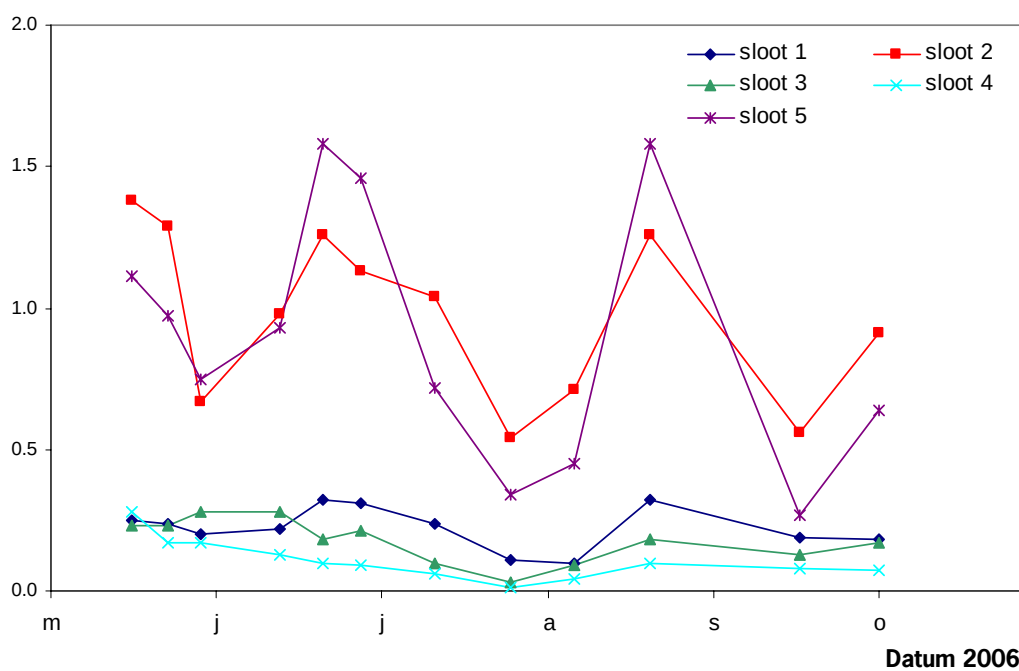
In 2006 is op het praktijkcentrum Zegveld de gemiddelde N-totaal-concentratie van (buiten)sloot 1 lager dan de N-totaal-concentratie in alle andere sloten (Tabel 4.3). Gemiddelde N-totaal-concentraties in de 7 sloten liggen in het zomerhalfjaar boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l. Gemiddelde P-totaal-concentraties zijn in alle bedrijfssloten (2 t/m 7) lager dan in buitensloot 1. Een gewogen ruimte-tijdgemiddelde voor de P-totaal-concentratie ligt voor de 7 sloten met 0,13 mg/l onder de MTR-norm van 0,15 mg/l.

De bemonsterde sloten op het bedrijf Spruit hebben in het zomerhalfjaar 2006 een lagere concentratie N-totaal ten opzichte van praktijkcentrum Zegveld en een hogere concentratie P-totaal.

N-totaal (mg/l)

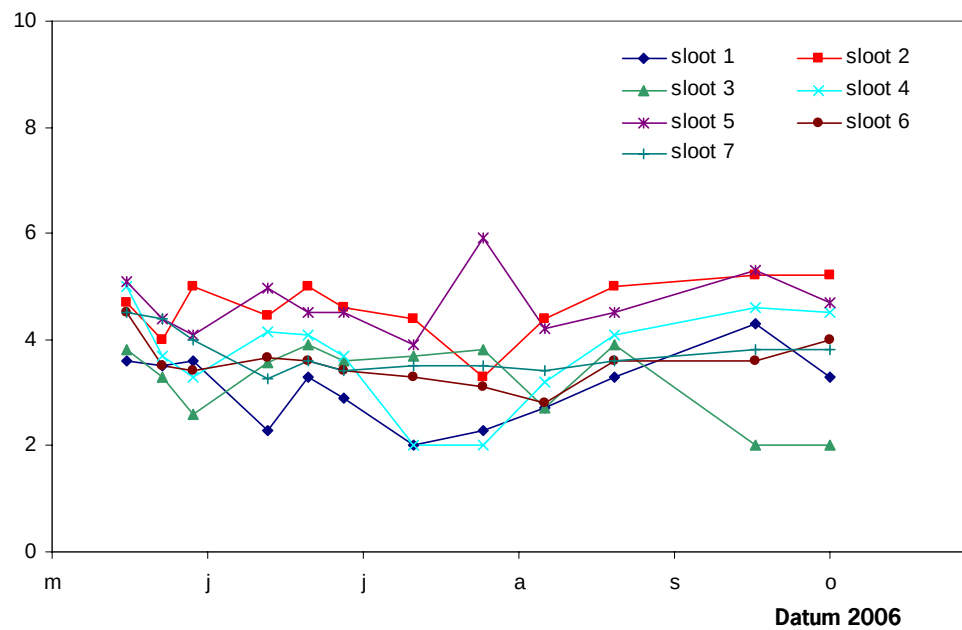


P-totaal (mg/l)

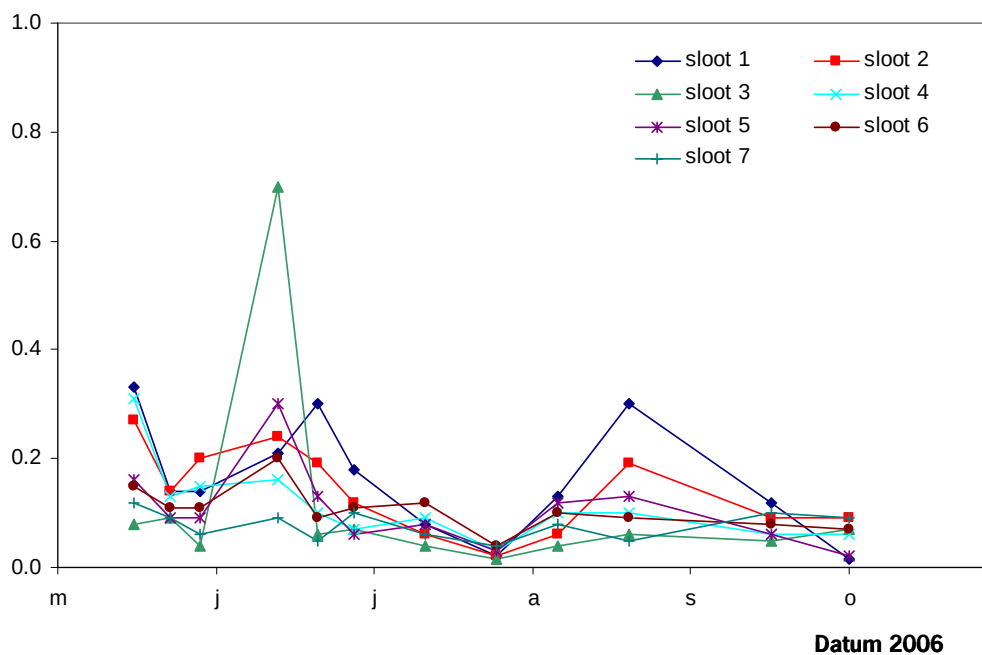


Figuur 4.5 N- totaal- en P-totaal-concentraties in 5 sloten van het bedrijf Spruit in het zomerhalfjaar 2006

N-totaal (mg/l)



P-totaal (mg/l)

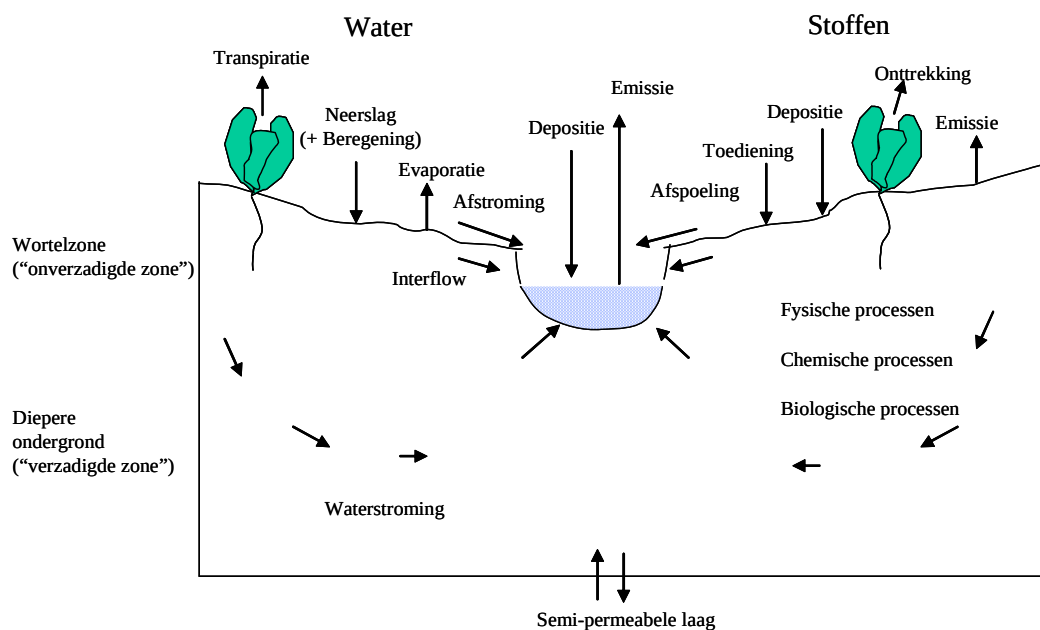


Figuur 4.6 N- totaal- en P-totaal-concentraties in 7 sloten van het praktijkcentrum Zegveld in het zomerhalfjaar 2006

5 Nutriëntenbelasting en oppervlaktewaterkwaliteit in veenweidegebieden

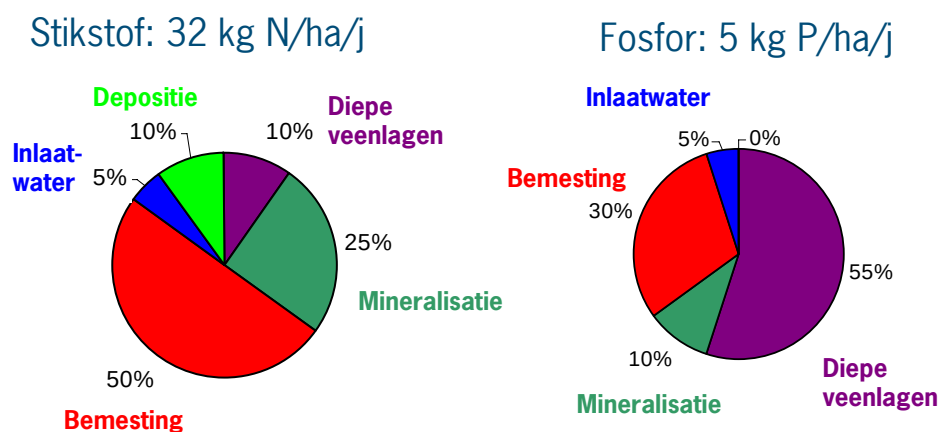
5.1 Bronnen van nutriëntenbelasting en transportprocessen

Dit deelonderzoek heeft niet als doel om op de specifieke locatie van het bedrijf Spruit de processen te onderzoeken die oorzaak zijn van de nutriëntenbelasting van het grond- en oppervlaktewater. Wel kunnen we in het algemeen iets zeggen over de waterstroming- en stoffentransport en laten zien wat er in andere veenweidegebieden reeds gevonden is. De mogelijke waterstroming en diverse vormen van stoffentransport zijn schematische weergegeven in Figuur 5.1. De vraag is wat de bronnen van stikstof en fosfor zijn. In een veenbodem zijn deze nutriënten voornamelijk afkomstig uit mineralisatie van de oude organische stof in het veenpakket, (organische) bemesting en uit de diepere ondergrond door kwel. De waterstroming en eventuele uitwisselings- en omzettingsprocessen bepalen vervolgens welke hoeveelheden van de stoffen volgens bepaalde transportroutes het grond- of oppervlaktewater bereiken.



Figuur 5.1 Waterstroming en stoffentransport beïnvloeden de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater; fysische, chemische en biologische processen bepalen de uiteindelijke concentraties van de stoffen die het grond- en oppervlaktewater bereiken

Van Beek *et al.* (2004) laten zien dat voor het veenweidegebied in de Vlietpolder (West-Nederland) de bronnen van N en P voor bijvoorbeeld het oppervlaktewater sterk verschillen (Fig. 5.2). Voor stikstof is 50% de stikstofafvoer door een sloot veroorzaakt door de bemesting, terwijl dit voor fosfor maar 33% is. Dit wil dus zeggen dat er niet een eenvoudige, eenduidige relatie bestaat tussen de landbouwkundige nutriëntenverliezen en de oppervlaktewaterkwaliteit. De analyse van Van Beek *et al.* (2004) laat zien dat het noodzakelijk is de hydrologie van het systeem goed te begrijpen om te kunnen inschatten hoe deze relaties zijn.



Figuur 5.2 Bronnen van stikstof en fosfor in het uitstromende water van een sloot in het veenweidegebied van de Vlietpolder volgens Van Beek *et al.* (2004)

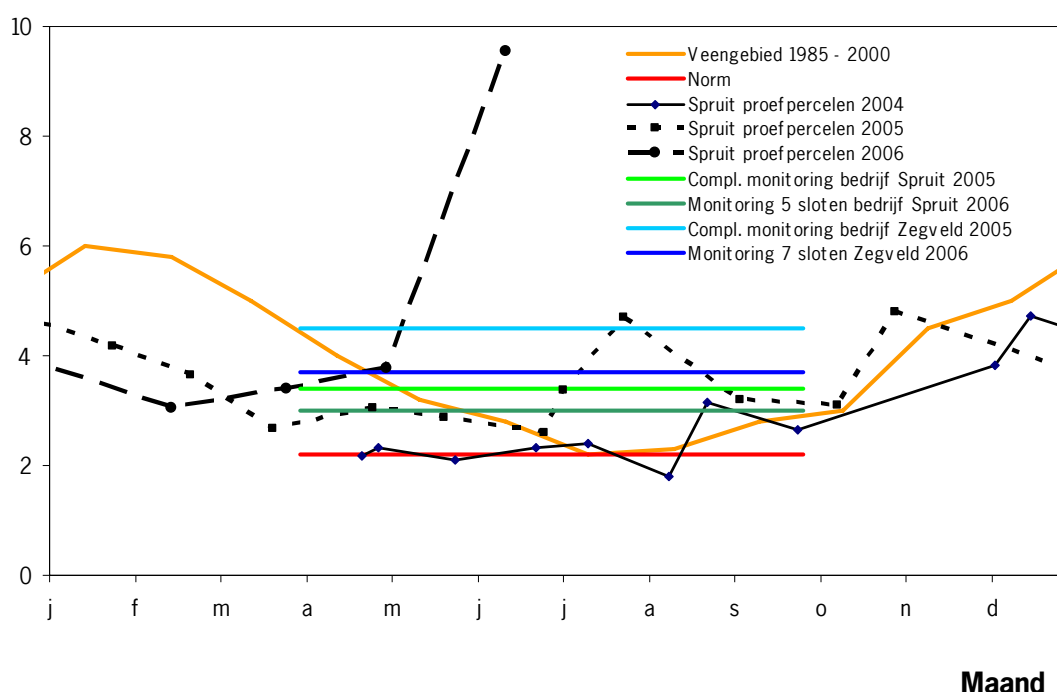
5.2 Bijdrage inlaatwater polder Zegveld

In het algemeen zal vooral in het zomerhalfjaar veel water ingelaten worden in de veenweidepolders om de oppervlaktewaterstanden op niveau te houden en uitdroging van het veen tegen te gaan. Dit betekent dat in het zomerhalfjaar de oppervlaktewaterkwaliteit sterk wordt beïnvloed door de hoeveelheid en kwaliteit van het inlaatwater. De invloed van het inlaatwater op de waterkwaliteit is mede afhankelijk van de hydrologische situatie (kwel of wegzijging), de aanwezigheid van onderbemaling, en de afstand van sloten tot de hoofdwatgangen. Voor de polder Zegveld is met het hydrologische model SIMGRO een gebiedsberekening gemaakt, waarbij de oorsprong van het slootwater is berekend. In het algemeen is het slootwater in de polder Zegveld voor 50-80% afkomstig van inlaatwater. Deze percentages zijn sterk afhankelijk van het neerslagoverschot in een bepaald jaar of in een bepaalde periode. In natte jaren zal het percentage bij de 50% liggen; in droge jaren bij de 80%. In het zomerhalfjaar zullen de verschillen nog extremer zijn. In een droog zomerhalfjaar kan het slootwater tot 100% afkomstig zijn uit inlaatwater. We hebben de SIMGRO-berekeningen gebruikt om voor het bedrijf Spruit in te schatten dat de bijdrage van het inlaatwater aan het slootwater in het zomerhalfjaar kan liggen tussen de 50 en 100% (Jansen *et al.*, 2007).

5.3 Oppervlaktewaterkwaliteit ten opzichte van andere veenweidegebieden

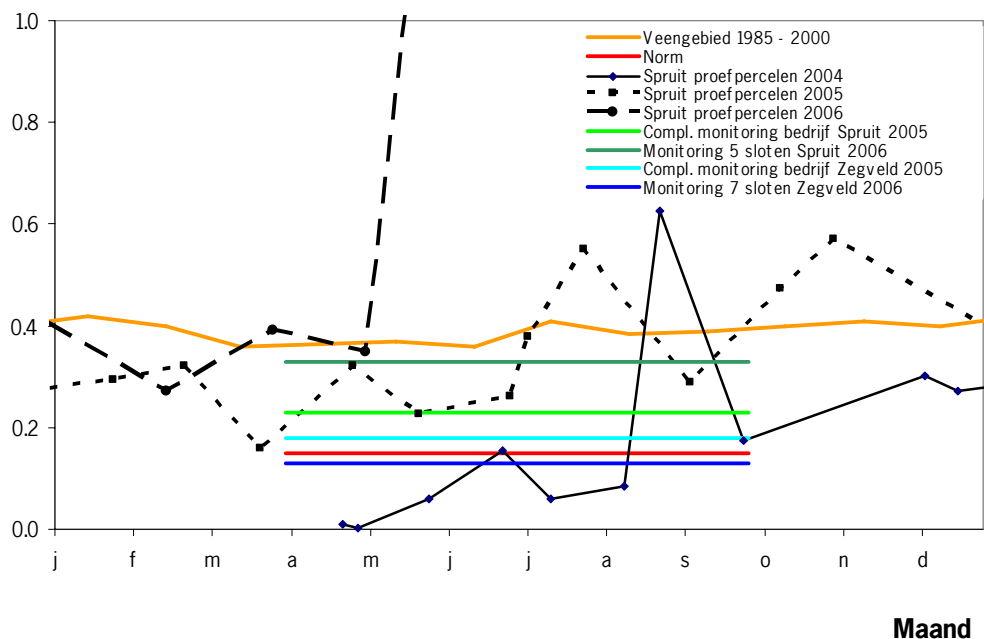
Portielje *et al.* (2002) hebben voor de jaren 1985-2000 een overzicht gemaakt van totale stikstof- en totale fosforconcentraties in het oppervlaktewater van verschillende gebieden in Nederland, waaronder de veengebieden. Wij hebben de gemiddelden van de meetgegevens van de proefpercelen in 2004 en 2005; het gemiddelde van de compliance monitoring in 2005 van het bedrijf Spruit; het gemiddelde van de monitoring in de sloten in 2006; en de resultaten van Zegveld vergeleken met de gevonden trends van Portielje *et al.* (2002) voor deze veengebieden (Figuren 5.3 en 5.4). De orde van grootte van de gemeten N-concentraties op het bedrijf Spruit komen overeen met de waarden van Portielje *et al.* (2002) en de gemiddelden van de P-concentratie van het bedrijf Spruit liggen onder de waarden die Portielje *et al.* (2002) geven.

Totaal stikstof in oppervlaktewater (mg N/l)



Figuur 5.3 Totale stikstof-concentraties in oppervlaktewater; de (gewogen) gemiddelden van Spruit in 2004 en 2005 voor de proefpercelen; de compliance monitoring 2005; monitoring in 5 sloten 2006; en de landelijke gemiddelden 1985-2000 in veenweidegebieden (volgens Portielje *et al.*, 2002) en de MTR-norm in het zomerhalfjaar. Voor het Praktijkcentrum Zegveld zijn de resultaten van de compliance monitoring 2005 en de monitoring in 7 sloten 2006 weergegeven

Totaal fosfor in oppervlaktewater (mg P/l)



Figuur 5.4 Totale fosfor-concentraties in oppervlaktewater; de (gewogen) gemiddelden van Spruit in 2004 en 2005 voor de proefpercelen; de compliance monitoring 2005; monitoring in 5 sloten 2006; en de landelijke gemiddelden 1985-2000 in veenweidegebieden (volgens Portielje et al., 2002) en de MTR-norm in het zomerhalfjaar. Voor het Praktijkcentrum Zegveld zijn de resultaten van de compliance monitoring 2005 en de monitoring in 7 sloten 2006 weergegeven

6 Discussie

6.1 Monitoring waterkwaliteit proefpercelen 2004-2005

De monitoring van de proefpercelen was bedoeld om te beoordelen of grond- en oppervlaktewaterkwaliteitsdoelstellingen werden gehaald, en was er niet op gericht om een verklaring te zoeken voor de gemeten N- en P-concentraties en verschillen tussen de jaren. De normen die wij hier gehanteerd hebben zijn scherpe normen voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Alleen de EU-norm van 50 mg NO₃/l voor het bovenste grondwater wettelijk is verankerd. De MTR-normen voor oppervlaktewaterkwaliteit zijn streefwaarden gebaseerd op ecologische condities in stagnant oppervlaktewater.

Wij zijn uitgegaan van het rekenkundig gemiddelde van gemeten concentraties; bij andere middelingsmethoden kunnen andere resultaten worden verkregen. Het is dus van belang dat normen en de methoden om deze normen via monitoring te toetsen eenduidig worden geformuleerd. In dit onderzoek zijn we er vanuit gegaan dat ook binnen een bedrijf normen voor waterkwaliteit gehaald moeten worden. De chemische (oppervlakte)waterkwaliteit (N- en P-concentraties) laten aanzienlijke verschillen tussen de meetjaren 2004 en 2005 zien.

6.2 Monitoring waterkwaliteit melkveebedrijf 2005

Compliance monitoring oppervlaktewaterkwaliteit melkveebedrijf 2005

Voorlopig kan worden geconcludeerd dat bij compliance monitoring met bemonstering op 15 meettijdstippen per zomerhalfjaar en op tenminste 50 locaties per meettijdstip, het risico van foute conclusies aanvaardbaar is. Aanbevolen wordt het benodigd aantal waarnemingen opnieuw te berekenen als er na een meetsessie nieuwe, nauwkeurige informatie beschikbaar is over de variatie van concentraties N-totaal en P-totaal. Verder wordt aanbevolen om te onderzoeken of bij monitoring van afwateringseenheden in plaats van individuele bedrijven de nauwkeurigheid zich gunstiger verhoudt tot het budget. Een ander argument dat pleit voor monitoring van afwateringseenheden in plaats van individuele bedrijven is dat zich dan niet de vraag voordoet aan welk bedrijf de kwaliteit van het water in een grenssloot moet worden toegerekend. Monitoring van vrachten op de uitstroompunten van polders sluit goed aan bij de Leidraad Monitoring (CIW, 2001a) en de Leidraad Monitoring Eutrofiëring (CIW, 2001b). Bovendien past operationele monitoring op het niveau van polders in het veenweidegebied goed in de gedetailleerde schaal waarop volgens het Handboek Kaderrichtlijn Water (RIZA, 2005) bepaald moet worden of maatregelen effect hebben gehad.

In het huidige ontwerp van een compliance monitoringstrategie is geen gebruik gemaakt van hulpinformatie. Onderzocht zou moeten worden of met behulp van zogenaamde regressieschatters gerichte waarnemingen, die voor andere doeleinden

zijn verricht, kunnen worden aangewend om de nauwkeurigheid van de toets te verhogen. Ook goedkope, minder nauwkeurige metingen van concentraties zouden op deze manier kunnen worden benut.

Deze hoge bijdragen van inlaatwater laten zien dat de bijdrage van de landbouw aan de kwaliteit van het oppervlaktewater in het zomerhalfjaar niet via monitoring van de oppervlaktewaterkwaliteit mogelijk is. Er zal via gebeurtenissen zoals afspoeling van nutriënten na hevige stortbuien zeker af en toe een substantiële bijdrage zijn, ook wellicht ook via lateraal water- en stoffentransport naar de sloten. Nagegaan zou moeten worden of handhaving van KRW-normen door middel van een mineralenboekhouding effectiever is dan handhaving door monitoring van de doelgrootheden. Bemesting is slechts ten dele een bron van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater in veenweidegebieden; kwel uit diepe veenlagen, mineralisatie en inlaatwater zijn andere bronnen. Bij het vaststellen van de KRW-normen is het belangrijk om de natuurlijke concentraties van stikstof en fosfor te kennen. Het is belangrijk dat boeren zelf inzicht hebben in de relatie tussen bedrijfsvoering en oppervlaktewaterkwaliteit. Daarom wordt aanbevolen om naast *compliance monitoring* de waterkwaliteit te volgen met eenvoudige bepalingsmethoden (“doe-het-zelftests”).

Monitoring nutriëntenbelasting 2005

Voor de monitoring van de nutriëntenbelasting (“vracht”) van het bedrijf op het oppervlaktewater buiten het bedrijf dient de stroomsnelheid van het instromende water en het uitstromende water gemeten of geschat te worden. Op een bedrijf met veel in- en uitstroompunten met lage stroomsnelheden is dit niet eenvoudig uitvoerbaar. We gaan daarom hier ook niet verder in op deze monitoring. Dit benadrukt nogmaals de noodzaak om op een hoger ruimtelijk schaal niveau (bijvoorbeeld een gemaal) met de monitoring van nutriëntenbelasting te beginnen en zonodig daarna terug te gaan naar de bron. De vraag hoe we eenvoudig de nutriëntenbelasting op een oppervlaktewater van een bedrijf kunnen monitoren is nog niet beantwoord. Een vergelijkbaar probleem doet zich voor bij het monitoren van de belasting van het grondwater met nitraat in de zandgebieden (Smit *et al.*, 2005).

6.3 Monitoring slootwaterkwaliteit 2006

In het zomerhalfjaar 2006 is er in specifieke sloten met onderling afwijkende karakteristieken de oppervlaktewaterkwaliteit gemonitord. Opvallend is dat voor het bedrijf Spruit de buitensloot 1 zowel voor N-totaal als P-totaal lagere concentraties had dan de gemeten bedrijfssloten. Voor het praktijkcentrum Zegveld was in alle bedrijfssloten de P-totaal-concentratie lager dan die van de buitensloot 1. De bemonsterde sloten op het bedrijf Spruit hadden in het zomerhalfjaar 2006 een lagere concentratie N-totaal ten opzichte van praktijkcentrum Zegveld en een hogere concentratie P-totaal. Deze verschillen werden ook in 2005 gevonden op bedrijfsschaal. Deze verschillen in N- en P-concentraties zouden een gevolg kunnen zijn van de verschillen in bedrijfsvoering tussen de bedrijven. Het bedrijf Spruit heeft een eiwitarm voerspoor en gebruikt geen kunstmest. Dit kan leiden tot een betere N-

benutting en relatief kleine N-verliezen naar het oppervlaktewater. Door het gebruik van alleen organische bemesting is er wel een fosforoverschot waardoor er ophoping van fosfor optreedt en een verhoogd risico op P-uitspoeling kan ontstaan. Het praktijkcentrum Zegveld is een proefboerderij, waar experimenten op praktijkschaal worden uitgevoerd. Zo zijn er percelen met een hoger waterpeil en zijn er bemestingsexperimenten. Het is voor dit bedrijf dus lastiger om een karakteristieke bedrijfsvoering te definiëren. Er wordt op het bedrijf meer stikstofkunstmest gebruikt, waardoor risico's op N-belasting van het oppervlaktewater groter zouden kunnen zijn dan op het bedrijf Spruit. Een verdere analyse van de bedrijfsvoering, en met name de nutriëntenbalansen, van de twee bedrijven is nodig om bovenstaande veronderstellingen te onderbouwen. Naast de bedrijfsvoering dienen ook andere bronnen van N en P en de hydrologische situaties van de bedrijven in de analyse betrokken te worden.

7 Conclusies

Waterkwaliteit proefpercelen

In 2004 en 2005 is het grond- en oppervlaktewater bemonsterd op de delen van het bedrijf Spruit waar de experimenten met bovengronds uitrijden van mest plaatsvonden. Voor 2004 concluderen we dat voor deze gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 6,7 mg NO₃/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstof-concentratie van 2,3 mg N/ l ligt juist boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosfor-concentratie van 0,14 mg P/ l ligt net onder de MTR-norm van 0,15 mg P/l

Voor 2005 concluderen we dat voor deze gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 3,0 mg NO₃/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO₃/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie van 3,4 mg N/ l ligt aanzienlijk boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie van 0,35 mg P/ l ligt ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg P/l

In 2006 zijn slechts 2 metingen in het zomerhalfjaar beschikbaar en kunnen we geen bruikbaar gemiddelde berekenen. Echter zowel voor N-totaal als P-totaal in het oppervlaktewater laten deze gegevens hoge concentraties zien.

Waterkwaliteit bedrijf Spruit

In 2005 is een bemonsteringsstrategie ontworpen waarmee uitspraken over de waterkwaliteit van een heel melkveebedrijf kunnen worden gedaan. In de bemonsterde periode van het zomerhalfjaar 2005 liggen de N-totaal- en P-totaal-concentraties in het oppervlaktewater van het melkveebedrijf Spruit boven de MTR-normen van 2,2 mg N/l en 0,15 mg P/l. Deze MTR-normen voor oppervlakte-waterkwaliteit zijn streefwaarden gebaseerd op ecologische condities in stagnant oppervlaktewater.

Deze conclusie is gebaseerd op de compliance monitoring op basis een model-onafhankelijke statistische toets. Bij het gebruik van dergelijke statistische toetsen is noodzakelijk om aan te geven welke kans op fouten nog acceptabel wordt geacht. Kleine kansen op fouten en een groot onderscheidingsvermogen van toetsen zal leiden tot grote aantallen bemonsteringslocaties en -tijdstippen. Het bedrijf Spruit heeft lagere N-concentraties en hogere P-concentraties in het oppervlaktewater ten opzichte van het praktijkcentrum Zegveld, dat in dezelfde polder ligt. Verschillen in bedrijfsvoering en hydrologische situatie zijn een mogelijke verklaring voor deze verschillen. De monitoring in enkele sloten van de twee bedrijven in 2006 laten wederom lagere N-concentraties en hogere P-concentraties in het oppervlaktewater

op het bedrijf Spruit zien ten opzichte van het praktijkcentrum Zegveld. De verschillen tussen de N- en P-concentraties in de sloten op een bedrijf zijn op basis van de meetresultaten alleen niet te interpreteren. De buitensloten op zowel het bedrijf Spruit als het praktijkcentrum Zegveld hebben in 2006 afwijkende N- en P-concentraties ten opzichte van het water in de bedrijfssloten. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door de grotere invloed van het inlaatwater in deze sloten ten opzichte van verderaf gelegen bedrijfssloten.

Waterkwaliteit veenweidegebieden

In veengebieden wordt vooral in het zomerhalfjaar veel water ingelaten. Voor de polder Zegveld is de schatting dat het slootwater op de bedrijven 50-80% uit inlaatwater bestaat. Dit betekent ook dat de waterkwaliteit voor een groot gedeelte door de kwaliteit van het inlaatwater wordt bepaald. Het is dus moeilijk een relatie te leggen tussen het landbouwkundig handelen en de waterkwaliteit in het zomerhalfjaar. De vraag is dan ook welke (ecologische) normen voor dergelijke wateren gedefinieerd zullen worden in het kader van de Kaderrichtlijn Water. De stikstof- en fosforbelasting van landbouwbedrijven gedurende het gehele jaar lijkt een relevantere maat om te monitoren. Het complexe hydrologische systeem maakt de monitoring van de nutriëntenvrachten op bedrijfsschaal via metingen in het oppervlaktewater onpraktisch, omdat het moeilijk en duur is de in- en uitstroom van nutriënten in alle sloten te meten. Monitoring van nutriëntenvrachten op polderschaal gecombineerd met monitoring van nutriëntenbalansen op bedrijfsschaal lijkt een betere optie.

Literatuur

Beek, C.L. van, G.A.P.H. van den Eertwegh, F.H. van Schaik, G.L. Velthof and O. Oenema, 2004. The contribution of dairy farming on peat soil on N and P loading of surface water. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 70-1: 85-95.

Europese Commissie, 2000. Europese Kaderrichtlijn Water. Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad, 23 oktober 2000.

CIW (Commissie Integraal Waterbeheer), 2001a. Leidraad monitoring. Definitief rapport.

CIW, 2001b. Leidraad monitoring eutrofiëring. Definitief rapport.

Gruijter, J.J. de, D.J. Brus, M.F.P. Bierkens en M. Knotters, 2006. *Sampling for Natural Resource Monitoring*. Springer, Berlijn.

Houba, V.J.G., J.J. van der Lee, I. Novozamsky, 1997. Soil and Plant analyses, part 5B; Other procedures. Syllabus Wageningen University.

Jansen, P.C., E.P. Querner en C. Kwakernaak, 2007. Effecten van waterpeilstrategieën in veenweide-gebieden; Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld. Alterra, Wageningen, Rapport 1516.

Knotters, M., 2005. Monitoringstrategie voor de oppervlaktewaterkwaliteit van melkveebedrijven in het veenweidegebied. Alterra, Wageningen, Rapport 1227.

Knotters, M., J.A. de Vos, I.E. Hoving en D. Brus, 2006. Monitoringstrategie voor de oppervlaktewaterkwaliteit van melkveebedrijven in het veenweidegebied. *H₂O* 13: 40-43.

Kwaliteitshandboek Laboratoria Alterra, 2004. Editie 03-02, Alterra, Wageningen.

Littlejohn, C., S. Nixon, G. Casazza, C. Fabiani, G. Premazzi, P. Heinonen, A. Ferguson en P. Pollard, 2002. *Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive. Final Draft*. Brussel, Common Implementation Strategy Working Group 2.7 Monitoring.

NMP4, 2001. Nationaal MilieubeleidsPlan 4. SDU Den Haag.

Portielje, R., J.W.J van der Gaast, J.W.H. van der Kolk, O.F. Schoumans en P.M.C. Boers, 2002. Nutriëntenconcentraties en -trends in kleine landbouwbeïnvloede wateren, 1985 – 2000. RIZA-rapport 2002.008.

RIZA, 2005. Handboek Kaderrichtlijn Water. www.kaderrichtlijnwater.nl.

Schröder, J.J., E.A. Lantinga, F. Verhoeven en M.P.W. Sonneveld, 2005. N-synthese in berdijsverband. In: Sonneveld, M.W.P., en J. Bouma (Eds.), 2005. Nutriëntenmanagement op het melkveebedrijf van de familie Spruit. Studie naar de bedrijfsvoering en milieukwaliteit. Synthese-rapport Bodemkunde en Geologie, Wageningen Universiteit: 43-52.

Smit, A., S.L.G.E. Burgers, H.F.M. ten Berge, J.J. de Gruijter, M. J. D. Hack-ten Broeke, I.E. Hoving, M. Knotters, S. Radersma en G.L. Velthof, 2005. Ontwikkeling van een indicator om te Sturen op Nitraat; Toetsing van de regressiemodellen voor nitraat. Alterra-rapport 1058.

Sonneveld, M.W.P. en J. Bouma (Eds.), 2005. Nutriëntenmanagement op het melkveebedrijf van de familie Spruit. Studie naar de bedrijfsvoering en milieukwaliteit. Synthese-rapport Bodemkunde en Geologie, Wageningen Universiteit.

STOWA, 1993. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën. STOWA-rapport 93-14.

Vos, J.A. de, J. van Kleef, R.C. Nijboer, R. Wiggers, M. Knotters en T.C van Steenbergen, 2005. Waterkwaliteit. In: M.P.W. Sonneveld en J. Bouma (Eds.): Nutriëntenmanagement op het melkveebedrijf van de familie Spruit. Studie naar de bedrijfsvoering en de milieukwaliteit. Bodemkunde en Geologie, Wageningen Universiteit; rapport 2005-049: 31-42.