



Peter van Puijenbroek, Planbureau voor de Leefomgeving

Peter Cleij, Planbureau voor de Leefomgeving

Hans Visser, Planbureau voor de Leefomgeving

# Afname eutrofiëring stagneert

**Eutrofiëring is één van de hardnekkigste milieuproblemen voor het Nederlandse oppervlaktewater. Met de implementatie van de Kaderrichtlijn Water zijn voor alle watertypen normen opgesteld voor nutriënten. Voor de meeste locaties geldt dat de gemeten concentraties voor stikstof en fosfor nog niet voldoen aan de norm. Dit geldt bij meren ook voor chlorofyl-*a* en het doorzicht. Wel neemt sinds 1990 de eutrofiëring van het zoete (en brakke) oppervlaktewater af. Deze afname stagneert echter de laatste jaren, vooral wat betreft fosfor.**

Eutrofiëring vormt één van de hardnekkigste milieuproblemen voor het oppervlaktewater<sup>1)</sup> door hoge gehalten van stikstof en fosfor. Op de meeste locaties wordt de norm ruimschoots overschreden. De meeste zichtbare effecten treden op in meren waar hoge algengehalten leiden tot een slecht doorzicht en weinig waterplanten. Als gevolg van blauwalgen worden dan zwembodems ingesteld. De waterkwaliteit in Nederland is in de vorige eeuw sterk achteruitgegaan en bereikte rond 1970 een dieptepunt. Sindsdien is de waterkwaliteit verbeterd, maar het is de vraag of deze verbetering nog doorzet.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft recentelijk een studie afgerond naar de eutrofiëring van het Nederlandse zoete (en brakke) oppervlaktewater<sup>2)</sup>. Eén van de kernvragen was: zet de verbetering van de waterkwaliteit wat betreft stikstof en fosfor, en bij meren ook wat betreft chlorofyl-*a* en het doorzicht, nog steeds door of is sprake van stagnatie?

In de studie is onderscheid gemaakt tussen zeven watertypen: sloten, beken, kanalen, regionale meren, rijksmere, het IJsselmeer en de grote rivieren. Voor sloten, beken en kanalen is gebruik gemaakt van meetgegevens uit de Limnodata Neerlandica (STOWA, RWS, PBL), aangevuld met gegevens uit de CIW-waterkwaliteitsdatabank (RWS). Voor de meren zijn gegevens gebruikt van de vijfde eutrofiëringsonderzoek<sup>3)</sup> en voor de grote rivieren van meetgegevens uit DONAR (RWS).

De uitgevoerde trendanalyses zijn gebaseerd op zomergemiddelde waarden voor meetlocaties met een goede spreiding van beschikbare meetwaarden over de beschouwde periode. Per watertype en parameter zijn tijdreeksen opgesteld, waarbij de zomergemiddelde waarden over

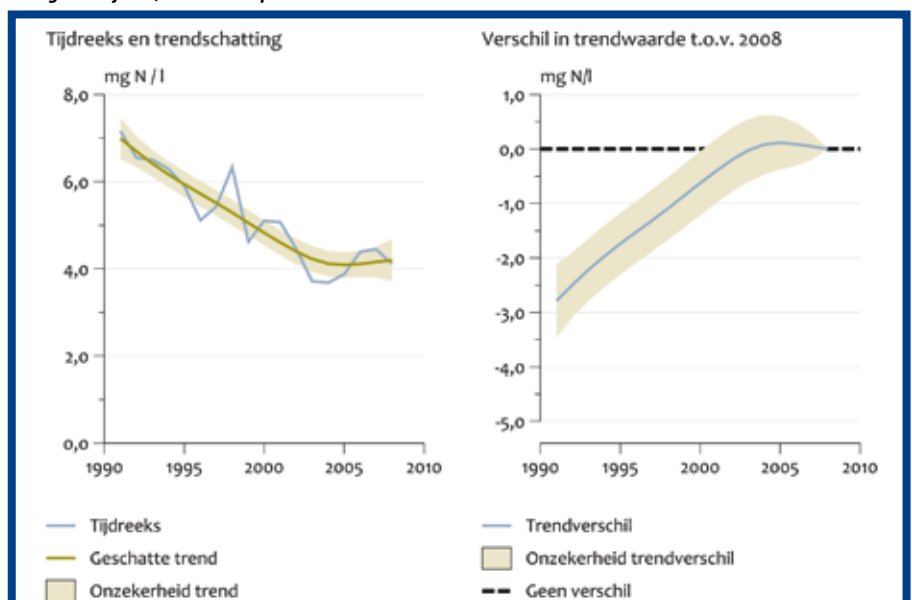
alle geselecteerde meetlocaties werden gemiddeld (ruimtelijk gemiddelde). Voor sloten, kanalen en beken is de periode 1991-2008 onderzocht. Voor meren waren voldoende gegevens beschikbaar voor een trendanalyse van de periode 1981-2008 en voor de grote rivieren is de periode vanaf 1971 beschouwd.

Voor de trendanalyses is gebruik gemaakt van het softwarepakket TrendSpotter<sup>4)</sup>. Hiermee kunnen trends in tijdreeksen geschat worden, waarbij ook rekening gehouden kan worden met de mogelijke effecten van bijvoorbeeld variaties in het weer. Deze methode kan worden toegepast op trends die langzaam in de tijd veranderen, in tegenstelling tot bijvoorbeeld methodes gebaseerd op de bekende lineaire regressie.

Verder kan de statistische significantie van trends en trendverschillen worden bepaald. Dit laatste is niet mogelijk bij bijvoorbeeld de veel gebruikte *moving average* techniek ('glijdend middelen').

In afbeelding 1 is een voorbeeld te zien van de zomergemiddelde stikstofconcentratie in beken in de periode 1991-2008. Voor deze tijdreeks is met behulp van TrendSpotter een trendlijn geschat met een onzekerheidsband (linker grafiek). Hierbij is rekening gehouden met weersextremen, zoals in 1998 met extreem veel neerslag. De rechter grafiek geeft de verschillen weer tussen de trendwaarde in 2008 en die in de voorgaande jaren, in combinatie met een 95-procent betrouwbaarheidsband.

**Afb. 1: Voorbeeld van een analyse van een tijdreeks met TrendSpotter, met geschatte trend en 95-procent onzekerheidsband (linker grafiek). In de rechter grafiek het verschil in trendwaarde voor 2008 en de voorgaande jaren, inclusief 95-procent onzekerheidsband.**



De grafiek laat in dit voorbeeld zien dat de trendwaarde in 2008 significant lager is dan de trendwaarden in de periode 1991-2000 (de bovengrens van de onzekerheidsband ligt in deze periode onder de nullijn). Anders gezegd, vanaf 2001 verschilt de trendwaarde niet meer significant van de trendwaarde in 2008, ofwel de daling van de stikstofconcentratie stagneert vanaf 2001.

### Trend per watertype

Op de meeste locaties zitten de concentraties van stikstof en fosfor (alle watertypen) en van chlorofyl en doorzicht (alleen meren) nog boven de norm. Om te weten of de kwaliteit nog verandert, zijn deze tijdreeksen met TrendSpotter geanalyseerd. Het resultaat van deze analyse voor stikstof en fosfor (alle watertypen) en voor chlorofyl en doorzicht (alleen meren) is voor de periode 1991-2008 samengevat in tabel 1.

Duidelijk is dat de daling van de fosforconcentratie de laatste jaren voor bijna alle watertypen stagneert. Alleen in de grote rivieren daalt de fosforconcentratie nog. Voor de andere watertypen geldt dat al vele jaren geen significante verbetering meer optreedt. Stikstof laat een genuanceerder beeld zien. Voor vier van de zeven watertypen geldt dat de daling van de concentratie de laatste jaren stagneert. Voor meren, met uitzondering van het IJsselmeer, en de grote rivieren geldt dat de ingezette daling nog steeds doorzet. Ook de daling van de concentratie chlorofyl-*a* in meren stagneert, terwijl het doorzicht nog wel verbetert. Uitzondering is hier weer het IJsselmeer waar de stagnatie in de daling van de concentratie chlorofyl-*a* relatief vroeg intrad en waar het doorzicht over de hele periode 1991-2008 een geringe verslechtering laat zien.

### Algemene trend

In de PBL-studie is ook getracht een algemeen beeld te schetsen van de trend in de eutrofiëring van het Nederlandse zoete oppervlaktewater. Dit kan door de meetresultaten voor stikstof en fosfor en de verschillende watertypen te aggregeren tot één enkele tijdreeks voor de eutrofiëring van het Nederlandse oppervlaktewater. Chlorofyl-*a* en doorzicht kunnen hierbij niet gebruikt worden omdat deze parameters alleen beschikbaar en relevant zijn voor meren. Bij een dergelijke aggregatie zal rekening gehouden moeten worden met het feit dat de stikstof- en fosforconcentraties voor de verschillende watertypen niet zonder meer vergeleken kunnen worden, gezien de soms grote variaties tussen de (KRW-)normen per watertype. Het ligt dan ook voor de hand deze normen bij deze aggregatie een rol te laten spelen. Dit is gebeurd door gebruik te maken van de parameter 'normoverschrijding'. Deze parameter is gedefinieerd als de verhouding tussen de zomergemiddelde concentratie en de bijbehorende norm, met een minimumwaarde van één. Door middeling per watertype en nutriënt van deze parameter over alle meetlocaties, gevolgd door middeling over alle zeven watertypen en beide nutriënten, wordt

	stikstof (mg-N/l)	fosfor (mg-P/l)	chlorofyl-a (mg/l)	doorzicht (m)
sloten	verbetering stagneert vanaf 2001*	constant		
beken	verbetering stagneert vanaf 2001	verbetering stagneert vanaf 1998		
kanalen	verbetering stagneert vanaf 2000	verbetering stagneert vanaf 2001		
regionale meren	verbetert nog steeds	verbetering stagneert vanaf 1994	verbetering stagneert vanaf 2003	verbetert nog steeds
rijksmeren	verbetert nog steeds	verbetering stagneert vanaf 1995	verbetering stagneert vanaf 2003	verbetert nog steeds
IJsselmeer	verbetering stagneert vanaf 2000	verbetering stagneert vanaf 1994	verbetering stagneert vanaf 1994	verslechtert nog steeds
grote rivieren	verbetert nog steeds	verbetert nog steeds		

\* Met weer een lichte verbetering vanaf 2006.

Tabel 1: Trend per watertype voor de vier eutrofiëringparameters in de periode 1991-2008.

een indicator verkregen die een algemeen beeld geeft van de eutrofiëring van het Nederlandse zoete oppervlaktewater.

De gebruikte 'normen' zijn de (default)-waarden per watertype voor de ondergrens van de goede ecologische toestand/potentie (GET/GEP) van de KRW<sup>(5),(6),(7)</sup>. In de stroomgebiedsbeheerplannen kunnen voor de kunstmatige en sterk veranderde wateren per waterlichaam andere grenswaarden zijn vastgesteld. In deze studie is daar echter geen rekening mee gehouden en is per watertype op dezelfde grenswaarde getoetst (zie tabel 2).

De tabel laat zien dat voor stikstof de normen uiteenlopen van 0,9 mg-N/l voor matig grote diepe gebufferde meren tot 4 mg-N/l voor beken. Voor fosfor variëren de normen van 0,03 mg-P/l, voor matig grote diepe meren, tot 0,22 mg-P/l voor sloten.

In afbeelding 2 is voor de zeven watertypen de over alle meetlocaties gemiddelde normoverschrijding weergegeven voor de periode 1991-2008.

De afbeelding laat zien dat voor stikstof de normoverschrijding aanzienlijk minder is dan voor fosfor. Verder valt bij stikstof op, dat de gemiddelde normoverschrijding voor meren en sloten ruim twee maal zo hoog is als bij beken, kanalen en grote rivieren. Deze laatste watertypen kennen dan ook de hoogste normen (zie tabel 2).

In afbeelding 3 zijn de tijdreeksen van de normoverschrijding voor stikstof en fosfor afzonderlijk en voor stikstof en fosfor gemiddeld weergegeven, samen met de geschatte trend. Voor stikstof stagneert de aanvankelijke daling van de normoverschrijding vanaf het jaar 2005. Voor fosfor

Tabel 2: De in de PBL-studie gebruikte normen per watertype voor stikstof en fosfor.

	stikstof (mg-N/l)	fosfor (mg-P/l)
sloten (M1, M2, M8)	2,4	0,22
beken (R3-R6, R9-R15, R17-R18)	4	0,14
kanalen (M3, M4, M6, M7, M10)	2,8	0,15
ondiepe gebufferde meren (M11, M14)	1,3	0,09
ondiepe laagveenplassen (M25, M27)	1,3	0,09
diepe gebufferde meren (M16)	1,3	0,07
grote diepe meren (M21)	1,3	0,07
matig grote diepe gebufferde meren (M20)	0,9	0,03
brakke meren (M30, M31)	1,8	0,11
grote rivieren (R7, R8, R16)	2,5	0,14

treedt deze stagnatie al eerder op, namelijk vanaf 1999. Voor de gecombineerde trend is er sprake van stagnatie vanaf het jaar 2001. Afbeelding 3 laat tevens zien dat er in 2008 nog een aanzienlijke overschrijding van de normen voorkomt, voor fosfor meer dan voor stikstof.

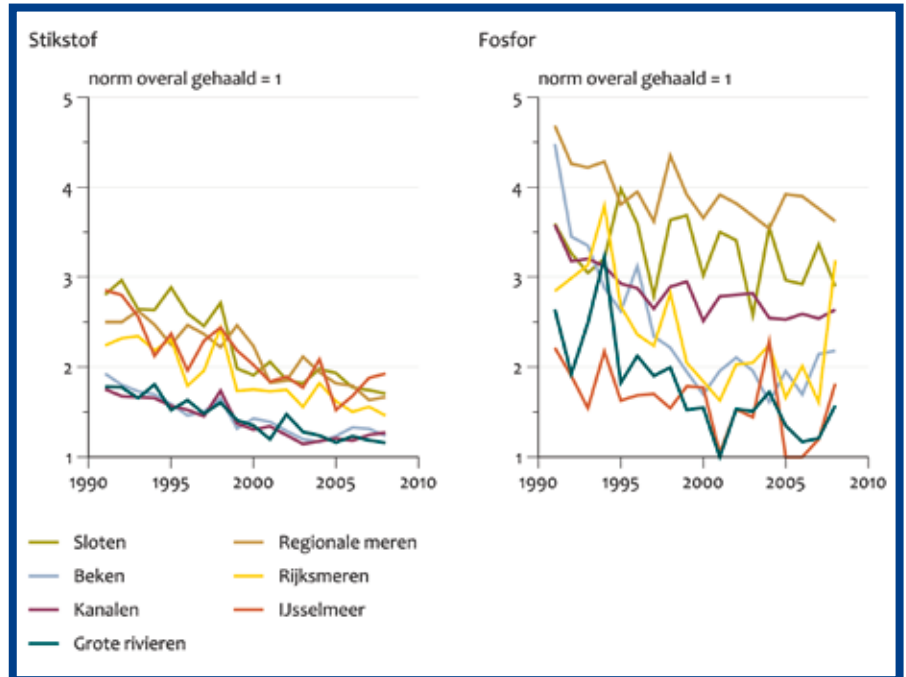
**Conclusies**

De waterkwaliteit van het Nederlandse zoete (en brakke) oppervlaktewater is wat betreft eutrofiëring sinds 1991 duidelijk verbeterd. De laatste jaren stagneert deze verbetering echter, zij het in mindere mate voor stikstof dan voor fosfor. Voor stikstof is nog steeds (2008) sprake van een daling van de concentraties in de grote rivieren en meren, uitgezonderd het IJsselmeer. Ook het chlorofylgehalte in meren, behalve in het IJsselmeer, daalt nog steeds, terwijl ook het doorzicht nog steeds verbetert. Voor fosfor verbetert de situatie alleen nog in de grote rivieren.

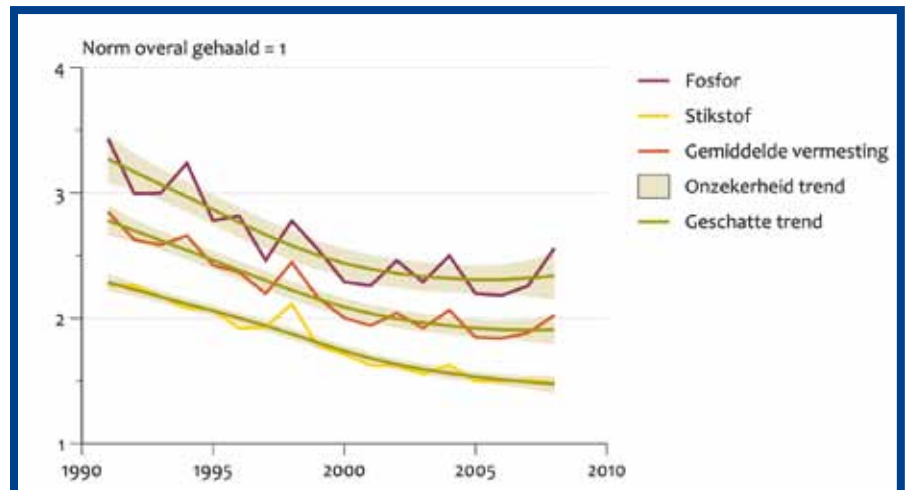
De grote rivieren waarin de waterkwaliteit nog steeds verbetert, worden sterk door het buitenland beïnvloed. In sloten en beken, die vooral door de uit- en afspoeling van landbouwgronden worden beïnvloed, treedt helemaal geen herstel meer op. De afgelopen 20 jaar zijn vooral de stikstof- en fosforemissies van rioolwaterzuiveringsinstallaties en vanuit de industrie sterk verminderd. De diffuse emissies vanuit landbouwgronden zijn wat betreft fosfor echter nauwelijks verminderd. Voor een omslag van de huidige stagnatie naar een verdere verbetering van de waterkwaliteit en het halen van de eutrofiëringdoelen zullen dan ook extra maatregelen nodig zijn om vooral deze diffuse emissies te reduceren<sup>8)</sup>.

**LITERATUUR**

- 1) Ministeries van Verkeer en Waterstaat, VROM en LNV (2009). Stroomgebiedbeheerplan. Rijndelta, Maas, Schelde, Eems.
- 2) Van Puijtenbroek P., P. Cleij en H. Visser (2010). Nutriënten in het Nederlandse oppervlaktewater: toestand en trends. Planbureau voor de Leefomgeving. Rapport 500208001.
- 3) Pot R. (2010). Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen. Rijkswaterstaat Waterdienst.
- 4) Visser H. (2004). Estimation and detection of flexible trends. Atmospheric Environment 38, pag. 4135-4145.
- 5) Evers C. en R. Knoben (2007). Omschrijving MEP en maatlaten voor sloten en kanalen voor de



Afb. 2: Gemiddelde normoverschrijding voor stikstof en fosfor per watertype (1991-2008).



Afb. 3: Gemiddelde normoverschrijding voor stikstof en fosfor afzonderlijk en voor stikstof en fosfor gecombineerd (1991-2008).

Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2007-32b. RWS-WD-rapport 2007.019.

- 6) Van der Molen D. en R. Pot (2007). Referenties en maatlaten voor natuurlijke wateren voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2007-32, RWS-WD 2007-018.
- 7) Van der Molen D. en R. Pot (2007). Referenties en maatlaten voor natuurlijke watertypen voor de

Kaderrichtlijn Water; aanvullingen kleine typen. STOWA-rapport 2007-32B.

- 8) Ligtoet W., G. Beugelink, C. Brink, R. Franken en F. Kragt (2008). Kwaliteit voor later. Ex Ante evaluatie Kaderrichtlijn Water. Planbureau voor de Leefomgeving.

**Een goede waterkwaliteit met helder water, waterplanten en roofvis (foto G. Eggink)**

