

**Aanzet tot het opstellen van
richtwaarden voor nutriënten in oppervlaktewateren
conform de Europese Kaderrichtlijn Water**

samenvatting

versie oktober 2007
Anik Schneiders

INBO 2007

Met medewerking van Luc Denys , Jo Packet, Erika Van Den Bergh (INBO), Jeroen van Wichelen (UG), Stefan Van Damme, Bart Verhagen (UA)



Auteurs:

Anik Schneiders
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse overheid

Vestiging

INBO Brussel, Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

email

anik.schneiders@inbo.be

wijze van citeren

Schneiders A. (2007): Aanzet tot het opstellen van richtwaarden voor nutriënten in oppervlaktewateren conform de Europese Kaderrichtlijn Water
Samenvatting, juni 2007
INBO.R.2007.27. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2007/3241/134

INBO.R.2007.27

ISSN:1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Eckhart Kuijken

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Inhoudstafel

1	Situering	1
2	Uitgangspunten	1
2.1	Eenheden	2
3	Categorie Meren	4
3.1	Typologie	4
3.2	Richtwaarden voor nutriënten	5
3.3	Besluit	7
4	Categorie kustwateren	8
4.1	Typologie	8
4.2	Richtwaarden voor nutriënten	8
4.3	Besluit	9
	Categorie overgangswateren	10
4.4	Typologie	10
4.5	Richtwaarden voor nutriënten	10
4.6	Besluit	12
5	Categorie rivieren	13
5.1	Typologie	13
5.2	Richtwaarden voor nutriënten	14
5.3	Besluit	19
	Literatuur	20

1 Situering

Dit document is een samenvatting van het uitgebreide rapport: Schneiders (2007): eutrofiëring van aquatische ecosystemen - een literatuurstudie en een eerste zoektocht naar richtwaarden voor nutriënten conform de Europese Kaderrichtlijn Water (EU-richtlijn 2000/60/EG). Terwijl het uitgebreide rapport de nutriëntenprocessen toelicht en de wetenschappelijke kennis bespreekt die aan de basis ligt van de ecologische beoordelingssystemen, geeft dit document enkel een beknopt overzicht van de voorgestelde richtwaarden voor elk oppervlaktewatertype. Een eerste trendanalyse op basis van deze richtwaarden is terug te vinden in het Natuurrapport 2007, hoofdstuk 5: vermessing van aquatische natuur.

Dit document dient dan ook beschouwd te worden als een werkdocument, een handleiding bij de discussie rond richtwaarden voor de goede en zeer goede ecologische toestand.

2 Uitgangspunten

Verhoogde primaire productie is het belangrijkste (directe) eutrofiëringseffect. Naargelang het ecosysteem worden hiervoor andere biotische indicatoren weerhouden, gaande van algenbloei over biomassatoename tot soortverschuivingen. Er wordt gezocht naar een belangrijke biotische variabele als maat voor eutrofiëring. Internationaal komen steeds dezelfde indicatoren voor primaire productie terug^a

1. Niet de hoogste nutriëntenconcentraties maar eerder de concentraties van de limiterende nutriënten sturen het eutrofiëringsproces.
2. Er wordt gezocht naar een gekend eutrofiëringseffect waarvoor kwantitatieve gegevens beschikbaar zijn.
3. Voor elk effect wordt er gezocht naar de meest discriminerende abiotische meetvariabelen die gelinkt zijn aan de biotische effectvariabelen. Zowel concentraties als ratio's tussen variabelen (of een combinatie van beide) kunnen als indicator weerhouden worden.
4. In de meeste oppervlaktewateren wordt fosfor beschouwd als het meest limiterende nutriënt. Enkel brakke wateren, getijrivieren en zeeën kunnen zowel stikstof- als fosforgeslimeerd zijn. Meestal is de sleutelfactor hier silicium.
5. Steunende op de relatie tussen de biotische en de abiotische variabelen worden voorstellen geformuleerd voor natuurgerichte indicatoren.
6. Wanneer er voor een indicator kwaliteitsklassen of "natuurgerichte richtwaarden" opgesteld moeten worden, dienen vaak bijkomende systeemvariabelen meegenomen te worden. De belangrijkste worden apart vermeld.

Steunende op deze uitgangspunten, werd per categorie een aantal indicatoren geselecteerd die de basis vormen voor het uitwerken van richtwaarden (zie tabel 1).

Wanneer fosfor de meest discriminerende meetvariabele is, betekent dit niet dat er voor stikstofcomponenten geen richtwaarden of normen nodig zijn. Meestal is stikstof reeds in te hoge concentraties aanwezig, waardoor verwacht wordt dat een zekere reductie geen effect zal hebben op de primaire productie. Dit geldt wel voor fosfor. De normen die hier voorgesteld worden zijn dus enkel opgemaakt in relatie tot primaire productie en eutrofiëring.

Voor **andere aspecten van de levensgemeenschap** (zoals ammoniumtoxiciteit bij vissen, siliciumlimitatie in stroomafwaarts gelegen waterlichamen zoals overgangs- en kustwateren) of voor andere gebruiksfuncties (zoals de nitraatnorm voor de productie van drinkwater) blijft het nodig om bijkomend ook andere nutriëntenormen – zoals voor de verschillende stikstofcomponenten - op te leggen (zie ook tabel 24).

^a Enkel Nederland vertrekt - voor de kleinere waterlopen – vanuit een correlatie met invertebratenscores. Hiervoor zijn ook N-richtwaarden berekend.

Tabel 1: Meetvariabelen die aan de basis liggen van het uitwerken van richtwaarden voor nutriënten in oppervlaktewateren.

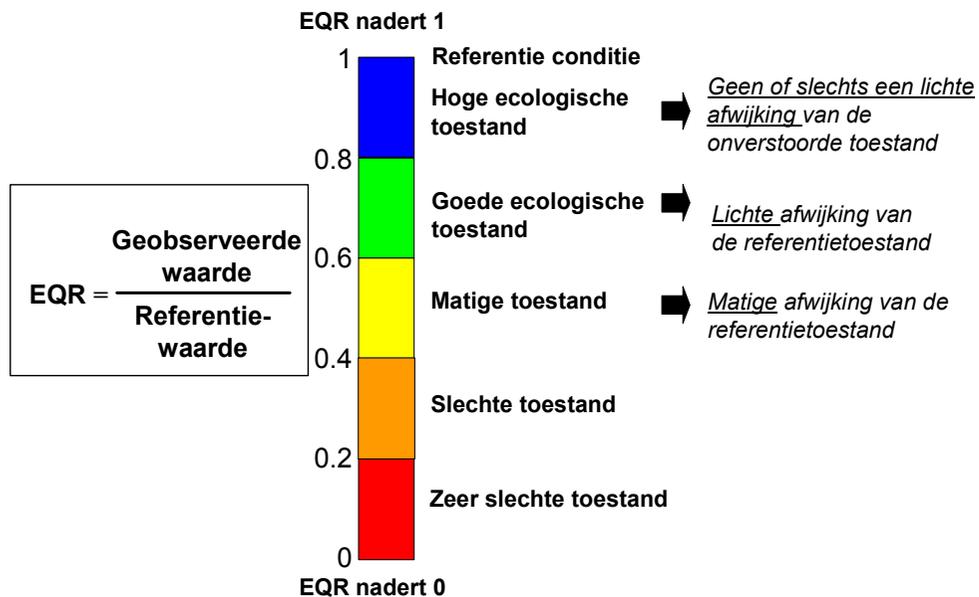
	Biotische indicator			Abiotische indicator			Discriminerende systeemvariabele bij opstellen richtwaarden
	Organisme-groep	Biotisch effect	Overeenkomstige meetvariabele	Meest voorkomende limiterende nutriënt	Overeenkomstige meetvariabele	Overeenkomstige ratio	
Meren	Fytoplankton	Algenbloei/ lichtlimitatie	Chlorofyl a	Fosfor	Totaal P		Alkaliniteit en diepte
Kustwateren	Fytoplankton	Algenbloei/ lichtlimitatie	Chlorofyl a	Silicium	DSi	DIN / MRP / Si	
Overgangswateren	Fytoplankton	Algenbloei/ lichtlimitatie	Chlorofyl a	Silicium	DSi	DIN / MRP / Si	Turbiditeit
Rivieren	Macrofyten	Biomassa	Volume / drooggewicht	Fosfor	MRP (water)	N/P (plant) DIN / MRP (water)	Alkaliniteit en SGO
	Fytobenthos	Soorten-samenstelling	Aantallen / trofiescores	Fosfor			Alkaliniteit en SGO
Moerassen	Macrofyten	Biomassa	Drooggewicht	Stikstof en/of fosfor	N en P (plant)	N / P (plant) N / P (bodem)	pH waterpeilschommelingen organische stof

DSi = opgelost Silicium, DIN = opgelost anorganische stikstof, MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, SGO = stroomgebiedoppervlakte (als maat voor dimensie van de waterloop)

2.1 Eenheden

Afhankelijk van het onderzoeksdomein of van het type van rapportering worden voor nutriëntenconcentraties en nutriëntenratio's vaak andere rapporteringseenheden gebruikt. In dit rapport trachten we te streven naar een uniformiteit van eenheden die toelaat om de verschillende richtwaarden beter met elkaar te vergelijken. Zo zijn alle ratio's omgezet naar molaire ratio's. Alle concentraties van de P-componenten zijn uitgedrukt in $\mu\text{g P / l}$ en de N-componenten in mg N/l . Chlorofyl-a wordt uitgedrukt in mg/m^3 , DSi (opgelost Silicium) in $\mu\text{g/l}$.

SRP (Soluble Reactive Phosphorus), DRP (Disolved Reactive Phosphorus) orthofosfaat-P of $\text{oPO}_4\text{-P}$, DIP (Disolved Inorganic Phosphorus) zijn vergelijkbare eenheden. Ze worden alle beschouwd als een maat voor "beschikbaar fosfor". Meestal wordt er gebruik gemaakt van de molybdeen blauw methode (een colorimetrische methode waarbij fosfaat in zuur milieu gecomplexeerd wordt met Molybdeen en dit standaard na een filtratie over minimum $0.45 \mu\text{m}$). MRP (Molybdate Reactive Phosphorus) is hiervoor de meest correcte universele afkorting die we dan ook in heel dit document zullen gebruiken.



Figuur 1: ecologische kwaliteitsklassen volgens de Europese Kaderrichtlijn Water

De ecologische kwaliteitsklassen die doorheen het rapport gebruikt worden komen overeen met deze van de Europese Kaderrichtlijn Water. Ook de kleurcodes worden internationaal gehanteerd (zie figuur 1). Alle lidstaten moeten de nodige maatregelen nemen om tegen 2015 in alle oppervlaktewateren de goede ecologische toestand (GET) te bereiken. Voor sterk gewijzigde oppervlaktewateren dienen specifieke doelen (goed ecologisch potentieel) omschreven en bereikt te worden. Deze doelen uit de Europese Kaderrichtlijn Water zijn overgenomen in het Decreet Integraal Waterbeleid (goedkeuring Vlaams Parlement 9/7/2003, BS 14/11/2003).

3 Categorie Meren

De beoordeling van de meertypen in Vlaanderen steunt op het rapport: Van Wichelen J., Denys L., Lionard M., Dasseville R., Vyverman W. (2005). Ontwikkelen van scores of indices voor het biologische kwaliteitselement fytoplankton voor de Vlaamse rivieren, meren en overgangswateren in overeenstemming met de Europese Kaderrichtlijn Water. Eindrapport UG, Onderzoeksgroep Protistologie en Aquatische Ecologie. VMM.AMO.SCALDIT.fytoplanktonstudie.

De chlorofyl-a- en de totaal-P-waarden werden aangepast aan de Europese Interkalibratie-modellen. De herberekening voor totaal fosfor is samengevat in Denys L. en Van Wichelen (2007).

3.1 Typologie

Tabel 2: Overzicht van meertypen in Vlaanderen en de Europese typen die daar het best bij aansluiten (naar Jochems et al. 2002; Leyssen et al. 2005, 2006). (K: kiezelhoudend, O: organisch)

Code Vl.	type meer Vlaanderen	Brakke invloed	Geologie	Ecoregio	zuur-graad	dimensies	watersamenstelling	Code Europa
Zs	Sterk zure wateren	Zoet	K	Kempen en armste zandgronden in Zandig Vlaanderen	sterk zuur	-	-	-
Zm	Matig zure wateren				zwak zuur	-	-	-
Czb	Circumneutrale, zwak gebufferde, wateren		K of O	alle regio's	Circum-neutraal	-	zwak gebufferd	-
CFe	Circumneutrale wateren met hoge Fe-concentratie					-	Ijzerrijk	-
Cb	Circumneutrale, goed gebufferde, wateren		-	sterk gebufferd	LCB3			
(Ami)Aom	Alkalische, matig ionenrijke, oligo-tot mesotrofe wateren		alkalisch	overige	matig ionenrijk	LCB2		
(Ami)Ae	Alkalische, matig ionenrijke, eutrofe wateren				ionenrijk			
Ai	Alkalische, ionenrijke, wateren		-	groot, diep	-	-	-	LCB1
(Aw)Aw-om	Alkalische, grote, diepe, oligo- tot mesotrofe wateren							
(Aw)Aw-e	Alkalische, grote, diepe, eutrofe wateren							
Ad	Alkalische duinwateren	zeeduinen	-	-	-	-	-	

Afhankelijk van de trofie worden een aantal typen verder onderverdeeld. De alkalisch, matig ionenrijke wateren worden opgesplitst in een voedselarmer subtype Aom (oligo- tot mesotrofe wateren - enkel vertegenwoordigd door enkele plassen gevoed door kalkrijke kwel) en anderzijds het voedselrijkere subtype Ae (alkalische, matig ionenrijke, eutrofe wateren). Bij type Aw wordt een onderscheid gemaakt tussen een voedselarmer subtype Awom (alkalische, grote, diepe, oligo- tot mesotrofe wateren, hoofdzakelijk in de Kempen) en het voedselrijkere type Awe (alkalische, grote, diepe, eutrofe wateren). De tijdelijke en brakke wateren werden tot nu toe nog niet behandeld.

3.2 Richtwaarden voor nutriënten

Tabel 3: Meetvariabelen die aan de basis liggen van het uitwerken van richtwaarden voor nutriënten in meren

	Biotische indicator			Abiotische indicator			Discriminerende systeemvariabele bij opstellen richtwaarden
	Organisme-groep	Biotisch effect	Overeenkomstige meetvariabele	Meest voorkomende limiterende nutriënt	Overeenkomstige meetvariabele	Overeenkomstige ratio	
Meren	Fytoplankton	Algenbloei	Chlorofyl a	Fosfor	Totaal P		Alkaliniteit en diepte

De Europese interkalibratie-oefening vertrekt vanuit het knelpunt van **algenbloei**, gecombineerd met de ontwikkelingskansen voor macrofyten. Voor het opstellen van richtwaarden voor nutriënten is men vertrokken vanuit het éénduidige verband tussen de chlorofyl-a productie en de gemiddelde totaal-fosfor-concentratie. Bijkomende systeemvariabelen die dit verband mede bepalen zijn de gemiddelde diepte en de alkaliniteit van het oppervlaktewater. Voor het bepalen van de natuurlijke achtergrondwaarden kon er op Europese schaal vertrokken worden van een uitgebreide dataset van referentiemeren die alle aan een aantal strikte voorwaarden voldoen (voorwaarden landgebruik, menselijke ingrepen, drukken,...).

Met de Europese dataset werd enerzijds een cumulatief frequentiemodel van het gemiddelde chlorofyl-a gehalte tijdens het groeiseizoen opgesteld. De 75 percentielwaarde werd weerhouden als referentiewaarde. Aanvullend werd er voor de grens goed-matig gekeken naar de relatie tussen chlorofyl-a en de maximaal koloniseerbare diepte voor macrofyten. Afhankelijk van de specifieke karakteristieken van de meren in Vlaanderen werd voor sommige subtypen de Europese referentiewaarde en voor andere typen eerder het Europese maximum van de voorgestelde range als Vlaamse referentie naar voor geschoven (zie tabel 4 en 5).

Tabel 4: Referentiewaarden en kwaliteitsklassen voor Chlorofyl a in Europese meertypen (gemiddelde tijdens het groeiseizoen in mg/m³)

	LCB1			LCB2			LCB3		
	Ref	min	max	ref	min	max	ref	Min	Max
Referentie	3.2	2.6	3.8	6.8	6.2	7.4	3.1	2.5	3.7
ZG/G	5.8	4.6	7	10.8	9.9	11.7	5.4	4.3	6.5
G/M	10	8	12	23	21	25	10	8	12
EQR ref	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EQR H/G	0.55			0.63			0.57		
EQR G/M	0.32			0.30			0.31		

Tabel 5: Referentiewaarden en kwaliteitsklassen voor Chlorofyl a in Vlaamse watertypen (mediaan voor de periode mei-oktober in mg/m³)

	Aw	Ai	Ad	Ami	Cb	CbFe	Czb	Zs	Zm
Referentie	3.2	7.4	3.2	6.8	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
ZG/G	5.8	11.7	6	10.8	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
G/M	10	25	21	23	10	10	10	10	10
EQR ref	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EQR H/G	0,55	0,63	0,53	0,63	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
EQR G/M	0,32	0,30	0,15	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

Anderzijds werd met de Europese dataset (REBECCA) een regressiemodel uitgewerkt, waarbij voor elk meertype – op basis van gemiddelde diepte en alkaliniteit – de referentiewaarde voor totaal-P berekend kan worden (Cardoso et al. 2007). De resultaten van dit model zijn weergegeven in tabel 6. In tabel 7 is dit model doorgerekend voor de Europese meertypen die in Vlaanderen voorkomen. In tabel 8 zijn de waarden weergegeven voor de Vlaamse meertypen. Voor de grens goed-matig werd aanvullend gebruik gemaakt van historische stalen van kiezelwieren. Deze stalen laten toe om de historische waarden voor totaal fosfor terug te rekenen (Denys & Van Wichelen 2007).

Tabel 6. Verband tussen totaal fosfor (TP in mgP/l), hoogte (m boven zeeniveau), gemiddelde diepte (m) en alkaliniteit (mmol.l⁻¹) voor meren in de Centraal-Baltische regio (Cardoso et al. 2007). Tussen ronde haakjes de standaardfout op elke parameter.

Type	Regressievergelijking
Humusrijk	$\log[TP] = 1,65(0,01) - 0,08(0,02)\log(\text{hoogte}) - 0,13(0,04)\log(\text{diepte}) + 0,24(0,03)\log(\text{alkaliniteit})$
Niet-humusrijk	$\log[TP] = 1,49(0,01) - 0,08(0,02)\log(\text{hoogte}) - 0,13(0,04)\log(\text{diepte}) + 0,24(0,03)\log[\text{alkaliniteit}]$

Tabel 7. Typespecifieke totaal fosforwaarden in centraal-baltische referentiemeren (Cardoso et al. 2007) met vermelding van de meest overeenkomstige Vlaamse watertypen.

type	aantal	gemiddelde	mediaan	stdev	min.	max.	75-percentiel	Overeenkomstige Vlaamse typen
L-CB1	35	20,8	18,8	7,5	10,0	34,0	29,0	AW
L-CB2	12	17,7	17,8	12,1	0	33,3	30,6	AI, AMI
L-CB3	16	15,5	15,8	7,2	3,9	29,5	21,0	CB

Tabel 8. Kenmerken en bijhorende modelmatig geschatte totaal fosforconcentraties voor niet-zure Vlaamse watertypen (µg/l). De totaal fosforconcentratie is de mediaanwaarde voor de periode mei-november. (naar Denys en Van Wichelen, 2007).

type	gem. diepte (m)	alkaliniteit (mmol.l ⁻¹)	Referentie	Grens hoog/goed	Grens goed/matig
Ad	0,75-1,5	2,29-2,40	35	40	45
Ai*	0,5-3	0,99-4,50	35	50	105
Ami*	0,5-3	0,28-3,04	30	40	70
met Ami-e	0,5-3	0,28-3,04	30	40	70
met Ami-om	0,5-1	1,76-2,03	30	35	45*
Aw	1-9	0,40-2,60	20	35	55
met Aw-e	1-9	0,55-2,60	20	35	55
met Aw-om	1-9	0,40-1,35	20	30	40
Cb	0,75-1,5	0,18-1,30	20	30	40
CFe*	0,5-1,5	0,04-1,02	20	30	40
Czb*	0,5-1,5	0,00-0,40	15	20	30

(* soms humusrijk).

Tot slot worden ter vergelijking de beoordelingsklassen voor de meertypen in Nederland weergegeven (zie tabel 9). Vermits Nederland en Vlaanderen met dezelfde modellen werken liggen de waarden in dezelfde ranges. Afstemming met de Europese rapportering zal voor de meren dan ook geen probleem opleveren. Enkel bij de omzetting en de verfijning naar de nationale meertypen treden er enkele verschuivingen in klassengrenzen op.

Tabel 9: Overzicht van de meertypen in Nederland en de voorgestelde “werknormen” voor eutrofiëring volgens concept-maatlatten (naar van der Molen & Pot 2007):

Type NL	Omschrijving	Europees type	Vlaams type*	pH	chloride mg Cl/l	zomergemiddelde totaal P ($\mu\text{g P/l}$)**		zomergemiddelde totaal N (mgN/l)		Zomergem. Chlorofyl-a (mg/m ³)	
						ref	Goed	referentie	Goed	ref	Goed
M5	Lijnvormig Open verbinding met rivier		Polderloop Zoet	6,5-8,5	≤ 200	≤ 55	≤ 60-100	≤1,13	≤1,3-1,5	6,8	23
M14	Ondiep gebufferd	LCB2	Ai/Ami	5,5-8,5		≤ 42	≤ 80		≤1,5		
M20	Matig groot gebufferd	LCB1	Ai/Am/Aw	6,5-8,5		≤ 26	≤ 30	≤ 0,85	≤1,0	3,2	10
M21	Groot diep gebufferd	LCB2				≤ 26	≤ (30- 40)	≤ 0,82-0,85	≤0,9-1,0	6,8	23
M23	Groot ondiep kalkrijk	LCB2	Zm/C/Aom	6,5-7,5		≤ 41	≤ (60 – 100)	/	≤1,3-1,5		
M27	Matig groot ondiep laagveen	LCB2	Cb/CFe/Czb/Zm	5,5-7,5		≤ 30	≤ 60	≤ 0,99	≤1,3	7,4	25
M30-	Zwak brak		Bzl, Pold. (zilt)	6,0-9,0	300-3000	≤ 76	≤ 110	≤1,4	≤1,8	30	60
M31	Klein, brak tot zout		Pold. (brak)/NTO	7,5-9,0	3000-10000						
M32	Groot, brak tot zout		NTO	6,5-9,0	10000-18000						

* De Vlaamse typologie is niet in overeenstemming te brengen met de Nederlandse. Toch werd een poging ondernomen om de Vlaamse typen die het best overeenkomen te vermelden.

** totaal P wordt beschouwd als het limiterende nutriënt en de belangrijkste “werknorm” voor alle meertypen, behalve voor de brakke en zoute typen waar totaal N als werknorm wordt gebruikt.

NTO: nog te ontwikkelen typologie

3.3 Besluit

- De normen voor voor Chlorofyl-a en totaal fosfor voldoen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water en zijn via de interkalibratie aanvaard binnen Europa. Een eventuele aanpassing van het model voor ondiepe wateren kan in de toekomst vereist zijn.
- Om de kwaliteitsklasse te bepalen zullen de detectielimieten voor fosfor aangepast moeten worden.
- Om de buffercapaciteit te kennen zijn extra meetvariabelen vereist (alkaliniteit in meq/l of CaCO₃ in mg/l).
- Voor meren wordt het directe verband (en de daaruit afgeleide richtwaarden) tussen chlorofyl a en totaal fosfor – beide gemeten in de zomerperiode - berekend. Bij overgangs- en kustwateren wordt de relatie tussen het zomergemiddelde voor chlorofyl a (als maat voor primaire productie) en het wintergemiddelde voor opgelost fosfor (als maat voor potentiële productiviteit) berekend.
- De lijnvormige elementen die in verbinding staan met rivieren of waarin brak water voorkomt (dat al dan niet stroomt) worden in Nederland aan de categorie meren toegevoegd. In Vlaanderen zijn deze opgenomen in de categorie van de rivieren. Voor de polderlopen is een internationale afstemming (Nederland-Frankrijk-Vlaanderen) vereist.

4 Categorie kustwateren

De rapportering over de ecologische kwaliteit van de kustwateren wordt uitgevoerd door de Federale Overheid. Dit deel is uitgewerkt in samenwerking met Wendy Bonne (Wendy.Bonne@health.fgov.be).

4.1 Typologie

Het Belgische deel van de Noordzee maakt deel uit van de ecoregio “Noordzee”, zoals deze wordt weergegeven in Annex XI van de Kaderrichtlijn Water. De Belgische kustwateren behoren in hun geheel tot het type “meso-tidaal, euhalien, onbeschut en zandig”. Binnen de Noord-Oost Atlantische wateren wordt dit type aangeduid als het type CW – NEA1/26.

Tabel 10: Kenmerken van het Europees kustwatertype dat overeenkomt met de Noordzeekust

Type ID	Naam	Saliniteit (PSU)	Getijderange (m)	Diepte (m)	Stroomsnelheid	Blootstelling	Mixing	Residentie tijd
CW –NEA1/26	Onbeschut of beschut, euhalien, ondiep	Volledig zout (> 30)	Mesotidaal (1 - 5)	Ondiep (< 30)	Medium (1 - 3 knopen)	Onbeschut of beschut	Volledig gemengd	In de orde van dagen

CW: coastal water; NEA: North-East Atlantic

4.2 Richtwaarden voor nutriënten

Tabel 11: meetvariabelen die aan de basis liggen van het uitwerken van richtwaarden voor nutriënten in kustwateren

	Biotische indicator			Abiotische indicator			Discriminerende systeemvariabele bij opstellen richtwaarden
	Organisme-groep	Biotisch Effect	Overeenkomstige meetvariabele	Meest voorkomende limiterende nutrient	Overeenkomstige meetvariabele	Overeenkomstige ratio	
Kustwateren	Fytoplankton	Algenbloei	Chlorofyl a	Silicium	DSi	DIN/MRP/Si	

DSi = opgelost Silicium, DIN = opgelost anorganische stikstof, MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, (dit komt – naargelang de lidstaat of naargelang de interkalibratie-oefening - overeen met DIP = opgelost anorganisch fosfor, SRP = Soluble Reactive Phosphorus of oPO4-P = orthofosfaat-fosfor).

De Europese interkalibratie-oefening vertrekt vanuit het knelpunt van **algenbloei**, meer bepaald de omslag van diatomeeën naar niet-diatomeeën. Dit komt overeen met de benadering van de overgangswateren. Voor het opstellen van richtwaarden voor nutriënten is men vertrokken vanuit het verband tussen chlorofyl-a productie enerzijds en de opgeloste stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater anderzijds. Zowel voor OSPAR als voor de Europese Kaderrichtlijn Water zijn er internationale afspraken gemaakt met betrekking tot de grenswaarden. Het voorstel voor de Belgische kustwateren is weergegeven in tabel 12.

Tabel 12: Kwaliteitsklassen en de voorgestelde “werknormen” voor eutrofiëring volgens concept-maatlatten voor de Belgische kustwateren

Klasse	Chl a (mg/m ³) 90 percentiel tijdens groei seizoen (maart- september)	Frequentie (% van 12 staalnames per jaar) van Phaeocystis celltellingen boven een drempel van 10 ⁶ cellen/l	Ratio	MRP * Wintergemiddelde (µgP/l)	DIN * Wintergemiddelde (mgN/l)
5		>80%			
4		>35%			
3	>15	>17%		> 25	> 0,2
2	>10 en ≤15	10 – 17%	N/P = 16	> 19- ≤ 25	> 0,15 – ≤ 0,2
1	≤10	<10%	N/P = 16	≤ 19	< 0,15

* saliniteit < 34,5

Tabel 13: Overzicht van de typen kustwateren in Nederland en de voorgestelde “werknormen” voor eutrofiëring volgens concept-maatlatten (naar van der Molen & Pot 2007):

Klasse	Doorzicht (m)		Chl a Zomergemiddelde (mg/m ³)		Phaeocystis Jaarmaximum (#10 ⁶ cellen/l)	Zuurstofverzadiging (%)	Ratio	MRP Wintergemiddelde (µgP/l)	DIN Wintergemiddelde (mgN/l)
	K1	K2	K1	K2	K1 en K2	K1 en K2	K1 en K2	K1 en K2	K1 en K2
5	< 0,3	< 0,1	>56	>72	>60	< 40			
4	0,5-0,3	0,2-0,1	>28 en ≤56	>36 en ≤72	>30 en ≤60	50-40			
3	0,7-0,5	0,3-0,2	>14 en ≤28	>18 en ≤36	>10 en ≤30	60-50			
2	≥ 0,7	≥ 0,3	>9,3 en ≤14	>12 en ≤18	>1 en ≤10	≥ 60	N/P = 16	≤ 70	≤ 0,49
1	≥ 1,7	≥ 0,9	≤9,3	≤12	≤1	≥ 80	N/P = 16	≤ 8 / 25	≤ 0,06 / 0,22

K1: ondiepe hoogproductieve randzee, tussen de duinen en de NAP-10m lijn: heel de Nederlandse kust.

K2: meer beschutte delen van de kust, afgeschermd van de Noordzee door eilanden

4.3 Besluit

- De normen voor totaal P en voor Chlorofyl-a voldoen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water en worden via de interkalibratie verder in overeenstemming gebracht met de andere lidstaten.
- Om de kwaliteitsklasse te bepalen zullen de detectielimieten voor P aangepast moeten worden.
- Bij overgangs- en kustwateren wordt het verband (en de daaruit afgeleide richtwaarden) tussen het zomergemiddelde voor chlorofyl a (als maat voor primaire productie) en het wintergemiddelde voor opgelost fosfor (als maat voor potentiële productiviteit) berekend. Voor meren wordt vooral uitgegaan van de directe relatie tussen chlorofyl a en totaal fosfor, beide in de zomerperiode.

Categorie overgangswateren

4.4 Typologie

Algemeen wordt een **overgangswater** binnen de KRW gedefinieerd als 'een oppervlaktewaterlichaam in de nabijheid van een riviermonding dat gedeeltelijk zout is door de nabijheid van kustwateren, maar dat in belangrijke mate door zoetwaterstromen beïnvloed wordt'. De afbakening van de **watertypen** binnen de categorie overgangs- en kustwateren is binnen Vlaanderen gebeurd op basis van de getij-amplitude. Op deze manier zijn twee Europese typen afgebakend binnen Vlaanderen (naar Jochems et al. 2002):

- **macrotidaal laaglandestuarium O1** (maximale gemiddelde springtij > 5 m), hiertoe behoort de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren, het Vlaamse deel van het Schelde-estuarium.
- **mesotidaal laaglandestuarium O2** (maximale gemiddelde springtij > 1 m en < 5 m), hiertoe behoort de IJzer tot aan de Ganzepoot.

4.5 Richtwaarden voor nutriënten

Tabel 14: meetvariabelen die aan de basis liggen van het uitwerken van richtwaarden voor nutriënten in overgangswateren

	Biotische indicator			Abiotische indicator			Discriminerende systeemvariabele bij opstellen richtwaarden
	Organisme-groep	Biotisch effect	Overeenkomstige Meetvariabele	Meest voorkomende limiterende nutriënt	Overeenkomstige meetvariabele	Overeenkomstige ratio	
Overgangswateren	Fytoplankton	Algenbloei	Chlorofyl a	Silicium	DSi	DIN / MRP / Si	Turbiditeit

DSi = opgelost Silicium, DIN = opgelost anorganische stikstof, MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, (dit komt – naargelang de lidstaat of naargelang de interkalibratie-oefening - overeen met DIP = opgelost anorganisch fosfor, SRP = Soluble Reactive Phosphorus of oPO4-P = orthofosfaat-fosfor).

De beoordelingstabel is enkel voor type O1 (de Zeeschelde en haar getijgebonden rivieren) concreet uitgewerkt en nog niet voor O2 (de IJzer). Voor de Zeeschelde werd een onderscheid gemaakt tussen de zoete en de zoute zone (zie Brys et al. 2005 en Van Damme et al. 2003). Voor de brakke zone wordt geen classificatie voorgesteld vermits deze zone een natuurlijke mortaliteitszone is voor zoet- en zoutwater soorten.

Het kernprobleem bij eutrofiëring van deze – van nature eutrofe – ecosystemen is het risico op algenbloei. Hiervoor zijn Si-limitatie en chlorofyl-a concentratie belangrijke meetvariabelen. Siliciumuitputting zorgt immers voor een omslag van diatomeeën naar algenbloei met schuim, vorming toxische stoffen,... De Siliciumuitputting kan zowel een gevolg zijn van een overmaat aan N als van een overmaat aan P. Vandaar dat de ratio's N/Si en P/Si essentieel zijn in de beoordeling. Of de algenbloei al dan niet tot uiting komt wordt echter in eerste instantie bepaald door lichtlimitatie. Het "natuurlijke" lichtklimaat is zeer moeilijk te modelleren. Toch wordt getracht om – in relatie tot fytoplankton - kwaliteitsklassen uit te werken.

Bij lichtlimitatie treedt geen algenbloei op. Op dat ogenblik bepalen aërobe en anaërobe processen de nutriëntcyclering. Een groot deel van de nutriënten wordt stroomafwaarts getransporteerd en het probleem van algenbloei verschuift gedeeltelijk richting kust.

Tabel 15: Kwaliteitsklassen voor fytoplankton in de zoute zone van de overgangswateren, type O1 (naar Van Damme et al. 2003):

Klasse	Gemeenschap	Chl a (mg/m ³)	DSi (µg/l)	Lichtklimaat: Zm/Zp
5	Algen domineren (hinderlijke en overvloedige algenbloei, schuim,...) of geen fytoplankton	> 100	<1-140	geen belang
4	Algen domineren diatomeeën	>50 en ≤ 100	= 1-140	> 6
3	Geen duidelijke dominantie	> 20 en ≤ 50	= 1-140	= 5 ± 1
2	Diatomeeën dominant over algen	> 5 en ≤ 20	N/P/DSi molair = 16/1/15	< 4
1	Diatomeeën dominant over algen	<5	N/P/DSi molair = 16/1/15 N en P normen rivieren bereikt	< 3

Chl a = chlorofyl a, DSi = opgelost Silicium, Zm = mengdiepte, Zp = fotische diepte

Tabel 16: Kwaliteitsklassen voor fytoplankton in de zoete zone van de overgangswateren, type O1 (naar Brys et al. 2005):

Klasse	Gemeenschap	Chl a (mg/m ³)	DSi (µg/l)	Lichtklimaat: Zm/Zp	t (1/2 doorstroomtijd)
5	Algen domineren (hinderlijke en overbloedige algenbloei, schuim,...) of geen fytoplankton	> 300	<1-140	geen belang	t < 0,2d
4	Algen domineren diatomeeën	>250 en ≤ 300	= 1-140	> 5.5	> 0,2d en ≤0,5d
3	Geen duidelijke dominantie	> 200 en ≤ 250	= 1-140	= 5 ± 0.5	> 0,5d en ≤1d
2	Diatomeeën dominant over algen	> 100 en ≤ 200	N/P/DSi molair = 16/1/16	< 4.5	> 1d en ≤ 2d
1	Diatomeeën dominant over algen	<100	N/P/DSi molair = 16/1/16 N en P normen rivieren bereikt	< 3	t>2d

Chl a = chlorofyl a, DSi = opgelost Silicium, Zm = mengdiepte, Zp = fotische diepte;

$dN / dt = (p - Q/V)N$ $t = \text{tijd (in dagen)}$ $N = \text{plankton hoeveelheid}$
 $t_{1/2} = \text{halve doorstroomtijd}$ $P = \text{plankton productie}$
 $T_{1/2} = \ln 2 / (Q/V - p)$ $Q = \text{stroomsnelheid}$
 $V = \text{volume}$

In Nederland komt enkel type O2 voor. De werknormen die Nederland voorstelt zijn weergegeven in 17. De grens goed – matig ligt in de Nederlandse benadering een factor 1,5 boven de referentie. Deze factor 1,5 werd vastgelegd in OSPAR en volgens Nederland zijn er momenteel geen ecologische redenen om daar van af te wijken. De volgende grenzen zijn steeds een verdubbeling.

Tabel 17: Kwaliteitscriteria voor de brakke tot zoute zone van de overgangswateren van type O2 (chloride = 3-17 g Cl/l) volgens de conceptmaatlaten in Nederland (naar van der Molen en Pot R. 2007).

Klasse	Chl a Zomergemiddelde (mg/m ³)	Phaeocystis Jaarmaximum (#10 ⁶ cellen/l)	Zuurstofverzadiging (%)	Doorzicht (m)	Ratio molair	MRP Wintergemiddelde (µgP/l)	DIN Wintergemiddelde (mgN/l)
5	>48	>60	< 40	< 0,05			
4	>24 en ≤48	>30 en ≤60	50-40	0,1-0,5			
3	>12 en ≤24	>10 en ≤30	60-50	0,2-0,1			
2	>8 en ≤12	>1 en ≤10	≥ 60	≥ 0,2	N/P = 16	≤ 70	≤ 0,49
1	≤8	≤1	≥ 80	≥ 0,5	N/P = 16	≤ 20 / 40	≤ 0,16/0,47

*Chl a = chlorofyl a, N wordt beschouwd als groeilimiterende nutriënt en daardoor als werknorm. De nutriëntenwaarden zijn winterwaarden bij een saliniteit van 30 PSU. Voor andere saliniteiten geldt de omrekeningsformule; $N_{norm} = 2,8 - 0,077 * \text{saliniteit (PSU)}$. De P-norm is afgeleid uit de N-norm op basis van de redfield-ratio $N/P = 16$. De P-norm is geen werknorm.*

DIN = opgelost anorganische stikstof, MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, (dit komt – naargelang de lidstaat of naargelang de interkalibratie-oefening - overeen met DIP = opgelost anorganisch fosfor, SRP = Soluble Reactive Phosphorus of oPO4-P = orthofosfaat-fosfor).

4.6 Besluit

- De chlorofyl-a waarden in de hoogste klassen van de brakke wateren liggen voor Vlaanderen en Nederland in dezelfde orde van grootte (8-12 versus 5-20).
- Er moet nagegaan worden in hoeverre de brakke tot zoute zone **type O1 en O2** inderdaad van elkaar verschillen en in hoeverre er verdere afstemming noodzakelijk is. De ecologische inzichten in de werking van de Zeeschelde resulteren in een afwijking van de algemeen gebruikte **OSPAR-regel** (factor 1,5). Deze Osparregel wordt nog wel gebruikt voor de kustwateren en voor de overgangswateren in Nederland.
- Voor de N/P ratio vertrekken Vlaanderen en Nederland van de **Redfield-ratio**. In de literatuur wordt deze ratio recent opnieuw in vraag gesteld. Er wordt voor de N/P ratio eerder een range opgegeven van 15-30 (ipv strikt 16), naargelang de locatie. Er moet nagegaan worden in hoeverre de Redfield-ratio wel degelijk opgaat voor het Schelde-estuarium en voor de IJzermonding.
- Er moet nagegaan worden in hoeverre er ook voor Vlaanderen grenswaarden of richtwaarden voor N en P kunnen vastgelegd worden in termen van concentratiegemiddelden en niet enkel in termen van ratio's.
- Er moet nagegaan worden of de kwaliteitscriteria voor de overgangswateren – opgesteld in relatie tot fytoplankton – ook garant staan voor het behalen van de kwaliteitscriteria in de kustwateren.
- Om een vergelijking met Nederland mogelijk te maken, dienen de **detectielimieten** aangepast te worden.
- Bij overgangs- en kustwateren wordt het verband (en de daaruit afgeleide richtwaarden) tussen het zomergemiddelde voor chlorofyl a (als maat voor primaire productie) en het wintergemiddelde voor opgelost fosfor (als maat voor potentiële productiviteit) berekend. Voor meren wordt vooral uitgegaan van de directe relatie tussen chlorofyl a en totaal fosfor, beide in de zomerperiode.

5 Categorie rivieren

5.1 Typologie

Tabel 18 : Waterlooptypen in Vlaanderen en de relatie met de typologie die gevolgd wordt voor de Europese interkalibratie-oefening. (SGO = stroomgebiedoppervlakte):

Code Vlaanderen	Omschrijving Vlaanderen	mg/l CaCO ₃	SGO (km ²) Vlaanderen	SGO (km ²) Europa	Code Europa	Omschrijving Europa
BB _z	min of meer zure bronbeken (op zandgronden of veenbodems)	20-50				
BB _k	min of meer kalkrijke bronbeken (op leem- of kleibodem)	> 50				
bkk	kleine Kempense beek	20-50	< 50	10-100	R-C1*	Small lowland siliceous sand
Bk	kleine beek	> 50	< 50			
bgk	grote Kempense beek	20-50	≥ 50 - 300	100-1000	R-C4	Medium lowland mixed
Bg	grote beek	> 50	≥ 50 - 300			
Rk	kleine rivier	> 50	≥ 300 - 600			
Rg	grote rivier	> 50	≥ 600 - 10 000	≥ 1000 - 10 000	R-C5	Large lowland mixed
Rzg	zeer grote rivier (enkel Maas)	> 50	≥ 10 000			
P _{zoet}	zoete polderwaterlopen					
P _{zi}	zilte polderwaterlopen					
P _{zout}	brakke tot zoute polderwaterlopen					

* Voor de interkalibratie van macrofyten (in relatie tot trofie) wordt type RC1 opgesplitst in een subtype met een lage alkaliniteit (subklasse 1: 0,4-1 meq/l of 20-50 mg/l CaCO₃) en een subtype met een hogere alkaliniteit (subklasse 2: > 1 meq/l of >50 mg/l CaCO₃). Het subtype met een lage alkaliniteit wordt vrijwel uitsluitend in de Kempen verwacht.

Omdat de typen 'kleine beek' en 'kleine Kempense beek' zeer heterogeen zijn, wordt aanvullend een type 'bronbeken' onderscheiden (afgekort 'BB'). Dit type omvat een subtype op zure ondergrond (BB_z) en een subtype op kalkrijkere ondergrond (BB_k). Binnen het type 'polderwaterlopen' worden, omwille van de verscheidenheid in zoutgehalte en de daarmee gepaard gaande verschillen in vegetatie, drie subtypen onderscheiden: zoete (P_{zoet}), zilte (P_{zi}) en brakke tot zoute (P_{zout}) polderwaterlopen. Het type P_{zout} is echter slechts schaars vertegenwoordigd. Alle polderlopen worden aangeduid als kunstmatig of sterk gewijzigd. Het natuurlijke type dat hier het meest bij aanleunt wordt in Nederland opgenomen in de categorie meren: meer bepaald de meertypen M5 en M30-31.

5.2 Richtwaarden voor nutriënten

Tabel 19: meetvariabelen die aan de basis liggen van het uitwerken van richtwaarden voor nutriënten in rivieren.

	Biotische indicator			Abiotische indicator			Discriminerende systeemvariabele bij opstellen richtwaarden
	Organismegroep	Biotisch effect	Overeenkomstige meetvariabele	Meest voorkomende limiterende nutriënt	Overeenkomstige meetvariabele	Overeenkomstige ratio	
Rivieren	Macrofyten	Biomassa	Volume / drooggewicht	Fosfor	MRP (water)	N/P (plant) DIN/MRP (water)	Alkaliniteit en SGO
	Fytobenthos	Soorten-samenstelling	Aantallen / trofiescores	Fosfor			Alkaliniteit en SGO

DIN = opgelost anorganische stikstof, MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, (dit komt – naargelang de lidstaat of naargelang de interkalibratie-oefening - overeen met DIP = opgelost anorganisch fosfor, SRP = Soluble Reactive Phosphorus of oPO₄-P = orthofosfaat-fosfor). SGO = stroomgebiedoppervlakte (als maat voor dimensie van de waterloop)

Primaire productie en fosfornormen

Voor waterlopen zijn de resultaten overgenomen uit het eutrofiëringsrapport van Schneiders et al. (2007). Een belangrijk knelpunt is de **verhoogde biomassa-productie** die aanleiding geeft tot een verlaagde waterafvoer en hogere waterpeilen. Dit valt vaak niet te verzoenen met de vereisten van het aangrenzend landgebruik waardoor een intensief onderhoud uitgevoerd wordt met een aantal negatieve gevolgen voor de levensgemeenschappen. Een verhoogde productiviteit gaat ook meestal gepaard met een hoge productie van (draad)algen en met een soortenverschuiving. Meer algemene soorten worden dominant en een aantal soorten gevoelig voor eutrofiëring verdwijnen. Voor een duurzame oplossing is het – conform de Europese Kaderrichtlijn Water - belangrijk om de nutriëntenconcentraties terug te dringen en een goede doorstroming te verzekeren zodat er geen overmatige groei meer optreedt en er geen (jaarlijkse) kruidruiming meer vereist zijn.

Op dit ogenblik zijn er op Europese schaal nog geen voorstellen voor nutriëntenklassen uitgewerkt, conform de Kaderrichtlijn Water. De voorstellen in dit document volgen uit een combinatie van literatuuronderzoek en een vergelijking met klassengrenzen in Europese eutrofiëringsrapporten en in rapporten van de buurlanden. Een verwerking van een kleine dataset verzameld in Vlaamse laaglandbeken dient om enkele hypothesen te checken, zodat er uiteindelijk toch voorlopige werknormen kunnen voorgesteld worden.

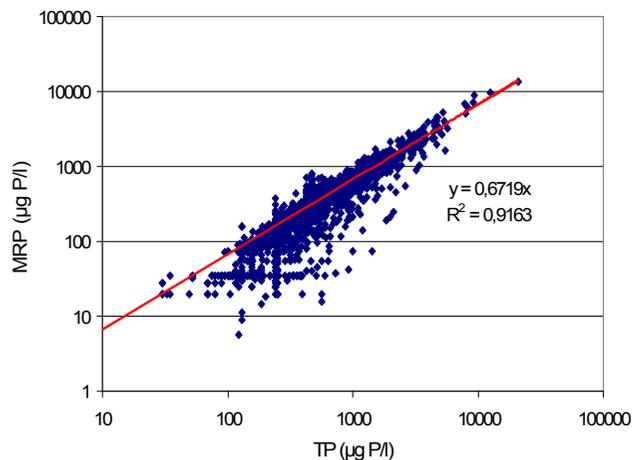
Uit de literatuurstudie blijkt dat ook in beken en rivieren **fosfor het meest limiterende nutriënt** is. Stikstof is in laaglandrivieren meestal in overmaat beschikbaar (Madsen & Cedergreen 2002, Mainstone en Parr 2002). Gegevens in Vlaanderen bevestigen dit. Zo zijn orthofosfaat-P en totaal P in het water significant gecorreleerd met de P-concentratie in de plant. Dit geldt niet voor N-componenten (Schneiders 2007). Daarnaast is – net zoals bij terrestrische vegetaties – de N/P ratio in waterplanten gecorreleerd met de productiviteit van de vegetatie. De N/P ratio bepaalt de potentiële productiviteit. Of deze ook tot uiting komt hangt af van talrijke andere factoren zoals lichtlimitatie, kruidruiming, stroomsnelheid, bodemsubstraat,...

Wanneer de P-beschikbaarheid in het water toeneemt, daalt de N/P ratio in de plant en stijgt de (potentiële) productiviteit. Dit werd ook vastgesteld in experimenten in voedselrijke laaglandbeken in Denemarken. Enkel het toedienen van P had effect op de nutriëntenconcentraties in de plant en op de N/P ratio. Het toevoegen van N had geen effect (Madsen & Cedergreen 2002). De beperkte dataset voor Vlaanderen geeft aan dat er vanaf een molaire N/P > 15-18 geen hoge biomassa's meer voorkomen. Dit komt ongeveer overeen met de overgang van N- naar P-limitatie zoals vastgesteld in waterplanten (Madsen & Cedergreen 2002) en in fytoplankton (Redfieldscore, zie kust- en overgangswateren). Voor moerassen wordt deze grens eerder op 31-35 gelegd (= N/P gewichtsratio van 14-16). Naar schatting moet de MRP concentratie hiervoor < 70 µg P/l en de totaal-P concentratie < 100 µg P/l bedragen. Ook deze ranges komen goed overeen met eutrofiëringsklassen in Europese rapporteringen en klassengrenzen voorgesteld in het Verenigd Koninkrijk en in Nederland (zie tabel 20-22). Voor de omrekening van TP naar MRP wordt – steunende op VMM-dataset – een omrekeningsfactor van 0,67 genomen (zie figuur 2), voor de omrekening van 90-percentielwaarden naar gemiddelde MRP een factor 0,36 (figuur 3).

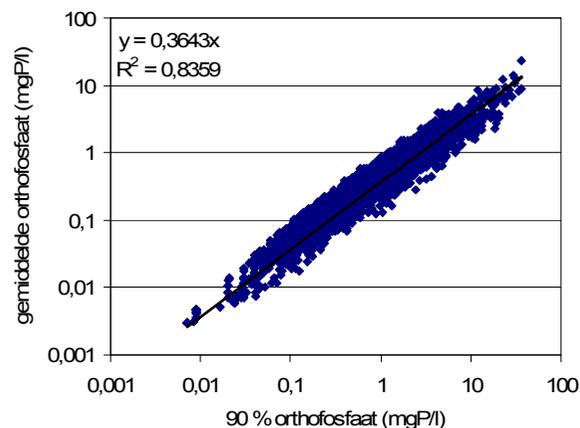
Tabel 20 : kwaliteitsklassen voor beschikbaar fosfor (MRP) of totaal fosfor in rivieren (naar Crouzet et al. 1999, Heinis en Evers, 2007, van der Molen D.T. & R. Pot 2007; WFD UK TAG 2006, SEQ Eau)

Kwaliteitsklassen rivieren volgens EEA Gemiddelden MRP (µg P /l)		Klassen KRW volgens Verenigd Koninkrijk - Gemiddelden MRP (µg P /l) * afhankelijk van het type		Klassen KRW volgens NL Gemiddelden Totaal P (µg P /l) * afhankelijk van het type		Ecologische klassen volgens Frankrijk 90-percentiel MRP (µg P /l)	
Natuurlijke achtergrond- concentraties	≤ 10	Grens hoge – goede ecologische toestand	20 – 50*	Grens hoge – goede ecologische toestand	40-60*	Grens hoge – goede ecologische toestand	30
Lage eutrofiëring	> 10 - ≤ 50						
Significante eutrofiëring	> 50 - ≤ 100	Grens goede-matige ecologische toestand	50 -120*	Grens goede-matige ecologische toestand	100-140*	Grens goede-matige ecologische toestand	160
Hoge eutrofiëring	> 100 - ≤ 150						
Overmatige eutrofiëring	> 150 - ≤ 200					Grens matig –slecht	300
Hyper-eutroof	> 200					Grens slecht-zeer slecht	650

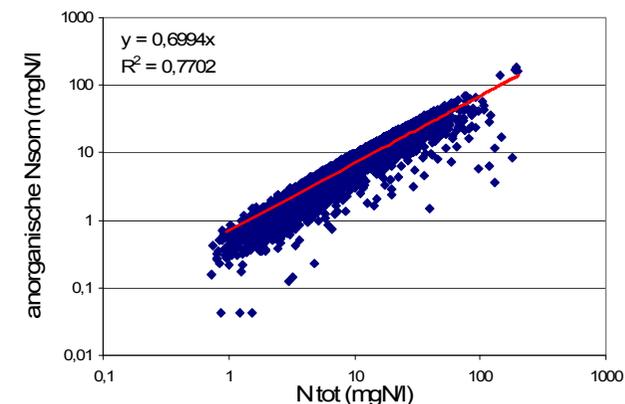
EEA= European Environment Agency; KRW=Europese Kaderrichtlijn Water; * = exacte waarde is type-afhankelijk
MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, (dit komt – naargelang de lidstaat of naargelang de interkalibratie-oefening - overeen met DIP = opgelost anorganisch fosfor, SRP = Soluble Reactive Phosphorus of oPO4-P = orthofosfaat-fosfor).



Figuur 2: correlatie tussen MRP (als maat voor beschikbaar fosfor) en TP (totaal fosfor).



Figuur 3: correlatie tussen gemiddelde MRP en 90 percentiel MRP;



Figuur 4: correlatie tussen anorganische N (som nitraat-N + nitriet-N + ammonium-N) en totaal N

Tabel 21: typegerichte kwaliteitsklassen voor beschikbaar fosfor (MRP) in het Verenigd Koninkrijk, berekend op basis van diatomeeënscores (WFD UK TAG 2006)

Typologie EKW		Richtwaarde voor gemiddelde MRP (µg P/l)		Typologie Habitatrichtlijn	Richtwaarde voor MRP (µg P/l)		
hoogte	Alkaliniteit in mg/l CaCarbonaat	Grens hoog – goed	Grens goed-matig		Natuurlijk	Goed	Overgang naar matig
< 80 m	< 50	30	50	Bovenlopen	0 - 20	20 - 60	40 – 100
> 80	< 50	20	40	Meeste rivieren	20 - 30	40 - 100	60 -100
< 80	> 50	50	120	Grote rivieren	20 - 30	60 - 100	100 – 200
> 80	> 50						

Tabel 22: typegerichte kwaliteitsklassen voor fosfor en stikstof in Nederland, berekend op basis van correlaties met invertebratenscores (Heinis & Evers 2007).

Geaggregeerd type	Totaal P (µg P/l)	Schatting MRP (cfr figuur 1) (µg P/l)	Totaal N (mgN/l)
Bron	100	70	
Bovenloop	120	80	4
Midden-benedenloop-riviertje	140	90	4

Tabel 20 toont een overzicht van de normen die internationaal gehanteerd worden. In het Verenigd Koninkrijk en in Nederland worden enkel fosfor-richtwaarden voorgesteld. Vanwege de te verwachten P-limitatie, worden er voor de stikstofcomponenten geen extra normen uitgewerkt tav eutrofiëring. De N-normen opgelegd door andere richtlijnen en voor andere functies (zoals vissterfte door ammonium-N) blijven echter wel bestaan naast deze P-richtwaarden. De SEQ-eau normering in Frankrijk (die juridisch vergelijkbaar is met de VLAREM-normering voor Vlaanderen) stelt generieke normen voor met zowel richtwaarden voor P- als N-componenten (<http://www.ifremer.fr/delcc/cycleau/reglementation/segeau.htm>). Het Verenigd Koninkrijk heeft – op basis van een opdeling in 2 hoogteklassen en 2 alkaliniteitsklassen - typespecifieke richtwaarden berekend en statistisch onderbouwd. Het uitgangspunt was het verband tussen de scores voor bentische diatomeeën of kiezelwieren (fyto-benthoscores) en de fosforconcentraties in het water (zie tabel 21). De range komt in grootte orde ongeveer overeen met de klassen die vroeger reeds werden uitgewerkt voor de Habitatrichtlijn die eerder vertrekken van een expertenbeoordeling. Daarbij werd een onderscheid gemaakt tussen bovenlopen, beken en rivieren en grote rivieren (http://www.wfduk.org/UK_Environmental_Standards/) (zie tabel 21). Nederland heeft – op basis van correlaties tussen invertebraten scores en nutriëntenconcentraties richtwaarden voorgesteld voor een aantal waterlooptypen (http://themas.stowa.nl/Themas/Getalswaarden_GET_algemeen.aspx?miD=7216&riD=862&alD=1525) (tabel 22). Vermits het hier eerder over indirecte verbanden gaat (invertebraten zijn immers geen primaire producenten) kunnen de richtwaarden voor sommige typen iets minder streng zijn.

Tabel 23: Richtwaarden voor de grens goed-matig in de Vlaamse waterlooptypen

Code Vlaanderen	Omschrijving Vlaanderen	Alkal. in mg/l HCO ₃ ⁻	Mediaan MRP (µg P/l)		Mediaan DIN (mg N/l)	N/P in planten-materiaal
			Grens hoog-goed	Grens goed -matig	Grens goed-matig	
BB _z	min of meer zure bronbeken (op zandgronden of veenbodems)	20-50	30	50	NVT	>15
BB _k	min of meer kalkrijke bronbeken (op leem- of kleibodem)	> 50	30	50	NVT	>15
bkK	kleine Kempense beek	20-50	40	70	NVT	>15
Bk	kleine beek	> 50	50	100	NVT	>15
bgK	grote Kempense beek	20-50	40	70	NVT	>15
Bg	grote beek	> 50	50	100	NVT	
Rk	kleine rivier	> 50	50	120	NVT	
Rg	grote rivier	> 50	?	120	NVT	
Rzg	zeer grote rivier (enkel Maas)	> 50	?	120	NVT	
P _{zoet}	zoete polderwaterlopen		?	100	NVT	
P _{zi}	zilte polderwaterlopen		?	140	≤ 1,8*	
P _{zout}	brakke tot zoute polderwaterlopen		?	140	≤ 1,8*	

*voorlopige overname van brakwaterklassen in meren in Nederland (zie tabel 8)

DIN = opgelost anorganische stikstof, MRP = Molybdate Reactive Phosphorus, (dit komt – naargelang de lidstaat of naargelang de interkalibratie-oefening - overeen met DIP = opgelost anorganisch fosfor, SRP = Soluble Reactive Phosphorus of oPO₄-P = orthofosfaat-fosfor).

Het voorstel voor Vlaanderen steunt op de internationale voorstellen en op de eigen vaststelling dat gemiddelde orthofosfaatconcentraties en N/P ratio's belangrijke meetvariabelen zijn voor de opvolging van eutrofiëring in laaglandbeken. Tabel 23 toont een eerste aanzet voor typengerichte eutrofiëringsklassen. Voor de polderlopen wordt er een vergelijking gemaakt met enkele meertypen in Nederland (zie tabel 8). Vermits de dataset voor Vlaanderen vaak problemen oplevert voor het berekenen van gemiddelden (vanwege detectielimieten, klein aantal metingen per jaar,...) wordt er gewerkt met mediaanwaarden.

Vooraf in laag gelegen regio's met een intensief landgebruik zijn dit moeilijk haalbare richtwaarden. Vandaar dat Mainstone en Parr (2002) voorstellen om voor laaglandrivieren met een stappenplan te werken, waarbij voor de meer stroomafwaarts gelegen trajecten 200 µg P/l als tussentijdse (korte termijn) doelstelling wordt genomen en 100 µg P/l als lange termijn doelstelling voor alle rivieren. Vanaf een mediaanwaarde > 0,1-0,2 mg P/l is er een risico op algenbloei (Crouzet et al. 1999).

Macro-invertebraten en stikstofnormen

Vermits fosfor de meest sturende variabele is voor de primaire productie in de meeste rivieren worden in heel wat landen vooral fosfornormen uitgewerkt m.b.t. de eutrofiëringsproblematiek. Dit betekent niet dat stikstof steeds in overmaat aanwezig mag zijn. Zowel voor andere trofische niveaus (zoals invertebraten, amfibieën en vissen) als voor de stroomafwaarts gelegen systemen (zoals overgangswateren en kustwateren) is het essentieel om ook de normen voor stikstof bij te sturen. Onderzoek naar verbanden tussen het voorkomen van macro-invertebraten en de nutriëntenconcentraties tonen aan dat we bij de geldende normen voor ammonium en nitraat slechts een zeer klein deel van de macro-invertebratengroepen kunnen verwachten. In tabel 24 is weergegeven bij welke concentraties er respectievelijk 5% of 95% van de macro-invertebratengroepen voorkomt (Van Ballaer et al. 2006). In tabel 25 zijn de verbanden tussen de invertebratenindex (BBI of Belgische Biotische Index) en stikstof weergegeven. Beide tabellen geven aan dat de huidige nitraatnorm – vooral ontwikkeld voor drinkwaterproductie - niet voldoet om de goede ecologische toestand te herstellen of in stand te houden. Ook in experimenten wordt aangetoond dat een langdurige blootstelling aan 10 NO₃-N mg/l toxisch is voor een aantal invertebraten- en amfibieënsoorten. Eén van de belangrijkste oorzaken voor toxiciteit is vermoedelijk de omzetting van hemoglobines en hemocyanines naar vormen die geen zuurstof meer kunnen transporteren. Voor het behoud van kwetsbare soorten wordt een richtwaarde van 2 mg NO₃-N mg/l voorgesteld (Camargo et al. 2005). Als referentiewaarde voor Europese rivieren wordt een concentratie van 0.1 tot 1 mg nitraat-N/l opgegeven. Een vergelijking van het onderzoek in Vlaanderen en Nederland en het literatuuronderzoek levert een eerste voorstel op voor generieke richtwaarden voor stikstof ten aanzien van invertebraten (tabel 24). Deze waarden liggen lager dan de richtwaarde van de Europese richtlijn van 5.65 mgN/l en zeker lager dan de maximumwaarde van 11.3 mgN/l die ongeveer overeenkomt met de VLAREM-norm (Crouzet et al. 1999).

Tabel 24: Richtwaarden steunende op correlaties met het voorkomen van macro-invertebraten (Vlaanderen) of met de macro-invertebratenscores (Nederland). Aanvullend worden de geldende normen voor Frankrijk (SEQ eau), Vlaanderen (VLAREM) meegegeven en een voorstel voor generieke richtwaarden voor Vlaanderen.

90 percentiel	95% macro-invertebraten	5% macro-invertebraten	BBI>7	BBI=7	Grens goed-matig (Nederland)	Klasse 1 (SEQ Frankrijk)	Klasse 2 (SEQ Frankrijk)	VLAREM	Voorstel Vlaanderen Grens goed-matig
NO ₃ ⁻ (mgN/l)	3	10	4	6	2,8*	0,5	2,3	10	3-4
NO ₂ ⁻ (mgN/l)	0,1	0,45				0,01	0,03		0,1
NH ₄ -N (mgN/l)	0,5	10	0,7	1,7		0,08	0,4	5	0,5-0,7
Nanorg (mgN/l)			5	7,5					
Ntot (mgN/l)	4,4*		6,5	9,5	4	1,5	4,3	16	4-6
MRP (µg P/l)	230	2000			Zie tabel 22	0,03	0,16		Zie tabel 23

Bronnen: Van Ballaer et al. (2006); Heinis & Evers (2007); <http://www.ifremer.fr/delcc/cycleau/reglementation/segeau.htm>

* deze berekening steunt op een omrekening via de formule uit figuur 4 en kan enkel als een "schatting" beschouwd worden.

Tabel 25: berekening van mediaanwaarden en 90-percentielwaarden voor N-componenten (mgN/l) en de invertebratenindex (BBI)

BBI	Ntot		Nsom		nitraat		NH ₄ ⁺	
	mediaan	90%	mediaan	90%	mediaan	90%	mediaan	90%
>7	4	6,5	3	5	2,5	4	0,2	0,7
=7	6	9,5	4	7,5	3	6	0,5	1,7

5.3 Besluit

- Fosfor in het oppervlaktewater en N/P ratio's in waterplanten zijn goede meetvariabelen om de (potentiële) biomassa te meten.
- Diverse onderzoeken m.b.t. submerse macrofyten en fytoplankton komen tot gelijkaardige resultaten met betrekking tot N/P ratio's in plantenmateriaal. De redfieldscore kan momenteel ook gebruikt worden als richtwaarden voor N/P in macrofyten.
- De voorstellen voor nutriëntenrichtwaarden in waterlopen - uitgewerkt in verscheidene landen voor macrofyten en/of fyto bentos - liggen steeds in dezelfde range. De meest gehanteerde meetvariabele is de gemiddelde waarde of mediaanwaarde voor oPO₄-P of MRP.
- Om deze richtwaarden te kunnen opvolgen zijn er aanpassingen aan de detectielimieten vereist.
- In de onderzoeksfase is het belangrijk om de gegevensset voor een aantal beektrajecten aan te vullen met volumegegevens en drooggewichtsgegevens van watervegetaties.
- Voor de bescherming van andere trofische niveaus en voor de bescherming van stroomafwaarts gelegen watersystemen is het essentieel om ook de (generieke) stikstofnormen bij te sturen.
- Voor de poldersystemen konden nog geen referentiewaarden berekend worden. In de toekomst zal er getracht worden om aan de hand van historische monsters van diamoteeën uit deze ecoregio, een schatting te maken van de natuurlijke fosfor- en stikstofwaarden.

Literatuur

- Camargo J.A., Alonso A., Salamanca A. (2005). Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. *Chemosphere* 58 p 1255-1267.
- Cardoso A.C., Solimini A., Premazzi G., Carvalho L., Lyche A. & S. Rekolainen (2007, in druk) Phosphorus reference concentrations in European lakes. *Hydrobiologia*.
- Crouzet P., Leonard J., Nixon S., Rees Y., Parr W., Bogestrand J., Kristensen P., Lallana C., Izzo G., Bokn T., Bak J., Lack T.J., Thyssen N. (1999): Nutrients in European ecosystems, Environmental assessment report no 4. European Environment Agency, Denmark.
- Denys L., Van Wichelen J. (2007). Schatting Van watertypespecifieke achtergrondconcentraties en mogelijke grenswaarden van totaalfosfor voor Vlaamse stilstaande wateren t.b.v. de Europese Kaderrichtlijn Water. Advies INBO.A.2007.87
- Heinis F., Evers C.H.M. (2007): Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA-rapport 2007-02, Utrecht, Nederland. (http://themas.stowa.nl/Themas/Getalswaarden_GET_algemeen.aspx?mID=7216&rID=862&aID=1525)
- Madsen T.V. & Cedergreen N. (2002). Sources of nutrients to rooted submerged macrophytes growing in a nutrient-rich stream. *Freshwater Biology* 47, p 283-291.
- Schneiders A. (2007). Eutrofiëring van aquatische ecosystemen - een literatuurstudie en een eerste zoektocht naar richtwaarden voor nutriënten conform de Europese Kaderrichtlijn Water. INBO-rapport.
- SEQ Eau (2007) <http://www.ifremer.fr/delcc/cycleau/reglementation/segeau.htm>
- van der Molen D.T. & R. Pot (2007): referenties en concept-maatlatten voor rivieren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. februari 2007. STOWA <http://www.kaderrichtlijnwater.nl/download-document.php?id=3382>
- Van Wichelen J., Denys L., Lionard M., Dasseville R., Vyverman W. (2005). Ontwikkelen van scores of indices voor het biologische kwaliteitselement fytoplankton voor de Vlaamse rivieren, meren en overgangswateren in overeenstemming met de Europese Kaderrichtlijn Water. Eindrapport UG, Onderzoeksgroep Protistologie en Aquatische Ecologie. VMM.AMO.SCALDIT.fytoplanktonstudie.
- Van Ballaer B., de Deckere E., Maris T., Meire P. (2006). Verkennend onderzoek over eutrofiëring in Vlaanderen. UA, Antwerpen, Rapportnummer: ECOBE 06-R95
- WFD UK TAG (2006). UK environmental standards and conditions (phase 1). UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive. 76p.