

# GETALSWAARDEN BIJ DE GOEDE ECOLOGISCHE TOESTAND VOOR OPPER- VLAKTEWATER VOOR DE ALGEMENE FYSISCH- CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN TEMPERATUUR, ZUURGRAAD, DOORZICHT, ZOUTGEHALTE EN ZUURSTOF



STOWA RAPPORT

2007  
01

2007  
002

RIZA RAPPORT

GETALSWAARDEN BIJ DE GOEDE ECOLOGISCHE TOESTAND VOOR  
OPPERVLAKTEWATER VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE  
KWALITEITSELEMENTEN TEMPERATUUR, ZUURGRAAD, DOORZICHT,  
ZOUTGEHALTE EN ZUURSTOF

STOWA RAPPORT

2007

01

2007

002

RIZA-RAPPORT


ISBN 90.5773.347.1



# COLOFON

UITGAVE STOWA, UTRECHT, 2007

AUTEUR

Niels Evers (  )

MET DANK AAN

Roel Knobben (Royal Haskoning), Diederik van der Molen (RIZA), Hanneke Baretta-Bekker (RIKZ), Peter Wondergem (RIKZ) en Marcel van den Berg (RIZA)

FOTO OMSLAG

Barend van Maanen.

*De Worm is een 'sterk veranderde' snelstromende midden/benedenloop in Zuid-Limburg (R18) die bijna voldoet aan Goede Ecologische Toestand voor natuurlijke wateren. De Worm voldoet reeds aan de normen voor de fysisch-chemische kwaliteitselementen temperatuur, zuurstof, zuurgraad en zoutgehalte maar de normen voor nutriënten (totaal fosfaat en totaal stikstof) worden nog niet gehaald.*

FINANCIERING

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (onderzoek) en STOWA (Rapportage)

DRUK

Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA

rapportnummer 2007-01

RIZA

rapportnummer 2007.002

ISBN 90.5773.347.1

# VOORWOORD

De Kaderrichtlijn Water (KRW) beoogt het onder meer de bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en duurzaam gebruik van water. Oppervlaktewateren dienen in 2015 een 'Goede Toestand' te bereiken (artikel 4, lid 1a). Hiertoe wordt in Nederland nationaal een uitwerking van de richtlijn gemaakt en deze wordt regionaal verder uitgewerkt en toegepast (zie [www.kaderrichtlijnwater.nl](http://www.kaderrichtlijnwater.nl) voor meer informatie voor wat betreft de doelstellingen, organisatie en implementatie van de richtlijn). De nationale werkgroep Doelstellingen Oppervlaktewater heeft opdracht gegeven tot het formuleren van ecologische referenties en biologische maatlatten voor de natuurlijke watertypen ten behoeve van de KRW. De werkzaamheden zijn in 2003-2004 uitgevoerd door tientallen experts op het gebied van de aquatische ecologie en op basis van een validatieproject en ervaringen met de maatlatten geactualiseerd in 2006 (Van der Molen & Pot, 2006a-c).

De ecologische toestand kent naast biologische maatlatten ook een fysisch-chemische component: een aantal algemeen fysisch-chemische kwaliteitselementen mag voor het behalen van de Goede Ecologische Toestand (GET) niet in zodanige gehalten voorkomen, dat deze de GET van de biologische kwaliteitselementen in de weg staan. Voor nutriënten zijn recentelijk werknormen vastgesteld voor de GET (Heinis & Evers, in prep.). In voorliggend rapport zijn de getalswaarden afgeleid voor de andere algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen waarbij de GET met een grote mate van zekerheid gewaarborgd is.

Naast de referentie en de GET is het ook gewenst een invulling van de lagere klassen te verkrijgen. Dit omdat het begrip 'geen achteruitgang' wordt geïnterpreteerd als geen achteruitgang in de klasse. Hiervoor zijn in deze rapportage ook de klassengrenzen tussen Matig, Ontoereikend en Slecht bepaald.

De resultaten zijn medio 2006 getoetst door waterbeheerders in een workshop georganiseerd op initiatief van de Unie van Waterschappen en door een schriftelijke commentaaronde. Bestuurlijke vaststelling van de getalswaarden als werknormen is begin 2007 voorzien. In de loop van 2007 worden de werknormen geëvalueerd in het licht van gebiedsprocessen en de internationale harmonisatie van biologische normen (Intercalibratie). Definitieve vaststelling zal plaatsvinden met het Stroomgebiedbeheersplan 2009. Naar verwachting zijn de normen dan tevens opgenomen in een AmvB.

De voorzitter van de werkgroep  
Doelstellingen Oppervlaktewater

namens STOWA

Diederik van der Molen

Bas van der Wal

# SAMENVATTING

In het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) dienen de lidstaten voor alle natuurlijke watertypen de referentietoestand te beschrijven en maatlatten te ontwikkelen om de ecologische toestand te kunnen bepalen. De ecologische toestand kent naast biologische kwaliteitselementen ook een aantal algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen. In deze studie zijn voorstellen gedaan voor de getalswaarden van de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen (behalve de nutriënten) die behoren bij de Goede Ecologische Toestand (GET):

- Thermische omstandigheden
- Verzuuringstoestand
- Doorzicht
- Zoutgehalte
- Zuurstofhuishouding

Daarnaast zijn aanbevelingen gedaan voor de grenswaarden Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht. Het bepalen van de klassen beneden GET is noodzakelijk omdat 'geen achteruitgang' in Nederland is geïnterpreteerd als geen achteruitgang in kwaliteitsklasse.

Uitgangspunt voor het bepalen van de GET-waarden is dat de biologie 'leidend' is; de getalswaarden (grenswaarden) voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen mogen het behalen van de GET van de biologische kwaliteitselementen niet in de weg staan.

In eerste instantie zijn bij de kwaliteitselementen parameters gekozen, die ecologisch relevant zijn en aansluiten bij bestaande meetprogramma's. Vervolgens zijn de getalswaarden van de parameters afgeleid met een data-analyse. Voor de waarden behorend bij de referentie (of Zeer Goede Ecologische Toestand) en de GET is uitgegaan van de bandbreedte aan chemische meetwaarden in wateren die voldoen aan de GET voor de biologie. Dit komt overeen met de aanpak voor de MTR en heeft de voorkeur ten opzicht van de minimale en -maximale waarden, omdat de grenswaarden niet op één of enkele uitschieters worden gebaseerd.

Omdat nagenoeg ongestoorde fysisch-chemische omstandigheden tegenwoordig soms zelden aangetroffen worden, is het in sommige gevallen niet mogelijk gebleken de bij (Z)GET behorende grenzen vast te stellen met behulp van een data-analyse. Daarom is daarnaast ook informatie uit de literatuur gebruikt, evenals voorstellen voor getalswaarden uit het buitenland en normen uit andere Europese richtlijnen.

Voor de getalswaarden behorend bij de klassengrenzen beneden GET is eveneens uitgegaan van de bandbreedte aan chemische meetwaarden in wateren met de betreffende toestand voor de biologie. Door gebrek aan goede gegevens zijn de grenswaarden soms enkel rekenkundig afgeleid. Dit is vooral bij de Kust- en Overgangswateren noodzakelijk gebleken.

In onderstaande tabel zijn de getalswaarden voor de grens tussen GET en de klasse matig weergegeven (dit is de norm voor de natuurlijke watertypen). In de tekst en bijlage 5 worden de voorstellen van de overige klassengrenzen gepresenteerd en wordt ingegaan op de achtergrond van de keuzes en op mogelijke alternatieven.

TABEL VOORSTELLEN VOOR NORMEN VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN, UITGEZONDERD NUTRIËNTEN, GEDIFFERENTIEERD VOOR RIVIEREN (R-TYPEN), MEREN (M-TYPEN), OVERGANGS- EN KUSTWATEREN (O- EN K-TYPEN). WANNEER AAN DE CRITERIA WORDT VOLDAAN BEVINDT EEN WATERLICHAAM ZICH VOOR DEZE PARAMETERS IN DE GOEDE OF ZEER GOEDE TOESTAND.

Type	Temperatuur (maximale dagwaarde, °C)	Zuurgraad / pH (zomerhalfjaar- gemiddelde, -)	Doorzicht (zomerhalfjaar- gemiddelde, m)	Chloride (zomerhalfjaar- gemiddelde, mg Cl/l)	Zuurstof (zomerhalfjaar-gemiddelde, verzadigings-percentage %)
R5	≤ 25	5,5 – 8,5	-	≤ 150	≥ 70 en ≤ 120
R6	≤ 25	5,5 – 8,5	-	≤ 150	≥ 70 en ≤ 120
R7	≤ 28	6,0 – 8,5	-	≤ 150	≥ 70 en ≤ 120
R8	≤ 28	6,0 – 8,5	-	≤ 300	≥ 70 en ≤ 120
R10	≤ 25	6,5 – 8,5	-	≤ 150	≥ 70 en ≤ 120
R12	≤ 25	4,5 – 6,5	-	≤ 150	≥ 70 en ≤ 120
R14	≤ 25	5,5 – 8,5	-	≤ 150	≥ 80 en ≤ 120
R15	≤ 25	5,5 – 8,5	-	≤ 150	≥ 80 en ≤ 120
R16	≤ 21,5	6,0 – 8,5	-	≤ 150	≥ 80 en ≤ 120
R18	≤ 25	6,5 – 8,5	-	≤ 150	≥ 80 en ≤ 120
M5	≤ 25	6,5 – 8,5	≥ 0,9	≤ 200	≥ 60 en ≤ 120
M14	≤ 25	5,5 – 8,5	≥ 0,9	≤ 200	≥ 60 en ≤ 120
M20	≤ 25	6,5 – 8,5	≥ 1,7	≤ 200	≥ 60 en ≤ 120
M21	≤ 25	6,5 – 8,5	≥ 1,7	≤ 200	≥ 60 en ≤ 120
M23	≤ 25	6,5 – 8,5	≥ 0,9	≤ 200	≥ 60 en ≤ 120
M27	≤ 25	5,5 – 7,5	≥ 0,9	≤ 200	≥ 60 en ≤ 120
M30	≤ 25	6,0 – 9,0	≥ 0,9	≥ 300 en ≤ 3000	≥ 60 en ≤ 120
M31	≤ 25	7,5 – 9,0	≥ 0,9	≤ 3000	≥ 60 en ≤ 120
M32	≤ 25	6,5 – 9,0	≥ 0,9	≤ 10.000	≥ 60 en ≤ 120
K1	≤ 25	-	≥ 0,7	-	≥ 60
K2	≤ 25	-	≥ 0,3	-	≥ 60
K3	≤ 25	-	≥ 0,7	-	≥ 60
O2	≤ 25	-	≥ 0,2	-	≥ 60

# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030-2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# GETALSWAARDEN BIJ DE GOEDE ECOLOGISCHE TOESTAND VOOR OPPERVLAKTEWATER VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN TEMPERATUUR, ZUURGRAAD, DOORZICHT, ZOUTGEHALTE EN ZUURSTOF

## INHOUD

	VOORWOORD	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling en afbakening	1
1.3	Uitgangspunten en beschikbare gegevens	2
1.4	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>DE ROL VAN DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN IN HET ECOSYSTEEM</b>	<b>4</b>
2.1	Inleiding	4
2.2	Thermische omstandigheden	5
2.3	Verzuringstoestand	6
2.4	Doorzicht	7
2.5	Zoutgehalte	8
2.6	Zuurstofhuishouding	9
<b>3</b>	<b>BESCHIKBARE GEGEVENS AFLEIDING GET-WAARDEN</b>	<b>10</b>
3.1	Algemeen	10
3.2	Gegevens per biologisch kwaliteitselement	11
<b>4</b>	<b>KEUZE AFLEIDINGSMETHODE GET-WAARDEN (M&amp;R-TYPEN)</b>	<b>15</b>
4.1	Inleiding	15
4.2	Methode 1: Risicobenadering met ratio's	15
4.3	Methode 2: Percentielverdeling in GET-wateren	20



<b>5</b>	<b>AFLEIDING OP BASIS VAN PERCENTIELVERDELING IN GET-WATEREN (M&amp;R-TYPEN ZONDER GROTE RIVIEREN)</b>	<b>22</b>
<b>5.1</b>	Inleiding	22
<b>5.2</b>	Temperatuur	22
<b>5.3</b>	Zuurgraad (pH)	23
<b>5.4</b>	Doorzicht	23
<b>5.5</b>	Chloridegehalte	25
<b>5.6</b>	Zuurstofverzadigingspercentage	25
<b>6</b>	<b>DISCUSSIE GETALSWAARDEN GET M&amp;R-TYPEN (ZONDER GROTE RIVIEREN)</b>	<b>27</b>
<b>6.1</b>	Inleiding	27
<b>6.2</b>	Temperatuur	27
<b>6.3</b>	Zuurgraad (pH)	28
<b>6.4</b>	Doorzicht	30
<b>6.5</b>	Chloridegehalte	31
<b>6.6</b>	Zuurstofverzadigingspercentage	32
<b>6.7</b>	Aansluiting op monitoring	33
<b>6.8</b>	Voorgestelde getalswaarden	33
<b>7</b>	<b>DISCUSSIE GETALSWAARDEN GET GROTE RIVIEREN (R7, R8 EN R16)</b>	<b>35</b>
<b>7.1</b>	Inleiding	35
<b>7.2</b>	Temperatuur	35
<b>7.3</b>	Zuurgraad (pH)	36
<b>7.4</b>	Chloridegehalte	36
<b>7.5</b>	Zuurstofverzadigingspercentage	37
<b>7.6</b>	Voorgestelde getalswaarden	38
<b>8</b>	<b>BEPALING GETALSWAARDEN MATIG, ONTOEREIKEND EN SLECHT (M&amp;R-TYPEN)</b>	<b>40</b>
<b>8.1</b>	Inleiding	40
<b>8.2</b>	Beschikbare gegevens	41
<b>8.3</b>	Temperatuur	43
<b>8.4</b>	Zuurgraad (pH)	44
<b>8.5</b>	Doorzicht	46
<b>8.6</b>	Chloridegehalte	47
<b>8.7</b>	Zuurstofverzadigingspercentage	49
<b>8.8</b>	Voorgestelde grenswaarden	50
<b>9</b>	<b>GETALSWAARDEN KUST- EN OVERGANGSWATEREN (K&amp;O-TYPEN)</b>	<b>52</b>
<b>9.1</b>	Inleiding	52
<b>9.2</b>	Temperatuur	52
<b>9.3</b>	Doorzicht	53
<b>9.4</b>	Zoutgehalte	54
<b>9.5</b>	Zuurstofverzadigingspercentage	54
<b>9.6</b>	Voorgestelde getalswaarden	54
	<b>REFERENTIES</b>	<b>56</b>
	<b>BIJLAGEN</b>	
1	Abiotiek en geografie Meren	
2	Abiotiek en geografie Rivieren	
3	Abiotiek en geografie Kust- en Overgangswateren	
4	Buitenlandse getalswaarden en MTR's algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen	
5	Maatlatten voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen (behalve nutriënten)	

# 1

## INLEIDING

### 1.1 AANLEIDING

De Kaderrichtlijn Water (KRW) gebiedt elke lidstaat voor alle natuurlijke watertypen de referentietoestand te beschrijven en maatlatten te ontwikkelen om de toestand van de biologische kwaliteitselementen ten opzichte van die referentietoestand te kunnen meten. De ecologische toestand kent daarnaast ook een fysisch-chemische component: een aantal algemeen fysisch-chemische kwaliteitselementen mag voor het behalen van de Goede Ecologische Toestand (GET) niet in zodanige gehalten voorkomen, dat deze de GET van de biologische kwaliteitselementen in de weg staan. Nederland heeft al biologische maatlatten ontwikkeld en voor nutriënten zijn recentelijk werknormen vastgesteld voor de GET (Heinis & Evers, in prep.). RIZA heeft Royal Haskoning opdracht gegeven de getalswaarden voor de andere algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen af te leiden waarbij de GET met een grote mate van zekerheid gewaarborgd is. Of de GET daadwerkelijk gehaald wordt bij de afgeleide waarden is afhankelijk van andere parameters. De belangrijkste hierbij zijn onder andere inrichting/hydromorfologie, beheer en nutriëntenconcentraties (Royal Haskoning, 2005).

De KRW vraagt om getalsmatige invulling van de Referentie en de GET voor de algemene fysisch-chemische parameters. Naast deze klassen is het ook gewenst een invulling van de lagere klassen te verkrijgen. Dit omdat het begrip 'geen achteruitgang' wordt geïnterpreteerd als geen achteruitgang in de klasse. Hiervoor moeten de klassengrenzen tussen Matig, Ontoereikend en Slecht bepaald worden.

### 1.2 DOELSTELLING EN AFBAKENING

Het doel van de studie is om getalswaarden af te leiden voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen, die de GET zouden kunnen karakteriseren en het behalen van deze toestand voor de biologische kwaliteitselementen niet in de weg staan. Daarnaast zijn getalswaarden noodzakelijk voor de grenzen Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht. Voor nutriënten worden in voorliggende studie geen getalswaarden afgeleid omdat hiervoor een apart onderzoek loopt (Heinis & Evers, in prep.).

De studie kent de volgende beperkingen en afbakeningen:

*Fysisch-chemische kwaliteitselementen:* de te beschouwen fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn: thermische omstandigheden, verzuringstoestand, doorzicht, zoutgehalte en zuurstofhuishouding (EU, 2000). Doorzicht is niet relevant voor de Riviertypen en voor zuurgraad en zoutgehalte zijn niet relevant voor de Kust- en Overgangswateren.

*Watertypen:* de watertypen uit de categorieën Meren en Rivieren die in het validatieproject zijn meegenomen komen aan bod samen met de Kust- en Overgangswateren (getalswaarden

afgeleid door RIKZ). De huidige typologie (Elbersen et al, 2003; met amendementen 2004 en Van der Molen & Pot, 2006a-c) vormt het uitgangspunt waarbij de opdracht zich beperkt tot de riviertypen met een stroomgebied groter dan 10 km<sup>2</sup> en de meertypen groter dan 50 ha:

- Meren: M5, 14, 20, 21, 23, 27, 30, 31 en 32 (zie bijlage 1);
- Rivieren: R5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16 en 18 (zie bijlage 2);
- Kust- en Overgangswateren: K1, 2, 3 en O2 (zie bijlage 3).

Niet van al deze typen zijn waterlichamen in Nederland bekend. Dit geldt voor de typen R10 Langzaam stromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem en M23 Ondiepe kalkrijke grotere plassen (niet toegekend op de meest recente beschikbare waterlichamenkaart, april 2006). Gegevens van deze typen zijn daardoor niet beschikbaar.

Biologische kwaliteitselementen: in principe worden alle biologische kwaliteitselementen in de studie betrokken. Dit zijn: fytoplankton, macrofyten, macrofauna en vis. Voor het kwaliteitselement macrofyten was aanvankelijk ook een deelmaatlat soortensamenstelling fyto-benthos ontwikkeld (van der Molen, 2004a/b). De werking van de deelmaatlat voor de soortensamenstelling van het fyto-benthos is nog onvoldoende aangetoond (Royal Haskoning, 2005). Internationaal wordt er veel onderzoek naar deze groep uitgevoerd. Daarom wordt de groep wel alvast opgenomen in het monitoringsprogramma en de deelmaatlat aangepast als onderdeel van de internationale Intercalibratie. Vooralsnog wordt deze deelmaatlat echter niet meegenomen in de bepaling van de Ecologische toestand en is dus voor dit project niet van belang (Van der Molen & Pot, 2006a-c). Mede uit het oogpunt van beschikbare data en gevoeligheid voor de verschillende parameters zijn niet alle biologische maatlaten gebruikt voor het afleiden van de getalswaarden.

Maatlaten: de conceptmaatlaten zoals beschreven in Van der Molen (2004a-c) en de bijbehorende achtergronddocumenten zijn vertrekpunt voor deze studie. Hierbij worden de verbeteringen en vereenvoudigingen meegenomen die zijn doorgevoerd naar aanleiding van de validatiestudie (Royal Haskoning, 2005) en inmiddels zijn vastgesteld door de Werkgroep Doelstellingen Oppervlaktewater en opgenomen in een update van de conceptmaatlaten (Van der Molen & Pot, 2006a-c).

### 1.3 UITGANGSPUNTEN EN BESCHIKBARE GEGEVENS

Voor de afleiding van de getalswaarden voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen voor de verschillende kwaliteitsklassen wordt uitgegaan van de betreffende kwaliteitstoestand voor de biologische kwaliteitselementen. Voor het betreffende fysisch-chemische kwaliteitselement wordt bij voorkeur het meest kritische biologische kwaliteitselement gebruikt. Het is echter essentieel dat een geschikte maatlat en voldoende goede gegevens voorhanden zijn.

Bij de afleiding van getalswaarden voor nutriënten in natuurlijke wateren wordt gewerkt met een risicobenadering (Heinis & Evers, in prep.). Uitgangspunt hierbij is dat de vast te stellen stikstof- en fosfaatnormen het behalen van GET met een hoge mate van zekerheid garanderen (90%). Voor analyses in dit project waarbij ook gebruik wordt gemaakt van een risicobenadering, wordt dezelfde zekerheidsfactor gehanteerd (doorzicht).

De chemische en biologische gegevens die voor de afleiding van de getalswaarden gebruikt zijn, zijn afkomstig uit de Limnodata Neerlandica. Ter onderbouwing van de getalswaarden voor de grote rivieren zijn fysisch-chemische gegevens uit de Rijkswaterstaat database DONAR verkregen. Voor het kwaliteitselement doorzicht zijn gegevens van macrofyten in meren beschikbaar gesteld door RIZA. De hoeveelheid beschikbare data is sterk afhankelijk van de gekozen methode. Zeker wanneer alleen wordt gewerkt met de biologische monsters die voldoen aan de GET, is de hoeveelheid gegevens beperkt. Dit is ondervangen door clustering van vergelijkbare watertypen. Deze clustering is verschillend per algemeen fysisch-chemisch kwaliteitselement.

Vrijwel alle gegevens komen van niet-natuurlijke wateren door gebrek aan echte natuurlijke wateren in Nederland. Dergelijke 'Sterk veranderde' wateren die voldoen aan de GET voor natuurlijke wateren worden wel representatief geacht voor de natuurlijke wateren.

Voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn in een eerder stadium al referentiewaarden vastgesteld (Heinis *et al.*, 2004). Waar de hier afgeleide GET-waarden strenger zijn dan de referentiewaarden zullen de GET-waarden als referentiewaarden worden overgenomen.

#### 1.4 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt de rol van de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen in het ecosysteem uiteengezet. Op basis hiervan is per kwaliteitselement een parameter geselecteerd waarvoor de getalswaarden worden afgeleid. Vervolgens zijn in hoofdstuk 3 de beschikbare gegevens voor het afleiden van de getalswaarden weergegeven. Hierna worden twee methoden besproken waarmee de getalswaarden kunnen worden afgeleid (hoofdstuk 4). De resultaten van de analyses volgens de meest geschikte methode zijn weergegeven in hoofdstuk 5 (meren en kleine rivieren). De discussie over de getalswaarden voor de meren en kleine rivieren volgt in hoofdstuk 6. De getalswaarden voor de grote rivieren zijn opgenomen in hoofdstuk 7. Bij het vaststellen van de getalswaarden wordt tevens rekening gehouden met bestaande richtlijnen en voorlopige waarden uit het buitenland. In hoofdstuk 8 zijn aanbevelingen gedaan voor grenswaarden van de klassen Matig, Ontoereikend en Slecht. Ten slotte zijn in hoofdstuk 9 de getalswaarden voor de kust- en overgangswateren weergegeven (bijdrage RIKZ).

# 2

## DE ROL VAN DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN IN HET ECOSYSTEEM

### 2.1 INLEIDING

De rol en ecologische effecten van de kwaliteitselementen die in dit onderzoek beschouwd worden, zijn sterk verschillend. Elementen als thermische omstandigheden, verzuringstoestand, zoutgehalte en zuurstofhuishouding beïnvloeden de ecologische toestand direct door het bereiken van letale waarden voor bepaalde soorten of door het bevoordelen van beter aangepaste soorten. Door dit laatste treden verschuivingen op in de soortensamenstelling. Het kwaliteitselement doorzicht is gedeeltelijk een gevolg van fytoplankton (chlorofyl) en is vervolgens van directe invloed op macrofyten en fyto bentos. Veranderingen in de macrofyten hebben weer effect op vissen en macrofauna. Zoutgehalte vormt een indelingscriterium (descriptor) in de typologie. Met de grenswaarden die in de typologie zijn aangegeven, is rekening gehouden bij het vaststellen van getalswaarden behorende bij de GET.

Per kwaliteitselement is een parameter geselecteerd waarvoor grenswaarden worden afgeleid waarbinnen de GET voor de biologische kwaliteitselementen duurzaam in stand gehouden kan worden. In tabel 2.1 zijn deze weergegeven met de bijbehorende eenheden.

TABEL 2.1

ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN MET BIJBEHORENDE PARAMETERS EN EENHEDEN

Kwaliteitselement	Parameter	Eenheid
Thermische omstandigheden	Temperatuur	(°C) maximumdagwaarde
Verzuringstoestand	Zuurgraad (pH)	(-) zomerhalvaardgemiddelde
Doorzicht	Doorzicht (secchi diepte)	(m) zomerhalvaardgemiddelde
Zoutgehalte	Chloridegehalte	(mg Cl/l) zomerhalvaardgemiddelde
Zuurstofhuishouding	Zuurstofverzadigings-percentage	(%) zomerhalvaardgemiddelde

Het is per watertype verschillend welke grens per parameter het meest relevant is om te bepalen. Voorbeelden hiervan zijn de ondergrens van het zoutgehalte in de brakke wateren die als gevolg van verzoeting soms niet gehaald wordt en de bovengrens van de verzuringstoestand in van nature zwak gebufferde meren en riviertjes die door aanvoer van sterker gebufferd water vaak overschreden wordt. Voor enkele parameters gelden zowel boven- als ondergrenzen waaraan voldaan moet worden om het ecosysteem goed te laten functioneren (zuurstof,

pH). In dit hoofdstuk is per parameter de rol in het ecosysteem uiteengezet. Daarnaast zijn de te bepalen relevante grenswaarden (eventueel per watertype) weergegeven en het biologische kwaliteitselement op basis waarvan deze grenswaarden worden afleiding. Soms worden meerdere biologische kwaliteitselementen gebruikt bij een parameter (doorzicht).

## 2.2 THERMISCHE OMSTANDIGHEDEN

Veranderingen in de thermische omstandigheden uit zich in Nederland meestal in een te hoge temperatuur. Een direct gevolg kan sterfte door letale temperaturen zijn. Voor gevoelige soorten als zeeforel en spiering ligt de temperatuur waarbij sterfte optreedt bij respectievelijk 26-27 °C en 26-29 °C (Kerkum et al., 2004). Boven de 33-34 °C komen ook verschillende soorten macrofauna (vlokreeften, pissebedden), zoöplankton, fytoplankton en diatomeeën in de problemen (Kerkum et al., 2004). Dergelijke omstandigheden komen voornamelijk lokaal voor. Op regionaal niveau heeft temperatuurverhoging ook effecten op de ecologie doordat verschuivingen optreden in het ecosysteem: de levenscycli van organismen worden verstoord, waardoor een 'mismatch' ontstaat in de timing van levensfasen. Bij temperaturen boven 20 °C zijn al verschuivingen in de levensgemeenschappen van fyto-benthos waarneembaar. Voor een aantal vissoorten (kwabaal, spiering, winde, serpeling en pos) is in de paaiperiode (winter/voorjaar) een watertemperatuur van <10 °C noodzakelijk. Wordt deze temperatuur niet bereikt dan stagneert de reproductie. Op basis van een studie van Aqua Terra (Kikkert & Beers, 2006) is duidelijk geworden dat stroomminnende vissen hinder ondervinden van de watertemperatuur bij de trek indien de temperatuur boven 23 °C komt. De meeste trek vindt plaats in voor- en najaar, als er ook voldoende stroming is. Door stijging van de temperatuur van het water wordt de periode waarin trek plaatsvindt korter, maar dit leidt niet tot significante schade aan de populaties van zalm en zeeforel. Verder blijkt dat de vissen goed in staat zijn de verhoogde temperaturen te detecteren en te vermijden. Het is daarom van belang dat een uitstroom van warm water niet de gehele rivierbreedte beïnvloed, zodat de vissen er omheen kunnen zwemmen. Dit is voorzien in de nationale beoordelingssystematiek.

Een ander effect, dat zowel lokaal als regionaal van belang is, is het voorkomen van exoten die in de warmere delen de winter overleven (vooral lokaal) en vervolgens in de zomer de natuurlijke levensgemeenschap beïnvloeden (ook regionaal). Kenmerkende macrofauna- en vissoorten kunnen daarbij worden verdrongen, waardoor de kwaliteitstoestand daalt en de score op de maatlat wordt verlaagd. Ten slotte kan in warmer water minder zuurstof oplossen waardoor sneller tekorten ontstaan en kritische soorten verdwijnen (zie ook zuurstofhuishouding).

Voor temperatuur is vooral de verhoging door koelwaterlozingen van belang als menselijke beïnvloeding. Dit speelt het meest in de grote rivieren en enkele meren (Bergumermeer; M14) maar in principe kunnen in alle watertypen problemen als gevolg van een te hoge temperatuur optreden. Naast koelwaterlozingen kan klimaatverandering in de toekomst een nog belangrijker rol gaan spelen in de opwarming van het water. In tegenstelling tot de koelwaterlozingen is temperatuurverhoging door klimaatverandering ook (juist) belangrijk bij de kleinere wateren (Van der Hoek & Verdonschot, 2001).

### KEUZE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENT

Vissen en macrofauna worden direct beïnvloed door temperatuur. Beide maatlaten kunnen dan ook gebruikt worden voor het afleiden van de getalswaarden. Er zijn echter te weinig vissentata met temperatuurgegevens beschikbaar waardoor alleen macrofauna wordt mee-

genomen bij de afleiding van getalswaarden. Hierbij zijn vooral de (dag)maxima belangrijk omdat door seizoensfluctuatie de gemiddelde jaartemperatuur weinig zegt over het optreden van te hoge temperaturen. In het huidige beleid zijn reeds normen voor temperatuur opgenomen. In de EG-viswaterrichtlijn 78/659/EEG is voor oppervlaktewater met de functie 'water voor karperachtigen' 28 °C als maximale temperatuur (dagmaximum) voorgesteld met een maximale opwarming van 3 °C als gevolg van koelwaterlozing (Kerkum et al., 2004). In de Nederlandse wetgeving is 25 °C opgenomen als maximum temperatuur voor 'water voor karperachtigen' (MTR-norm) (NW4, 1998; AMvB water voor karperachtigen en Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren, 1983). Verreweg het grootste deel van de Nederlandse zoete rijkswateren heeft deze functie (Kerkum et al., 2004). Alleen de Grensmaas (R16) heeft de functie 'water voor zalmachtigen'. Voor wateren met deze functie geldt een maximale temperatuur van 21.5 °C met een maximale opwarming van 1.5 °C als gevolg van koelwaterlozingen. In 'water voor schelpdieren' geldt een maximum van 25 °C met een maximale verhoging door koelwaterlozingen van 2 °C.

### 2.3 VERZURINGSTOESTAND

Als parameter voor de verzuringstoestand wordt zuurgraad (pH) gebruikt. De zuurgraad heeft een belangrijke invloed op de fysiologie van waterorganismen. Om bij een lage pH te kunnen overleven hebben waterorganismen speciale aanpassingen nodig. Het aantal soorten met dergelijke aanpassingen is gering (Verdonschot, 2000). Zo worden bij een pH lager dan circa 5.5 geen Mollusca (weekdieren) en Hirudinea (bloedzuigers) meer aangetroffen. Ook bij macrofyten en vissen treden veranderingen op in de soortensamenstelling als gevolg van verzuring. Voorbeelden van zuurtolerante soorten zijn knolrus (*Juncus bulbosus*) en de hondsvij (Umbra pygmaea). Een verschuiving van de soortensamenstelling naar dergelijke soorten in van nature niet zure wateren verlaagt de kwaliteitstoestand met een lagere score op de maatlaten als gevolg. Door een stijging van de pH in van oorsprong licht zure wateren verdwijnen vaak kenmerkende soorten van zacht water. Een voorbeeld hiervan is oeverkruid (*Littorella uniflora*) (Bloemendaal & Roelofs, 1988). Een hogere pH als gevolg van een toenemende buffercapaciteit in licht zure wateren versnelt tevens de afbraak van organisch materiaal met interne eutrofiëring en vertroebeling als gevolg (Bloemendaal & Roelofs, 1988; zie doorzicht).

De pH kan bij de verschillende watertypen dus zowel te hoog (basisch) als te laag (zuur) zijn. In de hier te beschouwen watertypen vormt verzuring over het algemeen geen groot probleem doordat verzuringsgevoelige wateren zoals vennen buiten dit project vallen. Een verhoogde pH door menselijke beïnvloeding is in sommige watertypen wel een probleem (M27 en R12). De watertypen M27 (meren op veen) en vooral R12 (midden/benedenlopen op veen) zijn van nature zuurder dan de andere watertypen. De pH van R12 was van nature vrij laag doordat zuur water uit hoogveengebieden afgevoerd werd. Omdat vrijwel al het hoogveen in Nederland is verdwenen komt dit type niet meer voor in zijn natuurlijke staat. Een hoge pH in de meren op veen (M27) is een gevolg van waterverharding, met mogelijk interne eutrofiëring als gevolg (zie doorzicht). Deze waterverharding wordt vooral veroorzaakt door het inlaten van sterker gebufferd (Rijn)water ten behoeve van het peilbeheer en/of doorspoeling om verzilting tegen te gaan. Voor deze beide typen is het afleiden van een bovengrens voor de pH het belangrijkste. Omdat wateren van het type M27 of R12 vrijwel niet meer met een natuurlijke zuurgraad voorkomen, is de afleiding van getalswaarden met een analyse op basis van gemeten waarden lastig. Voor de andere typen kan met behulp van een data-analyse de range waarbinnen de GET haalbaar is, wel onderzocht worden. Hierbij dient opgemerkt

worden dat ook hier wateren met een lagere pH vrijwel afwezig zijn waardoor het onduidelijk is of ook onder zuurdere omstandigheden de GET haalbaar is. Door gebruik te maken van literatuurgegevens (Aquatisch Supplementen, Handboek Natuurdoeltypen) is de ondergrens lager gesteld.

#### **KEUZE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENT**

De soortensamenstelling van macrofauna heeft een directe relatie met de zuurgraad waardoor deze maatlat geschikt is voor het afleiden van de getalswaarden. Daarnaast is er ook een indirecte relatie met zuurgraad door het verdwijnen van (ondergedoken) waterplanten als habitat in meren waar interne eutrofiëring door waterverharding optreedt. Hierbij is vooral de zomergemiddelde pH van belang omdat macrofauna doorgaans in (of vlak na) het zomerhalfjaar bemonsterd wordt, waardoor directe effecten van de zuurgraad zichtbaar zijn en de effecten van interne eutrofiëring het grootst zijn.

### **2.4 DOORZICHT**

De mate van doorzicht wordt bepaald door verschillende factoren. Naast de hoeveelheid algen (chlorofyl) bepalen ook zwevende stof (o.a. detritus) en humuszuren het doorzicht. Voldoende doorzicht is essentieel voor het voorkomen van (ondergedoken) waterplanten en is mede daardoor van groot belang voor vissen en macrofauna die waterplanten als schuil- en/of foerageerplaats nodig hebben. Overigens is ook de visstand een belangrijke stuurfactor voor het voorkomen van ondergedoken waterplanten en het doorzicht. Een visstand van het brasemblankvoortype zorgt door het opwoelen van de bodem door grote brasems en karpers niet alleen voor een verminderd doorzicht maar verhindert ook het wortelen van waterplanten (Hosper et al., 1992). Wanneer de visstand in de GET verkeert, zal de druk op de vegetatie naar verwachting verwaarloosbaar zijn.

Het doorzicht is in de meeste Nederlandse meren sterk afgenomen tot en met de jaren 80. De sterke afname van het doorzicht heeft ertoe geleid dat uit veel meren ondergedoken waterplanten grotendeels zijn verdwenen (Hosper et al., 1992). De meeste wateren zijn troebel geworden als gevolg van hogere algenconcentraties door een verhoogde toevoer van de nutriënten stikstof en fosfaat (externe eutrofiëring). Aanvoer van sterker gebufferd water in van oorsprong zwakker gebufferde systemen heeft in sommige meren een versnelde afbraak van organische stof veroorzaakt (veen) waarbij voedingsstoffen versneld vrijkomen (interne eutrofiëring, zie pH). Door beleid om de eutrofiëringstoestand van de Nederlandse oppervlaktewateren te verbeteren is het doorzicht sinds de jaren 80 verbeterd (Portielje & Van der Molen, 1998). Naast vermindering van de nutriëntentoevoer zijn aanvullende maatregelen zoals Actief Biologisch Beheer in veel projecten noodzakelijk gebleken om het doorzicht duurzaam te verbeteren (Hosper et al., 1992).

#### **KEUZE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENT**

Voor de Kaderichtlijn water dient doorzicht alleen voor de meren (M-typen) uitgewerkt te worden. De chlorofyldeelmaatlat is als belangrijke stuurfactor voor het doorzicht een goede parameter om de getalswaarden af te leiden. De effecten van chlorofyl en doorzicht komen het meest tot uiting in het groeiseizoen. Daarom dienen van zowel doorzicht als chlorofyl zomerhalfjaargemiddelden gebruikt te worden. Waterplanten zijn direct afhankelijk van het doorzicht. Dit geldt vooral voor het voorkomen van ondergedoken waterplanten, die van groot belang zijn voor bijvoorbeeld plantenminnende vissen en macrofauna. Bij het vaststellen van de getalswaarden wordt daarom ook de maatlat van waterplanten (deelmaatlat



groei vormen) meegenomen. Alleen de afleiding van de ondergrens van het doorzicht is hierbij van belang omdat dit de kans op ondergedoken waterplanten voor een belangrijk deel bepaalt, evenals de maximale concentratie chlorofyl. Voor een goede en duurzame ontwikkeling van ondergedoken waterplanten is licht tot op de bodem of de maximaal begroeibare diepte noodzakelijk.

De maximaal begroeibare diepte in referentieomstandigheden wordt op 4.5 meter gesteld in de diepe meren (Van der Molen, 2004a en Van den Berg et al., 2004). De ondiepe meren zijn minder dan 3 meter diep waardoor het begroeibare areaal het gehele wateroppervlak beslaat. Voor het afleiden van getalswaarden voor het doorzicht is naast het doorzicht zelf de diepte dus van belang. De diepte tot waarop voldoende licht komt is ongeveer 1.5 tot 2 keer het gemeten doorzicht. Doordat de diepte per waterlichaam verschilt, is voor elke water in feite een ander doorzicht noodzakelijk om de GET te kunnen halen. Uit praktisch oogpunt is er voor gekozen om in deze studie per (cluster van) watertypen één ondergrens voor het doorzicht af te leiden. Met deze norm is de GET voor chlorofyl en macrofyten (groei vormen) met minimaal 90% zekerheid gegarandeerd (analoog aan de afleiding van nutriëntennormen; Heinis & Evers, in prep). Het meest kritische kwaliteitselement is hierbij maatgevend.

## 2.5 ZOUTGEHALTE

Het zoutgehalte is van grote invloed op de soortensamenstelling in een water. Brakke wateren worden gekenmerkt door een lage soortenrijkdom met kenmerkende zouttolerante soorten (Van Beers & Verdonschot, 2000). Voorbeelden hiervan zijn veel kreeftachtigen, de wans *Sigara stagnalis* en de zilte waterranonkel (*Ranunculus baudotii*). De brakke wateren worden gekenmerkt door relatief hoge gehalten aan chloride, natrium en vaak ook sulfaat. Het totale gehalte aan zouten wordt aangeduid met de term saliniteit. Omdat in brakke wateren de chlorideconcentratie meestal veel hoger is dan de concentratie van alle andere ionen gezamenlijk, wordt hierbij veelal de chloriniteit (het chloridegehalte) gebruikt om de wateren te karakteriseren (Van Beers & Verdonschot, 2000). Een belangrijk kenmerk van brakke wateren is dat er vaak sprake is van sterke wisselingen van chloridegehalte in de tijd. De grenzen waarbinnen deze fluctuaties zich afspelen zijn sterk bepalend voor het voorkomen en de verspreiding van organismen. De extreme waarden bepalen dus in hoge mate welke organismen er in een water voorkomen. Schommelingen in zoutgehalten treden op onder invloed van neerslag, verdamping, kwel (van zout of zoet water) en water aan- of afvoer via waterlopen. Een voordeel van water met een hoger chloridegehalte voor organismen is dat het door de verhoogde zoutconcentratie minder snel dichtvriest. De dieren en planten die in dit milieu kunnen leven zijn in het voordeel ten opzichte van andere, minder zouttolerante concurrerende soorten (WEW, 1995).

Het chloridegehalte kan bij de verschillende watertypen zowel te hoog als te laag zijn. Het belangrijkste lijkt de ondergrens van de zwak brakke wateren (M30) en de brakke tot zoute wateren (M31) omdat deze wateren vaak te lijden hebben onder verzoeting. Een verlaging van het zoutgehalte in brakke en zoute wateren zorgt voor een afname van kenmerkende brakwatersoorten. Hierdoor daalt de kwaliteitstoestand en daardoor de score op de maatlaten. Door een verhoging van het zoutgehalte in zoete wateren kunnen zoetwatersoorten gaan verdwijnen. Voor macrofauna begint dit echter pas bij ongeveer 300 mg Cl/l, wat ook de typologische bovengrens is van zoete wateren. Een verhoging van het zoutgehalte kan een gevolg zijn van zoutlozingen of (lokaal) gladheidsbestrijding met strooizout. Bij een te hoog chloridegehalte zal de GET behorende bij het betreffende zoetwatertype daardoor niet meer bereikt kunnen worden. Voor de zoete wateren dient daarom alleen een bovengrens afgeleid

te worden (zoals ook in het buitenland gedaan wordt). De MTR voor chloride in zoete wateren is 200 mg Cl/l (NW4, 1998).

#### **KEUZE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENT**

Het chloridegehalte heeft een directe invloed op de macrofauna. De macrofaunamaatlat wordt daarom gebruikt om de getalswaarden af te leiden. Doordat het zoutgehalte in de typologie is opgenomen, kunnen deze typologische grenswaarden mogelijk worden overgenomen. Dit kan echter alleen als aangetoond kan worden dat de GET over de gehele typologische chloriderange haalbaar is. Als eenheid wordt zomergemiddelde mg Cl/l gebruikt maar hierbij dient aangetekend te worden dat sterke fluctuaties grote gevolgen kunnen hebben op de levensgemeenschap zonder dat het zomerhalfjaargemiddelde de vastgestelde grenzen overschrijdt.

### **2.6 ZUURSTOFHUISHOUDING**

In water is de hoeveelheid zuurstof ongeveer 7,5 maal geringer dan in de buitenlucht. Zuurstof komt in het water terecht via diffusie uit de lucht, aëratie als gevolg van waterturbulentie (door windwerking in meren of stroming in rivieren) en door fotosynthese door waterplanten en algen. Een te laag gehalte aan zuurstof leidt tot sterfte van vissen en macrofauna terwijl een hoog zuurstofgehalte een aanwijzing is voor een sterke algengroei. Deze algengroei zorgt overdag voor hoge pieken in de zuurstofconcentratie (fotosynthese) maar in de nacht daalt de hoeveelheid zuurstof sterk door opname (respiratie). Buiten anaërobe bacteriën zijn er geen organismen die strikt zonder zuurstof kunnen leven (Verdonschot, 2000). Bij een verlaging van het zuurstofgehalte verdwijnen eerst de kritische soorten. In stromende wateren zijn dit vaak de kenmerkende soorten waardoor bij een afname van het zuurstofgehalte de kwaliteits-toestand vermindert en de score op de maatlat daalt.

Bij lage temperaturen kan water meer zuurstof bevatten dan bij hoge temperaturen. Om voor temperatuurverschillen te corrigeren, wordt gebruik gemaakt van het zuurstofverzadigingspercentage. Het zuurstofverzadigingspercentage geeft aan hoeveel procent van de maximaal oplosbare hoeveelheid zuurstof is aangetroffen bij de betreffende watertemperatuur. Voor alle waterlichamen zijn boven- en ondergrenzen van het zuurstofverzadigingspercentage van belang. De huidige MTR voor het zuurstofgehalte is 5 mg/l (grens waar beneden vissterfte optreedt; NW4, 1998). Bij een temperatuur van 25, 15 en 10 °C komt dit ongeveer overeen met respectievelijk 60, 50, en 40%. De normale ranges in beekwater lopen uiteen tussen 80 en 120% (Verdonschot, 2000). Voor stilstaande wateren worden onder normale omstandigheden ook lagere waarden dan 80% bereikt (Higler, 2000). Als gevolg van belasting met zuurstofverbruikende stoffen (BZV) uit bijvoorbeeld overstorten en RWZI's kan het zuurstofverzadigingspercentage sterk dalen. Door eutrofiëring kan sterke algenbloei optreden met overdag hoge pieken in zuurstof (>>120 %) en in de nacht zeer lage waarden (<50%).

#### **KEUZE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENT**

Het zuurstofverzadigingspercentage heeft een directe invloed op de macrofauna. De macrofaunamaatlat wordt daarom gebruikt om de getalswaarden af te leiden. Omdat het zuurstofverzadigingspercentage sterk schommelt worden zomerhalfjaargemiddelde waarden gebruikt. Deze geven naar verwachting een goede indicatie van de zuurstofhuishouding in een water.

# 3

## BESCHIKBARE GEGEVENS AFLEIDING GET-WAARDEN

### 3.1 ALGEMEEN

In hoofdstuk 2 zijn de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen uit deze studie uitvoerig besproken en hieraan zijn parameters gekoppeld waarvoor de getalswaarden worden afgeleid. Niet elke parameter is echter voor alle watertypen van belang. In onderstaande tabel is per hoofdgroep van de watertypen weergegeven voor welke parameters getalswaarden afgeleid moeten worden.

TABEL 3.1 PARAMETERS WAARVOOR GETALSWAARDEN BEPAALD DIENEN TE WORDEN PER HOOFDWATERTYPE

Parameter	Meren	Rivieren	Kustwateren	Overgangswateren
Temperatuur	X	X	X	X
Zuurgraad (pH)	X	X		
Doorzicht	X		X	X
Chloridegehalte	X	X	X	X
			(vrijwel niet stuurbaar)	(vrijwel niet stuurbaar)
Zuurstofverzadigingspercentage	X	X	X	X

Van een aantal watertypen zijn geen gegevens beschikbaar. Dit geldt voor de typen R10 en M23 omdat ze (nog) niet zijn toegekend in Nederland. Voor M23 kunnen gegevens van het vergelijkbare maar kleinere type M22 gebruikt worden. Dit type hoeft niet beschouwd te worden in dit project maar komt wat betreft ecologie vrij goed overeen met M23. De getalswaarden afgeleid voor het type R18 kunnen gebruikt worden voor R10. Deze typen zijn sterk gelijkend en worden alleen onderscheiden door de stroomsnelheid (R18 >50 cm/s en R10 <50 cm/s). Naar verwachting is dit onderscheid voor de meeste hier te behandelen chemische parameters minder relevant. Voor zuurstof is het verschil in stroomsnelheid wel belangrijk waardoor clustering van R10 met het vergelijkbare watertype op zand (R5) beter is bij het afleiden van de getalswaarden voor zuurstof.

Voor de grote rivieren (R7, R8 en R16) ontbreken (biologische) data. Macrofaunamonsters zijn wel beschikbaar maar door de vele ingrepen en de grote belasting van het ecosysteem wordt de GET niet gehaald. Met data-analyses kunnen daarom geen getalswaarden voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen worden afgeleid die behoren bij de GET. Voor het afleiden van getalswaarden voor nutriënten in de grote rivieren wordt aangesloten op de waarden die in het buitenland worden afgeleid (Heinis & Evers, in prep.). Dit is ook een optie voor de hier te behandelen parameters. Daarnaast kunnen de afgeleide waarden uit de kleinere stromende wateren, typologische grenswaarden en getallen uit de literatuur gebruikt worden. Voor de thermische omstandigheden wordt daarnaast aangesloten op het onderzoek van Kerkum et al. (2004). Van het type M21 (grote diepe gebufferde meren; Markermeer en

IJsselmeer) zijn weinig biologische gegevens beschikbaar. Voor dit type is clustering mogelijk met M20 (matig grote diepe gebufferde meren). Ten slotte zijn geen gegevens beschikbaar van de grote zoute meren (M32). Van dit type bevinden zich slechts 2 waterlichamen in Nederland: het Veerse meer en de Grevelingen. Aansluitend op de afleiding van getalswaarden voor nutriënten wordt aanbevolen om de getalswaarden van kust- en overgangswateren te gebruiken voor dit watertype. In feite zijn beide wateren van nature ook overgangswateren (in de tijd voor de Deltawerken). Daarnaast worden de waarden van de andere brakke tot zoute watertypen (M30 en M31) en de referentiewaarden (Heinis et al, 2004) meegenomen.

### 3.2 GEGEVENS PER BIOLOGISCH KWALITEITSELEMENT

Voor het bepalen van het biologische deel van de ecologische toestand zijn maatlatten beschikbaar voor 4 biologische kwaliteitselementen:

- fytoplankton (met deelmaatlatten chlorofyl-a en bloeien). Vooral de deelmaatlat chlorofyl is bruikbaar in dit project;
- macrofyten (met deelmaatlatten soortensamenstelling en groeivormen). Geschikte gegevens voor de deelmaatlat soortensamenstelling zijn schaars doordat de gehanteerde bemonsteringsmethoden uit het verleden niet aansluiten op de maatlat (grotere opnamen noodzakelijk);
- macrofauna;
- vissen. Geschikte visgegevens zijn schaars.

Voor het afleiden van getalswaarden voor de algemene fysisch-chemische parameters zijn de (deel)maatlatten chlorofyl, macrofyten (doorzicht in meren) en macrofauna gebruikt. Van deze (deel)maatlatten zijn de meeste geschikte gegevens aanwezig en samen geven ze een goede beschrijving van de ecologische toestand van een water (zie paragraaf 1.2). Chlorofyl en macrofyten hebben een duidelijk verband met doorzicht en macrofauna wordt door de andere parameters sterk beïnvloed bij te hoge of te lage waarden.

Onderstaand is per watertype en kwaliteitselement het totaal aantal beschikbare biologische monsters en aantal bijbehorende chemische meetwaarden (zomerhalfjaargemiddelden) weergegeven (tabel 3.2 en 3.4). Voor macrofauna worden individuele monsters gebruikt en voor chlorofyl zomerhalfjaargemiddelden. Van temperatuur zijn alle beschikbare individuele meetwaarden uit de zomerperiode weergegeven omdat hiervoor de maximale waarden van belang zijn en niet de gemiddelden. In de tabellen 3.3 en 3.5 zijn uit de totale hoeveelheid gegevens de monsters geselecteerd waarvoor de biologie aan de GET voldoet. In tabel 3.6 zijn de beschikbare macrofytengegevens weergegeven. Van macrofyten zijn ook nog 244 monsters beschikbaar met doorzicht die zijn getoetst aan de intercalibratiemaatlat (paragraaf 5.4).

TABEL 3.2 BESCHIKBARE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS (ZOMERHALFJAARGEMIDDELLEN) BEHORENDE BIJ CHLOROFYLMETINGEN

KRW-type	Chlorofylmetingen (zgm)	Temperatuur (°C)	Zuurgraad (pH)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)
M05	6	26	6	4	6	6
M14	55	386	54	55	55	54
M20	115	565	111	85	108	102
M21	52	363	50	47	52	51
M22 (t.b.v. M23)	62	293	59	40	62	59
M27	241	1485	240	237	241	240
M30	987	4900	979	740	987	843
M31	496	1810	488	284	491	336

TABEL 3.3 BESCHIKBARE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS (ZOMERHALFJAARGEMIDDELLEN) BEHORENDE BIJ CHLOROFYLMETINGEN DIE VOLDOEN AAN DE GET

KRW-type	Chlorofylmetingen (zgm)	Temperatuur (°C)	Zuurgraad (pH)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)
M05	5	20	5	4	5	5
M14	5	28	5	5	5	5
M20	47	264	44	36	44	44
M21	5	12	4	4	5	5
M22 (t.b.v. M23)	40	201	40	25	40	38
M27	19	118	19	18	19	19
M30	344	1771	339	252	344	310
M31	159	534	158	83	158	105

TABEL 3.4 BESCHIKBARE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS (ZOMERHALFJAARGEMIDDELDEN)  
BEHORENDE BIJ MACROFAUNAMONSTERS

KRW-type	Macrofaunamonsters	Temperatuur (°C)	Zuurgraad (pH)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)
M05	25	43	22	15	22	20
M14	212	93	44	44	44	41
M20	61	229	52	47	50	46
M21						
M22 (t.b.v. M23)	190	199	122	67	122	84
M27	175	191	62	62	62	62
M30	1327	2601	941	600	938	795
M31	328	587	220	159	210	190
R05	2002	5486	1071	N.v.t.	1106	1089
R06	446	1277	220	N.v.t.	223	215
R12	218	225	70	N.v.t.	60	60
R14	276	564	111	N.v.t.	134	136
R15	49	184	21	N.v.t.	21	21
R18 (R10)	279	888	171	N.v.t.	197	197

TABEL 3.5 BESCHIKBARE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS (ZOMERHALFJAARGEMIDDELDEN)  
BEHORENDE BIJ MACROFAUNAMONSTERS DIE VOLDOEN AAN DE GET (EKR 0,6 EN HOGER)

KRW-type	Macrofaunamonsters	Temperatuur (°C)	Zuurgraad (pH)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)
M05						
M14	175	44	29	29	29	26
M20	1	12	1	1	1	1
M21						
M22 (t.b.v. M23)	7	15	7	6	7	6
M27	92	69	24	24	24	24
M30	76	123	37	19	37	33
M31	134	226	74	58	73	63
R05	226	466	71	N.v.t.	77	69
R06	41	72	17	N.v.t.	19	16
R12	4	12	4	N.v.t.	3	3
R14	14	39	6	N.v.t.	13	13
R15	18	9	3	N.v.t.	3	3
R18 (R10)	47	115	23	N.v.t.	27	27

TABEL 3.6 BESCHIKBARE GEGEVENS VAN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE DOORZICHT BEHORENDE BIJ MACROFYTENMONSTERS (TOTAAL EN DIE VOLDOEN AAN DE GET VOOR DE DEELMAATLAT GROEIVORMEN)

KRW-type	Macrofytenmonsters en ZGM doorzicht	
	Totaal	Minimaal GET
M14	56	18
M20	33	13
M21	28	8

Bovenstaande tabellen laten duidelijk gaten in de dataset zien. Wanneer alleen de monsters worden gebruikt waarbij de biologie aan de GET voldoet worden gegevens nog schaarser (tabel 3.3, 3.5 en 3.6). Door middel van clustering per parameter kan toch voor zoveel mogelijk typen een geschikte dataset worden samengesteld voor het afleiden van de getalswaarden. Van de grote rivieren (R7, R8 en R16) zijn geen goede biologische gegevens beschikbaar. Ter onderbouwing van getalswaarden in deze wateren zijn wel fysisch-chemische gegevens beschikbaar uit de Rijkswaterstaat database DONAR (1980-2005, hoofdstuk 7).

# 4

## KEUZE AFLEIDINGSMETHODE GET-WAARDEN (M&R-TYPEN)

### 4.1 INLEIDING

De ecologische kwaliteit van de natuurlijke wateren dient in 2015 te voldoen aan de GET. Als ondergrens geldt de klassengrens tussen matig en goed. Voor de afleiding van de getalswaarden voor de algemene fysisch-chemische parameters wordt gebruik gemaakt van de deelmaatlat chlorofyl, de deelmaatlat groeivormen van macrofyten- en de macrofaunamaatlat (zie hoofdstuk 2 en 3). De doelstelling die hierbij wordt gehanteerd is de ondergrens van de GET. Voor de macrofaunamaatlat is dit een EKR van 0.6. Voor chlorofyl is het gehalte behorende bij de GET afhankelijk van het watertype (Van der Molen, 2004 en Van den Berg et al, 2004):

- 30 µg/l chlorofyl (ondiepe zoete meren; M5, M14, M22/M23 en M27);
- 14.5 µg/l chlorofyl (diepe zoete meren; M20 en M21);
- 60 µg/l chlorofyl (brakke wateren; M30 en M31).

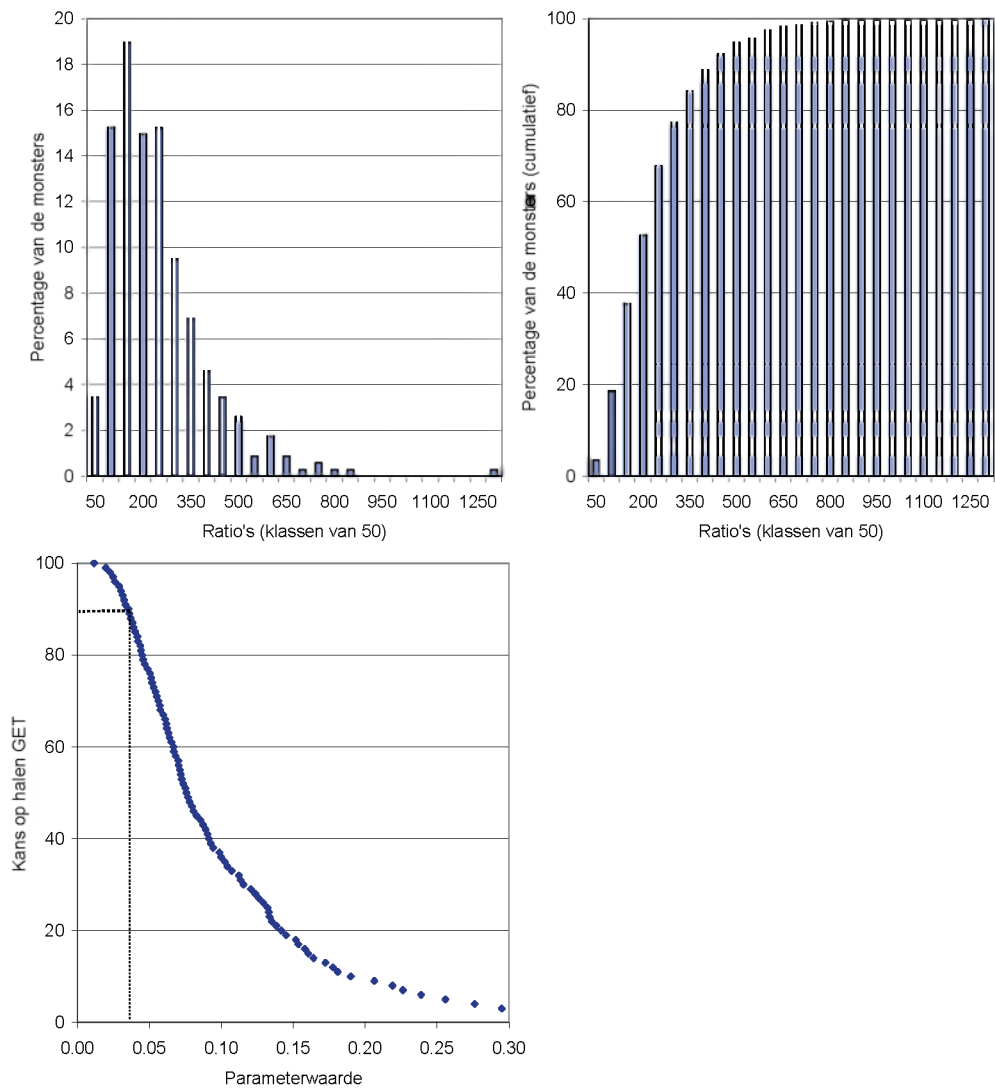
Onderstaand zijn 2 methoden beschreven waarmee de getalswaarden afgeleid kunnen worden. Vervolgens is de meest geschikte afleidingsmethode gekozen.

### 4.2 METHODE 1: RISICOBENADERING MET RATIO'S

Deze methode is uitgewerkt en toegepast bij de afleiding van normen voor nutriënten (Heinis & Evers, in prep.). Voor deze methode wordt een (statistisch) verband gelegd tussen de gemeten parameterwaarden en de concentratie chlorofyl (zomergemiddelden) of de EKR voor macrofauna of macrofyten. De parameterwaarden vertonen allemaal een aanzienlijke variatie. Deze fluctuaties kunnen het gevolg zijn van variaties in andere parameters (andere chemie, hydromorfologie, beheer, etc.), variaties in weerscondities of natuurlijke variaties in het ecosysteem. Omdat deze variaties slecht te voorspellen zijn en vaak niet inzichtelijk, verdient het de voorkeur uit te gaan van een aanvaardbaar geachte overschrijdingskans van de als ondergrens van de GET aangewezen waarde. Per meetjaar wordt per locatie de ratio tussen de parameterwaarde en de chlorofylconcentratie of score op de macrofaunamaatlat bepaald. Voor de verschillende typen(clusters) worden hieruit vervolgens de frequentieverdeling bepaald. Door invulling van de GET (14.5-30-60 µg/l chlorofyl of 0.6 op de macrofaunamaatlat) in deze ratio's worden ten slotte de parameterwaarden berekend die dus overeenkomen met een bepaalde kans op het behalen van de GET. Voor nutriëntenconcentraties in de natuurlijke wateren heeft het cluster Milieu besloten om uit te gaan van de 90 percentiel als norm. Ter illustratie zijn in figuur 4.1 grafieken opgenomen van een mogelijke frequentieverdeling van ratio's (absoluut en cumulatief). Tevens is de grafiek opgenomen waarin op basis van deze ratio's, na invulling van de norm voor GET, de kans op het halen van de GET is uitgezet tegen de parameterwaarde. Hierin is af te lezen bij welke parameterwaarde de kans op het halen van de GET voor de biologie 90% is. Volgens deze methode is dit dan de norm.



FIGUUR 4.1 FREQUENTIE VERDELING RATIO'S (ABSOLUUT EN CUMULATIEF) (BOVEN) EN DE HIERUIT AFGELEIDE PARAMETERWAARDEN MET DE BIJBEHORENDE KANS OP HALEN BIOLOGISCHE GET (ONDER)



Voor de afleiding van getelwaarden zijn van een aantal watertypen te weinig gegevens beschikbaar (hoofdstuk 3). Door middel van een clustering van watertype per parameter is dit te ondervangen. Onderstaand is de clustering weergegeven per parameter waarbij ook is aangegeven op basis van welk biologisch kwaliteitselement de getelwaarden voor de GET bepaald dienen te worden.

TABEL 4.1 CLUSTERING VAN WATERTYPEN PER PARAMETER EN DE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENTEN WAARMEE DE GETALSWAARDEN WORDEN AFGELEID

Parameter	Biologisch Kwaliteitselement	Meren	Rivieren
Temperatuur (0C)	Macrofauna	M5 en M14 samen	R10 en R18 samen
		M20, M21, M22/M23, M27, M30 en M31 apart	R14 en R15 samen R5, R6 en R12 apart
Zuurgraad (pH, veldmeting+labmeting)	Macrofauna	M5 en M14 samen	R10 en R18 samen
		M20 en M21 samen	R14 en R15 samen
		M22/M23, M27, M30 en M31 apart	R5, R6 en R12 apart
Doorzicht (m)	Chlorofyl en groeivormen macrofyten	M5 en M14 samen	nvt
		M20, M21, M22/M23, M27, M30 en M31 apart	
Chloridegehalte (mg Cl/l)	Macrofauna	M5 en M14 samen	R10 en R18 samen
		M20 en M21 samen	R14 en R15 samen
		M22/M23, M27, M30 en M31 apart	R5, R6 en R12 apart
Zuurstofverzadigingspercentage (%)	Macrofauna	M5 en M14 samen	R5 en R10 samen
		M20 en M21 samen	R14 en R15 samen
		M22/M23, M27, M30 en M31 apart	R6, R12 en R18 apart

### TESTEN VAN DE METHODE

Om te onderzoeken of bovenstaande methode geschikt is voor het afleiden van getalswaarden voor de GET is de methode eerst toegepast op de veel voorkomende watertypen M14, M31 en R6. Onderstaand zijn de berekende parameterwaarden weergegeven waarbij de kans op het behalen van de GET 10-50-90% bedraagt. Doorzicht is hierbij bepaald op basis van de GET voor chlorofyl, terwijl de andere parameters op basis van de GET voor macrofauna zijn afgeleid. Bij de afleiding van getalswaarden voor nutriënten zijn bij de ondiepe meren (zoals M14) alleen de meren met een groter doorzicht dan 0.6 meter meegenomen (Heinis & Evers, in prep.) Dit is gedaan omdat parameterwaarden afgeleid dienen te worden waarbij de GET behouden kan worden. In verband met een gebrek aan heldere meren zijn in dit onderzoek alle ondiepe meren meegenomen en niet alleen de meren met een doorzicht vanaf 0.6 meter.

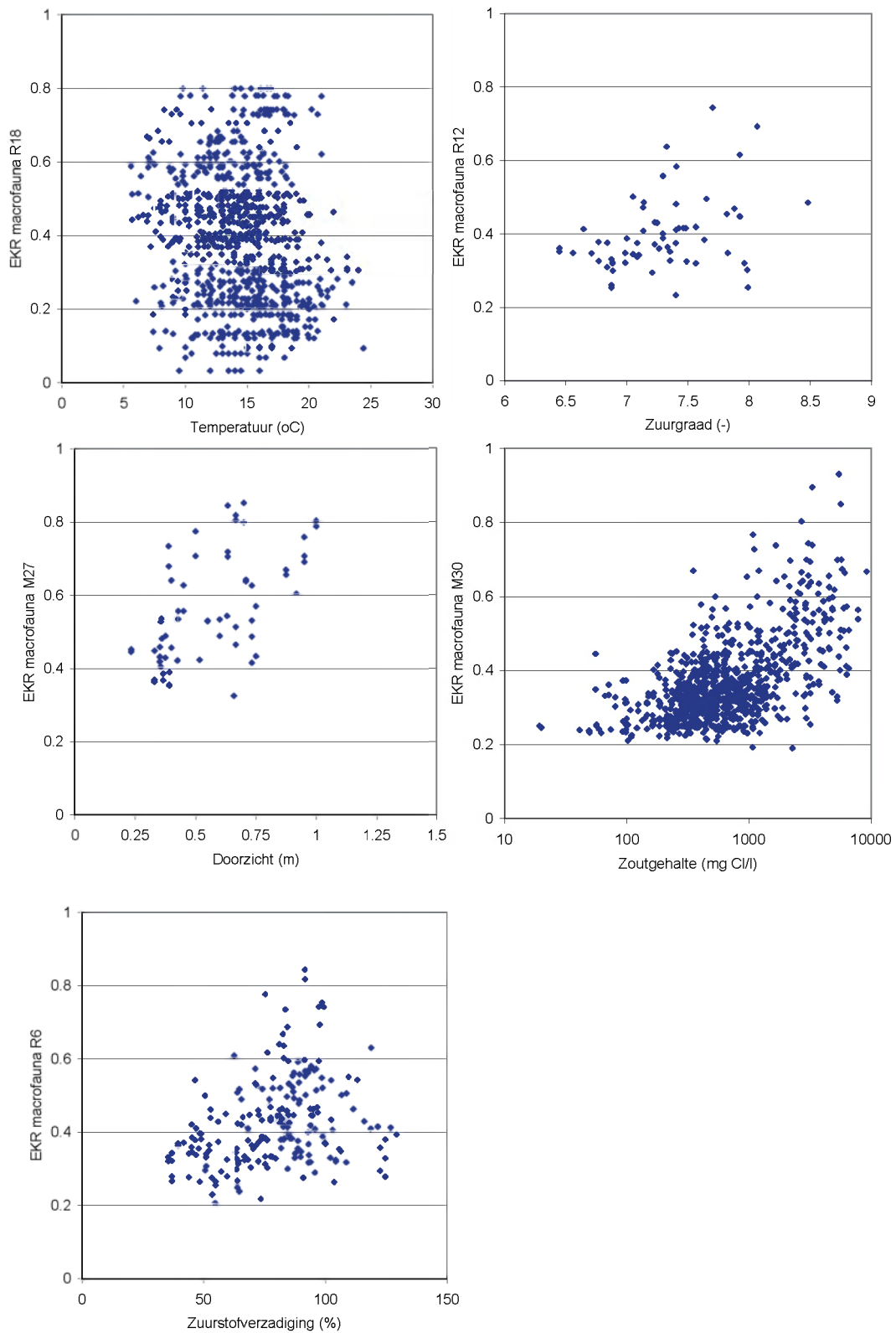
TABEL 4.2 PARAMETERWAARDEN BEHORENDE BIJ GET VOLGENS METHODEN OP BASIS VAN RATIO'S

Type	Kans op norm	Temperatuur (°C)	Zuurgraad (pH) (veld+labmeting)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverz. percentage (%)
M14 (en M5)	10%	22.0	11.4	0.1	198	131
	50%	14.2	7.2	0.1	140	79
	90%	11.5	6.0	1.0	113	62
M31	10%	42.0	20.5	0.0	9469	216
	50%	24.6	12.6	0.2	5045	94
	90%	10.6	5.9	1.0	1129	50
R6	10%	35.2	15.5	nvt	250	168
	50%	24.4	11.3	nvt	107	110
	90%	16.1	8.0	nvt	56	73

De methode op basis van een risicobenadering met ratio's levert erg vreemde waarden op (tabel 4.2). Dit komt vooral omdat de parameters meestal niet tot de belangrijkste stuurfactoren behoren en door de rekenstappen waarbij per monster (zomerhalfjaargemiddelde) een ratio wordt bepaald. Daarnaast is de relatie tussen de parameters en de biologische kwaliteit meestal indirect en niet lineair. Daarbij komt nog dat voor de meeste parameters onder- én bovengrenzen gelden en vaak juist een lage waarde een slechte toestand veroorzaakt (zuurgraad, zuurstofverzadiging, zout in de brakke en zoute wateren). Wel kunnen te hoge of te lage parameterwaarden de GET in de weg staan. In figuur 4.2 zijn ter illustratie voor de parameters de relatie tussen de Ecologische toestand (EKR macrofauna) en de parameterwaarden weergegeven (voor een aantal typen). Hierin valt bijvoorbeeld op dat een GET niet gehaald wordt bij te lage of hoge zuurstofverzadigingspercentages (R6) of een te laag chloridegehalte in zwak brakke wateren (M30). Relaties zoals bij nutriënten met chlorofyl komen niet voor.

CONCLUSIE: de methode op basis van een risicobenadering met ratio's (zoals toegepast voor nutriënten) is ongeschikt voor de afleiding van getalswaarden voor de andere algemene fysisch-chemische parameters.

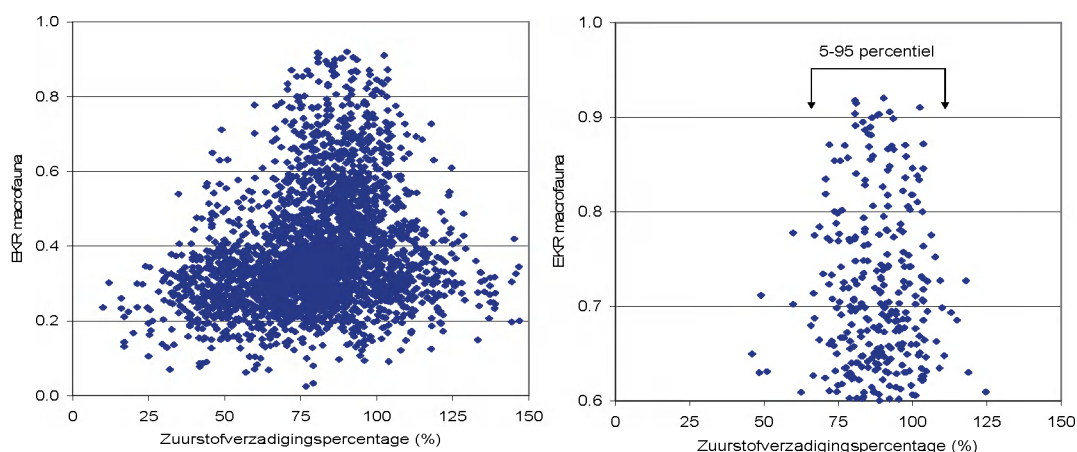
FIGUUR 4.2 VERGELIJKING PARAMETERWAARDEN MET ECOLOGISCHE TOESTAND VOOR TEMPERATUUR (M14), ZUURGRAAD (R12), DOORZICHT (M27), ZOUTGEHALTE (LOGARITMISCH; M30) EN ZUURSTOFVERZADIGING (R6)



### 4.3 METHODE 2: PERCENTIELVERDELING IN GET-WATEREN

Het doel van deze studie is om waarden voor de algemene fysisch-chemische parameters af te leiden waarbij de GET duurzaam in stand kan worden gehouden (indien andere stuurvariabelen zoals hydromorfologie en nutriënten niet belemmerend zijn). Een andere mogelijkheid dan de methode zoals beschreven in paragraaf 4.2 is het afleiden van getalswaarden met behulp van parameterwaarden van chemische monsters uit wateren die voldoen aan minimaal de GET voor de biologie. Bij deze chemische waarden komt de GET dus daadwerkelijk voor. Voor de meeste parameters gelden boven- en ondergrenzen. Deze worden bepaald door de percentielen te berekenen van de chemische waarden behorende bij monsters die minimaal voldoen aan de GET. Omdat alleen wateren worden meegenomen die voldoen aan de GET kunnen de uitersten (min.-max. of 5-95 percentiel) als grenzen gekozen worden. Dit geeft een bredere bandbreedte dan wanneer de 10-90 percentiel gebruikt wordt en vermindert de kans dat wateren die voldoen aan de GET van de biologische kwaliteitselementen niet voldoen aan de GET van één of meerdere algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen. Het hanteren van 5-95 percentielen heeft ten opzichte van de min.-max. als voordeel dat de grenswaarden niet op één of enkele uitschieters worden gebaseerd. Ter illustratie zijn in figuur 4.3 grafieken weergegeven waarin de Ecologische toestand van macrofauna is uitgezet tegen het zuurstofverzadigingspercentage (alle wateren en GET-wateren).

FIGUUR 4.3 EKR MACROFAUNA TEN OPZICHTE VAN HET ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE. LINKS VOOR ALLE BESCHIKBARE MONSTERS UIT RIVIEREN EN RECHTS VOOR DE RIVIERENMONSTERS DIE MINIMAAL GET HALEN VOOR MACROFAUNA MET DAARIN DE RANGE VAN 5-95 PERCENTIELWAARDEN WEERGEGEVEN



Het grote voordeel van deze methode is dat de berekende getalswaarden daadwerkelijk voorkomen in wateren die voldoen aan de GET en het bereiken van de GET dus niet in de weg staan. Een nadeel is dat de afgeleide getalswaarden sterk gestuurd worden door de beschikbare dataset. Een voorbeeld hiervan is de afwezigheid van monsters van zuurdere wateren waardoor het niet mogelijk is aan te geven wat de ondergrens is van de pH voor het behalen van de GET. Aanvullende informatie uit de literatuur, het buitenland en voor sommige parameters de typologie zullen dan ook gebruikt moeten worden voor het vaststellen van de getalswaarden.

Een ander nadeel van deze methode is de kleinere hoeveelheid gegevens die beschikbaar zijn omdat alleen de monsters meedoen die voldoen aan minimaal GET. Om dit te ondervangen kan per parameter meer geclusterd worden. Dit is verantwoord omdat voor de parameters duidelijk vergelijkbare watertypen zijn aan te wijzen. Onderstaand is deze clustering weergegeven waarbij rekening is gehouden met de specifieke eigenschappen van een watertype voor een bepaalde parameter.

TABEL 4.3 CLUSTERING VAN WATERTYPEN PER PARAMETER EN DE BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENTEN WAARMEE DE GETALSWAARDEN WORDEN AFGELEID

Parameter	Biologisch kwaliteitselement	Meren	Rivieren
Temperatuur (°C)	Macrofauna	Alle meren	Alle rivieren
Zuurgraad (pH, veldmeting+labmeting)	Macrofauna	Zoete meren (M5, M14, M20, M21 en M22/M23 ) Zoete meren op veen (M27) Brakke en zoute wateren (M30 en M31)	Rivieren op zand, kiezel of kalk (R5, R6, R14, R15 en R10/R18) Rivieren op veen (R12)
Doorzicht (m)	Chlorofyl en groeivormen macrofyten	Diepe meren (M20 en M21) Ondiepe meren (M5, M14, M22/23 en M27) Brakke en zoute wateren (M30 en M31)	nvt
Chloridegehalte (mg Cl/l)	Macrofauna	Zoete meren (M5, M14, M22/23, M27, M20 en M21) Brakke wateren (M30) Brakke tot zoute wateren (M31)	Alle rivieren
Zuurstofverzadigingspercentage (%)	Macrofauna	Zoete meren (M5, M14, M20, M21 M22/M23 en M27) Brakke en zoute wateren (M30 en M31)	Langzaam stromende rivieren (R5, R6, R8 en R10) Snelstromende rivieren (R14, R15 en R18)

# 5

## AFLEIDING OP BASIS VAN PERCENTIELVERDELING IN GET-WATEREN (M&R-TYPEN ZONDER GROTE RIVIEREN)

### 5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk zijn per parameter en watertypencluster (zie paragraaf 4.3) de percentielen van de waarden weergegeven die gevonden zijn in wateren die minimaal voldoen aan de GET. In hoofdstuk 6 wordt bediscussieerd in hoeverre deze waarden geschikt zijn om als norm te gebruiken voor de KRW. Door gebrek aan gegevens zijn de grote rivieren hier niet meegenomen (zie hoofdstuk 7).

### 5.2 TEMPERAATUUR

Omdat voor temperatuur vooral de maximale waarden belangrijk zijn voor de ecologie (hoofdstuk 2) worden er geen zomer- of jaargemiddelde bij de afleiding gehanteerd, maar dagwaarden. Door de afwezigheid van continue metingen worden de prikwaarden uit de Limnodata gebruikt, die gemeten zijn in het zomerhalfjaar april-september. Hierbij is onderzocht bij welke temperatuur de GET voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle gemeten temperatuurwaarden die in het zelfde jaar vallen als macrofaunamonsters die minimaal voldoen aan GET (EKR 0.6 of hoger). In tabel 5.1 zijn deze percentielen weergegeven.

TABEL 5.1 PERCENTIELEN TEMPERAATUURWAARDEN OP BASIS VAN GET MACROFAUNA

Percentielen	Rivieren	Meren
Min.	5 °C	2 °C
5	8 °C	8 °C
10	9 °C	9 °C
50	16 °C	15 °C
90	21 °C	19 °C
95	22 °C	20 °C
Max.	25 °C	25 °C

### 5.3 ZUURGRAAD (PH)

Voor de parameter zuurgraad wordt de pH gebruikt. Als goede maatstaf voor de zuurgraad wordt het zomerhalvaardgemiddelde van de pH beschouwd. De individuele meetwaarden zijn alvorens te middelen eerst inverse-loggetransformeerd. Onderzocht is bij welke pH de GET voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle pH-zomergemiddelden uit hetzelfde jaar als een macrofaunamonster dat minimaal GET scoort. In tabel 5.2 zijn deze percentielen weergegeven. Bij de waarden voor R12 dient aangekend te worden dat deze op basis van slechts 4 monsters zijn. Deze waarden zijn hierdoor niet geschikt om als norm over te nemen maar ze geven wel aan dat een GET bij neutrale tot licht basische omstandigheden mogelijk is.

TABEL 5.2 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELDDE PH-WAARDEN OP BASIS VAN GET MACROFAUNA

Percentielen	Rivieren zonder		Zoete meren zonder		Brak tot zoute wateren
	R12	R12	M27	M27	
min	6.3	7.3	6.8	6.6	7.3
5	6.7	7.4	6.9	6.6	7.6
10	6.9	7.4	7.0	6.7	7.7
50	7.5	7.8	7.5	7.4	8.2
90	8.0	8.0	8.3	7.7	8.7
95	8.0	8.0	8.5	7.8	8.8
max	8.2	8.1	8.6	7.8	9.1

### 5.4 DOORZICHT

Het doorzicht is alleen van belang voor de meren (M-typen). Als parameter wordt het zomer-gemiddelde doorzicht gehanteerd zoals bepaald met secchi-schijf (in meters). Vooral de kwaliteitselementen fytoplankton en macrofyten hebben een duidelijke relatie met het doorzicht. Bij het afleiden van getalswaarden voor doorzicht zijn daarom de volgende (deel)maatlaten betrokken:

- Deelmaatlat chlorofyl a;
- Deelmaatlat groeivormen macrofyten;
- Intercalibratiemaatlat macrofyten.

Onderzocht is bij welk doorzicht de GET voor chlorofyl en macrofyten nog bereikbaar is. Voor chlorofyl is dit gedaan door de percentielen te berekenen van alle doorzicht-zomergemiddelden uit de jaren dat het zomergemiddelde chlorofyl voldoet aan tenminste de GET. Hierbij zijn de volgende GET-waarden voor chlorofyl gehanteerd:

- diepe meren; GET is 14.5 µg/l chlorofyl;
- ondiepe meren; GET is 30 µg/l chlorofyl;
- brakke en zoute wateren; GET is 60 µg/l chlorofyl.

In tabel 5.3 zijn de percentielen weergegeven.



TABEL 5.3 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELD DE DOORZICHT OP BASIS VAN GET CHLOROFYL

Percentielen	Diepe meren	Ondiepe meren	Brak tot zoute wateren
min	0.33 m	0.20 m	0.09 m
5	0.40 m	0.30 m	0.17 m
10	0.43 m	0.33 m	0.20 m
50	0.80 m	0.44 m	0.40 m
90	1.62 m	0.73 m	0.70 m
95	2.25 m	0.86 m	0.82 m
max	4.00 m	1.00 m	2.40 m

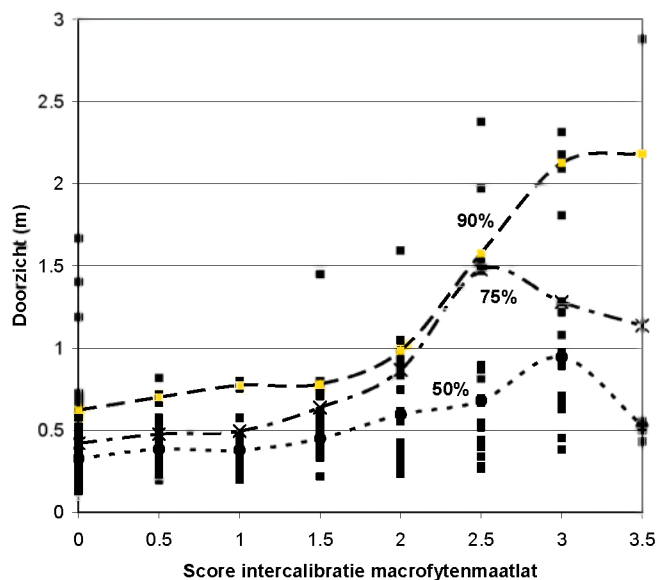
Bij de afleiding van getalswaarden op basis van groeivormen macrofyten is het doorzicht bepaald door de percentielen te berekenen van alle doorzicht-zomergemiddelden uit de jaren dat de deelmaatlat groeivormen voldoet aan de GET (tabel 5.4).

TABEL 5.4 PERCENTIELEN GEMIDDELD DOORZICHT OP BASIS VAN GET GROEIVORMEN MACROFYTEN

Percentielen	Diepe meren	Ondiepe meren
Min.	0.20 m	0.33 m
5	0.26 m	0.42 m
10	0.26 m	0.46 m
50	1.08 m	0.68 m
90	1.72 m	0.93 m
95	1.93 m	0.98 m
Max.	2.14 m	1.20 m

Naast de Nederlandse KRW-maatlat is ook de intercalibratiemaatlat van macrofyten beschikbaar. Deze maatlat werkt met behulp van een score toekenning van 0 tot 5 op basis van soortensamenstelling en abundantie. Bij een GET voor chlorofyl scoort meer dan 50% van de meren 2.5 of hoger voor macrofyten (Van den Berg, in prep.). De waarde van 2.5 kan dus niet als harde GET-waarde voor macrofyten worden beschouwd. Het doorzicht van de wateren met een dergelijke macrofytenontwikkeling geeft wel informatie over de zichtdiepte bij GET. De intercalibratiemaatlat is daarnaast nog in verder ontwikkeling. In figuur 5.1 is voor ondiepe meren (zoet en brak) de relatie tussen het doorzicht en de score op de intercalibratiemaatlat weergegeven. Hierin zijn 50-75-90% betrouwbaarheidsintervallen uitgezet. Omdat macrofytenmonsters met een score van 4 tot 5 zeer schaars zijn, zijn deze verder niet meegenomen. Van diepe meren zijn voor deze afleiding te weinig gegevens beschikbaar (vooral van monsters die voldoen aan de GET).

FIGUUR 5.1 DOORZICHT TEN OPZICHTE VAN SCORE MACROFYTEN INTERCALIBRATIEMAATLAT MET PERCENTIËN (ALLEEN NEDERLANDSE MEREN)



De percentielen afgeleid volgens de GET van chlorofyl en de deelmaatlat groeivormen macrofyten komen vrij goed overeen. Dit geldt ook voor de waarden uit de afleiding op basis de intercalibratiemaatlat. Weliswaar geven de 75 en 90 percentielen van deze afleiding hogere doorzichten, volgens de definitie hoeft echter maar de helft van de wateren te voldoen. Een directe vergelijking is dus lastig.

## 5.5 CHLORIDEGEHALTE

Als goede maatstaf voor het zoutgehalte wordt zomergemiddelde chloride beschouwd (hoofdstuk 2). Onderzocht is bij welk chloridegehalte de GET voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle chloride-zomergemiddelden uit hetzelfde jaar als een macrofaunamonster dat minimaal GET scoort. In tabel 5.5 zijn deze percentielen weergegeven.

TABEL 5.5 PERCENTIËN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE CHLORIDE OP BASIS VAN GET MACROFAUNA

Percentielen	Rivieren	Zoete meren	M30 (zwak brak)	M31 (brak tot zout)
Min.	9 mg Cl/l	11 mg Cl/l	349 mg Cl/l	3483 mg Cl/l
5	17 mg Cl/l	21 mg Cl/l	1052 mg Cl/l	4155 mg Cl/l
10	20 mg Cl/l	36 mg Cl/l	1159 mg Cl/l	4830 mg Cl/l
50	45 mg Cl/l	128 mg Cl/l	3056 mg Cl/l	8597 mg Cl/l
90	80 mg Cl/l	181 mg Cl/l	5727 mg Cl/l	13336 mg Cl/l
95	156 mg Cl/l	200 mg Cl/l	6679 mg Cl/l	14026 mg Cl/l
Max.	217 mg Cl/l	223 mg Cl/l	10036 mg Cl/l	14333 mg Cl/l

## 5.6 ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE

Voor het bepalen van getalswaarden voor het zuurstofverzadigingspercentage is onderzocht bij welke waarden de GET voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle zomerhalfjaargemiddelden uit hetzelfde jaar als een macrofaunamonster dat minimaal GET scoort. In tabel 5.6 zijn deze percentielen weergegeven.

TABEL 5.6 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE OP BASIS VAN GET MACROFAUNA

Percentielen	Langzaam stromende rivieren	Snel stromende rivieren	Zoete meren	Brak tot zoute wateren
Min.	63%	71%	54%	41%
5	70%	79%	67%	49%
10	75%	82%	69%	53%
50	85%	92%	80%	85%
90	97%	104%	99%	111%
95	100%	110%	105%	113%
Max.	125%	145%	109%	136%

# 6

## DISCUSSIE GETALSWAARDEN GET M&R-TYPEN (ZONDER GROTE RIVIEREN)

### 6.1 INLEIDING

Per parameter wordt in dit hoofdstuk de afleiding van de getalswaarden en de omvang en het bereik van de dataset besproken. Vervolgens wordt bediscussieerd welke waarden geschikt zijn als norm voor de Kaderrichtlijn Water. Naast de berekende percentielen uit hoofdstuk 5 wordt daarbij de vergelijking gemaakt met waarden die in het buitenland zijn afgeleid (Duitsland, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk; zie Referenties), typologische grenswaarden (chloride), de Europese Viswaterrichtlijn (temperatuur) en andere literatuur zoals de Aquatisch supplementen, het Handboek natuurdoeltypen (Bal et al, 2001) en de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4, 1998) (zie bijlage 4). De voorgestelde getalswaarden zijn in tabelvorm weergegeven in paragraaf 6.8 waarbij ook de referentiewaarden uit Heinis et al. (2004) zijn aangegeven. Indien strengere GET-waarden dan referentiewaarden zijn afgeleid worden voorstellen voor aanpassing van de referentiewaarde gegeven. Deze referentiewaarden vormen dan de grens tussen GET en ZGET. De referentiewaarden kunnen voor deze grens worden overgenomen omdat bij ZGET zoutgehalte, pH, zuurstofbalans en temperatuur geen tekenen van antropogene verstoring vertonen en binnen de grenzen die normaal zijn voor de onverstoorde staat (referentie) blijven (EU, 2000). In bijlage 5 zijn de maatlatten voor alle typen per algemeen fysisch-chemisch kwaliteitselement weergegeven. Hierin staan ook de grenswaarden van de klassen beneden GET (zie ook hoofdstuk 8).

### 6.2 TEMPERAATUUR

Een norm voor thermische omstandigheden (temperatuur) is relevant voor alle watertypen en hierbij is alleen de vaststelling van een bovengrens belangrijk. De berekende 95-percentielwaarden zijn relatief laag (rivieren: 22 0C en meren: 20 0C). Omdat de gemeten temperatuur sterk afhankelijk is van het bemonsteringstijdstip zal veelal niet de hoogste dagtemperatuur gemeten zijn. Hierdoor kunnen de werkelijke 95-percentielwaarden van de maximale dagwaarden hoger liggen. Als norm kunnen daarom beter de hoogste gevonden waarden in GET-wateren gebruikt worden. In zowel stilstaande als stromende wateren is dit 25 0C. Deze waarde komt overeen met de huidige MTR (NW4, 1998) en hiermee wordt ook voldaan aan de normen voor 'water voor karperachtigen' (28 0C) en voor 'water voor schelpdieren' (25 0C) uit de Europese Viswaterrichtlijn (Kerkum et al., 2004). In de Nederlandse wetgeving is voor 'water voor karperachtigen' overigens ook 25 0C als maximale temperatuur opgenomen (Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren, 1983; zie hoofdstuk 2). In de Viswaterrichtlijn en de Nederlandse wetgeving is een norm van 21.5 0C aan 'water voor zalmachtigen' toegekend. Momenteel is deze functie alleen aan de Grensmaas (R16) toegekend in Nederland (zie hoofdstuk 7). Voor R16 kan daarom beter 21.5 0C als norm worden overgenomen. In Duitsland wordt geheel aangesloten op de Europese Viswaterrichtlijn.

In Frankrijk zijn de normen voor ‘water voor zalmachtigen’ overgenomen (21.5 °C). ‘Wateren voor karperachtigen’ hebben in Frankrijk 25.5 °C als norm.

Momenteel speelt er in Nederland een discussie om de maximale temperatuur in ‘water voor karperachtigen’ te verhogen naar 28 °C. Een dergelijke hoge temperatuur kan als GET-waarde voor de KRW alleen worden vastgesteld wanneer het bereiken van de GET van de biologische kwaliteitselementen hierdoor niet gehinderd wordt. In dit onderzoek zijn geen argumenten gevonden die verhoging van de maximale temperatuur naar 28 °C rechtvaardigen in de regionale wateren. Voor de grote riviertypen, R7 en R8 ligt anders (zie hoofdstuk 7). Een ander aspect is de Habitatrichtlijn. De voorlopige instandhoudingsdoelen voor Natura 2000, landschap Rivierengebied, kent doelen toe aan verschillende vissoorten, waaronder zalm, elft, fint en rivierprik. De abiotische randvoorwaarden hiervoor zijn nog niet uitgewerkt. Deze gaan vermoedelijk verder dan “water voor karperachtigen”, gezien de relatief lage letale temperaturen voor zeeforel (zie hoofdstuk 2). Het verhogen van de temperatuurnorm is dus mogelijk strijdig met de uitwerking van de Habitatrichtlijn. Aanvullend onderzoek met behulp van laboratorium- en veldexperimenten kan de kennis in de effecten van temperatuur op de Ecologische toestand verbeteren.

### 6.3 ZUURGRAAD (PH)

In de hier te behandelen watertypen speelt verzuring over het algemeen geen rol doordat de verzuringsgevoelige wateren zoals vennen niet meegenomen worden in dit project (hoofdstuk 3). Een te hoge zuurgraad (pH) is vooral een probleem in de van nature zwakker gebufferde typen R12 en M27. Beken van het type R12 (midden/benedenloop op veen) voerden van nature zwak gebufferd water uit hoogveen gebied af (bijvoorbeeld de Reest en de Hunze). Door de grote afname van het areaal aan hoogveen in Nederland voeren dergelijke beken nu veel sterker gebufferd water met een hogere zuurgraad af. Dit water is voornamelijk afkomstig uit landbouwgebieden (soms zelfs afvoer van ingelaten Rijnwater) en van RWZI's. Data van het type R12 zijn schaars maar de aanwezigheid van 4 Goed scorende monsters bij een zuurgraad tussen 7.3 en 8.1 geeft aan dat een hogere zuurgraad de GET niet in de weg hoeft te staan. Door gebrek aan zuurdere monsters is het echter onduidelijk tot welke zuurgraad (ondergrens) de GET bereikt kan worden. Dit probleem speelt bij alle watertypen. De meren op (laag)veen van het type M27 zijn van nature ook zwakker gebufferd dan tegenwoordig. Van oorsprong werden dergelijke wateren voornamelijk gevoed door regenwater maar in verband met peilbeheersing en zoutbestrijding (doorspoelen) wordt er tegenwoordig veel sterker gebufferd (Rijn)water ingelaten. Hierdoor komen zuurdere omstandigheden in deze laagveenmeren amper meer voor. Het belangrijkste gevolg hiervan is interne eutrofiëring waardoor het doorzicht en daarmee de hoeveelheid (ondergedoken) waterplanten sterk af is genomen. Desondanks blijkt GET haalbaar in een aantal wateren van dit type. Wat bij deze wateren opvalt, is dat ze een vrij goed doorzicht hebben (0.5-1 meter) en worden gekenmerkt door een goed ontwikkelde vegetatie (bijvoorbeeld de plas ‘het Hol’ in Noord Holland). Een hogere zuurgraad hoeft dus ook in deze wateren de GET niet in de weg te staan, maar door datagebrek is een ondergrens van de zuurgraad nauwelijks vast te stellen.

Door het voorkomen van weinig zure en sterk basische wateren in de dataset kan voor de normering het beste aangesloten worden op de waarden die in de Aquatisch supplementen worden gegeven. De minimaal en maximaal gevonden waarden in GET wateren liggen vrijwel allemaal binnen deze grenzen (hoofdstuk 5):

- M27 (Laagveenmeren); pH: 5.5-7.5 (Higler, 2000) waarbij een lage pH interne eutrofiëring voorkomt.
- M5, M14, M20, M21 en M22/M23 (Gebufferde meren); pH: 6.5-8.5 (Verdonschot & Janssen, 2000 en Jaarsma & Verdonschot, 2000). De gevonden pH-waarden in wateren die voldoen aan GET liggen vrijwel allemaal binnen deze range waardoor overname als norm geen probleem lijkt. Van oorsprong is een lagere pH in meren van het type M14 mogelijk bij een gebrek aan aanvoer van gebufferd water (pH: 5.5, Higler, 2000). Dergelijke zwak-gebufferde omstandigheden komen in dit type vrijwel niet meer voor in Nederland, maar kan wel als ondergrens worden beschouwd.
- R12 (midden/benedenloop op veen); pH: 4.5-6.5 (Verdonschot, 2000). Van de vier gevonden pH-waarden waarbij de GET is aangetroffen liggen er 3 (ruim) boven deze range. Zure monsters zijn niet beschikbaar dus met de data-analyse is een ondergrens niet te bepalen. Hiervoor zou de ondergrens uit Verdonschot (2000) gebruikt kunnen worden van het aquatisch supplementtype 'zwak zure middenloop' (4.5). De bovengrens van dit aquatisch supplementtype (6.5) lijkt laag als norm gezien het feit dat de GET bij een aantal licht basische monsters gehaald wordt. Er is echter niet voldoende data beschikbaar om een hogere bovengrens te verantwoorden. Aangezien de meeste R12 beken sterk veranderd zijn, kan mogelijk in het kader van de MEP/GEP-afleiding een hogere pH aangenomen worden. Overigens worden in het buitenland wel hogere bovengrenzen voor vergelijkbare (organische) watertypen aangehouden (Duitsland; 8 en Frankrijk; 9).
- R5, R6, R10, R14, R15 en R18. Voor de langzaam en snel stromende benedenlopen, middenlopen en riviertjes worden in de Verdonschot (2000) pH-ranges tussen 5.5-8.5 geven. Wateren met een lagere pH worden vooral gevoed door regenwater terwijl wateren met een hogere pH voornamelijk grond- of oppervlaktewater gevoed zijn. De gevonden pH-waarden in wateren die voldoen aan GET liggen vrijwel allemaal binnen deze range waardoor overname als norm geen probleem is. Door gebrek aan gegevens is het niet mogelijk om de grenzen voor de beken op kalkbodem (R10 en R18) te controleren. De bovengrens van 8.5 is geen probleem maar een ondergrens van 5.5 is mogelijk aan de zure kant en een teken van verstoring. Geadviseerd wordt om voor wateren van deze typen een ondergrens van 6.5 te gebruiken. Dit is de ondergrens van de snelstromende midden- en benedenlopen uit het aquatisch supplement welke overeenkomen met de typen R10 en R18. Midden- en benedenlopen op kalk worden vooral veel in het kalkrijke Zuid Limburg gevonden en zijn praktisch altijd snelstromend (R18).
- M30 en M31 (Brak tot zoute wateren); pH: 6-9 (Van Beers & Verdonschot, 2000). De gevonden pH-waarden in wateren die voldoen aan de GET liggen vrijwel allemaal binnen deze range waardoor overname als norm geen probleem is. Wateren van het type M31 zijn sterker gebufferd dan de M30-wateren en hebben daardoor een hogere pH. De ondergrens van M31 komt dan op een pH van 7.5 te liggen. Overigens hebben de meeste M30-wateren ook een pH boven 7.5 (zie hoofdstuk 5). Vooral de zwak brakke duinwateren van dit type kunnen een lagere pH hebben (Van Beers & Verdonschot, 2000).

Vergelijken van de bovenstaande getalswaarden met buitenlandse waarden is lastig door de verschillen in typologie. Door de ruime ranges (zowel in Nederland als in Frankrijk, Engeland en Duitsland) wijken de waarden over het algemeen niet erg veel af.

Door gebrek aan voldoende data is een bovengrens voor de pH in R12 niet af te leiden. Uit de literatuur is een waarde van 6.5 als bovengrens overgenomen (Verdonschot, 2000) maar het is mogelijk dat de GET voor de biologische kwaliteitselementen bij een hogere pH gehaald kan

worden (tot 8.5). Er wordt dan wel sterk afgeweken van de referentiewaarden en dergelijke hoge pH-waarden zijn een duidelijke aanwijzing van verstoring (zie hoofdstuk 2).

#### AANPASSING REFERENTIEWAARDEN

Voor R5 en R10 is een pH van 4.5 als ondergrens onder referentieomstandigheden opgenomen (Heinis et al., 2004). Deze waarde is echter gebaseerd op zuurdere middenlopen die water uit hoogveengebieden afvoeren (R12) en dus niet representatief zijn voor wateren op zand en kalk. De ondergrens referentiewaarden moeten daarom worden aangepast aan de hier afgeleide GET-waarden (R5: 5.5 en R10: 6.5, zie paragraaf 6.8). Dit zelfde geldt in feite ook voor de meren op kalk (M23) die in het referentiedocument (Heinis et al., 2004) gelijk zijn gesteld aan het natuurdoeltype Duinplas (NDT 3.20, Bal et al., 2001). Omdat onder NDT Duinplas ook de zwak gebufferde kalkarme duinplassen zijn opgenomen vallen hieronder ook zuurdere wateren dan onder M23. Voor M23 dient de ondergrens van de referentie daarom aangepast te worden aan de hier afgeleide GET-waarde van pH 6.5 (zie paragraaf 6.8).

Ten slotte is als bovengrens voor GET in wateren van het type M27 een pH van 7.5 afgeleid terwijl als referentie bovengrens een pH van 8.5 is opgenomen (Heinis et al., 2004). Om interne eutrofiëring tegen te gaan wordt geadviseerd om de referentiewaarde aan te passen aan de hier afgeleide GET-waarden (paragraaf 6.8).

#### 6.4 DOORZICHT

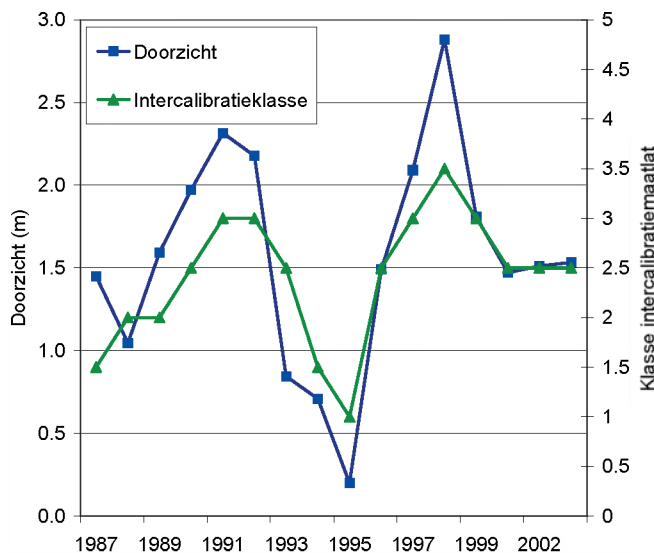
Doorzicht is alleen relevant in de meren (M-typen). Enkel de ondergrens is van belang, waarbij de GET voor chlorofyl en macrofyten (groeivormen) met een grote mate van zekerheid wordt gegarandeerd. Als uitgangspunt is 90% zekerheid in dit project vastgesteld. De M-typen zijn op basis van de analyses (chlorofyl en macrofyten) onder te verdelen in 2 groepen: diepe meren (>3 meter) en ondiepe meren (<3 meter). Onder de ondiepe meren vallen ook de kleine (zwak) brakke tot zoute wateren (M30 en M31) omdat deze over het algemeen minder dan 3 meter diep zijn. Uit de analyses blijkt macrofyten (groeivormen) het meest kritische kwaliteitselement te zijn. De waarden uit de analyses op basis van de GET voor macrofyten (groeivormen) worden daarom gehanteerd (90-percentiel):

- ondiepe meren (M5, M14, M23 en M27): 0.9 meter;
- diepe meren (M20 en M21): 1.7 meter;
- brak tot zoute wateren (M30 en M31; over het algemeen ondiep): 0.9 meter.

Met deze getalswaarden wordt ook de norm voor chlorofyl met een grote mate van zekerheid gegarandeerd (>90%). Voor ondiepe meren waarvan een aanzienlijk deel dieper is dan 2 meter is de norm van 0.9 meter doorzicht waarschijnlijk aan de lage kant. In dergelijke wateren zou het doorzicht in principe minimaal de helft van de diepte moeten beslaan (zie hoofdstuk 2). Bij de typologische grens van de ondiepe meren (3 meter) is theoretisch dan een doorzicht van 1.5 meter vereist. Wanneer voor ondiepe meren het criterium voor de GET van de intercalibratiemaatlat wordt gehanteerd (2.5) is bij een zekerheid van 90% de norm ongeveer ook 1.5 meter. Voor veel ondiepe meren (<2 meter) is deze norm erg streng maar voor de ondiepe meren met een diepte van 2 tot 3 meter waarschijnlijk wel noodzakelijk voor het bereiken van de GET voor macrofyten. In de intercalibratiedataset zijn ondiepe meren met een diepte groter dan 2 meter en een goede macrofytenontwikkeling relatief sterk vertegenwoordigd. Dit verklaart gedeeltelijk de relatief hoge norm die voor het doorzicht is afgeleid uit deze dataset. Een voorbeeld van een dergelijk dieper meer dat voldoet aan de GET voor macrofyten hiervan is het Botshol (zwak brak, M30). Dit meer is gemiddelde bijna 3 meter diep. De GET op

de intercalibratiemaatlat (2.5) wordt hier bereikt bij een doorzicht vanaf ongeveer 1.5 meter (figuur 6.1). Deze GET wordt vanaf eind jaren '80 gehaald door het afkoppelen van landbouwgebieden en defosfateren van inlaatwater (Ouboter, 1997). Deze maatregelen resulteerden in een zeer laag fosfaatgehalte (0.02 mg P/l) en een groot doorzicht. In de jaren 1993-1995 nam het doorzicht sterk af als gevolg van een groot neerslagoverschot. Daarna herstelde de waterkwaliteit en het doorzicht weer.

FIGUUR 6.1 VERLOOP VAN HET DOORZICHT EN DE KWALITEITSTOESTAND MACROFYTEN IN HET BOTSHOL (M30)



In veel brakke wateren zal een hoog doorzicht moeilijk bereikt kunnen worden doordat ze worden gevoed met nutriëntrijke kwel (vooral fosfaat en ammonium). Dit wordt nog versterkt door de opwerveling van fijne kleideeltjes als gevolg van windwerking (Franken et al., 2006). Dit onderdrukt de groei van ondergedoken waterplanten.

#### AANPASSING REFERENTIEWAARDEN

De maximale diepte waar waterplanten in referentieomstandigheden voor kunnen komen is ongeveer 4.5 meter (Van der Molen, 2004a en Van den Berg et al., 2004). Het doorzicht dient 2.25 meter te zijn om licht tot op deze diepte door te laten dringen (zie hoofdstuk 2). Deze waarde kan voor de diepe meren (M20 en M21) als norm voor de referentie worden gebruikt maar is wel strenger dan de huidige afgeleide referentiewaarde (2 meter, Heinis et al., 2004). Voor M27 is als referentiewaarde zicht tot op de bodem vastgesteld (Heinis et al., 2004). Door verschillen in diepte is de norm daardoor verschillend per watertype. Het is aan te bevelen om hiervoor een vast getal te gebruiken om de uniformiteit van de normering te vergroten en toetsing te vergemakkelijken. De andere ondiepe meren hebben allemaal 2 meter als ondergrens voor de referentie (ZGET). Deze waarden kan ook voor M27 worden toegepast. Gezien de maximale diepte van 3 meter voor dit type zal bij een doorzicht van 2 meter voldoende licht tot op de bodem doordringen (zie hoofdstuk 2).

#### 6.5 CHLORIDEGEHALTE

Het zoutgehalte op basis van chlorideconcentratie is een belangrijke parameter in de typologie (Elbersen et al., 2003). Voor de zwak brakke en brakke tot zoute wateren (M30 en M31) is het overnemen van de typologische ondergrenzen gerechtvaardigd doordat het chloride-



gehalte van alle wateren van deze typen die voldoen aan de GET boven deze grenzen liggen (M30: >300 en M31: >3000 mg Cl/l). In de typologie is de bovengrens van M30 op 3000 mg Cl/l gesteld. Opvallend is dat ongeveer de helft van de M30 monsters die voldoen aan de GET hier (ver) boven liggen. In feite is de typetoekenning dan niet correct en behoren deze wateren tot de brakke tot zoute wateren M31. Wat verder opvalt, is dat slechts een klein deel van de GET-wateren van het type M30 een chloridegehalte tussen 300 en 1000 heeft. Mogelijk dat deze wateren periodiek met sterke verzoeting te maken hebben of dat de macrofaunamaatlat niet goed werkt bij dergelijke lage concentraties.

Voor de zoete wateren is alleen een bovengrens van belang. Hiervoor lijkt de typologische bovengrens van 300 mg Cl/l aan de hoge kant gezien de gevonden chloridegehalten in wateren die voldoen aan de GET en de huidige MTR van 200 mg Cl/l (NW4, 1998). Ook de buitenlandse waarden (Duitsland) liggen aanzienlijk lager (100 mg Cl/l in de stromende wateren). Geadviseerd wordt om de (afgeronde) 95 percentielwaarden te hanteren als norm:

- rivieren: 150 mg Cl/l;
- zoete meren: 200 mg Cl/l.

#### AANPASSING REFERENTIEWAARDEN

Voor de zoete meren is 300 mg Cl/l als bovengrens onder referentieomstandigheden opgenomen (Heinis et al., 2004). Voor het grootste deel van deze meren zijn dergelijke hoge gehalte echter niet natuurlijk en hoger dan de MTR van 200 mg Cl/l (NW4, 1998). Wanneer besloten wordt om 200 mg Cl/l als norm voor GET te hanteren dan zullen de referentiewaarden hieraan aangepast moeten worden (zie paragraaf 6.8). Dit heeft wel als gevolg dat er een gat ontstaat tussen de zoete en zwak brakke watertypen waardoor wateren die van nature een chloridegehalte tussen 200 en 300 mg Cl/l onterecht niet voldoen aan de GET voor het zoutgehalte. Uit de data-analyse (hoofdstuk 5) blijken wateren met een dergelijk chloridegehalte echter vrijwel niet voor te komen.

## 6.6 ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE

Het zuurstofverzadigingspercentage is voor alle watertypen relevant. Hierbij dient een onderen een bovengrens afgeleid te worden (zomerhalfgemiddelden). Bij lage zuurstofgehalten verdwijnen eerst de meest gevoelige soorten. In de stromende wateren zijn dit juist vaak de kenmerkende soorten. Zeer hoge zuurstofverzadigingspercentages duiden op geëutrofeerde omstandigheden met algenbloei. Hierbij kunnen hoge zuurstofpieken overdag worden afgewisseld met zeer lage gehalten in de nacht als gevolg van opname van zuurstof door algen en planten in het donker (respiratie). Door het nachtelijke tijdstip van deze lage zuurstofgehalten worden ze echter vaak gemist in de bemonstering.

In de Aquatisch supplementen worden de volgende ranges gegeven voor het zuurstofverzadigingspercentage:

- voedselrijke plassen en meren op veen (Higler, 2000): 60-120%;
- diverse diepe meren (Jaarsma & Verdonschot, 2000): 70-120%;
- diverse stromende wateren (Verdonschot, 2000): 80-120%.

De berekende percentielen van zuurstof in wateren die voldoen aan de GET komen vrij goed overeen met bovenstaande waarden. De minimale en maximale waarden uit deze analyses lijken niet geschikt als norm doordat het echte uitschieters zijn (vooral de maximale waarden). De 5 percentiel kan (afgerond) als ondergrens gebruikt worden. Waarbij voor de zoete

meren naar beneden afgerond wordt (60%) omdat 6 wateren die Goed of zelfs Zeer goed scoren een zuurstofverzadigingspercentage hebben van 63-69%. Door gebrek aan veel monsters met een hoog gemiddeld zuurstofpercentage wordt een bovengrens van 120% aangeraden voor alle watertypen. Deze waarde wordt in de literatuur algemeen als grenswaarde gezien (Higler, 2000; Jaarsma & Verdonschot, 2000 en Verdonschot, 2000). De gevonden ondergrens van de brak tot zoute wateren is vrij laag (50%). Dit heeft mogelijk te maken met de slechtere oplosbaarheid van zuurstof in water met een hoger chloridegehalte waarbij het de vraag is in hoeverre hiermee rekening is gehouden bij het berekenen van de zuurstofverzadiging.

Bij een temperatuur van 25 0C komt een zuurstofgehalte van 5 mg/l overeen met ongeveer 60% zuurstofverzadiging. Aangezien beneden 5 mg/l zuurstof vissterfte op kan treden is het raadzaam om voor de stilstaande wateren (zoet en brak) de ondergrens op 60% te leggen zodat ook bij 25 0C (zie temperatuur) de GET niet wordt verhinderd. Dit levert de volgende grenswaarden op:

- R5, R6, R10 en R12 (langzaam stromende rivieren): 70-120%;
- R14, R15 en R18 (snelstromende rivieren): 80-120%;
- M5, M14, M20, M21 en M27 (zoete meren): 60-120%;
- M30 en M31 (brak tot zoute wateren): 60-120%.

Voor de stromende wateren worden in het buitenland ook ondergrenzen van 70-80% gehanteerd (Frankrijk, Duitsland). De bovengrens voor stromende wateren in Duitsland komt met 130% redelijk overeen met de hier afgeleide waarden. In Frankrijk wordt opmerkelijk genoeg slechts 90% gehanteerd als bovengrens. De reden hiervoor is niet bekend.

#### **AANPASSING REFERENTIEWAARDEN**

Voor M20 is 50% als ondergrens onder referentieomstandigheden opgenomen (Heinis et al., 2004). Deze lage waarde komt echter vooral (periodiek) voor in de diepere delen onder de spronglaag (Bal et al., 2001) en voldoet daardoor niet als (zomer)gemiddelde norm. Wanneer een ondergrens van 60% wordt gehanteerd als GET-waarde voor M20 zal de referentie hieraan aangepast moeten worden (zie paragraaf 6.8).

### **6.7 AANSLUITING OP MONITORING**

In de Kaderrichtlijn Water is voor de algemene fysisch-chemische parameters de verplichte meetfrequentie aangegeven. Voor alle stoffen uit deze categorie is dit minimaal viermaal per meetjaar (MIR, 2005). Deze meetfrequentie is erg laag en vooral bij sterk fluctuerende parameters zoals temperatuur en zuurstof zullen de belangrijke extremen waarschijnlijk gemist worden. De meeste waterbeheerders hanteren van oudsher daarom een veel hogere frequentie (bijvoorbeeld maandelijks). Naar verwachting zal daarom ook voor de monitoring ten behoeve van de KRW meer dan viermaal per jaar bemonsterd gaan worden. Omdat de afgeleide getalswaarden in deze studie gebaseerd zijn op meetwaarden in het groeiseizoen (zomerhalfjaar) is het de aanbeveling om de monitoring ook op deze periode te richten. Vooral de extremen in parameterwaarden zijn belangrijk voor de ecologie. Het is raadzaam om ook hiermee rekening te houden met het bemonsteringstijdstip.

### **6.8 VOORGESTELDE GETALSWAARDEN**

In onderstaande tabel zijn de op basis van paragraaf 6.2 tot en met 6.6 voorgestelde getalswaarden voor de rivieren en meren weergegeven (zonder de grote rivieren).

TABEL 6.1 GETALSWAARDEN VAN DE PARAMETERS VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN BEHOORENDE BIJ DE VERSCHILLENDE KWALITEITSKLASSEN

Watertype	Maximale dagwaarde temperatuur (°C)		Zuurgraad/pH (-)		Doorzicht (m)		Chloridegehalte (mg Cl/l)		Zuurstofverzadiging (%)			
	ZGET	GET	ZGET	GET	ZGET	GET	ZGET	GET	ZGET	GET		
R5	≤23	>23-25	ZGET 5.5-7.5	GET 5.5-8.5	-	-	≤20	>20-150	>150	70-110	70-120	<70 of >120
R6	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 5.5-8.5	<5.5 of >8.5	-	≤40	>40-150	>150	70-110	70-120	<70 of >120
R10	≤23	>23-25	ZGET 6.5-7.5	GET 6.5-8.5	<6.5 of >8.5	-	≤20	>20-150	>150	70-110	70-120	<70 of >120
R12	≤23	>23-25	ZGET 4.5-6.5	GET 4.5-6.5	<4.5 of >6.5	-	≤20	>20-150	>150	70-110	70-120	<70 of >120
R14	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 5.5-8.5	<5.5 of >8.5	-	≤40	>40-150	>150	80-110	80-120	<80 of >120
R15	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 5.5-8.5	<5.5 of >8.5	-	≤20	>20-150	>150	80-110	80-120	<80 of >120
R18	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 6.5-8.5	<6.5 of >8.5	-	≤40	>40-150	>150	80-110	80-120	<80 of >120
M6	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 6.5-8.5	<6.5 of >8.5	≥2	≤200*	≤200	>200	60-120	60-120	<60 of >120
M14	≤23	>23-25	ZGET 5.5-8.5	GET 5.5-8.5	<5.5 of >8.5	≥2	≤200*	≤200	>200	60-120	60-120	<60 of >120
M20	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 6.5-8.5	<6.5 of >8.5	≥2.25*	≤200*	≤200	>200	60*-120	60-120	<60 of >120
M21	≤23	>23-25	ZGET 6.5-8.5	GET 6.5-8.5	<6.5 of >8.5	≥2.25*	≤200*	≤200	>200	70-110	60-120	<60 of >120
M23	≤23	>23-25	ZGET 6.5-7.5	GET 6.5-8.5	<6.5 of >8.5	≥2	≤200*	≤200	>200	90-110	60-120	<60 of >120
M27	≤23	>23-25	ZGET 5.5-7.5*	GET 5.5-7.5	<5.5 of >7.5	≥2*	≤200*	≤200	>200	60-120	60-120	<60 of >120
M30	≤23	>23-25	ZGET 6-9	GET 6-9	<6 of >9	≥2	300-3000	300-3000	>300 of >3000	80-120	60-120	<60 of >120
M31	≤23	>23-25	ZGET 7.5-9	GET 7.5-9	<7.5 of >9	≥2	3000-10000	≥3000	<3000	80-120	60-120	<60 of >120
M32**	≤23	>23-25	ZGET 6.5-9	GET 6.5-9	<6.5 of >9	≥2	10000-18000	≥10000	<10000	80-120	60-120	<60 of >120

Referentiewaarden (ZGET) komen uit Heinis *et al.* (2004) tenzij aangepast als gevolg van in deze studie afgeleide GET-waarden\*

\* aangepaste referentiewaarden

\*\* getalwaarden op basis van normen kust- en overgangswateren, typologie, M30/M31 en Heinis *et al.* (2004)

- grenswaarden die niet relevant zijn om af te leiden

# 7

## DISCUSSIE GETALSWAARDEN GET GROTE RIVIEREN (R7, R8 EN R16)

### 7.1 INLEIDING

Geschikte biologische gegevens van de grote rivieren (R7, R8 en R16) zijn schaars. Voor R8 was het daarom al niet mogelijk een maatlat op te stellen voor macrofauna. Macrofaunamonsters zijn wel beschikbaar, maar door de vele ingrepen en de grote belasting van het ecosysteem wordt de GET van grote rivieren niet gehaald. Met data-analyses kunnen daarom geen getalswaarden voor de algemene fysisch-chemische parameters worden afgeleid die behoren bij de GET. Voor het vaststellen van normen voor nutriënten in de grote rivieren wordt aangesloten bij de waarden uit het buitenland (Heinis & Evers, in prep.). Dit is ook een optie voor de andere algemene fysisch-chemische parameters. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van literatuurgegevens en de afgeleide waarden voor de meest gelijkende kleinere riviertjes. Voor R7 en R8 is R6 het best vergelijkbare type en voor R16 is dit R15. Met de biologische gegevens uit de biologische monitoring ten behoeve van de KRW (in 2006 gestart), kunnen in de toekomst de afgeleide waarden worden gecontroleerd. De afgeleide getalswaarden zijn wel al zoveel mogelijk vergeleken met de aangetroffen waarden uit het verleden (1980-heden). Deze meetwaarden komen uit de Rijkswaterstaat database DONAR waarin de gevalideerde gegevens van het MWTL (landelijk watermonitoringsprogramma) zijn opgenomen. De voorgestelde getalswaarden zijn in tabelvorm weergegeven in paragraaf 7.6. In bijlage 5 zijn de maatlaten voor alle typen per algemeen fysisch-chemisch kwaliteitselement weergegeven. Hierin staan ook de grenswaarden van de klassen beneden GET (zie ook hoofdstuk 8).

### 7.2 TEMPERATUUR

Voor thermische omstandigheden is alleen een bovengrens van belang. Op basis van de resultaten van de meest vergelijkbare typen en gesteund door literatuurgegevens over sterfte bij gevoelige soorten (zie paragraaf 2.2), lijkt een temperatuur van 25 °C gerechtvaardigd voor de grote rivieren. Omdat dit strenger is dan de voorgenomen aanpassing aan de Europese Viswaterrichtlijn (rivieren van het type R7 en R8 zijn gekarakteriseerd als 'water voor karperachtigen' en de bijbehorende norm bedraagt 28 °C), is aanvullend onderzoek uitgevoerd (Kikkert & Beers, 2006). Hieruit blijkt dat boven de 25 °C de omstandigheden voor stroomminnende vissoorten verslechteren. Maar doordat zalm en zeeforel de Nederlandse rivieren alleen als doortrekroute gebruiken en deze trek vooral voor en na de zomer plaatsvindt, wordt de populatie van deze soorten niet significant geschaad door de hogere temperaturen. Daarom wordt hier aangesloten op de waarden die zijn opgenomen in de Europese Viswaterrichtlijn en de nationale beoordelingssystematiek. De langzaam stromende rivieren van het type R7 en R8 hebben allemaal de functie 'water voor karperachtigen' gekregen. Dergelijke wateren hebben in de richtlijn een norm van 28 °C (welke waarde ten hoogste 2% van de tijd mag worden overschreden). De snelstromende Grensmaas is het enige water in Nederland van het type

R16 en heeft de functie 'water voor zalmachtigen'. In de Europese Viswaterrichtlijn wordt aan wateren met deze functie een norm van  $21.5^{\circ}\text{C}$  toegekend. Om zo min mogelijk verwarring te creëren kunnen deze normen worden overgenomen. Uit meetgegevens (DONAR) blijken deze normen in warme zomers regelmatig bijna overschreden te worden (meetpunten Eijsden en Lobith). In augustus 2003 zijn in de Rijn bij Lobith maximale waarden gevonden van  $27.5^{\circ}\text{C}$ .

#### AANPASSING REFERENTIEWAARDEN

Voor R16 is  $23^{\circ}\text{C}$  als bovengrens onder referentieomstandigheden opgenomen (Heinis et al., 2004). Wanneer een temperatuur van  $21.5^{\circ}\text{C}$  wordt gehanteerd als GET-waarde voor R16 zal de referentie hieraan aangepast moeten worden (zie paragraaf 7.6).

### 7.3 ZUURGRAAD (PH)

Voor zuurgraad in de grote rivieren dient in overeenstemming met de andere watertypen zowel een boven- als ondergrens afgeleid te worden. Hiervoor zijn behalve de buitenlandse normen ook de gevonden waarden in de kleinere stromende wateren die voldoen aan de GET een geschikte bron. In het buitenland wordt als ondergrens 6 aangehouden (Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk). Omdat ook alle kleinere stromende wateren die voldoen aan GET een pH boven 6 hebben, kan deze waarde voor de grote rivieren worden overgenomen. De bovengrens is in het buitenland op een pH van 8 (Duitsland) of 9 (Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk) bepaald. Bij de kleinere stromende wateren die voldoen aan GET zijn pH-waarden tot 8.5 aangetroffen. Tevens is in de referentiebeschrijving de bovengrens van de pH op 8.5 gesteld voor de typen R7, R8 en R16 (Van der Molen, 2004b). Voor de bovengrens van de GET wordt deze waarde overgenomen. De zuurgraad van de beschikbare individuele monsters uit de grote rivieren ligt altijd tussen 6 en 8.6 (1995-heden). Een zuurgraad tussen 6 en 7.4 komt slechts in 5% van de monsters voor (vooral in de Bovenmaas bij Eijsden). Wanneer de meetwaarden worden omgerekend naar zomerhalfjaargemiddelden vallen alle waarden ruim binnen de range van 6-8.5.

Voor kleinere rivieren is een bovengrens van 8.5 afgeleid welke ook overeen komt met de referentiewaarde voor de grote rivieren. In Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk wordt echter een pH van 9 als bovengrens gehanteerd. Mede gezien de huidige zuurgraad van de grote rivieren is er weinig reden om een hogere bovengrens vast te stellen dan 8.5.

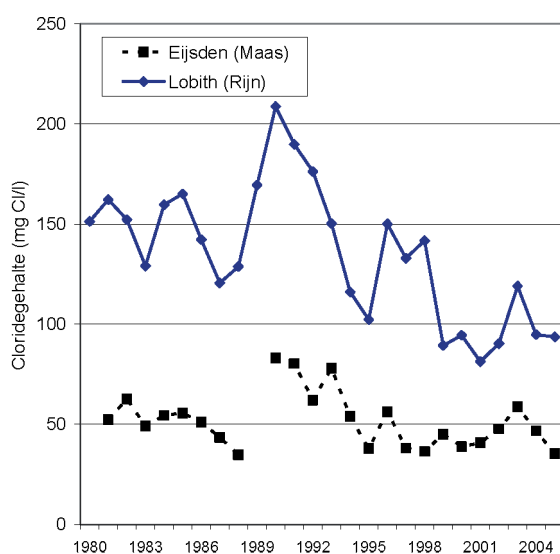
### 7.4 CHLORIDEGEHALTE

De typen R7, R8 en R16 behoren tot de zoete wateren waaraan in de typologie een bovengrens is toegekend van 300 mg Cl/l (Elbersen et al., 2003). Een ondergrens is voor deze typen niet van belang. Van het maximale chloridegehalte in grote rivieren worden in de literatuur verschillende waarden gevonden. Behalve in de KRW-typologie hebben de zoete rivieren ook in het Aquatisch supplement 300 mg Cl/l als bovengrens (Nijboer et al., 2000). Duitsland hanteert in de grote rivieren 100 mg Cl/l als waarde voor de GET. Dit is vrij streng vergeleken met de waarden die in de kleinere stromende wateren worden gevonden die voldoen aan de GET (150 mg Cl/l) en de huidige MTR (200 mg Cl/l). Bij het vaststellen van de typologische grens als norm worden onnatuurlijk hoge chloridegehalten geaccepteerd. Omdat gewerkt wordt met zomergemiddelde treden daarbij periodiek nog hogere waarden op die direct schadelijk voor de ecologie kunnen zijn. Als bovengrens voor R7 en R16 wordt daarom geadviseerd om dezelfde norm als voor de kleinere stromende wateren te hanteren (150 mg Cl/l). Dit alles

geldt niet voor wateren van het type R8. In rivieren van dit type heeft getijde nog invloed en hierbij kunnen ook hogere chloridegehalten optreden (vooral meer benedenstrooms). Voor R8 wordt dan ook de typologische bovengrens van 300 mg Cl/l als grenswaarde opgenomen (zie ook Van der Molen, 2000).

In figuur 7.1 is het verloop van het zomerhalfjaargemiddelde chloride in de Maas en Rijn aan de grens weergegeven. Deze verschilt sterk tussen beide rivieren. Tot begin jaren 90 lag de concentratie chloride in de Rijn boven 150 mg Cl/l als gevolg van bovenstroomse zoutlozingen. Daarna daalde de concentratie naar ongeveer 100 mg Cl/l. Het chloridegehalte in de Maas is een stuk lager en het zomergemiddelde is de afgelopen 25 jaar niet boven 100 mg Cl/l gekomen. Een norm van 150 mg Cl/l lijkt dus in de huidige situatie goed verdedigbaar voor R7 en R16.

FIGUUR 7.1 VERLOOP VAN HET ZOMERHALFJAARGEMIDDELDDE CHLORIDEGEHALTE IN MAAS EN RIJN (BRON: DONAR)



#### AANPASSING REFERENTIEWAARDEN

Voor de grote rivieren is 300 mg Cl/l als bovengrens onder referentieomstandigheden opgenomen (Heinis et al., 2004). Dergelijke hoge gehalten zijn voor R7 en R16 echter niet natuurlijk en hoger dan de MTR van 200 mg Cl/l (NW4, 1998). Overname als referentie- en GET-waarde is daarom niet terecht. Wanneer besloten wordt om 150 mg Cl/l als norm voor GET te hanteren dan zullen de referentiewaarden hieraan aangepast moeten worden (zie paragraaf 7.6). Voor R8 is 300 mg Cl/l als getalswaarde voor GET afgeleid. Bij dit type is het dan niet noodzakelijk om de referentiewaarde aan te passen.

#### 7.5 ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE

Voor het vaststellen van onder- en bovengrenzen van het zuurstofverzadigingspercentage in de grote rivieren wordt aangesloten op de afleiding van getalswaarden voor de meest gelijkende watertypen. Deze waarden zijn:

- R6: 70-120% (meest gelijkende type voor R7 en R8);
- R15: 80-120% (meest gelijkende type voor R16).

Bovenstaande ranges komen goed overeen met waarden uit Duitsland (70-130% voor wateren voor karperachtigen en 80-120% voor wateren voor zalmachtigen). Ook de waarden voor de diepe en ondiepe zoete getijdenwateren (R8) uit het Aquatisch Supplement liggen in nage-

noeg dezelfde range 80-120% (Nijboer et al., 2000). Geadviseerd wordt om de waarden zoals afgeleid voor R6 over te nemen voor R7 en R8 (70-120%) en de waarden zoals afgeleid voor R15 over te nemen voor R16 (80-120%).

Het zuurstofgehalte is in de grote rivieren tegenwoordig over het algemeen goed (Reeze, et al., 2005). Alleen in de Maas zakt het zuurstofgehalte nog regelmatig onder de kritieke grens van 5 mg/l (door bovenstroomse lozingen). Bij 25 °C komt een zuurstofgehalte van 5 mg/l overeen met ongeveer 60% zuurstofverzadiging. Het zomerhalfjaargemiddelde zuurstofverzadigingspercentage in de Zandmaas en Waal voldeed van 1995-2004 altijd aan de norm voor R7 (70-120%) (tabel 7.1). In de Bovenmaas werd de ondergrens in 1996, 1999 en 2004 niet gehaald. Dit geeft ook problemen in de stroomafwaarts gelegen Grensmaas (R16) waar een hogere ondergrens voor het zuurstofverzadigingspercentage geldt (80%). De Grensmaas (bij overgang in de Zandmaas) voldeed in 1995, 1997, 1998 en 2001 mede daardoor niet aan de norm voor R16.

TABEL 7.1 ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE IN MAAS EN WAAL (BRON: DONAR)

Locatie	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Lobith ponton (Waal)	97%	96%	100%	95%	101%	99%	100%	97%	103%	98%
Belfeld boven (Zandmaas)						96%	93%	91%	92%	92%
Stevensweert (Grensmaas)	76%	82%	73%	79%	82%	91%	79%	87%	90%	80%
Eijsden ponton (Bovenmaas)	76%	61%	73%	72%	69%	76%	74%	72%	72%	69%

Lobith op basis van 12 tot 13 monsters per zomerhalfjaar, Belfeld op basis van 6 tot 8 monsters per zomerhalfjaar, Stevensweert op basis van 6 tot 7 monsters per zomerhalfjaar, Eijsden op basis van 24 tot 27 monsters per zomerhalfjaar.

## 7.6 VOORGESTELDE GETALSWAARDEN

In onderstaande tabel zijn de op basis van paragraaf 7.2 tot en met 7.5 voorgestelde getalwaarden voor de grote rivieren weergegeven.

TABEL 7.2 GETALSWAARDEN VAN DE PARAMETERS VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN BEHOORENDE BIJ DE VERSCHILLENDE KWALITEITSKLASSEN

Watertype	Maximale dagwaarde temperatuur (°C)		Zuurgraad/pH (-)		Doorzicht (m)		Chloridegehalte (mg Cl/l)		Zuurstofverzadiging (%)		
	ZGET	GET	ZGET	GET	ZGET	GET	ZGET	GET	ZGET	GET	
R7	≤23	>23-28	6.5-8.5	6-8.5	-	-	≤150*	≤150	>150	70-110	70-120
R8	≤23	>23-28	6.5-8.5	6-8.5	-	-	≤300	≤300	>300	70-110	70-120
R16	≤21.5*	>21.5	6.5-8.5	6-8.5	-	-	≤150*	≤150	>150	80-110	80-120

Referentiewaarden (ZGET) komen uit Heinis *et al.* (2004) tenzij aangepast als gevolg van in deze studie afgeleide GET-waarden\*

\* aangepaste referentiewaarden

- grenswaarden die niet relevant zijn om af te leiden



# 8

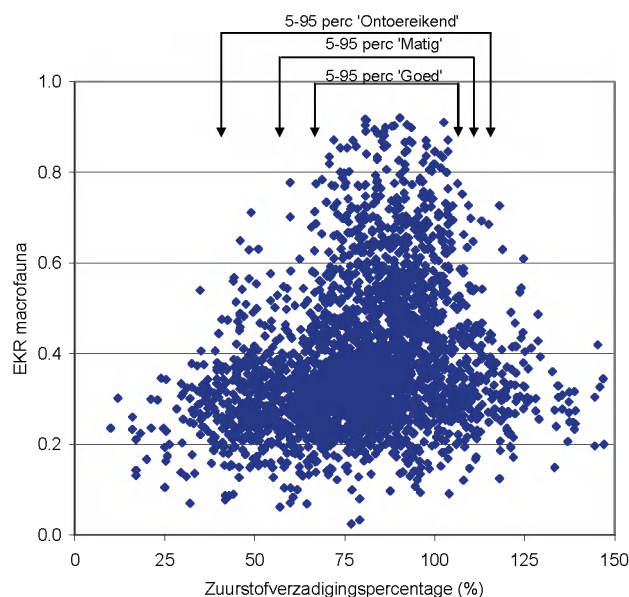
## BEPALING GETALSWAARDEN MATIG, ONTOEREIKEND EN SLECHT (M&R-TYPEN)

### 8.1 INLEIDING

De KRW vraagt om getalsmatige invulling van de Referentie en de Goede Ecologische Toestand voor de algemene fysisch-chemische parameters. Naast deze klassen is het ook gewenst een invulling van de lagere klassen te verkrijgen. Dit omdat het begrip ‘geen achteruitgang’ wordt geïnterpreteerd als geen achteruitgang in de klasse. Hiervoor moeten de klassengrenzen tussen Matig, Ontoereikend en Slecht bepaald worden.

Voor het vaststellen van deze klassengrenzen wordt analoog aan de afleiding van de GET-waarden de parameterwaarden van chemische monsters uit wateren die voldoen aan de betreffende toestand voor de biologie. Bij deze chemische waarden komt die biologische toestand dus daadwerkelijk voor. Voor de meeste parameters gelden boven- en ondergrenzen. Deze worden bepaald door de percentielen te berekenen van de chemische waarden behorende bij monsters die voldoen aan Matig (voor de grens Matig-Ontoereikend) en Ontoereikend (voor de grens Ontoereikend-Slecht). Wederom worden de uitersten van de bandbreedte gebruikt als grens (min.-max. of 5-95 percentiel). Dit geeft een bredere bandbreedte dan wanneer de 10-90 percentiel gebruikt wordt en voorkomt dat wateren die voldoen aan de betreffende toestand voor de biologische kwaliteitselementen niet voldoen aan die toestand van één of meerdere algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen. Het hanteren van 5-95 percentielen heeft ten opzicht van de min.-max. als voordeel dat de grenswaarden niet op één of enkele uitschieters worden gebaseerd. Ter illustratie is een grafiek (figuur 8.1) weergegeven waarin de Ecologische toestand van macrofauna is uitgezet tegen het zuurstofverzadigingspercentage (alle wateren). De klassengrenzen Matig-Goed zijn afgeleid met behulp van de 5 en 95 percentiel van de minimaal Goed scorende monsters (zie afleiding GET-waarden). De klassengrenzen Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht zijn afgeleid met behulp van de 5 en 95 percentiel van de respectievelijk Matig en Ontoereikend scorende monsters.

FIGUUR 8.1 EKR MACROFAUNA TEN OPZICHTE VAN HET ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE MET DAARIN DE RANGE VAN 5-95 PERCENTIELWAARDEN WEERGEGEVEN VOOR DE KLASSEN 'GOED', 'MATIG' EN 'ONTOEREIKEND'. MET DEZE WAARDEN, AANGEVULD MET DE ZGET-WAARDEN (REFERENTIE), KUNNEN ALLE KLASSEN WORDEN BEGRENSD.



Een nadeel van bovenstaande methode is dat de afgeleide getalswaarden sterk gestuurd worden door de beschikbare dataset. Een voorbeeld hiervan is de afwezigheid van monsters van zuurdere wateren waardoor het niet mogelijk is aan te geven wat de ondergrens is van de pH bij de verschillende klassen. Aanvullende informatie uit de literatuur, het buitenland en voor sommige parameters de typologie zullen dan ook gebruikt moeten worden voor het vaststellen van de getalswaarden. Waar goede gegevens uit de dataset en de literatuur ontbreken, zijn klassengrenzen voorgesteld op basis van een bepaalde afstand van het GET. In bijlage 5 zijn de maatlatten voor alle typen per algemeen fysisch-chemisch kwaliteitselement weergegeven. Hierin staan ook de grenswaarden van de klassen GET en ZGET (zie ook hoofdstuk 6 en 7).

## 8.2 BESCHIKBARE GEGEVENS

Voor het afleiden van GET-waarden voor de algemene fysisch-chemische parameters zijn de (deel)maatlatten chlorofyl en macrofyten (doorzicht in meren) en macrofauna gebruikt. Van deze (deel)maatlatten zijn de meeste geschikte gegevens aanwezig en samen geven ze een goede beschrijving van de ecologische toestand van een water (zie paragraaf 1.2). Chlorofyl en macrofyten hebben een duidelijk verband met doorzicht en macrofauna wordt door de andere parameters sterk beïnvloed bij te hoge of te lage waarden.

Onderstaand is per watertype en kwaliteitselement het aantal beschikbare biologische monsters en aantal bijbehorende chemische meetwaarden (zomerhalfjaargemiddelden) weergegeven voor de kwaliteitsklassen Matig en Ontoereikend (tabel 8.1 t/m 8.4). Voor macrofauna worden individuele monsters gebruikt en voor chlorofyl en macrofyten zomerhalfjaargemiddelden. Gegevens van macrofyten (groeivormen) die Matig en Ontoereikend scores zijn schaars. Van temperatuur zijn alle beschikbare individuele meetwaarden uit de zomerperiode weergegeven omdat hiervoor de maximale waarden van belang zijn en niet de gemiddelden.

**TABEL 8.1** BESCHIKBARE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS (ZOMERHALFJAARGEMIDDELLEN) BEHORENDE BIJ MACROFAUNAMONSTERS DIE MATIG SCOREN OP DE NATUURLIJKE MAATLAT

KRW-type	Macrofaunamonsters	Temperatuur (OC)	Zuurgraad (pH)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)
M05	23	37	20	14	20	18
M14	35	49	13	13	13	13
M20	39	191	35	32	34	31
M21	1	6	1	1	1	1
M22	49	49	34	11	34	20
M27	67	101	30	30	30	30
M30	346	561	207	114	207	165
M31	50	63	30	29	29	29
R05	464	1027	198	N.v.t	205	199
R06	159	633	92	N.v.t	93	90
R12	93	84	22	N.v.t	18	18
R14	109	225	47	N.v.t	60	61
R15	23	130	13	N.v.t	13	13
R18	96	310	56	N.v.t	60	60

**TABEL 8.2** BESCHIKBARE GEGEVENS VAN DOORZICHT BEHORENDE BIJ CHLOROFYL- EN MACROFYTENMONSTERS (GROEIVORMEN) DIE MATIG SCOREN OP DE NATUURLIJKE MAATLAT (ALLES ZOMERHALFJAARGEMIDDELLEN)

KRW-type	ZGM doorzicht en ZGM chlorofyl	ZGM doorzicht en ZGM groeivormen
M05	3	
M14	83	9
M20	78	11
M21	57	10
M22	34	
M27	418	
M30	924	
M31	346	

TABEL 8.3 BESCHIKBARE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS (ZOMERHALFJAARGEMIDDELDEN) BEHORENDE BIJ MACROFAUNAMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN OP DE NATUURLIJKE MAATLAT

KRW-type	Macrofaunamonsters	Temperatuur (°C)	Zuurgraad (pH)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)
M05	2	6	2	1	2	2
M14	2		2	2	2	2
M20	20	26	16	14	15	14
M22	114	129	72	46	72	52
M27	16	21	8	8	8	8
M30	903	1907	695	466	692	595
M31	142	298	115	72	107	98
R05	1209	3650	735	N.v.t	745	742
R06	245	572	111	N.v.t	111	107
R12	121	129	44	N.v.t	39	39
R14	140	258	51	N.v.t	54	55
R15	6	45	3	N.v.t	3	3
R18	108	329	73	N.v.t	86	86

TABEL 8.4 BESCHIKBARE GEGEVENS VAN DOORZICHT BEHORENDE BIJ CHLOROFYL- EN MACROFYTENMONSTERS (GROEIVORMEN) DIE ONTOEREIKEND SCOREN OP DE NATUURLIJKE MAATLAT (ALLES ZOMERHALFJAARGEMIDDELDEN)

KRW-type	ZGM doorzicht en ZGM chlorofyl	ZGM doorzicht en ZGM groeivormen
M05		
M14	126	4
M20	59	7
M21	115	8
M22	16	
M23		
M27	556	
M30	883	
M31	300	

### 8.3 TEMPERAATUUR

Omdat voor temperatuur vooral de maximale waarden belangrijk zijn voor de ecologie (hoofdstuk 2) worden er geen zomer- of jaargemiddelde bij de afleiding gehanteerd, maar dagwaarden. Door de afwezigheid van continue metingen worden de prikwaarden uit de Limnodata gebruikt, die gemeten zijn in het zomerhalfjaar april-september. Hierbij is onderzocht bij welke temperatuur de toestand Matig of Ontoereikend voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle gemeten temperatuurwaarden die in het zelfde jaar vallen als macrofaunamonsters met de betreffende kwaliteitsklasse. In tabel 8.5 en 8.6 zijn de percentielen weergegeven.

TABEL 8.5 PERCENTIELEN TEMPERATUURWAARDEN OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE MATIG SCOREN

Percentielen	Meren	Rivieren
min	5 °C	3 °C
5	9 °C	8 °C
10	10 °C	10 °C
50	17 °C	15 °C
90	21 °C	20 °C
95	23 °C	21 °C
max	27 °C	28 °C

TABEL 8.6 PERCENTIELEN TEMPERATUURWAARDEN OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN

Percentielen	Meren	Rivieren
min	1 °C	2 °C
5	8 °C	9 °C
10	10 °C	10 °C
50	16 °C	16 °C
90	21 °C	21 °C
95	22 °C	22 °C
max	31 °C	29 °C

Een norm voor thermische omstandigheden (temperatuur) is relevant voor alle watertypen en hierbij is alleen de vaststelling van een bovengrens belangrijk. Analoog aan de GET-waarden worden de hoogste gevonden waarden in als grenswaarden gebruikt worden. De GET-waarde was in zowel rivieren als meren 25 °C (behalve voor R16). Het is aan te bevelen om ook voor de lagere klassen dezelfde normen voor rivieren en meren te hanteren. De grenswaarden Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht worden dan respectievelijk 27.5 °C en 30 °C. Omdat geen goede gegevens beschikbaar zijn om voor R16 (Grensmaas) andere grenswaarden voor de lagere klassen vast te stellen wordt geadviseerd om deze grenswaarden ook voor dit type te gebruiken. De kwaliteitsklasse Matig wordt hierdoor voor R16 wel vrij groot (21.5 °C-27.5 °C in plaats van 25 °C – 27.5 °C bij de andere typen).

#### 8.4 ZUURGRAAD (PH)

Voor de parameter zuurgraad wordt de pH gebruikt. Als goede maatstaf voor de zuurgraad wordt het zomerhalfjaargemiddelde van de pH beschouwd. De individuele meetwaarden zijn alvorens te middelen eerst inverse-loggetransformeerd. Onderzocht is bij welke pH de toestand Matig en Ontoereikend voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle pH-zomergemiddelden uit hetzelfde jaar als een macrofaunamonster met de betreffende kwaliteit. In tabel 8.7 en 8.8 zijn deze percentielen weergegeven.

TABEL 8.7

PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE PH-WAARDEN OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE MATIG SCOREN

Percentielen	Rivieren behalve R12	R12	Zoete meren behalve M27	M27	Brak tot zoute wateren
min	4.4	6.6	7.0	6.6	7.0
5	6.8	7.1	7.2	6.8	7.2
10	6.9	7.1	7.5	7.0	7.4
50	7.4	7.4	8.1	7.6	8.0
90	7.9	7.9	8.5	8.5	8.5
95	8.0	7.9	8.7	8.8	8.7
max	8.4	8.5	9.1	9.1	9.0

TABEL 8.8

PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE PH-WAARDEN OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN

Percentielen	Rivieren behalve R12	R12	Zoete meren behalve M27	M27	Brak tot zoute wateren
min	6.3	6.4	7.2	7.1	6.3
5	6.6	6.6	7.3	7.1	7.2
10	6.8	6.8	7.5	7.1	7.3
50	7.9	7.0	8.0	8.2	7.9
90	8.8	7.6	8.4	8.3	8.5
95	9.0	7.9	8.5	8.3	8.6
max	9.1	8.0	9.3	8.3	9.1

In de hier te behandelen watertypen speelt verzuring over het algemeen geen rol doordat de verzuringsgevoelige wateren zoals vennen niet meegenomen worden in dit project (hoofdstuk 3). Een te hoge zuurgraad (pH) is vooral een probleem in de van nature zwakker gebufferde typen R12 en M27. Door gebrek aan zuurdere monsters is het onduidelijk tot welke zuurgraad (ondergrens) de kwaliteitstoestand Matig of Ontoereikend bereikt kan worden. Dit probleem speelt bij alle watertypen. Door het voorkomen van weinig zure en sterk basische wateren in de dataset is voor het vaststellen van GET-waarden aangesloten op de waarden die in de Aquatisch supplementen worden gegeven. In de toestand Matig en Ontoereikend worden hogere pH-waarden gevonden dan in de GET-wateren. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door algenbloeien (pH verhogend). Deze algenbloeien zijn waarschijnlijk ook een belangrijke reden voor de lage biologische kwaliteit.

Omdat de data niet toereikend zijn om rechtstreeks normen uit af te leiden wordt geadviseerd om met een vaste afstand tot het GET de grenzen Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht af te leiden. Een verschuiving van de pH met 0.5 per klasse ligt het meest voor de hand. Door de afwezigheid van verzuringsgevoelige watertypen is enkel het afleiden van bovengrenzen van belang. Dit levert de volgende bovengrenzen op:

- M27 (Laagveenmeren); pH: 8.0 voor de grens Matig-Ontoereikend en 8.5 voor de grens Ontoereikend-Slecht;
- M5, M14, M20, M21 en M22/M23 (Gebufferde meren); pH: 9.0 voor de grens Matig-Ontoereikend en 9.5 voor de grens Ontoereikend-Slecht;
- R12 (midden/benedenloop op veen); pH: 7.0 voor de grens Matig-Ontoereikend en 7.5 voor de grens Ontoereikend-Slecht;
- R5, R6, R7, R8, R10, R14, R15, R16 en R18 (stromende wateren behalve R12). pH: 9.0 voor de grens Matig-Ontoereikend en 9.5 voor de grens Ontoereikend-Slecht;
- M30, M31 en M32 (Brak tot zoute wateren); pH: 9.5 voor de grens Matig-Ontoereikend en 10.0 voor de grens Ontoereikend-Slecht.

## 8.5 DOORZICHT

Het doorzicht is alleen van belang voor de meren (M-typen). Als parameter wordt het zomergemiddelde doorzicht gehanteerd zoals bepaald met secchi-schijf (in meters). Vooral de kwaliteitselementen fytoplankton en macrofyten hebben een duidelijke relatie met het doorzicht. Bij het afleiden van de grenswaarden van de lagere klassen zijn de volgende (deel)maatlaten betrokken:

- Deelmaatlat chlorofyl a;
- Deelmaatlat groeivormen macrofyten.

Onderzocht is bij welk doorzicht de kwaliteitstoestand Matig en Ontoereikend voor chlorofyl en macrofyten nog bereikbaar is. Voor chlorofyl is dit gedaan door de percentielen te berekenen van alle doorzicht-zomergemiddelden uit de jaren dat het zomergemiddelde chlorofyl voldoet aan de betreffende kwaliteitstoestand. Hierbij zijn de volgende GET-waarden voor chlorofyl gehanteerd (Van der Molen & Pot, 2006b):

- diepe meren; ondergrens Matig is 29.1 µg/l en ondergrens Ontoereikend is 58.2 µg/l chlorofyl;
- ondiepe meren; ondergrens Matig is 60 µg/l en ondergrens Ontoereikend is 120 µg/l chlorofyl;
- brakke en zoute wateren; ondergrens Matig is 120 µg/l en ondergrens Ontoereikend is 240 µg/l chlorofyl;

In tabel 8.9 en 8.10 zijn de percentielen weergegeven.

TABEL 8.9 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELD DE DOORZICHT OP BASIS VAN CHLOROFYLMONSTERS DIE MATIG SCOREN

Percentielen	Diepe meren	Ondiepe meren	Brak tot zoute wateren
min	0.23 m	0.20 m	0.05 m
5	0.40 m	0.27 m	0.15 m
10	0.40 m	0.29 m	0.19 m
50	0.60 m	0.40 m	0.32 m
90	1.22 m	0.56 m	0.52 m
95	1.43 m	0.67 m	0.58 m
max	2.33 m	0.93 m	1.75 m

TABEL 8.10 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELD DE DOORZICHT OP BASIS VAN CHLOROFYLMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN

Percentielen	Diepe meren	Ondiepe meren	Brak tot zoute wateren
min	0.23 m	0.20 m	0.05 m
5	0.36 m	0.23 m	0.13 m
10	0.40 m	0.25 m	0.15 m
50	0.55 m	0.33 m	0.26 m
90	0.98 m	0.45 m	0.45 m
95	1.17 m	0.53 m	0.51 m
max	2.33 m	0.76 m	0.95 m

Bij de afleiding van getalswaarden op basis van groeivormen macrofyten is het doorzicht bepaald door de percentielen te berekenen van alle doorzicht-zomergemiddelden uit de jaren dat de deelmaatlat groeivormen voldoet aan de kwaliteitstoestand Matig of Ontoereikend (tabel 8.11 en 8.12).

TABEL 8.11 PERCENTIELEN GEMIDDELD DOORZICHT OP BASIS VAN MACROFYTENMONSTERS DIE MATIG SCOREN (GROEIVORMEN)

Percentielen	Diepe meren	Ondiepe meren
min	0.20 m	0.29 m
5	0.20 m	0.30 m
10	0.21 m	0.31 m
50	0.52 m	0.36 m
90	1.02 m	0.67 m
95	1.14 m	0.71 m
max	1.33 m	0.76 m

TABEL 8.12 PERCENTIELEN GEMIDDELD DOORZICHT OP BASIS VAN MACROFYTENMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN (GROEIVORMEN)

Percentielen	Diepe meren	Ondiepe meren
min	0.20 m	0.41 m
5	0.23 m	0.43 m
10	0.25 m	0.45 m
50	0.48 m	0.55 m
90	0.82 m	0.63 m
95	0.92 m	0.65 m
max	0.93 m	0.67 m

Enkel de ondergrens voor doorzicht is van belang, waarbij de betreffende kwaliteitstoestand voor chlorofyl en macrofyten (groeivormen) met een grote mate van zekerheid wordt gegarandeerd. Als uitgangspunt is 90% zekerheid in dit project vastgesteld. De M-typen zijn op basis van de analyses (chlorofyl en macrofyten) onder te verdelen in 2 groepen: diepe meren (>3 meter) en ondiepe meren (<3 meter). Onder de ondiepe meren vallen ook de kleine (zwak) brakke tot zoute wateren (M30 en M31) omdat deze over het algemeen minder dan 3 meter diep zijn. Uit de analyses bleek macrofyten (groeivormen) het meest kritische kwaliteitselement te zijn bij GET (hoofdstuk 5 en 6). Bij de lagere klassen blijkt dit soms chlorofyl te zijn. Daarnaast zijn er erg weinig gegevens beschikbaar van macrofyten en doorzicht in de klassen Matig en Ontoereikend. De waarden uit de analyses op basis van chlorofyl worden daarom gehanteerd (90-percentiel):

- ondiepe meren (M5, M14, M23 en M27): ondergrens Matig is 0.6 meter en ondergrens Ontoereikend is 0.45 meter;
- diepe meren (M20 en M21): ondergrens Matig is 1.2 meter en ondergrens Ontoereikend is 1.0 meter;
- brak tot zoute wateren (M30 en M31; over het algemeen ondiep): ondergrens Matig is 0.6 meter en ondergrens Ontoereikend is 0.45 meter;

## 8.6 CHLORIDEGEHALTE

Als goede maatstaf voor het zoutgehalte wordt zomergemiddelde chloride beschouwd (hoofdstuk 2). Onderzocht is bij welk chloridegehalte kwaliteitstoestand Matig en Ontoereikend voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle chloride-zomergemiddelden uit hetzelfde jaar als een macrofaunamonster dat Matig respectievelijk Ontoereikend scoort. In tabel 8.13 en 8.14 zijn deze percentielen weergegeven.



TABEL 8.13 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE CHLORIDEGEHALTE OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE MATIG SCOREN

Percentielen	Rivieren	Zoete meren	M30 (zwak brak)	M31 (brak tot zout)
min	13 mg Cl/l	14 mg Cl/l	56 mg Cl/l	2211 mg Cl/l
5	20 mg Cl/l	27 mg Cl/l	308 mg Cl/l	2357 mg Cl/l
10	23 mg Cl/l	41 mg Cl/l	406 mg Cl/l	3072 mg Cl/l
50	42 mg Cl/l	83 mg Cl/l	1189 mg Cl/l	4328 mg Cl/l
90	90 mg Cl/l	200 mg Cl/l	4502 mg Cl/l	8825 mg Cl/l
95	140 mg Cl/l	216 mg Cl/l	5592 mg Cl/l	11335 mg Cl/l
max	295 mg Cl/l	687 mg Cl/l	10450 mg Cl/l	11425 mg Cl/l

TABEL 8.14 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE CHLORIDEGEHALTE OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN

Percentielen	Rivieren	Zoete meren	M30 (zwak brak)	M31 (brak tot zout)
min	2 mg Cl/l	19 mg Cl/l	19 mg Cl/l	57 mg Cl/l
5	23 mg Cl/l	32 mg Cl/l	122 mg Cl/l	130 mg Cl/l
10	26 mg Cl/l	45 mg Cl/l	207 mg Cl/l	240 mg Cl/l
50	40 mg Cl/l	82 mg Cl/l	443 mg Cl/l	1804 mg Cl/l
90	92 mg Cl/l	170 mg Cl/l	1180 mg Cl/l	4825 mg Cl/l
95	130 mg Cl/l	193 mg Cl/l	1498 mg Cl/l	5306 mg Cl/l
max	1005 mg Cl/l	245 mg Cl/l	6300 mg Cl/l	8366 mg Cl/l

Omdat de data niet toereikend is om hieruit rechtstreeks normen af te leiden wordt geadviseerd om met een vaste afstand tot het GET de grenzen Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht af te leiden. Een verschuiving van het chloridegehalte met 50 mg Cl/l per kwaliteitsklasse vanaf de GET-waarde in de zoete wateren is hierbij een goede pragmatische keuze. Voor de zoete wateren is enkel een bovengrens van belang. Bij de brakke wateren is een ondergrens het belangrijkste omdat verzoeting hier de belangrijkste pressure is. Hierbij geven de berekende percentielen wel enige richting aan de grenswaarden. Een verschuiving van 100 mg Cl/l per kwaliteitsklasse vanaf de GET-waarde in de zwak brakke wateren en een verschuiving van 1000 mg Cl/l per kwaliteitsklasse in de brak tot zoute wateren ligt het meest voor de hand. 1000 mg Cl/l per kwaliteitsklasse kan ook in de grote zoute meren (M32) worden gebruikt.

Geadviseerd wordt om de waarden te hanteren als norm:

- Rivieren (behalve R8): Matig-Ontoereikend is 200 mg Cl/l en Ontoereikend-Slecht is 250 mg Cl/l.
- R8: Matig-Ontoereikend is 350 mg Cl/l en Ontoereikend-Slecht is 400 mg Cl/l.
- zoete meren: Matig-Ontoereikend is 250 mg Cl/l en Ontoereikend-Slecht is 300 mg Cl/l.
- M30 (zwak brak): Matig-Ontoereikend is 200 mg Cl/l en Ontoereikend-Slecht is 100 mg Cl/l. Bij een chloridegehalte boven 3000 mg Cl/l is de typetoekening in principe fout (moet M31 zijn). Wateren met een dergelijk chloridegehalte die toch het type M30 hebben, scoren meestal matig. Daarom wordt geadviseerd om in dergelijke situaties de kwaliteitstoestand Matig toe te kennen.
- M31 (brak tot zout): Matig-Ontoereikend is 2000 mg Cl/l en Ontoereikend-Slecht is 1000 mg Cl/l. Door indamping zijn in wateren van het type M31 chloridegehalten mogelijk boven 10000 mg Cl/l. Omdat dit een natuurlijk proces is en er geen M-type afgeleid is met hogere chloridegehalten (behalve M32, maar dergelijke wateren hebben een veel groter oppervlak) wordt geadviseerd om in dergelijke situaties de kwaliteitstoestand Goed toe te kennen.

- M32 (grote zoute meren): Matig-Ontoereikend is 9000 mg Cl/l en Ontoereikend-Slecht is 8000 mg Cl/l. Indien door natuurlijke omstandigheden hogere chloridegehalten voorkomen dan de vastgestelde typologische grens van 18000 mg Cl/l wordt de kwaliteitstoestand Goed geadviseerd.

## 8.7 ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE

Voor het bepalen van getalswaarden voor het zuurstofverzadigingspercentage is onderzocht bij welke waarden de kwaliteitstoestand Matig respectievelijk Ontoereikend voor macrofauna nog bereikbaar is. Dit is gedaan door de percentielen te berekenen van alle zomerhalfjaargemiddelden uit hetzelfde jaar als een macrofaunamonster met de betreffende kwaliteitstoestand. In tabel 8.15 en 8.16 zijn deze percentielen weergegeven.

TABEL 8.15 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE MATIG SCOREN

Percentielen	Langzaam stromende rivieren	Snel stromende rivieren	Zoete meren	Brak tot zoute wateren
min	35%	44%	31%	13%
5	51%	78%	54%	30%
10	63%	80%	70%	38%
50	83%	91%	93%	75%
90	103%	108%	117%	110%
95	110%	113%	121%	126%
max	127%	145%	139%	200%

TABEL 8.16 PERCENTIELEN ZOMERHALFJAARGEMIDDELTE ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE OP BASIS VAN MACROFAUNAMONSTERS DIE ONTOEREIKEND SCOREN

Percentielen	Langzaam stromende rivieren	Snel stromende rivieren	Zoete meren	Brak tot zoute wateren
min	18%	51%	27%	7%
5	41%	63%	40%	21%
10	47%	69%	45%	29%
50	76%	86%	88%	67%
90	105%	114%	107%	97%
95	116%	119%	114%	108%
max	193%	126%	127%	158%

Het zuurstofverzadigingspercentage is voor alle watertypen relevant. Hierbij dient een onderen een bovengrens afgeleid te worden (zomerhalfjaargemiddelden). Bij lage zuurstofgehalten verdwijnen eerst de meest gevoelige soorten. In de stromende wateren zijn dit juist vaak de kenmerkende soorten. Zeer hoge zuurstofverzadigingspercentages duiden op geëutrofeerde omstandigheden met algenbloei. Hierbij kunnen hoge zuurstofpieken overdag worden afgewisseld met zeer lage gehalten in de nacht als gevolg van opname van zuurstof door algen en planten in het donker (respiratie). Door het nachtelijke tijdstip van deze lage zuurstofgehalten worden ze echter vaak gemist in de bemonstering. De berekende percentielen (tabel 8.15 en 8.16) verantwoorden voor de zoete wateren een vaste afwijking van 10% per kwaliteitsklasse. Bij de ondergrens van de brakke tot zoute wateren is het verschil groter tussen de berekende percentielen en een vaste verlaging met 10% per kwaliteitsklasse. Dit wordt mogelijk verklaard door de invloed van chloride op de oplosbaarheid van zuurstof in water. Veelal is het zuurstofverzadigingspercentage een berekende parameter en wanneer met de invloed van chloride niet voldoende rekening is gehouden, kan dit tot verlaagde verzadigingspercentages

leiden. Geadviseerd wordt daarom om ook bij de brakke wateren een vaste afwijking van 10% per kwaliteitsklasse te hanteren. Dit alles levert uiteindelijk de volgende grenswaarden op:

- R5, R6, R10 en R12 (langzaam stromende rivieren): Matig-Ontoereikend is 60-130% en Ontoereikend-Slecht is 50-140%.
- R14, R15 en R18 (snelstromende rivieren): Matig-Ontoereikend is 70-130% en Ontoereikend-Slecht is 60-140%.
- M5, M14, M20, M21 en M27 (zoete meren): Matig-Ontoereikend is 50-130% en Ontoereikend-Slecht is 40-140%.
- M30 en M31 (brak tot zoute wateren): Matig-Ontoereikend is 50-130% en Ontoereikend-Slecht is 40-140%.

## 8.8 VOORGESTELDE GRENSWAARDEN

In onderstaande tabel zijn de voorgestelde getalswaarden voor de klassen Matig, Ontoereikend en Slecht weergegeven.

TABEL 8.17 GETALSWAARDEN VAN DE PARAMETERS VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN BEHOORENDE BIJ DE LAGERE KWALITEITSKLASSEN

Watertype	Maximale dagwaarde temperatuur (°C)			Zuurgraad/pH (-)			Doorzicht (m)			Chloridegehalte (mg Cl/l)			Zuurstofverzadiging (%)		
	Matig	Ontbrekend	Slecht	Matig	Ontbrekend	Slecht	Matig	Ontbrekend	Slecht	Matig	Ontbrekend	Slecht	Matig	Ontbrekend	Slecht
R5	>25-27,5	>27,5-30	>30	<5,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<70-60 of >120-130	<60-50 of >130-140	<50 of >140
R6	>25-27,5	>27,5-30	>30	<5,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<70-60 of >120-130	<60-50 of >130-140	<50 of >140
R7	>25-29	>29-30	>30	<6 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<70-60 of >120-130	<60-50 of >130-140	<50 of >140
R8	>25-29	>29-30	>30	<6 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>300-350	>350-400	>400	<70-60 of >120-130	<60-50 of >130-140	<50 of >140
R10	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<70-60 of >120-130	<60-50 of >130-140	<50 of >140
R12	>25-27,5	>27,5-30	>30	<4,5 of >6,5-7	>7,5	>7,5	>7,5	>7,5	>7,5	>150-200	>200-250	>250	<70-60 of >120-130	<60-50 of >130-140	<50 of >140
R14	>25-27,5	>27,5-30	>30	<5,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<80-70 of >120-130	<70-60 of >130-140	<60 of >140
R15	>25-27,5	>27,5-30	>30	<5,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<80-70 of >120-130	<70-60 of >130-140	<60 of >140
R16	>21,5-27,5	>27,5-30	>30	<6 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<80-70 of >120-130	<70-60 of >130-140	<60 of >140
R18	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>9,5	>150-200	>200-250	>250	<80-70 of >120-130	<70-60 of >130-140	<60 of >140
M5	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	<0,9-0,6	<0,6-0,45	>200-250	>250-300	>300	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M14	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	<0,9-0,6	<0,6-0,45	>200-250	>250-300	>300	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M20	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	<1,7-1,2	<1,2-1,0	>200-250	>250-300	>300	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M21	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	<1,7-1,2	<1,2-1,0	>200-250	>250-300	>300	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M23	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >8,5-9	>9,5	>9,5	>9,5	<0,9-0,6	<0,6-0,45	>200-250	>250-300	>300	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M27	>25-27,5	>27,5-30	>30	<5,5 of >7,5-8	>8,5	>8,5	>8,5	<0,9-0,6	<0,6-0,45	>200-250	>250-300	>300	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M30	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6 of >9-10	>9,5-10	>10	>10	<0,9-0,6	<0,6-0,45	>3000 of <200-300	<200-1000	<100	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M31	>25-27,5	>27,5-30	>30	<7,5 of >9-10	>9,5-10	>10	>10	<0,9-0,6	<0,6-0,45	<3000-2000	<2000-1000	<1000	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140
M32*	>25-27,5	>27,5-30	>30	<6,5 of >9-10	>9,5-10	>10	>10	<0,9-0,6	<0,6-0,45	<10000-9000	<9000-8000	<8000	<60-50 of >120-130	<50-40 of >130-140	<40 of >140

\* getalwaarden op basis van normen kust- en overgangswateren, typologie, M30/M31 en Heinis et al. (2004)

- grenswaarden die niet relevant zijn om af te leiden

# 9

## GETALSWAARDEN KUST- EN OVERGANGSWATEREN (K&O-TYPEN)

Bijdrage van J.G. Baretta-Bekker en P.J.M. Wondergem (RIKZ)

### 9.1 INLEIDING

In Hoofdstuk 4 zijn twee mogelijke analysemethoden beschreven voor de afleiding van de getalswaarden voor de overige fysisch-chemische parameters. De eerste methode, die gebaseerd is op een statistisch verband tussen de gemeten parameterwaarden en de concentratie van één van de kwaliteitselementen, is getest voor een aantal zoetwatertypen en ongeschikt gebleken. Dit komt doordat de meeste fysisch-chemische parameters (anders dan nutriënten; hier overige fysisch-chemische parameters genoemd) geen directe relatie hebben met de biologische kwaliteitselementen en geen belangrijke stuurfactoren zijn. De tweede methode leidt met behulp van fysisch-chemische parameterwaarden getalswaarden af in wateren, die voldoen aan minimaal de GET. Vervolgens worden voor elke parameter de 10 en 90 percentiel berekend als schatting voor de onder- en bovengrens van de GET. Een nadeel van deze methode is dat de gevonden grenzen afhankelijk zijn van de beschikbare dataset, en dat deze dataset slechts een deel van de monsters bevat, n.l. alleen dat deel dat minimaal aan de voorwaarden voor de GET voldoet. Deze methode, die gebruikt is voor de zoete wateren kan voor de kust- en overgangswateren niet gebruikt worden, omdat verreweg de meeste zoute wateren slechts de status matig of minder halen, zodat de dataset, die wel de GET heeft, zelfs na clustering van watertypes, te klein is om betrouwbare grenzen voor de overige fysisch-chemische parameters vast te stellen. Daarom worden de getalwaarden van de overige fysisch-chemische parameters in de kust- en overgangswateren gebaseerd op literatuurwaarden, op in het buitenland gebruikte waarden en/of op het oordeel van deskundigen. Doorzicht vormt hierop een uitzondering (zie verder).

Het bepalen van de klassengrenzen GET-Matig, Matig-Ontoereikend en Ontoereikend-Slecht op basis van ecologische relevantie is niet mogelijk. Deze klassengrenzen zijn derhalve rekenkundig bepaald op basis van expert judgement en opgenomen in de samenvattende tabel in paragraaf.

In bijlage 5 zijn de maatlatten voor alle typen per algemeen fysisch-chemisch kwaliteitselement weergegeven.

### 9.2 TEMPERATUUR

De referentiewaarden voor de watertemperatuur van de kust- en overgangswateren die gebaseerd zijn op metingen van de huidige situatie zijn minimaal 0-3 °C en maximaal 18-21 °C. Dit zijn de klimatologische, oftewel de in de huidige toestand gemiddeld te verwachten waarden (Bron: Jaarboek Kengetallen, RIZA/RIKZ; normale spreiding).

In uitzonderlijk warme of koude jaren kunnen uitschieters naar boven en naar onder voorkomen. Afhankelijk van het watertype wordt de bovengrens van de GET op 18-21 °C gezet. Hartholt en Jager (2004) beschrijven in hun rapport over de effecten van koelwater op het mariene milieu toetsingscriteria voor een beoordelingssystematiek voor warmtelozingen. Naast het hier niet relevante criterium van onttrekking en de daarbij optredende schade aan organismen die de koelwaterketen zijn ingezogen, worden mengzone en opwarming als criteria genoemd. Onder de mengzone wordt verstaan het gebied van een bepaalde grootte direct bij het lozingspunt waar de waterkwaliteitsdoelstelling niet geldt. Eisen die aan zo'n mengzone in een estuarium gesteld worden is de mengzone niet groter te laten zijn dan een bepaald percentage van de natte dwarsdoorsnede van een geul en dat het opgewarmde water niet in contact mag komen met de bodem. Voor de Noordzeekust is hun voorstel om geen eisen aan de grootte van de mengzone te stellen.

Bij opwarming gaat het om het opwarmen van het oppervlaktewater op watersysteemniveau. Hartholt & Jager (2004) stellen voor om in analogie met de "Immissietoets voor stoffen" voor de temperatuur op de rand van de mengzone het "ernstig risiconiveau" (ER) te nemen. Het ER is het risiconiveau boven het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR). Gezien de gegevens uit de literatuur lijkt een temperatuur van 25 °C een redelijk ER voor zoute oppervlaktewateren.

Naast een criterium voor de mengzone kan ook een maximum aan de opwarming van een watersysteem worden gesteld. Het is echter niet te verwachten dat de estuaria en kustwateren door koelwater significant opgewarmd worden.

Op basis van de bevindingen van Hartholt & Jager (2004) wordt de maximale temperatuur voor het bereiken van een GET voor alle kust- en overgangswateren op 25 °C gezet.

### 9.3 DOORZICHT

Doorzicht wordt in het zoute water direct gemeten met behulp van een Secchi schijf (SD) of wordt indirect gemeten als extinctie. De afleiding van de range van referentiewaarden voor doorzicht in de kust- en overgangswateren is beschreven in een werkdocument (Baretta-Bekker, 2004). Uit dat werkdocument wordt geciteerd:

"De helderheid van het zoute water wordt bepaald door de concentratie zwevend stof -bestaand uit een organisch (vnl. fytoplankton) en een anorganisch deel (vnl. slib) - en door opgelost organisch materiaal, grotendeels afkomstig van de instroom van zoet water. In tegenstelling tot de situatie in de zoete wateren, draagt fytoplankton in de zoute kust- en overgangswateren die onder de KRW vallen, weinig bij aan de beperking van het doorzicht in vergelijking met het aandeel van slib (Suijlen, pers. comm.).

De korte en lange termijn variabiliteit in de concentratie van het anorganische zwevende stof is groot en wordt vnl. veroorzaakt door de variabiliteit in getij- en golfenergie, zowel door het jaar heen als over langere tijdschalen (Suijlen, pers. comm.). Door deze grote variabiliteit in het anorganische deel van het zwevende stof in de kust- en overgangswateren spelen veranderingen daar in het doorzicht door het aan eutrofiering gerelateerde deel geen noemenswaardige rol.

Omdat in de zoute, over het algemeen troebele, wateren de bijdrage van fytoplankton aan het doorzicht verwaarloosbaar is, is het gerechtvaardigd om los van de ecologische status van het watertype de grenzen van de GET vast te stellen op basis van DONAR metingen. Voor de bepa-

ling van de onder- en bovengrens van de GET zijn doorzichtigdata uit DONAR gebruikt in het groeiseizoen (maart tot en met september) van het meest troebele station in elk watertype. Als ondergrens is de 10-percentiel van een langjarige reeks (maximaal van 1975-2005; van enkele stations zijn kortere tijdreeksen beschikbaar) maandgemiddelden genomen en voor de bovengrens de 90 percentiel. De waarden voor beide grenzen voor alle watertypen staan in tabel 9.1.

Het effect op het doorzicht van baggeractiviteiten is doorgaans tijdelijk en lokaal en heeft dus geen effect op het niveau van waterlichamen.

TABEL 9.1 GETALSWAARDEN VOOR DOORZICHT IN METER VOOR DE GET VOOR DE VERSCHILLENDE WATERTYPES

Watertype	Bovengrens	Ondergrens
K1	1.7 m	0.7 m
K2	0.9 m	0.3 m
K3	1.7 m	0.7 m
O2	0.5 m	0.2 m

1K1 gebaseerd op de Hollandse kust. K1 is de door zoetwater beïnvloede kustzone, maar op dit moment wordt de Hollandse kust tot K3 gerekend. Er is discussie om de Hollandse kust toch K1 te noemen. Daarom is hier K1 onderscheiden van K3. Mocht de Hollandse kust K3 blijven dan moeten de waarden van K3 aangepast worden.

#### 9.4 ZOUTGEHALTE

Het zoutgehalte in natuurlijke kust- en overgangswateren is nauwelijks te sturen. Op plaatsen waar spuilsuizen de te lozen hoeveelheden zoetwater bepalen kan de saliniteit dicht bij de sluis misschien enigszins beïnvloed worden. Het gaat dan om lokale effecten die niet relevant zijn op het niveau van het waterlichaam. Bovendien wordt ervan uitgegaan dat dergelijke situaties in natuurlijke wateren niet voorkomen. De saliniteit in kust- en overgangswateren wordt derhalve geheel bepaald door natuurlijke processen. Het is daarom niet zinvol om getalswaarden voor deze parameter vast te stellen.

#### 9.5 ZUURSTOFVERZADIGINGSPERCENTAGE

Als referentie voor de zuurstofverzadiging wordt voor alle zoutwatertypen 100% aangenomen met een range van 80 tot 120-150%. De grens tussen de ZGET en de GET kan dus op 80% gezet worden.

In de vierde nota waterhuishouding staat als MTR voor zuurstofconcentratie 5 mg/l genoemd. Deze waarde correspondeert in zoet water van 25 °C met een zuurstofverzadigingspercentage van 60%. Dit percentage is afhankelijk van temperatuur en saliniteit. In zout water zal over het algemeen de zuurstofconcentratie bij een zelfde verzadigingspercentage 20% lager zijn dan in het zoete water, dus 4 mg/l.

De waarde van het zuurstofverzadigingspercentage behorend bij een zuurstofconcentratie van 4 mg/l in zoutwater met een temperatuur van de bovengrens van de GET (25 °C) wordt voorgesteld als grens tussen de goede en de matige ecologische toestand voor alle kust- en overgangswateren. Dit is 60%.

#### 9.6 VOORGESTELDE GETALSWAARDEN

In onderstaande tabel zijn de op basis van paragraaf 9.2 tot en met 9.5 voorgestelde getalswaarden voor de kust- en overgangswateren weergegeven.

TABEL 9.2 GETALSWAARDEN VAN DE PARAMETERS VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN BEHOORENDE BIJ DE VERSCHILLENDE KWALITEITSKLASSEN

Watertype	Maximale dagwaarde temperatuur (°C)				Doorzicht (m)				Zuurstofverzadiging (%)						
	ZGET	GET	Matig	Ontoereikend	Slecht	ZGET	GET	Matig	Ontoereikend	Slecht	ZGET	GET	Matig	Ontoereikend	Slecht
K1	≤21	>21-25	>25-27.5	>27.5-30	>30	≥1.7*	0.7-1.7	<0.7-0.5	<0.5-0.3	<0.3	≥80*	<80-60	<60-50	<50-40	<40
K2	≤21	>21-25	>25-27.5	>27.5-30	>30	≥0.9*	0.3-0.9	<0.3-0.2	<0.2-0.1	<0.1	≥80*	<80-60	<60-50	<50-40	<40
K3	≤18	>18-25	>25-27.5	>27.5-30	>30	≥1.7*	0.7-1.7	<0.7-0.5	<0.5-0.3	<0.3	≥80*	<80-60	<60-50	<50-40	<40
O2	≤21	>21-25	>25-27.5	>27.5-30	>30	≥0.5*	0.2-0.5	<0.2-0.1	<0.1-0.05	<0.05	≥80*	<80-60	<60-50	<50-40	<40

Referentiewaarden (ZGET) komen uit Heinis *et al.* (2004) tenzij aangepast als gevolg van in deze studie afgeleide GET-waarden\*

\* aangepaste referentiewaarden



# REFERENTIES

- AquaSense, 2005. Relaties tussen nutriënten en kwaliteit van fyto-benthos. Stuurbaarheid van doelvariabelen voor de Kaderrichtlijn Water. In opdracht van: Rijkswaterstaat RIZA. Rapportnummer 05.2499.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek natuurdoeltypen. Rapport IKC-LNV, Wageningen.
- Baretta-Bekker, J.G., 2004. Achtergrondwaarden van de fysisch-chemische parameters voor de kust- en overgangswateren. Werkdocument RWS-RIKZ: RIKZ-OS-2004-102.
- Beers, P.W.M. van & P.F.M. Verdonshot, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 4, Brakke binnenwateren. Rapport AS-04 EC-LNV.
- Berg, M. van den [red], 2004. Achtergronddocument referenties en maatlatten voor aquatische flora. Landelijke expertgroep.
- Berg, M. van den, in prep. Derivation of chlorophyll-a Good/Moderate boundaries from its effects on submerged macrophytes.
- Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren, 1983. Besluit van 3 november 1983, houdende regelen inzake kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren. Op voordracht van Onze Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van Onze Minister van Verkeer en Waterstaat van 24 januari 1983, DGMH/BWS/W, nr. 176814.
- Bijkerk, R., H. van Dam, C.A. Bultstra & J. Meesters, 2004. Stuurbaarheid van sialgalen. Een onderzoek naar de potentiële stuurvariabelen van de sialalggemeenschappen als doelvariabelen in de Kaderrichtlijn Water. KenB rapport 2004-113 en AS Rapport 04.2416.
- Bijkerk, R., 2005. Stuurbaarheid van fytoplankton. Een onderzoek naar de stuurvariabelen van fytoplanktonbloeiën als doelvariabelen in de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2005-096 Koeman en Bijkerk bv, Haren. In opdracht van RIZA.
- Bloemendaal, F.H.J.L. & J.G.M. Roelofs [red], 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Uitgave van de koninklijke Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- DONAR, Rijkswaterstaat Database. Toegankelijk via [www.waterbase.nl](http://www.waterbase.nl). Gegevens verkregen op 11 mei 2006.
- Default MEP/GEP's voor sterk veranderde wateren, conceptversie 2005.
- Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonshot, B. Roels & J.G. Hartholt, 2003. Definitiestudie Kaderrichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse Oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669.
- EU, 2000. Kaderrichtlijn Water; Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad. 23 oktober 2000; tot vastlegging van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.
- Franken, R.J.M., J.J.P. Gardeniers & E.T.H.M. Peeters, 2006. Handboek Nederlandse Beoordelingssystemen (EBEO-systemen). Deel A. Filosofie en beschrijving van de systemen. Rapport nummer 2006-04.

Hartholt, J.G. & Z. Jager, 2004. Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu. Rapport IKZ/2004.043.

Heinis, F., C.R.J. Goderie & J.G. Baretta-Bekker, 2004. Referentiewaarden Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen (concept).

Heinis, F. & C.H.M. Evers, [red], in prep. Getalswaarden nutriënten voor de GET voor natuurlijke wateren. Heinis Waterbeheer, Royal Haskoning, Alterra, LNV en RIKZ in opdracht van RIZA.

Higler, B., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 7, Laagveenwateren. Rapport AS-07 EC-LNV.

Hoek, Tj.H. van den & P.F.M. Verdonschot, 2001. De invloed van veranderingen in temperatuur op beekmacrofauna. Alterra-rapport 228, ISSN 1566-7197.

Hosper, S.H., M.L. Meijer & P.A. Walker [red], 1992. Handleiding Actief Biologisch Beheer. Beoordeling van de mogelijkheden van visstandbeheer bij het herstel van meren en plassen. Een uitgave van RIZA en OVB.

Jaarsma, N.G. & P.F.M. Verdonschot, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 8, Wingaten. Rapport AS-08 EC-LNV.

Kikkert, A. & M.C. Beers, 2006. De ontwikkelingen van watertemperatuur in de grote rivieren van Nederland en het effect daarvan op stroominnende vissen. AquaTerra Water en Bodem B.V. in opdracht van RIZA. Projectnummer: 20060939.

Klinge, M. & N. Jaarsma [red], 2004. Achtergronddocument referenties en maatlatten voor vissen. Landelijke expertgroep.

Knoben, R.A.E. & P.A.M. Kamsma (red), 2004. Achtergronddocument referenties en maatlatten voor macrofauna. Landelijke expertgroep.

Lamers, L., M. Klinge, J. Verhoeven, 2001. OBN Preadvies Laagveenwateren. Rapport inopdracht van Expertisecentrum LNV, code OBN-17.

Limnodata neerlandica. Aquatisch-ecologische databank voor Nederland. [www.limnodata.nl](http://www.limnodata.nl).

Molen, D.T. van der, 2000. RWS aquatisch. RIZA rapport 2000.038, RWS-rapport nr. 5.

Molen, D.T. van der, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 9, Rijksmeren. Rapport AS-09 EC-LNV.

Molen, D.T. van der, 2004a. Referenties en conceptmaatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapportnummer 2004-42.

Molen, D.T. van der, 2004b. Referenties en conceptmaatlatten voor rivieren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapportnummer 2004-43.

Molen, D.T. van der, 2004c. Referenties en conceptmaatlatten voor overgangs- en kustwateren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapportnummer 2004-44.

Molen, D.T. van der & R. Pot, [red], 2006a. Referenties en conceptmaatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Update 2006. Rapportnummer 2004-42.

Molen, D.T. van der & R. Pot, [red], 2006b. Referenties en conceptmaatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Update 2006. Rapportnummer 2004-43.

Molen, D.T. van der & R. Pot, [red], 2006c. Referenties en conceptmaatlatten voor overgangs- en kustwateren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapportnummer 2004-44.

Nijboer, R., N.G. Jaarsma, P.F.M. Verdonschot, D.T. van der Molen, N. Geilen, J. Backx, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 3, Wateren in het Rivierengebied. Rapport AS-03 EC-LNV.

NW4, 1998. Vierde Nota waterhuishouding Regeringsbeslissing, Water Kader. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Ouboter, M.R.L., 1997. Dynamiek Eutrofiëring Botshol; een balansstudie. WL rapport.

Portielje, R., 2005. Stuurbaarheid ecologische doelvariabelen KRW – abundantie fytoplankton in meren. RIZA Werkdocument 2005.081x concept.

Portielje, R. & D.T. Van der Molen, 1998. Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen. RIZA rapport 98.007.

Reeze, A.J.G., A.D. Buijse & W.M. Liefveld, 2005. Weet wat er leeft langs Rijn en Maas. Ecologische toestand van de grote rivieren in Europees perspectief. RIZA rapport 2005.010. Lelystad, september 2005.

Royal Haskoning, 2005. Validatie en verdere operationalisering van de concept KRW-maatlatten voor de natuurlijke rivier- en meertypen. C.H.M. Evers, H. de Mars, A.J.M. van den Broek, R. Buskens, M. Klinge & N. Jaarsma. Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Taken Landschapsplanning in opdracht van RIZA.

STOWA. Beoordelingssystemen voor beken en andere wateren. STOWA, Utrecht.

Verdonschot, P.F.M., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Rapport AS-2 EC-LNV.

Verdonschot, P.F.M. & S.N. Janssen, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 12, Zoete duinwateren. Rapport AS-12 EC-LNV.

Verdonschot, P.F.M., 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Rapport RIN, Leersum.

Verdonschot, P.F.M (red), 1995. Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel. 95-03 WEW-06.

Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, 1995. Levensgemeenschappen van brakke wateren, aanzet tot beschrijving en bescherming. WEW-Themanummer 05.

## LITERATUUR BUITENLANDSE GET-WAARDEN:

### Duitsland

LAWA-A0, 2005. TOP 11: Rahmenkonzeption Monitoring Teil B am 4./5. Oktober 2005 in Dessau. Contactpersoon: Diederik van der Molen (RIZA).

### Frankrijk

Direction de l'Eau, 2005. European Water Framework Directive The chemical en ecological status of surface water bodies; Provisional threshold values. 25 July 2005. Contactpersoon: Diederik van der Molen (RIZA).

### Verenigd Koninkrijk

UK Technical Advisory Group on the WFD, 2006. UK environmental standards and conditions (phase 1); draft provided to groups and organisations for review and comment. January 2006. Contactpersoon: Paul Boers (RIZA).



## BIJLAGE 1

## ABIOTIEK EN GEOGRAFIE MEREN

**M5: ONDIEP LIJNVORMIG WATER, OPEN VERBINDING MET RIVIER/GEÏNUNDEERD**

De abiotische karakteristieken van het type M5 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	lijn
Geologie	> 50%	kiesel
Diepte	m	< 3
Breedte	m	< 8
Rivierinvloed	-	open verbinding/sterk geïnnundeerd
Buffercapaciteit	meq/l	1-4

*Geografie*

Min of meer geïsoleerd geraakte resten van voormalige riviergeulen in de vloedvlakte van een grote rivier (eenzijdig afgesnoerde of geheel geïsoleerde strangen), die bij overstroming van de vloedvlakte in mindere of meerdere mate gaan meestromen. Het type kent successiestadia van open, diep water tot vrijwel geheel verland. Kleiputten, uiterwaardsloten en gegraven geulen kunnen worden beschouwd als kunstmatige afgeleiden van het natuurlijke type.

**M14: ONDIEPE (MATIG GROTE) GEBUFFERDE PLASSEN**

De abiotische karakteristieken van het type M14 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	niet-lijn
Geologie	> 50%	kiesel
Diepte	m	< 3
Oppervlak	km <sup>2</sup>	0,5-100
Rivierinvloed	-	geen
Buffercapaciteit	meq/l	1-4

*Geografie*

Tot dit watertype behoren de matig grote, vlakvormige, vrij ondiepe, semi-stagnante, gebufferde zoete wateren in de regio's laagveengebied, zeekleigebied, duinen en afgesloten zeearmen. Voorbeelden zijn het Tjeukemeer, de Bovenwijde en het Zuidlaardermeer. De meren onderscheiden zich van type M27 (Laagveenplassen), doordat de bodem niet voor >50% uit organisch materiaal (veen) bestaat en verlandingsprocessen met bijvoorbeeld Krabbescheer en drijftillen slechts op beperkte schaal voorkomen. De plassen worden wel voornamelijk in het laagveengebied aangetroffen. In veel gevallen zijn de meren ontstaan door hydromorfologische ingrepen van de mens.

**M20: MATIG GROTE DIEPE GEBUFFERDE MEREN**

De abiotische karakteristieken van het type M20 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	niet-lijn
Geologie	> 50%	kiezels
Diepte	m	> 3
Oppervlak	km <sup>2</sup>	0,5-100
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	1-4

*Geografie*

De matig grote, vlakvormig, diepe, stilstaand, gebufferd zoet wateren komen voor in de regio's laagveengebied, zeekleigebied, duinen en afgesloten zeearmen. Er zijn veel voorbeelden van kunstmatige varianten of van sterk veranderde afgeleiden van dit type, bijvoorbeeld dieper uitgegraven veenontginningsplassen, wielen, uitgegraven oude riviermeanders en zand- en kleiwingaten. Wat betreft de natuurlijke vormen van dit type zijn er nauwelijks voorbeelden, evt. pingoruines.

**M21: GROTE DIEPE GEBUFFERDE MEREN**

De abiotische karakteristieken van het type M21 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	niet-lijn
Geologie	> 50%	kiezels
Diepte	m	> 3
Oppervlak	km <sup>2</sup>	>100
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	1-4

*Geografie*

Groot, vlakvormig, ondiep, stilstaand, gebufferd zoet water. Hoewel niet natuurlijk ontstaan, zijn het Markermeer en het IJsselmeer voorbeelden van deze meren. Een natuurlijk voorbeeld is Peipsi, een meer in Estland-Rusland. In Nederland zijn de meren ontstaan door het afsluiten van zeearmen, waarachter de ontstane ondiepten halfnatuurlijk in stand worden gehouden. Sommige meren hebben een natuurlijke oorsprong, maar de meeste actuele wateren zijn sterk veranderde afgeleiden.

**M23: ONDIEPE KALKRIJKE (GROTERE) PLASSEN**

De abiotische karakteristieken van het type M23 volgens Elbersen et al. (2003):

<b>KRW descriptor</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Range</b>
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	niet-lijn
Geologie	> 50%	kiezel
Diepte	m	< 3
Oppervlak	km <sup>2</sup>	0,5-100
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	n.v.t.

*Geografie*

Matig groot, vlakvormig, ondiep, stilstaand, geïsoleerd, matig tot sterk gebufferd, oligo- tot mesotroof, zoet water. De ondiepe, grotere plassen met een kalkrijke, zandige bodem zijn vaak gelegen in open duingebieden. De wateren ontstaan op een natuurlijke wijze in primaire duinvalleien ten zuiden van Bergen. Primaire duinvalleien ontstaan doordat een duinreep wordt afgesneden van de zee door nieuwe duinvorming.

**M27: MATIG GROTE ONDIEPE LAAGVEENPLASSEN**

De abiotische karakteristieken van het type M27 volgens Elbersen et al. (2003):

<b>KRW descriptor</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Range</b>
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	niet-lijn
Geologie	> 50%	Organisch
Diepte	m	< 3
Oppervlak	km <sup>2</sup>	0,5-100
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	Meq/l n.v.t.

*Geografie*

Natuurlijke laagveenplassen kwamen vooral voor in de uitgestrekte holocene stroomvlakte (de huidige laagveenregio in Nederland). Daarnaast kwamen ook, veelal wat kleinere, laagveenplassen voor in pleistocene gebieden. Laagveenplassen zijn veenvormende systemen die voor het grootste deel en tot in de toplaag van het veen, gevoed worden door mineraalrijk grond- en/of oppervlaktewater (minerotroof water). Ze zijn gelegen in natuurlijke laagtes in het landschap en vormen een onderdeel van een scala aan successiestadia, van open water met ondergedoken waterplanten en/of oeverplanten tot kraggevenen en broekbossen (drijftilvorming en verlanding). Op locaties in de vloedvlakte waar de veenstapelings boven het waterpeil uitrees en op overgangen naar hoger gelegen pleistocene delen ontwikkelden zich overgangen naar hoogveenmoerassen. In gebieden die door de zee beïnvloed bleven, zoals op veel plaatsen in West- en in Noord-Nederland, waren venen ontstaan onder brakke omstandigheden.

In veel pleistocene gebieden ontwikkelden zich kleinere laagvenen door toevoer van minerotroof water afkomstig van hogere plateaus of door overstroming van rivierwater. Ook afgesneden rivierarmen, zoals langs de Maas, ontwikkelden zich tot laagveenplassen (zie Lamers et al., 2001).



**M30: ZWAK BRAKKE WATEREN**

De abiotische karakteristieken van het type M30 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	gCl/l	0-0,3
Vorm	-	n.v.t.
Geologie	> 50%	n.v.t.
Diepte	m	n.v.t.
Oppervlak	Km <sup>2</sup>	n.v.t.
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	n.v.t.

*Geografie*

Stilstaand water met een laag tot hoog, redelijk constant tot sterk wisselend chloridegehalte, dat vooral voorkomt in het zeeleigebied en de duinen, maar lokaal ook in het laagveengebied. Vormen en dimensies zijn zeer verschillend: kreekrestanten, inlagen, poelen en welen, plassen, sloten, kanalen, jonge duinplassen en incidenteel door getijdenwater overspoelde dobben en plassen op kwelders. Sommige wateren kunnen als natuurlijk worden aangemerkt, maar voor andere wateren geeft de ontstaanswijze aanleiding tot aanwijzing als sterk veranderd of kunstmatig. Omdat de invloed van het zout dominant is over andere factoren, zijn al deze morfologisch verschillende typen tot één natuurlijk KRW type gerekend.

**M31: KLEINE BRAKKE TOT ZOUTE WATEREN**

De abiotische karakteristieken van het type M31 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	gCl/l	> 0,3
Vorm	-	ariabel
Geologie	> 50%	n.v.t.
Diepte	m	n.v.t.
Oppervlak	Km <sup>2</sup>	< 5
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	n.v.t.

*Geografie*

Deze stilstaand binnenwateren met een matig hoog tot hoog, redelijk constant tot sterk wisselend chloridegehalte, komen vooral voor in het zeeleigebied, maar lokaal ook in het laagveengebied. Vormen en dimensies zijn zeer verschillend: kreekrestanten, inlagen, poelen en welen, plassen, sloten en kanalen.

Sommige wateren kunnen als natuurlijk worden aangemerkt, maar voor andere wateren geeft de ontstaanswijze aanleiding tot aanwijzing als sterk veranderd of kunstmatig. Omdat de invloed van het zout dominant is over andere factoren, zijn al deze morfologisch verschillende typen tot één KRW watertype gerekend.

**M32: GROTE BRAKKE TOT ZOUTE WATEREN**

De abiotische karakteristieken van het type M32 volgens Elbersen et al. (2003):

<b>KRW descriptor</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Range</b>
Saliniteit	gCl/l	> 3
Vorm	-	n.v.t.
Geologie	> 50%	n.v.t.
Diepte	m	n.v.t.
Oppervlak	Km <sup>2</sup>	> 5
Rivierinvloed	-	n.v.t.
Buffercapaciteit	meq/l	n.v.t.

*Geografie*

De grote, diepe tot zeer diepe wateren zonder getij met zout (sterk brak) water komen voor in het zeekleigebied, de zoute afgesloten zeearmen. Het huidige voorkomen van sterk veranderde varianten in Nederland is ontstaan door afsluiting van estuarium of zeearm. Grote zoute meren waren van nature mogelijk tijdelijk aanwezig na de natuurlijke afsluiting van een zeearm, maar daarover is niets concreets bekend. Daarom wordt voor de referentie teruggegrepen op de momenteel wel aanwezige meren, waarbij met een scheef oog wordt gekeken naar bv de 'fjorden' aan de Deense oostkust die enigszins te vergelijken zijn met een M32-type meer. Dat betekent dat er veel onzekerheden zijn bij de kwantitatieve invulling van de referentie en de verdere maatlat.



## BIJLAGE 2

## ABIOTIEK EN GEOGRAFIE RIVIEREN

**R5: LANGZAAM STROMENDE MIDDENLOOP/BENEDENLOOP OP ZAND**

De abiotische karakteristieken van het type R5 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezel
Breedte	m	3-8
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

De langzaam stromende midden- en benedenlopen komen voor op plaatsen met een zwak reliëf op de hogere zandgronden: in uitgestoven laagten, glaciale erosiedalen en ingesneden beekdalen. Het betreft zowel halfopen als bosrijke landschappen. Deze wateren kunnen als natuurlijk type voorkomen, maar in een aantal gevallen komen dergelijke wateren nu voor als hydromorfologisch gewijzigde variant van bijvoorbeeld typen met een hogere stroomsnelheid.

**R6: LANGZAAM STROMEND RIVIERTJE OP ZAND/KLEI**

De abiotische karakteristieken van het type R6 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezel
Breedte	m	8-25
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	100-200
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

Het langzaam stromend riviertje komt voor op plaatsen met een zwak reliëf op de hogere zandgronden, met uitlopers in het laagveengebied (van oorsprong behoren hiertoe bijvoorbeeld Regge, Dinkel, Tjonger, Linde, Oude Waver, Meije, Amstel en Dommel) en voorts in het rivierengebied (zoals Overijsselse Vecht, Utrechtse Vecht en Linge). Wateren kunnen als natuurlijk type voorkomen, maar sommige beken komen nu voor als hydromorfologisch gewijzigde variant van bijvoorbeeld natuurlijke typen met een hogere stroomsnelheid (bijvoorbeeld R15).

**R7: LANGZAAM STROMENDE RIVIER/NEVENGEUL OP ZAND/KLEI**

De abiotische karakteristieken van het type R7 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezel
Breedte	m	> 25
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	> 100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

Rivier, bestaande uit een hoofdgeul en nevengeulen, met een lage waterafvoer. Het water heeft door de lage afvoer gemiddeld een lage stroomsnelheid, maar deze kan plaatselijk (door vernauwing van de bedding) hoger zijn. De langzaam stromende rivier en nevengeul kan overal in het rivierengebied voorkomen, met uitzondering van het uiterste zuiden.

**R8: ZOET GETIJDENWATER (UITLOPERS RIVIER) OP ZAND/KLEIN**

De abiotische karakteristieken van het type R8 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezel
Breedte	m	> 25
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	> 200
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	Ja (0,3 - 1,9m)

*Geografie*

Rivier, kreek of ander zoetwaterbekken waarin tweemaal daags de stromingsrichting wisselt en het waterpeil grote verschillen vertoont. Zoete getijdenwateren (met een chloridegehalte van maximaal 1 gCl/l) worden aangetroffen op plaatsen waar de rivier invloed ondergaat van de getijdenbeweging van eb en vloed vanuit de zee, via de zoute en brakke getijdenwateren. Zoete getijdenwateren liggen zo ver stroomopwaarts in de riviermonding dat het zoute water niet doordringt. Zoet rivierwater ontmoet de getijden vooral in het zeekele gebied (met name in de Oude Maas en de Biesbosch), maar ook in de uitlopers van het rivierengebied (zoals de Lek). Door de aanleg van dammen in de brakke en zoute getijdenwateren is het gebied waarin zoet getijdenwater nu voorkomt sterk verkleind en is bovendien veelal een sterk veranderde afgeleide van de natuurlijke variant. Rivierbegeleidende wateren met getijdeninvloed behoren ook tot het type. Deze semi-stagnante wateren staan aan één kant in open verbinding met de rivier. Het betreft meestal strangen.

Het watertype wordt gekenmerkt door de invloed van het getij. Deze invloed uit zich in een dagelijkse waterstandswisseling. Op ondiepe wateren heeft het getij meer effect dan op diepe wateren. Tot dit type behoren enkele wateren langs de Lek, ten westen van Hagenstein, zoals de Binnen-Lek bij Lopik en een oude nevengeul ten oosten van Schoonhoven. Langs de Oude

Maas ligt het Zuiddiepje, een rivierbegeleidend water dat ook tot dit type gerekend kan worden, evenals het Balkengat langs de Nieuwe Merwede. Vroeger kwam dit type ook langs de Waal voor, maar het is daar sinds het grotendeels wegvallen van het getij door de afsluiting van het Haringvliet verdwenen.

#### **R10: LANGZAAM STROMENDE MIDDENLOOP/BENEDENLOOP OP KALKHOUDENDE BODEM**

De abiotische karakteristieken van het type R10 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kalk
Breedte	m	3-8
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

##### *Geografie*

Midden- en benedenloop van een beek met lage afvoer (waardoor het water langzaam stroomt) en een gedempte dynamiek. De langzaam stromende midden- en benedenloop op kalkhoudende bodem komt voor in het zuidelijk deel van Limburg.

#### **R12: LANGZAAM STROMENDE MIDDENLOOP/BENEDENLOOP OP VEENBODEM**

De abiotische karakteristieken van het type R12 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	organisch
Breedte	m	3-8
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

##### *Geografie*

De langzaam stromende midden- en benedenlopen op veenbodem worden gevonden in de voormalige hoogveengebieden.

**R14: SNELSTROMENDE MIDDENLOOP/BENEDENLOOP OP ZAND**

De abiotische karakteristieken van het type R14 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezels
Breedte	m	3-8
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

De snelstromende midden- en benedenloop op zand komt voor op plaatsen met een sterk reliëf: in het heuvelland en op steile flanken en terrasranden op de hogere zandgronden (het kalkarme gedeelte van het pré-pleistocene gebied en de plateauranden van het Veluwemassief, de Twentse stuwwallen, de zuidelijke Achterhoek en het Maasterras).

**R15: SNEL STROMEND RIVIERTJE OP KIEZELHOUDENDE BODEM**

De abiotische karakteristieken van het type R15 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezels
Breedte	m	8-25
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	100-200
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

Het snelstromend riviertje op kiezelhoudende bodem komt alleen in de provincie Limburg, voor, op plaatsen met een sterk reliëf: in het heuvelland en in het landschap van de Maasterrassen op de hogere zandgronden.

**R16: SNELSTROMENDE RIVIER/NEVENGEUL OP ZANBODEM OF GRIND**

De abiotische karakteristieken van het type R16 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kiezel
Breedte	m	> 25
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	> 200
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

Rivier, bestaande uit een hoofdgeul en nevengeulen, met een hoge waterafvoer. Het water heeft door de hoge afvoer gemiddeld een hoge stroomsnelheid, maar deze varieert over de lengte en de breedte van de rivier, als gevolg van meandering op macro- en microschaal. De snelstromende rivier en nevengeul kan alleen voorkomen in het uiterste zuiden van het rivierengebied (Grensmaas) en vormt daar veelal een sterk veranderde afgeleide van het natuurlijke type.

**R18: SNELSTROMENDE MIDDENLOOP/BENEDENLOOP OP KALKHOUDENDE BODEM**

De abiotische karakteristieken van het type R18 volgens Elbersen et al. (2003):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	< 1
Stroomsnelheid	cm/s	< 50
Geologie	> 50%	kalk
Breedte	m	3-8
Oppervlak stroomgebied	km <sup>2</sup>	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

*Geografie*

Rivier, bestaande uit een hoofdgeul en nevengeulen, met een hoge waterafvoer. Het water heeft door de hoge afvoer gemiddeld een hoge stroomsnelheid, maar deze varieert over de lengte en de breedte van de rivier, als gevolg van meandering op macro- en microschaal. De snelstromende rivier en nevengeul kan alleen voorkomen in het uiterste zuiden van het rivierengebied (Grensmaas) en vormt daar veelal een sterk veranderde afgeleide van het natuurlijke type. De midden- en benedenloop van een beek met hoge afvoer (waardoor het water snel stroomt) en een gedempte dynamiek op kalkhoudende bodem komt voor in het heuvelland (Limburg).





## BIJLAGE 3

# ABIOTIEK EN GEOGRAFIE KUST- EN OVERGANGSWATEREN

## K1: POLYHALIEN KUSTWATER

Dit type, is eerder opgedeeld in twee typen (K1 en K3) op basis van het zoutgehalte (polyhalien kustwater (10-17 gCl/l) en euhalien kustwater (>17 gCl/l)), maar nu samengevoegd omdat de ecologische verschillen tussen de typen gering zijn (Van der Molen & Pot, 2006). De abiotische karakteristieken van het type K1 (samen met het voormalige K3) volgens Van der Molen (2004c):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	g Cl/l	>10
Substraat	-	Zand > 50%
Getijverschil	m	1-5

### Geografie

De polyhaliene situatie komt voor in de ondiepe, hoogproductieve randzee die zich uitstrekt tussen de duinen en globaal de NAP -10m lijn. Deze situatie komt regelmatig voor langs de gehele Zeeuwse en Hollandse kust. De open zee bestaat nagenoeg geheel uit permanent open water; daarnaast behoren ook de dagelijks overstromde zandige kustgebieden en banken tot dit type. Meer beschutte delen vallen onder type K2.

## K2: BESCHUT POLYHALIEN KUSTWATER

De abiotische karakteristieken van het type K2 volgens Van der Molen (2004c):

KRW descriptor	Eenheid	Range
Saliniteit	g Cl/l	10-17
Substraat	-	Variabel
Getijverschil	m	1-5

### Geografie

Het getijdengebied komt voor op plaatsen waar de invloed van rivierwater beperkt is.

**O2: ESTUARIUM MET MATIG GETIJVERSCHIL**

De abiotische karakteristieken van het type O2 volgens Van der Molen (2004c):

<b>KRW descriptor</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Range</b>
Saliniteit	g Cl/l	variabel
Getijverschil	m	1-5

*Geografie*

Het estuarium met matig getijverschil komt voor op plaatsen waar een rivier via het getijdengebied in zee uitmondt. In veel huidige wateren zijn hydrologische en morfologische processen zo sterk door de mens veranderd, zodat deze wateren een afgeleide zijn van het natuurlijke type.

## BIJLAGE 4

# BUITENLANDSE GETALSWAARDEN EN MTR'S ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN

TABEL B4.1

GETALSWAARDEN ZGET EN GET ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN DUITSLAND (RIVIEREN)

Parameter	Sehr guter Zustand	Guter Zustand	Überwachungswert
Sichttiefe (m)			
Schwebstoffgehalt (mg/l)	Ohne Begrenzung, aber für Gesamturteil wichtig		
Temperatur			
- Cyprinidengew.	< 25 °C	< 28 °C	Max der Tagesmittelwerte
- Salmonidengew.	< 20 °C	< 21,5 °C	Max der Tagesmittelwerte
Aufwärmung/Abkühlung			
- Cyprinidengew.	0 K	< 3 K	
- Salmonidengew.	0 K	< 1,5 K	
Sauerstoffgehalt	Ohne Begrenzung		Min, Max; zur Überwachung des Verschlechterungsverbot
Sauerstoffsättigung			
Cyprinidengew.	80-120%	70-130%	Min+Max
Salmonidengew.	90-110%	80-120%	Min+Max
TOC	< 2 mg/l	< 5 mg/l	90-Perz. <sup>1</sup>
BSB <sub>5</sub> (für internationale Vereinbarungen: unfiltriert, nicht abgesetzt, ungehemmt)			
- Cyprinidengew.	< 3 mg/l	< 6 mg/l	90 Perz. <sup>1</sup>
- Salmonidengew.	< 2 mg/l	< 3 mg/l	90 Perz. <sup>1</sup>
Chlorid	< 50 mg/l	< 100 mg/l	Mittelwert; für Meerwasser und geogen beeinflusste Gewässer höhere Werte
Sulfat	< 50 mg/l	< 100 mg/l	Mittelwert; für Meerwasser und geogen beeinflusste Gewässer höhere Werte
pH			
- Carbonatische Gewässer		7 – 8,5	
- Silikatische Gewässer		6 – 8	
- Organische Gewässer		5,5 - 8	
Gesamt-Phosphor	< 0,05 mgP/l	< 0,1 mgP/l	90-Perz. <sup>1</sup>
Ortho-Phosphat-P	< 0,05 mgP/l	< 0,07 mgP/l	90-Perz. <sup>1</sup>
Nitrat-N			
Lebensgemeinschaften Binnengewässer <sup>2</sup>	< 1 mgN/l	< 2,5 mgN/l	90-Perz. <sup>1</sup>
Trinkwasserschutz	< 1 mgN/l	11,7 mgN/l	90-Perz. <sup>1</sup>
Nitrit-N	< 0,01 mgN/l	< 0,1 mgN/l	90-Perz. <sup>1</sup>
Ammonium-N	< 0,04 mgN/l	< 0,3 mgN/l	90-Perz. <sup>1</sup>

TABEL B4.2

GETALSWAARDEN GET ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN FRANKRIJK (RIVIEREN)

PARAMETERS	UPPER AND LOWER LIMITS OF GOOD STATUS
<b>OXYGEN BALANCE</b>	
Dissolve oxygen (mgO <sub>2</sub> /l)	]8 – 6]
Level of saturation in dissolved O <sub>2</sub> (%)	]90 – 70]
DBO5 (mg O <sub>2</sub> /l)	]3 – 6]
Organic carbon (mg C/l)	]5 – 7]
<b>TEMPERATURE</b>	
Salmon breeding waters	]20 – 21,5 ]
Carp breeding waters	]24 – 25,5]
<b>NUTRIMENTS</b>	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l)	]0,1 – 0,5]
Total phosphorus (mg P/l)	]0,05 – 0,2]
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	]0,1 – 0,5]
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l)	]0,1 – 0,3]
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	]10 – 50]
<b>ACIDIFICATION</b>	
Minimum pH	]6,5 – 6]
Maximum pH	]8,2 – 9]
<b>SALINITY</b>	
Conductivity Chlorides Sulphates	To be specified for each group of types
SPECIFIC SYNTHETIC POLLUTANTS	To be specified for each group of types after the special survey of 2005 and according to relevant molecules for each river basin or sub-basin.
NON-SYNTHETIC POLLUTANTS	To be specified for each group of types after the special survey of 2005 and according to relevant molecules for each river basin or sub-basin.

TABEL B4.3

GETALSWAARDEN GET ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN VERENIGD KONINKRIJK (RIVIEREN)

<b>Dissolved Oxygen in rivers</b>		
<i>Dissolved Oxygen (per cent saturation, 10-percentiel)</i>		
Type	High	Good
Lowland and high alkalinity	70	60
Upland and low alkalinity	80	75
<b>Acid conditions in rivers in England, Wales and Northern Ireland</b>		
<i>pH</i>		
Type	High	Good
Salmonid	5 and 95 percentile	
Cyprinid	≥6 to ≤9	
<b>Acid conditions in rivers in Scotland</b>		
<i>pH</i>		
Type	High	Good
All types	5 and 95 percentile	10 percentile
	≥6 to ≤9	≤5.2

TABEL B4.4

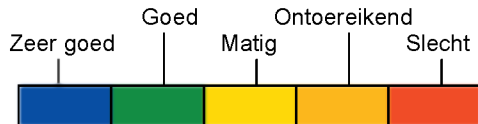
GETALSWAARDEN MAXIMAAL TOELAATBAAR RISICO (NW4, 1998)

Parameter	Waarde	Eenheid
Chloride	200	mg Cl/l
Chlorofyl-a	100	ug/l
Doorzicht	0.4	m
Temperatuur	25	°C
Zuurgraad (pH)	6.5-9	-
Zuurstof	5	mg/l

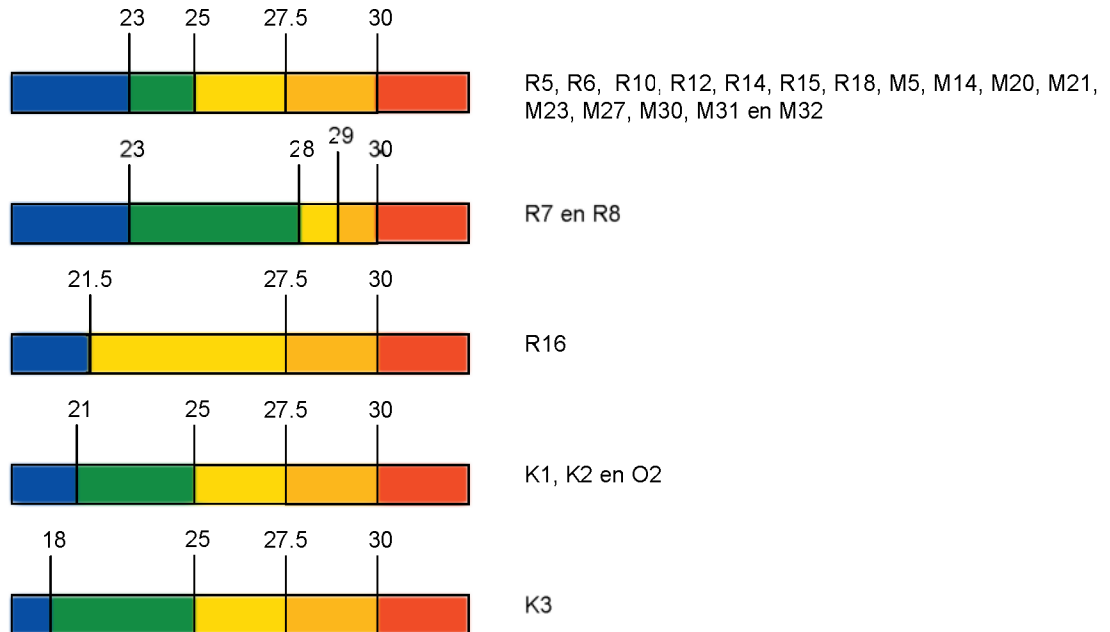
BIJLAGE 5

# MAATLATTEN VOOR DE ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN (BEHALVE NUTRIËNTEN)

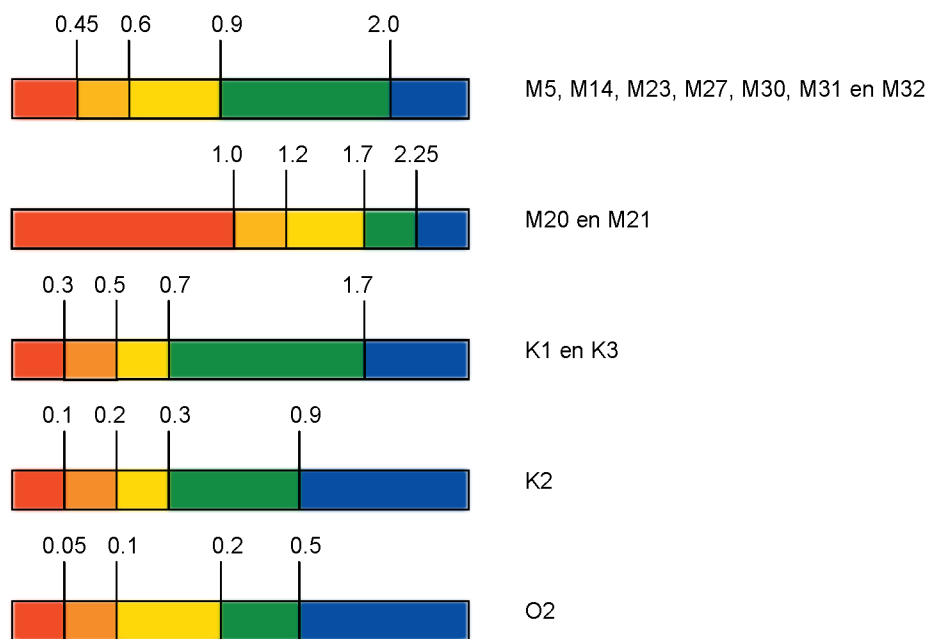
**KRW-MAATLATTEN VERKLARING KLEURCODERING**



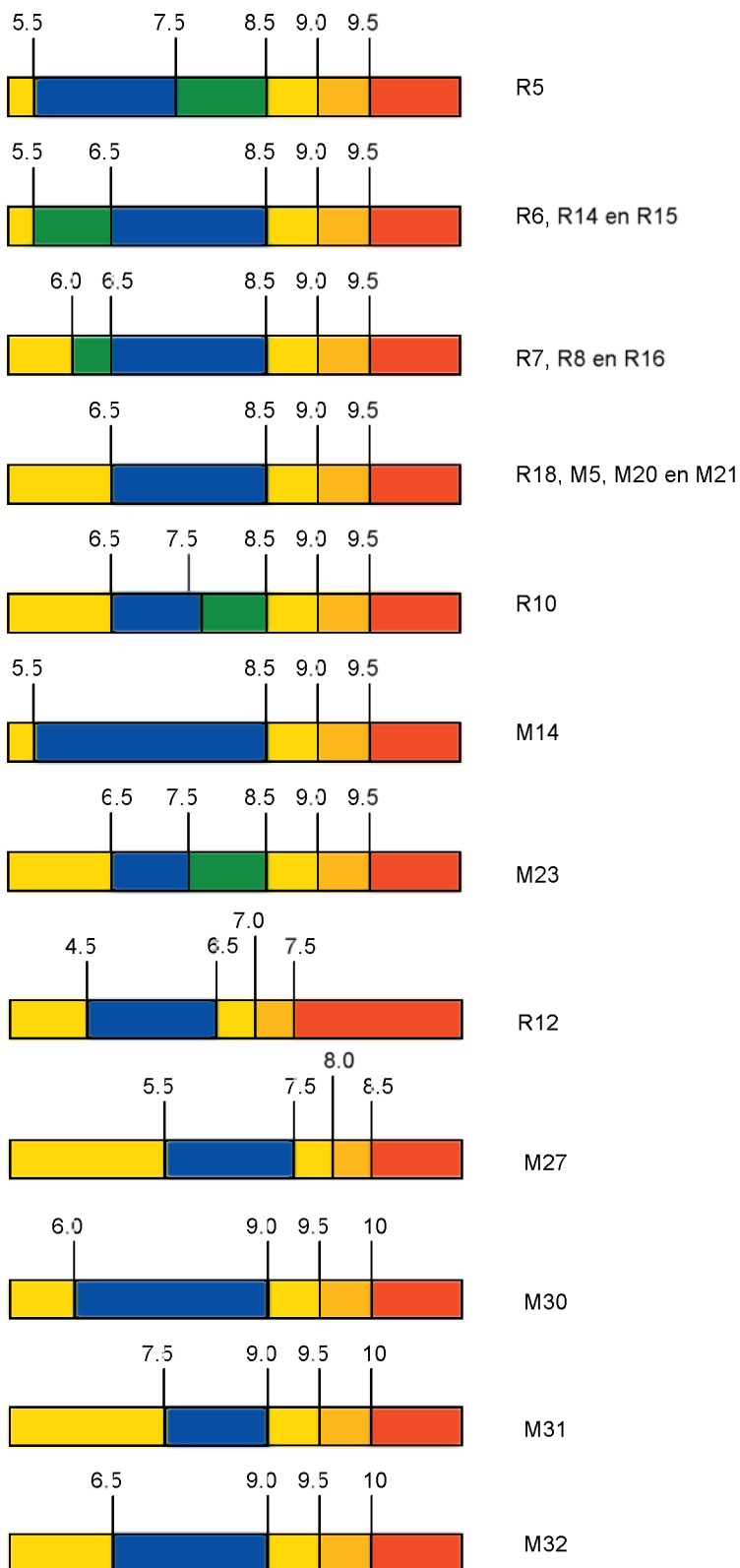
**MAATLATTEN THERMISCHE OMSTANDIGHEDEN (TEMPERATUUR IN °C)**



**MAATLATTEN DOORZICHT (SECCHI DIEPTE IN M)**

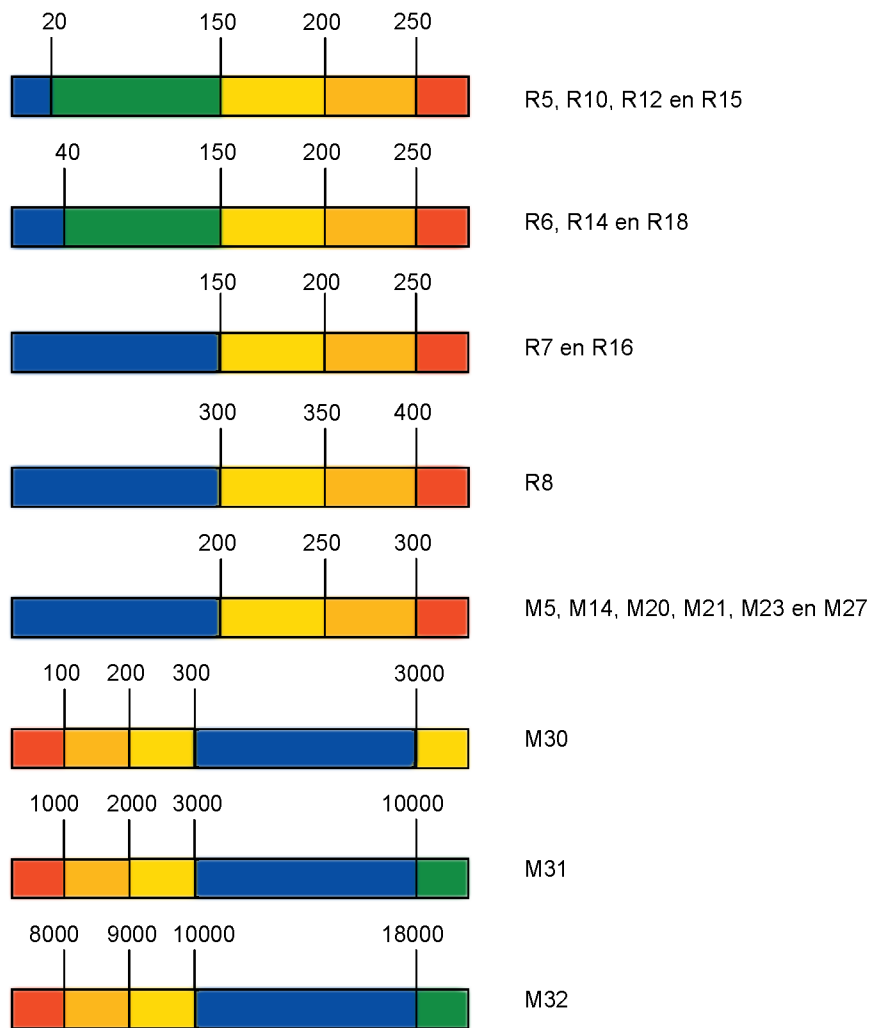


**MAATLATTEN VERZURINGSTOESTAND (PH)**





**MAATLATTEN ZOUTGEHALTE (CHLORIDEGEHALTE IN MG CL/L)**



**MAATLATTEN ZUURSTOFHUISHOUDING (ZUURSTOFVERZADIGING IN %)**

