

> MILIEU- EN HABITATPREFERENTIES VAN NEDERLANDSE ZOETWATERMACROFAUNA <

STOWA: 2012-19 | WEW: THEMANUMMER 23



> MILIEU- EN HABITATPREFERENTIES VAN
NEDERLANDSE ZOETWATERMACROFAUNA <



INHOUD

1	Inleiding	3
2	Methode	4
2.1	Factoren en klassengrenzen	4
2.2	Bronnen	5
2.3	Verdeling van tien punten	6
2.4	Soortenlijst	8
3	Toepassing	9
3.1	Kennis over soorten	9
3.2	Typeren en diagnose stellen	9
3.3	Vergelijken van locaties	9
3.4	Evaluatie van herstel	9
3.5	Tijdreeksen	9
3.6	Wetenschappelijke toepassing	10
3.7	Rekenen met de database	10
4	Voorbeelden	12
4.1	Verspreiding van de Nederlandse soorten over de klassen	12
4.2	Typering van verschillende wateren	15
4.3	Tijdreeks Boven Slinge	24
4.4	Gebruik van een referentie (trofie in het Korenburgerveen)	25
4.5	Wetenschappelijke toepassing: Relaties tussen factoren	26
5	Betrouwbaarheid	28
6	Vervolg	30
7	Dankwoord	31
8	Literatuur	32
	Colofon	binnenzijde omslag (3)

> 1

INLEIDING

Macrofauna speelt een belangrijke rol in het beoordelen van de ecologische kwaliteit van oppervlaktewateren, bijvoorbeeld voor de Europese Kaderrichtlijn Water. Daarnaast kan de samenstelling van de macrofauna informatie geven over kenmerken van of problemen met een water (diagnostische waarde). Na een rapport waarin van een groot aantal Nederlandse soorten de zeldzaamheid is aangegeven (Nijboer & Verdon-schot red. 2001), was het achterhalen van de milieu- en habitateisen van de macrofaunasoorten een logisch vervolg. Deze milieu- en habitatkennis maakt het mogelijk om gegevens over macrofauna te gebruiken om de toestand van het oppervlaktewater te omschrijven. Dit biedt een belangrijke meerwaarde bij het gebruik van bestaande biologische parameters in het water- en natuurbeheer.

Om de meest effectieve maatregelen te kiezen voor het verbeteren van de ecologische kwaliteit moet bekend zijn waarom soorten onder bepaalde milieumomstandigheden al dan niet voor kunnen komen (Verberk, 2011). Voor veel soorten is echter nog onbekend wat de oorzakelijke relaties zijn die ten grondslag liggen aan hun aan- of afwezigheid. Door de monitoring van macrofauna is wel voor een groot aantal soorten bekend onder welke milieumomstandigheden ze wel of niet gevonden worden. Het kennen van deze milieu- en habitatpreferenties (het waar) is als het ware een tussenstap in het onderzoek naar de oorzakelijke relaties (het waarom). Voor het maken van een goed onderbouwde lijst met milieu- en habitatpreferenties zijn de volgende stappen nodig:

1. Het verzamelen en bundelen van informatie uit de literatuur over de milieu- en habitatpreferenties van macrofaunasoorten;
2. Het valideren van deze milieu- en habitatpreferenties voor de Nederlandse situatie met gegevens;
3. Het wetenschappelijk onderbouwen van de milieu- en habitatpreferenties. Hierbij wordt een verklaring gezocht voor de preferentie in bijvoorbeeld morfologische of fysiologische kenmerken van een soort.

De subgroep Autecologie van de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer heeft stap 1 (het achterhalen van preferenties) uitgevoerd voor een groot aantal macrofaunasoorten. Deze gegevens zijn opgenomen in een Excel-bestand, dat via de WEW website gedownload kan worden (<http://www.wew.nu/publicaties.php/www.stowa.nl>). In dit autecologiebestand is ook de landelijke zeldzaamheidsklasse uit WEW themanummer 19 opgenomen (Nijboer & Verdon-schot red. 2001).

Dit rapport dient als achtergrond bij het bestand. Hoofdstuk 2 beschrijft de gevolgde methode. Hoofdstuk 3 belicht de mogelijke gebruikstoepassingen. Hoofdstuk 4 geeft de uitwerking van vijf voorbeelden. Hoofdstuk 5 gaat over de betrouwbaarheid en beperkingen. Aanbevelingen voor het vervolg zijn beschreven in hoofdstuk 6.

> 2.1

Factoren en klassengrenzen

Voor negen factoren zijn de milieu- en habitatpreferenties van macrofaunasoorten verzameld, namelijk zoutgehalte, zuurgraad, droogval, stroomsnelheid, substraat, diepte, oppervlakte, saprobie en trofie. Deze factoren zijn gekozen omdat ze sterk sturend zijn en omdat er voldoende gegevens van beschikbaar zijn. Voor elke factor zijn vier tot tien klassen onderscheiden (Tabel 1).

Tabel 1

Overzicht van klassengrenzen voor de acht factoren waarvoor milieu- en habitatpreferenties zijn opgenomen.

Factor	Code	Klassengrens (indicatie parameterrange)
Zoutgehalte	zoe	zoet (<300 mg Cl/l)
	zzb	zeer zwak brak (300-1000 mg Cl/l)
	zb	zwak brak (1000-3000 mg Cl/l)
	mb	matig brak (3-10 g Cl/l)
	sbm	sterk brak tot marien (>10 g Cl/l)
Zuurgraad	zu	zuur (pH <5)
	zwz	zwak zuur (pH tussen 4.5 en 6.5)
	ne	neutraal (pH tussen 6 en 7.5)
	ba	basisch (pH >7)
Droogval	t>5	temporair (langer dan 5 maanden)
	t3-5	temporair (3-5 maanden)
	t<3	temporair (6 weken-3 maanden)
	sp	semi-permanent (korter dan 6 weken)
	pe	permanent (niet droogvallend)
Stroomsnelheid	sti	stilstaand (<5 cm/s)
	zls	zeer langzaam stromend (5-9 cm/s)
	ls	langzaam stromend (10-15 cm/s)
	ms	matig stromend (16-25 cm/s)
	ss	snel stromend (>25 cm/s)
Substraat	kl	klei & leem
	za	zand
	gr	grind
	st	stenen
	sl	slib
	fd	fijne detritus
	gd	grove detritus
	ho	hout
	wp	waterplanten
	ov	overig

> 2.2

Bronnen

De gegevens zijn verzameld uit verschillende bronnen, onder andere databases (zoals Limnodata Neerlandica) en literatuur. De bronnen verschillen per factor in de mate van betrouwbaarheid en in aantal opgenomen soorten. Tabel 2 geeft weer welke bron voor welke factor is gebruikt. Voor de meeste factoren zijn meerdere bronnen gebruikt. Voor een aantal soorten geven meerdere bronnen informatie over hun milieu- en habitatpreferentie. De uiteindelijke preferentie is in dat geval gebaseerd op een onderlinge weging. Hierbij is de betrouwbaarheid meegenomen en het land van herkomst van de gegevens.

Vervolg tabel 1

Factor	Code	Klassengrens (indicatie parameterrange)
Diepte	zoi	(zeer) ondiep (moerassig)
	zor	zeer ondiep (bron)
	oi	ondiep stilstaand
	or	ondiep stromend
	di	diep stilstaand
	dr	diep stromend
Oppervlakte	zka	(zeer) klein algemeen
	zki	(zeer) klein geïsoleerd
	zko	(zeer) klein open
	kli	klein geïsoleerd
	klo	klein open
	mi	middelgroot geïsoleerd
	mo	middelgroot open
Saprobie	gi	groot geïsoleerd
	go	groot open
	os	oligosaproob (<0,1 mg NH ₄ /l; >8 mg O ₂ /l; <1 mg BZV/l)
	bms	β-mesosaproob (0,1-0,5 mg NH ₄ /l; 6-8 mg O ₂ /l; 1-5 mg BZV/l)
Trofie*	ams	α-mesosaproob (0,5-4,0 mg NH ₄ /l; 2-6 mg O ₂ /l; 5-13 mg BZV/l)
	ps	polysaproob (>4,0 mg NH ₄ /l; <2 mg O ₂ /l; >13 mg BZV/l)
Trofie*	ot	oligotroof (<0,5 mg N/l; <0,01 mg P/l)
	mot	meso-oligotroof (0,5-1,0 mg N/l; 0,01-0,02 mg P/l)
	mt	mesotroof (1,0-1,6 mg N/l; 0,02-0,05 mg P/l)
	met	meso-eutroof (1,6-2,2 mg N/l; 0,05-0,15 mg P/l)
	eut	eutroof (>2,2 mg N/l; >0,15 mg P/l)

* De klassen-indeling van trofie is gebaseerd op Verdonschot et al. 1992. Voor de overige factoren zijn de klassen gebruikt uit de bronnen zoals vermeld in paragraaf 2.2.

Tabel 2 Overzicht van de gebruikte bronnen per factor waarop preferenties van de Nederlandse zoetwatermacrofauna zijn gebaseerd.
 ++: belangrijkste informatiebron, +: gebruikte informatiebron,
 ±: nauwelijks gebruikte informatiebron.

Informatiebron	Type bron en literatuurverwijzing	Zoutgehalte	Zuurgraad	Droogval	Stroomsnelheid	Substraat	Diepte en oppervlakte	Saprobie	Trofie
Fauna Aquatica Austriaca	Literatuur (Moog 1995)				+				+
EKOO	Literatuur (Verdonschot 1990)		+	+	±				
Autecologische informatie	Literatuur (van Haaren, Klink, Verdonschot, ongepubliceerde data)	++	+	+					
Atlas van Noord-Holland	Literatuur/geanalyseerde data (Steenbergen 1993)	+							
Limnodata Neerlandica	Geanalyseerde data	+						+	++
Aquatiscche Ecotooptypen (AET)	Literatuur (Verdonschot <i>et al.</i> 1992; Van der Hoek & Verdonschot 1994)		++	++	+	++	++		
Gegevensbestanden Regge en Dinkel	Ruwe data							++	
Gegevensbestanden Roer & Overmaas	Ruwe data				+			+	
Gegevensbestanden Peel en Maasvallei	Ruwe data				+			+	
Gegevensbestanden Hunze & Aa's	Ruwe data				+				
Atlas van de Nederlandse Libellen	Literatuur (NVL 2002)		+	+					

> 2.3 Verdeling van tien punten

Per factor is een aantal klassen onderscheiden en per soort zijn vervolgens tien punten verdeeld over deze klassen. Hoe meer punten in een klasse, hoe sterker een soort aan deze klasse gebonden is. Het voorbeeld in tabel 3 laat zien dat de kokerjuffer *Odontocerum albicorne* vooral voorkomt in stromend water (score 3 op matig stromend en 5 op snel stromend) en bij voorkeur in oligosaprob water (score 7). In β -mesosaprob water wordt deze soort ook nog gevonden maar in veel mindere mate (score 3).

Tabel 3 Puntenverdeling over de factoren stroming en saprobie voor de soort *Odontocerum albicorne*.

	Stroming					Saprobie			
	sti	zls	ls	ms	ss	os	bms	ams	ps
<i>Odontocerum albicorne</i>	0	1	1	3	5	7	3	0	0

Voor iedere factor zijn op deze manier tien punten verdeeld over de klassen. Als een soort geen voorkeur heeft (indifferent is) zijn de tien punten gelijk verdeeld over de klassen van de factor. Als voor een soort geen informatie is gevonden, zijn er geen punten ingevuld.

Een belangrijk voordeel van de verdeling van tien punten is de flexibiliteit; op basis van nieuwe informatie kan de score van een soort in de toekomst eenvoudig worden aangepast. Het gebruik van punten maakt het mogelijk om eenvoudig met de gegevens te rekenen, zodat een hele dataset geëvalueerd kan worden.

De vertaling naar de verdeling van tien punten is per bron verschillend uitgevoerd:

- Fauna Aquatica Austriaca is al gebaseerd op een verdeling van tien punten over verschillende klassen. Deze informatie afkomstig uit Oostenrijk is overgenomen en op een aantal punten vertaald naar de Nederlandse situatie. Zo ontbreken in Nederland xenosaprobe wateren. Punten voor deze klasse zijn daarom samengevoegd met de eerst volgende klasse: oligosaprob;
- Voor de informatiebronnen EKOO, Autecologische informatie en Atlas Noord-Holland, waarin preferenties van soorten met aanduidingen zijn aangegeven (bijv. acidofiel, rheobiont, etc.) is gebruik gemaakt van standaard omzettafellen. Bijvoorbeeld: acidofiel krijgt klassescoreverdeling 3 5 2 0 en rheobiont 0 0 1 3 6 voor de vier en vijf klassen van respectievelijk zuurgraad en stroomsnelheid. Het nadeel hiervan is dat er in de verdeling van tien punten meer nauwkeurigheid wordt gesuggereerd dan in de oorspronkelijke bron aanwezig was. Het voordeel is dat er een inschaling is voor een soort die later met andere informatie kan worden vergeleken en kan worden gewogen tot een uiteindelijke score;
- Voor informatiebronnen met gekwantificeerde gegevens, zoals de Limnodata Neerlandica, zijn de omzettingen naar een verdeling van tien punten gebaseerd op berekende percentielen, gemiddelden, minima en maxima;
- Voor geclassificeerde bronnen zoals de Aquatische Ecotooptypen zijn de klassen gegroepeerd naar zuurgraad, droogval, substraat en dimensies en vervolgens zijn de puntenverdelingen berekend;
- Voor de factor saprobie is gebruik gemaakt van gegevensbestanden van waterschappen. Op basis van aan/afwezigheid en talrijkheid van soorten t.o.v. ammonium (waterschap Regge en Dinkel) en ammonium in combinatie met zuurstof (waterschappen, Roer en Overmaas, Peel en Maasvallei, Hunze & Aa's) is een analyse uitgevoerd. Hierbij zijn steeds meetlocaties toegedeeld aan een bepaalde klasse, afhankelijk van de gemeten waarde van de variabele. Vervolgens is per soort berekend hoe de

waarnemingen verdeeld zijn over de klassen. Op basis hiervan zijn voor elke soort tien punten verdeeld over de klassen, waarbij gecorrigeerd is voor de relatieve frequentie van alle meetlocaties in de gehele dataset (zo zijn bijvoorbeeld oligosaprobe meetlocaties schaars);

- Wanneer er voor soorten meerdere bronnen van informatie beschikbaar waren, zijn de resultaten vergeleken. Als een verschil in indicatie groot was, is een kalibratie uitgevoerd, bijvoorbeeld door de versleutelingen met de omzettafellen (zie hierboven) aan te passen. Voor het zoutgehalte bijvoorbeeld, stemden de resultaten van de Limnodata Neerlandica en de aanduiding in overige informatiebronnen goed overeen. De verdeling was voor 79% van de taxa hetzelfde en bij 15% van de taxa was er één punt verschil. De taxa die sterk verschilden in puntenindeling zijn opnieuw ingeschaald op basis van expertkennis. Steeds is de informatie uit verschillende bronnen gebundeld, waarbij de meer betrouwbare bronnen zwaarder zijn gewogen in de definitieve score. Voor trofie zijn puntenindelingen berekend op basis van stikstof en fosfaat. Vervolgens zijn de verdelingen vergeleken, waarbij steeds de laagste is genomen (dat wil zeggen waarbij de meeste punten in de lagere klassen voorkwamen). Voor de meeste taxa was dat fosfaat (62%);
- Voor droogval zijn voor een aantal taxa (*Mochlonyx*, *Dixella*, *Trocheta*, *Dina*, *Nemoura cinerea*, *Leptophlebia*, *Trichoptera*, *Odonata* en *Culicidae*) handmatig tien punten verdeeld op basis van expertkennis. De overige taxa zijn aangemerkt als volledig gebonden aan permanent water (verdeling: 0 0 0 0 10), met uitzondering van een taxon, waarvoor op familieniveau is aangegeven dat het (deels) ook in semi-permanent of zelfs temporair water voorkomt.

> 2.4

Soortenlijst

De soortenlijst volgt de taxonomie van de TWN lijst (TWN versie 1.0 november 2008 [http://www.aquo.nl/aquo-standaard/aquo-domeintabellen/taxa-waterbeheer/twn_lijst/]). De informatie is zoveel mogelijk op soortniveau verzameld. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Voor moeilijk te onderscheiden soorten is de informatie soms op een hoger niveau verzameld (in het Excel bestand zijn echter alleen de soorten opgenomen);
- Voor genera met maar één soort is de informatie eveneens op het niveau van de soort gecodeerd;
- Vormen, variëteiten en ondersoorten zijn niet apart opgenomen maar deze informatie is op soortniveau gebundeld;
- Op basis van de beschikbare gegevens kon geen onderscheid worden gemaakt tussen verschillende levensstadia, hoewel bij een aantal soorten zowel het larvale als het adulte stadium aquatisch is en deze stadia verschillende preferenties kunnen hebben;
- Alleen soorten die in Nederland zijn waargenomen (of waarvan verwacht wordt dat dat op korte termijn zal gebeuren) zijn in de lijst opgenomen.

> 3

TOEPASSING

> 3.1

Kennis over soorten

De database kan gebruikt worden om informatie op te zoeken over een soort. Dit kan nuttig zijn, bijvoorbeeld indien een soort nieuw is voor een gebied of massaal voorkomt. De preferenties van de soorten kunnen ook gebruikt worden voor het kiezen van doelsoorten bijvoorbeeld voor een herstelproject. Welke soorten passen met hun preferenties het beste bij de nieuwe inrichting? Ook voor soorten die na het uitvoeren van een herstelproject optreden kan het nuttig zijn informatie in te winnen over de preferenties om zo te kunnen bepalen of de maatregelen het gewenste doel hebben bereikt.

> 3.2

Typeren en diagnose stellen

De database kan worden gebruikt als diagnostisch instrument om een locatie te karakteriseren, waarbij van de hele macrofaunagemeenschap van deze locatie de totale preferentie wordt uitgerekend voor alle factoren. Dit geeft een beeld van de milieumstandigheden van de locatie en daarmee een indicatie van mogelijke belemmeringen voor het behalen van een goede ecologische toestand. Een voorbeeld is opgenomen voor 7 contrasterende watertypen in paragraaf 4.2.

> 3.3

Vergelijken van locaties

Gegevens van meer locaties kunnen met elkaar vergeleken worden om te achterhalen door welke factoren belangrijke verschillen in macrofaunasamenstelling worden veroorzaakt. Dit kan voor één of meer factoren tegelijk worden uitgevoerd. Het geeft een beeld van de verschillen in milieumstandigheden.

> 3.4

Evaluatie van herstel

Gegevens van de macrofaunagemeenschap op een locatie voor en na herstel kunnen met elkaar vergeleken worden. Verschuivingen in scores voor preferenties kunnen duiden op veranderingen. Deze kunnen worden vergeleken met de gestelde doelen om te bepalen of het gewenste effect is gehaald.

> 3.5

Tijdreeksen

Ook tijdreeksen kunnen prima met de milieu- en habitatpreferenties worden onderzocht. Als het milieu verandert gedurende de tijd, zullen er verschuivingen plaatsvinden in de soortensamenstelling. Soorten die beter aangepast zijn aan de nieuwe omstandigheden zullen langzaam maar zeker in aantal toenemen. Veranderingen in de tijd kunnen voor één of meer factoren onderzocht worden. Een voorbeeld is uitgewerkt in paragraaf 4.3.

> 3.6

Wetenschappelijke toepassing

De kennis over habitatpreferenties kan bijdragen aan inzicht in de sleutelfactoren die ten grondslag liggen aan het voorkomen van soorten. Deze kennis over het waarom is voor de praktijk van natuurbeheer uiterst relevant, omdat zo knelpunten en verbeteringsmogelijkheden in een gebied kunnen worden geanalyseerd en benoemd (Verberk, 2011). Een voorbeeld is de analyse van het belang van het samenspel van factoren. Een soort reageert namelijk niet op één enkele factor. Soorten hebben daarom in de loop van de evolutie combinaties van aanpassingen ontwikkeld aan het samenspel van factoren. Sommige combinaties van factoren (b.v. zuur en droogval) komen van nature frequenter voor dan andere (b.v. groot oppervlak en voedselarm). Met inzicht in welke factoren vaak samen voorkomen kunnen aanpassingen van soorten beter worden geïnterpreteerd. Bovendien kan een aanpassing aan de ene factor (hoge activiteit in zure wateren zonder vis) de andere in de hand werken (snelle ontwikkeling om voor het droogvallen uit te vliegen). Een eerste analyse naar de samenhang van de verschillende factoren is opgenomen in paragraaf 4.5.

> 3.7

Rekenen met de database

Het opzoeken van informatie over één of meer soorten is eenvoudig. Het rekenen met alle factoren voor alle soorten op een locatie kan echter op verschillende manieren. Afhankelijk van de situatie en het doel van de analyse kan gekozen worden voor een methode. Hieronder zijn drie voorbeelden gegeven:

Berekenen van gemiddelde preferentie voor een locatie op basis van soorten

Voor de berekening kunnen de volgende stappen gevolgd worden:

1. Maak een soortenlijst van de locatie (let op TWN naamgeving en synoniemen);
2. Koppel de soortenlijst aan de scores voor de klassen van één of meer factoren
3. Bereken per klasse de gemiddelde score over alle soorten van de locatie/het monster door het totaal van de scores te delen door het aantal soorten.

Berekenen van gemiddelde preferentie voor een locatie op basis van aantallen individuen

In plaats van de soorten als aan- of afwezig mee te nemen kunnen abundanties (aantal individuen per soort) worden meegenomen in de berekening. Dit heeft als voordeel dat preferenties van soorten die in hoge aantallen voorkomen zwaarder wegen. De basis gedachte die hieronder ligt is dat als soorten in hun optimale milieu voorkomen de aantallen individuen van deze soort hoger zijn.

Een nadeel is echter dat er verschillen zijn tussen soorten, sommige soorten komen altijd in relatief hogere aantallen voor dan andere. De resultaten van de berekening kunnen een vertekend beeld geven als enkele soorten dominant voorkomen, hier is expert interpretatie bij nodig. Stap 1 en 2 zijn hetzelfde als bij de berekening op basis van soorten.

3. Bij het meenemen van het aantal individuen wordt per soort de score per klasse vermenigvuldigd met het aantal individuen van de soort.
4. Vervolgens wordt de som van alle scores voor iedere klasse gedeeld door het totaal aantal individuen.

Berekenen van de preferentie voor een locatie op basis van een referentie

Uit de analyse van de contrasterende watertypen (paragraaf 4.2) is gebleken dat voor een correcte interpretatie vooral gelet dient te worden op de bijzondere klassen (extremen). Dit geldt vooral voor de factoren droogval, zoutgehalte en trofie. Bijvoorbeeld, als er reeds enkele soorten hoog scoren in de klasse oligotroof en oligo-mesotroof dan is er meestal al sprake van een (zeer) voedselarm water, ook al scoort het gros van de soorten in eutroof en meso-eutroof. Dit betekent dat bij de interpretatie vooral gelet moet worden op de relatieve verschillen tussen locaties per factor. Om hiermee om te gaan, kan ervoor gekozen worden om de scores uit te drukken als percentage ten opzichte van een referentielocatie.

Stappen 1 t/m 3/4 zijn hetzelfde als bij de berekening van preferenties op basis van soorten of individuen.

5. Kies een referentielocatie en bereken daarvoor het profiel volgens methode 1 of 2.
6. Zet de scores uit stap 3 om in percentages ten opzichte van de gekozen referentielocatie per klasse.

Een voorbeeld waarbij deze methode is toegepast is uitgewerkt in paragraaf 4.4.

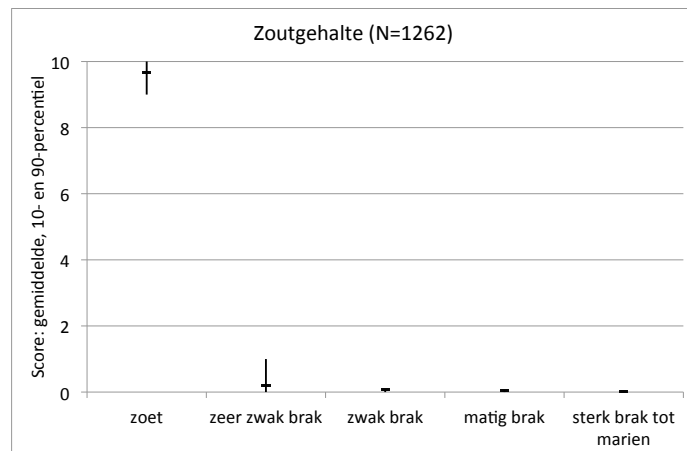
> 4.1

Verspreiding van de Nederlandse soorten over de klassen

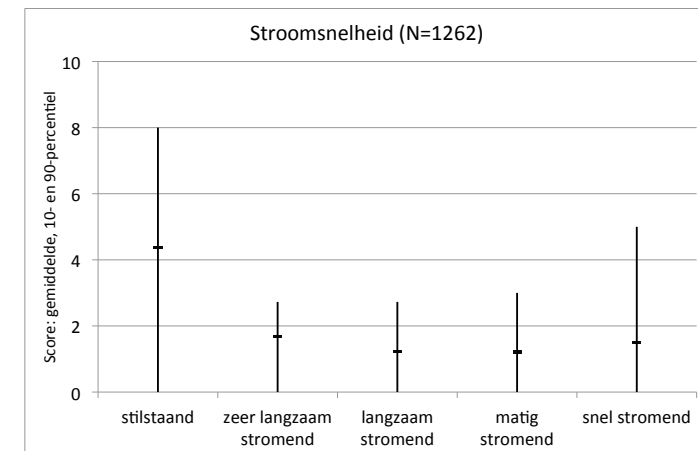
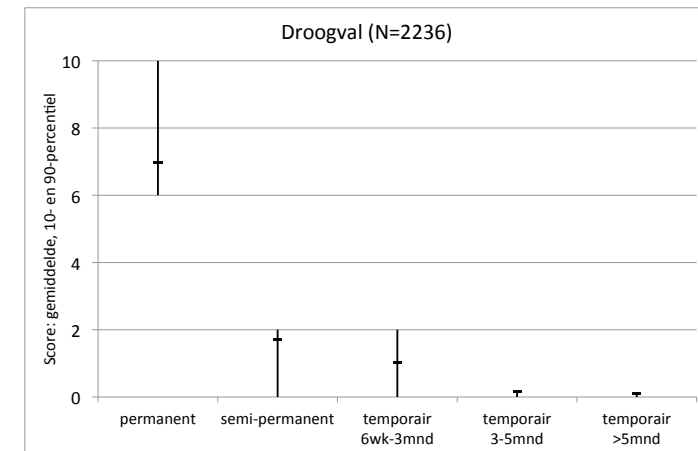
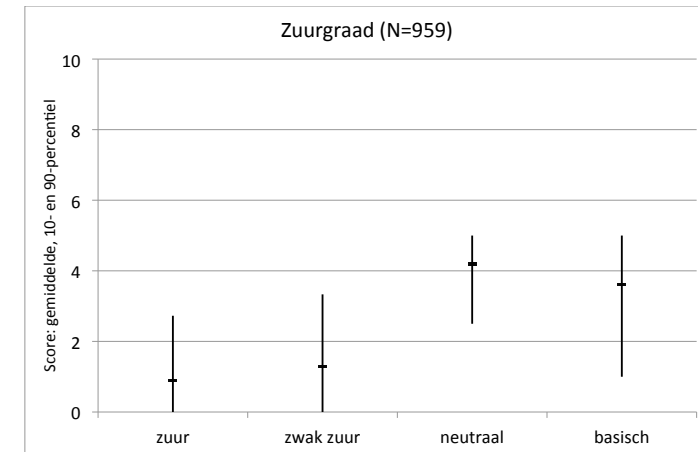
Figuur 1 geeft het gemiddelde weer van de scores voor alle klassen over alle soorten (hogere taxonomische niveaus zijn niet meegenomen in de berekening) in de database. Dit geeft een beeld van de spreiding van de preferenties in Nederland. Voor elke factor is een gemiddelde preferentie met het 10- en 90-percentiel (de range die 80% van de soorten omvat) weergegeven. De waarden zijn gebaseerd op alle soorten waarvan voor die factor gegevens voorhanden zijn.

De meeste Nederlandse soorten prefereren zoet, permanent, stilstaand water met een neutraal of basisch karakter. Dit komt ook tot uiting in het substraat met het hoogste gemiddelde, namelijk waterplanten. Wat betreft het oppervlakte is er een grote spreiding. Diep water wordt door minder soorten geprefereerd dan ondiep water. De klasse bronnen (zeer ondiep) scoort het laagste. Trofie laat een oplopende gradiënt zien van een lage gemiddelde score voor oligotroof water naar een hoog gemiddelde voor eutroof water. Dit geeft aan de meeste Nederlandse soorten eutroof water prefereren. Voor saprobie is deze gradiënt niet aanwezig. De hoogste klasse, polysaproob scoort het laagste. De klasse β -mesosaproob scoort gemiddeld het hoogste.

Deze gemiddelde profielen kunnen worden gebruikt om het profiel van een locatie mee te vergelijken.

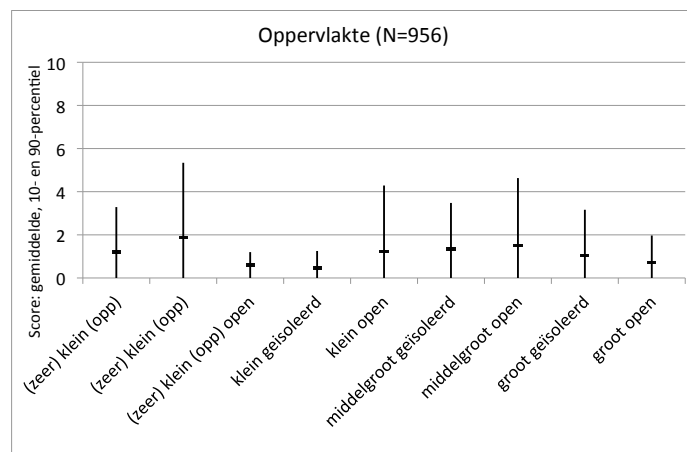
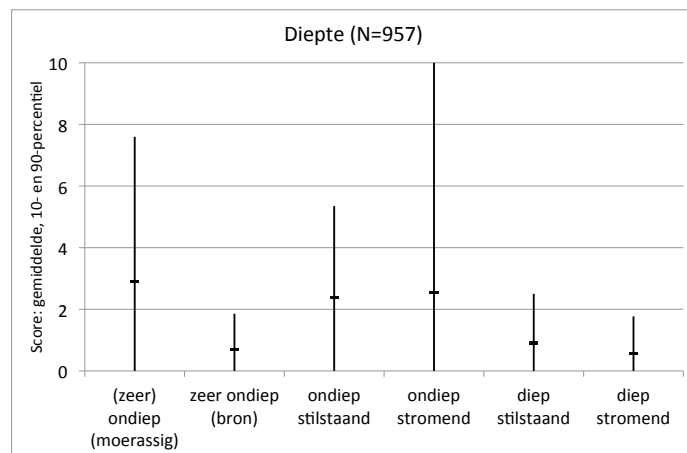
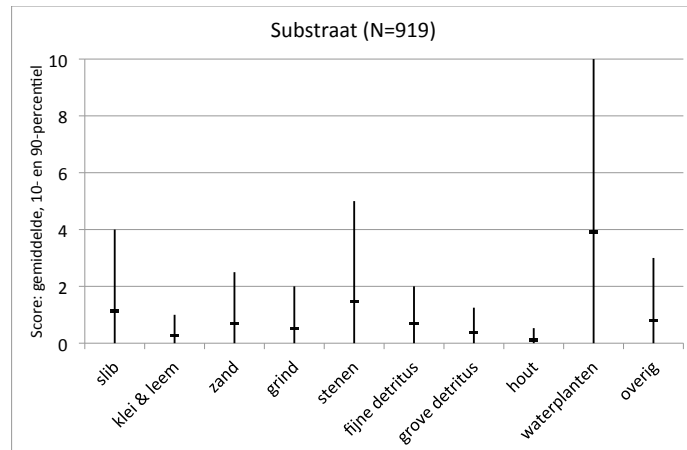


Vervolg figuur 1

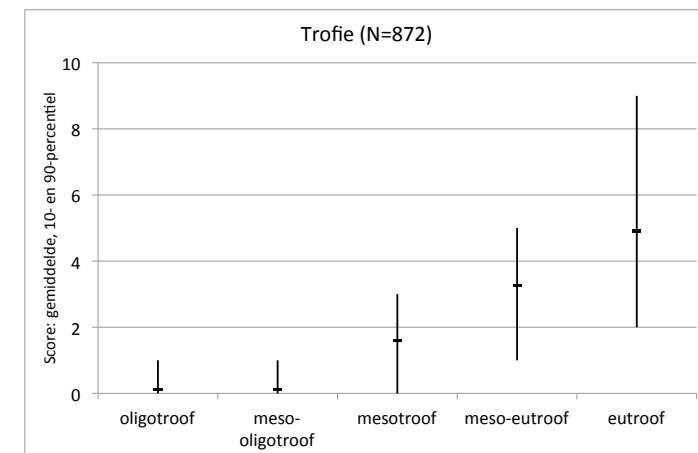
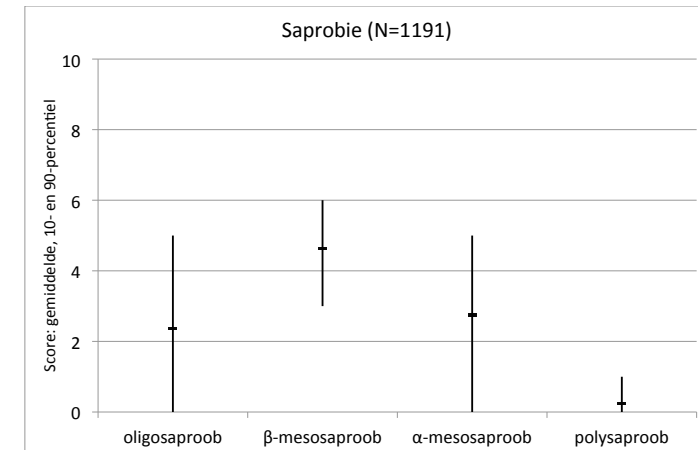


Figuur 1 Gemiddelde score per klasse met 10- en 90-percentiel van alle soorten waarvoor de betreffende factor ingevuld is in de database.

Vervolg figuur 1



Vervolg figuur 1



> 4.2

Typering van verschillende wateren

De milieuomstandigheden van één of meer locatie(s) zijn te karakteriseren door de preferentie van de macrofaunagemeenschap uit te zetten voor alle factoren. In de voorbeelden hieronder zijn de preferenties voor vier stilstaande wateren en drie stromende wateren samen per factor in een grafiek uitgezet. Hiervoor is de gemiddelde score van alle soorten in een water voor iedere klasse van een factor berekend. Afhankelijk van het watertype zijn factoren wel of niet differentiërend. Voor de drie beken is de preferentie voor het zoutgehalte gelijk en daarom niet opgenomen. Voor de stilstaande wateren is de stroomsnelheid niet differentiërend en daarom niet opgenomen.

Stilstaande wateren

Vier stilstaande wateren zijn opgenomen: een veenplas, een poel, een sloot en een meer:

Veenplas (Vragenderveen, Winterswijk): Het Vragenderveen is onderdeel van het Korenburgerveen, een gevarieerd veenlandschap ten noordwesten van Winterswijk. De veenplas in het Vragenderveen is een stilstaand, zuur, oligotroof, oligosaproob water van geringe omvang (foto linksboven).

Poel (Strengveld, Dinkelland): De poel in het Strengveld (Dinkelland) betreft een typische weilandpoel. De poel is uitgerasterd waardoor de emergente vegetatie op de oevers goed ontwikkeld is. De poel is mesotroof en niet beschaduwd (foto rechtsboven).

Sloot (polder Naters, Tinte): Polder Naters is gelegen in een agrarisch gebied tussen Rockanje en Tinte op het eiland Voorne in Zuid-Holland. Het is een stilstaande, eutrofe poldersloot met veel vegetatie (foto linksonder).

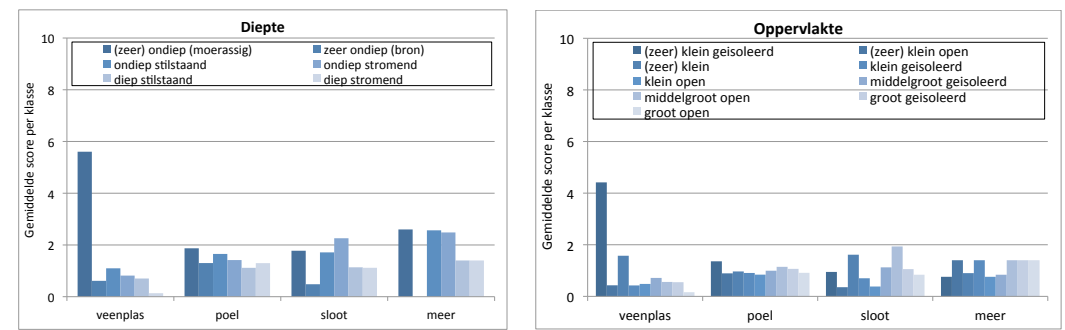
Meer (Oostvoorne): Het Oostvoornse meer is een groot en diep brakwatermeer (270 ha, tot 40m diep) even ten noordwesten van Oostvoorne in Zuid-Holland. Vanuit het Beerkanaal wordt zout water in het Oostvoornse meer gepompt, zodat het water (steeds) zouter wordt. Het betreft een groot, stilstaand, brak water met een substraat van zand en slib (foto rechtsonder).



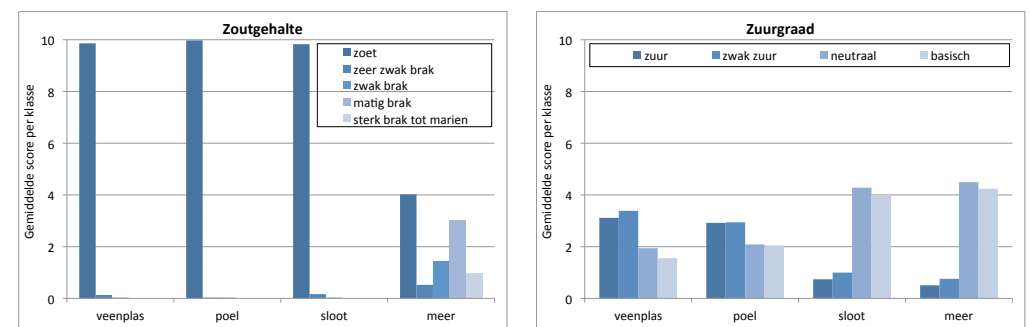
Voor diepte en oppervlakte zijn veel soorten uit de poel, de sloot en het meer indif-ferent, waardoor geen duidelijke preferentie voor een klasse naar voren komt. Alleen in de veenplas prefereren de meeste soorten zeer ondiep (moerassig) water, de score is hoger dan 5. Dit typeert de locatie goed. Ook scoort in de veenplas de klasse zeer klein oppervlakte (geïsoleerd) relatief hoog.

Het meer bevat duidelijk veel soorten die zeer zwak brak tot sterk brak water prefe-deren (bijv. de pissebed *Lekanesphaera hookeri* en de borstelworm *Paranais litoralis*), ondanks het feit dat ook zoet water nog gemiddeld 4 punten scoort. Dit komt doordat een deel van de soorten zowel in zoet als in zeer zwak brak water kan voorkomen. Zo kunnen dominante taxa zoals de waterslak *Potamopyrgus antipodarum* en de vlokreeft *Gammarus tigrinus* (licht) brakke condities tolereren, hoewel ze hun zwaartepunt in het zoete water hebben. De overige wateren zijn duidelijk zoet, maar ook daarin komen enkele soorten voor die ook punten hebben in de klasse zeer zwak brak.

De preferenties voor zuurgraad verschillen tussen de veenplas en de poel enerzijds en de sloot en het meer anderzijds. De veenplas en de poel hebben relatief veel soorten die zuur of zwak zuur water indiceren (bv. de waterkever *Hydroporus obscurus*, de dansmug *Psectrocladius platypus* en de wants *Sigara fossarum*).



Figuur 2 Preferentieprofielen voor diepte (links) en oppervlakte (rechts).



Figuur 3 Preferentieprofielen voor zoutgehalte (links) en zuurgraad (rechts).

In de sloot en het meer zijn de scores voor neutraal en basisch hoog. De eutrofe polder heeft inderdaad een basisch karakter, wat kan worden veroorzaakt door de inlaat van rivierwater. In het meer wordt het water gebufferd door de invloed van zeewater.

In de veenplas komen de meeste soorten voor met een preferentie voor droogval. Het betreft soorten wantsen en kevers, die een lichte uitdroging voor langere periode (6wk-3mnd) kunnen overleven. Het venige substraat zorgt er overigens voor dat het altijd enigszins vochtig blijft tijdens de droogteperiode. Van echte droogval is dan ook geen sprake, waardoor de klasse temporair (3-5 maanden) een score van 0 heeft.

De soorten in de poel prefereren voornamelijk vegetatie als substraat (o.a. de haft *Cloeon dipterum*). Ook in de sloot en veenplas scoort de klasse waterplanten het hoogst, gevolgd door de klasse slib. Voorbeelden van slibbewoners zijn de waterkever *Noterus crassicornis* en de borstelworm *Limnodrilus hoffmeisteri*.

De soorten uit het meer kunnen voorkomen op veel substraten, bijvoorbeeld *Gammarus duebeni*, die zowel op stenen, zand als waterplanten gevonden wordt. Voor deze soorten is het zoutgehalte de meest bepalende factor.

De trofie laat een mooie gradiënt zien waarbij de klasse eutroof oploopt van de voedselarme veenplas naar poel, sloot en meer en de klassen oligotroof en meso-oligotroof afnemen. Een voorbeeld van een soort die voedselarme condities indiceert in de veenplas is de Noordse witsnuitlibel, *Leucorrhinia rubicunda*. Voorbeelden van soorten

die talrijk voorkomen in de sloot en eutrofe condities indiceren zijn de waterpissebed *Asellus aquaticus* (Foto 1), de haft *Caenis robusta* en de slak *Radix balthica*. De hoge trofiegraad in het meer komt door de zoute condities en hoge sulfaatgehalten die vaak gepaard gaan met een hoge nutriënten beschikbaarheid.

De saprobie is minder onderscheidend. Wel is het zo dat de klasse oligosaprob een hogere gemiddelde score heeft in de veenplas (waar wel veel organisch materiaal is maar de afbraak wordt geremd door zure en natte condities) en het laagste is in het meer. De poel en de sloot lijken wat betreft de scores voor saprobie sterk op elkaar. Voorbeelden van soorten die talrijk zijn in de poel en mesosaprobe condities indiceren zijn de kokerjuffer *Agrypnia varia*, de waterkever *Hydroporus umbrosus* en de libel *Libellula quadrimaculata* (Foto 2).

Het hoge trofieniveau van het meer gaat niet gepaard met hoge saprobie, waarschijnlijk omdat door het grote watervolume en windwerking het zuurstofgehalte op peil blijft.

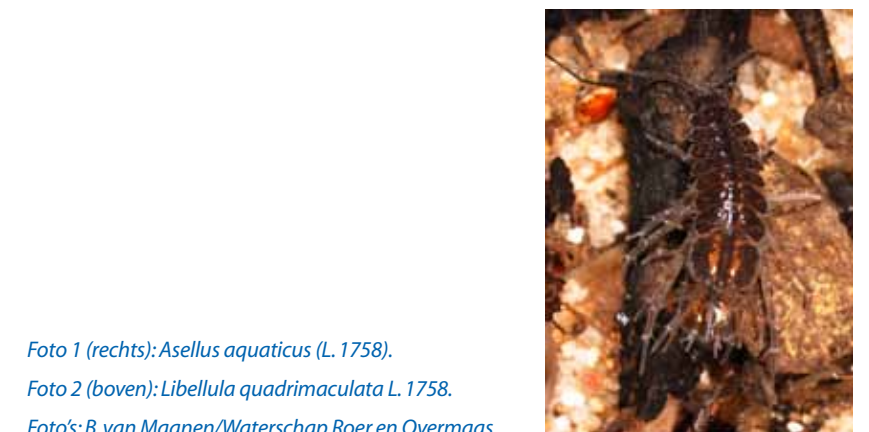
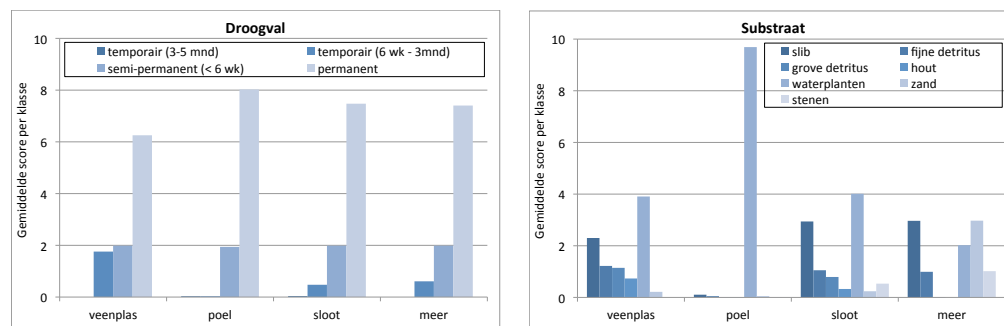


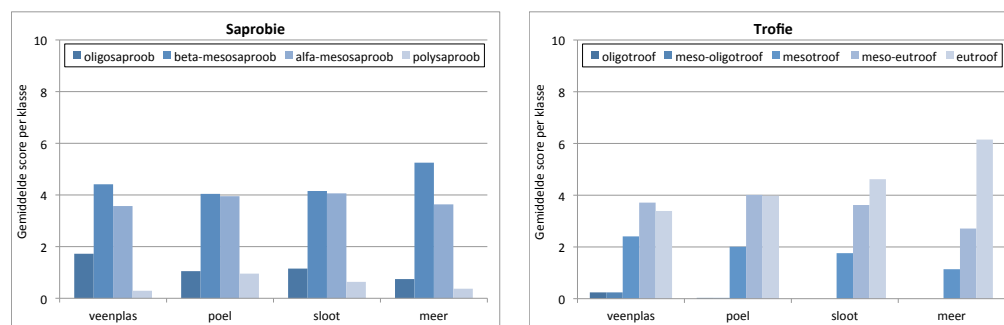
Foto 1 (rechts): *Asellus aquaticus* (L. 1758).

Foto 2 (boven): *Libellula quadrimaculata* L. 1758.

Foto's: B. van Maanen/Waterschap Roer en Overmaas.



Figuur 4 Preferentieprofielen voor droogval (links) en substraat (rechts).



Figuur 5 Preferentieprofielen voor saprobie (links) en trofie (rechts).

Beken

De Geul (Partij, Limburg): De Geul bij Partij is een snel stromende beek met een gevarieerd substraat van zand, grind en stenen (foto boven).

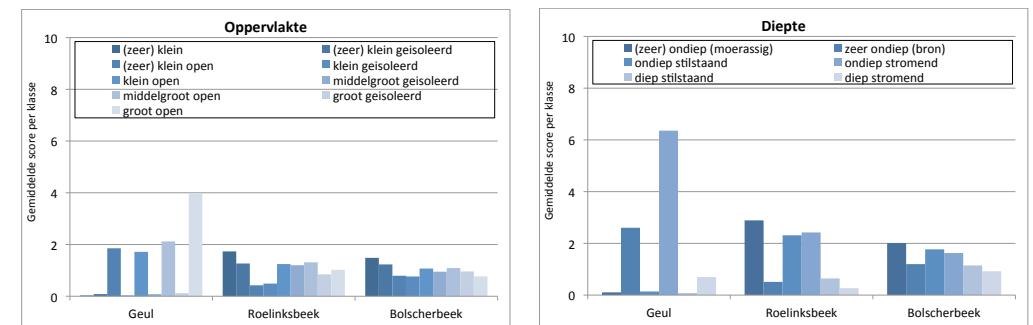
Roelinksbeek (Beuningen, Overijssel): De Roelinksbeek is een beek in Noordoost Twente, die ontspringt op de westelijke flanken van de Hakenberg en de Paasberg. De locatie Roelinksbeek bij Beuningen is een langzaam stromend traject met een zeer divers substraat bestaande uit een kleinschalig patroon van waterplanten, stenen, grind, detritus en slib (foto linksonder).

Bolscherbeek (Hengevelde, Twente): De Bolscherbeek ontspringt ten oosten van Haaksbergen, stroomt in noordwestelijke richting en mondt uit in het Twentekanaal. De bemonsterde locatie ligt in een traject dat het hele jaar watervoerend is omdat de beek mede gevoed wordt door de rioolwaterzuiveringen van Haaksbergen en Hengevelde. Deze rwzi's zorgden ten tijde van de bemonstering voor organische belasting. Het bemonsterde traject bevat waterplanten. Perioden van lage afvoer/stagnatie en perioden van redelijke stroming wisselen elkaar af (foto rechtsonder).

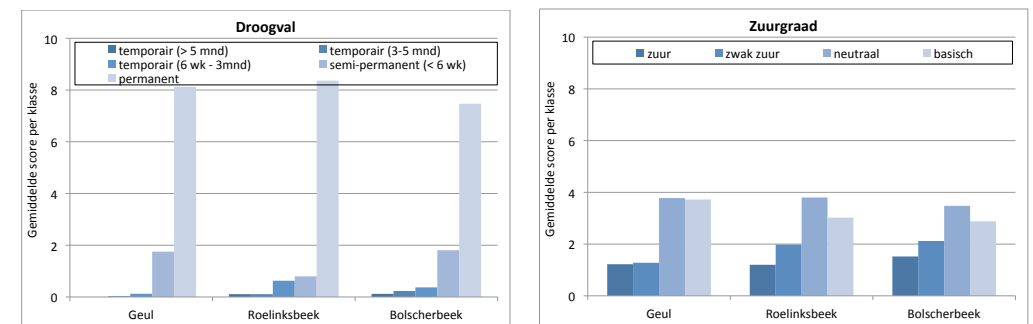
De Geul scoort vooral op open water en stromend water. De hoogste score heeft de klasse 'grote ondiepe wateren'. Dit klopt met de grootte van het systeem en de open verbinding met andere wateren. De soorten uit de andere twee beken hebben geen duidelijke voorkeur voor oppervlakte. Wat diepte betreft prefereren de meeste soorten

ondiep water, hoewel ook de klasse diep nog 2 punten scoort. Het verschil tussen open/geïsoleerd en stromend/stilstaand is in deze beken niet aanwezig.

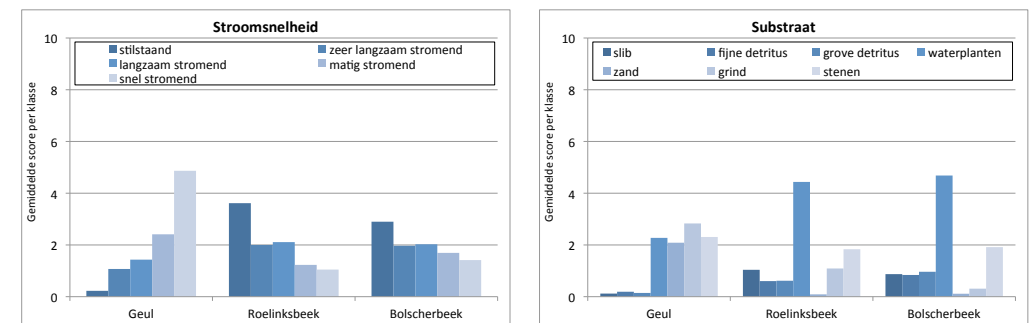
Het droogvallende karakter van de Roelinksbeek blijkt uit de relatief grotere vertegenwoordiging van soorten uit tijdelijke en semi-tijdelijke wateren ten opzichte van de andere voorbeeldwateren (bijvoorbeeld de slak *Galba truncatula*). Ook in de Bolscherbeek komen dergelijke soorten voor. Toch indiceren de meeste soorten permanente condities, omdat op het moment van bemonstering water aanwezig is en mobiele soorten uit permanente wateren hier (tijdelijk) verblijven (bijvoorbeeld de waterwants *Notonecta glauca* en de waterkever *Colymbetes fuscus*).



Figuur 6 Preferentieprofielen voor oppervlakte (links) en diepte (rechts).



Figuur 7 Preferentieprofielen voor droogval (links) en zuurgraad (rechts).



Figuur 8 Preferentieprofielen voor stroomsnelheid (links) en substraat (rechts).

De zuurgraad laat zien dat de Geul waarschijnlijk een hogere pH (kalkrijke bodem van Zuid-Limburg) heeft dan de Roelinksbeek en de Bolscherbeek (minerale arme zandbodem van Twente), waarin meer soorten van zuur en zwak zuur water voorkomen. Dit kan ook worden veroorzaakt doordat soorten van droogvallend water ook vaak zuur-zwak zuur water prefereren (zie paragraaf 4.5).

In de Geul indiceert de macrofaunasamenstelling duidelijk dat het om een stromend water gaat (hoogste score in snel stromend water). Voorbeelden zijn de vlokreeft *Gammarus fossarum* (Foto 3), de haft *Ephemerella ignita* en de kokerjuffer *Hydropsyche siltalai* (Foto 4). In de Geul hebben de meeste soorten een voorkeur voor harde substraten, met name stenen en grind, hetgeen ruim voorhanden is. De klassen slib en detritus scoren heel laag in deze beek.



Foto 3 (boven): *Gammarus fossarum* Koch, in Panzer 1836.

Foto 4 (onder): *Hydropsyche siltalai* Döhler, 1963.

Foto's: B. van Maanen/Waterschap Roer en Overmaas.

Het langzaam stromende karakter van de Roelinksbeek komt veel minder naar voren, de klasse stilstaand water heeft de hoogste score. Het substraat waterplanten heeft de hoogste score maar de andere substraatklassen, behalve zand, komen ook voor. Een typische bewoner van de waterplanten is de slak *Anisus vortex* en ook de bloedzuigers van het geslacht *Erpobdella* (Foto 5) worden veel op waterplanten gevonden maar ook op stenen.

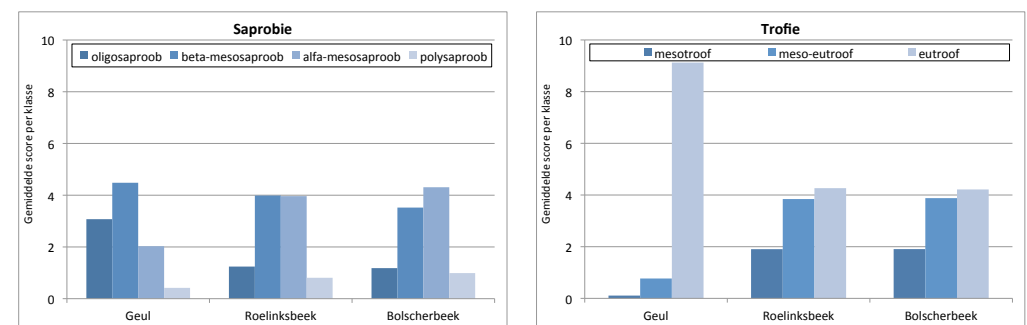
In de Bolscherbeek is de afvoer soms zo laag dat stagnatie optreedt. Dit komt tot uiting in de gelijkmatige verdeling van de scores over de stroomsnelheidsklassen. Stilstaand water scoort het hoogste. Het profiel van de substraatklassen is vergelijkbaar met dat van de Roelinksbeek alleen heeft de Bolscherbeek minder grind en stenen en meer detritus.

Het oligosaprobe karakter van de Geul wordt weerspiegeld in de macrofauna en hangt waarschijnlijk samen met een gebrek aan organisch materiaal en een goede zuurstofconcentratie, hetgeen inherent is aan het snelstromende karakter. De haft *Baetis scambus* is een soort van oligosaprobe condities, deze komt talrijk voor. De hoge score voor trofie maakt duidelijk dat saprobie en voedselrijkdom niet noodzakelijkerwijs sterk gecorreleerd zijn (zie ook Figuur 12). In de meeste Nederlandse beken is het nutriëntengehalte sterk verhoogd door nitraatvervuiling van het grondwater.



Foto 5: *Erpobdella octoculata* (L. 1758).

Foto: B. van Maanen/Waterschap Roer en Overmaas.



Figuur 9 Preferentieprofielen voor saprobie (links) en trofie (rechts).

Het saprobe karakter van de Bolscherbeek komt tot uiting in het hogere aandeel α -mesosaprobe soorten. De soorten uit de familie van borstelwormen (Tubificidae) leveren hier een belangrijk aandeel aan. Ook de trofie in deze beek is hoog.

De Roelinksbeek is iets minder saproob dan de Bolscherbeek en wat betreft trofie vergelijkbaar.

Conclusies

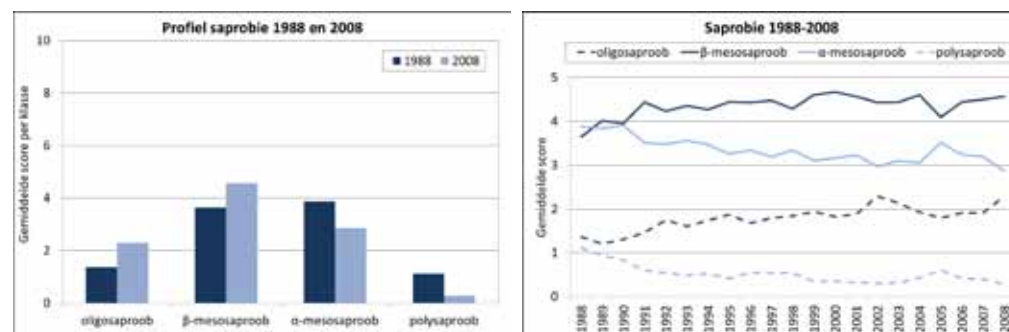
De preferenties van de macrofauna weerspiegelen de milieumomstandigheden in de wateren. Door de macrofaunapreferenties te gebruiken in plaats van abiotiek te meten, wordt de toestand over langere termijn zichtbaar, ook als de omstandigheden wisselend zijn (denk aan de Bolscherbeek waar de ene keer de stroomsnelheid hoog is en de andere keer laag).

Voor een correcte interpretatie dient vooral op de extremen te worden gelet. Vooral voor de factoren droogval, zoutgehalte en trofiegraad moet gelet worden op de bijzondere klassen. Bijvoorbeeld, als er reeds enkele soorten scoren in de klasse oligotroof en oligo-mesotroof dan is er sprake van een (zeer) voedselarm water, ook al scoort het gros van de soorten in eutroof en meso-eutroof. Ook in droogvallende wateren indiceren de meeste soorten permanent water, maar reeds een lage score bij droogval geeft aan dat het water toch temporair is. Om hiermee om te gaan is in het voorbeeld in paragraaf 4.4 voor trofie de score uitgedrukt als percentage ten opzichte van een extreem watertype. Het verdient aanbeveling om steeds met referentieprofielen te werken bij het interpreteren van resultaten.

> 4.3

Tijdreeks Boven Slinge

De Boven Slinge ligt in de Achterhoek. De beek ontspringt in Duitsland. Omdat het een grensoverschrijdend water is heeft Waterschap Rijn & IJssel hier jaarlijks de waterkwaliteit en de macrofauna geanalyseerd. Uit de analyse van de waterkwaliteit is gebleken dat de organische belasting aan het einde van de vorige eeuw is afgenomen (Baggelaar & Van der Meulen 2008). Analyse van de macrofaunagegevens liet een toe-



Figuur 10 Preferentieprofiel van de factor saprobie in 1988 en 2008 (links) en ontwikkeling van de scores per klasse van 1988 t/m 2008 (rechts). Gebaseerd op gegevens van Waterschap Rijn & IJssel.

name zien in de ecologische kwaliteitsratio (EKR, KRW maatlat R₅), en in het aantal zeldzame soorten (Nijboer & Boedeltje 2011).

De tijdreeks van de Boven Slinge is in dit voorbeeld gebruikt om te kijken of de veranderingen terug te vinden zijn in de preferenties van de soorten. De analyse is alleen voor saprobie uitgevoerd, omdat hierin de grootste veranderingen werden verwacht. Voor iedere saprobieklasse is de gemiddelde score over alle soorten in een bemonsteringsjaar berekend.

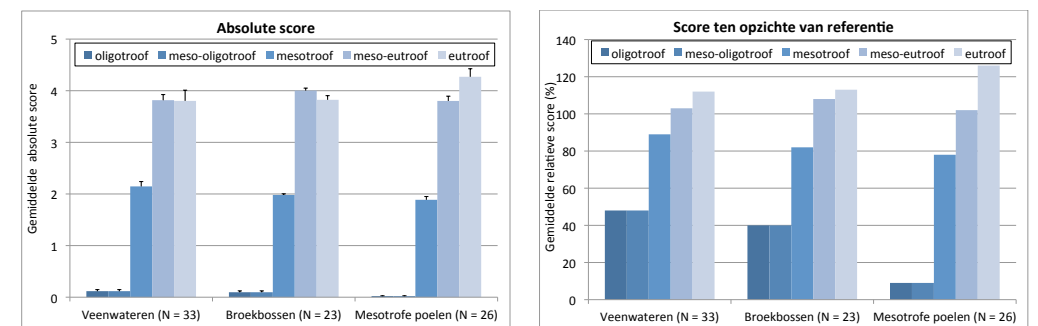
Figuur 10 (links) laat zien dat het profiel in 2008 anders is dan dat in 1988. De scores van de klassen α -mesosaprob en polysaprob zijn afgenomen en de scores van de klassen oligosaprob en β -mesosaprob zijn toegenomen. In de grafieken per klasse (Figuur 10, rechts) is te zien dat deze veranderingen het sterkste waren in het begin van de jaren negentig. De resultaten komen goed overeen met de andere berekende parameters (EKR en zeldzame soorten). Het gebruiken van preferenties kan een meerwaarde zijn, doordat per factor de veranderingen inzichtelijk gemaakt kunnen worden en zo meer bekend wordt over de achterliggende oorzaak.

> 4.4

Gebruik van een referentie (trofie in het Korenburgerveen)

In dit voorbeeld zijn de milieu- en habitatpreferenties van de macrofaunagemeenschap in veenwateren, broekbossen en mesotrofe wateren in het Korenburgerveen berekend voor de factor voedselrijkdom. 82 bemonsteringen van 45 locaties (Verberk *et al.* 2006) zijn hiervoor geanalyseerd. Voor ongeveer 80% van de soorten in de watertypen is informatie beschikbaar over hun preferentie voor trofie.

De preferenties voor trofie, zuurgraad en droogval verschillen tussen de watertypen, waarbij de gevonden patronen redelijk goed overeenstemmen met veldmetingen. Voor trofie zijn de verschillen tussen de drie typen in absolute scores klein (Figuur 11, links). Dit komt doordat soorten van meso-eutroof en eutroof water altijd in grotere getalen aanwezig zijn. Wel is te zien dat er ook soorten zijn van oligotroof en meso-oligotroof water. Doordat dit er echter weinig zijn, komen de verschillen tussen de 3 typen nauwelijks tot uiting. Door de berekende preferenties te relateren aan een referentie (scores uitdrukken als percentage van een referentiesituatie) van een oligotroof



Figuur 11 Gepreferendeerde voedselrijkdom in drie watertypen op basis van werkelijke scores (links) en procentuele scores (rechts) ten opzichte van een referentie (oligotroof water).

water (de veenplas, paragraaf 4.2) worden de verschillen in voedselrijkdom duidelijker in beeld gebracht (Figuur 11, rechts). De soorten in veenplassen hebben gemiddeld de hoogste preferentie voor voedselarme condities, en de soorten van mesotrofe poelen hebben gemiddeld de laagste preferentie voor voedselarme condities.

> 4.5

Wetenschappelijke toepassing: Relaties tussen factoren

In paragraaf 3.6 is al aangegeven dat in Nederland een aantal milieuv variabelen vaak gecorreleerd is. Met multivariate analyse technieken is de samenhang tussen de omgevingsfactoren geanalyseerd op basis van de milieu- en habitatpreferenties van de soorten. Het idee hierachter is dat soorten in hun leefomgeving met meerdere factoren worden geconfronteerd en dat ze daarom in de loop van de evolutie combinaties van aanpassingen hebben ontwikkeld aan het samenspel van factoren.

In de ordinatie plot is de samenhang te zien tussen geprefereerde omgevingscondities (Figuur 12). Factoren die in dezelfde richting wijzen, vertonen een grote samenhang. Een voorbeeld: Snel stromend en hard substraat liggen naast elkaar. Dit wil zeggen dat soorten van snel stromend water (hoogste klasse bij stroming) over het algemeen ook een voorkeur hebben voor harde substraten (bijvoorbeeld substraatklasse stenen). In de figuur staan de stromende en stilstaande wateren horizontaal tegenover elkaar. Soorten in deze wateren hebben verschillende preferenties. Een preferentie voor stromend water is vaak gekoppeld aan een preferentie voor hard, anorganisch substraat (stenen, grind) en een lage saprobiëklasse (oligosaproob). Bij de stagnante wateren zijn organische substraten en waterplanten belangrijk. Verticaal is vooral een verschil in dimensies te zien. Kleine, ondiepe wateren zijn daarbij gekoppeld aan zure, oligotrofe en tijdelijke condities. De grote wateren zijn permanent, meestal eutrofer en ook zoute condities wijzen in dezelfde richting. Dit type analyse laat zien welke preferenties in soorten gecombineerd aanwezig zijn. Dit reflecteert enerzijds de situatie in het veld (voor welke combinaties van uitdagingen zien soorten zich gesteld), maar kan daarnaast -in combinatie met gegevens over welke aanpassingen soorten bezitten- ook inzicht geven in de waarde van aanpassingen (een enkele aanpassing kan meerdere doelen dienen). Deze analyses kunnen daarnaast als uitgangspunt worden genomen voor verdere, meer gedetailleerde analyses naar de indicator waarde van soorten.



Figuur 12

Bewerking van een Correspondentie Analyse (CA) ordinatiediagram (as 1 en 2) van de 28 klassen. In deze figuur zijn de klassen weergegeven als pijlen. Pijlen die in dezelfde richting wijzen hangen meer met elkaar samen (preferentie voor die klassen komt vaker gecombineerd voor in soorten). Omdat de nadruk hier op deze samenhang ligt, zijn de pijlen even lang afgebeeld omwille van de duidelijkheid. De analyse is beperkt tot taxa die voor 4 of meer factoren zijn gecodeerd. Dit was het geval voor 1345 taxa (van in totaal 2469 taxa). Er is een aantal ordinatie-analyses uitgevoerd, waarbij iedere klasse van een factor als monster is genomen (n= 55 in totaal). Om het aantal monsters te verkleinen zijn sommige klassen samengevoegd als milieuv variabelen (bijvoorbeeld fijn en grof detritus zijn opgenomen als organisch substraat). Als abundantie van de soorten is hun score voor de betreffende klasse genomen.

De betrouwbaarheid van de puntenverdeling over de klassen verschilt per soort en per factor, afhankelijk van de beschikbaarheid van informatie. Een aantal factoren speelt hierbij een rol:

- Klassengrenzen zijn bijna altijd indicatief. Voor de meeste factoren zijn harde grenzen niet reëel. Voor eenduidige stressfactoren zoals zoutgehalte zijn vrij harde grenzen bekend waarbinnen een soort kan voorkomen, maar voor veel van de andere factoren zal het geprefereerde bereik mede afhangen van de andere omgevingscondities. Als andere factoren optimaal of in ieder geval niet beperkend zijn, kan een soort een bredere voorkeur in omgevingscondities laten zien. Bovendien worden veel soorten niet uitgesloten buiten hun geprefereerde bereik. Zo kunnen soorten die zuur water prefereren ook in niet zure wateren overleven. Daarnaast wordt de informatie in de literatuur vaak in klassen gepresenteerd (weinig detail). Bij het gebruik van preferenties dient met deze beperkingen rekening te worden gehouden;
- Literatuur uit een ander geografisch gebied kan een vertekend beeld geven, doordat soorten bij andere klimatologische omstandigheden anders op milieufactoren kunnen reageren;
- Het watertype (bijvoorbeeld stromend of stilstaand water) waarin gegevens zijn verzameld kan ook bepalend zijn voor de reactie op andere factoren;
- Milieufactoren zijn vaak gecorreleerd, dat wil zeggen dat ze vaak in combinatie optreden met bepaalde andere factoren (zie paragraaf 4.5). Daardoor kan moeilijk bepaald worden welke van de gecorreleerde factoren nu bepalend is voor het voorkomen van de soort.

Hoe groter de dataset die aan de bron ten grondslag ligt hoe groter de betrouwbaarheid. Bij een beperkte dataset kunnen al snel schijnrelaties optreden: de soort lijkt een conditie te prefereren, maar deze is niet breed geldig. Wanneer bijvoorbeeld droogvallende wateren ook altijd zuur zijn, blijft onduidelijk of zuurgraad of droogval doorslaggevend is. Met een grotere dataset (waarin zoveel mogelijk verschillende combinaties van milieufactoren voorkomen) kan het effect van verschillende omgevingscondities onafhankelijk van elkaar worden getoetst, waardoor deze schijnrelaties kunnen worden weggenomen. Door verschillende informatiebronnen te bundelen, die bovendien elk apart al een bundeling zijn van veel onderliggende data, is getracht schijnrelaties zoveel mogelijk te beperken.

Tabel 4 Werking, aantal gecodeerde taxa en betrouwbaarheid per factor.

Factor	Belangrijkste werking	Aantal gecodeerde	
		taxa	Betrouwbaarheid
Zuurgraad	direct (fysiologische zuurtolerantie)	1041	groot
Droogval	direct (bestendigheid tegen uitdroging)	2423	groot
Zoutgehalte	direct (fysiologische zouttolerantie)	1314	groot
Trofiegraad	indirect (via voedsel, vegetatie & zuurstofverloop)	924	klein
Stroomsnelheid	direct (wegspoelen) & indirect (beïnvloeden substraat)	1418	groot
Saprobie	indirect (via substraat, zuurstofverloop & voedsel)	1325	matig
Substraat	direct (habitatsselectie, voedsel) & indirect (beschutting)	998	klein
Diepte & oppervlakte)	direct (habitatsselectie) & indirect (via droogval, trofie, zuurgraad)	1037	klein

Per factor is een inschatting gemaakt van de betrouwbaarheid van de scores (Tabel 4).

Deze inschatting is gemaakt op basis van drie overwegingen:

- Heeft een factor direct invloed op een soort? Dit geldt wel voor bijvoorbeeld zoutgehalte maar niet voor bijvoorbeeld substraat (resultante van o.a. stroomsnelheid);
- In welke mate is er overeenstemming tussen verschillende informatiebronnen?;
- Hoe groot is de onderliggende dataset en, belangrijker, hoe gevarieerd is deze? Hoe meer verschillende combinaties van milieufactoren in de dataset voorkomen, hoe nauwkeuriger de preferenties van de soorten bepaald kunnen worden.

Dit betekent dat voor een factor die direct op een soort invloed heeft, zoals zoutgehalte een kleine dataset als bron vaak al voldoende is om de preferenties van de gevonden soorten te bepalen (een gradiënt van zoet naar zout is voldoende). Zijn factoren vaak met elkaar gecorreleerd, of hebben ze indirect invloed op de soort (zoals trofie, via verschuivingen in het voedselweb) dan is een grotere dataset nodig waarin zoveel mogelijk verschillende combinaties van milieufactoren voorkomen.

De betrouwbaarheid heeft effect op het gebruik. Als de scores gebruikt worden om de milieumomstandigheden op een meetpunt te typeren of een verandering te meten, geldt dat het resultaat betrouwbaarder zal zijn naarmate een groter aandeel van de soorten op een meetlocatie voor een bepaalde factor een score heeft in de database.

De gepresenteerde database met milieu- en habitatpreferenties van 2270 soorten levert een goede ondersteuning van analyses in het water- en natuurbeheer. In de toekomst kan de database verder verbeterd worden op de volgende onderdelen:

- Controle van de milieu- en habitatpreferenties van macrofaunasoorten door soortexperts (zij hebben vaak een goed beeld van de verspreiding van soorten en hun milieu- en habitatpreferenties). Dit is vooral van belang voor soorten die niet veel in de grotere databases (zoals Limnodata Neerlandica) voorkomen;
- Toevoegen van ontbrekende milieu- en habitatfrequenties als informatie over een soort beschikbaar komt (opvullen van de 'gaten');
- Toevoegen van nieuwe soorten (bv. exoten die in Nederland waargenomen worden) met hun milieu- en habitatpreferenties;
- Toevoegen van factoren. Een factor die wel sterk sturend is maar waarvan onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, is zuurstof. Toevoeging van deze factor in de toekomst is zinvol. De toevoeging van voedingswijzen (filtreerders, grazers, e.d.) zou een typering mogelijk maken van processen die in het watersysteem plaatsvinden, zoals de verhouding tussen primaire productie en afbraak van organisch materiaal (detritus). Eigenlijk zou de abundantie dan in biomassa uitgedrukt moeten worden. In Van der Hoek & Verdonschot (1994) is hiertoe een aanzet gegeven.
- Validatie met nieuwe (Nederlandse) gegevens: hoe groter de dataset, hoe beter de milieu- en habitatpreferenties bepaald kunnen worden;
- Het wetenschappelijk onderbouwen van de milieu- en habitatpreferenties. Hierbij wordt een verklaring gezocht voor de preferentie in bijvoorbeeld morfologische of fysiologische kenmerken van een soort. Dit geeft meer inzicht in het functioneren van het ecosysteem en kan leiden tot het kiezen van effectievere maatregelen. Voor een relatief klein aantal soorten is reeds een aanzet gegeven naar een dergelijke onderbouwing (Verberk, 2008). Ook internationaal zijn bruikbare initiatieven in deze richting ontplooid (o.a. Statzner, Bonada & Dolédec, 2007).

Verschillende mensen hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport. Marianne Greijdanus-Klaas (RWS Waterdienst) heeft in de beginfase aan de factoren substraat en zuurstof gewerkt. Voor de factor saprobie hebben meerdere mensen zich ingespannen, waaronder Eveline Stegeman-Broos (WS Regge en Dinkel), Jilke Zuidervaart (HH Schieland) en Jeroen Meeuse (WS Hunze & Aa's). Tijdens de bijeenkomsten hebben Gert van Ee (HH Hollands Noorderkwartier) en Bart Achterkamp (Bureau Waardenburg) in respectievelijk de beginfase en eindfase input geleverd vanuit hun inhoudelijke expertise. Bas van der Wal heeft altijd interesse getoond in (de voortgang van) de subgroep en vanuit de STOWA waar mogelijk ondersteuning verleend. Zij allen worden voor de geleverde inspanningen hartelijk bedankt.

- AQEM consortium 2002. Manual for the application of the AQEM method. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002.
- Baggelaar P.K. & Van der Meulen E.C.J. 2008. Statistische analyse waterkwaliteit in beheersgebied Waterschap Rijn en IJssel. Icastat in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Moog O. 1995. Fauna Aquatica Austriaca - A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Wasserwirtschaftskataster Vienna.
- NVL (Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie) 2002. De Nederlandse Libellen (Odonata). Nederlandse Fauna 4. Nationaal Natuur historisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Nijboer R.C. & Verdonshot P.F.M. 2001. Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. WEW Themanummer 19.
- Nijboer R.C. & Boedeltje G. 2011. Evaluatie van 23 jaar macrofauna-monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel. Bureau Daslook, Lochem. In opdracht van Waterschap Rijn en IJssel, 101pp.
- Stanzner B., Bonada N. & Dolédec S. 2007. Conservation of taxonomic and biological trait diversity of European stream macroinvertebrate communities: a case for a collective public database. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3609-3632.
- Steenbergen H.A. 1993. Macrofauna-atlas van Noord-Holland: verspreidingskaarten en responsies op milieufactoren van ongewervelde waterdieren. Provincie Noord-Holland. Dienst Ruimte en Groen.
- Van der Hoek W.F. & Verdonshot P.F.M. 1994. Functionele karakterisering van aquatische ecotootypen. IBN rapport 072: 1-81.
- Verberk W.C.E.P., Van Duinen G.A., Brock A.M.T., Leuven R.S.E.W., Siepel H., Verdonshot P.F.M., Van der Velde G. & Esselink H. 2006. Importance of landscape heterogeneity for the conservation of aquatic macroinvertebrate diversity in bog landscapes. *Journal for Nature Conservation*, 14, 78-90.
- Verberk W.C.E.P. 2008. Matching species to a changing landscape - Aquatic macroinvertebrates in a heterogeneous landscape. Proefschrift, Radboud Universiteit, Nijmegen.
- Verberk W.C.E.P. 2011. Gidssoorten wijzen de weg naar herstel. *De Levende Natuur*, 112, 152-156.
- Verdonshot, P.F.M. 1990. Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel (The Netherlands). Thesis, Wageningen, 1 255.
- Verdonshot P.F.M., Runhaar H., Van der Hoek W.F., De Bok C.F.M. & Specken B.P.M. 1992. Een aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. IBN/RIN rapport 92, CML rep. 78: 1-100.

COLOFON

Amersfoort | mei 2012

Uitgave:

**Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (WEW),
subgroep Autecologie**

Uitgaven zijn als pdf te downloaden van de
WEW-site (www.wew.nu) en kunnen als rap-
port, voor zover beschikbaar, besteld worden
tegen kostprijs plus verzendkosten bij de pen-
ningmeester van de werkgroep:

Ronald Bijkerk

Koeman en Bijkerk bv

Postbus III, 9750 AC Haren

T: 050 820 00 17

E: r.bijkerk@koemanenbijkerk.nl

STOWA

Postbus 2180

3800 CD Amersfoort

T: 033 460 32 00

F: 033 460 32 01

stowa@stowa.nl

www.stowa.nl

Auteurs:

Wilco C.E.P. Verberk (wilco@aquaticecology.nl)

Radboud Universiteit Nijmegen

(Afdeling Dierecologie), Toernooiveld 1,

6525 ED Nijmegen

Stichting Bargerveen, Postbus 9010,

6500 GL Nijmegen

Piet F.M. Verdonshot

Alterra WUR, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Ton van Haaren

Grontmij | AquaSense, Postbus 95125,

1090 HC Amsterdam

Barend van Maanen

Waterschap Roer en Overmaas, Postbus 185,

6130 AD Sittard

Redactie:

Rebi C. Nijboer

www.rebinijboer.nl

Vormgeving:

Studio B, Nieuwkoop

Fotografie:

Ton van Haaren: 16

Barend van Maanen: omslag | 19 | 20 | 22 | 23

Piet Verdonshot: 16 | 20

Wilco Verberk: 16

Druk:

Van de Garde-Jémé, Eindhoven

WEW: themanummer 23

STOWA: 2012- 19

ISBN: 978.90.5773.563.19

Te citeren als:

Verberk, W.C.E.P., P.F.M. Verdonshot,

T. van Haaren, B. van Maanen (2012). Milieu- en
habitatpreferenties van Nederlandse zoetwater-
macrofauna. WEW Themanummer 23, Van de
Garde-Jémé, Eindhoven. 32 pp.

