

ICW nota 1554  
september 1984



nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

INVLOED VAN WIJZIGINGEN IN DE WATERHUISHOUDING OP DE WATER-  
KWALITEIT

ir. J.H.A.M. Steenvoorden

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.  
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.  
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

Deze nota is verschenen als syllabus voor de PAO-cursus "Waterkwaliteit  
landelijk gebied; aspecten van kwaliteitsbeheer" aan de Landbouwhoge-  
school te Wageningen

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. OPPERVLAKTE-AFVOER IN RELATIE MET DRAINAGE-INTENSITEIT	2
3. INVLOED GRONDWATERSTAND OP NITRAATUITSPOELING	5
4. PEILVERLAGING BIJ VEENWEIDEGRONDEN	9
4.1. Algemeen	9
4.2. Waterkwaliteitsaspecten	11
LITERATUUR	18

## 1. INLEIDING

Wijzigingen in de waterhuishouding kunnen tot stand komen als gevolg van verschillende soorten activiteiten, zoals:

- wateraanvoer en -conservering;
- wijziging afwatering, inclusief wijzigingen polderpeil en de bouw van kunstwerken;
- wijzigingen lengte- en dwarsprofiel van leidingen;
- aanleg of verwijdering van waterlopen sloten en greppels;
- mengwoelen, diepploegen, egaliseren van landbouwgrond;
- wijzigingen in bodemgebruik;
- winning van grondwater.

Elk van deze maatregelen leidt direct of indirect tot een wijziging in één of meer van de volgende aspecten die van invloed zijn op de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater:

- neerslagoverschot;
- verblijftijd van het water in bodem en oppervlaktewater;
- richting en intensiteit van de waterstroming in bodem en leidingen;
- lucht-, vocht- en warmtehuishouding van grond.

Een overzicht van de complexe beïnvloedingsrelaties op het gebied van bodem en water wordt voor landinrichtingsactiviteiten gegeven in het rapport van de Werkgroep Water, Bodem en Lucht van de Landinrichtingsdienst, getiteld: 'Voorspelling van effecten van landinrichting op water, bodem en lucht'.

In deze bijdrage zal nader worden ingegaan op de volgende processen:

- oppervlakte-afvoer in relatie met drainage-intensiteit;
- de invloed van de grondwaterstand op de  $\text{NO}_3^-$ -uitspoeling;
- de invloed van peilverlaging bij veenweidegronden op de waterkwaliteit.

## 2. OPPERVLAKTE-AFVOER IN RELATIE MET DRAINAGE-INTENSITEIT

Soms wordt een deel van de neerslag over de bodem direct naar het open water afgevoerd. Dit verschijnsel, oppervlakte-afvoer genaamd, doet zich voor als in een zekere periode meer neerslag valt dan de totale som van verdamping, berging in oneffenheden in het terrein en bodeminfiltratie. Oppervlakte-afvoer doet zich onder Nederlandse omstandigheden hoofdzakelijk voor in de periode november tot maart als de verdamping gering is en de infiltratiemogelijkheden beperkt als gevolg van de grote vochtvoorraden in de bodem. Niet in elk gebied zal oppervlakte-afvoer voorkomen. Het zal zich met name voordoen bij gronden met een lage infiltratiesnelheid en hoge grondwaterstanden. In sommige perioden spelen laatstgenoemde factoren in het geheel geen rol meer, namelijk als de bovengrond bevroren is of bedekt is met een laag sneeuw of ijs, zoals in februari 1979 het geval was.

Voor een matig ontwaterde lemige zandondergrond is de hoeveelheid oppervlakte-afvoer berekend over de periode 1961 tot 1979, met behulp van het elektronisch analogon Elan. Met dit analogon kan de stroming van vocht in de onverzadigde zone worden gesimuleerd. De hoeveelheid oppervlakte-afvoer over deze 18-jarige periode bedraagt gemiddeld ca. 22 mm per jaar. De verdeling over de jaren is zeer ongelijkmatig. Zeer natte winters zijn 1961/'62 en 1965/'66 met respectievelijk ca. 70 en 90 mm. Daarnaast zijn er vele winters, met name in de jaren zeventig, met geen of vrijwel geen oppervlakte-afvoer (STEENVOORDEN en BUITENDIJK, 1980).

In het algemeen kan voor Nederland worden gesteld dat oppervlakte-afvoer voor de kwantitatieve waterhuishouding geen belangrijke rol speelt.

Voor de waterkwaliteit daarentegen kan oppervlakte-afvoer voor bepaalde verbindingen van groot belang zijn. De gehalten die voorkomen in het oppervlakkig afstromende water bij landbouwgrond worden sterk bepaald door de mestgift en de tijd die is verstreken sinds het uitrijden van de mest. De factor tijd werkt enerzijds in op de biochemische omzettingen, anderzijds op de hoeveelheid geïnfiltreerde neerslag als gevolg waarvan mestbestanddelen vanaf het bodemoppervlak dieper de bodem in worden verplaatst. Het effect van de grootte van de drijfmestgift en achtereenvolgende beregeningen is voor grasland nagegaan

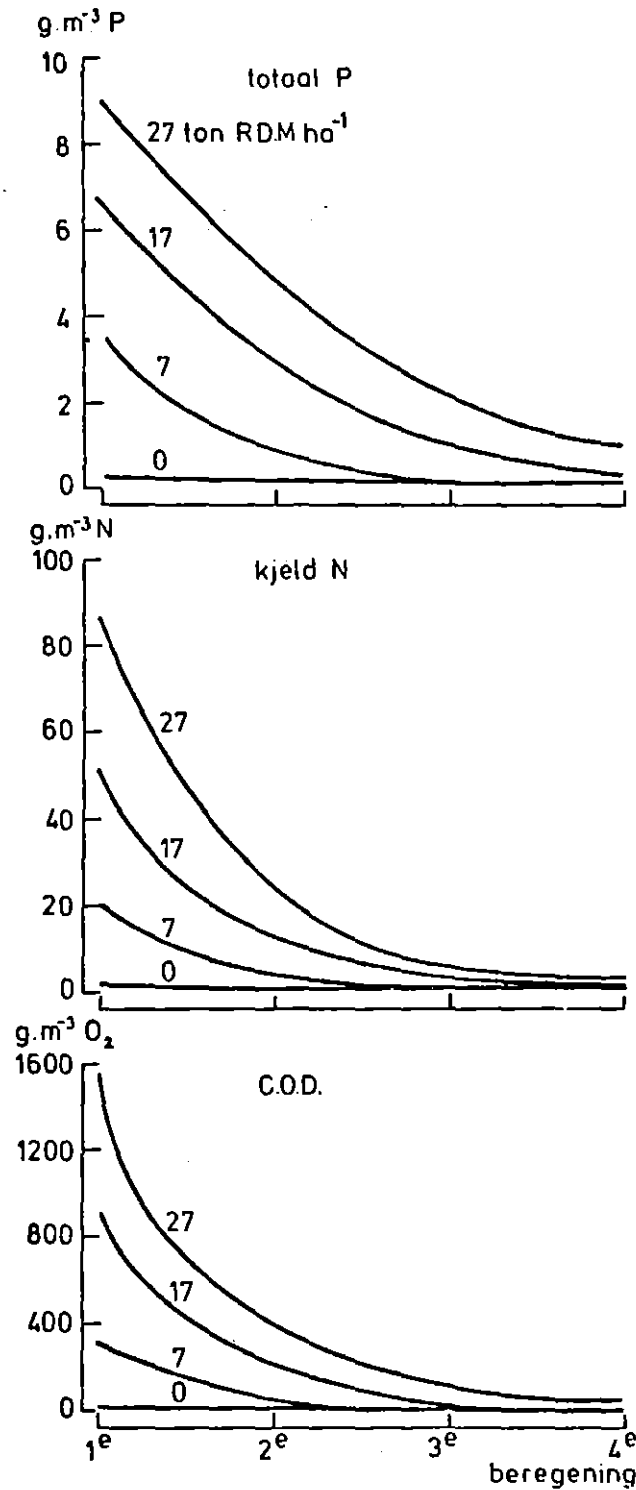


Fig. 1. Verloop van de gehalten aan totaal-P, Kjeldahl-N en organische stof (COD) in de oppervlakte-afvoer bij achtereenvolgende bere-  
 geningen van elk veldje op respectievelijk 1, 3, 8 en 15 dagen  
 na bemesting. De beregeningsgift bedroeg telkens ca. 25 mm.  
 De gift runderdrijfmest varieerde van 0 tot 27 ton.ha<sup>-1</sup> met  
 de volgende samenstelling: droge stof 9,5%, 780 g.m<sup>-3</sup> totaal-P,  
 4750 g.m<sup>-3</sup> N, COD: 103 000 g.m<sup>-3</sup> O<sub>2</sub>

op een perceel lemige zandgrond (OOSTEROM en STEENVOORDEN, 1980). In de praktijk bedraagt de gift per keer veelal niet meer dan 10 à 20 ton.ha<sup>-1</sup>. De concentraties zijn vooral bij een oppervlakte-afvoer gebeurtenis kort na bemesting zeer hoog. In de loop van de tijd treedt er een daling op onder invloed van de hiervoor genoemde processen. De daling vindt het snelst plaats bij organische stof en is het traagst bij totaal-P. Bij de gift van 17 ton.ha<sup>-1</sup> bedragen de gehalten in de oppervlakte-afvoer op de 1e dag na bemesting ongeveer 1% van de gehalten in de mest. Dit lijkt weliswaar niet veel, maar het effect op de waterkwaliteit kan ernstig zijn met name als gevolg van de O<sub>2</sub>-behoefte voor de mineralisatie van de organische stof en de Kjeldahl-N.

Vermindering van de verontreiniging door oppervlakte-afvoer van landbouwgrond kan worden bereikt door beperkende maatregelen op het gebied van de bemesting in de winterperiode en door verbetering van de waterhuishouding. De in de winterperiode geproduceerde stal- of drijfmest kan door uitbreiding van de opslagcapaciteit op een later tijdstip worden uitgereden. Naarmate het tijdstip van uitrijden meer naar het groeiseizoen verschuift, is het risico van oppervlakte-afvoer kleiner. Verbetering van de landbouwwaterhuishouding leidt tot verhoging van de infiltratiemogelijkheden en daarmee tot een vermindering van de oppervlakte-afvoer (zie fig. 2). Wijziging van de drainage van een slecht ontwaterde lemige zandgrond (3 mm.dag<sup>-1</sup>) naar een goede ontwateringssituatie (8 mm.dag<sup>-1</sup>) zou in de winterperiode 1961/'62 een reductie in de hoeveelheid oppervlakte-afvoer hebben gegeven van 75% (STEENVOORDEN en BUITENDIJK, 1980).

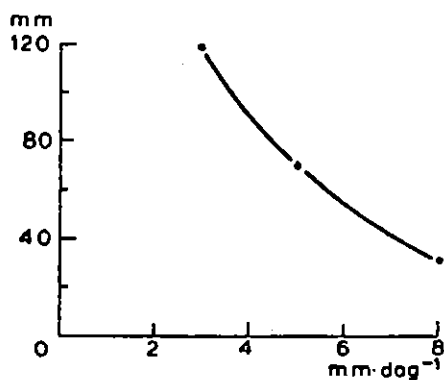


Fig. 2. De hoeveelheid oppervlakkig afgevoerde neerslag in de periode 1 september 1961 tot 1 januari 1962 voor drainage-intensiteiten van 3, 5 en 8 mm.dag<sup>-1</sup> bij een opbolling van het grondwater van 50 cm midden tussen de drains. Bergring op het maaiveld 5 mm en draaindiepte 70 cm-mv

### 3. INVLOED GRONDWATERSTAND OP NITRAATUITSPOELING

Wijzigingen in de grondwaterstand kunnen worden veroorzaakt door slootpeilverandering, een wijziging in de drainage-intensiteit en grondwateronttrekking.

De grondwaterstand beïnvloedt een aantal processen, zoals denitrificatie en gewasopname. In een experiment met diepe lysimeters is nagegaan in welke mate de uitspoeling naar het grondwater wordt beïnvloed als resultante van deze processen (STEENVOORDEN, 1983). Hiervoor zijn gegevens van de jaren 1979 tot en met 1981 gebruikt. De grondwaterstand blijkt een bijzonder grote invloed te hebben op de afgevoerde hoeveelheden  $\text{NO}_3^-$  (fig. 3).

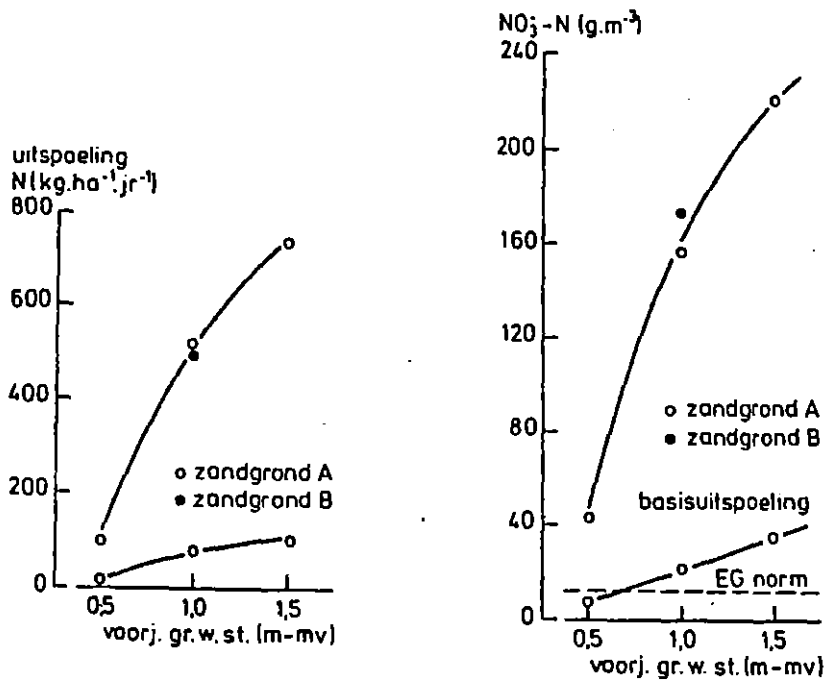


Fig. 3. Nitraatbelasting berekend uit de jaarlijks beneden 1,0 m diepte afgevoerde neerslagoverschotten bij een totale N-gift van  $1900 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$  N in de vorm van  $300 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$  VDM voor zandgronden uit de Achterhoek (A) en de Peel (B) bij 3 voorjaarsgrondwaterstanden (0,50 m -mv, grondwaterprofiel; 1,00 m -mv, contactprofiel; 1,50 m -mv, hangwaterprofiel). Tevens is aangegeven de nitraatbelasting zonder bemesting en via een stippellijn de EG-norm voor drinkwater.

Links: hoeveelheid N in  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$ .

Rechts: gehalten  $\text{NO}_3^-$ -N in  $\text{g.m}^{-3}$



Bijzonder lage gehalten worden gevonden bij de hoogste voorjaars-  
 grondwaterstand. De verschillen tussen de objecten kunnen maar ten  
 dele worden verklaard uit verschillen in gewasopname:

	Objecten met voorjaarsgrondwaterstand (m -mv)		
	0,5	1,0	1,5
Uitspoeling op 1,0 m -mv (kg N)	.95	510	740
Gewasopname (kg N)	<u>660</u>	<u>530</u>	<u>450</u>
Sub-totaal (kg N)	755	1040	1190
Verscheid t.o.v. object van 1,5 m (kg N)	-435	-150	0

In principe zou ook immobilisatie, dat is de vastlegging van  
 minerale stikstof in organische stikstof, een deel van de verschillen  
 kunnen veroorzaken. De enige afwijkende factor tussen de drie lysim-  
 eters gevuld met zandgrond A en met dezelfde drijfmestgift, is de  
 grondwaterstand. Al vrij snel in het groeiseizoen daalt de grond-  
 waterstand van het 0,5 m-object beneden 1,0 m en aan het einde van  
 het groeiseizoen bedraagt deze voor alle lysimeters 1,75-1,85 m -mv.  
 De verschillen in immobilisatie zullen daarom, indien ze er al zijn,  
 uiterst gering zijn. De belangrijkste verklaring voor de gevonden  
 verschillen zal daarom moeten worden gezocht in het proces denitrificatie.

Een indicatie dat dit proces inderdaad een belangrijke rol zal  
 spelen wordt verkregen uit het verloop van het gehalte aan opgeloste  
 organische koolstof met de diepte (fig. 4).

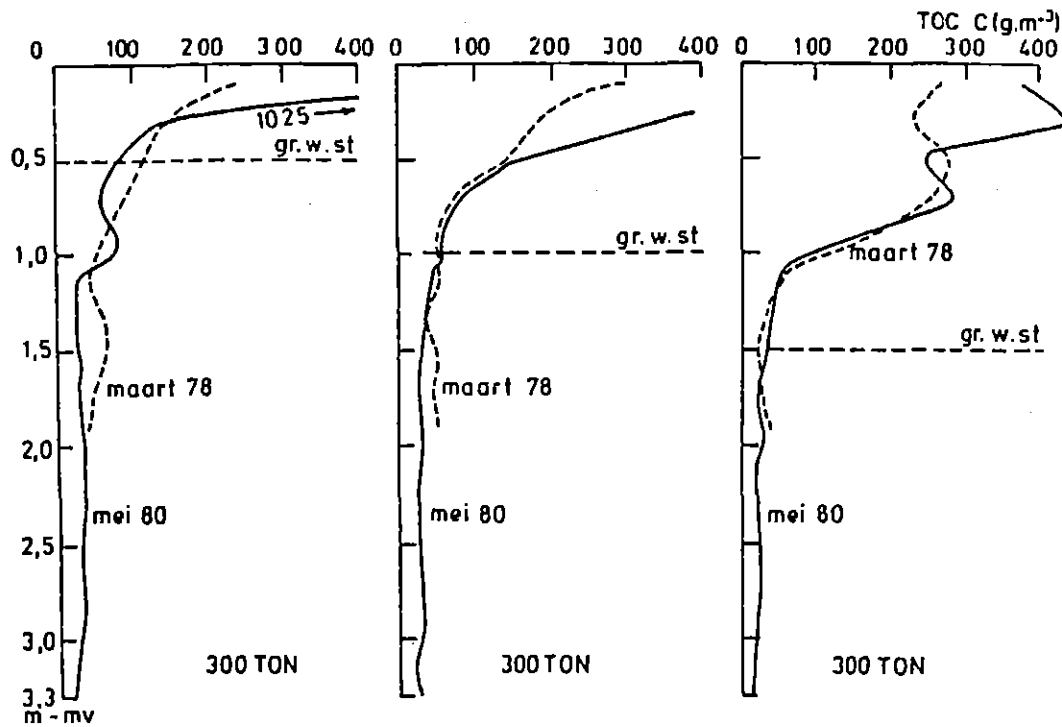


Fig. 4. Verloop van het gehalte aan opgeloste organische koolstof (TOC) met de diepte bij de lysimeters met voorjaarsgrondwaterstanden van 0,5 m, 1,0 m en 1,5 m -mv bij een gift van 300 ton.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> VDM, in het najaar. De bemonsteringsdata zijn maart 1978 en mei 1980

Bij de lysimeter met de hoogste grondwaterstand blijkt met name hoog in het profiel een belangrijke hoeveelheid opgeloste organische koolstof voor te komen, welke van belang is voor het denitrificatieproces.

Op grond van deze resultaten zijn correctiefactoren voor de nitraatuitspoeling afgeleid in afhankelijkheid van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), die vermeld zijn in tabel 1.

Tabel 1. Factoren waarmee de nitraatinspoeling bij diep ontwaterde percelen vermenigvuldigd moet worden om de optredende nitraatinspoeling te bepalen als functie van de grondwatertrap en de GHG

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in m	0,00	0,00	0,20	0,40	0,30	0,60	0,90
Factor	0,04	0,04	0,10	0,22	0,15	0,41	0,73

Bij een uitspoelingsonderzoek in de omgeving van Deurne is de invloed van de grondwaterstand eveneens gebleken (OOSTEROM, 1982). Graslandpercelen binnen eenzelfde bedrijf die een gelijke bemesting hadden ontvangen, vertoonden bij hogere grondwaterstanden aanmerkelijk lagere nitraatgehalten (tabel 2).

Tabel 2. Nitraatgehalten ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \text{N}$ ) in het bovenste grondwater onder graslandpercelen op veenontginningsgrond. Bemesting per ha en per jaar

Kunstmest N-gift	Drijfmestgift	Voorjaars- grondwaterstand (m-mv)	$\text{NO}_3^- \text{-N}$ ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \text{N}$ )
250 kg N	{ 45 m <sup>3</sup> rundveedrijfmest (RDM)	1,0	18
250 kg N		0,75	0,5
505 kg N	{ 10 m <sup>3</sup> RDM + 18 m <sup>3</sup> VDM	1,0	90
505 kg N		0,5	0,4

Hieruit mag worden geconcludeerd dat de resultaten van lysimeteronderzoek en veldonderzoek elkaar ondersteunen in de conclusie dat een hogere grondwaterstand leidt tot een verlaging van het nitraatgehalte van de naar het grondwater afgevoerde neerslagoverschotten. Hoge waterpeilen geven wel een verhoogd risico voor oppervlakte-afvoer, hetgeen voor stikstof tot uiting komt in vooral verhoogde  $\text{NH}_4^+$ - en org. N-gehalten in najaar, winter en vroege voorjaar na drijfmestgiftten (zie par. 2) en  $\text{NO}_3^-$ -gehalten gedurende het groeiseizoen na kunstmestgiftten (zie par. 4, tabel 6).

#### 4. PEILVERLAGING BIJ VEENWEIDEGRONDEN

##### 4.1. Algemeen

Ten behoeve van de agrarische bedrijfsvoering is het soms wenselijk over te gaan tot een verlaging van het polderpeil in veenweidegebieden. Polderpeilverlagingen hebben een aantal directe en indirecte gevolgen die van invloed kunnen zijn op de waterkwaliteit, zoals:

- een daling van het grondwaterpeil en een verhoogde mineralisatie van het veen waarbij grote hoeveelheden organisch gebonden koolstof, stikstof, zwavel en fosfor, enz. worden omgezet in minerale verbindingen;
- een verlaging van de kunstmeststikstofgift in verband met de verhoogde mineralisatie;
- op percelen met een verlaagd peil kan eerder drijfmest worden uitgereden in najaar, winter en voorjaar;
- er treedt een wijziging op in de watertransportweg van neerslagoverschotten doordat een kleiner deel van de neerslagoverschotten via greppels zal worden afgevoerd. Ondergrondse drainage gaat een belangrijke rol spelen. De interacties tussen bodem en water verlopen hierdoor eveneens op een andere wijze;
- het slootwatervolume neemt af en daardoor de verblijftijd van het water in de sloot;
- een verhoging van de grasproductie door verlenging van het groeiseizoen en diepere beworteling;
- een toename in de beregening of bevoeiing van landbouwgrond en dus ook in de inlaat van gebiedsvreemd water.

De gevolgen van een peilverlaging zijn dus ingrijpend voor de waterhuishouding. Op een aantal aspecten zal hierna worden ingegaan. Na ontwatering van veengronden treedt zakking op door inklinking, krimp en oxydatie. Alle nemen toe bij toenemende ontwatering, waarbij krimp en klink voornamelijk in de eerste jaren na ontwatering optreden en oxydatie langere tijd doorgaat. Door deze oxydatie is de afgelopen 900 jaar al 2 meter veen verdwenen. De lagere grondwaterstanden, welke met de huidige wijze van bedrijfsvoering, die een grotere draagkracht van dit weiland vraagt, worden gehandhaafd, zorgen voor nog snellere verdwijning van dit veen. De zakkingen welke het gevolg zijn van oxydatie variëren nu van 1 mm tot 7 mm per jaar, afhankelijk van

de grondwaterstand en de veensoort. Voorts is hierbij van belang of het veenprofiel al dan niet een kleidek heeft wat dan weer zijn effect heeft met name op de luchthuishouding en daarmee op oxydatie.

De grootste verschillen worden gevonden tussen de venen in het noorden van ons land (1 mm/jaar) en die in het westen (3-7 mm/jaar). Het verschil is vermoedelijk toe te schrijven aan het feit dat de noordelijke venen N-arm en zuur zijn in tegenstelling tot de westelijke venen. De verschillen in het westelijk veenweidegebied lijken vooral veroorzaakt te worden door de grondwaterstand en het al dan niet aanwezig zijn van een kleidek of toemaakdek.

De factoren welke de afbraaksnelheid bepalen zijn: bodemsamenstelling, landgebruik, vochtgehalte, temperatuur, pH en aeratie. Met name gebruik als bouwland, hoge temperatuur en bekalken schijnen zeer bevorderend te zijn voor de oxydatiesnelheid.

Metingen van de oxydatiesnelheid van het veenprofiel van Zegveld bij Woerden voor een slootpeil van 70 cm-mv, geven een te verwachten zakkings van ca. 7 mm/jaar bij 15,5°C (OTTEN, 1985).

Dat oxydatie in het zakkingsproces een belangrijke rol speelt kan worden afgeleid uit de verhoogde stikstofopname door het gras bij peilverlaging vergeleken met de resultaten bij zand- en kleigronden. Op basis van de stikstofleverantie werd voor Zegveld bij hoge slootpeilen van 0,30 m-mv een hoogteverlies berekend van 2 mm.jr<sup>-1</sup> en bij een ontwatering tot 1 m-mv van 6 mm.jr<sup>-1</sup> (SCHOTHORST, 1978). Bij een volume massa van de organische stof van 0,20 g.cm<sup>-3</sup> komen deze verliezen overeen met de oxydatie van respectievelijk 4 en 12 t.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> organische stof. Bij een N-gehalte van 4% in de organische stof en een N:S-verhouding van 10:1 leidt dit tot het vrijkomen van de volgende hoeveelheden mineralen:

Water- peil	N-mineralisatie	S-mineralisatie	
	(kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> N)	kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> S)	kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
0,30 m-mv	160	16	48
1,0 m-mv	480	48	144

Met het vrijkomen van de extra N wordt in de praktijk rekening gehouden door in plaats van jaarlijks ca. 300 kg.ha<sup>-1</sup> kunstmest-N slechts 200 kg.ha<sup>-1</sup> te geven.

#### 4.2. Waterkwaliteitsaspecten

Om inzicht te krijgen in de gevolgen van peilverlaging voor de chemische samenstelling van het grond- en oppervlaktewater is een onderzoek uitgevoerd op het Regionaal Onderzoek Centrum te Zegveld (U) (PANKOW e.a., 1985). Op dit bedrijf komt op een deel een open waterpeil voor van ca. 0,30 m-mv en op het resterende deel een peil van ca. 0,80 m-mv. Bij het onderzoek is als uitgangspunt genomen een intensieve bedrijfsvoering. De bedrijfsvoering wordt uiteraard enigszins beïnvloed door de waterhuishouding. Bij de proefpercelen komt dit tot uiting in de hoogte van de kunstmest-N gift en het tijdstip van de kunstmestbemesting. Bij het hoge peil is meer kunstmest-N gegeven, namelijk gemiddeld over 2 groeiseizoenen  $320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$  N ten opzichte van  $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$  N. Het tijdstip van de eerste kunstmestbemesting is bij het hoge peil soms iets later maar meestal gelijk. Vooral in het begin van het groeiseizoen worden bij het hoge peil hogere mestgiftten toegediend, terwijl het aantal bemestingen 1 à 2 lager ligt. De hoeveelheid drijfmest ligt bij het lage peil wat hoger namelijk  $38 \text{ m}^3$  in plaats van  $28 \text{ m}^3$  rundveedrijfmest per ha per jaar. Wanneer en op welk object drijfmest wordt uitgereden hangt vooral af van de toestand van de percelen.

De waterdiepte bij het verlaagde peil is ca. 10 cm en ca. 20 cm bij het hoge peil. Het slootvolume bij het lage peil is ca. 45% van het volume bij het hoge peil. De hoge waterpeilen hebben tot gevolg dat de bergingsmogelijkheden in het profiel voor neerslagoverschotten gering zijn. De percelen met verlaagde peilen zijn niet begreppeld. Alle neerslagoverschotten worden via de ondergrond afgevoerd. Een overzicht van de afgevoerde neerslagoverschotten en de wijze van afvoer voor de onderzoeksperiode 1982-1984 en gemiddeld voor de periode 1952-1982 berekend met het model FLOWEX staat vermeld in tabel 3. Het vermoeden bestaat dat de gemeten afvoer bij het hoge peil is beïnvloed door wegzijging naar het lagere peil of door lekkage van de damwand, ondanks de genomen voorzorgsmaatregelen.

Ondanks de onzekerheid rond de waterkwantiteit levert het onderzoek toch waardevolle inzichten op in de gevolgen voor de waterkwaliteit. In het navolgende zal hierop nader worden ingegaan, waarbij uitsluitend aandacht zal worden besteed aan N en P, omdat voor Ca, Mg en  $\text{SO}_4$  de gevolgen duidelijk zijn, namelijk sterk verhoogde gehalten door de

Tabel 3. Afgevoerde neerslagoverschotten voor oktober 1982 tot mei 1984 en gemiddeld voor een periode van 30 jaar (1952-1982) berekend met het model FLOWEX (BUITENDIJK, 1984). De verdeling van de afvoer is vermeld in mm en procenten

	1982/'84	1952/'82
<b>HOOG PEIL</b>		
greppelafvoer	89 mm ( 46%)	108 mm ( 46%)
afvoer via ondergrond	105 mm ( 54%)	126 mm ( 54%)
<b>totaal</b>	<b>194 mm (100%)</b>	<b>234 mm (100%)</b>
<b>LAAG PEIL</b>		
afvoer via ondergrond	269 mm (100%)	

afbraakprocessen in het veen na ontwatering in het grondwater (tabel 4) en met name in het oppervlaktewater (tabel 5). Hierbij treedt niet alleen oxydatie op van zwavel uit organische stof maar ook van het mineraal pyriet ( $\text{FeS}_2$ ).

De gevolgen voor de N-belasting worden in hoge mate bepaald door het tijdstip van bemesting en de klimatologische omstandigheden. Het resultaat van de 2 meetjaren had daarom zowel kunnen zijn dat peilverlaging leidt tot een lagere N- en P-afvoer via de afgevoerde neerslagoverschotten als ook het omgekeerde. De verschillen in N- en P-belasting komen tot stand via de volgende zes deelprocessen:

- a. scheurvorming en snel transport
- b. oppervlakkige afvoer na drijfmestgift
- c. uitspoeling en oppervlakkige afvoer na kunstmestgift
- d. mineralisatie van veen
- e. mineralisatie van bagger in de sloot
- f. inlaat van oppervlaktewater

Tabel 4. Gemiddelde chemische samenstelling van het grondwater op ca. 1 m-mv bij hoog peil (0,30 m-mv) en laag peil (0,80 m-mv) in najaar en voorjaar. Bemonstering via boorgatenmethode: 20 boringen per perceel

Component	Najaar		Voorjaar	
	hoog	laag	hoog	laag
org. N ( $\text{g.m}^{-3}\text{N}$ )	6,9	5,2	10,2	12,5
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ ( " )	3,5	3,6	3,2	4,1
$\text{NO}_3^-\text{-N}$ ( " )	6,3	13,3	0,5	0,9
$\text{NO}_2^-\text{-N}$ ( " )	0,5	0,4	0,2	0,2
tot. N ( " )	17,2	22,5	14,1	17,7
org. P ( $\text{g.m}^{-3}\text{P}$ )	0,17	0,12	0,84	0,64
$\text{PO}_4\text{-P}$ ( " )	0,02	0,03	0,08	0,04
tot. P ( " )	0,19	0,15	0,92	0,68
$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{g.m}^{-3}$ )	45	61	111	120
$\text{Mg}^{2+}$ ( " )	5	10	15	14
$\text{SO}_4^{2-}$ ( " )	230	404	166	263
Cl ( " )	120	164	64	101
pH ( " )	6,6	7,0	6,6	6,9

Ad a. Scheurvorming en snel transport

Door de indroging van het veen treedt scheurvorming op. Wordt drijfmest uitgereden op een tijdstip in het najaar dat de grondwaterstand nog diep is en treedt er daarna een periode op met neerslagoverschotten dan vindt er een snel transport van mestdeeltjes naar het grondwater plaats, maar ook naar het oppervlaktewater. In het onderzoek is dit effect heel duidelijk naar voren gekomen voor zowel stikstof als fosfaat bij het object met het hoge peil. Indien bij het lage peil op hetzelfde tijdstip drijfmest zou zijn uitgebracht zou dezelfde problematiek zich hebben voorgedaan.



Tabel 5. Gemiddelde chemische samenstelling van het oppervlaktewater afgevoerd uit de objecten bij hoog (0,30 m-mv) en laag (0,80 m-mv) peil voor de periode oktober 1982-mei 1984. Bemonstering van de greppelafvoer bij het hoge peil vond continu plaats, van de perceelssloten bij hoog en laag peil wekelijks

Component	Hoog peil	Laag peil
org. N ( $\text{g.m}^{-3}\text{N}$ )	6,8	5,9
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ ( " )	1,6	2,3
$\text{NO}_2\text{-N}$ ( " )	0,09	0,8
$\text{NO}_3\text{-N}$ ( " )	3,3	4,7
Tot.-N ( " )	11,8	13,7
org. P ( $\text{g.m}^{-3}\text{P}$ )	0,15	0,34
$\text{PO}_4\text{-P}$ ( " )	0,47	0,12
tot.-P ( " )	0,62	0,46
$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{g.m}^{-3}$ )	62	200
$\text{Mg}^{2+}$ ( " )	11	43
$\text{Na}^+$ ( " )	39	48
$\text{K}^+$ ( " )	20	10
$\text{SO}_4^{2-}$ ( " )	92	400
$\text{Cl}^-$ ( " )	56	86

Ad b. Oppervlakkige afvoer na drijfmestgift

Bij het object met het lage peil doet zich geen oppervlakkige afvoer voor, omdat greppels overbodig zijn en de percelen altijd een holle ligging hebben. Bij hoog peil komt oppervlakkige afvoer regelmatig voor. Circa 50% van de afvoer is greppelafvoer. Dit betekent dat het risico van oppervlaktewater verontreiniging na het uitrijden van dierlijke mest in najaar en winter altijd groot is. Bij het perceel met het hoge peil zijn dan ook meerdere malen hoge gehalten aan N en P gemeten.

Ad c. Uitspoeling en oppervlakkige afvoer na kunstmestgift

De eerste kunstmestgift is in de onderzoeksjaren veelal in de periode begin maart tot half maart gegeven. In beide jaren hebben zich daarna op het hoge peil nog afvoersituaties voorgedaan, waarbij hoge gehalten aan  $\text{NO}_3^-$  en soms ook  $\text{NH}_4^+$  zijn gemeten. Bij het object met het diepe peil zal bij neerslagoverschotten na kunstmestbemesting in het voorjaar een deel van het  $\text{NO}_3^-$  dieper in het profiel doordringen. In verband met de hoge vochtgehalten van het veen zal dit nooit erg diep kunnen zijn. Bovendien zal het  $\text{NO}_3^-$  door de beschikbare organische stof snel worden gedenitrificeerd tot stikstofgas. Bij de voorjaarsbemonstering in het voorjaar wordt in het grondwater vrijwel geen nitraat aangetroffen. (tabel 4).

Ad d. Mineralisatie van veen

Diepere ontwatering van veen leidt tot een verhoogde aeratie van de grond en daardoor tot een versnelde mineralisatie van het veen. Zowel bij het hoge peil als bij het lage peil daalt de grondwaterstand in het midden van het perceel zomers tot circa 60 à 70 cm-mv. Dit betekent dat de diepte tot waar mineralisatie optreedt niet veel zal verschillen. De op iets grotere diepten gevormde afbraakproducten kunnen daarbij met de neerslagoverschotten naar het grondwater worden afgevoerd. Dit komt bij de analyses van het grondwater naar voren in het aandeel van organisch P en organisch N in de N- en P-gehalten. Het aandeel is veelal hoog, met name bij fosfaat. De verschillen in gehalten tussen hoog en laag peil zijn gering.

Ad e. Mineralisatie van bagger in de sloot

Uit het onderzoek naar de slootbaggerproductie en -samenstelling komt naar voren dat de jaarlijks gevormde hoeveelheid aanzienlijk is. Aangezien éénmaal in de circa zes jaar wordt gebaggerd kan het jaar waarin onderzoek wordt gedaan invloed hebben op de resultaten. Een jaar vóór het onderzoek is de sloot met het hoge peil gebaggerd. De invloed van de bagger kan met name sterk naar voren komen in het voorjaar bij oplopende watertemperaturen.

Bij het hoge peil blijven de organisch-N gehalten vanaf maart vrijwel altijd onder de  $5 \text{ g.m}^{-3} \text{ N}$ , terwijl bij het lage peil de gehalten in het voorjaar van 1984 vrijwel continu boven de  $10 \text{ g.m}^{-3} \text{ N}$  liggen en zelfs oplopen tot ca.  $19 \text{ g.m}^{-3} \text{ N}$ . De mineralisatie wordt bij het lage peil versneld door de geringe waterdiepte, waardoor de temperatuur sneller stijgt.

Ad f. Inlaat van water

De inlaat van water voor veenweidegronden dient om een zekere droge stofproduktie veilig te stellen. Het zal daarom in principe niet veel uitmaken of men intensieve landbouw nastreeft bij hoog peil of bij laag peil als het gaat om de waterhoeveelheid. Bij laag peil is de waterdiepte gering en de natte doorsnede kleiner en dus de stroomsnelheid bij gelijke inlaat hoger. De uitwisseling tussen slootbagger en ingelaten water zal tijdens het transport daardoor intensiever worden hetgeen waarschijnlijk zal resulteren in hogere N- en P-gehalten.

Een vermindering van de N- en P-verontreiniging van grond- en oppervlaktewater in veenwaidegebieden kan via de volgende maatregelen worden bereikt, zoals uit het voorgaande kan worden geconcludeerd:

- een zo frequent mogelijk baggeren van sloten en het handhaven van voldoende diepte;
- geen drijfmest uitrijden op een veengrond in uitgedroogde toestand, noch bij hoog peil noch bij laag peil;
- geen drijfmest uitrijden in najaar en winter op percelen met hoog slootpeil;
- splitsen van de eerste kunstmest N-gift bij hoog peil.

Uiteraard gaan deze maatregelen gepaard met extra kosten, maar dit aspect valt buiten het kader van dit onderzoek.

Niet alle vragen rond de waterkwaliteitsveranderingen bij peilverlaging in veenweidegebieden zijn met dit onderzoek beantwoord. Met name is onduidelijk in welke mate fosfaat afkomstig van bemesting, zowel via kunstmest als dierlijke mest door uitspoeling bij kan dragen aan de belasting van het grondwater in de situatie dat geen drijfmest wordt uitgereden op veengrond in uitgedroogde toestand. De vraag hierbij is in welke mate transport plaats vindt door bijvoorbeeld complexvorming met uit het veen afkomstige afbraakprodukten. Dit onderzoek naar afbraak en mobiliteit van N- en P-verbindingen uit zowel dierlijke mest als veengrond dient op laboratoriumschaal te worden uitgevoerd door middel van kolomonderzoek.

## 5. SAMENVATTING

In deze bijdrage wordt ingegaan op de gevolgen van enkele waterhuishoudkundige maatregelen voor de concentratie van een aantal verbindingen in grond- en oppervlaktewater. De maatregelen betreffen peilverandering in sloten en wijziging van de drainage-intensiteit van gronden. Beide ingrepen resulteren in een wijziging van de grootte van de oppervlakte-afvoer. Oppervlakte-afvoer van recent bemeste percelen wordt gekenmerkt door een grote mineralen rijkdom (met name N en P) en hoge gehalten aan organische stof.

De grondwaterstand heeft een belangrijke invloed op de nitraatbelasting van het grondwater. Hoge grondwaterstanden blijken samen te gaan met lage nitraatgehalten in het bovenste grondwater en diepe grondwaterstanden met hoge gehalten. De verklaring hiervoor is een gewijzigde denitrificatie door verandering van de verblijftijd in de wortelzone, die relatie rijk is aan organische stof.

Bij landbouwkundig slechte ontwateringssituaties kunnen indicenteel na een kunstmestbemesting belangrijke  $\text{NO}_3$ -verliezen naar het oppervlaktewater voorkomen als gevolg van het verschijnsel oppervlakte-afvoer.

Peilverlaging van veenweidegronden heeft een belangrijke invloed op de verdeling van neerslagoverschotten over greppelafvoer en ondergrondse voeding, de waterdiepte en de verblijftijd van water in sloten. De uiteindelijke gevolgen voor de waterkwaliteit worden in belangrijke mate bepaald door de volgende processen:

- scheurvorming bij zowel hoog als laag peil;
- oppervlakkige afvoer bij hoog peil;
- mineralisatie van veen;
- mineralisatie van slootbagger;
- inlaat van oppervlaktewater.

De keuze tussen hoog en laag peil uit oogpunt van de waterkwaliteit wordt mede bepaald door de algemene bemestingsmaatregelen, die in voorbereiding zijn. Bepaalde maatregelen zoals het verbod tot drijfmest uitrijden in najaar en winter zal vooral leiden tot een verlaging van de belasting bij het hoge peil.

## LITERATUUR

- BUITENDIJK, J., 1984. FLOWEX een numeriek model voor simulatie van verticale stroming van water door onverzadigde grond. Nota ICW 1494, Wageningen.
- OOSTEROM, H.P., 1982. Samenstelling van het bovenste grondwater onder landbouwpercelen en enkele bospercelen. Nota 1385. Inst. voor Cult. Techn. en Waterh., Wageningen, 22 p.
- en J.H.A.M. STEENVOORDEN, 1980. Chemische samenstelling van oppervlakkig afstromend water (Proefveldonderzoek te Achterveld). Nota 1237, Inst. voor Cult. Techn. en Waterh., Wageningen, 60 p.
- OTTEN, W., 1985. Nader onderzoek naar oxydatie van veengronden. Literatuuroverzicht en metingen aan veenmonsters. Nota 1620. Inst. voor Cultuurtechn. en Waterhuish., 99 p.
- PANKOW, J., A. VAN DE TOORN, C.G. TOUSSAINT en J.H.A.M. STEENVOORDEN, 1985. De gevolgen van verschillen in open waterpeil op de stofbelasting van het water op het Regionaal Onderzoek Centrum te Zegveld. Nota 1652, Inst. voor Cult. techn. en Waterh., 76 p.
- SCHOTHORST, C.J., 1978. Het zakkingsproces bij ontwatering van de westelijke veenweidegronden. Landbouwk. Tijdschr./pt 90, 6, 1-11. Verspreide Overdr. 217, Inst. voor Cult. techn. en Waterh., Wageningen.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M., 1983. Nitraatbelasting van het grondwater in zandgebieden; denitrificatie in de ondergrond. Nota 1435, Inst. voor cultuurtechn. en Waterh., Wageningen, 32 p.
- en J. BUITENDIJK, 1980. Oppervlakte-afvoer. In: Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Den Haag. Rapporten en nota's 5: 87-92.
- WERK GROEP WATER, BODEM EN LUCHT, 1983. Voorspelling van effecten van landinrichting op water, bodem en lucht. Landinrichtingsdienst, Utrecht, 86 p.