
Doorstroommoerassen en moerasbeken

Typebeschrijvingen en ontwikkeling maatlatten voor de biologische kwaliteitselementen



Notitie Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR
November 2016

Auteurs

Ralf Verdonschot¹, Han Runhaar², Tom Buijse³, Ronald Bijkerk⁴, Piet Verdonschot¹

1: Wageningen Environmental Research, 2: KWR Watercycle Institute, 3: Deltares, 4: Koeman en Bijkerk BV

Opdrachtgever

Projectteam Kaderrichtlijn Water Maas

Projectgroep

Jappe Beekman^a, Petra Schep^b, Dwight de Vries^b, Ron Schippers^c, Bert Klutman^d, Gerhard Duursema^e, Jeroen van Mil^f, Marco Beers^g

a: Waterschap Aa en Maas, b: Waterschap Drents Overijsselse Delta, c: Waterschap de Dommel, d: Waterschap Rijn en IJssel, e: Waterschap Vechtstromen, f: Waterschap Peel en Maasvallei, g: Waterschap Brabantse Delta.

Referaat

Verdonschot, R.C.M., Runhaar, J., Buijse, A.D., Bijkerk, R., Verdonschot, P.F.M. (2016) Doorstroommoerassen en moerasbeken; typebeschrijvingen en ontwikkeling maatlatten voor de biologische kwaliteitselementen. Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen.

Trefwoorden

moerasontwikkeling, waterberging, vernatting, Kaderrichtlijn Water, beekherstel, beekdal, macrofauna, macrofyten, fyto-benthos, vis

Beeldmateriaal

Ralf Verdonschot, Piet Verdonschot

Foto voorkant

Doorstroommoeras in de Holmers, Drenthe. Foto: Ralf Verdonschot

ISBN

978-94-6343-111-8

DOI

<http://dx.doi.org/10.18174/407301>

© 2016 Wageningen Environmental Research, Wageningen UR

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Voorwoord

Een groot aantal waterschappen in de regio's Rijn-Oost, Rijn-Noord en Maas heeft aan KRW-waterlichamen binnen hun beheergebied de KRW typen R4 en R5 (langzaam stromende boven-,midden- en benedenloop op zand) toegekend. In de afgelopen planperiode is echter gebleken dat de huidige beschrijving van deze KRW-typen en de bijbehorende maatlatten voor veel van deze wateren niet voldeden. In veel gevallen is er onvoldoende verhang aanwezig, waardoor er sprake is van een mengvorm van een moeras en een beek. Van nature komen in dergelijke situaties doorstroommoerassen en moerasbeken voor. Deze wateren worden echter typologisch niet onderscheiden binnen de huidige systematiek. In deze rapportage wordt daarom invulling gegeven aan deze 'nieuwe' typen, inclusief de bijbehorende beoordelingsmethoden voor de biologische kwaliteitselementen.

Omdat het om in Nederland verdwenen systemen gaat, die pas recentelijk door beekdalbreed herstel van beken en beekdalen terug beginnen te keren, is veel informatie afgeleid uit buitenlandse literatuur en van bemonsteringen van ofwel sterk gedegradeerde ofwel net herstelde systemen van plekken op de hogere zandgronden waar ooit doorstroommoerassen en moerasbeken voorkwamen. Het gaat om een eerste, min of meer theoretische aanzet op basis van beperkte data, waarbij veel kennishiaten aanwezig bleken te zijn. Nader onderzoek aan de herstelde, zich op dit moment op verschillende plekken in het land ontwikkelende systemen is daarom zeer belangrijk. Daarnaast moet toetsing van de opgestelde maatlatten aan de praktijk nog plaatsvinden, waarbij bijvoorbeeld ook andere bemonsteringsprotocollen gebruikt moeten gaan worden dan nu gebruikelijk is.

De begeleidingsgroep van dit project bestond uit Jappe Beekman (Waterschap Aa en Maas), Petra Schep en Dwight de Vries (Waterschap Drents Overijsselse Delta), Ron Schippers (Waterschap de Dommel), Bert Klutman (Waterschap Rijn en IJssel), Gerhard Duursema (Waterschap Vechtstromen), Jeroen van Mil (Waterschap Peel en Maasvallei), Marco Beers (Waterschap Brabantse Delta). Daarnaast is in september 2016 in Amersfoort een workshop moerasbeken gehouden waarbij de inbreng van verschillende gebruikersgroepen is gevraagd, zoals medewerkers van waterlaboratoria en waterschapsecologen. Naast de begeleidingsgroep willen we graag de volgende mensen bedanken voor hun bijdrage aan de totstandkoming van deze rapportage in de vorm van het lezen en becommentariëren van de teksten, suggesties voor de soortenlijsten en/of hun bijdrage aan de workshop: Mark Scheepens, Ineke Barten en Iris van der Laan (Waterschap de Dommel), Hans Hop en Eelke Schoppers (AQUALYSIS), Bert Knol en Gertie Schmidt (Waterschap Vechtstromen), Harry van Buggenum (Waterschap Roer en Overmaas), Jos Hoogveld (Waterschap Peel en Maasvallei), Mirja Kits (Waterschap Aa en Maas), Mieke Moeliker (Waterschap Aa en Maas/AQUON), Maria Sanabria (AQUON), David Tempelman, Brechje Rijkens (Waterschap Drents Overijsselse Delta) en Bastiaan van Zuidam (Waterschap Rijn en IJssel).

Dit onderzoek is ondersteund door het 'Innovatielab Building with Nature voor regionale wateren' (KB-24-001-007).

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Probleemstelling	1
1.2	Leeswijzer	2
2	Systeembeschrijving	3
2.1	Het doorstroommoeras	3
2.2	De moerasbeek	6
2.3	Systeembenadering	8
2.4	De vegetatie als structuurvormend element	9
2.4.1	De rol van verlanding	9
2.4.2	Bomen of geen bomen?	11
2.5	Samenhang met bestaande R-typen	12
2.5.1	Binnen welke KRW-watertypen kunnen doorstroommoerassen en moerasbeken zich ontwikkelen?	12
2.5.2	Slootbeken	12
2.5.3	Doorstroommoeras- en moerasbeekontwikkeling	13
2.5.1	Moeten doorstroommoerassen en moerasbeken worden beschouwd als aparte watertypen of subtypen van de bestaande KRW-typen?	14
3	Fytobenthos	17
3.1	Inleiding	17
3.2	Maatlatontwikkeling kwaliteitselement fyto­benthos	18
3.2.1	Data-analyse	19
3.2.2	Consequenties voor de maatlat	24
4	Macrofyten	28
4.1	Inleiding	28
4.2	Maatlat Soortensamenstelling	29
4.2.1	Aanvulling soortenlijst	29
4.2.2	Categorie-indeling	30
4.2.3	Berekening kwaliteitscore (EKS) op basis gegevens waterschappen	32
4.3	Voorstel deelmaatlat Abundantie	34
4.4	Discussie	36
	Appendix 4.1 Categorie-indeling plantensoorten kenmerkend voor doorstroommoerassen/moerasbeken	38
5	Macrofauna	47
5.1	Inleiding	47
5.2	Maatlat-ontwikkeling kwaliteitselement macrofauna	48
5.2.1	Ontwikkelingsstappen	48

5.2.2	Voorstel nieuwe maatlatten	50
5.2.3	Toepassing nieuwe maatlatten op data waterschappen en Poolse referentiebeken	50
Appendix 5.1: Maatlatten macrofauna beekloop (R4 en R5) en moeras (doorstroommoeras en moerasbeek, R_m)		58
6	Vissen	73
6.1	Inleiding	73
6.2	Maatlat-ontwikkeling kwaliteitselement vis	78
6.2.1	Ontwikkelingsstappen op basis van de bestaande maatlatten en aangeleverde waterschapsdata	78
6.2.2	Voorstel nieuwe maatlatten	80
Appendix 6.1 Achtergrondinformatie over de gerelateerde M-typen		87
Appendix 6.2 Verspreidingskaarten van verschillende plantenminnende en zuurstoftolerante vissoorten in Nederland		92
7	Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen	94
7.1	Inleiding	94
7.2	Kwaliteitselementen	94
7.2.1	Thermische omstandigheden	94
7.2.2	Zuurstofhuishouding	95
7.2.1	Zoutgehalte	96
7.2.2	Zuurgraad	96
7.2.3	Nutriënten	96
8	Hydromorfologie	98
9	Aanbevelingen voor de monitoring van doorstroommoerassen en moerasbeken	101
9.1	Inleiding	101
9.2	Algemene aandachtspunten	101
9.3	Aanbevelingen voor onderzoek aan doorstroommoerassen en moerasbeken	101
9.3.1	Kiezelwieren	102
9.3.2	Macrofyten	102
9.3.3	Macrofauna	104
9.3.4	Vissen	107
10	Literatuur	109
11	Maatlat Doorstroommoeras (R4_m)	114
11.1	Globale referentiebeschrijving	114
11.2	Waterflora	117
11.3	Macrofauna	119
11.4	Vis	119
11.5	Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen	119
11.6	Hydromorfologie	120
12	Maatlat Moerasbeek (R5_m)	121

12.1	Globale referentiebeschrijving	121
12.2	Waterflora	125
12.3	Macrofauna	127
12.4	Vis	127
12.5	Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen	128
12.6	Hydromorfologie	128

1 Inleiding

Het beekdallandschap op de hogere zandgronden zag er in het verleden op veel plaatsen anders uit; op plekken met weinig verval was er in de natuurlijke situatie sprake van een mengvorm van een moeras en een beek. Enerzijds was de stroomsnelheid in deze beekdalen simpelweg te laag voor de hydrologische, morfologische en ecologische processen die horen bij een beekstelsel, anderzijds was er ook geen sprake van een echt stilstaand water, omdat er wel continu een eenzijdige, naar benedenstrooms gerichte waterbeweging optrad. In tegenstelling tot in sneller stromende beken is in dit type systemen niet alleen de factor stroming vormend voor het systeem, maar ook de vegetatie. Deze zogenoemde 'doorstroommoerassen' (huidige bovenloop) of 'moerasbeken' (huidige midden- en benedenloop) 'doorstroommoerassen' of 'moerasbeken' vormden typologisch gezien de overgang tussen stromend en stilstaand water.

Als gevolg van menselijke ingrepen zijn de oorspronkelijke doorstroommoerassen en moerasbeken verdwenen. Er zijn beeklopen gegraven op de plek waar moerassen in het beekdal lagen, bestaande lopen zijn genormaliseerd en gekanaliseerd en beekbegeleidende gronden zijn intensief ontwaterd. In dit type beken is er in de huidige vorm (vaak met overgedimensioneerde profielen zodat wateroverlast op aanliggende percelen voorkomen wordt) en door het gebrek aan verhang gedurende het zomerhalfjaar simpelweg niet voldoende stroming om te kunnen spreken van een laaglandbeek. Op sommige plekken wordt nog enige stroming kunstmatig in stand gehouden door in de zomer water in te laten uit kanalen of andere grote wateren of door lozingen van effluent van RWZI's. Deze waterlopen blijven alleen bestaan doordat er intensief beheer en onderhoud wordt gepleegd. Zodra dit geëxtensieerd of gestaakt wordt, zal de beekloop door vegetatieontwikkeling en de daarbij horende verlanding geleidelijk weer terug veranderen naar zijn oorspronkelijke vorm. Ook door het nemen van beek- en beekdalherstelmaatregelen, zoals het verwijderen van drainage en herinrichting van het beekprofiel en het beekdal, kunnen de omstandigheden gecreëerd worden die regeneratie voor de oorspronkelijke doorstroommoerassen en moerasbeken mogelijk maken.

1.1 Probleemstelling

Sinds een aantal jaren wordt in steeds meer beken het onderhoud geëxtensieerd en in een aantal natuurgebieden wordt geëxperimenteerd met het herstel van diffuse afvoersystemen door het verwijderen van beeklopen en drainage. Daarnaast werkt de enorme uitbreiding van de bever in Nederland het ontstaan van beekmoerassen in de hand. Met deze nieuwe ontwikkelingen ontstaat er ook steeds meer behoefte aan streefbeelden voor doorstroommoerassen en moerasbeken. De vraag is dan ook welke ontwikkelingsrichtingen er mogelijk zijn en wat de waarde is van deze systemen?

Een tweede vraag betreft het meten van positieve effecten van maatregelen die moerasomstandigheden stimuleren (bijvoorbeeld met betrekking tot extensief beheer en

onderhoud en natuurvriendelijke oevers). Dit is niet goed mogelijk met de huidige KRW-maatlatten, omdat de moerascomponent in de levensgemeenschap niet gewaardeerd wordt in de beoordeling. De beektypen die nu dienen als referentie voor de langzaam stromende laaglandbeek-typen in de KRW komen van nature voor op plekken met meer verval, waardoor er jaarrond voldoende stroming is om te voorkomen dat er sterke vermoerassing optreedt. De huidige KRW maatlatten voor beken richten zich bij het bepalen van het ecologisch potentieel dan ook vrijwel volledig op de situatie in de beekloop (Van der Molen et al., 2012). Ook in het achtergronddocument bij het Handboek Natuurdoeltypen in Nederland voor beken (Verdonschot, 2000) wordt alleen zijdelings verwezen naar de moerassen die in natuurlijke beekdalen kunnen voorkomen in het overstromingsbereik van de beek. Met de huidige ontwikkelingen in beekherstel, de beekdalbrede benadering (Verdonschot, 2012), waarbij moerasontwikkeling gestimuleerd wordt via onder andere het achterwege laten van onderhoud, het creëren van overstromingsvlaktes door profielaanpassingen en de aanleg van natuurvriendelijke oevers wordt naast het open water van de beekloop ook deze moeraszone belangrijk bij het waarderen van de ecologische kwaliteit. Echter, omdat de beoordeling volledig gebaseerd is op de beekloop, is het maar zeer de vraag of de huidige maatlatten in dit geval een goede afspiegeling geven van de ecologische kwaliteit van een waterlichaam.

In deze rapportage worden deze kennisleemten opgevuld en worden maatlatten beschreven voor het beoordelen van doorstroommoerassen en moerasbeken. In dit rapport wordt de nadruk gelegd op beken met moerasontwikkeling op zandgrond (KRW-typen R4 en R5), omdat deze wateren talrijk en wijd verspreid voorkomen op de Nederlandse hogere zandgronden. Andere beektypen waar potentieel moerasontwikkeling kan optreden, zoals veenbeken of beken op een kalkhoudende bodem, worden zijdelings besproken omdat deze in Nederland slechts lokaal voorkomen.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een systeembeschrijving gegeven van het doorstroommoeras en de moerasbeek. Ook wordt de relatie tussen deze wateren en de bestaande KRW-typen beschreven. In hoofdstuk 3 tot en met 8 wordt een aanzet gegeven voor maatlatten voor de verschillende biologische, fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteitselementen op basis van de huidige kennis van deze systemen en beschikbare datasets uit Nederland en het buitenland. In hoofdstuk 9 een monitoringsprotocol gegeven, omdat de huidige voorschriften niet in alle gevallen bruikbaar zijn in doorstroommoerassen en moerasbeken. Ten slotte zijn in de hoofdstukken 11 en 12 de maatlatbeschrijvingen opgenomen analoog aan de beschrijvingen opgenomen in Van der Molen et al. (2012).

2 Systeembeschrijving

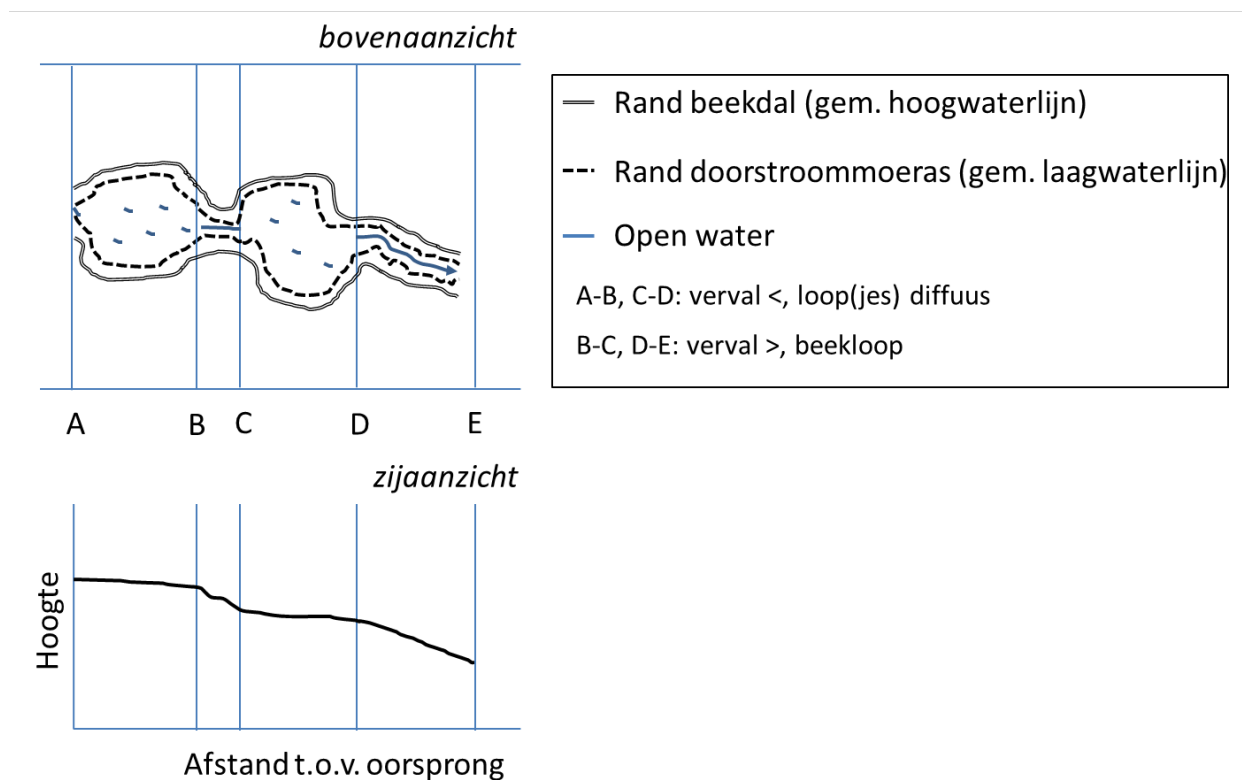
2.1 Het doorstroommoeras

In beekdalen op de hogere zandgronden komt het in de hogere delen geïnfiltreerde regenwater uiteindelijk als opkwellend grondwater aan de oppervlakte, gestuurd door het reliëf (hellingshoek en daarmee het verval van het beekdal) en de opbouw van de bodem. De waterkwantiteit en het verval bepalen of dit water zich geconcentreerd vanuit een bron via een bovenloop of meer diffuus naar benedenstrooms verplaatst. Veel Nederlandse laaglandbeeksystemen hebben van nature te weinig verval en een te lage afvoer om in het bovenstroomse gedeelte van het beekdal een duidelijk herkenbare en continue loop te vormen. Het kleinschalige reliëf dat meestal in een beekdal aanwezig is, zorgt er echter voor dat er naar benedenstrooms telkens graduele overgangen zijn tussen relatief vlakke en steilere delen, waardoor er verschillen in stroomsnelheid optreden. In een natuurlijke situatie zullen de sneller stromende delen herkenbaar zijn als een 'echte' beekbovenloop in een relatief smal beekdal, terwijl de langzaamst stromende delen een **doorstroommoeras** vormen, het beekdal is hier breder en het water verplaatst zich diffuus over (hygropetrisch of in slenken) en door de bodem (Figuur 2.1; Foto 2.1, 2.2). Naast meer verval kunnen ook lokale onregelmatigheden in de bodem leiden tot loopvorming, bijvoorbeeld als gevolg van de aanwezigheid van ondoorlaatbare klei/leemlagen en ijzeroerbanken.



Foto 2.1: Doorstroommoeras in elzenbroekbos in Polen (stroomgebied van de Gac bij Lotz).
Foto: Piet Verdonschot.

In de vlakke delen van het dal zijn gewoonlijk alleen plaatselijk loopjes te onderscheiden; in stroomafwaartse richting is de beek dus onderbroken. De vegetatie heeft een belangrijke sturende rol voor het pad dat het water volgt in de laagtes. Omdat de vegetatie in structuur en samenstelling in de tijd verandert, al dan niet door de activiteit van grote zoogdieren (wildpaadjes, zoelplekken), kan ook verplaatsing van deze loopjes in de tijd optreden. Dit kan leiden tot het aanwezig zijn van meer lopen (diffuus vlechtend patroon) of van afgesloten delen van lopen waar nieuwe verlandingsprocessen optreden. Op de overgangen tussen de sneller stromende lopen en de vlakke delen kunnen diepere poelen voorkomen, omdat het toestromende water hier het op de minerale ondergrond opgehoopte organisch materiaal erodeert (Mactaggart et al., 2008). De afvoer in het doorstroommoeras is hoger in de winter en lager in de zomer, waardoor in de winter duidelijkere geulen/stroombanen in de vlakke delen te onderscheiden zijn. Dit is mede het gevolg van verschillen in de groei en ontwikkeling van de vegetatie in de verschillende seizoenen.

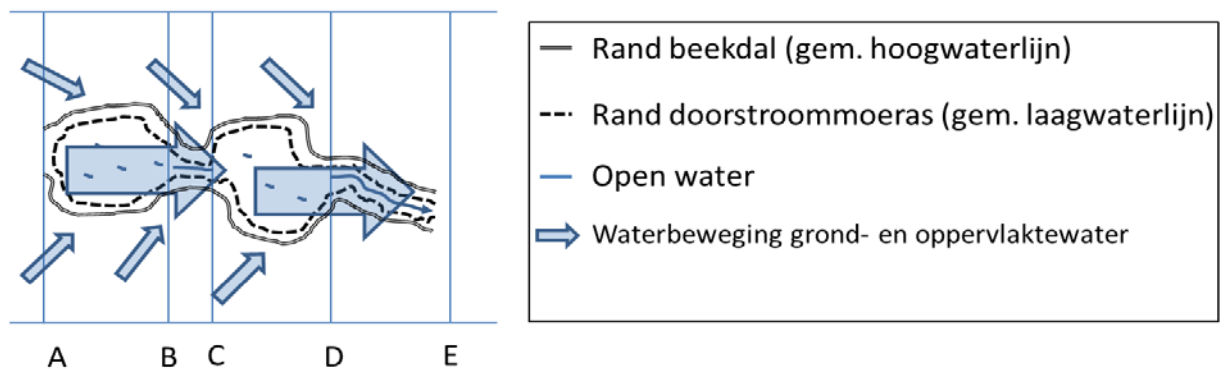


Figuur 2.1: Doorstroommoerassen ontstaan doordat er delen in het beekdal weinig verhang hebben, waardoor de beek als het ware uitwaaiert over het bredere dal (boven). Soms komen in het doorstroommoeras één of meerdere geultjes of geulen voor waar nog sprake is van afvoer. Dit kan het gevolg zijn van steilere delen in de vervallijn (onder), of door de aanwezigheid van onregelmatigheden in de ondergrond, zoals ondoorlatende lagen.

In de doorstroommoerassen treedt de zogenoemde 'sponswerking' op; het water wordt op deze plekken lang vastgehouden. Dit bergend vermogen in een stroomgebied zorgt er onder natuurlijke omstandigheden voor dat verder benedenstrooms niet vaak afvoerpieken optreden en dat de beek jaarrond watervoerend en traag stromend blijft (Blackwell & Pilgrim, 2011). Schommelingen in afvoer zijn dus relatief gering, omdat het water in het moeras een lange verblijftijd heeft. Het water stagneert echter niet; een continue, naar benedenstrooms gerichte waterstroming, vooral bestaand uit grondwater (Figuur 2.2), is een vereiste voor het

ecologisch functioneren van deze systemen. Deze stroming is ook typologisch onderscheidend ten opzichte van de stagante moerastypen: moerassen in laagtes met een ondoorlatende bodem, rietlanden, laagveenmoerassen etc.

De moerasplantenontwikkeling leidt tot een ophoping van afgestorven organisch materiaal in het doorstroommoeras. Onder mesotrofe omstandigheden zijn er mogelijkheden voor veenvorming, omdat het organische materiaal langzamer afbreekt ten opzichte van meer voedselrijke situaties.



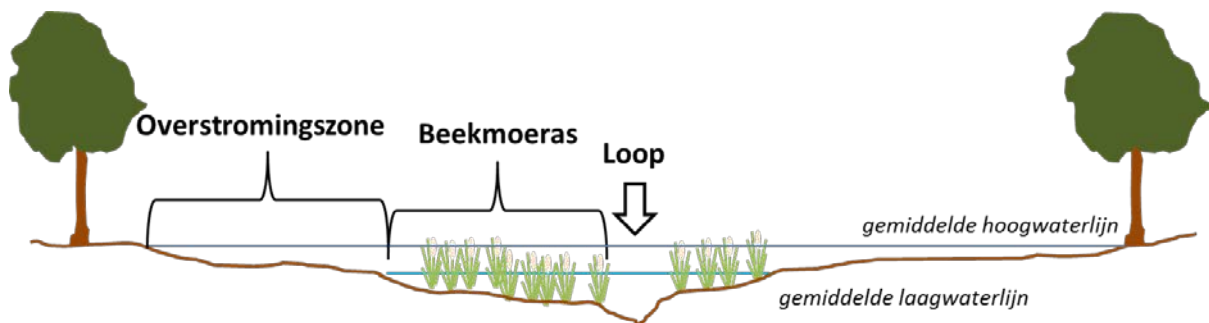
Figuur 2.2: In een doorstroommoeras is de waterstroming is naar benedenstrooms gericht en wordt gedomineerd door grondwater.



Foto 2.2: Hersteld doorstroommoeras in de Holmers, Drenthe. Foto: Ralf Verdonschot.

2.2 De moerasbeek

Verder benedenstrooms, ter hoogte van de midden- of benedenloop is de afvoer dusdanig — ondanks het geringe verval en de daardoor lage stroomsnelheid — dat het water voldoende erosieve kracht heeft om een duidelijke loop te vormen in de moerassige laagte in het beekdal. Het gevolg is een situatie waarbij de loop, de **moerasbeek**, geflankeerd wordt door een beekmoeras, wat weer overgaat in een overstromingszone (Figuur 2.3; Foto 2.3, 2.4). In de dwarsrichting gaat de loop diffuus over in het beekmoeras. De overstromingszone valt in de zomer droog; hiermee onderscheidt deze zone (waar ook moerasplanten staan) zich van het beekmoeras, die permanent nat is.

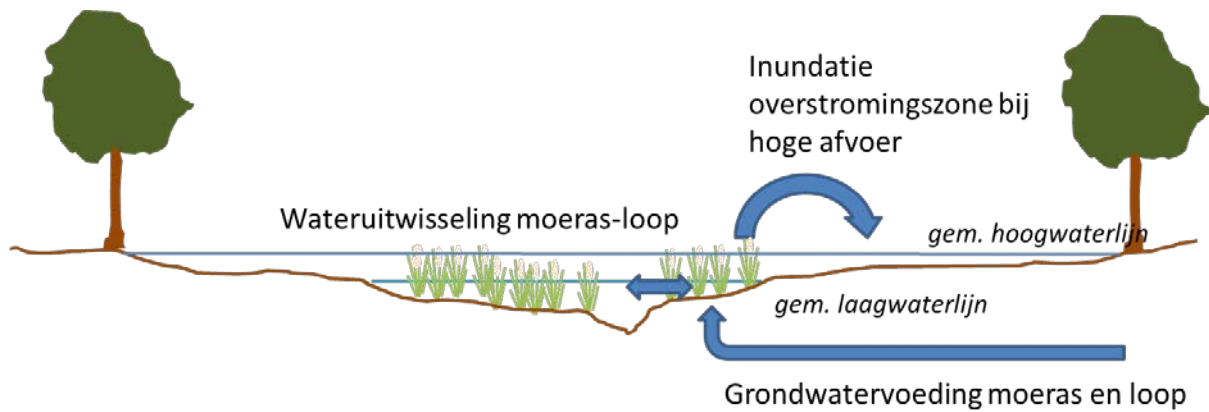


Figuur 2.3: Dwarsdoorsnede van een moerasbeek.

Dat er geen scherpe overgang is tussen moeras en beek is het gevolg van enerzijds de vegetatieontwikkeling (emergente moerasplanten die de loop in groeien) en anderzijds de langjarige patronen in de afvoer. In jaren met een relatief lage afvoer wordt de loop kleiner door de zich uitbreidende vegetatie vanuit het moerasdeel, in jaren met een hoge afvoer erodeert de beek een deel van deze vegetatie weer, waardoor de loop zich (plaatselijk) verbreedt. Wanneer in droge jaren een extreme ontwikkeling van vegetatie optreedt, kan de loop zich in de hierop volgende nattere periode verleggen als gevolg van de lokale weerstand van deze vegetatie. Anders dan bij het afsnijden van beekbochten ontstaan hierdoor afgesloten beeklopen of gaat de beek uit meer lopen bestaan. De maximale diepte van de met moerasplanten begroeide zones bedraagt enkele decimeters (maximale diepte waterlaag van circa 30 cm; Mitsch & Gosselink, 2007).

In principe is de loop van een moerasbeek continu. Echter, na een periode van hoge afvoer kunnen stukken moerasvegetatie (drijfkillen) losraken en een obstructie in de loop vormen. Deze onderbrekingen in de loop zijn altijd tijdelijk, dit in tegenstelling tot een doorstroommoeras waarin zones voorkomen waar het water zich diffuus door de bodem verplaatst en geen loop zichtbaar is, omdat het water ofwel een weg om de obstructie heen vindt of de obstructie na verloop van tijd erodeert.

In tegenstelling tot het doorstroommoeras bestaat het water in het beekmoeras van de moerasbeek meestal uit eutroof oppervlaktewater en is de invloed van grondwater geringer. Naast waterbeweging in benedenstroomse richting treedt er uitwisseling van oppervlaktewater tussen de beekloop, het beekmoeras en bij hoog water de overstromingszone op (Figuur 2.4). Deze laterale uitwisseling van water is onderscheidend ten opzichte van het doorstroommoeras, waarbij de waterbeweging overwegend in stroomafwaartse richting plaatsvindt.



Figuur 2.4: Naast een naar benedenstrooms gerichte stroming is ook wateruitwisseling in de dwarsrichting tussen de beekloop, het beekmoeras en bij hoge waterstanden de overstromingszone kenmerkend voor de moerasbeek.

Het opgehoopte organisch materiaal kan hierdoor veel sneller mineraliseren dan in het bovenstrooms gelegen doorstroommoeras en er treedt weinig tot geen veenvorming op (Mitsch & Gosselink, 2007).



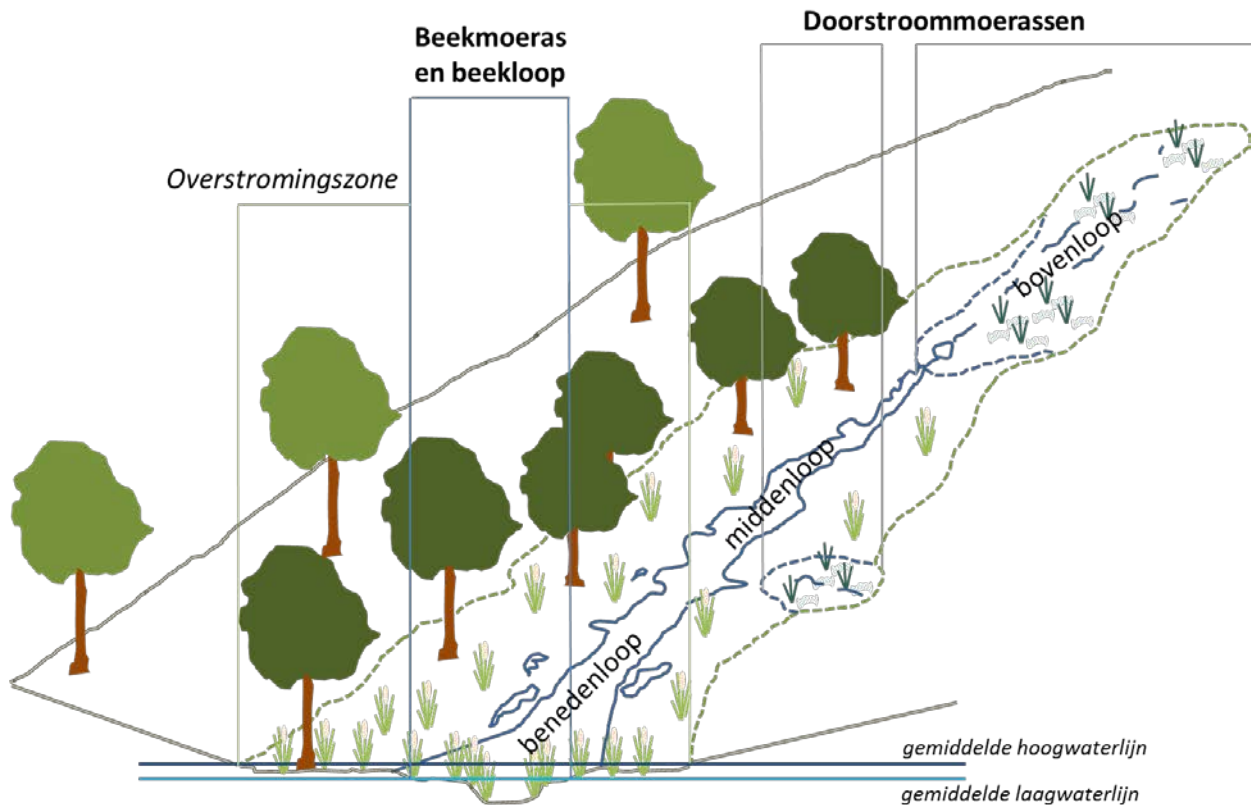
Foto 2.3: Moerasbeek in Polen. De stroomgeul gaat diffuus in de moeraszone over. Foto: Piet Verdonschot.



Foto 2.4: Herstelde moerasbeek in de Geeserstroom, Drenthe. Foto: Ralf Verdonschot.

2.3 Systeembenadering

Het doorstroommoeras en de moerasbeek zijn als losse landschappelijke onderdelen te herkennen op beeksystemschaal, maar hoeven niet lineair, wanneer een beek naar benedenstrooms gevolgd wordt, voor te komen. De strikte ordening in boven-, midden- en benedenloop gaat onder natuurlijke omstandigheden in laaglandbeken vaak niet op, omdat doorstroommoerassen niet alleen in de kop van het systeem voorkomen maar ook aan de flanken van het beekdal verder benedenstrooms (Figuur 2.5). Op plekken met veel kwel vanuit de randen van het beekdal in de moeraszone kunnen zich situaties ontwikkelen waarin zich op de flanken van het beekdal kwelgevoede loopjes vormen, analoog aan het meer bovenstrooms in het beekdal gelegen doorstroommoeras van waaruit de moerasbeek ontsprongen is. Water verplaatst zich in dat geval dus zowel vanuit de loop het moeras in en stroomt parallel aan de beekloop (oppervlaktewater) als dwars op de beek vanuit de flanken van het beekdal (kwel). Er is dus sprake van een landschappelijk mozaïek, wat bijvoorbeeld weer zijn weerslag heeft op het voorkomen van bijvoorbeeld de macrofauna, waarbij er overal in het stroomgebied een mengeling kan optreden van ‘bovenloop-soorten’ en ‘benedenloop-soorten’.



Figuur 2.5: Overzicht van een stroomgebied met hierin doorstroommoerassen en de moerasbeek (beekmoeras + beekloop + overstromingszone).

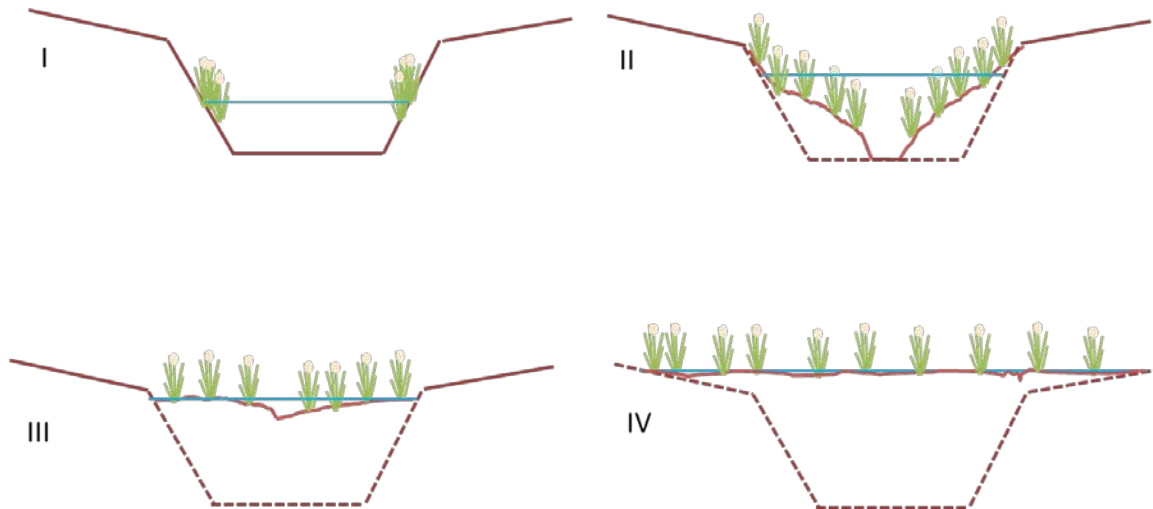
2.4 De vegetatie als structuurvormend element

In doorstroommoerassen en moerasbeken is de vegetatie het belangrijkste structuurvormende element. Verschillen in samenstelling en ontwikkeling van de vegetatie in het doorstroommoeras en het beekmoeras van de moerasbeek worden in de eerste plaats gestuurd door de herkomst van het water (grond- versus oppervlaktewatervoeding) en de stoffen (stikstof, fosfor, mineralen) die door het water aangevoerd worden. De hoge voedselrijkdom van de moerasbeek leidt gewoonlijk tot een hogere productiviteit van de vegetatie in vergelijking met de vooral grondwatergevoede doorstroommoerassen. In de tweede plaats is het hydrologische regime (waterpeil, timing van droogval/inundatie) in het moeras bepalend voor de vegetatieontwikkeling; vooral voor de kieming van zaden is het van belang of en wanneer delen van het beekdal droogvallen.

2.4.1 De rol van verlanding

Veel plantensoorten in moerassen zijn zogenoemde 'ecosysteem engineers', door aanpassingen/kenmerken zijn ze in staat hun omgeving naar hun hand te zetten. Zo is liesgras via zijn uitlopers in staat effectief slib in te vangen en zo de ideale groeiomstandigheden voor de plant te creëren, morfologisch gezien leidt dit tot aanslibbing en bankvorming in de beekloop (Gurnell, 2014). Is de vegetatie eenmaal goed ontwikkeld, dan zorgen de wortelstelsels ervoor dat erosie van het opgehoopte materiaal (slib, afgestorven plantenresten, eventueel veen) bij hoge afvoeren geremd wordt en treedt er

verlanding op (Figuur 2.6). Veel moerasplanten zijn in staat de bodem aan met zuurstof aan te rijken via hun wortelstelsel, waardoor er versnelde mineralisatie optreedt. Dit leidt weer tot het vrijkomen van extra voedingsstoffen, die de plant weer kan gebruiken voor groei en ontwikkeling.



Figuur 2.6: Verlanding van een bovenloop met een normprofiel (I) tot een doorstroommoeras (IV) (boven). Liesgras zet het beekmilieu naar zijn hand door met zijn wortels slib in te vangen en zo banken te vormen (onder). Foto: Ralf Verdonschot.



Foto 2.5: *Op verterende boomstammen in de Oude Strijper Aa komt vegetatie tot ontwikkeling, waaronder enkele zaailingen van de els. Foto: Ralf Verdonschot.*

2.4.2 Bomen of geen bomen?

Het gedeelte van de doorstroommoerassen en moerasbeken dat jaarrond nat is (beekmoeras), was waarschijnlijk in het verleden met verspreid staande bomen (els, wilg) begroeid, afgewisseld met open plekken (op de natste plekken) gedomineerd door moerasplanten, zoals zeggen (Aggenbach et al., 2014). Onder permanent geïnundeerde omstandigheden zijn zaden van bomen niet in staat te kiemen, waardoor verbossing geremd wordt. Voor hun ontwikkeling zijn bomen afhankelijk van ofwel extreme omstandigheden (langdurige droogte, waardoor plekken droogvallen die normaalgesproken nat zouden zijn) of de aanwezigheid van kleinschalig reliëf in het beekmoeras (oeverwallekes, bankjes of bultjes). Een andere mogelijkheid zijn omgevallen bomen; wanneer een boom vanaf hoger gelegen delen in het beekdal in het moeras valt, vormt deze op de plek waar het hout neerkomt micro-reliëf. De stam van de boom fungeert als een verhoging/eiland en creëert drogere omstandigheden in de verder natte omgeving. Omdat de afbraak van boomstammen langzaam verloopt, vestigen zich allerlei planten en dieren op het verterende hout (Foto 2.5). Vaak krijgen deze bomen niet de kans zich tot hun volle omvang te ontwikkelen, omdat ze door de slappe bodem van het moeras vroegtijdig omvallen, bijvoorbeeld tijdens stormen (windworp). De overstromingszone was sterker bebost. Afhankelijk van de bodemsamenstelling en het hydrologisch regime ontwikkelt zich in de overstromingszone, waar bij lage afvoer geen water boven maaiveld staat, elzenbroekbos of alluviaal bos

(Vochtige Elzen-Essenbossen). Dit bos kan weer invloed uitoefenen op het beekmoeras; in een smal beekdal kunnen breed uitwaaierende kronen van bomen in de overstromingszone of hogerop in het beekdal beschaduwning geven in het beekmoeras of de beekloop. Ten slotte kan monopolisatie van de beschikbare ruimte ook een rol in spelen bij het remmen van verbossing. Riet kan bijvoorbeeld na eenmaal tot ontwikkeling gekomen te zijn (kieming bij droogval in de zomer) het systeem lange tijd domineren, zelfs wanneer de omstandigheden na verloop van tijd minder gunstig voor deze planten zijn, bijvoorbeeld door verdroging.

2.5 Samenhang met bestaande R-typen

2.5.1 Binnen welke KRW-watertypen kunnen doorstroommoerassen en moerasbeken zich ontwikkelen?

Vertaald naar de KRW-typologie passen doorstroommoerassen en moerasbeken vooral op de typebeschrijving van langzaam stromende boven-, midden en benedenlopen op zandgrond (R4, R5; Tabel 2.1). Eventueel zouden ze ook kunnen ontstaan in vergelijkbare systemen op kalkhoudende bodem (R9, R10; geen eigen maatlatten beschikbaar, worden met de R4 en R5 maatlatten beoordeeld). Ten slotte kunnen doorstroommoerassen en moerasbeken zich ook in langzaam stromende beken op veengrond (R11, R12) ontwikkelen, mits het water niet te zuur is. Voorbeelden hiervan zijn de Eendenbeek en Getelerbeek die ooit stroomden door het oerbos Drieschicht in noordoost Twente (mond. med. B. Knol, Waterschap Vechtstromen). Grotere systemen, zoals riviertjes (R6), hebben over het algemeen een dusdanig grote afvoer dat de hydromorfologische processen in deze systemen er voor zorgen dat moerassen zich verder van de watergang af (bijv. in laagtes achter oeverwal) of in oude afgesneden armen en nevengeulen ontwikkelen. Van een moerasbeek is in dat geval geen sprake, omdat de kenmerkende graduele overgangen tussen beekloop en moeras ontbreken.

2.5.2 Slootbeken

Geëutrofieerde, gekanaliseerde en genormaliseerde waterlichamen in landbouwgebied die een deel van het jaar niet stromen kunnen een (zwaar) gedegradeerd stadium van doorstroommoerassen of moerasbeken zijn, maar alleen als ze 1.) in een oorspronkelijk beekdal liggen en 2.) in het geval dat op het moment dat deze watergangen niet meer onderhouden worden en er eventueel herinrichtingsmaatregelen plaatsvinden, zoals het herstellen van een natuurlijk profiel, de eenzijdig gerichte stroming jaarrond terugkeert en 3.) de moerasvegetatie zich kan blijven handhaven. Is dit niet het geval en verdwijnt de watergang volledig zonder beheer en onderhoud (er ontstaat een terrestrisch systeem na verlanding) dan was er sprake van een sloot (ook wel slootbeek genoemd). Het ontbreken van het optreden van een jaarrond naar benedenstrooms gerichte stroming heeft grote ecologische consequenties. Een mengvorm van een R-beektype en een M-sloottype in de tijd wordt namelijk gekenmerkt door een levensgemeenschap van algemeen voorkomende organismen die weinig eisen stellen aan het milieu, goede kolonisten zijn en zich snel ontwikkelen (de zogenoemde ubiquisten). Immers is het voor soorten afhankelijk van de sleutelfactor stroming (typische beeksoorten) die meer dan circa een half jaar nodig hebben

om zich te ontwikkelen (ei tot volwassen dier, zaad tot volgroeide plant) niet mogelijk een stabiele populatie op te bouwen. Vice versa hebben stilstaand-water-organismen hetzelfde probleem op het moment dat de watergang weer gaat stromen. In deze rapportage wordt de slootbeek niet verder behandeld.

2.5.3 Doorstroommoeras- en moerasbeekontwikkeling

Wanneer in beken niet de juiste randvoorwaarden aanwezig zijn voor het natuurlijk in stand houden van een (brede) loop, namelijk voldoende afvoer en stroming (verhang), stuurt het beheer en onderhoud de toestand waarin de beek zich bevindt. Feitelijk wordt de vegetatiesuccessie richting een moerassysteem door te maaien en eventueel te baggeren telkens teruggezet in een pionierstadium. De ontwikkeling van doorstroommoerassen en moerasbeken in een genormaliseerd en overgedimensioneerd profiel en een gekanaliseerde loop kan zowel passief als actief worden uitgevoerd.

Passieve ontwikkeling vindt plaats wanneer een beek extensiever of zelfs niet meer gemaaid wordt. Door vegetatieontwikkeling en de bijbehorende verlanding in een langzaam stromende bovenloop toe te laten (onderhoud staken) kan zich na verloop van tijd een doorstroommoeras ontwikkelen. In midden- en benedenlopen kan op dezelfde wijze een moerasbeek ontstaan, maar dit kan ook bereikt worden door in deze systemen extensiever te onderhouden (natuurvriendelijke oevers), bijvoorbeeld een vorm waarbij eenzijdig of alleen de stroombaan gemaaid wordt. Echter, onderhoud leidt in deze systemen wel tot aantasting van de gradiënt in vegetatiestructuur tussen open water en moerasvegetatie; deze wordt door het maaien scherper begrensd dan in een natuurlijke situatie het geval zou zijn. Ook het waterpeil in de moeraszone is belangrijk, op het moment dat de moeraszone bij lage waterstanden droogvalt, is er geen sprake meer van een beekmoeras (dat is immers altijd nat).

Een belangrijk aandachtspunt bij het passief omvormen van beken naar doorstroommoerassen en moerasbeken is de beschikbare ruimte/het landgebruik op de aanliggende percelen in het beekdal. Vernatting van de beekbegeleidende gronden is immers inherent aan het voorkomen van doorstroommoerassen en moerasbeken (Figuur 2.6). Ruimte in het beekdal voor het ontwikkelen van deze systemen is dan ook een belangrijke randvoorwaarde.

Wanneer er in een beekdal ruimte is voor beekdalbreed herstel kunnen doorstroommoerassen en moerasbeken actief ontwikkeld worden. Herprofilering, waarbij een natuurlijk profiel wordt gegraven (slenk, twee-fasen-profiel, zie Fig. 2.3, Foto 2.6) in combinatie met het dempen van drainerende watergangen (greppels, sloten) en het verwijderen van drainagebuizen kan de ontwikkeling van doorstroommoerassen en moerasbeken initiëren. Een andere vorm van beekherstel waarbij doorstroommoerassen of moerasbeken kunnen ontstaan is het opnieuw verbinden van een ingesneden beek met het beekdal door bodemophoging via hout/zand-inbreng (Foto 2.7).

Ten slotte moet er bij de ontwikkeling van doorstroommoerassen en moerasbeken rekening gehouden worden met de rol van eutroof en/of slibrijk beekwater op de ontwikkeling van deze systemen. Te hoge aanvoer van voedingsstoffen en afzetting van voedselrijk slib tijdens hoog water kan leiden tot het ontstaan van monoculturen van bijvoorbeeld liesgras. De ecologische consequenties van deze ontwikkeling op de langere termijn, zoals de vraag

of andere plantensoorten na verloop van tijd kansen krijgen en de dominantie doorbroken wordt, zijn op dit moment nog niet duidelijk.



Foto 2.6: Herprofilering van de Geeserstream. Er is gekozen voor een laagte met als doel moerasontwikkeling te stimuleren (Foto: Piet Verdonschot).

2.5.1 Moeten doorstroommoerassen en moerasbeken worden beschouwd als aparte watertypen of subtypen van de bestaande KRW-typen?

Doorstroommoerassen en moerasbeken zijn geen aparte watertypen, maar een variant van langzaam stromende laaglandbeken waar ten minste enige vorm van moerasontwikkeling plaatsvindt in de beek en het beekdal (beekmoeras en/of overstromingsvlakte), of plaats zou kunnen vinden na het nemen van beekherstelmaatregelen met een doorstroommoeras of moerasbeek als streefbeeld. Of een waterlichaam als een regulier beektype (R4 of R5) beoordeeld moet worden, of dat de moerasvariant (R4_m of R5_m) gebruikt kan worden, is daarnaast ook afhankelijk van of er aan de systeemrandvoorwaarden wordt voldaan die gelden voor een doorstroommoeras en een moerasbeek, zoals beschreven in paragraaf 2.1 en 2.2.



Foto 2.7: Vernatting van laagtes langs de Leuvenumse beek door houtinbreng en zandsuppletie leidt tot het ontstaan van moerasbeektrajecten. Er is zich een smal beekmoeras en een brede overstromingsvlakte aan het ontwikkelen. Foto: Ralf Verdonschot.

Tabel 2.1: Overzicht van de KRW-typen waarin zich doorstroommoerassen en moerasbeken kunnen ontwikkelen. + kansrijk in geval van lage afvoer/gering verhang, +/- in sommige gevallen geschikt, - niet geschikt.

KRW-type	Code	Doorstroommoeras	Moerasbeek	Opmerking
Droogvallende bron	R1	-	-	Bronnen waar het water niet sterk geconcentreerd maar diffuus uittreedt, kunnen kenmerken hebben van een doorstroommoeras.
Permanente bron	R2	-	-	
Droogvallende langzaam stromende bovenloop op zand	R3	-	-	
Permanente langzaam stromende bovenloop op zand	R4	+	-	Droogval hindert moerasontwikkeling
Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand	R5	-	+	
Langzaam stromend riviertje op zand/klei	R6	-	-	
Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei	R7	-	-	In riviertjes/rivieren is de afvoer gewoonlijk te groot voor diffuse overgang water-land. Moerassen ontwikkelen zich vaak verder van rivier af (achter oeverwal) of in oude armen
Zoet getijdenwater op zand/klei	R8	-	-	
Langzaam stromende bovenloop op kalkhoudende bodem*	R9	+	-	
Langzaam stromende midden-/benedenloop op kalkhoudende bodem*	R10	-	+	Langzaam stromende beken op lössgrond in Zuid Limburg; worden beoordeeld met maatlatten R04/R05
Langzaam stromende bovenloop op veenbodem	R11	+/-	-	
Langzaam stromende midden-/benedenloop op veenbodem	R12	-	+/-	
Snelstromende bovenloop op zand	R13	-	-	Stroomsnelheid te hoog voor moerasontwikkeling
Snelstromende midden-/benedenloop op zand	R14	-	-	
Snelstromende riviertje op kiezelhoudende bodem	R15	-	-	
Snelstromende rivier/nevengeul op zand/grind	R16	-	-	
Snelstromende bovenloop op kalkhoudende bodem	R17	-	-	
Snelstromende midden-/benedenloop op kalkhoudende bodem	R18	-	-	

* geen maatlatten voor beschikbaar omdat deze niet of nauwelijks in Nederland voorkomen

3 Fytobenthos

3.1 Inleiding

De KRW

In de Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG) vormt het fytobenthos onderdeel van de biologische kwaliteitselementen waarmee de ecologische toestand van stilstaande en stromende wateren beschreven wordt. In de goede ecologische toestand van beken en plassen kunnen de taxonomische samenstelling en de abundantie van het fytobenthos licht veranderd zijn ten opzichte van de referenties, maar wordt het fytobenthos 'niet negatief beïnvloed door bacterievlokken en -lagen ten gevolge van menselijke activiteiten' (Richtlijn 2000/60 EG, Bijlage V).

Wat is fytobenthos?

Onder het fytobenthos rekenen we alle vastzittende micro- en macroalgen. Strikt genomen heeft de term alleen betrekking op plantaardige organismen die op de bodem leven, vastgehecht of vrij bewegend. Maar in het algemeen spraakgebruik gebruiken we de term voor algen in het aangroeisel van allerlei substraten: water- en oeverplanten, stenen, grind, sediment, stamhout, takken en beschoeiing. Fytobenthos komt in alle oppervlaktewateren voor, stromend en stilstaand, zoet, brak en zout, permanent en periodiek droogvallend.

In de meeste gevallen bestaat een groot deel van de biomassa van het fytobenthos uit groenwieren (Chlorophyta) en kiezelwieren (Bacillariophyceae). Vrijwel steeds zijn ook andere algengroepen vertegenwoordigd, met name blauwalgen (Cyanophyta), geel-groene algen (Xanthophyceae) en roodwieren (Rhodophyta) (Simons et al. 1999). Diverse soorten draadvormige groenwieren kunnen hechte matten vormen die door de vorming van zuurstofbellen kunnen gaan drijven. Dit noemen we 'flab' (*floating algal biomass*).

Fytobenthos en waterkwaliteit

De belangrijkste voorwaarde voor fytobenthos is licht. In troebel water is de verspreiding van fytobenthos beperkt tot de meest ondiepe delen en tot ondergedoken stengels van oeverplanten. In helder water is de bodem bedekt met fytobenthos tot op een diepte van twee keer de zichtdiepte. Ook aanwezige ondergedoken vegetatie is in meer of mindere mate begroeid met algen, afhankelijk van de plantensoort en de voedselrijkdom van het water.

We weten weinig over de taxonomische samenstelling en abundantie-ontwikkeling van het fytobenthos in relatie tot waterkwaliteit. Alleen van de groep kiezelwieren is veel informatie beschikbaar. De groep van benthische diatomeeën wordt in Nederland al enkele decennia toegepast in de beoordeling van oppervlaktewater (onder andere Van Dam, 1973 en 1975; Van Dam et al., 1994). Om toch een invulling te kunnen geven aan het element fytobenthos voor de KRW, is daarom in 2003 gekozen voor diatomeeën bij de uitwerking van referenties en maatlatten (Van den Berg, 2004).

Maatlatontwikkeling fytoenthos in algemene zin

Bij de ontwikkeling van de maatlat is in eerste instantie gekozen voor een opzet met positieve en negatieve indicatoren uit de groep van bentische kiezelwieren. Bij de eerste validatieronde in 2006 is besloten om de concept-maatlatten voor stilstaande wateren vooralsnog niet te gaan toepassen vanwege onvoldoende onderbouwing. De intentie om een betrouwbaarder fytoenthosmaatlat af te leiden, mede gestoeld op resultaten van de intercalibratie, bleef op papier nog lange tijd bestaan (Van der Molen & Pot, 2007; Van der Molen et al., 2012), maar inmiddels is besloten om voor stilstaande wateren met uitzondering van vennen, geen fytoenthosmaatlat meer te gaan ontwikkelen.

Voor stromende wateren is een alternatieve maatlat ontwikkeld op basis van de IPS (*Indice de Polluosensitivité Spécifique*), een internationaal veelgebruikt indicatorsysteem voor kiezelwieren (Van Dam, 2007). Deze maatlat is in de jaren daarna afgestemd met fytoenthosmaatlatten van andere Europese landen uit dezelfde geografische zone.

3.2 Maatlatontwikkeling kwaliteitselement fytoenthos

Algemeen

Zowel in de beekloop(jes) als in het moeras zal fytoenthos op de meeste beschikbare substraten aanwezig zijn en dan met name bentische diatomeeën en groenalgen. Op plaatsen met weinig of geen stroming, waar slib accumuleert, zullen op de bodem de epipelische taxa domineren (kiezelwieren die leven op slib). Soorten uit de geslachten *Navicula* s.l. en *Nitzschia* zullen hier met veel soorten vertegenwoordigd zijn. Waar meer stroming is, zullen epipsammische of epilithische soorten groeien (kiezelwieren die leven op zandkorrels of stenen). Hier, en op in het water groeiende hogere planten, vinden we soorten uit de geslachten *Achnanthes* s.l., *Cymbella* s.l., *Diatoma*, *Eunotia*, *Fragilaria* en *Gomphonema*. Overigens zijn er slechts enkele soorten kiezelwieren die vaker voor lijken te komen in stromende dan in stilstaande wateren, te weten *Aulacoseira crenulata*, *Ceratoneis arcus*, *Diatoma mesodon* en *Meridion circulare*. De reden hiervoor hoeft overigens niet de stroming te zijn; het kan ook een hoge zuurstofbehoefte zijn die de habitatvoorkeur van deze soorten verklaart.

Kiezelwieren in beek en moeras

De soortensamenstelling van kiezelwieren wordt primair bepaald door factoren als ionenrijkdom en alkaliteit (die van nature gerelateerd zijn aan de trofiegraad) en secundair door de zuurstofhuishouding (die vooral gerelateerd is aan de organische belasting en in beken ook de stroomsnelheid). De IPS is een maat die vooral de gevoeligheid van een kiezelwier aangeeft voor organische belasting, gepaard gaand met sterker fluctuerende en lagere zuurstofgehalten. In het moeras zal door minder stroming en zelfs stagnerende watermassa's detritus accumuleren en zal de zuurstofhuishouding anders zijn dan in de loop. Daardoor zal de soortensamenstelling tussen de beekloop(jes) en het moeras verschillen.

In een niet tot weinig belaste situatie kunnen we in de beekloop van een moerasbeek een groter aandeel oligo- tot β -mesosaprobionte soorten verwachten dan in het moerasdeel en in het moerasdeel een groter aandeel α -mesosaprobionte tot polysaprobionte soorten. Door de hoge verblijftijd van het water in het moerasdeel leiden microbiële afbraakprocessen in de

bodem en het water dagelijks tot relatief hoge gehalten van ammonium en opgeloste organische stof en lage zuurstofgehalten (mits er geen sterke kwelvoeding optreedt). Hiervoor gevoelige soorten zullen verdrongen worden door tolerantere soorten. In het doorstroommoeras is de saprobiegraad lager dan in het moerasdeel van de moerasbeek, als gevolg van een lagere primaire productie (minder nutriënten) en een geringere aanvoer van gemakkelijk afbreekbare organische stof. Vermoedelijk zullen hier vooral oligo- en β -mesosaprobionte kiezelwieren voorkomen.

3.2.1 Data-analyse

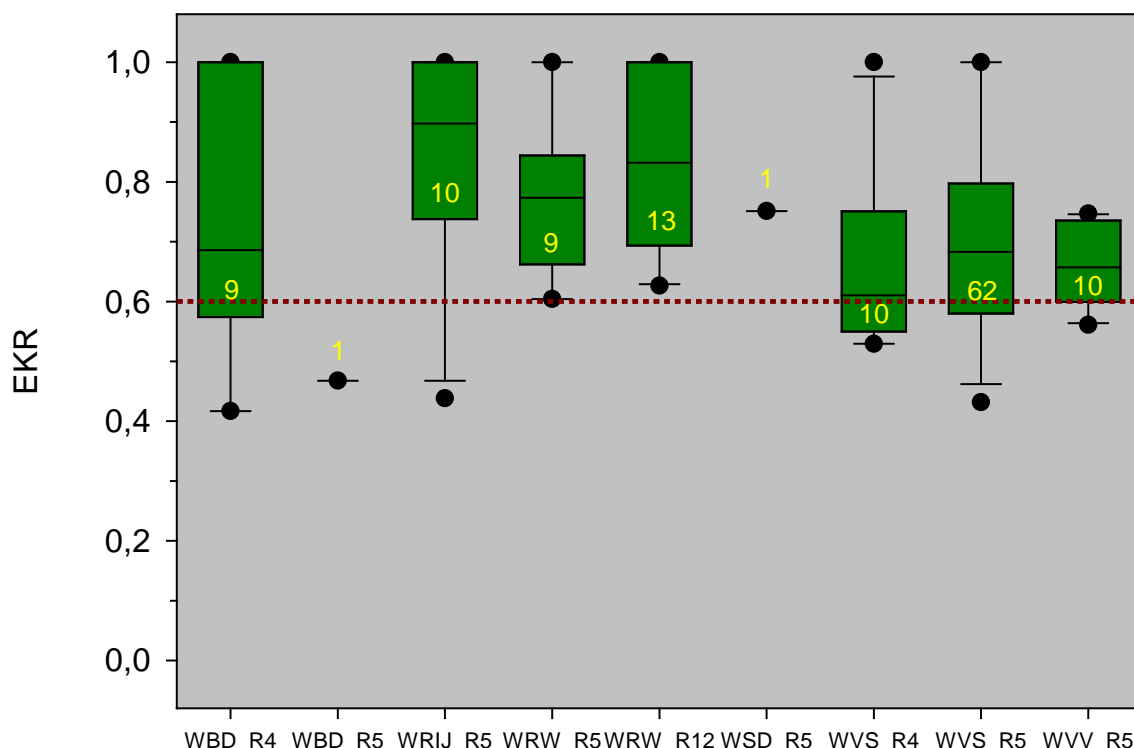
EKR huidige beektypen

Van 187 monsters afkomstig uit 125 beken of beektrajecten van de typen R4, R5 en R12 en verzameld in de periode 2005-2010 is de kiezelwiergemeenschap bestudeerd en de EKR berekend. Het gaat hier om door de waterschappen aangeleverde data en eigen gegevens. Gegevens zijn afkomstig van de waterschappen Brabantse Delta, de Dommel, Rijn en IJssel, Vallei en Veluwe, Vechtstromen en Reest en Wieden (momenteel deel uitmakend van Drents-Overijsselse Delta). Binnen de dataset vallen ook beken die bekend staan om hun van tijd tot tijd lage stroomsnelheden, gestuwde karakter, of zelfs hun tijdelijke droogval. Van een aantal beken zijn data beschikbaar van meerdere tijdstippen uit deze periode. Driekwart van de monsters (74%) wordt met de huidige diatomeeënmaatlat beoordeeld als Goed of Zeer goed (Tabel 3.1). Slechts enkele monsters worden beoordeeld als Ontoereikend en geen enkele als Slecht. De mediane EKR bedraagt 0,717. Opgemerkt moet worden dat er is beoordeeld met de maatlat voor natuurlijke wateren, doelstellingen voor sterk veranderde of kunstmatige wateren kunnen lager liggen.

Tabel 3.1: KRW-beoordeling diatomeeënmonsters beken.

Kwaliteitsklasse KRW		Aantal monsters	Beoordeling vallend in kwaliteitsklasse (%)
ZG	Zeer goed	43	23
G	Goed	96	51
M	Matig	44	24
O	Ontoereikend	4	2
S	Slecht	0	0
		187	

Enkele beken, met name in het beheergebied van het voormalige waterschap Reest en Wieden, zijn in de periode 2005-2015 op meerdere punten bemonsterd. Deze zijn in de analyse apart onderscheiden. Een aantal beken en meetpunten is in dit tijdvak vaker bemonsterd; de gemiddelde EKR van deze punten is gegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1: Boxplots van de EKR's per waterbeheerder (afkorting W: waterschap, BD: Brabantse Delta, RIJ: Rijn en IJssel, RW: Reest en Wieden, D; de Dommel, VS: Vechtstromen, VV: Vallei en Veluwe) en beektype (KRW- type R4, R5 en R12). Het aantal beken/beektrajecten is met gele cijfers in de boxen aangegeven. Voor de meetpunten waarvan in de periode 2005-2015 meerdere monsters beschikbaar waren, is de gemiddelde EKR gegeven.

Figuur 3.1 en Tabel 3.2 tonen dat er behoorlijke verschillen bestaan in de EKR tussen de beheergebieden. In het beheergebied van Reest en Wieden hebben alle beken/meetpunten van de typen R5 en R12 een gemiddelde EKR hoger dan 0,6. In het beheergebied van Rijn en IJssel geldt dat voor negen van de tien R5-typen. De R5-beken in het beheergebied van Vechtstromen scoren het laagste: hier krijgt 69% een EKR groter of gelijk aan 0,6. Opgemerkt moet worden dat de data van Reest en Wieden en Vechtstromen een bredere en wellicht representatievere selectie van beken omvatten dan de gegevensset aangeleverd door de waterschappen zelf. Door aanvulling met eigen gegevens bezitten we van de Drentse en Overijssels beken niet alleen van meerdere meetpunten data, maar ook van meerdere jaren. De belangrijkste boodschap van deze analyse is dat, met uitzondering van het type R4 in Vechtstromen, een ruime meerderheid van de door de beheerders aangeleverde beken en de door onszelf verzamelde data erg hoog beoordeeld wordt met de huidige diatomeeënmaatlat voor deze typen. In de gevallen waar het GEP voor overige waterflora onder EKR = 0,6 ligt, wordt nog beter gescoord dan Tabel 3.2 laat zien. We hebben niet de beschikking over data van het beektype R11.

Tabel 3.2: Percentage beken/beeektrajecten (%) van totaal (n) met $EKR \geq 0,6$.

Waterbeheerder	R4		R5		R12	
	%	n	%	n	%	n
Brabantse Delta	78	9	0	1		
Rijn en IJssel			90	10		
Reest en Wieden			100	9	100	13
De Dommel			100	1		
Vechtstromen	50	10	69	62		
Vallei en Veluwe			80	10		

EKR en de indicaties voor saprobie en zuurstofhuishouding

Aan de in de monsters aangetroffen diatomeeën zijn indicatorwaarden voor saprobie en zuurstofhuishouding toegekend, gebaseerd op Van Dam *et al.* (1994) en latere updates beschikbaar gesteld door Van Dam & Mertens (pers. meded.). Uit de gemiddelde abundanties van de soorten en hun frequentie in de monsters is vervolgens de gemiddelde abundantieverdeling over de saprobie- en zuurstofklassen berekend voor de monsters met een overeenkomstig KRW-beoordelingsresultaat.

Hieruit kunnen we afleiden dat de 'grens' tussen Goed en Matig ligt bij de overgang van overheersend oligosaprobionte en β -mesosaprobionte soorten, naar overwegend α -meso- en polysaprobionte soorten (Tabel 3.3). De indicatiewaarden nemen toe van 2,0 (β -mesosaproob) in de klasse Zeer goed, tot 3,3 (α -Meso- tot Polysaproob) in de klasse Ontoereikend.

Tabel 3.3: Gemiddelde abundantie per saprobieklasse in Zeer goede (ZG) tot Ontoereikende monsters (O; zie Tabel 3.1 voor afkortingen van de kwaliteitstoestanden).

Saprobieklasse	ZG	G	M	O
1 Oligosaproob	17	13	7	8
2 β -Mesosaproob	55	43	25	14
3 α -Mesosaproob	7	18	30	24
4 α -Meso-polysaproob	4	10	22	30
5 Polysaproob	1	2	8	14
? Onbekend	15	14	8	11
Indicatiewaarde	2,0	2,4	3,0	3,3
Aantal monsters	43	96	44	4

Wat zuurstofhuishouding betreft vinden we in de klassen Zeer Goed en Goed overwegend soorten met een vrij hoge tot hoge zuurstofbehoefte en in Matig en Ontoereikend overheersend soorten met een gemiddelde tot lage zuurstofbehoefte (Tabel 3.4). De indicatiewaarden nemen toe van 1,6 (zuurstofbehoefte hoog) in de klasse Zeer goed, tot 3,2 (zuurstofbehoefte gemiddeld tot vrij laag) in de klasse Ontoereikend. Overigens maken beide tabellen ook duidelijk dat van tien tot dertig procent van de aangetroffen soorten geen indicatorwaarde bekend is. Dit is voor een belangrijk deel het gevolg van de ingrijpende

taxonomische wijzigingen in de laatste twintig jaar. Er is een inhaalslag nodig aan onderzoek om onze beoordelingssystemen hierop aan te passen.

Tabel 3.4: Gemiddelde abundantie per zuurstofbehoefteklasse in Zeer goede (ZG) tot Ontoereikende monsters (O; zie Tabel 3.1 voor afkortingen van de kwaliteitstoestanden).

Zuurstofbehoefte	ZG	G	M	O
1 Hoog (~ 100%)	47	33	11	9
2 Vrij hoog (75-100%)	8	7	8	7
3 Gemiddeld (> 50%)	11	22	31	32
4 Vrij laag (> 30%)	5	12	33	38
5 Laag (~ 10%)	0	0	1	1
? Onbekend	29	25	16	13
Indicatiewaarde	1,6	2,2	3,1	3,2
Aantal monsters	43	96	44	4

Voorbeeldsoorten

Tabel 3.5 toont voor elk van de vijf saprobie-indicatieklassen, de vijf meest verspreide soorten. ‘Schoon water-soorten’ komen ook veelvuldig voor in wateren met overwegend ‘Vuil water-soorten’ en omgekeerd. Vermoedelijk is sprake van een redelijke tolerantie onder de algemenere taxa.

Langjarige ontwikkeling

Van enkele Drentse beken in beheer bij het waterschap Reest en Wieden (per 1 januari 2016 waterschap Drents-Overijsselse Delta) beschikken we over meerdere waarnemingen in de periode 2005-2015. We presenteren hier de langjarige ontwikkeling op verschillende punten in het Oude Diep, de Oude Vaart en de Reest. Deze drie beken kampen alle met een te lage en een te beperkte variatie in de stroomsnelheid, althans voor een regulier R5 beektype. Onderstaande beschrijvingen zijn overgenomen uit het Waterbeheerplan 2016-2012 (WRW 2015).

Oude Diep

Het waterlichaam Oude Diep is een langzaam stromende, meanderende beek. In gebieden met een natuurfunctie is de inrichting van de beek aangepast door profielwijzigingen en hermeandering. In landbouwgebieden is het genormaliseerde beekprofiel gehandhaafd. Ten behoeve van de wateraanvoer voor de landbouw wordt de bovenloop van gebiedsvreemd water voorzien. De hydromorfologie van de bovenloop is in de natuurgebieden gedeeltelijk hersteld naar een meer natuurlijke situatie. In de middenloop zijn de laatste jaren maatregelen uitgevoerd gericht op natuurontwikkeling. Grote gedeelten van het beektraject zijn inmiddels hersteld, al is de variatie in dwarsprofiel en stroming nog beperkt. Een aantal trajecten is nog niet opnieuw ingericht, omdat de eigendomssituatie dat nu nog niet toelaat. Door de wisselende functies natuur en landbouw beekherstel over de gehele lengte (nog) niet mogelijk.

In de periode 2005-2015 zijn op vijf punten diatomeeën bemonsterd. Alleen op het meest stroomopwaartse punt (OUDD1) was de EKR op drie van de vier tijdstippen lager dan 0,6 (Figuur 3.2). In 2014 werd ook hier een EKR groter dan 0,6 gemeten.

Oude Vaart

Het watersysteem is geheel ingericht om te voldoen aan de landbouwfunctie rondom de beek. De beek heeft echter ook een ecologische functie. Echter, ten aanzien van deze functie voldoet het systeem niet aan het streefbeeld van een (half)natuurlijke beeksysteem. De belangrijkste ingrepen als normalisatie, overdimensionering en een tegen-natuurlijk peilbeheer (laag in de winter en hoog in de zomer) hebben geleid tot lage stroomsnelheden, weinig inundatie en stuwen die voor vissen niet passeerbaar zijn.

In de periode 2005-2015 zijn op drie punten diatomeeën bemonsterd. Op alle drie deze meetpunten was de EKR steeds hoger dan 0,7 (Figuur 3.2).

Tabel 3.5: Meest algemene soorten per saprobie-indicatieklasse en hun frequentie in de monsters, waarbij de monsters uit de klassen Zeer goed en Goed, respectievelijk Matig en Ontoereikend zijn samengenomen.

Taxonnaam	Frequentie (%)	
	ZG - G	M - O
Oligosaprobiont	39	24
<i>Fragilaria famelica</i>	71	58
<i>Fragilaria gracilis</i>	47	31
<i>Eunotia minor</i>	34	15
<i>Eunotia implicata</i>	23	6
<i>Fragilaria tenera</i>	21	10
β-Mesosaprobiont	65	37
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	83	52
<i>Cocconeis placentula</i>	76	50
<i>Navicula radiosa</i> [1]	60	23
<i>Eunotia bilunaris</i>	55	38
<i>Gomphonema acuminatum</i>	51	21
α-Mesosaprobiont	58	67
<i>Melosira varians</i>	73	79
<i>Navicula gregaria</i>	62	85
<i>Ctenophora pulchella</i>	54	44
<i>Hippodonta capitata</i>	53	63
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	47	63
α-Meso-polysaprobiont	51	62
<i>Gomphonema parvulum</i>	91	90
<i>Ulnaria ulna</i>	56	58
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	47	63
<i>Planothidium frequentissimum</i>	30	58
<i>Sellaphora seminulum</i>	29	40
Polysaprobiont	23	38
<i>Nitzschia palea</i>	68	94
<i>Nitzschia adamata</i>	25	48
<i>Gomphonema parvulum</i> f.	15	27
<i>Nitzschia capitellata</i> [1]	4	10
<i>Nitzschia tubicola</i> [1]	4	13

Reest

De Reest heeft nog haar oorspronkelijke meanderende vorm, maar ligt in een open beekdal en de afvoer is relatief laag. Door het verdwijnen van hoogveenvlaktes is het oorspronkelijke afstroomgebied aanzienlijk beperkt. Deze vlaktes zijn nu goed ontwaterde landbouwgebieden die niet meer afwateren via de Reest. In het stroomgebied van de middenloop watert in de winter een deel af via de Reestvervangende leiding en ook piekafvoeren worden via deze waterloop afgevoerd. Hierdoor is de afvoer in de Reest zelf sterk afgenomen waardoor de stroomsnelheid laag is, maar ook overdimensionering in de midden- en benedenloop en tegennatuurlijk peilbeheer door middel van stuwen dragen hieraan bij.

In de periode 2005-2015 zijn op drie punten diatomeeën bemonsterd. In deze dataset is één keer een EKR lager dan 0,6 gemeten. Het betreft het meest stroomopwaarts gelegen punt (REEST3; Figuur 3.2). Op dit punt zijn de EKR's ook eerder relatief laag geweest ten opzichte van de andere twee meetpunten.

Algemeen

De langjarige ontwikkeling van de EKR in de drie Drentse beken laat zien dat de EKR op de maatlat binnen twee kwaliteitsklassen kan fluctueren. Op de meeste meetpunten betreft het de klassen Goed en Zeer goed. Omdat de bemonsteringen en analyses steeds in dezelfde maand en op dezelfde wijze zijn uitgevoerd, zijn deze fluctuaties vermoedelijk het gevolg van variaties in de waarde van omgevingsparameters, bijvoorbeeld de temperatuursontwikkeling in het voorjaar, met daaraan gekoppeld de activiteit van diatomeeëngrazers.

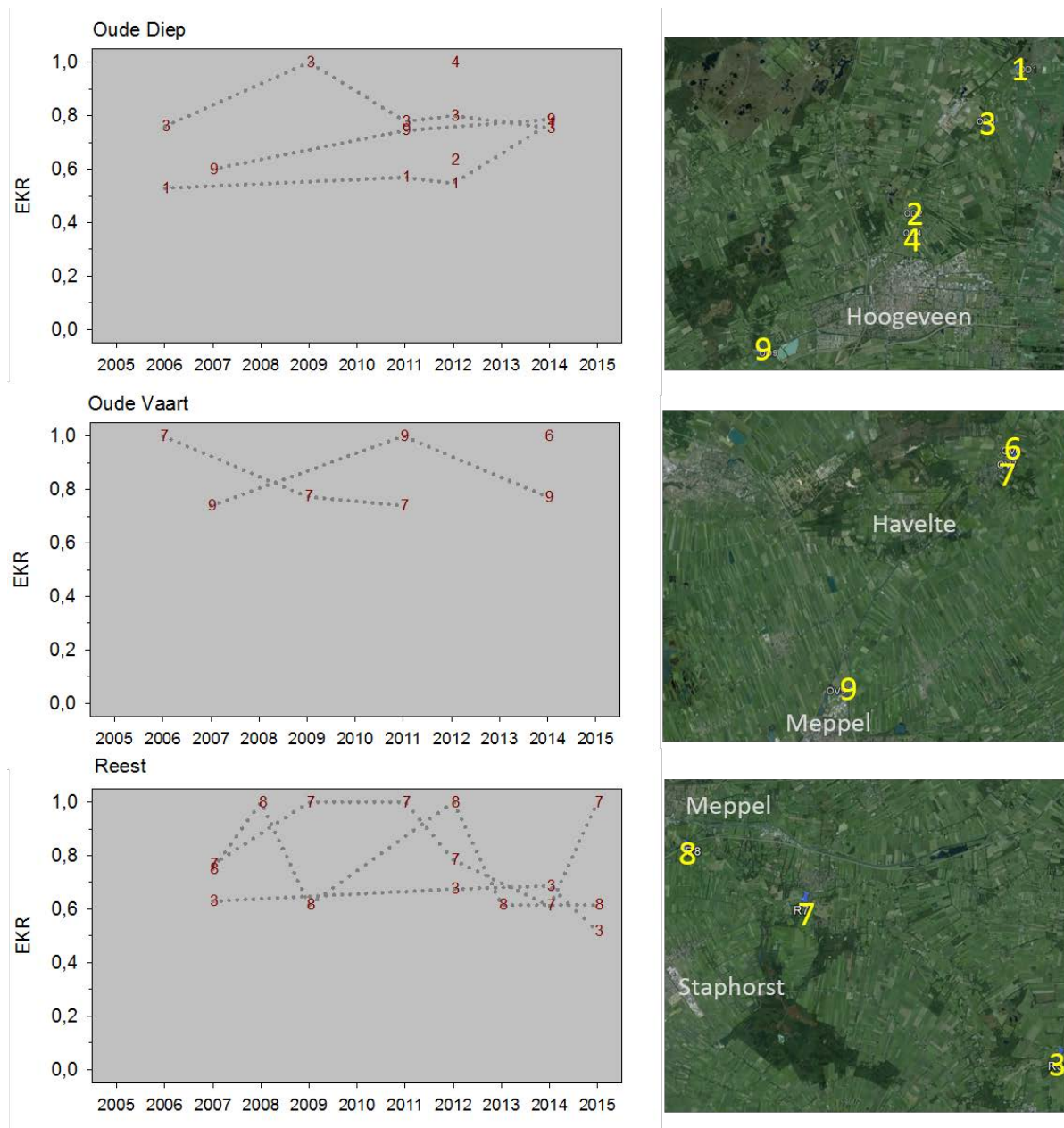
3.2.2 Consequenties voor de maatlat

Maatlat voor beek en moeras?

Voor een beoordeling van de ecologische kwaliteit van doorstroommoerassen en moerasbeken in de lijn van de KRW stellen wij voor om de diatomeeënmaatlat alleen toe te passen op de aanwezige beekloop(jes) en geen maatlat te ontwikkelen voor het moeras. Hiervoor zijn twee redenen:

- 1 Een doorstroommoeras en het moerasdeel van een moerasbeek kunnen bijzondere habitats voor diatomeeën bieden, met name wanneer zich hydrologische gradiënten kunnen ontwikkelen. In onze KRW-beoordeling worden diatomeeën echter alleen gebruikt voor een beoordeling van de zuurstofhuishouding (in stromende wateren) en van de mate van verzuring en vermesting (in niet tot zwak gebufferde, stilstaande wateren). Er zijn veel te weinig data beschikbaar om ons een beeld te kunnen vormen van de soortensamenstelling van diatomeeën in moerasmilieu's in Nederland. Met andere woorden, er is op dit moment geen goede referentie op te stellen als grondslag voor een maatlat voor dit type moerassystemen. Of het zinvol is om in de toekomst een maatlat voor dit habitatype te ontwikkelen, moet worden afgewogen op basis van de extra informatie die kiezelwieren zouden kunnen opleveren omtrent de ecologische kwaliteit naast de indicatieve waarde van o.a. macrofauna en hogere planten.

- 2 In de moerasbeek zal de soortensamenstelling van de kiezelwiegemeenschap in sterke mate bepaald worden door de kwaliteit van het beekwater, maar daarnaast ook door andere, niet volledig aan het type of de mate van beïnvloeding gerelateerde processen, zoals droogval, temperatuursontwikkeling in het voorjaar, beschaduwing en begrazing door macrofauna. Het is de verwachting dat deze tweede set factoren in moerassen een sterker effect hebben op de diatomeeëngemeenschap dan in de beekloop zonder daarmee duidelijke informatie over de toestand van het systeem te verschaffen. Voor een beoordeling van de ecologische kwaliteit van de moerasbeek achten wij een bemonstering van kiezelwieren in het beekmoeras of de overstromingszone daarom minder passend bij het doel van de beoordeling.



Figuur 3.2: Ontwikkeling van de EKR (maatlat 2012) in drie laaglandbeken in Drenthe. De stroomrichting is van de lage meetpuntnummers naar de hoge meetpuntnummers.

Aangepaste maatlat voor de beekloop?

Wij stellen voor om de klassegrenzen van de diatomeeënmaatlat niet aan te passen voor de beekloop, om de volgende twee redenen:

- 1 Ondanks de sterke hydromorfologische aantasting van veel laaglandbeken scoort een groot deel van de onderzochte beken goed op de diatomeeënmaatlat. De mediane EKR bedraagt ruim 0,7. Dit is begrijpelijk, omdat de soortensamenstelling van diatomeeën vooral een indruk geeft van de zuurstofhuishouding en daaraan ten grondslag liggende belasting aan organische stof, en niet direct van andere sturende factoren zoals de stroomsnelheid.
- 2 Relatief lage EKR's gaan gepaard met relatief hoge aandelen van soorten die indicatief zijn voor hogere belastingen met organische stof tot het niveau van α -mesosaprobie of polysaprobie. Er van uitgaande dat een goede ecologische toestand gekenmerkt is door een niveau van ten hoogste β -mesosaprobie, zijn dit situaties die in het beekdeel getuigen van een te hoge menselijke druk (afspoeling van meststoffen, overstorten).

Dat betekent dat de klassegrenzen voor de maatlat, zoals gepresenteerd in Van der Molen et al. (2012) en gereproduceerd in Tabel 3.6, gehandhaafd kunnen blijven.

Tabel 3.6: *Klassegrenzen voor de maatlat kiezelwieren; de EKR binnen klassen wordt berekend uit een lineair verband tussen de IPS en de EKR binnen het interval waarin de IPS valt (Bron: van der Molen et al. 2012).*

Maatlat	KRW-type	Ze er goed- Goed	Goed- Matig	Matig- Ontoereikend	Ontoereikend- Slecht
IPS	R4, R5, R6, R7, R8, R12, R16	17	13	9	5
	R14, R15, R17, R18	15,5	12,5	9,5	6,5
EKR	Alle R-typen	0,8/1,0 *)	0,6	0,4	0,2

*) De EKR-score 0,8 wordt alleen gebruikt voor de berekening van de EKR in de klasse Goed. Omdat de referentie samenvalt met de ondergrens van de klasse Zeer goed krijgen alle IPS-waarden $\geq 15,5$ de EKR-score 1,0.

Toepasbaarheid

De maatlat kiezelwieren is een deelmaatlat voor het kwaliteitselement Overige waterflora. Voor het eindoordeel wordt de score op deze deelmaatlat gemiddeld met die van de deelmaatlaten voor macrofyten. Omdat de score op de maatlat kiezelwieren in de meeste gevallen goed tot zeer goed is, wordt het kwaliteitselement Overige waterflora beter beoordeeld dan het geval zou zijn op grond van alleen de hogere planten. Omdat Overige waterflora in de praktijk vaak geïnterpreteerd wordt als vegetatie, bestaat de kans dat een verkeerd beeld ontstaat over de ontwikkeling van de vegetatie in de beek. Om dit vertekende beeld te voorkomen, zou het resultaat van de kiezelwiermaatlat los van het resultaat van de macrofytenmaatlat gepresenteerd moeten worden.

In feite is de kiezelwiermaatlat een pragmatische invulling van een beoordelingssysteem voor fyto-benthos. Fyto-benthos vervult een rol als primaire producent naast macrofyten en treedt in sommige watertypen, bijvoorbeeld snel stromende beken met stenige bodem, veel

sterker op de voorgrond dan hogere planten. Vandaar de opname in het kwaliteitselement Overige waterflora. Maar zoals al beschreven in paragraaf 3.1 bestaat fyto-benthos uit veel meer algengroepen dan alleen kiezelwieren. Een gemeenschap waarvoor stuurfactoren als stroomsnelheid, licht, macro-ionensamenstelling, nutriëntenbeschikbaarheid, zuurstofgehalte van belang zijn. Omdat we in Nederland alleen ervaring hebben met kiezelwieren, is ervoor gekozen om alleen voor deze groep een maatlat te ontwikkelen. Daarbij is gekozen voor een oude, beproefde maatlat, die in feite een maatlat is voor verontreiniging, ontwikkeld in de vorige eeuw in een tijd dat er nog volop ongezuiverd afvalwater geloosd werd. Omdat we op het gebied van de zuivering van afvalwater en het saneren van overstorten in de afgelopen decennia veel stappen gezet hebben, is de score op deze kiezelwiermaatlat meestal goed. Er zijn tegenwoordig maar weinig wateren meer met een saprobiegraad hoger dan β -mesosaproob. Aan de andere kant zijn er aanwijzingen dat de biodiversiteit onder de kiezelwieren van beken tegenwoordig lager is dan in de jaren dertig van de vorige eeuw (Verweij, pers. meded.). Destijds zeldzamere soorten worden nu niet of nauwelijks meer gevonden. Dit aspect komt wellicht niet goed tot uitdrukking in de beoordeling volgens de IPS-methode en vraagt om nader onderzoek.

4 Macrofyten

4.1 Inleiding

Voor de samenstelling van de vegetatie is herkomst van het water van groot belang. De binnen moerasbeken voorkomende moerassige vegetaties kunnen naar de aard van de voeding worden onderscheiden in beekmoerassen en doorstroommoerassen.

Beekmoerassen worden gevoed door over- en doorstromend beekwater, al dan niet in combinatie met grondwater (kwel), terwijl doorstroommoerassen alleen worden gevoed door grondwater. Doorstroommoerassen komen optimaal ontwikkeld voor in natte grondwatergevoede laagtes in het oorspronggebied van beken, maar kunnen op kleinere schaal ook voorkomen in de flanken van beekdalen op plekken waar een sterke aanvoer van grondwater vanuit de hoger gelegen delen optreedt (Figuur 2.2, hoofdstuk 2). Voor informatie over het functioneren en de vegetatiesamenstelling van min of meer natuurlijke beekmoerassen (*Auen-Überflutungsmoore*) en doorstroommoerassen (*Durchströmungsmoore*) is gebruik gemaakt van het overzicht van veenvormende systemen door Succow en Joosten (2001).

Kenmerkend voor de beekmoerassen zijn hoog opgaande moerasvegetaties, bestaande uit emerse waterplanten (riet, lisdodde, liesgras, egelskop, gele lis e.d.), grote-zeggenvegetaties en elzen- en wilgenbroek. Veenvorming verloopt traag en het gevormde veen wordt gekenmerkt door een relatief hoog gehalte aan minerale delen. Een voorbeeld van een beekmoeras in ontwikkeling is te vinden in de Geeserstream waar de aanwezige beekloop is gedempt en vervangen door een ondiepe laagte (Didderen et al., 2008).

De vegetatie in natuurlijke doorstroommoerassen bestaat overwegend uit soortenrijke kleine-zeggenvegetaties met daarin veel (in Nederland zeldzaam geworden of uitgestorven) slaapmossen ('*Braunmoose*'). Onder ongestoorde omstandigheden kunnen zich dikke pakketten zeggenveen vormen. Voor waterbeheerders zijn vooral de kleinere doorstroommoerasjes van belang, die voorkomen in de flanken van de beekdalen. Grotere doorstroommoerassen die zich in bovenloopgebiedjes van beken kunnen ontwikkelen na verwijderen van de beekloop zullen meestal in beheer zijn of komen van natuurbeheerders van de verschillende terreinbeherende organisaties. Een voorbeeld van een doorstroommoeras in ontwikkeling is de Holmers, in het oorspronggebied van het Amerdiep (Foto 2.2, hoofdstuk 2).

Op basis van de beschrijvingen uit Succow en Joosten (2001) is in tabel 4.1 aangegeven welke vegetaties uit 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al., 1995; Stortelder et al., 1999) voor beide typen moerassen kenmerkend zijn. In de tabel zijn alleen vegetatietypen op een hoger ordeningsniveau (verbonden en orden) aangegeven. De door Succow en Joosten behandelde voorbeelden zijn voornamelijk afkomstig zijn uit Oost-Europa, waar op lager niveau (associaties) vegetatietypen voorkomen die niet goed inpasbaar zijn in de Nederlandse vegetatie-indeling. Dat geldt met name voor de doorstroommoerassen. Deze komen in Nederland al langere tijd niet meer voor en de kenmerkende vegetaties worden daarom ook niet altijd beschreven in 'De Vegetatie van Nederland'. Er komen in Nederland

wel verwante vegetaties voor (bijvoorbeeld trilvenen in het laagveengebied), maar deze wijken qua standplaats en floristische samenstelling vaak te veel af van de voor doorstroommoerassen kenmerkende vegetatietypen om ze als referentie te kunnen gebruiken.

Tabel 4.1: Vegetatiekundige samenstelling moerasbeken en doorstroommoerassen op basis vegetatietypen uit 'De vegetatie van Nederland' (DVN; Schaminée et al., 1995; Stortelder et al., 1999).

Code DVN	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Moerasbeken en aanliggende overstromingsmoerassen		
01AA	Bultkroos-verbond	<i>Lemnion minoris</i>
05BA	Waterlelie-verbond	<i>Nymphaeion</i>
05BB	Kikkerbeet-verbond	<i>Hydrocharition morsus-ranae</i>
05C	Orde van Haaksterrekroos en Grote watterranonkel	<i>Callitricho-Potametalia</i>
08AA	Vlotgras-verbond	<i>Sparganio-Glycerion</i>
08BA	Waterscheerling-verbond	<i>Cicution virosae</i>
08BB	Riet-verbond	<i>Phragmition australis</i>
08BC	Verbond van Scherpe zegge	<i>Caricion gracilis</i>
08BD	Verbond van Stijve zegge	<i>Caricion elatae</i>
36AA	Verbond der wilgenbroekstruwelen	<i>Salicion cinereae</i>
39AA	Verbond der elzenbroekbossen	<i>Alnion glutinosae</i>
Doorstroommoerassen		
09AA	Verbond van Zwarte zegge	<i>Caricion nigrae</i>
10AB	Draadzegge-verbond	<i>Caricion lasiocarpae</i>

4.2 Maatlat Soortensamenstelling

4.2.1 Aanvulling soortenlijst

Voor de bepaling van de scores voor de deelmaatlat 'soortensamenstelling' is uitgegaan van de lijst met soorten uit de KRW maatlaten voor natuurlijke watertypen (R4, R5 en R6; Van der Molen et al., 2012) en sterk veranderde watertypen (M1 en M2; Evers et al., 2012). Nagegaan is welke aanvullingen in deze soortenoverzichten nodig zijn om ze geschikt te maken voor toepassing in moerasbeken.

Een belangrijke aanvulling ten opzichte van de bestaande methode is dat nu meer expliciet rekening moet worden gehouden semi-terrestrische vegetaties die tot nu toe als 'oeverzone' werden beschouwd. Het gaat dan met name om de grote- en kleine-zeggenvegetaties (8Bc, 8Bd, 09Aa, 10Ab), wilgenstruwelen en broekbossen (36Aa en 39Aa) (Tabel 4.1). Nagegaan is welke soorten uit deze vegetaties toegevoegd zouden moeten worden aan de lijst. Daarbij is conform de werkwijze uit Van den Berg en Pot (2007) en Pot (2012) uitgegaan van soorten die kenmerkend zijn voor de betreffende vegetatietypen (kensoorten en constante soorten).

Uit het Verbond der wilgenbroekstruwelen zijn alleen soorten overgenomen die kenmerkend zijn voor gebufferde voedselrijke omstandigheden (Associatie van Grauwe wilg).

Van de Kleine zeggenvegetaties zijn alleen de meer algemene soorten overgenomen omdat door het verdwijnen van goed ontwikkelde doorstroommoerassen –en venen veel soorten in Nederland zeer zeldzaam zijn geworden (zoals slank en breed wollegras) of al langere tijd zijn uitgestorven. Hervestiging van deze soorten is alleen te verwachten in de bovenloopsituaties, op plekken waar gegraven bovenloopjes zijn gedempt of verondiept en waar zich weer natuurlijke doorstroom-moerassen ontwikkelen. Deze locaties zullen echter normaliter niet onder het beheer van waterschappen vallen.

Mossen zijn in de lijst niet opgenomen: deze worden bij monitoring niet of onvolledig meegenomen, en kunnen dus leiden tot ongewenste waarnemerseffecten (een betere mossenkennis leidt dan automatisch tot een hogere kwaliteit). Een uitzondering is gemaakt voor een aantal kenmerkende veenmossoorten.

In de soortenlijst zijn ook een aantal invasieve exoten opgenomen die niet zozeer kenmerkend zijn voor moerasbeken, maar wel door hun grote concurrentiekracht nadelige effecten kunnen hebben op de groei en ontwikkeling van andere water- en moerasplanten.

In tabel 4.2 is aangegeven welke soorten op basis van deze analyse zijn geselecteerd als aanvullende soorten ten opzichte van de eerder — voor verwante KRW-typen (langzaam stromende beken en zandsloten) — geselecteerde soorten. Een totaalijst met alle soorten is te vinden in appendix 4.1. Omdat soorten van doorstroommoerassen en moerasbeken door elkaar voor kunnen komen (zie hoofdstuk 2), wordt er geen onderscheid gemaakt tussen beide typen.

Tabel 4.2: Aanvullende soorten voor doorstroommoerassen en moerasbeken die niet voorkomen in het overzicht van plantensoorten kenmerkend voor langzaam stromende beken en zandsloten.

Alnus glutinosa, Angelica sylvestris, Athyrium filix-femina, Betula pubescens, Calamagrostis canescens, Calamagrostis stricta, Calystegia sepium, Cardamine amara, Cardamine pratensis, Carex curta, Carex diandra, Carex disticha, Carex echinata, Carex elongata, Carex nigra, Carex panicea, Carex remota, Carex vesicaria, Cirsium palustre, Deschampsia cespitosa, Dryopteris dilatata, Dryopteris carthusiana, Thelypteris palustris, Epilobium palustre, Eriophorum angustifolium, Rhamnus frangula, Galium uliginosum, Humulus lupulus, Juncus acutiflorus, Juncus conglomeratus, Juncus filiformis, Lonicera periclymenum, Lotus pedunculatus, Lychnis flos-cuculi, Lysimachia nummularia, Lysimachia vulgaris, Myrica gale, Pedicularis palustris, Poa palustris, Poa trivialis, Prunus padus, Ranunculus repens, Ribes nigrum, Rubus idaeus, Salix aurita, Salix cinerea, Senecio paludosus, Solanum dulcamara, Sorbus aucuparia, Stellaria palustris, Thalictrum flavum, Urtica dioica, Valeriana dioica, Viburnum opulus, Viola palustris, Agrostis canina, Rubus fruticosus, Sphagnum fimbriatum, Sphagnum fallax, Sphagnum palustre, Sphagnum squarrosum.

4.2.2 Categorie-indeling

Voor de bepaling van de score voor de deelmaatlat 'soortensamenstelling' worden soorten ingedeeld in categorieën die iets zeggen over hun kenmerkendheid voor het watertype en hun indicatie voor kritische milieufactoren (Van den Berg & Pot, 2007). In principe worden de volgende groepen onderscheiden:

- primair kenmerkende soorten

- overige kenmerkende soorten
- negatief kenmerkende soorten (bijv. exoten of eutrofiëringsindicatoren).

Het aantal categorieën en de wijze van definiëring kan echter per watertype verschillen. Op basis van (a) de categorie waarin een soort is ingedeeld en (b) de abundantie van de soort krijgt elke waargenomen soort een score toegekend.

De methode voor de bepaling van de scores voor soortensamenstelling macrofyten is in de loop van de tijd verschillende malen ingrijpend gewijzigd, waardoor niet duidelijk is welke methode nu in de praktijk wordt gevolgd. In de rapporten over de KRW maatlatten voor natuurlijke watertypen (Van der Molen et al., 2012) en voor sterk veranderde watertypen (Evers et al., 2012) staan wel lijsten opgenomen met per watertype de kenmerkende soorten en de categorie waarin de soorten vallen (5 klassen), maar wordt geen toelichting gegeven op de betekenis van deze categorieën en de criteria die zijn gebruikt om soorten bij een bepaalde categorie in te delen. Daarvoor wordt verwezen naar Van den Berg en Pot (2007) en Pot (2012). Echter, in deze rapporten wordt evenmin een toelichting gegeven op de betekenis van de categorieën en de criteria die zijn gebruikt om soorten bij een bepaalde categorie in te delen. Vanwege dit gebrek aan heldere definities en criteria is er daarom in overleg met de begeleidingscommissie voor gekozen een eigen systematiek te ontwikkelen voor de indeling van soorten in categorieën, die aansluit op bovenstaande principes en de algemene uitgangspunten voor de opstelling van de maatlatten.

Daarbij worden de volgende categorieën worden onderscheiden:

1. **Primair kenmerkende soorten die een zeer hoge kwaliteit indiceren.** Vooral soorten die kenmerkend zijn voor voedselarme grondwatergevoede doorstroomcondities, al dan niet met regenwaterlenzen. Soorten uit categorie 1 wijzen op (overgangen naar) doorstroommoerassen, en daarmee naar een zeer hoge kwaliteitsklasse en een voor Nederlandse begrippen zeer weinig verstoorde/zeer natuurlijke situatie.
2. **Primair kenmerkende soorten die een goede kwaliteit indiceren.** Vooral soorten die in het doorstroommoeras/de moerasbeek kenmerkend zijn voor matig voedselrijke en vaak ook grondwatergevoede omstandigheden. Soorten uit categorie 2 zijn kenmerkend voor weinig verstoorde moerassen en wijzen daarmee op een goede ecologische toestand.
3. **Overige kenmerkende soorten,** vooral soorten die kenmerkend zijn voor zeer voedselrijke, natte situaties. Deze kunnen ook in plus-minus natuurlijke systemen in lage dichtheden voorkomen, maar wanneer ze domineren wijst dit op een matige ontwikkeling.
4. **Negatief dominante soorten,** in hoge abundanties kenmerkend voor sterk belaste (polysaprobe) of anderszins verstoorde situaties. Daarin vallen bijvoorbeeld soorten als klein kroos en liesgras. Ook pitrus, kleeftkruid, haagwinde en braam worden in hoge abundantie negatief beschouwd omdat ze wijzen op verstoring en in het geval van haagwinde, kleeftkruid en braam ook op verdroging.

In appendix 4.1 wordt een toelichting gegeven op de indeling van soorten in bovenstaande categorieën, en wordt aangegeven welke soorten bij welke categorie zijn ingedeeld.

4.2.3 Berekening kwaliteitscore (EKS) op basis gegevens waterschappen

Op basis van de som van de scores van alle aangetroffen kenmerkende soorten wordt de Ecologische KwaliteitsRatio (EKR) en de resulterende kwaliteitsklasse (zeer goed, goed, matig, ontoereikend, slecht) bepaald. De wijze waarop de scores worden afgeleid en de weegfactoren en drempelwaarden die daarbij worden gebruikt, verschillen per organismegroep en per KRW-type. Om te bepalen welke berekeningswijze het meest geschikt is voor het beoogde subtype, is gebruik gemaakt van meetgegevens van de waterschappen die naar hun inschatting in aanmerking komen voor indeling bij het type moerasbeek. Daarnaast is ook gebruikt van gegevens afkomstig van situaties die gezien kunnen worden als referentie voor een goed ontwikkelde situatie, te weten de Stobnika en Gac in Polen (moerasbeken, data Alterra) en de Holmers (doorstroommoeras in bovenloop van Amerdiep, zie Foto 2.2 hoofdstuk 2).

In tabel 4.3 is voor de verschillende locaties aangegeven hoeveel planten er per categorie zijn aangetroffen. Door gebruik te maken van de in tabel 4.3 aangegeven weegfactoren per categorie kan daaruit als volgt een score worden berekend:

$$\text{Score} = \sum_{i=1}^{4c} \text{Weeg}(i) * \text{Nsoort}(i)$$

met $\text{Weeg}(i)$ = Weegwaarde categorie i en $\text{Nsoort}(i)$ = Aantal soorten in categorie i

De weegwaarden voor de primair kenmerkende soorten (categorieën 1 en 2) zijn relatief hoog genomen om te voorkomen dat de score te sterk wordt bepaald door het aantal soorten. Een te groot gewicht toekennen aan het aantal soorten maakt de maatlat minder robuust, omdat het aantal soorten dat gevonden wordt sterk waarnemersafhankelijk is (afbakening proefvlak, kennis van soorten e.d.) (Pot, 2012). Door juist veel gewicht toe te kennen aan soorten die indicierend zijn natuurlijke, weinig verstoorde situaties is de maatlat naar verwachting minder gevoelig voor waarnemerseffecten.

Uitgaande van de situatie in de Holmers als referentie voor (zeer) goed ontwikkelde moerasbeken is ook een EKS-score berekend voor de onderzochte beektrajecten. Deze score loopt van 0,07 (Dortherbeek DOBAX3, slecht) tot 1 (Holmers-Amerdiepje, referentie). De Poolse referenties scoren met waarden van 0,30 tot 0,67 laag. Dat lijkt vooral te komen doordat het gaat om onvolledige opnamen, waarbij alleen de meest opvallende soorten zijn genoteerd. Hoewel getracht is de maatlat door nadruk op kenmerkende soorten minder gevoelig te maken voor waarnemerseffecten en de onvolledigheid van opnamen, voorkomt dit niet dat met name de opnamen langs de Stobnika relatief slecht scoren. De opnamen langs de Gac scoren ondanks het beperkte aantal waargenomen soorten toch nog redelijk hoog.

Tabel 4.3: Aantal macrofyten per categorie op meetpunten waterschappen en score op basis aantal soorten per categorie x weegwaarde categorie.

			Categorie*	1	2	3	4a	4b	4c		
			Weegwaarde cat.	10	5	1	1	-2	-5		
Code	WS	KRW	beek	Aantal soorten per categorie						Score	EKR
HOLM	KWR	0	Amerdiepje	5	15	10	1	2		132	1.00
690101	WAM	R05	Zwaluwse haven	1	14	21	9			110	0.83
DOBAZ1	WRIJ	R05	Dortherbeek	1	12	36	6	2		108	0.82
211001	WBD	R04	Broekloop	1	11	26	7	2		94	0.71
8STHO8	WRW	R05	Oude Diep	2	11	18	6	5		89	0.67
r4	Alterra		Gac houtfabriek	1	15	9		3		88	0.67
GRS12	WRIJ	R05	Groenlose Slinge		13	18	8	3		85	0.64
r3b	Alterra		Stobnika stream	1	15	2		1		85	0.64
GRS07	WRIJ	R05	Groenlose Slinge		12	24	9	5		83	0.63
248925	WSD	R05	Beerze	3	7	12	5			82	0.62
RMB03	WRIJ	R05	Ramsbeek	1	9	22	8	3		79	0.60
r5	Alterra		Gac Spala	1	13	4	1	1		78	0.59
DOBAU6	WRIJ	R05	Dortherbeek	1	8	26	5	3		75	0.57
DOBAV5	WRIJ	R05	Dortherbeek		10	23	4	2		73	0.55
DOB00	WRIJ	R05	Dortherbeek		9	25	6	2		72	0.55
DOBAW4	WRIJ	R05	Dortherbeek		9	32	3	5		70	0.53
211017	WBD	R04	Bavelse Leij	2	6	13	6			69	0.52
GRS03	WRIJ	R05	Groenlose Slinge		9	26	6	4		69	0.52
221302	WBD	R04	Bijloop	2	8	8	4	3		66	0.50
221601	WBD	R04	Turfvaart	1	9	7	6	1		66	0.50
251116	WSD	R05	Reusel	1	7	14	6	2		61	0.46
590804	WAM	R05	Onkelsloot	1	6	12	4	2		52	0.39
GRSAH19	WRIJ	R05	Groenlose Slinge		8	21	5	5	1	51	0.39
DOB01	WRIJ	R05	Dortherbeek		5	23	3	1		49	0.37
IWA03	WGS	R05	Westerveldse Aa	1	5	15	4	2	1	45	0.34
GRS23	WRIJ	R05	Groenlose Slinge		6	20	5	5		45	0.34
110001	WBD	R04	Donge		7	8	4	1		45	0.34
r3a	Alterra		Stobnika stream		7	4				39	0.30
BOS12	WRIJ	R05	Bovenslinge		3	15	7			37	0.28
GRS05	WRIJ	R05	Groenlose Slinge		5	21	5	5	1	36	0.27
400005	WBD	R05	Zoom	1	3	4	6			35	0.27
BHBAI	WRIJ	R05	Bielheimerbeek		3	21	4	4		32	0.24
DOB10	WRIJ	R05	Dortherbeek		5	10	2	4		29	0.22
210821	WBD	R04	Laagheideveldse beek		3	9	5	1		27	0.20
UAL50	WGS	R05	Averlosche Leide		2	18	4	3		26	0.20
UAL14	WGS	R05	Averlosche Leide		2	14	5	2		25	0.19
BHBAA	WRIJ	R05	Bielheimerbeek		2	11	3			24	0.18
790401	WBD	0	Tonnekreek		3	12	3	3		24	0.18
BHB01	WRIJ	R05	Bielheimerbeek		3	12	3	3		24	0.18

			Categorie*	1	2	3	4a	4b	4c		
			Weegwaarde cat.	10	5	1	1	-2	-5		
Code	WS	KRW	beek	Aantal soorten per categorie						Score	EKR
BHBAD	WRIJ	R05	Bielheimerbeek		2	10	4	2		20	0.15
UAL74	WGS	R05	Averlosche Leide		2	14	1	3		19	0.14
210829	WBD	R04	Broekse Beek		3	7	4	1	1	19	0.14
BOS02	WRIJ	R05	Bovenslinge	1	1	8	2	1	1	18	0.14
210826	WBD	R04	Groote of Heikantse beek		3	2	2	1		17	0.13
BHBMA	WRIJ	R05	Bielheimerbeek		2	12	2	4		16	0.12
BHBAE	WRIJ	R05	Bielheimerbeek			8	4	1		10	0.08
240201	WBD	R04	Elderse Turfvaart		2	4	2	3		10	0.08
DOBAX3	WRIJ	R05	Dortherbeek		1	6	2	2		9	0.07

*) 1 primair kenmerkende soorten die zeer hoge kwaliteit indiceren

2 primair kenmerkende soorten die hoge kwaliteit indiceren

3 overige kenmerkende soorten

4a negatief dominante soorten, abundantieklasse 1

4b negatief dominante soorten, abundantieklasse 2

4c negatief dominante soorten, abundantieklasse 3

Van de door de waterschappen aangeleverde opnamen scoren vooral de Zwaluwse Haven (meet punt 690101) en punt DOBAZ1 langs de Dorthse Beek opvallend hoog. Uitgaande van een grens bij EKS = 0,8 zouden deze punten in de klasse 'zeer goed' komen te vallen, ondanks het feit dat het hier zeker niet gaat om natuurlijke en ongestoorde situaties. Dit kan liggen aan bijzondere gunstige omstandigheden in beide locaties, maar kan ook liggen aan het feit dat de Holmers als doorstroomoeras-in-ontwikkeling onvoldoende representatief is voor goed ontwikkelde natuurlijke moerasbeken.

4.3 Voorstel deelmaatlat Abundantie

Binnen de deelmaatlat 'Abundantie' worden eisen gesteld aan de structuur van de vegetatie. Dit wordt afgeleid uit de relatieve verdeling van de aanwezige planten over groeivormen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen ondergedoken vegetatie (S - submers), vegetatie van drijfbladplanten (N - nymphaeiden), emerse vegetatie beneden de laagwaterlijn (E - emers), oevervegetatie vooral tussen de laagwater- en hoogwaterlijn (O - oeverplanten), en drijvende kroosvegetatie (K -kroos) (Tabel 4.4). In de meeste watertypen wordt als eis gesteld dat er voldoende open water met submerse vegetatie aanwezig is en worden grenzen gesteld aan de abundantie van emerse planten en oevervegetatie. In moerasbeken speelt submerse vegetatie een ondergeschikte rol en bestaat een groot deel van de vegetatie uit emerse planten en oevervegetatie. Daarbij is het onderscheid tussen emerse vegetatie en oevervegetatie gradueel.

Tabel 4.4: Indeling in groeivormen macrofyten (Van den Berg & Pot, 2007)

Groeivorm	Omschrijving
Submerse vegetatie (S)	Ondergedoken waterplanten die de waterkolom geheel of gedeeltelijk kunnen opvullen: Ceratophylliden, Myriophylliden, Isoetiden, Chariden, Vallisneriiden, Batrachiiden, Magnopotamiden, Parvopotamiden, Elodeiden.
Drijfbladplanten (N)	Wortelende waterplanten met op het water drijvende bladeren, met Nymphaeide als kenmerkende groep; ook Stratiotiden en Hydrochariden worden hierbij gerekend.
Emerse vegetatie (E)	Emerse planten, beneden het gemiddelde laag waterpeil groeiend in open water.
Draadwier/flab (F)	Drijvende of deels submers zwevende draadvormige macroalgen ('floating algae beds')
Kroos (K)	Begroeiing van kleine drijvende plantjes die nauwelijks structuur onder de waterspiegel vormen, en een aaneengesloten dek kunnen vormen: Lemniden, Salviniiden.
Oeverplanten (O)	De hoofdgroep 'Oeverplanten' is een nader gedefinieerde begroeiing die voorkomt in de oeverzone van een waterlichaam (doorgaans tussen de gemiddeld laagste en gemiddeld hoogste waterlijn). Voor ieder watertype waarin oeverplanten beoordeeld worden wordt aangegeven welk structurelement (nooit meer dan één) het meest relevant is: bijv. helofyten gordel, (broek)bos, zeggenmoeras of overstromingsgrasland.

In een referentie bestaat het merendeel van een doorstroommoeras en een moerasbeek uit moerasvegetaties, waarvan met name bij moerasbeken een deel in het groeiseizoen droogvallend (overstromingszone met natte ruigtekruiden, grote-zeggenvegetaties en moerasbos) en een deel permanent of zeer langdurig in ondiep dicht begroeid water (emerse vegetatie en bospoelen).

De abundantie wordt in principe uitgedrukt als bedekkingspercentage van de groeivormen in het begroeibaar areaal van het waterlichaam. In de maatlat abundantie voor langzaam stromende beken (R4 en R5) wordt onderscheid gemaakt tussen de waterzone en de oeverzone. Binnen de waterzone worden eisen gesteld aan het abundantie-aandeel van water- en moerasplanten (S, N, E, F en K). Binnen de oeverzone worden eisen gesteld aan de oppervlakte bos, er van uitgaande dat in een natuurlijke situatie langzaam stromende beken op zand altijd liggen in een beboste situatie.

Probleem bij doorstroommoerassen en moerasbeken is dat er geen harde grens is tussen waterzone en oeverzone en dat beide gradueel in elkaar overgaan, met als complicerende factor dat veel moerasplanten zowel kunnen voorkomen in ondiep open water (waar ze horen tot de emergente vegetatie, E) als op natte standplaatsen (waar ze deel uitmaken van de Oevervegetatie). Om dat probleem op te lossen wordt door Pot (2102) aanbevolen om in in langzaam stromende beken voor de overgang tussen waterzone naar oeverzone uit te gaan van de boomlaag die schaduw geeft in de waterzone. Dat is echter in beekmoerassen geen oplossing omdat de voor beekmoerassen kenmerkende broekbossen juist gekenmerkt worden door graduele overgangen tussen moerasvegetaties en broekbossen (Runhaar et al., 2013).

Er is daarom gekozen géén onderscheid te maken tussen waterzone en oeverzone, en het gehele gebied dat wordt begroeid door waterplanten en hygroyten (aan natte standplaatsen aangepaste soorten) als één moeraszone in beschouwing te nemen. In tabel 4.5 worden mogelijke klassegrenzen voor de abundantie in de moeraszone aangegeven, uitgaande van de bovenstaande beschrijving van de structuur in de referentiesituatie. In de voorgestelde indeling wordt er van uitgegaan dat emerse vegetatie en oevervegetatie niet goed van elkaar gescheiden kunnen worden omdat beide zones diffuus in elkaar overgaan of door bijvoorbeeld hoogteverschillen in de overstromingszone als een mosaiek door elkaar voor kunnen komen. Gekozen is daarom beide groeivormen samen te nemen tot één categorie, te

weten moerasvegetaties (E+O). Tot de moerasvegetaties behoren niet alleen niet alleen helofytenvegetaties en wilgenstruwelen in permanent of incidenteel droogvallend water, maar ook ruigtekruidenvegetaties, zeggenvegetaties en broekbossen op in de zomer droogvallende plekken.

Tabel 4.5: Voorstel voor indeling deelmaatlat 'Abundantie' voor doorstroommoerassen en moerasbeken.

Groeivorm	Bedekking proefvlak bij kwaliteitsklasse (%)				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Watervegetatie (S+N)	10	5-30	0-5 30-70	70-90	>90
Moerasvegetatie (E* + O**)	90	20-90	10-20 90-100	5-10	<5
Kroos (K)***	<5	<10	10-30	30-60	>60
Draadwier/Flab (F)***	<5	<10	10-30	30-60	>60

* *Emergente (helofyten)vegetaties in permanent of incidenteel droogvallend water*

** *Natte ruigtekruidenvegetaties, zeggenvegetaties en wilgenstruwelen/broekbossen; op plekken waar water door bodem stroomt (plas-dras) of droogvallend in zomer*

*** *Als percentage van permanent natte gedeelte.*

Het is op dit moment niet mogelijk om de voorgestelde deelmaatlat abundantie te testen aan de door de waterschappen aangeleverde gegevens. Daarvoor is immers een aangepaste bemonstering nodig waarin water- en natte oeverzone samen worden bemonsterd, en bij de oevers niet alleen het aandeel bomen te bepalen maar het ook het aandeel aan kruidige moerasvegetaties (zie paragraaf 9.3 in hoofdstuk 9).

4.4 Discussie

Opzet maatlat

Bij de uitwerking van de maatlat macrofyten is gestreefd naar een methode die goed aansluit op de principes van de KRW, inzichtelijk en goed reproduceerbaar is, en niet ingewikkelder dan nodig om te kunnen bepalen hoe ver de situatie in het waterlichaam afwijkt van de referentie. De hier beschreven methode is in elk geval zeer eenvoudig qua opzet en berekeningswijze, en lijkt een goed onderscheid te maken binnen de door de waterschappen aangedragen voorbeelsituaties.

Een mogelijk nadeel van de gevolgde aanpak is dat de maatlat macrofyten voor moerasbeken qua opzet nogal afwijkt van die voor de verwante KRW-typen zoals beken en sloten. Mocht dat als een groot probleem worden ervaren dan kan worden nagegaan of het mogelijk is om de maatlat om te zetten in een vorm zoals nu gebruikt wordt bij de verwante watertypen. Voorwaarde is dan wel dat beter inzichtelijk wordt gemaakt hoe de indeling van soorten in categorieën in die ander maatlaten heeft plaatsgevonden en wat de rationale is

achter de weegwaarden en correctiefactoren die worden gebruikt bij de berekening van de EKS. Gebrek aan inzicht daarin vormde immers de belangrijkste reden voor de ontwikkeling van een eigen methode. Voorwaarde is verder dat een omzetting naar een andere vorm van scoreberekening niet leidt tot verlies aan informatie. Een sterk punt van de hier gepresenteerde methode is dat expliciet rekening wordt gehouden met factoren die bepalend zijn voor de afstand tot de natuurlijke referentie. Dat is een belangrijk aspect dat bij een andere wijze van berekening van de scores niet verloren mag gaan omdat dat onvermijdelijk zal leiden tot een minder goede inschatting van de afstand tot de referentie, en daarmee van het onderscheidend vermogen van de maatlat. Uiteraard kan de vraag ook andersom worden gesteld: zou de maatlat macrofyten voor ander waterlichamen niet sterk kunnen worden versimpeld door de indeling in categorieën sterker te koppelen aan factoren die bepalend zijn voor de afstand tot de referentie?

Relevante factoren

Bij de indeling van soorten in categorieën is een koppeling gelegd met factoren die sturend zijn voor het ecologisch functioneren van het waterlichaam. In de hiervoor beschreven aanpak worden nutriënten en organische belasting gezien als meest bepalende stressoren voor de macrofytensamenstelling in moerasbeken en de belangrijkste oorzaak voor afwijkingen ten opzichte van de natuurlijke referentie. Eventueel kan bij de indeling ook nog rekening worden gehouden met andere stressoren, zoals dynamiek (droogval en pieken) en structuur (rechte waterbak versus gradiëntrijke situatie). In hoeverre dat iets toevoegt aan de bepaling van de score moet echter uit praktijkvoorbeelden blijken. In principe vertaalt een te hoge dynamiek zich in een lage diversiteit (weinig soorten en dus een lagere totaalscore) en wordt met de structuur al rekening gehouden in de deelmaatlat 'abundantie'. Met dominantie van soorten wordt nu alleen in negatieve zin rekening gehouden. Eventueel zou ook een groep van positief dominante soorten kunnen worden onderscheiden, soorten die in meer natuurlijke moerasbeken structuurbepalend zijn. Gedacht kan worden aan elzen en diverse zeggensoorten. Ook hier geldt dat uit praktijkvoorbeelden moet blijken in hoeverre dit leidt tot een wezenlijke verbetering van de scores (verbetering = beter inzicht geven hoe ver situatie afwijkt van de referentie).

Testen methode op basis gegevens moerasbeken

De in paragraaf 4.3 beschreven methode voor de berekening van de EKR heeft een voorlopig karakter en dient nog verder te worden getest op basis van aanvullende gegevens. De nu gebruikte dataset is daartoe ontoereikend omdat (a) de gegevensverzameling te weinig is afgestemd geweest op moerasbeken (waardoor de opnamen verschillen in mate waarin de moeraszone en moerassoorten zijn meegenomen) en (b) echte referentiesituaties ontbreken of slechts onvolledig zijn opgenomen. Het verdient daarom aan te bevelen een nieuwe dataset op te bouwen. Daarbij kan in principe worden uitgegaan van de huidige locaties, maar dient de bemonstering opnieuw op een uniforme wijze te worden uitgevoerd, afgestemd op afwijkende situatie in beekmoerassen.

Appendix 4.1 Categorie-indeling plantensoorten kenmerkend voor doorstroommoerassen/moerasbeken

Ten behoeve van de kwaliteitsbeoordeling zijn de macrofyten ingedeeld in vier categorieën:

1. Primair kenmerkende soorten die een zeer hoge kwaliteit indiceren. Vooral soorten in die in doorstroommoerassen/moerasbeken kenmerkend zijn voor voedselarme grondwatergevoede doorstroomcondities, al dan niet met regenwaterlenzen.
2. Primair kenmerkende soorten die een goede kwaliteit indiceren. Vooral soorten die in doorstroommoerassen/moerasbeken kenmerkend zijn voor matig voedselrijke en vaak ook grondwatergevoede overstromingscondities.
3. Overige kenmerkende soorten, vooral soorten die kenmerkend zijn voor zeer voedselrijke natte situaties.
4. Negatief dominante soorten, in hoge abundanties kenmerkend voor sterk belaste (polysaprobe) of anderszins verstoorde situaties.

Soorten uit klasse 1 wijzen op (overgangen naar) doorstroommoerassen, en daarmee naar een zeer hoge kwaliteitsklasse en een voor Nederlandse begrippen zeer weinig verstoorde/zeer natuurlijke situatie. Soorten uit de tweede klasse zijn kenmerkend voor weinig verstoorde overstromingszones en beekmoerassen en wijzen daarmee op een goede ecologische toestand. Soorten uit de derde klasse zijn kenmerkend voor verstoorde (te voedselrijke) situaties en daarmee voor een lagere kwaliteitsklasse (matig of ontoereikend). Van de soorten van sterk eutrofe tot polysaprobe milieus wordt een aparte groep onderscheiden van soorten die in hoge abundanties kenmerkend zijn voor sterk belaste (polysaprobe) situaties. Daarin vallen bijvoorbeeld soorten als klein kroos en liesgras. Ook pitrus en braam worden in hoge abundantie negatief beschouwd omdat ze wijzen op verstoring en in het geval van braam ook op verdroging.

Bij de indeling van plantensoorten in de bovengenoemde vier categorieën zijn de volgende principes gehanteerd:

- Omdat de kwaliteit van moerasbeken sterk afhankelijk is van de voedselrijkdom en de organische belasting is bij de indeling van soorten primair uitgegaan van de indeling van plantensoorten naar voedselrijkdom. Daarbij uitgegaan van de indeling in ecologische soortengroepen door Runhaar et al. (2004).
- Daarnaast is rekening gehouden met de mate waarin soorten zijn aangepast aan overstromingsdynamiek als kenmerkende factor voor met name de wat eutroferen vormen van moerasbeken. In Runhaar et al. (2004a) wordt een overzicht gegeven van soorten die in beek- en rivierdalen kenmerkend zijn voor plekken met een natuurlijke overstromingsdynamiek. Voor de moerasbeken zijn daarvan alleen de soorten van natte moerassige standplaatsen relevant. Het gaat dan om de volgende soorten: slijkgroen, klein vlooienkruid, klein glaskroos, gesteeld glaskroos, klein sterrekroos, polei, kruipende moerasscherm, waterlepeltje, platte bies, moeraskruiskruid, langbladige ereprijs, draadrus, blaaszegge en melkviooltje. Andere soorten die opvallend vaak voorkomen in beekdaloverstromingsvlakten zijn moerasbeemdgras en moeraskartelblad (Runhaar et al., 2004b). Ook moeraskruiskruid is een soort die relatief veel op overstroomde plaatsen voorkomt. Deze soorten zijn in de voorlopige indeling een klasse hoger geplaatst dan op basis van alleen de voedselrijkdom het geval zou zijn.

- Een aantal soorten van mesotrofe tot eutrofe milieus die verdrogings- en/of verzuringstolerant zijn (*Betula*, *Rubus*, *Salix*, *Calamagrostis* e.d.) zijn daarentegen een categorie lager ingedeeld dan op basis van alleen de voedselrijkdom verwacht zou worden (categorie 3 i.p.v. 2).
- Een aantal invasieve exoten (*Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia grandiflora*, *Myriophyllum aquaticum* en *M. heterophyllum*) is toegevoegd aan de lijst en ingedeeld in categorie 4 (negatief dominante soorten).
- In bijgaande tabel is ook indicatief aangegeven welke soorten op basis van standplaats en vegetatietype waarin ze normaliter voorkomen naar verwachting kenmerkend zijn voor overstromingszones, beek- en doorstroommoerassen. Omdat dergelijke systemen in Nederland niet of slechts matig ontwikkeld voorkomen (zie paragraaf 4.1), en er tussen beide type systemen veel overgangen voorkomen, is het slechts bij benadering mogelijk om soorten in te delen naar systeemtype. Bij de indeling van soorten in categorieën is daarom van dit onderscheid uiteindelijk geen gebruik gemaakt.

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
7	<i>Acorus calamus</i>	3	X			X			
1544	<i>Agrostis canina</i>	2		X			X	X	
18	<i>Agrostis stolonifera</i>	3	X			X			
26	<i>Alisma gramineum</i>	3	X			X	X		
27	<i>Alisma lanceolatum</i>	3	X			X			
28	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	3	X			X	X		
36	<i>Alnus glutinosa</i>	2	X				X		
40	<i>Alopecurus geniculatus</i>	3	X			X			
60	<i>Angelica sylvestris</i>	2	X	X			X		
77	<i>Apium inundatum</i>	1						X	
78	<i>Apium nodiflorum</i>	2				X	X		
79	<i>Apium repens</i>	1	X			X	X		X
119	<i>Athyrium filix-femina</i>	2	X				X		
429	<i>Baldellia ranunculoides</i>	1		X				X	
1215	<i>Berula erecta</i>	3	X			X	X		
139	<i>Betula pubescens</i>	2		X			X	X	
141	<i>Bidens cernua</i>	4	X		X				
143	<i>Bidens frondosa</i>	4	X		X				
144	<i>Bidens tripartita</i>	4	X		X				
1157	<i>Blysmus compressus</i>	1	X				X	X	
1156	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	3	X			X			
171	<i>Butomus umbellatus</i>	3	X			X	X		
173	<i>Calamagrostis canescens</i>	3	X				X		
175	<i>Calamagrostis stricta</i>	1	X				X	X	
178	<i>Calla palustris</i>	1		X			X		
6097	<i>Callitriche</i>	3				X	X		
2460	<i>Callitriche brutia</i>	3				X	X		
181	<i>Callitriche hermaphrodita</i>	3	X			X			
182	<i>Callitriche obtusangula</i>	3	X			X	X		
183	<i>Callitriche palustris</i>	1	X				X		X
184	<i>Callitriche platycarpa</i>	3	X			X	X		
2338	<i>Caltha palustris</i>	2	X			X	X		
188	<i>Calystegia sepium</i>	4	X			X			
201	<i>Cardamine amara</i>	2	X	X		X	X		
205	<i>Cardamine pratensis</i>	3	X			X			
211	<i>Carex acuta</i>	2	X			X	X		
212	<i>Carex acutiformis</i>	2	X				X		
214	<i>Carex aquatilis</i>	2	X				X		

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
219	<i>Carex curta</i>	1		X				X	
221	<i>Carex diandra</i>	1		X				X	
225	<i>Carex disticha</i>	3	X			X			
228	<i>Carex echinata</i>	1		X				X	
237	<i>Carex elata</i>	2	X				X		
229	<i>Carex elongata</i>	2	X				X		
239	<i>Carex lasiocarpa</i>	1		X				X	
244	<i>Carex nigra</i>	1		X				X	
248	<i>Carex panicea</i>	1		X				X	
249	<i>Carex paniculata</i>	2	X				X		
254	<i>Carex pseudocyperus</i>	2	X				X		
258	<i>Carex remota</i>	2	X				X		
259	<i>Carex riparia</i>	3	X			X	X		
260	<i>Carex rostrata</i>	1		X				X	
267	<i>Carex vesicaria</i>	2	X	X			X		
274	<i>Catabrosa aquatica</i>	3	X		X	X			
299	<i>Ceratophyllum demersum</i>	4	X		X				
300	<i>Ceratophyllum submersum</i>	3	X		X	X			
2153	<i>Chara</i>	2					X	X	
2141	<i>Chara aspera</i>	2					X	X	
2145	<i>Chara globularis</i>	2				X	X	X	
2146	<i>Chara hispida</i>	2				X	X	X	
2147	<i>Chara vulgaris</i>	3	X			X	X	X	
326	<i>Cicuta virosa</i>	2	X				X		
335	<i>Cirsium palustre</i>	3	X			X	X		
337	<i>Cladium mariscus</i>	2	X				X		
397	<i>Deschampsia cespitosa</i>	3	X			X	X		
2705	<i>Drepanocladus fluitans</i>	1						X	
426	<i>Dryopteris carthusiana</i>	1					X	X	
419	<i>Dryopteris dilatata</i>	2	X				X	X	
432	<i>Elatine hexandra</i>	1	X				X		X
433	<i>Elatine hydropiper</i>	2	X			X			X
435	<i>Eleocharis acicularis</i>	2	X				X	X	
436	<i>Eleocharis multicaulis</i>	1		X				X	
437	<i>Eleocharis palustris</i>	3	X	X		X	X	X	
1154	<i>Eleogiton fluitans</i>	1		X				X	
441	<i>Elodea canadensis</i>	2					X		
442	<i>Elodea nuttallii</i>	3	X			X	X		

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
451	<i>Epilobium hirsutum</i>	3	X			X			
456	<i>Epilobium palustre</i>	2		X			X		
457	<i>Epilobium parviflorum</i>	3	X		X	X			
463	<i>Equisetum fluviatile</i>	2	X	X			X		
476	<i>Eriophorum angustifolium</i>	1		X				X	
490	<i>Eupatorium cannabinum</i>	2	X				X		
526	<i>Filipendula ulmaria</i>	2	X				X		
2750	<i>Fontinalis antipyretica</i>	2					X		
2376	<i>Galium palustre</i>	2	X	X			X		
556	<i>Galium uliginosum</i>	1		X			X	X	
584	<i>Glyceria fluitans</i>	4	X		X	X			
585	<i>Glyceria maxima</i>	4	X		X				
991	<i>Groenlandia densa</i>	2					X		
630	<i>Hippuris vulgaris</i>	2				X	X		
638	<i>Hottonia palustris</i>	2	X				X		
639	<i>Humulus lupulus</i>	2					X		
640	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	3	X			X	X		
641	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	1	X	X			X	X	
2490	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	4			X	X			
665	<i>Iris pseudacorus</i>	3	X			X	X		
670	<i>Juncus acutiflorus</i>	1	X	X			X	X	
673	<i>Juncus articulatus</i>	3	X			X	X	X	
2343	<i>Juncus bulbosus</i>	1						X	
677	<i>Juncus capitatus</i>	1						X	
679	<i>Juncus conglomeratus</i>	3					X	X	
680	<i>Juncus effusus</i>	4	X				X		
681	<i>Juncus filiformis</i>	1	X				X	X	X
684	<i>Juncus inflexus</i>	3	X			X	X		
688	<i>Juncus subnodulosus</i>	2		X			X		
722	<i>Lemna gibba</i>	4	X		X				
723	<i>Lemna minor</i>	4	X		X				
2426	<i>Lemna minuta</i>	4	X		X				
724	<i>Lemna trisulca</i>	3	X			X	X		
739	<i>Limosella aquatica</i>	2	X			X			X
753	<i>Littorella uniflora</i>	1						X	
754	<i>Lobelia dortmanna</i>	1						X	
759	<i>Lonicera periclymenum</i>	3					X		
763	<i>Lotus pedunculatus</i>	2	X	X			X	X	

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
764	<i>Ludwigia palustris</i>	1	X				X	X	X
5335	<i>Ludwigia grandiflora</i>	4			X	X			
765	<i>Luronium natans</i>	1	X				X	X	
772	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	2	X				X		
780	<i>Lycopus europaeus</i>	2	X			X	X		
782	<i>Lysimachia nummularia</i>	3				X	X		
783	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	2	X	X			X		
784	<i>Lysimachia vulgaris</i>	2	X				X		
925	<i>Lythrum portula</i>	1	X				X	X	
785	<i>Lythrum salicaria</i>	2	X			X	X		
813	<i>Mentha aquatica</i>	2	X			X	X		
817	<i>Mentha pulegium</i>	2	X			X	X		X
821	<i>Menyanthes trifoliata</i>	2		X			X	X	
1922	<i>Myosotis palustris</i>	3	X	X		X	X		
849	<i>Myrica gale</i>	2						X	
850	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	2					X	X	
2497	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	4			X	X			
5500	<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	4			X	X			
851	<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	X			X			
852	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	2	X			X	X		
854	<i>Najas marina</i>	2					X		
859	<i>Nasturtium microphyllum</i>	3	X			X	X		
860	<i>Nasturtium officinale</i>	3	X			X	X		
2158	<i>Nitella</i>	2					X	X	
2155	<i>Nitella flexilis</i>	2					X	X	
2195	<i>Nitella hyalina</i>	2					X	X	
2156	<i>Nitella mucronata</i>	2					X	X	
2196	<i>Nitella opaca</i>	2					X	X	
2119	<i>Nitella translucens</i>	2					X	X	
2160	<i>Nitellopsis obtusa</i>	2					X		
865	<i>Nuphar lutea</i>	3	X			X	X		
866	<i>Nymphaea alba</i>	3	X	X		X	X		
867	<i>Nymphoides peltata</i>	3	X			X	X		
868	<i>Oenanthe aquatica</i>	3	X			X	X		
869	<i>Oenanthe fistulosa</i>	3	X			X	X		
923	<i>Pedicularis palustris</i>	2	X				X	X	
967	<i>Persicaria amphibia</i>	3	X			X	X		
972	<i>Persicaria hydropiper</i>	3	X		X	X			

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
976	<i>Persicaria mitis</i>	3	X			X	X		
929	<i>Peucedanum palustre</i>	2	X				X	X	
930	<i>Phalaris arundinacea</i>	4	X		X	X			
933	<i>Phragmites australis</i>	3	X			X	X		
939	<i>Pilularia globulifera</i>	2						X	
957	<i>Poa palustris</i>	2	X			X	X		X
985	<i>Potamogeton acutifolius</i>	2	X				X		
986	<i>Potamogeton alpinus</i>	2	X				X		
987	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	2	X				X		
989	<i>Potamogeton compressus</i>	2	X				X		
990	<i>Potamogeton crispus</i>	3	X		X	X			
993	<i>Potamogeton gramineus</i>	2					X	X	
994	<i>Potamogeton lucens</i>	3	X			X	X		
992	<i>Potamogeton mucronatus</i>	3				X	X		
995	<i>Potamogeton natans</i>	2	X				X		
997	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	2	X	X			X		
998	<i>Potamogeton pectinatus</i>	3	X		X	X			
999	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3				X	X		
1000	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	1		X			X	X	
1001	<i>Potamogeton praelongus</i>	2					X		
1002	<i>Potamogeton pusillus</i>	3	X			X			
1003	<i>Potamogeton trichoides</i>	2	X				X		
346	<i>Potentilla palustris</i>	2		X			X	X	
1019	<i>Prunus padus</i>	2					X	X	
1030	<i>Pulicaria vulgaris</i>	2	X			X			X
1041	<i>Ranunculus aquatilis</i>	3	X			X	X		
1044	<i>Ranunculus baudotii</i>	3				X	X		
1046	<i>Ranunculus circinatus</i>	3	X			X	X		
1048	<i>Ranunculus flammula</i>	2	X	X			X	X	
1050	<i>Ranunculus hederaceus</i>	2	X			X	X		
1051	<i>Ranunculus lingua</i>	2	X				X		
1053	<i>Ranunculus ololeucos</i>	1						X	
1055	<i>Ranunculus peltatus</i>	2					X		
1056	<i>Ranunculus repens</i>	3	X			X			
1058	<i>Ranunculus sceleratus</i>	3	X		X	X			
530	<i>Rhamnus frangula</i>	3					X		
1070	<i>Ribes nigrum</i>	2	X				X		
3468	<i>Riccia fluitans</i>	2					X		

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
3478	<i>Ricciocarpos natans</i>	2	X				X		
1074	<i>Rorippa amphibia</i>	4	X		X				
1634	<i>Rubus fruticosus</i>	4	X				X		
1091	<i>Rubus idaeus</i>	2					X	X	
1099	<i>Rumex hydrolapathum</i>	3	X			X	X		
1114	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	3	X			X	X		
1117	<i>Salix aurita</i>	2		X			X	X	
1119	<i>Salix cinerea</i>	3	X	X			X	X	
1122	<i>Salix pentandra</i>	2		X			X	X	
1155	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	3	X			X			
1161	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	3	X			X			
1160	<i>Scirpus sylvaticus</i>	2	X				X		
2991	<i>Scorpidium scorpioides</i>	1		X			X	X	
1173	<i>Scutellaria galericulata</i>	2	X				X		
1183	<i>Senecio aquaticus</i>	2	X				X		X
1189	<i>Senecio paludosus</i>	2	X			X	X		X
1216	<i>Sium latifolium</i>	3	X			X			
1218	<i>Solanum dulcamara</i>	2	X			X	X		
1226	<i>Sonchus palustris</i>	3	X			X			
1227	<i>Sorbus aucuparia</i>	3					X		
1228	<i>Sparganium angustifolium</i>	2						X	
1231	<i>Sparganium emersum</i>	3	X			X	X		
1229	<i>Sparganium erectum</i>	3	X			X			
1230	<i>Sparganium natans</i>	1		X			X	X	
2995	<i>Sphagnum</i>	2						X	
3004	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	1						X	
2996	<i>Sphagnum denticulatum</i>	1						X	
3006	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	2						X	
3169	<i>Sphagnum flexuosum</i>	1						X	
3015	<i>Sphagnum palustre</i>	1		X				X	
3007	<i>Sphagnum r. var. recurvum</i>	1						X	
3023	<i>Sphagnum squarrosum</i>	2	X					X	
3026	<i>Sphagnum subsecundum</i>	1						X	
1241	<i>Spirodela polyrhiza</i>	4	X		X				
1245	<i>Stachys palustris</i>	3	X			X			
1254	<i>Stellaria palustris</i>	1	X	X			X		
1255	<i>Stratiotes aloides</i>	2	X				X		
1184	<i>Tephroseris palustris</i>	3	X			X			

PlantNr	PlantNaam	Categorie	Beekmoeras/ overstromingszone	Doorstroommoeras	Polysaproob	Zeer voedselrijk	Matig voedselrijk	Voedselarm	Overstromingssoort
1275	<i>Thalictrum flavum</i>	3	X			X			
427	<i>Thelypteris palustris</i>	2					X		
2159	<i>Tolypella</i>	2					X		
1311	<i>Triglochin palustris</i>	2				X	X		
1317	<i>Typha angustifolia</i>	4	X			X			
1318	<i>Typha latifolia</i>	4	X		X				
1321	<i>Urtica dioica</i>	4	X		X				
1323	<i>Utricularia intermedia</i>	1		X				X	
1324	<i>Utricularia minor</i>	1						X	
1327	<i>Utricularia vulgaris</i>	2	X				X		
1332	<i>Valeriana dioica</i>	1		X			X	X	
1333	<i>Valeriana officinalis</i>	3	X			X			
1346	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	3	X			X			
1349	<i>Veronica beccabunga</i>	3	X			X			
1350	<i>Veronica catenata</i>	3	X			X			
1353	<i>Veronica longifolia</i>	1	X				X		X
1362	<i>Veronica scutellata</i>	2	X	X			X	X	
1367	<i>Viburnum opulus</i>	3				X	X		
1385	<i>Viola palustris</i>	1		X				X	
1389	<i>Viola persicifolia</i>	1		X			X	X	
1395	<i>Wolffia arrhiza</i>	3	X		X				
1964	<i>Zannichellia palustris</i>	3	X		X	X			

5 Macrofauna

5.1 Inleiding

De focus van het macrofaunaonderzoek in beekdalen lag in het verleden sterk op de levensgemeenschappen die voorkomen in de beekloop. Dit geldt ook voor het vaststellen van de referentietoestand voor de Nederlandse laaglandbeken, waarbij buitenlandse systemen gebruikt zijn waarin beekbegeleidende moerassen veel voorkomen (Nijboer et al., 2006). De kennis van moerassige situaties is beperkt, mede doordat het vaak lastig is materiaal te verzamelen tussen de vegetatie in het ondiepe water. Er zijn vaak alternatieve monstermethoden toegepast, zoals licht- en emergentievallen, gericht op het verzamelen van adulte stadia (kleine zeggenmoerassen in beekdalen; Aggenbach et al., 2011, 2014), of de appelmoeszeef en dipper (broekbossen; Runhaar et al., 2013). Veel van de kennis over het voorkomen van macrofauna in moerassen is afkomstig van specialisten van specifieke macrofauna-groepen die gericht naar bepaalde soorten hebben gezocht. Echter, hierbij werd meestal geen compleet beeld van de levensgemeenschap geschetst. In de jaren tachtig is een aantal onderzoeken uitgevoerd in kwelgevoedde laagtes, greppels en slootbeken in moerassen en broekbossen op de hogere zandgronden, waarbij wel de volledige levensgemeenschap is bestudeerd (Cuppen 1979, 1980, 1982; Verkuyten, 1984; Van der Hoek, 1989); deze data vormt een belangrijke informatiebron.

Vertegenwoordigers van alle macrofauna-hoofdgroepen zijn in doorstroommoerassen en moerasbeken aan te treffen. Het onderscheid tussen de fauna van het doorstroommoeras en de moerasbeek is moeilijk te maken, zeker wanneer in een moerasbeek langs de flanken van het beekdal kleine doorstroommoeras-situaties voorkomen (zie hoofdstuk 2). Gewoonlijk is er een duidelijke tweedeling tussen zuurstof- en/of stromingsminnende beeksoorten, die zich ophouden in de stroomgeulen en leven op het minerale substraat, op hout of patches met organisch materiaal en de moerassoorten, die zich ophouden op de planten en tussen het opgehoopte organische materiaal in de stromingsluwe delen. De typische beeksoorten zijn beschreven voor de KRW typen R4 en R5 (Van der Molen et al., 2012). De moerassoorten vertonen een duidelijke binding met organisch materiaal en veel soorten hebben aanpassingen aan het voorkomen op plekken met een lage zuurstofbeschikbaarheid, zoals de mogelijkheid tot luchtademhaling (adembuis, opslaan van lucht in een luchtbel). Detritivoren domineren de moerassystemen: knippers van afgestorven plantenresten en blad, vergaarders van kleine organische deeltjes, bacteriën en schimmels. Belangrijke soorten of soortgroepen zijn de borstelwormen (diverse Tubificidae, *Lumbriculus variegatus*), waterpissebedden (*Asellus aquaticus*, *Proasellus*), steenvliegen (*Nemoura cinerea* en *N. dubitans*), haften (naast Baetidae een aantal vertegenwoordigers van de Leptophlebiidae), kokerjuffers (o.a. veel soorten van het genus *Limnephilus*, *Glyptothaelius pellicidulus*, *Trichostegia minor*), detritivore waterkevers (zoals familie Hydrophilidae, o.a. *Anaceana*; Scirtidae, Hydraenidae). Daarnaast zijn vliegen en muggen (Diptera) zeer talrijk wat betreft aantallen en soortenrijkdom; er komen honderden soorten voor, variërend van moerassteekmuggen (Culicidae, o.a. de genera *Aedes* en *Ochlerotatus*), meniscusmuggen, (genus *Dixella*), knutten (Ceratopogonidae), motmugges (Psychodidae), langpootmuggen (Tipulidae en Limoniidae), en vedermuggen (Chironomidae; o.a. *Chironomus*, *Polypedilum*,

Telmatopelopia nemorum, *Paralimnophyes longiseta*, *Xenopelopia*, *Limnophyes*).

Tweekleppigen zijn relatief schaars en beperkt tot vertegenwoordigers van de erwtenmosselen (*Pisidium*, *Sphaerium*). Grazers komen voor in de vorm van diverse slakkensoorten; de poelslakken Lymnaeidae en schijfhoornslakken Planorbidae. Met name onder voedselrijke omstandigheden komen deze talrijk voor. Binnen het voedselweb wordt het segment van de predatoren gedomineerd door een groot aantal soorten waterroofkevers (Dytiscidae, o.a. *Hydroporus*, *Agabus*, *Ilybius*), maar ook Diptera, o.a. dazen Tabanidae, bloedzuigers (in het beekmoeras, o.a. *Helobdella stagnalis*, *Erpobdella*, *Glossiphonia*) en water- en oppervlaktewantsen (*Nepa cinerea*, Corixiidae, *Gerris* sp.). Relatief weinig voorkomend in het beekmoeras zijn libellen (vooral *Pyrhosoma nymphula* en *Aeshna cyanea*) en vlokreeften. In doorstroommoerassen zijn daarentegen een aantal kenmerkende libellen aan te treffen van de genera *Sympecma* en *Leucorhinia* en *Nehalennia speciosa*. Tenslotte worden er in het moerasdeel veel watermijten (Hydracarina) aangetroffen, waaronder veel soorten die leven tussen mossen en in andere plas-dras situaties.

5.2 Maatlat-ontwikkeling kwaliteitselement macrofauna

Het kwaliteitselement macrofauna voor doorstroommoerassen en moerasbeken wordt beoordeeld op basis van een combinatie van de bestaande maatlaten voor de KRW-typen R4 en R5 en een nieuw ontwikkelde maatlat voor het moerasgedeelte. De huidige R4 en R5 maatlaten zijn vooral gericht op stromingsminnende soorten; het optreden van moerassoorten wordt als een negatieve ontwikkeling gezien. De nieuwe maatlat voegt indicatieve moerassoorten toe en waardeert al opgenomen moerassoorten op (sommige negatieve indicatoren zijn typisch voor moerassen), zodat de beoordeling zowel de loop(jes) als de moeraszone meeneemt. Informatie over de loop en het moeras zijn gedeeltelijk gescheiden gehouden, zodat individuele parameters de gebruiker informatie kunnen geven over de toestand van beide onderdelen van het beekstelsel.

5.2.1 Ontwikkelingsstappen

Voor de beschrijving van de ecologische toestand van een doorstroommoeras of moerasbeek wordt gebruik gemaakt van kenmerkende (KM), positief dominante (DP) en negatief dominante (DN) indicatoren, analoog aan de bestaande maatlaten voor de typen R4 en R5 (Van der Molen et al., 2012).

Kenmerkende taxa zijn taxa die bij uitstek in het watertype voorkomen. Omdat informatiebronnen (bijv. Aquatisch Supplement, bekentypologie, zie Knoben et al., 2007) gebuikt voor de huidige typen met kenmerkend en/of begeleidend taxa voor doorstroommoerassen en moerasbeken ontbreken, is voor de taxonlijst voor beekbegeleidende moerassen uitgegaan van de habitatpreferenties van taxa. Habitatpreferenties zijn een afgeleide voor de eigenschappen/aanpassingen ('traits') die soorten hebben met betrekking tot de sleutelfactoren die hun voorkomen op een plek bepalen. Zo is een preferentie voor snel stromend water een 'proxy' voor traits gerelateerd aan zuurstof (snel stromend water bevat veel zuurstof door turbulentie, essentieel voor soorten met een hoge fysiologische zuurstofbehoefte), stroming (noodzaak van waterstroming voor het functioneren van gasuitwisseling op de kieuwen) en voor voedselopname (passief filteren van voedseldeeltjes uit het water met gemodificeerde

lichaamsonderdelen) en habitatstructuur als leef- en schuilplaats (snel stromend water zorgt voor sortering van substraat waardoor alleen grof materiaal, zoals grind, overblijft, slib en fijn zand verdwijnt). Voor doorstroommoerassen en moerasbeken zijn twee geclassificeerde habitatpreferenties van belang: 1.) mate van binding met de stromingsluwe met moerasplanten begroeide oeverzone van beken en rivieren (Moog, 1995; Hering & Smith-Kloiber, 2015), 2.) Preferentie voor zeer ondiepe moerassige wateren (Verdonschot et al., 1992; Van der Hoek & Verdonschot, 1994; Verberk et al., 2012). De eerste classificatie is gebaseerd op Centraal-Europese gegevens, de tweede op Noordwest-Europese gegevens. Er blijkt geen duidelijk onderscheid te bestaan in taxa die specifiek zijn voor doorstroommoerassen en voor moerasbeken, daarom wordt gewerkt met één lijst voor beide typen.

Omdat maar weinig taxa een preferentie hebben die in slechts één klasse (bijvoorbeeld 1 substraattypen) valt, is bij de selectie van indicatoren als drempelwaarde een preferentiescore van 50% of meer van het totaal aantal toegekende punten gekozen (zoals in Hering et al., 2009). Vervolgens is de lijst gescreend op taxa die niet in de Nederlandse beken voorkomen en op groepen waarvan het niet gangbaar is deze mee te nemen bij een bemonstering of te determineren, zoals sponzen, mosdiertjes en snuitkevers. Voor de naamgeving is hierbij gebruik gemaakt van een recente TWN-lijst ((Taxa Waterbeheer Nederland; <http://www.aquo.nl/tools/twn-lijst/>). Ten slotte zijn taxa met een zeldzaamheidsindicatie zeer algemeen, algemeen of vrij algemeen (Nijboer & Verdonschot 2001) uit de lijsten van kenmerkende indicatoren verwijderd, analoog aan de ontwikkeling van de indicatorlijsten voor R4 en R5 (Knoben et al., 2007).

Voor het afleiden van KM_{max} en de DP en DN taxa voor het moerasdeel zijn 158 macrofaunamonsters van laagten, geulen, poelen, sloten, greppels, petgaten in moerassen (o.a.) riet, zeggen, slangenwortel en in broekbossen (vnl. elzenbroek) op de hogere zandgronden gebruikt. Voor deze monsters is berekend hoeveel KM-taxa erin zijn aangetroffen en wat hun totale abundantie was (op basis van abundantieklassen, zie Van der Molen, 2012). Het maximaal aantal KM-taxa in de geselecteerde monsters was 14, verzameld in een zeggemoeras bij de Hazeveenloop (Hall, Gelderland). Om KM_{max} te bepalen is het aandeel KM-taxa in de 5% monsters met het hoogste aantallen KM-taxa berekend. Hiervan is vervolgens de gemiddelde waarde genomen als KM_{max} : 17% (n = 11; range minimum 9%, maximum 32%).

Analoog aan de KM-taxa is er geen bestaande informatie over potentiële DP en DN taxa. Daarom zijn deze bepaald op basis van de 5% monsters met de meeste KM taxa (DP) en de 5% monsters met de minste KM taxa (DN). Alle taxa die hierin met een abundantie vanaf 91 individuen (abundantieklasse >5) voorkomen zijn geselecteerd als begeleidende dominante taxa (zie Knoben et al., 2007). Het bleek dat een aantal taxa in beide gevallen voorkwam, deze taxa zijn gelabeld als indifferente taxa. De lijsten zijn vervolgens vergeleken met de DN lijsten voor R4 en R5. Taxa dominant voorkomend in zowel de 'goede' en 'slechte' moerasmonsters zijn: *Lumbriculus variegatus*, Scirtidae, *Chironomus* sp., *Cloeon dipterum* en *Pisidium* sp. Deze taxa zijn dus indifferent, maar alle behalve Scirtidae en *Pisidium* sp. staan ook te boek als DN voor de beektypen R4 en R5. Hetzelfde geldt voor sommige DP en KM taxa voor moerassen, deze zijn als DN ingedeeld voor R4 en R5. Het gevolg hiervan is dat soorten die in moerassituaties domineren ervoor zorgen dat de kwaliteit slechter gewaardeerd wordt, terwijl er tegelijkertijd veel kenmerkende soorten voorkomen die een goede moeraskwaliteit indiceren. Om toch zowel de beek-component als de

moerascomponent van doorstroommoerassen en moerasbeken juist te kunnen waarderen, zijn deze indifferente of een tegenstrijdige indicatiewaarde gevende groepen verwijderd uit de lijsten voor zowel de beekloop (oorspronkelijke R4 en R5) en de lijst voor het beekmoeras. Een overzicht van deze aanpassingen is gegeven in tabel 5.1.

5.2.2 Voorstel nieuwe maatlatten

Hier wordt een voorstel gegeven voor maatlatten voor doorstroommoerassen en moerasbeken, met de kanttekening dat het hier om een eerste inschatting gaat op basis van een theoretische afleiding in combinatie met de structuur van de bestaande maatlatten voor laaglandbeken. De maatlat gaat uit van een bemonstering van de beekloop (deelmonster 1) plus de moeraszone (deelmonster 2). Op basis van de standaardnetmonsters van de loop en het moeras worden de waarden voor de parameters berekend met behulp van de in Appendix 5.1 weergegeven lijsten met indicatoren: de lijsten voor de beekloop (R4, R5) en de lijst voor het moeras (R_moeras). De taxonlijst van een monsterlocatie wordt aan deze lijst gekoppeld, waarna vervolgens 3 parameters berekend worden (analoog aan huidige R4 en R5 maatlatten; Van der Molen et al., 2012):

- De parameter DN% wordt berekend door de abundantie van de taxa die zowel in het monster als de lijsten negatief dominante indicatoren voorkomen om te zetten naar een abundantieklasse en te sommeren en vervolgens te delen door de som van alle abundantieklassen voor alle taxa.
- De parameter KM% wordt berekend door het aantal taxa dat zowel in het monster als de lijsten met kenmerkende taxa voorkomen te delen door het totaal aantal taxa in het monster. Er worden aparte termen voor KM_beekloop (R4, R5) en KM_moeras gehanteerd met eigen KMmax percentages.
- De parameter KM% + DP% wordt berekend door de abundanties van taxa die zowel in het monster als de lijsten kenmerkende taxa of positief dominante indicatoren voorkomen om te zetten naar een abundantieklasse en te sommeren en vervolgens te delen door de som van alle abundantieklassen voor alle taxa.

Met de scores van bovenstaande parameters wordt vervolgens in een formule de EKR uitgerekend:

$$EKR = \frac{400 \times \left(\frac{KM\%_{loop}}{KMmax_{loop}} + \frac{KM\%_{moeras}}{KMmax_{moeras}} \right) + 2 \times \left(100 - (DN\%_{loop} + DN\%_{moeras}) \right) + (KM\%_{loop} + KM\%_{moeras} + DP\%_{loop} + DP\%_{moeras})}{700}$$

Het voordeel van het gescheiden houden van de informatie over de beekloop en het beekmoeras in aparte termen in de formule is dat de individuele parameters de gebruiker informatie kunnen geven over de toestand van beide onderdelen van het beekstelsel.

5.2.3 Toepassing nieuwe maatlatten op data waterschappen en Poolse referentiebeken

Op basis van de door de waterschappen aangeleverde macrofaunadata van meetpunten in beken met een moeras-karakter (R4: 139 monsters, R5: 162 monsters), wat wil zeggen waar zones met moerasvegetatie aanwezig zijn als gevolg van herinrichtingsmaatregelen (bijv. creëren van overstromingsvlaktes), extensiveren van het beheer en onderhoud en de aanleg van ecologische verbindingzones (EVZ's) en natuurvriendelijke oevers (NVO's), is een vergelijking gemaakt tussen i) de maatlatscore op basis van het huidige laaglandbeektype, ii)

de maatlatscore op basis van de nieuw ontwikkelde doorstroommoeras of moerasbeekmaatlat en iii) de maatlatscore op basis van de maatlat voor gebufferde zoete sloten op minerale bodem (M1a). Doel van deze vergelijking is te bekijken wat de onderlinge vergelijkbaarheid van de verschillende maatlaten is en op welke locaties verschillen tussen de maatlatscores gevonden worden. Ter vergelijking is dezelfde berekening ook uitgevoerd voor een aantal Poolse referentie moerasbeken en doorstroommoerassen.

Belangrijk is dat niet te achterhalen is in hoeverre de gebruikte bemonsteringen de moeraszone meegenomen hebben. Het is niet bekend waar — in termen van deelmonsters in microhabitat-typen — de bemonsteringen exact in de watergang hebben plaatsgevonden. Het zou kunnen dat de habitattypen in de stroomgeul de prioriteit hadden over de moerasvegetatie, waardoor de moerassoorten ondervertegenwoordigd kunnen zijn in de dataset. Vaak zal het slechts gaan om een signaal van de moeraszone in de loop (soorten die op de overgang moeraszone – beek leven). Het is dan ook waarschijnlijk dat de berekende scores lager uitvallen dan het geval zou zijn bij een bemonstering met een deelmonster loop en een deelmonster moeras en dus een onderwaardering geven van de ecologische kwaliteit van de bemonsterde trajecten.

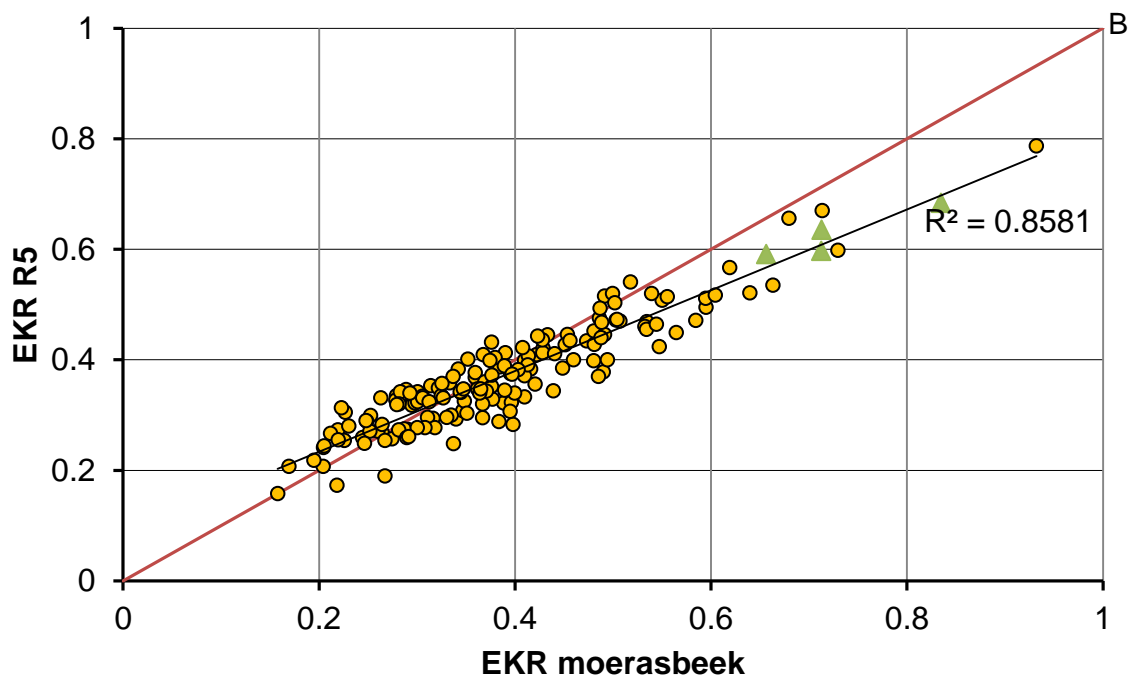
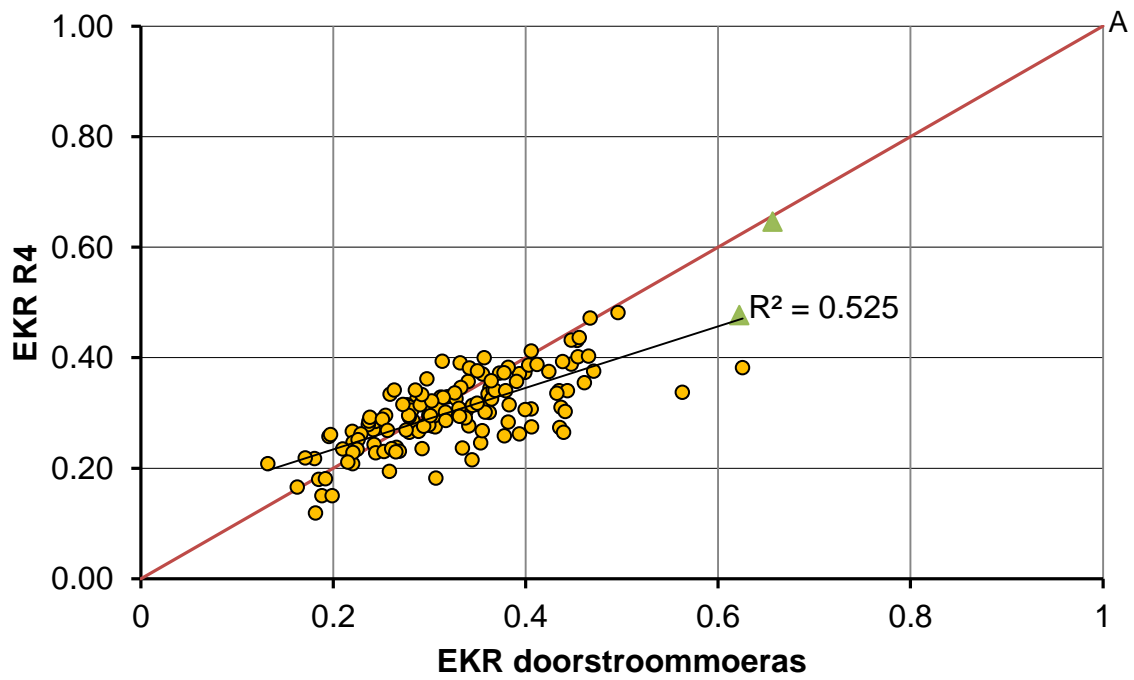
Voor de doorstroommoerassen bestaat er een duidelijk verband tussen de R4-maatlatscore en de doorstroommoerasmaatlat (Figuur 5.1A). Dit verband is niet één op één; beter scorende doorstroommoeras-monsters scoren relatief lager op de R4 maatlat. Dit verschil is te verwachten gezien het karakter van een doorstroommoeras, waarbij het aandeel moerassoorten hoger ligt dan het aandeel beeksoorten. Een duidelijk verband met de slotenmaatlat was niet aanwezig; een slechte score op doorstroommoerasmaatlat kon met verschillende kwaliteitsniveaus op de slotenmaatlat corresponderen (Figuur 5.2A). Referentiemonsters van een doorstroommoeras waren slechts van één locatie uit Polen (Stobnica) beschikbaar; het voorjaarsmonster van deze locatie laat het beeld zien van een hogere doorstroommoeras EKR tov de R4 EKR, het najaarsmonster laat een overeenkomstige maatlatscore zien (beide maatlaten laten een goede ecologische kwaliteit zien). Wat betreft goed scorende locaties op de doorstroommoeras-maatlat in Nederland voert de Elsbeek bij Tongerlo (Waterschap Peel en Maasvallei) de lijst aan (Tabel 5.2). Dit is een beek in een natuurgebied waar bij herinrichting een kleine meanderend loopje is gegraven, dat zich in de praktijk ontwikkelde tot een dichtgroeïend (er wordt bijna geen onderhoud gepleegd) moerasloopje.

Een vergelijking tussen de moerasbeek-maatlat en de maatlat voor KRW-type R5 laat een sterkere overeenkomst in beoordeling tussen beide maatlaten zien dan de vergelijking voor het doorstroommoeras (Figuur 5.1B). De beter scorende moerasbeek-monsters scoren relatief iets lager op de traditionele R5-maatlat, maar dit verschil is kleiner dan bij het doorstroommoeras. De oorzaak voor de grotere overlap in maatlaten heeft te maken met 1.) de bemonsteringswijze (focus op loop, niet op moeras) en 2.) een kleiner typologisch verschil bij een moerasbeek: het is immers een 'echte' beekloop met een moeraszone ernaast, terwijl een doorstroommoeras wezenlijk andere milieukenmerken heeft dan de traditionele bovenloop. Een duidelijk verband met de slotenmaatlat was wederom niet aanwezig; een slechte score op moerasbeekmaatlat kon met verschillende kwaliteitsniveaus op de slotenmaatlat corresponderen (Figuur 5.2B). De scores voor de Poolse referentiebeek-meetpunten lagen precies op de lijn gebaseerd op de Nederlandse monsterpunten (Figuur 5.1B) en scoorden allemaal net iets beter op de moerasbeek-maatlat dan op de R5-maatlat. Goed scorende locaties op de moerasbeek-maatlat in Nederland waren (Tabel 5.3): i) de

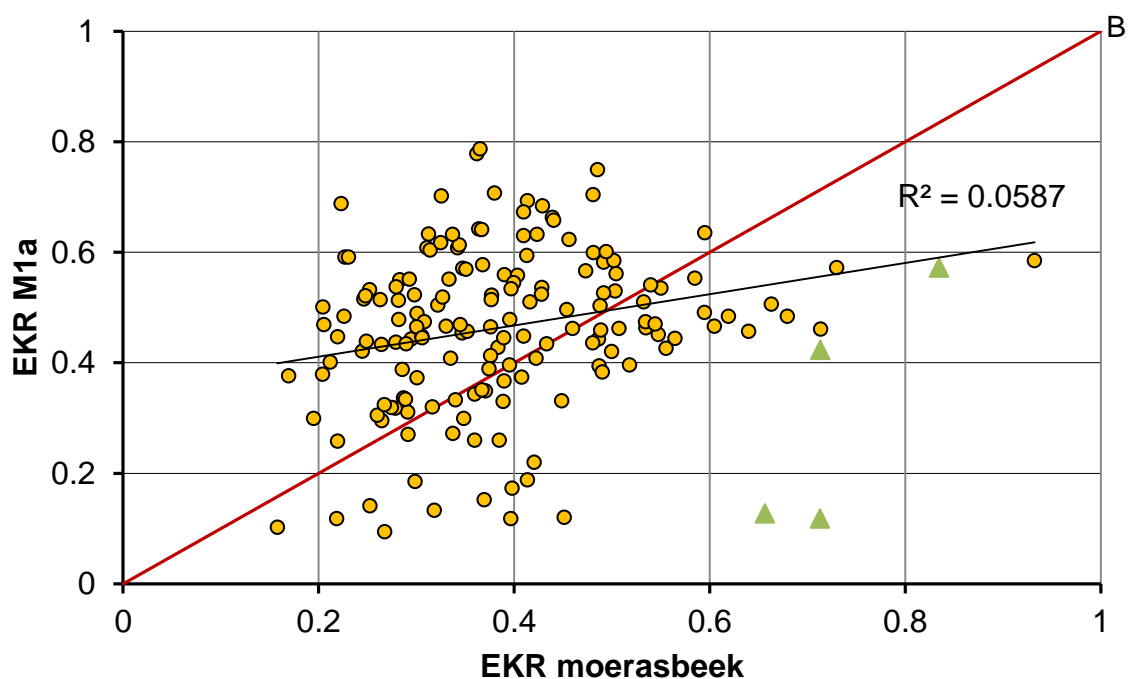
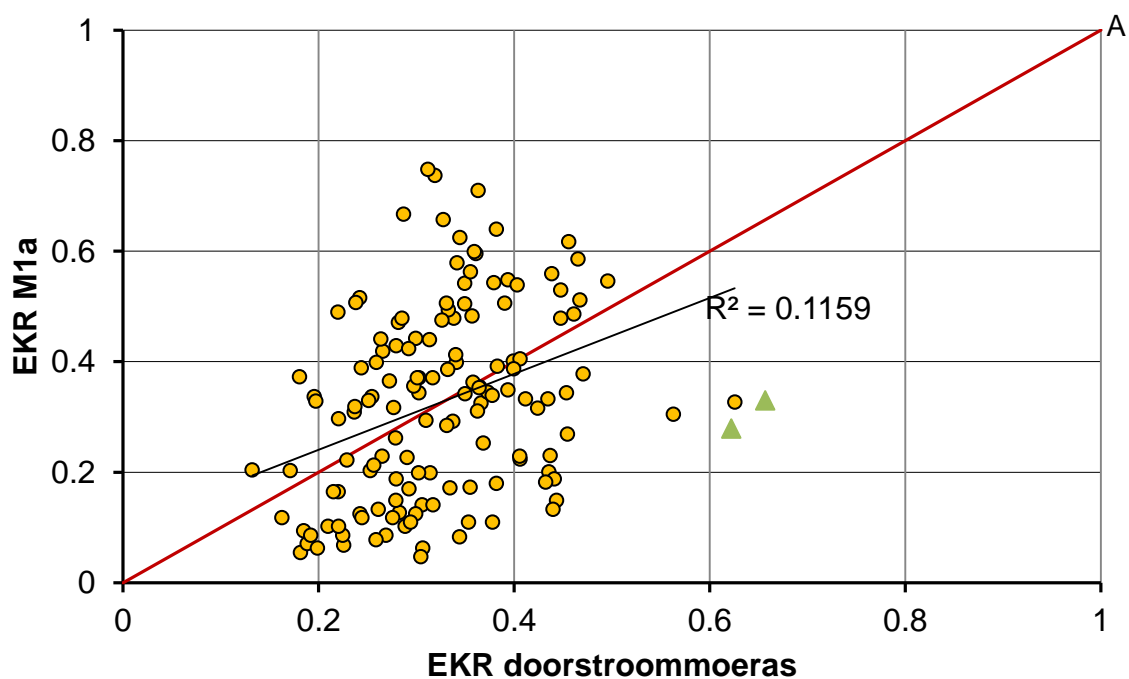
Ramsbeek (Waterschap Rijn en IJssel), waar een experiment met takkenbossen leidde tot volgegroeide zandbanken in de beek, ii) heringerichte traject met meanders en natuurvriendelijke oevers in de Groenlose Slinge (Waterschap Rijn en IJssel) en iii) De Logtse Baan (Waterschap de Dommel) waar een traject van 1 kilometer van de Beerze zich heeft ontwikkeld als een overstromingszone/beekmoeras met hierin een zeer ondiepe meanderende beek.

Tabel 5.1: Conflicterende taxonindicaties tussen beekloop (R4/5) en moeras (R4/5_m).

Taxon TWN	Hoofdgroep	Familie	R4	R5	R4_m	R5_m	
<i>Lumbriculus variegatus</i>	Oligochaeta	Lumbriculidae		DN	INDIF	INDIF	Weg
Tubificidae	Oligochaeta	Tubificidae	DN	DN	DP	DP	Weg
<i>Potamothenix</i> sp.	Oligochaeta	Tubificidae	DN				
<i>Limnodrilus</i> sp.	Oligochaeta	Tubificidae	DN	DN			
<i>Aulodrilus limnobius</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN		KM	KM	
<i>Aulodrilus pigueti</i>	Oligochaeta	Tubificidae			KM	KM	
<i>Limnodrilus claparedianus</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN				
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN				
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN	DN			
<i>Potamothenix moldaviensis</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN				
<i>Potamothenix hammoniensis</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN	DN			
<i>Psammoryctides barbatus</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN				
<i>Psammoryctides moravicus</i>	Oligochaeta	Tubificidae			KM	KM	
<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	Oligochaeta	Tubificidae	DN				
<i>Valvata macrostoma</i>	Gastropoda	Valvatidae	DN		KM	KM	Weg
Asellidae	Isopoda	Asellidae			DP	DP	<i>P. meridianus</i> behouden
<i>Asellus aquaticus</i>	Isopoda	Asellidae	DN	DN	DN	DN	
<i>Proasellus coxalis</i>	Isopoda	Asellidae		DN			
<i>Proasellus meridianus</i>	Isopoda	Asellidae			DP	DP	
<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemeroptera	Baetidae	DN	DN	INDIF	INDIF	Weg
<i>Chironomus</i> sp.	Diptera: Chironomidae	Chironomini	DN	DN	INDIF	INDIF	Weg
<i>Chironomus bernensis</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Chironomus commutatus</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Chironomus salinarius</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Chironomus acutiventris</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini		KM			
<i>Cryptochironomus</i> sp.	Diptera: Chironomidae	Chironomini		DN			Weg, indifferent
<i>Cryptochironomus albofasciatus</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Cryptochironomus psittacinus</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Cryptochironomus redekei</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Glyptotendipes</i> sp.	Diptera: Chironomidae	Chironomini	DN	DN			Weg, indifferent geldt voor meer soorten
<i>Glyptotendipes signatus</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
<i>Glyptotendipes viridis</i>	Diptera: Chironomidae	Chironomini			KM	KM	
Culicidae	Diptera: overig	Culicidae	DN				Alleen <i>Aedes</i> en <i>Ochlerotatus</i> DN
<i>Anopheles claviger</i>	Diptera: overig	Culicidae			KM	KM	
<i>Ochlerotatus nigrinus</i>	Diptera: overig	Culicidae			DN	DN	
<i>Aedes/Ochlerotatus</i> sp.	Diptera: overig	Culicidae			DN	DN	



Figuur 5.1: Vergelijking tussen de huidige KRW-maatlatscore (EKR) van monsters uit A.) R4 en B.) R5 wateren met 'moeras'-ontwikkeling als gevolg van herinrichting in de vorm van ecologische verbindingzones en natuurvriendelijke oevers en/of extensivering onderhoud en de score die deze monsters zouden krijgen op basis van de nieuwe maatlat voor A.) doorstroommoerassen en B.) moerasbeken. De oranje bolletjes zijn Nederlandse monsters, de groene driehoekjes Poolse referentiebeken.



Figuur 5.2: Vergelijking tussen de huidige KRW-maatlatscore (EKR) van monsters uit A.) R4 en B.) R5 wateren met 'moeras'-ontwikkeling als gevolg van herinrichting in de vorm van ecologische verbindingzones en natuurvriendelijke oevers en/of extensivering onderhoud beoordeeld als M1a en de score die deze monsters zouden krijgen op basis van de nieuwe maatlat voor A.) doorstroommoerassen en B.) moerasbeken. De oranje bolletjes zijn Nederlandse monsters, de groene driehoekjes Poolse referentiebeken.

Tabel 5.2: Overzicht van de de door de waterschappen aangedragen beken van het type R4 (n = 139) waarvan de ecologische kwaliteit op basis van de doorstroommoeras-maatlat het predikaat goed of zeer goed krijgen en de beken waarbij het verschil in de beoordeling tussen de R4-maatlat en doorstroommoeras-maatlat > 0,1 EKR-punten bedraagt. Kleuren geven de kwaliteitsklasse aan.

Locatie	EKR op basis van maatlat			Seizoen	Locatiebeschrijving en maatregelen
	R4	R4_m	M1a		
Elsbeek, Tongerlo (WPM)	0,38	0,63	0,32	Vj 2010	Beekloop niet zo duidelijk, in natuurgebied, vrijwel geen onderhoud, dichtgroeïend, bij herinrichting is een kleine meanderend loopje gegraven, maar in de praktijk ontwikkelde zich dit tot een moerasloopje.
Elsbeek, Winkel (WPM)	0,27	0,44	0,20	Vj 2010	Hele watergang groeit dicht, in natuurgebied, vrijwel geen onderhoud, dichtgroeïend, landbouwwater afgekoppeld, oude rechte loopje stagneert, groeit dicht.
Elsbeek, Hazenhorst (WPM)	0,27	0,44	0,13	Vj 2010	Smal waterloopje in inunderende moeraszone in natuurgebied, vrijwel geen onderhoud, dichtgroeïend, begeleid door brede moeraszone, bij herinrichting is een kleine meanderend loopje gegraven, maar in de praktijk ontwikkelde zich dit tot een moerasloopje.
Loobeek, Haag (WPM)	0,30	0,44	0,19	Vj 2013	Extensief onderhoud. Loop zal op den duur verdwijnen door vegetatieontwikkeling
Geysteresche Ven loopje (WPM)	0,38	0,56	0,31	Zo 2010	Extensief onderhoud. Al redelijke moeras-ontwikkeling en ook wat beschaduwïng. Loop zal op den duur verdwijnen door vegetatieontwikkeling.
Groote of Heikantse beek (WBD)	0,27	0,41	0,22	Vj 2007	Beekherstel over ca. 3,5 km, vermoedelijk uitgevoerd in 2009-2010, dus na monstername.
Stobnica (Alterra)	0,65	0,66	0,33	Nj 1998	Referentie doorstroommoeras; verlande bovenloop
	0,48	0,62	0,28	Vj 1999	

Tabel 5.3: Overzicht van de de door de waterschappen aangedragen beken van het type R5 (n = 164) waarvan de ecologische kwaliteit op basis van de moerasbeek-maatlat het predikaat goed of zeer goed krijgen en de beken waarbij het verschil in de beoordeling tussen de R5-maatlat en de moerasbeek-maatlat >0.1 EKR-punten bedraagt. Kleuren geven de kwaliteitsklasse aan per maatlat.

Locatie	EKR op basis van maatlat			Seizoen	Locatiebeschrijving en maatregelen
	R5	R5_m	M1a		
Ramsbeek, grens Eibergen (WRIJ)	0,66	0,68	0,48	Vj 2011	Geen
Ramsbeek, Emausweg Eibergen (WRIJ)	0,52	0,60	0,47	Vj 2013	Experiment met takkenbossen dat resulteerde in zandbanken die volgroeiden in de beek, waardoor een situatie ontstond met plasbermen in overgedimensioneerde watergang.
	0,57	0,62	0,48	Vj 2014	
	0,79	0,93	0,59	Vj 2015	
Groenlose Slinge traject tussen Groenlo en Ruurlo 1 (WRIJ)	0,45	0,56	0,44	Vj 2014	Herinrichting. Zeer gevarieerde inrichting met meanders en natuurvriendelijke oevers.
	0,54	0,66	0,51	Vj 2015	
Groenlose Slinge traject tussen Groenlo en Ruurlo 2 (WRIJ)	0,38	0,49	0,38	Vj 2008	Herinrichting. Zeer gevarieerde inrichting met meanders en natuurvriendelijke oevers.
	0,52	0,64	0,46	Vj 2015	
Groenlose Slinge, Morskersdriehuisweg Meddo (WRIJ)	0,67	0,71	0,46	Vj 2008	Geen maatregelen
Groenlose Slinge Lebbenbrugge Borculo (WRIJ)	0,47	0,58	0,55	Vj 2008	Geen maatregelen
Beerze, Logtse Baan (WD)	0,60	0,73	0,57	Vj 2003	Herinrichting met als doel het creëren overstromingsvlakte. Traject van 1 km dat zich als een overstromingsmoeras met een zeer ondiepe meanderende beek heeft ontwikkeld. Vloedvlakte overstroomt ongeveer 130d/j. De beek is niet beschaduwd. Dit project is in 2000 gerealiseerd.
Zoom (WBD)	0,28	0,40	0,17	Nj 2008	EVZ aangelegd voor 2005 over een

					lengte van ca. 10 km
Bruchterbeek, Twenteweg (WVS)	0,37	0,49	0,75	Nj 2014	NVO en extensief beheer over tenminste 2 km
Afleidingskanaal v. Smakterveldlossing (WPM)	0,42	0,55	0,45	Vj 2010	Extensief beheer met als gevolg duidelijke loop omzoomd door brede oeverzone binnen normprofiel. Oeverzone > loop, doordat de brede oeverzone heel dicht begroeid raakt met liesgras/rietgras heeft de rest van de watergang sterkere beekeigenschappen. Eigenlijk is er vooral sprake van profielvernauwing.
Gać, Spała (Alterra)	0,60	0,71	0,12	Nj 1998	Referentie moerasbeek Polen.
	0,59	0,66	0,13	Vj 1999	
Gać, houtfabriek (Alterra)	0,68	0,83	0,57	Nj 1998	Referentie moerasbeek Polen.
	0,64	0,71	0,42	Vj 1999	

Appendix 5.1: Maatlatten macrofauna beekloop (R4 en R5) en moeras (doorstroommoeras en moerasbeek, R_m)

Taxon TWN	Hoofdgroep	Familie	R4	R5	R_m
<i>Dugesia gonocephala</i>	Tricladida	Dugesidae	KM		
<i>Schmidtea lugubris</i>	Tricladida	Dugesidae	DN		
<i>Schmidtea polychroa</i>	Tricladida	Dugesidae	DP		
<i>Crenobia alpina</i>	Tricladida	Planariidae	KM		
<i>Planaria torva</i>	Tricladida	Planariidae			KM
<i>Polycelis tenuis</i>	Tricladida	Planariidae	DN		
<i>Polycelis felina</i>	Tricladida	Planariidae	KM		
<i>Erpobdella testacea</i>	Hirudinea	Erpobdellidae	DN		
<i>Erpobdella octoculata</i>	Hirudinea	Erpobdellidae	DN	DN	
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae	DN		
<i>Glossiphonia complanata</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae	DN		
<i>Helobdella stagnalis</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae	DN	DN	
<i>Hemiclepsis marginata</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae	DN		
<i>Placobdella costata</i>	Hirudinea	Glossiphoniidae			KM
<i>Hirudo medicinalis</i>	Hirudinea	Hirudinidae			KM
<i>Stylodrilus heringianus</i>	Oligochaeta	Lumbriculidae		KM	
<i>Chaetogaster diaphanus</i>	Oligochaeta	Naididae	DN		
<i>Chaetogaster diastrophus</i>	Oligochaeta	Naididae	DN		
<i>Chaetogaster limnaei</i>	Oligochaeta	Naididae	DN		
<i>Dero digitata</i>	Oligochaeta	Naididae	DN		DN
<i>Dero nivea</i>	Oligochaeta	Naididae			KM
<i>Dero obtusa</i>	Oligochaeta	Naididae			KM
<i>Haemonais waldvogeli</i>	Oligochaeta	Naididae			KM
<i>Nais communis/variabilis</i>	Oligochaeta	Naididae	DN		DN
<i>Nais barbata</i>	Oligochaeta	Naididae		DP	
<i>Nais pseudobtusa</i>	Oligochaeta	Naididae	DN		
<i>Nais elinguis</i>	Oligochaeta	Naididae	DN	DN	
<i>Nais alpina</i>	Oligochaeta	Naididae	KM		
<i>Ophidonais serpentina</i>	Oligochaeta	Naididae	DN	DN	
<i>Ripistes parasita</i>	Oligochaeta	Naididae			KM
<i>Slavina appendiculata</i>	Oligochaeta	Naididae			DN
<i>Specaria josinae</i>	Oligochaeta	Naididae		KM	
<i>Stylaria lacustris</i>	Oligochaeta	Naididae	DN	DN	DN
<i>Vejdovskyella comata</i>	Oligochaeta	Naididae			KM
<i>Ancylus fluviatilis</i>	Gastropoda	Ancylidae		KM	
<i>Bithynia leachi</i>	Gastropoda	Bithyniidae	DN	DN	DN
<i>Bithynia tentaculata</i>	Gastropoda	Bithyniidae	DN	DN	
<i>Marstoniopsis scholtzi</i>	Gastropoda	Hydrobiidae			KM
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Gastropoda	Hydrobiidae		DP	
<i>Lymnaea stagnalis</i>	Gastropoda	Lymnaeidae		DN	
<i>Myxas glutinosa</i>	Gastropoda	Lymnaeidae			KM

<i>Radix balthica</i> gr.	Gastropoda	Lymnaeidae	DN	DN	
<i>Stagnicola palustris</i> gr.	Gastropoda	Lymnaeidae	DN		DN
<i>Aplexa hypnorum</i>	Gastropoda	Physidae			KM
<i>Physella acuta</i>	Gastropoda	Physidae	DN		
<i>Anisus leucostoma/spirorbis</i>	Gastropoda	Planorbidae	DN		
<i>Anisus vortex</i>	Gastropoda	Planorbidae	DN	DN	
<i>Bathyomphalus contortus</i>	Gastropoda	Planorbidae	DN	DN	DN
<i>Gyraulus laevis</i> ¹	Gastropoda	Planorbidae			KM
<i>Gyraulus riparius</i>	Gastropoda	Planorbidae			KM
<i>Gyraulus albus</i>	Gastropoda	Planorbidae	DN	DN	
<i>Hippeutis complanatus</i>	Gastropoda	Planorbidae			DN
<i>Planorbarius corneus</i>	Gastropoda	Planorbidae	DN		
<i>Planorbis planorbis</i>	Gastropoda	Planorbidae	DN	DN	
<i>Segmentina nitida</i>	Gastropoda	Planorbidae			DP
<i>Valvata piscinalis</i>	Gastropoda	Valvatidae	DN	DN	DN
<i>Valvata cristata</i>	Gastropoda	Valvatidae	DN		DN
<i>Valvata macrostoma</i>	Gastropoda	Valvatidae			KM
<i>Musculium lacustre</i>	Bivalvia	Sphaeriidae		DN	
<i>Pisidium obtusale</i>	Bivalvia	Sphaeriidae			DP
<i>Pisidium pseudosphaerium</i>	Bivalvia	Sphaeriidae			KM
<i>Pisidium supinum</i>	Bivalvia	Sphaeriidae		DP	
<i>Sphaerium rivicola</i>	Bivalvia	Sphaeriidae		KM	
<i>Sphaerium corneum</i>	Bivalvia	Sphaeriidae	DN	DN	
<i>Anodonta anatina</i>	Bivalvia	Unionidae		KM	
<i>Pseudanodonta complanata</i>	Bivalvia	Unionidae		KM	
<i>Unio crassus</i>	Bivalvia	Unionidae		KM	
<i>Unio tumidus</i>	Bivalvia	Unionidae		KM	
<i>Arrenurus cylindricus</i>	Hydracarina	Arrenuridae	KM	KM	KM
<i>Arrenurus affinis</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus bruzelii</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus compactus</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus leuckarti</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus neumani</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus stecki</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus globator</i>	Hydracarina	Arrenuridae		DN	
<i>Arrenurus octagonus</i>	Hydracarina	Arrenuridae		KM	
<i>Arrenurus zacharias</i>	Hydracarina	Arrenuridae		KM	
<i>Arrenurus claviger</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Arrenurus mediorotundatus</i>	Hydracarina	Arrenuridae			KM
<i>Mundamella germanica</i>	Hydracarina	Athienemanniidae		KM	
<i>Albia stationis</i>	Hydracarina	Aturidae		KM	
<i>Aturus crinitus</i>	Hydracarina	Aturidae		KM	
<i>Aturus fontinalis</i>	Hydracarina	Aturidae		KM	
<i>Brachypoda modesta</i>	Hydracarina	Aturidae		KM	
<i>Kongsbergia materna</i>	Hydracarina	Aturidae		KM	

<i>Aturus scaber scaber</i>	Hydracarina	Aturidae		KM	
<i>Eylais infundibulifera</i>	Hydracarina	Eylaidae			KM
<i>Eylais tantilla</i>	Hydracarina	Eylaidae			KM
<i>Hydrachna goldfeldi</i>	Hydracarina	Hydrachnidae			KM
<i>Hydrodroma torrenticola</i>	Hydracarina	Hydrodromidae		KM	
<i>Hydryphantes</i>	Hydracarina	Hydryphantidae			KM
<i>Panisopsis vigilans</i>	Hydracarina	Hydryphantidae			KM
<i>Parathyas</i>	Hydracarina	Hydryphantidae		KM	KM
<i>Euthyas truncata</i>	Hydracarina	Hydryphantidae			KM
<i>Protzia eximia</i>	Hydracarina	Hydryphantidae	KM	KM	
<i>Atractides distans</i>	Hydracarina	Hygrobatidae		KM	
<i>Atractides subasper</i>	Hydracarina	Hygrobatidae		KM	
<i>Hygrobatas fluviatilis</i>	Hydracarina	Hygrobatidae		KM	
<i>Hygrobatas longiporus</i>	Hydracarina	Hygrobatidae		KM	
<i>Hygrobatas nigromaculatus</i>	Hydracarina	Hygrobatidae	DP	DP	
<i>Lebertia fimbriata</i>	Hydracarina	Lebertiidae		KM	
<i>Lebertia porosa</i>	Hydracarina	Lebertiidae		KM	
<i>Lebertia rivulorum</i>	Hydracarina	Lebertiidae		KM	
<i>Lebertia bracteata</i>	Hydracarina	Lebertiidae	KM		
<i>Lebertia minutipalpis</i>	Hydracarina	Lebertiidae	KM		
<i>Lebertia insignis</i>	Hydracarina	Lebertiidae	KM	KM	
<i>Limnesia undulata</i>	Hydracarina	Limnesiidae		DN	
<i>Limnesia maculata</i>	Hydracarina	Limnesiidae		DN	
<i>Limnesia koenikei</i>	Hydracarina	Limnesiidae			KM
<i>Mideopsis crassipes</i>	Hydracarina	Mideopsidae		KM	
<i>Frontipoda musculus</i>	Hydracarina	Oxidae			KM
<i>Oxus nodigerus</i>	Hydracarina	Oxidae			KM
<i>Oxus ovalis</i>	Hydracarina	Oxidae			KM
<i>Oxus setosus</i>	Hydracarina	Oxidae		KM	
<i>Forelia liliacea</i>	Hydracarina	Pionidae		KM	
<i>Forelia variegator</i>	Hydracarina	Pionidae		KM	
<i>Nautarachna crassa</i>	Hydracarina	Pionidae		KM	
<i>Piona clavicornis</i>	Hydracarina	Pionidae			KM
<i>Piona pusilla pusilla</i>	Hydracarina	Pionidae		DN	
<i>Pionacercus norvegicus</i>	Hydracarina	Pionidae			KM
<i>Pionacercus vatrax</i>	Hydracarina	Pionidae			KM
<i>Tiphys</i>	Hydracarina	Pionidae			KM
<i>Sperchon</i>	Hydracarina	Sperchontidae		KM	
<i>Sperchon cluifeifer</i>	Hydracarina	Sperchontidae		KM	
<i>Sperchon compactilis</i>	Hydracarina	Sperchontidae		KM	
<i>Sperchon turgidus</i>	Hydracarina	Sperchontidae		KM	
<i>Sperchon glandulosus</i>	Hydracarina	Sperchontidae	KM		
<i>Sperchon setiger</i>	Hydracarina	Sperchontidae	KM	KM	
<i>Sperchon squamosus</i>	Hydracarina	Sperchontidae	KM		
<i>Sperchonopsis verrucosa</i>	Hydracarina	Sperchontidae		KM	

<i>Torrenticola amplexa</i>	Hydracarina	Torrenticolidae		KM	
<i>Neumania imitata</i>	Hydracarina	Unionicolidae			KM
<i>Neumania spinipes</i>	Hydracarina	Unionicolidae			KM
<i>Neumania vernalis</i>	Hydracarina	Unionicolidae			KM
<i>Wettina podagrica</i>	Hydracarina	Wettinidae	KM	KM	
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	Amphipoda	Crangonyctidae		DN	
<i>Echinogammarus berilloni</i>	Amphipoda	Gammaridae		KM	
<i>Gammarus fossarum</i>	Amphipoda	Gammaridae	DP	DP	
<i>Gammarus pulex</i>	Amphipoda	Gammaridae	DP	DP	
<i>Gammarus roeseli</i>	Amphipoda	Gammaridae	DP	DP	
<i>Astacus astacus</i>	Decapoda	Astacidae		KM	
<i>Proasellus meridianus</i>	Isopoda	Asellidae			DP
<i>Dryops anglicanus</i>	Coleoptera	Dryopidae			KM
<i>Dryops auriculatus</i>	Coleoptera	Dryopidae			KM
<i>Dryops griseus</i>	Coleoptera	Dryopidae			KM
<i>Dryops lutulentus</i>	Coleoptera	Dryopidae		KM	
<i>Dryops nitidulus</i>	Coleoptera	Dryopidae		KM	
<i>Acilius canaliculatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus striolatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		KM
<i>Agabus affinis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus congener</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus labiatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus melanarius</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus uliginosus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus unguicularis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Agabus didymus</i>	Coleoptera	Dytiscidae		KM	
<i>Agabus biguttatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		
<i>Agabus guttatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		
<i>Bidessus grossepunctatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Bidessus unistriatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Colymbetes paykulli</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Deronectes latus</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM	KM	
<i>Dytiscus circumcinctus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Dytiscus dimidiatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Dytiscus lapponicus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Dytiscus semisulcatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Graphoderus bilineatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Graphoderus zonatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Graptodytes bilineatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Graptodytes granularis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydaticus transversalis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus umbrosus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			DP
<i>Hydroporus nigrita</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		KM
<i>Hydroporus elongatulus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus glabriusculus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM

<i>Hydroporus melanarius</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus morio</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus neglectus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus notatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus obscurus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus rufifrons</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus scalesianus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus striola</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hydroporus memnonius</i>	Coleoptera	Dytiscidae		KM	
<i>Hydroporus discretus</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		
<i>Hydroporus longulus</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		
<i>Hygrotus inaequalis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			DN
<i>Hygrotus nigrolineatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hygrotus parallelogrammus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Hyphydrus ovatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			DN
<i>Ilybius aenescens</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Ilybius chalconatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Ilybius guttiger</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Ilybius montanus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Ilybius neglectus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Ilybius subaeneus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Laccophilus poecilus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Laccornis oblongus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Nebrioporus canaliculatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Nebrioporus elegans</i>	Coleoptera	Dytiscidae		KM	
<i>Oreodytes sanmarkii</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM		
<i>Platambus maculatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae		KM	
<i>Rhantus grapii</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Rhantus latitans</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Rhantus suturellus</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Scarodytes halensis</i>	Coleoptera	Dytiscidae	KM	KM	KM
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	Coleoptera	Dytiscidae		KM	
<i>Suphrodytes dorsalis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Suphrodytes figuralis</i>	Coleoptera	Dytiscidae			KM
<i>Yola bicarinata</i>	Coleoptera	Dytiscidae		KM	
<i>Elmis maugetii</i>	Coleoptera	Elmidae		KM	
<i>Elmis aenea</i>	Coleoptera	Elmidae	KM	KM	
<i>Esolus angustatus</i>	Coleoptera	Elmidae	KM		
<i>Esolus pygmaeus</i>	Coleoptera	Elmidae	KM	KM	
<i>Limnius volckmari</i>	Coleoptera	Elmidae	KM	KM	
<i>Oulimnius major</i>	Coleoptera	Elmidae		KM	
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Coleoptera	Elmidae		KM	
<i>Riolus cupreus</i>	Coleoptera	Elmidae	KM		
<i>Riolus subviolaceus</i>	Coleoptera	Elmidae	KM		
<i>Gyrinus distinctus</i>	Coleoptera	Gyrinidae			KM

<i>Gyrinus minutus</i>	Coleoptera	Gyrinidae			KM
<i>Gyrinus natator</i>	Coleoptera	Gyrinidae			KM
<i>Gyrinus paykulli</i>	Coleoptera	Gyrinidae			KM
<i>Gyrinus suffriani</i>	Coleoptera	Gyrinidae			KM
<i>Gyrinus aeratus</i>	Coleoptera	Gyrinidae		KM	
<i>Gyrinus substriatus</i>	Coleoptera	Gyrinidae	KM		
<i>Orectochilus villosus</i>	Coleoptera	Gyrinidae	KM	KM	
<i>Brychius elevatus</i>	Coleoptera	Haliplidae	KM	KM	
<i>Haliplus fulvicollis</i>	Coleoptera	Haliplidae			KM
<i>Haliplus fulvus</i>	Coleoptera	Haliplidae			KM
<i>Haliplus furcatus</i>	Coleoptera	Haliplidae			KM
<i>Haliplus mucronatus</i>	Coleoptera	Haliplidae			KM
<i>Haliplus obliquus</i>	Coleoptera	Haliplidae			KM
<i>Haliplus variegatus</i>	Coleoptera	Haliplidae			KM
<i>Haliplus laminatus</i>	Coleoptera	Haliplidae		KM	
<i>Helophorus aquaticus</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus asperatus</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus dorsalis</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus flavipes</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus granularis</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus laticollis</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus longitarsis</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus nanus</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus pumilio</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus strigifrons</i>	Coleoptera	Helophoridae			KM
<i>Helophorus arvernensis</i>	Coleoptera	Helophoridae	KM	KM	
<i>Hydraena riparia</i>	Coleoptera	Hydraenidae	KM		KM
<i>Hydraena britteni</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Hydraena palustris</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Hydraena gracilis</i>	Coleoptera	Hydraenidae		KM	
<i>Hydraena excisa</i>	Coleoptera	Hydraenidae	KM	KM	
<i>Hydraena pulchella</i>	Coleoptera	Hydraenidae	KM	KM	
<i>Limnebius aluta</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Limnebius atomus</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Limnebius papposus</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Limnebius crinifer</i>	Coleoptera	Hydraenidae		KM	
<i>Limnebius nitidus</i>	Coleoptera	Hydraenidae		KM	
<i>Limnebius truncatellus</i>	Coleoptera	Hydraenidae	KM	KM	
<i>Ochthebius pusillus</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Ochthebius viridis</i>	Coleoptera	Hydraenidae			KM
<i>Ochthebius metallescens</i>	Coleoptera	Hydraenidae		KM	
<i>Hydrochus angustatus</i>	Coleoptera	Hydrochidae	KM		KM
<i>Hydrochus brevis</i>	Coleoptera	Hydrochidae			KM
<i>Hydrochus elongatus</i>	Coleoptera	Hydrochidae			KM
<i>Hydrochus ignicollis</i>	Coleoptera	Hydrochidae			KM

<i>Hydrochus megaphallus</i>	Coleoptera	Hydrochidae			KM
<i>Anacaena bipustulata</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Anacaena globulus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae		KM	
<i>Berosus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Enochrus fuscipennis</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Enochrus nigrinus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Enochrus ochropterus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Enochrus quadripunctatus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Hydrochara caraboides</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Laccobius atratus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae	KM		KM
<i>Laccobius sinuatus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae	KM	KM	KM
<i>Laccobius obscuratus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae	KM	KM	
<i>Laccobius striatulus</i>	Coleoptera	Hydrophilidae	KM	KM	
<i>Limnoxenus niger</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Paracymus scutellaris</i>	Coleoptera	Hydrophilidae			KM
<i>Elodes minuta</i>	Coleoptera	Scirtidae	DP		
<i>Baetis buceratus</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Baetis digitatus</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Baetis fuscatus</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Baetis rhodani</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Baetis tracheatus</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Baetis vernus</i>	Ephemeroptera	Baetidae	DP		
<i>Baetis niger</i>	Ephemeroptera	Baetidae	KM	KM	
<i>Centroptilum luteolum</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Cloeon simile</i>	Ephemeroptera	Baetidae	DN		KM
<i>Procloeon pennulatum</i>	Ephemeroptera	Baetidae		KM	
<i>Procloeon bifidum</i>	Ephemeroptera	Baetidae	KM	KM	
<i>Brachycercus harrisella</i>	Ephemeroptera	Caenidae		KM	
<i>Caenis lactea</i>	Ephemeroptera	Caenidae			KM
<i>Caenis pseudorivulorum</i>	Ephemeroptera	Caenidae		KM	
<i>Caenis rivulorum</i>	Ephemeroptera	Caenidae		KM	
<i>Caenis horaria</i>	Ephemeroptera	Caenidae	DN	DN	
<i>Serratella ignita</i>	Ephemeroptera	Ephemerellidae	KM	KM	
<i>Ephemerella vulgata</i>	Ephemeroptera	Ephemeridae		KM	
<i>Ephemerella danica</i>	Ephemeroptera	Ephemeridae	KM	KM	
<i>Heptagenia flava</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae		KM	
<i>Heptagenia sulphurea</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae		KM	
<i>Kageronia fuscogrisea</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae		KM	
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	Ephemeroptera	Heptageniidae	KM	KM	
<i>Habrophlebia fusca</i>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		KM	
<i>Leptophlebia marginata</i>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	KM	KM	KM
<i>Leptophlebia vespertina</i>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae			KM
<i>Paraleptophlebia cincta</i>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		KM	KM
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		KM	
<i>Siphonurus lacustris</i>	Ephemeroptera	Siphonuridae		KM	

<i>Siphonurus aestivalis</i>	Ephemeroptera	Siphonuridae	KM	KM	
<i>Siphonurus armatus</i>	Ephemeroptera	Siphonuridae	KM	KM	
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Heteroptera	Aphelocheiridae		KM	
<i>Arctocoris germari</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Corixa dentipes</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Corixa panzeri</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Cymatia rogenhoferi</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Glaenocoris propinqua</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Hesperocoris moesta</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Micronecta poweri</i>	Heteroptera	Corixidae	KM	KM	KM
<i>Micronecta griseola</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Micronecta minutissima</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Sigara hellensii</i>	Heteroptera	Corixidae	KM	KM	KM
<i>Sigara longipalis</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Sigara scotti</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Sigara falleni</i>	Heteroptera	Corixidae		DN	
<i>Sigara limitata</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Sigara striata</i>	Heteroptera	Corixidae		DN	
<i>Sigara distincta</i>	Heteroptera	Corixidae			KM
<i>Aquarius paludum</i>	Heteroptera	Gerridae			KM
<i>Aquarius najas</i>	Heteroptera	Gerridae	KM	KM	
<i>Gerris gibbifer</i>	Heteroptera	Gerridae	KM		KM
<i>Gerris lateralis</i>	Heteroptera	Gerridae			KM
<i>Limnopus rufoscutellatus</i>	Heteroptera	Gerridae			KM
<i>Hydrometra gracilentia</i>	Heteroptera	Hydrometridae			KM
<i>Notonecta reuteri</i>	Heteroptera	Notonectidae			KM
<i>Notonecta maculata</i>	Heteroptera	Notonectidae			KM
<i>Notonecta obliqua</i>	Heteroptera	Notonectidae			KM
<i>Velia caprai caprai</i>	Heteroptera	Veliidae	KM	KM	
<i>Velia saulii</i>	Heteroptera	Veliidae	KM	KM	
<i>Microvelia</i>	Heteroptera	Veliidae			KM
<i>Aeshna juncea</i>	Odonata	Aeshnidae	KM		KM
<i>Aeshna affinis</i>	Odonata	Aeshnidae			KM
<i>Aeshna isocetes</i>	Odonata	Aeshnidae			KM
<i>Aeshna subarctica</i>	Odonata	Aeshnidae			KM
<i>Aeshna viridis</i>	Odonata	Aeshnidae			KM
<i>Anax parthenope</i>	Odonata	Aeshnidae			KM
<i>Brachytron pratense</i>	Odonata	Aeshnidae			KM
<i>Calopteryx splendens</i>	Odonata	Calopterygidae		KM	
<i>Calopteryx virgo</i>	Odonata	Calopterygidae	KM	KM	
<i>Ceragrion tenellum</i>	Odonata	Coenagrionidae	KM		KM
<i>Coenagrion hastulatum</i>	Odonata	Coenagrionidae			KM
<i>Coenagrion lunulatum</i>	Odonata	Coenagrionidae			KM
<i>Erythromma lindenii</i>	Odonata	Coenagrionidae			KM
<i>Ischnura pumilio</i>	Odonata	Coenagrionidae			KM

<i>Nehalennia speciosa</i>	Odonata	Coenagrionidae			KM
<i>Cordulegaster boltonii</i>	Odonata	Cordulegastridae	KM		
<i>Cordulia aenea</i>	Odonata	Corduliidae			KM
<i>Epithea bimaculata</i>	Odonata	Corduliidae			KM
<i>Oxygastra curtisii</i>	Odonata	Corduliidae			KM
<i>Somatochlora arctica</i>	Odonata	Corduliidae			KM
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	Odonata	Corduliidae			KM
<i>Somatochlora metallica</i>	Odonata	Corduliidae			KM
<i>Gomphus pulchellus</i>	Odonata	Gomphidae			KM
<i>Gomphus flavipes</i>	Odonata	Gomphidae		KM	
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Odonata	Gomphidae		KM	
<i>Lestes barbarus</i>	Odonata	Lestidae			KM
<i>Lestes dryas</i>	Odonata	Lestidae			KM
<i>Lestes virens</i>	Odonata	Lestidae			KM
<i>Sympecma</i>	Odonata	Lestidae			KM
<i>Crocothemis erythraea</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Leucorrhinia</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Libellula fulva</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Orthetrum brunneum</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Sympetrum flaveolum</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Sympetrum meridionale</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	Odonata	Libellulidae			KM
<i>Platycnemis pennipes</i>	Odonata	Platycnemididae		KM	
<i>Leuctra fusca</i>	Plecoptera	Leuctridae	KM	KM	
<i>Leuctra nigra</i>	Plecoptera	Leuctridae	KM	KM	
<i>Amphinemura standfussi</i>	Plecoptera	Nemouridae	KM	KM	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	Plecoptera	Nemouridae	KM	KM	
<i>Isoperla grammatica</i>	Plecoptera	Perlodidae	KM		
<i>Nemoura dubitans</i>	Plecoptera	Nemouridae	KM	KM	KM
<i>Nemoura cinerea</i>	Plecoptera	Nemouridae		KM	
<i>Nemoura marginata</i>	Plecoptera	Nemouridae	KM		
<i>Nemoura avicularis</i>	Plecoptera	Nemouridae	KM	KM	
<i>Nemurella pictetii</i>	Plecoptera	Nemouridae	KM	KM	
<i>Protonemura meyeri</i>	Plecoptera	Nemouridae		KM	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	Plecoptera	Taeniopterygidae		KM	
<i>Sisyra</i>	Neuroptera	Sisyridae	KM		
<i>Osmylus fulvicephalus</i>	Neuroptera	Osmylidae	KM	KM	
<i>Sialis lutaria</i>	Megaloptera	Sialidae	DN		
<i>Sialis fuliginosa</i>	Megaloptera	Sialidae	KM	KM	
<i>Cladopelma virescens</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Cladopelma goetghebueri</i> gr.	Diptera	Chironomini	DN		
<i>Cryptotendipes</i>	Diptera	Chironomini		KM	KM
<i>Demeijerea rufipes</i>	Diptera	Chironomini			KM

<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	Diptera	Chironomini		KM	KM
<i>Dicrotendipes pulsus</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Dicrotendipes tritonus</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	Diptera	Chironomini	DN		
<i>Einfeldia dissidens</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Einfeldia pagana</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Endochironomus dispar</i> gr.	Diptera	Chironomini			DN
<i>Endochironomus albipennis</i>	Diptera	Chironomini		DN	
<i>Harnischia</i>	Diptera	Chironomini		KM	KM
<i>Lauterborniella agrayloides</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Microchironomus deribae</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Microtendipes pedellus</i>	Diptera	Chironomini		KM	
<i>Microtendipes chloris</i> agg.	Diptera	Chironomini	DN		
<i>Pagastiella orophila</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Parachironomus monochromus</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Parachironomus tenuicaudatus</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Paracladopelma laminatum</i> agg.	Diptera	Chironomini		KM	
<i>Paracladopelma nigrifulum</i>	Diptera	Chironomini		KM	
<i>Paracladopelma camptolabis</i>	Diptera	Chironomini	KM		
<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Phaenopsectra</i>	Diptera	Chironomini	DN		
<i>Polypedilum uncinatum</i>	Diptera	Chironomini			DP
<i>Polypedilum sordens</i>	Diptera	Chironomini		DN	
<i>Polypedilum scalaenum</i>	Diptera	Chironomini		DP	
<i>Polypedilum bicrenatum</i> gr.	Diptera	Chironomini		KM	
<i>Polypedilum convictum</i>	Diptera	Chironomini		KM	
<i>Polypedilum laetum</i> agg.	Diptera	Chironomini		KM	
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Diptera	Chironomini	DN	DN	
<i>Polypedilum pedestre</i>	Diptera	Chironomini	KM	KM	
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Stenochironomus gibbus</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Tribelos intextum</i>	Diptera	Chironomini			KM
<i>Acamptocladius submontanus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Brillia longifurca</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Brillia bifida</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Chaetocladius femineus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Chaetocladius melaleucus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Chaetocladius vitellinus</i> gr.	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Corynoneura coronata</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Corynoneura lobata</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Cricotopus brevipalpis</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Cricotopus cylindraceus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Cricotopus festivellus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Cricotopus fuscus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Cricotopus tricinctus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM

<i>Cricotopus trifasciatus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Cricotopus sylvestris</i> gr.	Diptera	Orthoclaadiinae	DN	DN	
<i>Diplocladius cultriger</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Epoicocladius ephemerae</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Eukiefferiella brevicealcar</i> agg.	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Hydrobaenus lugubris</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Hydrobaenus pilipes</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Hydrosmittia ruttneri</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Limnophyes pumilio</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Nanocladius balticus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Nanocladius bicolor</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Nanocladius rectinervis</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Orthocladus consobrinus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Orthocladus (Euorthocladus)</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Orthocladus oblidens</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Parakiefferiella bathophila</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Paratrachocladus rufiventris</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Psectrocladius barbimanus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Psectrocladius bisetus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Psectrocladius obivus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Pseudorthocladus curtistylus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM		
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Synorthocladus semivirens</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Thienemanniella clavicornis</i>	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Thienemanniella majuscula</i>	Diptera	Orthoclaadiinae	KM	KM	
<i>Tvetenia calvescens</i> agg.	Diptera	Orthoclaadiinae		KM	
<i>Tvetenia discoloripes</i> agg.	Diptera	Orthoclaadiinae	DP	KM	
<i>Zalutschia humphriesiae</i>	Diptera	Orthoclaadiinae			KM
<i>Diamesa insignipes</i>	Diptera	Diamesinae		KM	
<i>Potthastia longimanus</i>	Diptera	Diamesinae		KM	
<i>Monodiamesa bathyphila</i>	Diptera	Prodiamesinae		KM	
<i>Odontomesa fulva</i>	Diptera	Prodiamesinae		KM	
<i>Prodiamesa rufovittata</i>	Diptera	Prodiamesinae		KM	
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	Diptera	Tanypodinae	DN		
<i>Arctopelopia barbitarsis</i>	Diptera	Tanypodinae			KM
<i>Clinotanypus nervosus</i>	Diptera	Tanypodinae	DN	DN	
<i>Conchapelopia</i>	Diptera	Tanypodinae	DP		
<i>Macropelopia adaucta</i>	Diptera	Tanypodinae	DP		
<i>Paramerina cingulata</i>	Diptera	Tanypodinae	DP		
<i>Procladius rufovittatus</i>	Diptera	Tanypodinae			KM
<i>Psectrotanypus varius</i>	Diptera	Tanypodinae	DN	DN	

<i>Rheopelopia ornata</i>	Diptera	Tanypodinae		KM	
<i>Tanypus vilipennis</i>	Diptera	Tanypodinae			KM
<i>Telmatopelopia nemorum</i>	Diptera	Tanypodinae			KM
<i>Trissopelopia longimanus</i>	Diptera	Tanypodinae	KM		
<i>Xenopelopia</i>	Diptera	Tanypodinae			DN
<i>Zavrelimyia barbatipes</i>	Diptera	Tanypodinae		KM	
<i>Zavrelimyia nubila</i>	Diptera	Tanypodinae		KM	
<i>Cladotanytarsus lepidocalcar</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Cladotanytarsus nigrovittatus</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Cladotanytarsus mancus</i>	Diptera	Tanytarsini		KM	
<i>Micropsectra</i>	Diptera	Tanytarsini		DP	
<i>Micropsectra atrofasciata</i> gr.	Diptera	Tanytarsini		KM	
<i>Micropsectra recurvata</i>	Diptera	Tanytarsini	DP		
<i>Micropsectra notescens</i>	Diptera	Tanytarsini	DP	KM	
<i>Micropsectra pallidula</i>	Diptera	Tanytarsini	KM		
<i>Paratanytarsus inopertus</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Paratanytarsus laetipes</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Paratanytarsus lauterborni</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Paratanytarsus tenellulus</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Paratanytarsus tenuis</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Rheotanytarsus</i>	Diptera	Tanytarsini		KM	
<i>Stempellina</i>	Diptera	Tanytarsini		KM	
<i>Stempellinella</i>	Diptera	Tanytarsini		KM	
<i>Stempellinella edwardsi</i>	Diptera	Tanytarsini	KM		KM
<i>Stempellinella brevis</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Tanytarsus lestagei</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Tanytarsus norvegicus</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Tanytarsus verralli</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Thienemanniola ploenensis</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Zavrelia pentatoma</i>	Diptera	Tanytarsini			KM
<i>Atherix ibis</i>	Diptera	Athericidae		KM	
<i>Atrichops crassipes</i>	Diptera	Athericidae		KM	
<i>Chaoborus pallidus</i>	Diptera	Chaoboridae			KM
<i>Chaoborus crystallinus</i>	Diptera	Chaoboridae	DN		
<i>Mochlonyx velutinus</i>	Diptera	Chaoboridae			KM
<i>Aedes</i>	Diptera	Culicidae	DN		DN
<i>Ochlerotatus</i>	Diptera	Culicidae	DN		DN
<i>Dicranota</i>	Diptera	Pediciidae		KM	
<i>Pedicia rivosia</i>	Diptera	Pediciidae	KM	KM	
<i>Dixa nubilipennis</i>	Diptera	Dixidae		KM	
<i>Limnophora riparia</i>	Diptera	Muscidae	KM		
<i>Pneumia nubila</i>	Diptera	Psychodidae	KM		
<i>Simulium lineatum</i>	Diptera	Simuliidae		DP	
<i>Simulium equinum</i>	Diptera	Simuliidae		KM	
<i>Simulium lundstromi</i>	Diptera	Simuliidae		KM	

<i>Simulium trifasciatum</i>	Diptera	Simuliidae	DP		
<i>Simulium ornatum</i>	Diptera	Simuliidae	DP	DP	
<i>Simulium costatum</i>	Diptera	Simuliidae	KM		
<i>Simulium cryophilum</i>	Diptera	Simuliidae	KM		
<i>Simulium latipes</i>	Diptera	Simuliidae	KM		
<i>Simulium angustipes</i>	Diptera	Simuliidae	KM	KM	
<i>Simulium aureum</i>	Diptera	Simuliidae	KM	KM	
<i>Simulium erythrocephalum</i>	Diptera	Simuliidae	KM	KM	
<i>Simulium morsitans</i>	Diptera	Simuliidae	KM	KM	
<i>Simulium vernum</i>	Diptera	Simuliidae	KM	KM	
<i>Apatania fimbriata</i>	Trichoptera	Apataniidae	KM		
<i>Beraea pullata</i>	Trichoptera	Beraeidae		KM	
<i>Beraea maurus</i>	Trichoptera	Beraeidae	KM		
<i>Beraeodes minutus</i>	Trichoptera	Beraeidae	KM	KM	
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	Trichoptera	Brachycentridae		KM	
<i>Ecnomus tenellus</i>	Trichoptera	Ecnomidae		KM	
<i>Agapetus fuscipes</i>	Trichoptera	Glossosomatidae	KM		
<i>Goera pilosa</i>	Trichoptera	Goeridae	KM	KM	
<i>Silo nigricornis</i>	Trichoptera	Goeridae	KM	KM	
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	Trichoptera	Hydropsychidae		KM	
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	Trichoptera	Hydropsychidae		KM	
<i>Hydropsyche exocellata</i>	Trichoptera	Hydropsychidae		KM	
<i>Hydropsyche siltalai</i>	Trichoptera	Hydropsychidae		KM	
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	Trichoptera	Hydropsychidae	DP	KM	
<i>Hydropsyche fulvipes</i>	Trichoptera	Hydropsychidae	KM		
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Trichoptera	Hydropsychidae	KM	KM	
<i>Hydropsyche saxonica</i>	Trichoptera	Hydropsychidae	KM	KM	
<i>Hydroptila pulchricornis</i>	Trichoptera	Hydroptilidae			KM
<i>Hydroptila cornuta</i>	Trichoptera	Hydroptilidae		KM	
<i>Hydroptila sparsa</i>	Trichoptera	Hydroptilidae		KM	
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	Hydroptilidae	KM	KM	
<i>Orthotrichia</i>	Trichoptera	Hydroptilidae			KM
<i>Oxyethira</i>	Trichoptera	Hydroptilidae	KM		
<i>Ptilocolepus granulatus</i>	Trichoptera	Hydroptilidae	KM		
<i>Tricholeiochiton fagesii</i>	Trichoptera	Hydroptilidae			KM
<i>Crunoecia irrorata</i>	Trichoptera	Lepidostomatidae	KM		
<i>Lepidostoma basale</i>	Trichoptera	Lepidostomatidae	KM	KM	
<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera	Lepidostomatidae		KM	
<i>Adicella reducta</i>	Trichoptera	Leptoceridae	KM	KM	
<i>Athripsodes albifrons</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	
<i>Athripsodes cinereus</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	
<i>Ceraclea fulva</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	KM
<i>Ceraclea senilis</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	KM
<i>Ceraclea dissimilis</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	
<i>Ceraclea nigronervosa</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	

<i>Erotesis baltica</i>	Trichoptera	Leptoceridae			KM
<i>Leptocerus tineiformis</i>	Trichoptera	Leptoceridae			KM
<i>Mystacides azureus</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	
<i>Oecetis struckii</i>	Trichoptera	Leptoceridae			KM
<i>Ylodes reuteri</i>	Trichoptera	Leptoceridae			KM
<i>Ylodes simulans</i>	Trichoptera	Leptoceridae		KM	
<i>Anabolia brevipennis</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Anabolia nervosa</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Chaetopteryx villosa</i>	Trichoptera	Limnephilidae		KM	
<i>Drusus annulatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		
<i>Enoicyla pusilla</i>	Trichoptera	Limnephilidae		KM	
<i>Glyphotaenius pellucidus</i>	Trichoptera	Limnephilidae		DP	
<i>Grammotaulius submaculatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		KM
<i>Grammotaulius nigropunctatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Grammotaulius nitidus</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Halesus radiatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae		KM	
<i>Halesus digitatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Ironoquia dubia</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Limnephilus binotatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		KM
<i>Limnephilus griseus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		KM
<i>Limnephilus stigma</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		KM
<i>Limnephilus subcentralis</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		KM
<i>Limnephilus elegans</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	KM
<i>Limnephilus fuscicornis</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	KM
<i>Limnephilus incisus</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Limnephilus luridus</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Limnephilus marmoratus/flavicornis</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Limnephilus nigriceps</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Limnephilus politus</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Limnephilus vittatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae			KM
<i>Limnephilus bipunctatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae		DP	
<i>Limnephilus lunatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	DN		
<i>Limnephilus centralis</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Limnephilus extricatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Micropterna lateralis</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		
<i>Micropterna sequax</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Potamophylax rotundipennis</i>	Trichoptera	Limnephilidae		KM	
<i>Potamophylax latipennis</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		
<i>Potamophylax luctuosus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		
<i>Potamophylax cingulatus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM	KM	
<i>Rhadicoleptus alpestris</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		KM
<i>Stenophylax permistus</i>	Trichoptera	Limnephilidae	KM		
<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera	Molannidae		KM	
<i>Wormaldia occipitalis</i>	Trichoptera	Philopotamidae	KM		
<i>Wormaldia subnigra</i>	Trichoptera	Philopotamidae	KM		

<i>Agrypnia obsoleta</i>	Trichoptera	Phryganeidae			KM
<i>Agrypnia varia</i>	Trichoptera	Phryganeidae			KM
<i>Hagenella clathrata</i>	Trichoptera	Phryganeidae			KM
<i>Oligostomis reticulata</i>	Trichoptera	Phryganeidae	KM		KM
<i>Oligotricha striata</i>	Trichoptera	Phryganeidae			KM
<i>Trichostegia minor</i>	Trichoptera	Phryganeidae	KM		KM
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Holocentropus stagnalis</i>	Trichoptera	Polycentropodidae			KM
<i>Lype phaeopa</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Polycentropus irroratus</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	Trichoptera	Polycentropodidae	KM	KM	
<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Tinodes waeneri</i>	Trichoptera	Polycentropodidae		KM	
<i>Tinodes pallidulus</i>	Trichoptera	Polycentropodidae	KM		
<i>Tinodes assimilis</i>	Trichoptera	Polycentropodidae	KM	KM	
<i>Tinodes unicolor</i>	Trichoptera	Polycentropodidae	KM	KM	
<i>Rhyacophila fasciata</i>	Trichoptera	Rhyacophilidae	KM		
<i>Notidobia ciliaris</i>	Trichoptera	Sericostomatidae	KM	KM	
<i>Sericostoma personatum</i>	Trichoptera	Sericostomatidae		KM	
<i>Acentria ephemerella</i>	Lepidoptera	Crambidae			KM

1. Onderscheid *G. parvus* (exoot uit Noord Amerika) niet mogelijk

6 Vissen

6.1 Inleiding

Vanwege de sterk verschillende habitats in met name een moerasbeek is een benadering op basis van alfa-, beta- en gamma-diversiteit conceptueel goed bruikbaar (Amoros & Bornette, 2002). Alfa-diversiteit beschrijft de diversiteit binnen een habitat. Voor de moerasbeek zijn dit de beekloop, het beekmoeras en eventueel de overstromingszone. Gamma-diversiteit is de totale soortenrijkdom en beta-diversiteit het verschil in soortensamenstelling tussen beide habitats. Wanneer de samenstelling van de habitats sterk overeenkomt ($\alpha \approx \gamma$; β is laag) dan impliceert dit dat het specifieke karakter van de individuele habitats door een vorm van verstoring verloren is gegaan (o.a. hydromorfologisch: kanalisatie/normalisatie, ontwatering) en dat de soortensamenstelling overheerst wordt door aspecifieke (doorgaans eurytope, Box 6.1) soorten (Figuur 6.1 en 6.2).

Box 6.1: *Beoordeling van de ecologische kwaliteit op basis van visgemeenschappen*

Voor het bepalen van de ecologische kwaliteit van waterlichamen op basis van visgemeenschappen worden functionele parameters (gilden) gebruikt. Alle vissoorten voor kleine rivieren en beken zijn ingedeeld in de gilden eurytoop, habitatgevoelig, migratie regionaal/zee en reofiel (Tabel 6.1). Voor de stilstaande wateren zijn de vissen ingedeeld in eurytope, plantenminnende en zuurstoftolerante soorten (Appendix 6.1). Alle zuurstoftolerante soorten zijn tevens plantenminnend. De overeenkomst tussen beide indelingen is dat de plantenminnende en zuurstoftolerante soorten voor de kleine rivieren en beken als habitatgevoelig zijn geklassificeerd.

De beta-diversiteit is het belangrijkste argument om de beekloop en de moeraszone apart te beoordelen, conform de aanbeveling van De Leeuw et al. (2007) voor de grote rivieren. Dit wordt versterkt doordat de soorten van de moeraszone ook een aanwijzing van degradatie van de beekloop kunnen zijn. Echter, doorgaans zullen met name de eurytope soorten gaan domineren in de beekloop wanneer deze gereguleerd en verstuwd wordt.

De soortenrijkdom van vissen neemt af met toenemende afstand tot de beekloop en bij sterkere isolatie, zoals in een doorstroommoeras optreedt door onderbrekingen in de loop (Figuur 6.3; Tockner et al., 1998). Daarnaast verschuift de samenstelling van voornamelijk reofiele soorten via eurytope naar limnofiele (plantenminnende) soorten (Figuur 6.4; Aarts et al., 2004; Grift et al., 2006; Navodaru et al., 2002). Er zijn overigens veel meer reofiele en eurytope soorten dan limnofiele soorten (Aarts et al., 2004).

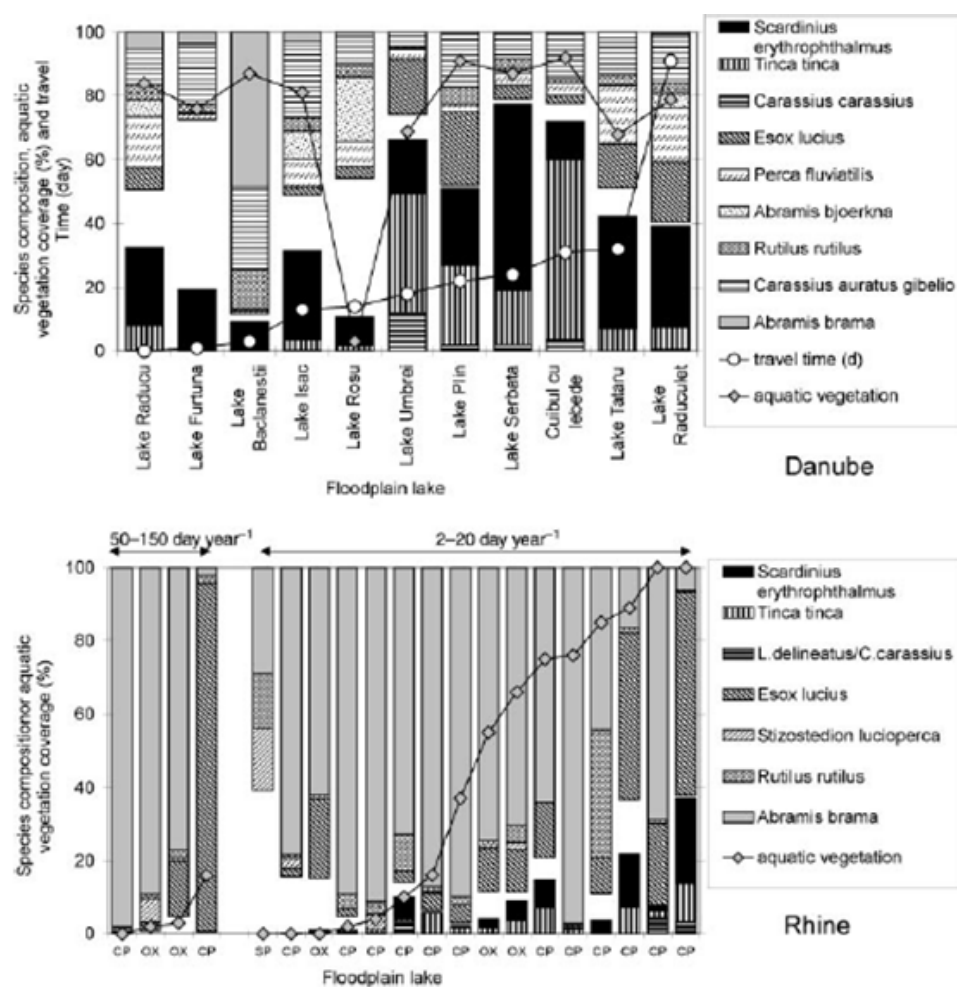
De schaal waarop vissen van een stroomgebied gebruik maken en de manier waarop zijn van belang voor het inschatten van de ecologische waarde van moerasbeken. Vissen benutten gedurende hun levensloop vaak verschillende habitats (Figuur 6.5). Onderscheid kan worden gemaakt in de paaihabitat (ei), de opgroeihabitat voor larven en juvenielen en de habitat die gebruikt wordt door de volwassen dieren (adult). Reofiele vissoorten brengen doorgaans hun hele leven in stromend water door en zullen dus alleen in de beekloop worden gevonden. Plantenminnende vissen worden ook wel in stromend water aangetroffen,

zij het in (zeer) lage dichtheden. Voor het vervullen van hun levenscyclus zijn vegetatierijke habitats onontbeerlijk; ze zullen zich dus vooral in de moeraszone ophouden.

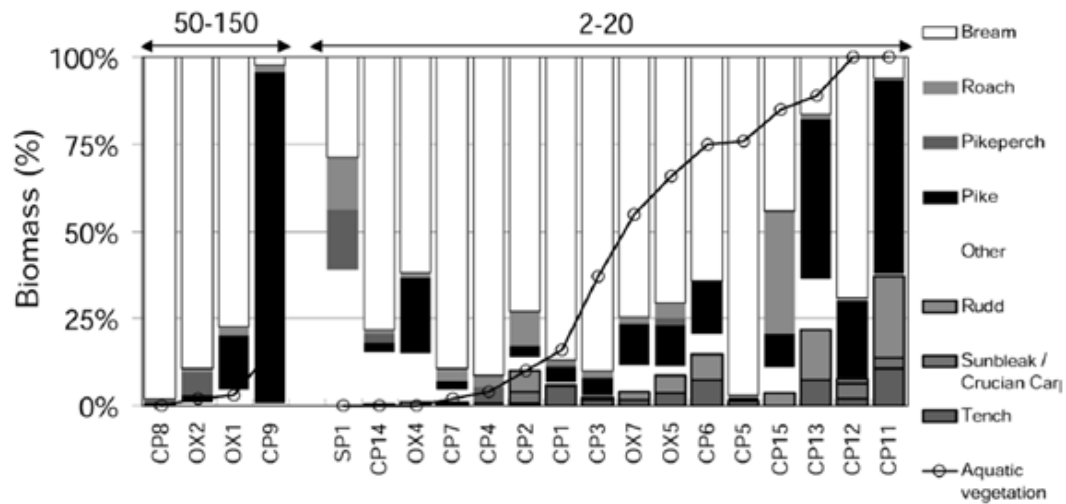
Tabel 6.1: Gilde-indeling van vissoorten voor kleine rivieren en beken (Van der Molen et al. 2012).

Soort	Exoot	Eurytoop	Habitat gevoelig	Migratie regionaal / zee	Reofiel
Aal		1	1	1	
Alver		1			
Atlantische Steur			1	1	1
Atlantische Zalm			1	1	1
Baars		1			
Barbeel			1	1	1
Beekprik			1	1	1
Bermpje			1		1
Bittervoorn			1		
Blankvoorn		1			
Bot			1	1	
Brasem		1		1	
Driedoornige stekelbaars		1			
Elft			1	1	1
Elrits			1		1
Fint			1	1	1
Forel			1		1
Gestippelde alver			1		1
Giebel		1			
Grote marene		1	1	1	
Grote modderkruiper			1		
Houting			1	1	
Karper		1	1		
Kleine marene			1		
Kleine modderkruiper		1	1		
Kolblei		1			
Kopvoorn			1	1	1
Kwabaal		1	1	1	
Meerval		1	1		
Pos		1			
Rivierdonderpad s.l.			1		1
Riviergrondel			1		1
Rivierprik			1	1	1
Ruisvoorn			1		
Serpeling			1		1
Sneep			1	1	1
Snoek		1	1		
Snoekbaars		1	1		
Spiering			1		
Tienddoornige stekelbaars			1		
Vetje			1		
Vlagzalm			1	1	1
Winde			1	1	1
Witvingrondel					1
Zeelt			1		

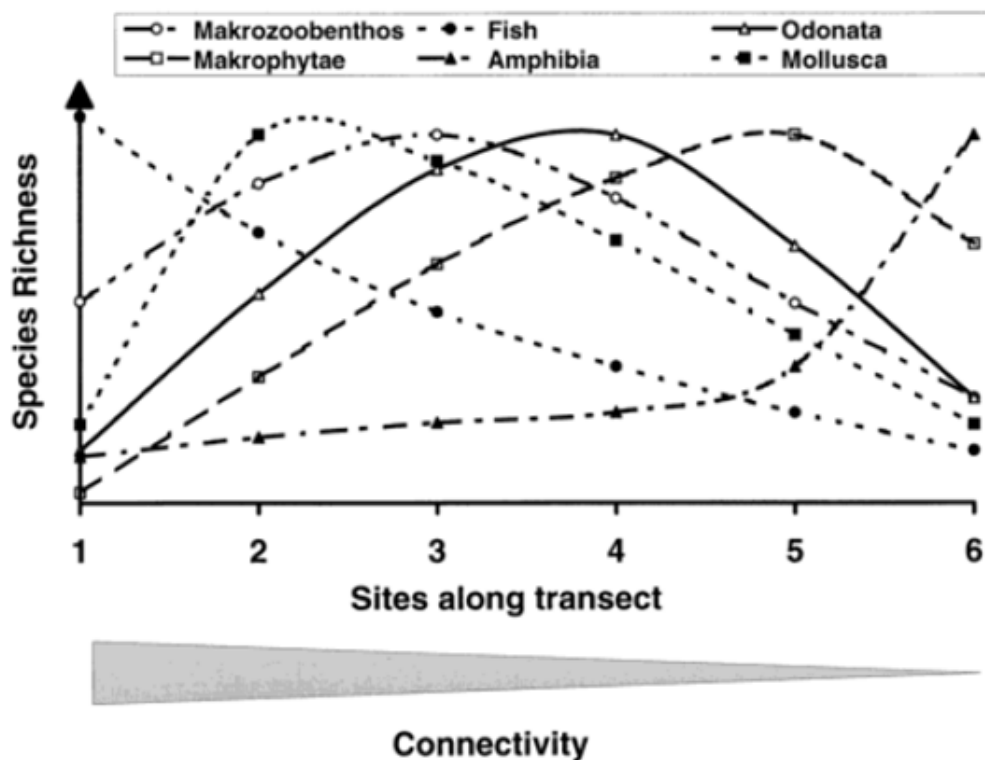
Soort	Exoot	Eurytoop	Habitat gevoelig	Migratie regionaal / zee	Reefiel
Zeeprik			1	1	1
Afrikaanse meerval	1		1		
Blauwband	1		1		
Blauwneus	1		1	1	1
Bronforel	1		1		1
Cohozalm	1		1	1	1
Graskarper	1			1	
Grootkopkarper	1			1	
Kesslers grondel	1		1		1
Marmergrondel	1		1		
Regenboogforel	1		1	1	1
Roofblei	1	1	1	1	
Siberische steur	1		1	1	1
Zilverkarper	1			1	



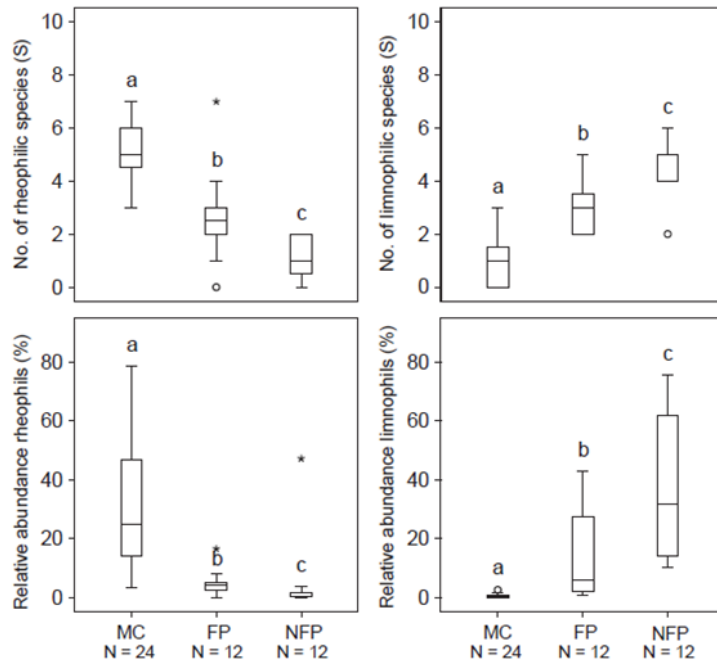
Figuur 6.1: De vissamenstelling in de uiterwaarden van de Rijn en van de Donau Delta vertonen veel overeenkomsten, maar door de geringe habitatdiversiteit in de uiterwaardplassen van de Rijn domineert de brasem in nagenoeg alle wateren en heeft de Donau delta vanwege intacte hydrologische gradiënten veel meer onderscheid in de relatieve samenstelling tussen verschillende plassen (Bron: Buijse et al., 2002).



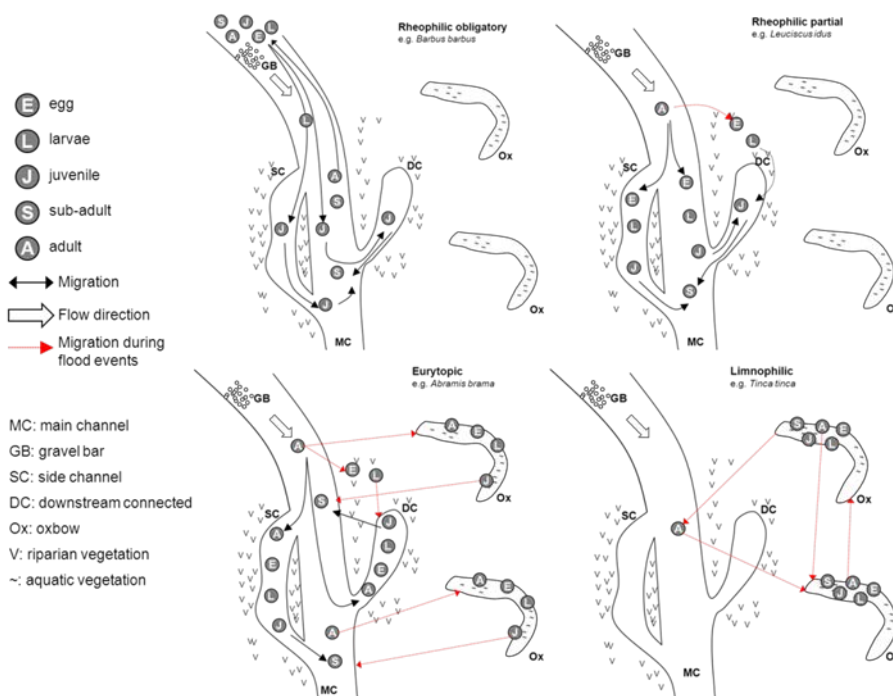
Figuur 6.2: Verandering in de visgemeenschap gerelateerd aan de gemiddelde overstromingsduur (2-20 d; 50-150 d), de aanwezigheid van vegetatie en het type uiterwaardplas (CP = kleiput; OX = strang; SP = zandwinput; bron: Grift et al., 2006)



Figuur 6.3: Soortenrijkdom van verschillende soortsgroepen op een lateraal Donau – uiterwaarden transect (Bron: Tockner et al., 1998).



Figuur 6.4: Absoluut aantal en relatieve abundantie van reofiele en limnofiele soorten in de hoofdstroom en twee typen polders (wel/niet overstromend) langs de Oder (Bron: Schomaker & Wolter, 2011)



Figuur 6.5: Temporeel gebruik van habitats in de hoofdstroom en uiterwaarden van de grote rivieren is tijdens opeenvolgende levensfasen verschillend voor de belangrijkste visgilden (Aangepast naar Griff, 2001).

Tabel 6.2: Expertoordeel 'Kans op Voorkomen' (KoV) van plantenminnende en zuurstoftolerante vissoorten in moerasbeken op basis van de huidige verspreiding in Nederland. *) Er zijn meer soorten als zuurstoftolerant aangemerkt op basis van persoonlijke ervaringen in de Donau Delta dan aangegeven in Van der Molen et al. (2012); **) exoot.

Naam	Plantenminnend	Zuurstoftolerant*	KoV moerasbeek
Amerikaanse hondsviis**	X	X	In Noord-Brabant groot; elders klein
Bittervoorn	X		Middel
Giebel	X	X	Klein
Grote modderkruiper	X	X	Zeer klein
Kleine modderkruiper	X		Zeer groot
Kroeskarper	X	X	Klein
Ruisvoorn	X		R5 zeer groot; R4 groot
Snoek	X		R5 zeer groot; R4 groot
Tiendornige stekelbaars	X		Zeer groot
Vetje	X	X	Groot
Zeelt	X	X	R5 zeer groot; R4 groot
Zonnebaars**	X	X	Groot

6.2 Maatlat-ontwikkeling kwaliteitselement vis

Doorstroommoerassen en moerasbeken, die nu als langzaam stromende laaglandbeken van het type R4 of R5 zijn getypeerd, worden mogelijk verkeerd beoordeeld op basis van hun visgemeenschap. De reden hiervoor is dat ze een ander karakter hebben; kort gezegd met minder stromende delen en meer luwe of stagnante zones met vegetatie dan in een 'normale' laaglandbeek. Voor vissen is met name de moerasbeek van belang, doorstroommoerassen bevatten veel minder en sterk geïsoleerde delen met open water, waardoor dit voor de meeste, vooral de wat grotere, vissoorten geen geschikt habitat is. Zodoende wordt geadviseerd uitsluitend de visgemeenschap in de moerasbeek, waarbij er duidelijk sprake is van een stromende hoofdgeul, te beoordelen.

6.2.1 Ontwikkelingsstappen op basis van de bestaande maatlaten en aangeleverde waterschapsdata

De geschiktheid van de maatlaten R4 en R5 is beoordeeld om moerasbeken mee te kunnen beoordelen. Hierbij zijn tevens de maatlaten voor een aantal M-typen meegenomen, die relevant geacht worden voor moeraszones. In beken worden alle waargenomen vissen meegenomen in de beoordeling. Dit betekent voor het stromende open water van de moerasbeek (de beekloop) dat er uitsluitend klassengrenzen aangepast hoeven te worden. Anders is het voor het moerasdeel, dat veel meer overeenkomsten heeft met stilstaande wateren en sloten. Het moerasdeel zou in principe afzonderlijk beoordeeld moeten worden, omdat het een andere ontwikkelingsrichting heeft dan het stromende deel. Goed ontwikkelde moeraszones kennen een dichte vegetatie. Hierin voelen plantenminnende en zuurstoftolerante soorten zich thuis. Naarmate de afstand tot het stromende deel toeneemt, neemt het aantal soorten af (Figuur 6.3). Voor de beoordeling van het moerasdeel is gekeken naar de maatlaten voor sloten (M1, M2, M8), uiterwaardplassen (M5) en kleine ondiepe plassen (M11, M25). Voor de maatlaten van al deze M-typen geldt dat een betere

kwaliteit getypeerd wordt door een groter aandeel plantenminnende en zuurstoftolerante soorten (Tabel 6.2; Appendix 6.1).

De moeraszone zou op twee manieren beoordeeld kunnen worden. Indirect via de bemonstering van de beekloop en direct via bemonstering van het beekmoeras zelf. Het voordeel van het beoordelen van de beekloop (de indirecte methode) is de vergelijkbaarheid met de gangbare bemonstering op basis van electrovisserij. Het potentiële nadeel is een verminderde gevoeligheid voor soorten die zich dieper in het beekmoeras ophouden. Zo is de maatlat voor limnofiele vis voor de grote rivieren theoretisch wel juist, maar blijkt in de praktijk absoluut niet robuust vanwege het te kleine signaal dat vanuit de uiterwaarden in de hoofdstroom wordt waargenomen. In de veel kleinere moerasbeken wordt verwacht dat het signaal van het beekmoeras en eventueel de overstromingszone in de beekloop beter is waar te nemen, zeker in de randzone van de loop waar de loop overgaat in het moeras. Het feit dat de meest uitgesproken soorten voor moeraszones, de kroeskarper en de grote modderkruiper, zelden of nooit zullen worden aangetroffen — mede gegeven hun huidige verspreiding in Nederland (Box 6.2) — maakt het mogelijk uitsluitend de oeverzone te bemonsteren zonder wezenlijke informatie te missen. De moeraszone zou aanvullend met bijvoorbeeld e-DNA gescreend kunnen worden op soorten (zie paragraaf 6.3).

Box 6.2: *Invloed van verspreiding soorten/connectiviteit op de beoordeling*

De huidige verspreiding van vissoorten in Nederland is mede bepalend voor de kans dat plantenminnende en zuurstoftolerante vissoorten in moerasbeken worden aangetroffen. Een uitgestrekte moeraszone kan geschikt zijn, maar dat wil nog niet met zekerheid zeggen dat alle potentiële soorten aangetroffen zullen worden. Daarom is de website www.vissenatlas.nl geraadpleegd. Op basis van de verspreidingskaarten is de kans beoordeeld dat deze soorten in moerasbeken worden aangetroffen (Tabel 6.2; Appendix 6.2). Op basis van deze beoordeling lijken kleine modderkruiper, ruisvoorn, snoek, tiendoornige stekelbaars, vetje en zeelt het meest geschikt om moeraszones te waarderen. Wellicht ook bittervoorn. Het aantreffen van gibel, grote modderkruiper of kroeskarper is op basis van de huidige verspreiding onwaarschijnlijk en zodoende teveel aan toeval onderhevig.

De waterschappen hebben data van visbemonsteringen aangeleverd. Deze data zijn op hoofdlijnen geanalyseerd op dichtheid en voorkomen van soorten en hun gilden en vormen de basis voor de maatlatontwikkeling. Dit is gebeurd zonder de kwaliteit van de waterlichamen of de exacte locatie te beschouwen. Hierbij zijn wel twee kanttekeningen te plaatsen. Ten eerste was uit de aangeleverde data niet duidelijk waar de bemonstering exact heeft plaatsgevonden, analoog aan de gegevens voor de vegetatie en de macrofauna. Verondersteld is dat het merendeel van de bemonsteringen in de stroomgeul en de oeverzone hebben plaatsgevonden. Het mogelijk dat sommige plantenminnende soorten hierdoor niet waargenomen zijn. Ten tweede speelt voor vissen ook de ecologische kwaliteit een rol. De informatie hierover was niet beschikbaar en is zodoende niet in beschouwing genomen.

De aangeleverde data van de waterschappen laten zien dat er weinig reofiele soorten (5) waargenomen zijn op de geselecteerde locaties van het watertype R4 en R5 (Tabel 6.3). Slechts twee soorten, riviergrondel en bierpje, zijn in grote aantallen waargenomen. Er worden meer plantenminnende en zuurstoftolerante soorten (10) aangetroffen, waarvan 7 soorten in aanzienlijke of grote aantallen. Naast de aantallen is ook de frequentie van

voorkomen bekeken (Tabel 6.4). Het beeld dat hieruit naar voren komt is dat er geen grote verschillen lijken te zijn tussen R4 en R5 waterlichamen. In totaal zijn 18 soorten op 10% of meer van de locaties waargenomen: 2 reofiele, 8 plantenminnende of zuurstoftolerante soorten en 8 eurytope soorten.

Het feit dat er zo weinig reofiele soorten worden waargenomen in de geselecteerde beken, heeft implicaties voor het ontwikkelen van een maatlat voor de soortenrijkdom. Diadrome soorten, uitgezonderd aal, worden niet verwacht in moerasbeken, evenmin als barbeel en sneep. Opvallend is dat soorten als beekprik en serpeling nergens zijn aangetroffen. Het is niet duidelijk of dit het gevolg is van de huidige kwaliteit of van het karakter van de geselecteerde moerasbeken. Toch lijkt de huidige maatlat voor soortenrijkdom voor beken niet geschikt, waarbij een aandeel van 10% (R5) of 20% (R4) of minder een EKR van 0 betekent en bij een aandeel van 60% (R5) of 70% (R4) of meer de EKR 1,0. Het geringe aantal reofiele soorten maakt deze maatlat ook gevoeliger voor toeval. Een potentiële verbetering m.b.t. moerasbeken zou zijn om naast de reofiele soorten alle andere habitatgevoelige soorten, m.a.w. de plantenminnende en zuurstoftolerante soorten, te betrekken in de maatlat voor soortenrijkdom. Het ligt in de lijn der verwachting dat de plantenminnende soorten in de randzone van de beekloop zullen worden waargenomen en zo een beeld geven van wat er in het beekmoeras/overstormingszone voorkomt.

Voor R4 en R5 zijn er twee maatlaten voor abundantie: migratie regionaal/zee en habitatgevoelig. Van de waargenomen soorten is er nagenoeg geen enkele soort ingedeeld als migratie regionaal/zee. Op basis van de data lijkt ook deze maatlat te streng of zelfs ongeschikt voor moerasbeken, met de kanttekening dat ook hier een kwaliteitskwestie mee kan spelen.

Gegeven het feit dat in dit geval er (te) weinig reofiele soorten aangetroffen worden, lijkt het zinvoller de maatlat voor soortenrijkdom op basis van de habitatgevoelige soorten te baseren. Voor de relatieve abundantie zou juist een maatlat voor het aandeel reofiele soorten gekozen kunnen worden. De overweging zou dan zijn om de maatlaten voor moerasbeken om te wisselen ten opzichte van R4 en R5. De maatlat migratie regionaal/zee lijkt ongeschikt voor moerasbeken en kan vervallen. Een andere overweging is om zowel voor soortenrijkdom als abundantie deelmaatlaten voor reofiele en habitat-gevoelige soorten te hanteren.

In de begeleidingscommissie en bij de deelnemers van de workshop moerasbeken in september 2016 in Amersfoort werd de voorkeur uitgesproken voor maatlaten op basis van relatieve verhoudingen, omdat deze maatlaten minder gevoelig zijn voor bemonsteringsinspanning. Daarnaast werd gevraagd of het van belang was om onderscheid te maken in dimensies van de beekloop.

6.2.2 Voorstel nieuwe maatlaten

Hier wordt een voorstel gegeven voor de maatlat, met de duidelijke kanttekening dat het hier om een eerste inschatting gaat, die nog niet in de praktijk getoetst is. Deze maatlat gaat uit van een bemonstering van de beekloop waarmee zowel de beekloop als het beekmoeras beoordeeld worden. Het voorstel omvat zowel voor de soortsaamenstelling als voor de abundantie het relatieve aandeel van de reofiele en limnofiele soorten.

Bij optimale omstandigheden zullen zowel reofiele, limnofiele en eurytope soorten aanwezig zijn. Dit lijkt op het eerste gezicht niet tot uitdrukking te komen in de maatlatten. Alle maatlatten nemen namelijk toe en kennen geen optimum. Bij de verrekening komt dit echter wel tot uitdrukking. Indien een beek volledig gedomineerd zou zijn door reofiele soorten en de limnofiele afwezig zijn dan resulteert dit in een gemiddelde score (reofiel scoort hoog; limnofiel laag). Omgekeerd geldt hetzelfde. Wanneer een moerasbeek gedomineerd wordt door eurytope soorten dan scoren alle maatlatten lager en volgt er een lage score. Er is op dit moment nog geen aanleiding om een nader onderscheid te maken in dimensies van de beekloop.

Soortenrijkdom

Relatief aantal reofiele soorten (S_{REO}): 0% slecht; 1-10% ontoereikend; 11-20% matig; 21-40% goed; 41-100% zeer goed.

Voor de berekening van de score wordt voorgesteld deze te interpoleren binnen een klasse. Voorbeeld: 1 van de aangetroffen 7 soorten is reofiel, m.a.w. 14%. Dit ligt tussen de 10% = 0,2 en 20% = 0,4, wat voor 14% een EKR geeft van 0,28.

Relatief aantal plantenminnende soorten (S_{LIMNO}): 0-10% slecht; 11-20% ontoereikend; 21-30% matig; 31-50%; 51-100% zeer goed. Scores interpoleren binnen een klasse (zie voorbeeld reofiel hierboven).

Door beide maatlatten te hanteren, worden ook situaties ondervangen waarin één van beide groepen ontbreekt. Eén van de maatlatten zou dan hoog kunnen scoren, maar de andere dientengevolge laag. Indien de eurytope soorten domineren dan scoren beide maatlatten lager.

Een benadering uitsluitend op basis van het relatieve aantal soorten heeft het manco dat de totale soortenrijkdom niet beoordeeld wordt. Zo scoort een situatie waarbij slechts twee soorten aangetroffen worden en dit een reofiele en een limnofiele soort betreft zeer hoog. Daarom wordt voorgesteld een correctiefactor toe te voegen voor het totaal aantal waargenomen soorten.

Correctiefactor totaal aantal soorten (C_{TOT}). Tabel 6.4 geeft de frequentie van voorkomen van alle vissoorten. Er is geen duidelijk verschil in soortenrijkdom tussen R4 en R5 zichtbaar. Over alle locaties samen zijn 18 soorten in >10% locaties waargenomen, 12 soorten > 20%, 9 soorten > 50% en 4 soorten > 75%. Op basis van deze informatie wordt de volgende correctiefactor voor de soortenrijkdom voorgesteld:

≥ 12 soorten: 1; < 12 soorten: 0,9; <9 soorten: 0,7; < 6 soorten: 0,5; < 3 soorten 0,3.

Abundantie

Verondersteld dat sommige eurytope soorten, zoals blankvoorn en baars, tot de natuurlijke gemeenschap behoren. Een volledig door reofiele en limnofiele vissen gedomineerde gemeenschap is geen logische referentie.

Relatieve abundantie reofiele soorten (A_{REO}), om het stromende karakter expliciet te beoordelen: 0-5% slecht; 6-15% ontoereikend; 16-30% matig; 31-50% goed; 51-100% zeer goed. Scores interpoleren binnen een klasse.

Relatieve abundantie plantenminnende soorten (A_{LIMNO}), om de moeraszone te beoordelen: 0-5% slecht; 6-15% ontoereikend; 16-30% matig; 31-50 % goed; 51-100% zeer goed. Scores interpoleren binnen een klasse.

De EKR vis voor de moerasbeek kan worden berekend met de volgende formule:

$$EKR = \frac{C_{TOT} * (S_{REO} + S_{LIMNO}) + A_{REO} + A_{LIMNO}}{4}$$

Tabel 6.2: Waargenomen aantallen per KRW type en binnen elk KRW type per waterbeheerder. Blauw = reofiel; groen = plantenminnend; oranje = zuurstoftolerant. Noot: De Tonnekreek (WBD) is niet in het overzicht opgenomen vanwege de sterk afwijkende waarnemingen (o.a. Brase, Pos).

		R14			WAM			R5			WAM			WGS	WRIJ	WSD	R4			WAM	WBD	Totaal
n	Exoot	12	%	12	66	%	42	3	19	2	28	%	21	7								
<i>Rutilus rutilus</i>		6	1,4	6	5700	26,3	3000	60	2640		10205	54,6	10003	202								15911
<i>Gobio gobio</i>		1	0,2	1	4343	20,0	3539		804		1492	8,0	1377	115								5836
<i>Leucaspius delineatus</i>					3172	14,6	42		3130		155	0,8	7	148								3327
<i>Blicca bjoerkna</i>					333	1,5	313		20		2150	11,5	2141	9								2483
<i>Barbatula barbatula</i>		5	1,2	5	877	4,0	233	11	633		1104	5,9	993	111								1986
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		2	0,5	2	1148	5,3	746	17	385		657	3,5	479	178								1807
<i>Perca fluviatilis</i>		52	12,2	52	1224	5,6	216	11	997		480	2,6	215	265								1756
<i>Esox lucius</i>		57	13,3	57	830	3,8	274	3	553		360	1,9	201	159								1247
<i>Tinca tinca</i>		26	6,1	26	868	4,0	203	58	607		282	1,5	266	16								1176
<i>Alburnus alburnus</i>		1	0,2	1							1136	6,1	1136									1137
<i>Pungitius pungitius</i>		6	1,4	6	943	4,3	883		60		19	0,1	5	14								968
<i>Cobitis taenia</i>		1	0,2	1	515	2,4	123	25	363	4	389	2,1	385	4								905
<i>Rhodeus sericeus</i>			0,0		800	3,7		2	798		0	0,0	0									800
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		263	61,6	263	283	1,3	226	6	50	1	28	0,1	28									574

		R14		WAM	R5		WAM	WGS	WRIJ	WSD	R4		WAM	WBD	Totaal
n	Exoot	12	%	12	66	%	42	3	19	2	28	%	21	7	
<i>Abramis brama</i>					61	0,3	27	5	29		174	0,9	89	85	235
<i>Umbra pygmaea</i>	1				234	1,1	234								234
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	1				138	0,6		131	7						138
<i>Gymnocephalus cernuus</i>					87	0,4	5		82		4	0,0	3	1	91
<i>Anguilla anguilla</i>		6	1,4	6	35	0,2	26		9		29	0,2		29	70
<i>Lepomis gibbosus</i>	1				43	0,2	43				13	0,1	13		56
<i>Cyprinus carpio</i>		1	0,2	1	22	0,1	8		14		9	0,0	5	4	32
<i>Leuciscus idus</i>					6	0,0			6		7	0,0	7		13
<i>Carassius carassius</i>					8	0,0	6		2		2	0,0	2		10
<i>Cottus perifretum</i>					6	0,0			6						6
<i>Carassius auratus gibelio</i>					1	0,0	1				1	0,0		1	2
<i>Leuciscus cephalus</i>					2	0,0			2						2
<i>Misgurnus fossilis</i>					2	0,0	2								2
<i>Pseudorasbora parva</i>	1				2	0,0			2						2
Totaal		427		427	21683		10150	329	11199	5	18696		17355	1341	40806

Tabel 6.3: Frequentie van voorkomen per KRW type en binnen elk KRW type per waterbeheerder. Blauw = reofiel; groen = plantenminnend; oranje = zuurstoftolerant.

	R14			WAM			R5			WAM			WGS	WRIJ	WSD	R4			WAM	WBD	Totaal
n	12	%	12				66	%	42			3		19	2	28	%	21		7	106
<i>Esox lucius</i>	7	58	7				47	71	27			1		19		25	89	18		7	98
<i>Barbatula barbatula</i>	2	17	2				39	59	19			2		18		22	79	16		6	78
<i>Tinca tinca</i>	2	17	2				45	68	23			3		19		16	57	12		4	78
<i>Perca fluviatilis</i>	4	33	4				36	55	15			3		18		18	64	12		6	77
<i>Rutilus rutilus</i>	2	17	2				32	48	12			3		17		20	71	17		3	70
<i>Gobio gobio</i>	1	8	1				33	50	18					15		16	57	13		3	66
<i>Cobitis taenia</i>	1	8	1				32	48	17			2		11	2	15	54	13		2	56
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	2	17	2				28	42	13			2		13		16	57	13		3	56
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	10	83	10				29	44	21			1		6	1	6	21	6			50
<i>Pungitius pungitius</i>	3	25	3				23	35	20					3		6	21	3		3	34
<i>Anguilla anguilla</i>	2	17	2				14	21	10					4		4	14	0		4	26
<i>Abramis brama</i>							13	20	6			1		6		8	29	7		1	23
<i>Gymnocephalus cernuus</i>							13	20	2					11		4	14	3		1	19
<i>Leucaspius delineatus</i>							12	18	6					6		3	11	1		2	19

	R14			WAM		R5		WAM		WGS	WRIJ	WSD	R4		WAM		WBD	Totaal
n	12	%	12			66	%	42	3	19	2		28	%	21	7		106
<i>Blicca bjoerkna</i>						7	11	3		4			11	39	10	1		18
<i>Rhodeus sericeus</i>						10	15		1	9			1	4	1			16
<i>Cyprinus carpio</i>	1	8	1			6	9	2		4			7	25	4	3		15
<i>Alburnus alburnus</i>	1	8	1										9	32	9			10
<i>Lepomis gibbosus</i>						5	8	5					2	7	2			8
<i>Carassius carassius</i>						4	6	2		2			2	7	2			6
<i>Umbra pygmaea</i>						6	9	6										6
<i>Leuciscus idus</i>						1	2			1			3	11	3			4
<i>Proterorhinus semilunaris</i>						4	6		3	1								4
<i>Cottus perifretum</i>						3	5			3								3
<i>Carassius auratus gibelio</i>						1	2	1					1	4		1		2
<i>Misgurnus fossilis</i>						2	3	2										2
<i>Leuciscus cephalus</i>						1	2			1								1
<i>Pseudorasbora parva</i>						1	2			1								1
Totaal	42		42			553		242	22	286	3		251		165	86		846

Appendix 6.1 Achtergrondinformatie over de gerelateerde M-typen

Deze achtergrondinformatie is een compilatie uit Evers et al. (2012) en van der Molen et al. (2012, 2013)

Tabel A1: Gildeindeling vis voor stagnante wateren (Bron: van der Molen et al., 2012).

TABEL A INDELING VAN VISSOORTEN IN GROEPEN OF ECOLOGISCHE GILDES IN DE ZOETE MEREN			
Eurytope vis	Plantminnende vis	O ₂ -tolerante vis	Exoten
Brasem	Bittervoorn	Grote modderkruiper	Amerikaanse hondsvij
Baars	Ruisvoorn	Kroeskarper	Graskarper
Blankvoorn	Tiendornige stekelbaars	Zeelt	Zonnebaars
Aal	Vetjje		
Alver	Giebel		
Driedornige stekelbaars	Kleine modderkruiper		
Grote marene	Snoek		
Karper	Grote modderkruiper		
Kolblei	Kroeskarper		
Kwabaal	Zeelt		
Meerval			
Pos			
Roofblei			
Snoekbaars			
Giebel			
Kleine modderkruiper			
Snoek			

M1 = Zoete gebufferde sloten op minerale bodem; Meestal op rivierklei of zand (Tabel A2)

De visstand bestaat over het algemeen voor het grootste deel uit limnofiele vissen. Kenmerkend voor ondiepe en productieve sloten zijn sterke temperatuur- en zuurstoffluctuaties. Soorten als paling, zeelt, snoek en kleine en grote modderkruiper zijn hieraan goed aangepast. De laatste profiteert ook van isolatie en wordt daarom vaak in de kleinste haarvaten gevonden. De biomassa in kleislotten is hoog, mede doordat er veel benthische prooidieren te vinden zijn. Sloten met veel stroming (korte verblijftijd) hebben een geheel andere visstand (eurytopen) en zijn minder productief. Ondiepe en sterk geïsoleerde sloten (met een diepte minder dan circa 1 meter) hebben een onevenwichtige visstand met vaak vooral jonge vis.

Tabel A2: Maatlatten en klassengrenzen M1 (Evers et al., 2012).

TABEL 3.4A KLASSENGRENZEN VAN DE DEELMAATLATTEN VOOR VIS					
	MEP	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Aandeel brasem + karper (%)	≤ 10	25	25-50	50-75	> 75
Aandeel plantminnende vis (%)	≥ 80	50	25-50	10-25	< 10
Aantal soorten plantenminnende en migrerende vissen	≥ 7	5	4-5	3-4	2-3

M2 = Zwak gebufferde sloten; vaak geïsoleerd, meestal op zand

De soortensamenstelling in een individuele sloot hangt af van de hoeveelheid vegetatie, de grootte van de sloot en de mate van isolatie van de sloot. Soms is de aanwezigheid van vissoorten specifiek gebonden aan een bepaald habitat of levensstadium. De vissendiversiteit is vrij laag, evenals de biomassa of vissen ontbreken geheel als het te zuur is. Gezien de lage soortenrijkdom en abundanties van vis in de zwak gebufferde sloten (M2) is de ontwikkeling van een vismaatlat voor dit type niet relevant (zie ook Higler, 2003; Klinge et al., 2004). Indien een waterbeheerder toch een doelstelling voor vis in dit type wil afleiden, kan aangesloten worden bij de maatlaten van M1 of M8.

M5 = Ondiep lijnvormig water, open verbinding met rivier/ geïnundeerd (Tabel A3)

Waterlichamen van type M5 vervullen voor verschillende soorten en soortgroepen op verschillende momenten een belangrijk habitat in het riviersysteem. Voor de vis is het belangrijk onderscheid te maken in aangetakte of periodiek overstroomde wateren. Stromingsminnende soorten zoals barbeel, kopvoorn en serpeling komen alleen voor in de permanent met de rivier verbonden wateren. Ze kunnen deze wateren gebruiken als opgroeigebied, maar om te paaien hebben ze grindbanken nodig. Ook andere reofielen als winde en riviergrondel komen alleen in aangetakte wateren voor en kunnen hier mogelijk wel paaien (mits enige stroming aanwezig is). Eurytopen benutten zowel aangetakte als periodiek overstroomde wateren als paai- en opgroeigebied (Grift, 2001). Limnofielen worden vooral aangetroffen in de plantenrijke wateren en in de oeverzone van kalere wateren. Kenmerkende vissen van verlandende omstandigheden (bijvoorbeeld met krabbescheervegetaties) zijn de zogenoemde '*black fish*' (kroeskarper, zeelt en grote modderkruiper), in eerdere verlandingsstadia met bijvoorbeeld een vegetatie van kranswieren en fonteinkruiden zijn dit soorten als ruisvoorn en snoek. De visstand is afhankelijk van de verdeling van genoemde habitats en de invloed van de rivier. De visstand van deze wateren kan gedurende het jaar sterk veranderen.

Tabel A3: Maatlatten en klassengrenzen M5 (van der Molen et al., 2013).

ABUNDANTIE

De visstand van deze oever- en waterplantenrijke wateren wordt gekarakteriseerd door een groot aandeel plantminnende vis. De visgemeenschap in de referentietoestand is ruisvoorn-snoek met de volgende waarden voor de indicatoren op basis van relatieve biomassa:

- 'aandeel brasem': maximaal 10%
- 'aandeel baars+blankvoorn in % van alle eurytopen': minstens 25%
- 'aandeel plantminnende vis': minstens 55%
- 'aandeel O₂-tolerante vis': minstens 15%

In de maatlat vormen de referentie en de slechte toestand (soortenarm, brasemgedomineerd) de uiteinden. De tussenliggende klassen weerspiegelen graduele veranderingen als gevolg van menselijke invloed. De totaalbeoordeling wordt bepaald door middel van weging van de deelmaatlaten. Tabel 3.5a geeft de klassengrenzen en weegfactoren weer.

TABEL 3.5A KLASSENGRENZEN VAN DE DEELMAATLATTEN VOOR VIS

	weging	Slecht	Ontoereikend	Matig	GET	ZGET
Aandeel brasem (%)	0,25	60-100	40-60	20-40	10-20	5-10
BA+BV in % van alle eurytopen	0,25	0-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Aandeel plantminnende vis (%)	0,25	0-8	8-20	20-35	35-55	55-70
Aandeel zuurstoftolerante vis (%)	0,25	0-1	1-3	3-10	10-15	15-20
Totaalbeoordeling		0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1

M8 = Gebufferde laagveensloten (Tabel A4)

Hydrologie: Een gebufferde laagveensloot is een relatief smal lijnvormig water, dat niet geïsoleerd is, maar onderdeel uitmaakt van een groter hydrologisch systeem. De watertoevoer bestaat uit neerslagwater, wateraanvoer en drainage uit de aangrenzende percelen (soms kwelwater). In enkele gevallen zijn de sloten geheel geïsoleerd. De peilen in de sloot worden op een bepaald niveau gehandhaafd door waterafvoer en meestal ook aanvoer.

Morfologie en structuren: De laagveensloten zijn vaak breder en veel minder verzonken in het landschap dan de sloten in rivier- of zeekleigebieden. Dit komt mede doordat de slootbagger in het verleden is gebruikt om het steeds verder inklinkende land droog te houden. De oever is flauwer en 'moerassiger', doordat het verschil tussen maaiveld en waterpeil relatief klein is (maximale drooglegging is 60 cm, met uitzondering van Friesland). Het type komt het best tot ontwikkeling wanneer er weinig of geen beschaduwing is. De veenbodem is bedekt met een laag sapropelium en detritus, maar kent een hoog zuurstofgehalte. Om verlanding tegen te gaan worden de sloten tenminste eens in de 3 jaar geschoond (verwijderen plantenmateriaal) en in een lagere frequentie gebaggerd. De oever (en een deel van het water) worden langs veel laagveensloten begraasd door vee, wat gevolgen heeft voor de structuur (vertrapping) en de vegetatie.

De heldere plantenrijke sloten die onderdeel van een poldersysteem vormen zijn zeer rijk aan limnofiele en eurytope soorten, zeker als er tevens toegang tot grotere wateren (vaarten en plassen) is. Er kunnen zo'n 17 tot 22 soorten worden gevonden. Kenmerkende limnofielen zijn vetje, ruisvoorn, grote modderkruiper, kroeskarper, bittervoorn, snoek, zeelt en paling. Kenmerkend voor ondiepe en productieve sloten zijn sterke temperatuur- en zuurstoffluctuaties. Soorten als paling, zeelt, snoek en kleine- en grote modderkruiper zijn hieraan goed aangepast. Ondiepe, geïsoleerde sloten (met een diepte minder dan circa 1 meter) hebben een onevenwichtige visstand met vaak vooral jonge vis.

Tabel A4: Maatlatten en klassengrenzen M8 (Evers et al., 2012).

SOORTENSAMENSTELLING EN ABUNDANTIE

De visstand in goed ontwikkelde gebufferde sloten komt naar verwachting sterk overeen met de laagveenvaarten en kanalen (M10). Door beperktere dimensies is de soortenrijkdom wel iets lager dan in M10. In tabel 9.5A zijn de grenswaarden per deelmaatlat weergegeven. Bij 2 soorten of minder de score 0 gebruiken. Bij 7 of meer soorten de score 1 gebruiken. De totaalbeoordeling wordt bepaald door een middeling van de deelmaatlatscores.

TABEL 9.5A

KLASSENGRENZEN VAN DE DEELMAATLATTEN VOOR VIS

	MEP	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Aandeel brasem + karper (%)	≤ 10	25	25-50	50-75	> 75
Aandeel plantminnende vis (%)	≥ 80	50	25-50	10-25	< 10
Aantal soorten plantenminnende en migrerende vissen	> 7	5	4-5	3-4	2-3

NB: In gebufferde laagveensloten zijn situaties denkbaar dat een vismaatlat niet bruikbaar is voor de beoordeling. Vooral in sterk geïsoleerde sloten kan de visstand zeer soortenarm zijn als gevolg van natuurlijke processen zoals verregaande verlanding. In dergelijke gevallen wordt geadviseerd geen doelstelling voor vissen af te leiden. Het is aan de waterbeheerder om in te schatten of de afwezigheid van vissoorten wordt veroorzaakt door natuurlijke processen of een gevolg is van menselijke pressures.

M11 = Kleine ondiepe gebufferde plassen (Tabel A5)

Jaarlijks droogvallende (en geïsoleerde) plassen zijn ongeschikt voor vis. Plassen die minder frequent droogvallen, kunnen na droogval opnieuw gekoloniseerd worden, bijvoorbeeld via watervogels. De visstand van een dergelijk water is erg onvoorspelbaar en vaak onevenwichtig. Kleine soorten als stekelbaarsjes zijn vaak als eerste weer aanwezig. Andere factoren die voor vis van belang zijn, betreffen het volledig dichtvriezen en/of het optreden van zuurstofloosheid. Dit zijn van nature optredende gebeurtenissen, die voor een belangrijk deel samenhangen met de dimensie van het waterlichaam. Hoe groter en dieper een plas, hoe meer refugia er voor vis aanwezig zijn in het geval van een (natuurlijke) calamiteit. Vaak voorkomende soorten zijn de driedoornige en tiendoornige stekelbaars. Soorten die zijn aangepast aan de sterke zuurstof- en temperatuurdynamiek zijn grote modderkruiper, zeelt en kroeskarper. In grotere en diepere plassen is de soortenrijkdom groter en is de visgemeenschap, afhankelijk van de plantenrijkdom en voedselrijkdom, in de meeste gevallen van het type ruisvoorn-snoek of snoek-blankvoorn.

M25 = Ondiepe laagveenplassen (Tabel A5)

Als gevolg van de waterstandsdynamiek kunnen de plassen omgeven zijn met uitgestrekte vloedvlaktes, welke vele malen groter kunnen zijn dan het oppervlak van de plassen. Tevens kunnen de plassen in de winterperiode onderling of met stromende wateren verbonden zijn. De visstand van de ondiepe laagveenplassen bestaat voor het belangrijkste deel uit limnofiele vissen zoals ruisvoorn en snoek, de eurytope visstand bestaat vooral uit baars, blankvoorn en aal. Kenmerkend voor verlandingszones zijn de zogenoemde '*black fish*', zuurstoftolerante soorten als zeelt en kroeskarper. Het oppervlak ondergedoken waterplanten en oeverplanten (en inundatievlaktes) bepaalt in sterke mate het relatieve aandeel limnofielen. In de kleinste plassen (petgatencomplexen) is het aandeel oeverzone relatief groot. In de grootste plassen speelt de oever een minder belangrijke rol. In het geval van (al dan niet tijdelijke) verbinding met stromende wateren kunnen ook reofiele soorten worden aangetroffen. In de meeste gevallen kwam naar verwachting een ruisvoorn-snoek gemeenschap voor, in bepaalde gevallen, met name in de grotere, voedselrijkere plassen snoek-blankvoorn of blankvoorn-brasem.

De maatlatten voor M25 zijn identiek aan die voor M5, maar klassengrenzen verschillen iets. Voor de visstand van de verschillende typen kleine (<50 ha), ondiepe en overwegend geïsoleerde plassen wordt alleen onderscheid gemaakt op basis van trofiegraad. De typen M11 en M25 hebben daarom dezelfde referentie en maatlat. Deze maatlatten zijn overigens niet gevalideerd.

Relevante punten voor moerasbeken op basis van informatie M-typen

Relevant voor de moeraszone langs beken is dat deze minder soortenrijk is in vergelijking met de hierboven beschreven typen, vooral de grotere vissoorten zullen minder voorkomen of afwezig zijn. Verder betekent een dichtere vegetatie dat er een groter aandeel plantenminnende en zuurstoftolerante vis voorkomt.

Tabel A5: Maatlatten en klassengrenzen M11 en M25 (van der Molen et al., 2013).

ABUNDANTIE

De visstand van deze oever- en waterplantenrijke wateren wordt gekarakteriseerd door een groot aandeel plantminnende vis. De visgemeenschap in de referentietoestand is ruisvoorn-snoek met de volgende waarden voor de indicatoren op basis van relatieve biomassa:

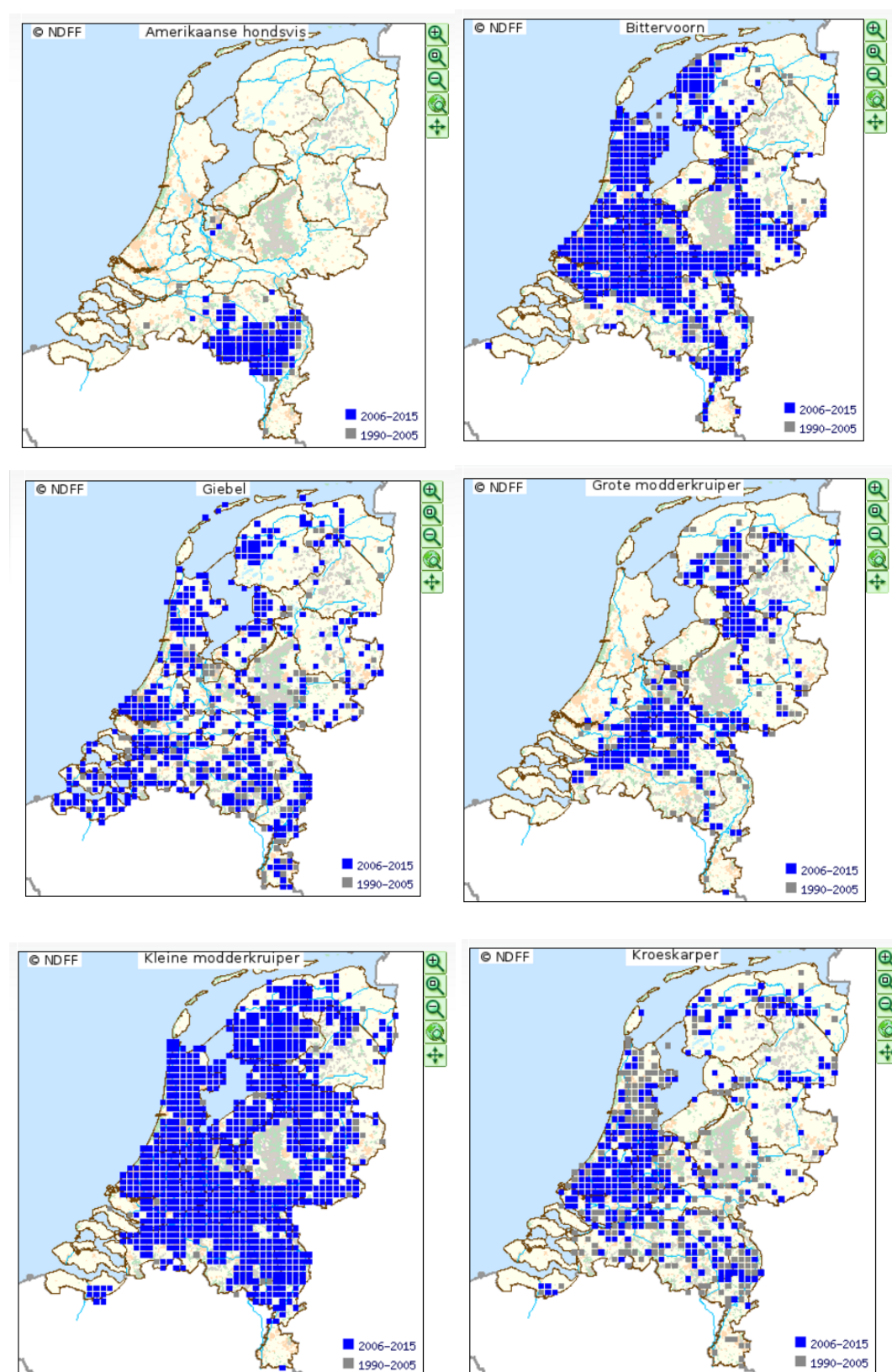
- 'aandeel brasem': maximaal 2%
- 'aandeel baars+blankvoorn in % van alle eurytopen': minstens 35%
- 'aandeel plantminnende vis': minstens 65%
- 'aandeel O₂-tolerante vis': minstens 20%

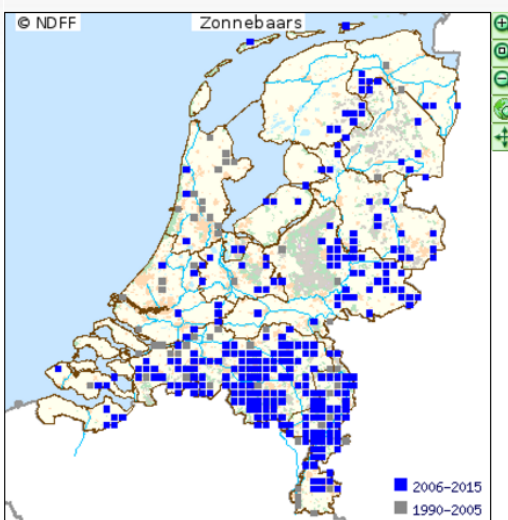
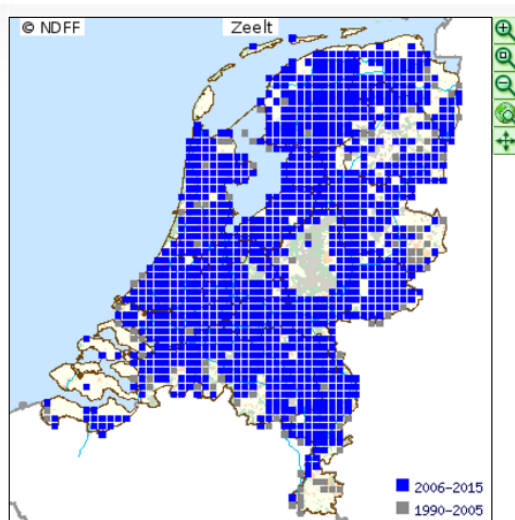
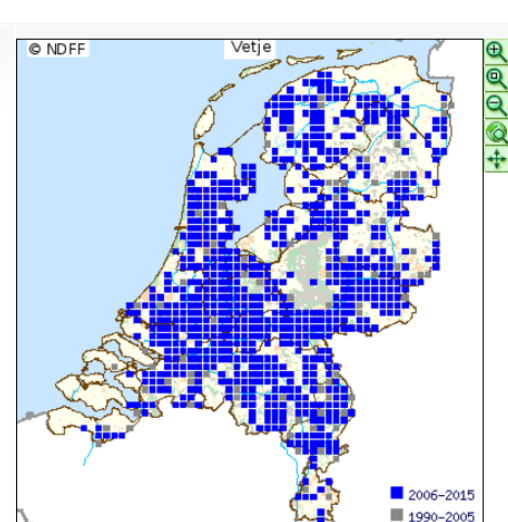
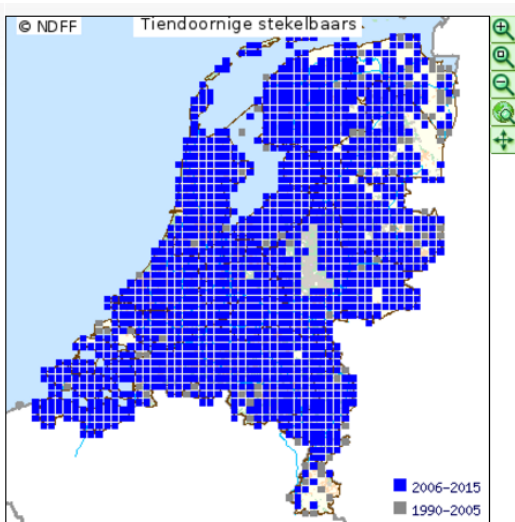
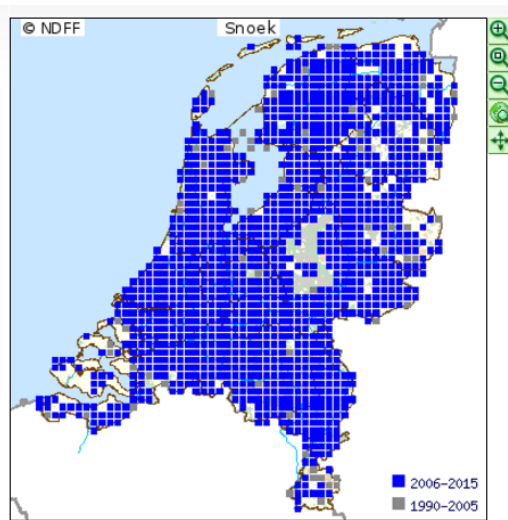
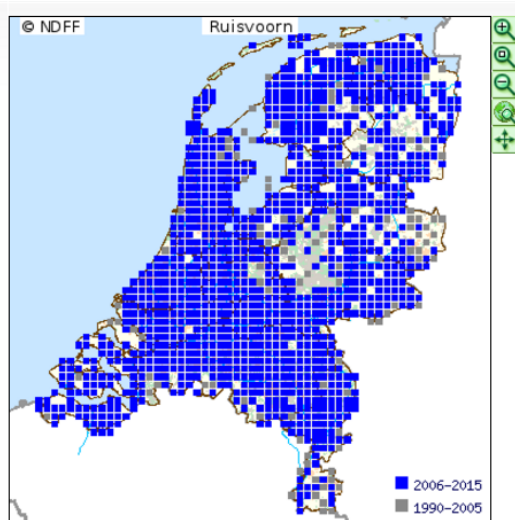
TABEL 4.5A **KLASSENGRENZEN VAN DE DEELMAATLATTEN VOOR VIS**

	weging	Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed	Zeer Goed
Aandeel brasem (%)	0,25	50-100	25-50	8-25	2-8	0,5-2
BA+BV in % van alle eurytopen	0,25	0-10	10-20	20-30	30-35	35-40
Aandeel plantminnende vis (%)	0,25	0-8	8-20	20-40	40-65	65-80
Aandeel zuurstoftolerante vis (%)	0,25	0-1	1-3	3-10	10-20	20-30
Totaalbeoordeling		0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1

Appendix 6.2 Verspreidingskaarten van verschillende plantenminnende en zuurstoftolerante vissoorten in Nederland

Bron: www.vissenatlas.nl





7 Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen

7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft per fysisch-chemisch kwaliteitselement de informatie die voorhanden is voor doorstroommoerassen en moerasbeken. Over het algemeen zijn deze beschrijvingen summier: het effect van het omvormen van genormaliseerde beken naar doorstroommoerassen en moerasbeken op de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen is amper bekend en moet verder worden onderzocht om in staat te zijn de kwaliteit te beoordelen en klassengrenzen te bepalen die algemeen geldig zijn. We hebben hier de keuze gemaakt de normen voor R4 en R5 te blijven gebruiken zoals aangegeven in Van der Molen et al. (2012). Het doormeten van de herstelprojecten die op verschillende plaatsen in het land uitgevoerd zijn (jaarseries van complete set fysisch-chemische parameters) kan in de toekomst helpen om de normen aan te kunnen passen aan doorstroommoeras- en moerasbeeksituaties.

7.2 Kwaliteitselementen

7.2.1 Thermische omstandigheden

Een belangrijk fysisch aspect is de watertemperatuur. Omdat het water in het moeras vaak ondiep is (tot enkele decimeters), kan deze zeer hoog oplopen, mits er geen beschaduwing of sterke kwelinvloed aanwezig is. Vooral op plekken waar water stagneert en een kale (donker gekleurde) slibbodem aanwezig is, kan de temperatuur in de zomer de 30°C overschrijden. Sommige moerasorganismen zijn aan dit soort extremen aangepast, maar de meest kenmerkende moerassoorten preferen juist lagere watertemperaturen en zijn daardoor meer gebonden aan schaduwrijke en/of kwelgevoedde plekken. Wanneer de doorstroming beter is, er kwelvoeding optreedt en er beschaduwing door vegetatie optreedt, blijven de temperaturen veel lager en treden minder grote schommelingen op. Echter, een kwantificering van de temperatuurregimes in doorstroommoerassen en moerasbeken en de effecten hiervan op de biologie ontbreekt. In hoeverre de waarden zoals gegeven voor de KRW-typen R4 en R5 (Tabel 7.1) representatief en daarmee toepasbaar zijn voor doorstroommoerassen en moerasbeken weten we niet, hiervoor moeten eerst meetreeksen worden verzameld in doorstroommoerassen en moerasbeken die verschillen in grondwatervoeding en mate van beschaduwing. Voor kwel- of schaduwgebonden soorten, die relatief lage watertemperaturen prefereren (koud-stenotherme soorten), lijken met name de ranges gegeven voor R4 relevant (Indicatie (Zeer) goed relatief dichtbij grondwatertemperatuur), die van R5 lijken voor deze soorten aan de hoge kant (Verdonschot et al., 2007).

Tabel 7.1: Bestaande maatlatten voor R4 en R5 voor thermische omstandigheden (Van der Molen et al., 2012).

Watertype KRW	Watertemperatuur bij KRW kwaliteitsklasse (°C)				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
R4	14	14	18-20	20-22,5	>22,5
R5	≤23	≤25	25-27,5	27,5-30	>30

7.2.2 Zuurstofhuishouding

Zuurstofbeschikbaarheid is een belangrijke factor voor zowel de organismen die in doorstroommoerassen en moerasbeken voorkomen als voor de biogeochemische processen die zich in het systeem afspelen. Op plekken met ondiep water en stroming, kwelwater en een lage voedselrijkdom blijft voldoende zuurstof in het water aanwezig. Echter, onder meer voedselrijke en organisch belaste omstandigheden, wat in de huidige situatie op veel plekken het geval is (bijv. liesgrasgordels), zorgt de bacteriële activiteit voor een hoge respiratie en daardoor het optreden van lage zuurstofconcentraties. Dit speelt vooral op plekken waar het water stagneert en die te diep zijn voor aanvoer van zuurstof via diffusie uit de lucht. Veel moerasorganismen hebben daarom speciale aanpassingen om continu voldoende zuurstof beschikbaar te hebben, zoals adembuizen, morfologische aanpassingen die het aanboren van luchtweefsel in plantenstengels mogelijk maken en zuurstofbindende moleculen (haemoglobine).

Net zoals bij de temperatuur ontbreekt een goed beeld van de zuurstofhuishouding in moerasbeken en doorstroommoerassen, waardoor een kwantificering ontbreekt. In tabel 7.2 worden ter illustratie de waarden voor R4 en R5 gegeven, onderzoek moet uitwijzen of deze getallen ook bruikbaar zijn voor doorstroommoerassen en moerasbeken.

Tabel 7.2: Bestaande maatlatten voor R4 en R5 voor de zuurstofhuishouding (Van der Molen et al., 2012).

Watertype KRW	Zuurstofverzadiging bij KRW kwaliteitsklasse (%)				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
R4	50-80	50-100	40-50 100-110	30-40 110-120	<30 >120
R5	70-110	70-120	60-70 120-130	50-60 130-140	<50 >140

Tabel 7.3: Bestaande maatlatten voor R4 en R5 voor het zoutgehalte (Van der Molen et al., 2012).

Watertype KRW	Chloridegehalte bij KRW kwaliteitsklasse (mg/L)				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
R4	≤20	≤40	40-75	75-100	>100
R5	≤20	≤150	150-200	200-250	>250

7.2.1 Zoutgehalte

Als relatief inert (amper reagerend met biota) macro-ion zal de concentratie chloride in doorstroommoerassen en moerasbeken niet verschillen tussen moeras en beek, daarom zijn de waarden voor R4 en R5 (Tabel 7.3) direct bruikbaar.

7.2.2 Zuurgraad

In de beekdalen op de hogere zandgronden is de waterhuishouding de belangrijkste sturende factor voor het ontstaan van gradiënten in zuurgraad en daarmee voor de ruimtelijke verschillen in de levensgemeenschappen. Omdat de bodem van nature arm is aan kalk en mineralen overheersen op de hoge delen van de hogere zandgronden, waar regenwater infiltreert, voedselarme en zure omstandigheden. In de beekdalen treedt het geïnfiltreerde water als grondwater uit in de doorstroommoerassen, wat door de aanvoer van mineralen vanuit dieper liggende bodemlagen zorgt voor een zekere mate van zuurbuffering. Hier overheersen zwak zure tot neutrale, matig voedselarme omstandigheden. Langs midden- en benedenlopen van beken en riviertjes neemt de invloed van oppervlaktewater en oppervlakkige afspoeling toe en kunnen neutrale tot basische en voedselrijkere omstandigheden ontstaan. Dit proces wordt nog eens versterkt door overstroming en de afzetting van slib.

De zuurgraad zal in doorstroommoerassen en moerasbeken niet verschillen tussen moeras en beek, daarom zijn de waarden voor R4 en R5 (Tabel 7.4) direct bruikbaar.

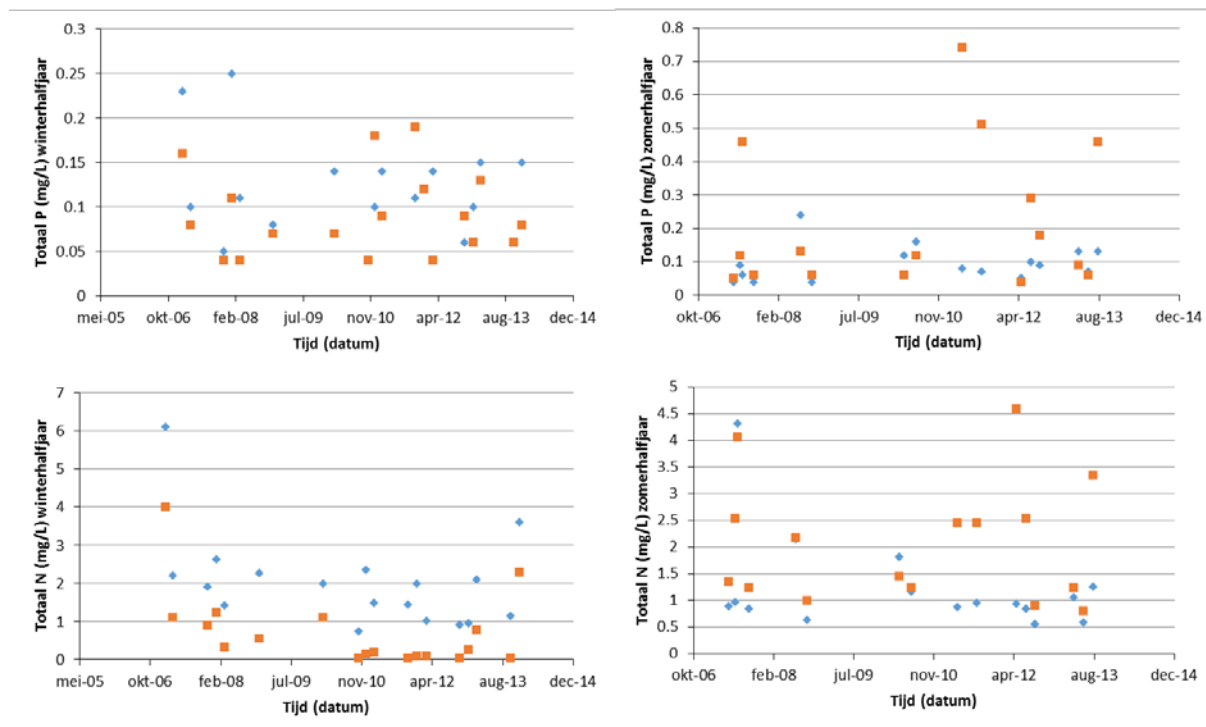
Tabel 7.4: Bestaande maatlatten voor R4 en R5 voor de zuurgraad (Van der Molen et al., 2012).

Watertype KRW	pH bij KRW kwaliteitsklasse				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
R4	4,5-7,5	4,5-8,0	8,0-8,5 <4,5	8,5-9,0	>9,0
R5	5,5-7,5	5,5-8,5	8,5-9,0 <5,5	9,0-9,5	>9,5

7.2.3 Nutriënten

Doorstroommoerassen en moerasbeken zijn open systemen, waar de waterstroming ervoor zorgt dat stoffen naar benedenstrooms worden getransporteerd. Tijdens dit transport treedt interactie op met de biota (vegetatie, algen, bacteriën, micro- en macroorganismen etc.). Voor de nutriënten stikstof (N) en fosfor (P) geldt dat zowel opname als afgifte plaatsvindt. Moerassen nemen netto meestal meer P op dan ze afgeven (Reddy et al., 1999). De P wordt in eerste instantie opgeslagen in de vegetatie, micro-organismen, algen en detritus (korte-termijn-opslag). Langere-termijn-opslag vindt plaats in de bodem en in opgehoopt organisch materiaal. Ook kunnen moerasbeken hotspots zijn voor N retentie (Wollheim et al., 2014). Wel zijn er allerlei randvoorwaarden; zo is de uitgangskoncentratie een belangrijk gegeven, bij hoge concentraties nutriënten verdwijnt bijvoorbeeld het zuiverende effect (Wollheim et al., 2014). Ook de verblijftijd van het water, de oppervlakte moeraszone, de plantensoorten in het moeras, de bodemsamenstelling, de zuurstofhuishouding enzovoorts hebben effect op

de opname of afgifte. Specifiek voor Nederland laten meetgegevens die gepaard boven- en benedenstrooms zijn verzameld van het moerasbeektraject van de Geeserstream geen nutriëntenopname zien (Figuur 7.1). Totaal N is in de zomer verhoogd in het water dat het moerasgedeelte verlaat en voor totaal P is het beeld wisselend. De lagere gehalten in het winterhalfjaar zijn hoogstwaarschijnlijk het gevolg van verdunning door een hogere afvoer.



Figuur 7.1: Gepaarde metingen van totaal P en totaal N metingen boven- (blauwe ruitjes) en benedenstrooms (oranje vierkantjes) van het heringerichte moerasbeektraject in de Geeserstream in de periode 2006-2013 in het winterhalfjaar (links) en het zomerhalfjaar (rechts).

Omdat het niet duidelijk is wat precies het effect is van moerastrajecten op de nutriëntenhuishouding, weten we niet in hoeverre de getallen voor de KRW-watertypen R4 en R5 (Tabel 7.5) geldig zijn voor doorstroommoerassen en moerasbeken. Wanneer moerassen een nutriëntenverlagend effect hebben op het beekwater, moeten de getallen naar beneden toe worden bijgesteld, hebben ze een verhogend effect dan moet bijstelling naar boven worden uitgevoerd. Onderzoek moet uitwijzen welke keuze gemaakt moet worden.

Tabel 7.5: Bestaande maatlatten voor R4 en R5 voor nutriënten (Van der Molen et al., 2012).

Watertype KRW	Nutriënt	Concentratie zomerhalfjaar bij kwaliteitsklasse KRW (mg/L)				
		Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
R4	Totaal-P	$\leq 0,05$	$\leq 0,11$	0,11-0,22	0,22-0,33	$> 0,33$
	Totaal-N	$\leq 2,0$	$\leq 2,3$	2,3-4,6	4,6-9,2	$> 9,2$
R5	Totaal-P	$\leq 0,06$	$\leq 0,11$	0,11-0,22	0,22-0,33	$> 0,33$
	Totaal-N	$\leq 2,0$	$\leq 2,3$	2,3-4,6	4,6-9,2	$> 9,2$

8 Hydromorfologie

In tabel 8.1 worden een aantal hydrologische en morfologische karakteristieken van doorstroommoerassen en moerasbeken vermeld. Deze zijn gebaseerd op de originele R4 en R5 karakteristieken, maar aangepast aan de situatie in doorstroommoerassen en moerasbeken, bijvoorbeeld wat betreft verhang en stroomsnelheid.

Tabel 8.1: Karakterisering van het doorstroommoeras en de moerasbeek, gebaseerd op Elbersen et al. (2003) maar aangepast aan doorstroommoerassen en moerasbeken.

Parameter	Doorstroommoeras	Moerasbeek
Verhang	<0,5 m/km	<0,5 m/km
Oppervlakte stroomgebied*	0-10 km ²	10-100 km ²
Geologie ondergrond	Mineraal (kiezel), oppervlakkig kan wel veenvorming optreden	Mineraal (kiezel)
Stroomsnelheid (jaargemiddelde)**	>0 tot 20 cm/s	>0 tot 20 cm/s
Breedte loop (jaargemiddelde)	0-3 m (loop kan afwezig zijn wanneer het water zich diffuus over en door de ondergrond verplaatst)	3-8 m
Diepte loop (jaargemiddelde)	0-30 cm (loop kan afwezig zijn)	30-80 cm
Herkomst water	Grondwater > oppervlaktewater	Oppervlaktewater > grondwater
Permanentie	Permanent watervoerende beekloop en/of beekmoeras (loop vaak niet overal zichtbaar) Geen of slechts een zeer smalle overstromingszone door stabiele afvoer	Permanent watervoerende beekloop en beekmoeras. Droogval in overstromingszone bij lage afvoer

*Waarschijnlijk te klein ingeschat voor natuurlijke beken, hier is meer onderzoek voor nodig (Elbersen et al., 2003).

**Maximumwaarde gebaseerd op waarde waarbij start afname biomassa boven en ondergronds bij water-en moerasplanten optreedt (Verdonschot et al., in press).

Binnen de KRW systematiek wordt de hydromorfologie alleen beschreven voor de hoogste klasse (referentie), omdat de beoordeling van de hydromorfologie alleen gebruikt wordt om onderscheid te maken tussen goed en zeer goed. Voor doorstroommoerassen en moerasbeken wordt hierbij in aangepaste vorm aangesloten, waarbij er enerzijds striktere eisen worden gesteld aan bijvoorbeeld de structuur van de oeverzone, maar minder strikte eisen aan bijvoorbeeld de continuïteit van de loop (Tabel 8.2).

Tabel 8.2: Hydromorfologische kwaliteitselementen doorstroommoeras en moerasbeek.

Kwaliteitselement	Parametergroep	Parameter	Eenheid	Referentiewaarde	
				Doorstroommoeras	Moerasbeek
<i>Hydrologisch regime</i>	Kwantiteit en dynamiek van de waterstroming	Stroomsnelheid	m s ⁻¹	Zie waarde tabel 8.1	Zie waarde tabel 8.1
		Afvoer	m ³ s ⁻¹	Relatie doorstroommoeras afvoer niet bekend. Omdat de afvoerdynamiek sterk bepalend is of zich een doorstroommoeras of een beekloop ontwikkelt, zal deze dus lager zijn dan bij een reguliere R4.	Relatie moerasbeek afvoer niet bekend. Voorlopig waarden R5 gebruiken.
<i>Riviercontinuïteit</i>		Aantal, ligging en passeerbaarheid barrières	Klassen	Loop of meerdere loopjes op natuurlijke wijze onderbroken, afhankelijk van verhang of onregelmatigheden in ondergrond. Doorstroommoeras is niet geschikt voor migrerende vis, daarom parameter niet relevant.	Loop continu, eventuele natuurlijke obstructies (bijv. losgeslagen drijftillen) tijdelijk. Niet natuurlijke onderbrekingen (stuwen, dammen) negatief.
		Bereikbaarheid		Zie hierboven	Zie hierboven
<i>Morfologie</i>	Variaties in diepte en -breedte	Dwarsprofiel en mate van natuurlijkheid	Klassen	Daar waar een (aanzet tot) een beekloop aanwezig is: <5% van het waterlichaam heeft een veranderd dwarsprofiel Natuurlijk dwarsprofiel zie figuur 2.1	<5% van het waterlichaam heeft een veranderd dwarsprofiel Natuurlijk dwarsprofiel zie figuur 2.3.
	Structuur en substraat van de bedding	Loop	Klassen	Daar waar een (aanzet tot) een beekloop aanwezig is: 0-5% van het bovenaanzicht van het waterlichaam laat een onnatuurlijk patroon zien (bijv.	0-5% van het bovenaanzicht van het waterlichaam laat een onnatuurlijk patroon zien (bijv. gekanaliseerd).

				gekanaliseerd). Bovenaanzicht ongewijzigde loop zie figuur 2.1	Bovenaanzicht ongewijzigde loop zie figuur 2.5
		Aanwezigheid beddingverdediging (betonnen bak, stortstenen etc.)	Klassen	<1% kunstmatig materiaal aanwezig. Kunstmatige bedding storend voor moerasontwikkeling door interactie met stroming en vegetatieontwikkeling	<1% kunstmatig materiaal aanwezig. Kunstmatige bedding storend voor moerasontwikkeling door interactie met stroming en vegetatieontwikkeling
		Mate van natuurlijkheid substraatsamenstelling bedding	Klassen	Vrijwel natuurlijk.	Vrijwel natuurlijk.
	Structuur van de oeverzone	Aanwezigheid oeververdediging	Klassen	Daar waar een (aanzet tot) een beekloop aanwezig is: <1% hard of zacht kunstmatig materiaal. Oeververdeding gaat niet samen met ontwikkeling doorstroommoeras	<1% hard of zacht kunstmatig materiaal. Oeververdeding gaat niet samen met ontwikkeling moerasbeek
		Landgebruik overstromingszone	Klassen	n.v.t. Landgebruik is per definitie natuurlijk wanneer doorstroommoeras aanwezig is.	<1% onnatuurlijk landgebruik in de overstromingszone.
		Landgebruik 'droge' deel beekdal	Klassen	<5% onnatuurlijk landgebruik in het beekdal. Doorstroommoeras vraagt beekdalbrede ruimte om zich optimaal te kunnen ontwikkelen.	<5% onnatuurlijk landgebruik in het beekdal. Moerasbeek vraagt beekdalbrede ruimte om zich optimaal te kunnen ontwikkelen.

9 Aanbevelingen voor de monitoring van doorstroommoerassen en moerasbeken

9.1 Inleiding

Het bemonsteren van moerassituaties wijkt in principe niet af van de manier waarop oeverzones van stilstaande en stromende wateren worden bemonsterd. Echter, de oppervlakte die ingenomen wordt door plas-dras situaties is in moerasbeken veel groter dan in de reguliere wateren het geval is en door de grotere gradiëntlengte zijn overgangen tussen water, oever en land soms lastiger herkenbaar. Dit brengt vooral praktische aandachtspunten met zich mee. In dit hoofdstuk worden voor de verschillende kwaliteitselementen bemonsteringsrichtlijnen gegeven, waarbij vooral ingegaan wordt op de verschillen ten opzichte van de bestaande monitoring. Bemonstering van diatomeeën is niet opgenomen omdat voor deze groep het huidige protocol gehandhaaft blijft. Wat betreft de reguliere monitoring verwijzen we naar het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2014).

9.2 Algemene aandachtspunten

Het verdient de voorkeur om vegetatieopnamen te maken en monsters te nemen terwijl de veldmedewerker door het moeras loopt of waadt. Echter, de toegankelijkheid van de moeraszone kan problematisch of zelfs risicovol zijn als gevolg van de vaak slappe bodem. In dat geval zijn alternatieven om te monstern vanuit een boot of vanaf een drijvende vlonder die in het moeras gelegd kan worden. Ook kan een ladder gebruikt worden die op de moerasbodem wordt gelegd, eventueel met hierop planken zodat er makkelijk overheen gelopen kan worden.

9.3 Aanbevelingen voor onderzoek aan doorstroommoerassen en moerasbeken

In deze rapportage worden voor de verschillende kwaliteitselementen kennishiaten benoemd, voortkomend uit het feit dat het gaat om habitattypen die simpelweg vrijwel verdwenen waren en nu opnieuw ontwikkeld worden en op de plekken waar het wel aanwezig is bij de monitoring buiten beschouwing gelaten zijn. Om deze kennis te ontwikkelen, is het nuttig de op dit moment in ontwikkeling zijn de doorstroommoerassen en moerasbeken te bemonsteren. Om de bruikbaarheid voor de ijking van de nieuw ontwikkelde maatlatten te vergroten, moet bij de keuze van de locaties rekening worden gehouden met de volgende zaken wanneer het aantal te nemen monsters beperkend is en niet het aantal locaties:

1. Een zo groot mogelijke ruimtelijke spreiding van locaties over het beheergebied,

2. Diversiteit in omstandigheden locaties. Hierbij moet gedacht worden aan verschillende leeftijden (ontwikkelingstadium), mate van beschaduwing, voedselrijkdom water, oppervlakte enzovoorts.

Hieronder worden specifieke aanbevelingen gedaan om de huidige bemonstering van de biologische kwaliteitselementen passend te maken bij de situatie in doorstroommoerassen en moerasbeken.

9.3.1 Kiezelwieren

Voor de monitoring van kiezelwieren in het kader van een kwaliteitsbeoordeling voor de KRW bemonsteren we het aangroei (perifyton) van bij voorkeur plantaardig substraat in de loop van de moerasbeek. Voor de bemonstering en analyse volgt men de werkwijze beschreven in hoofdstuk 9 van het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2014). Bij voorkeur bemonstert men de submerse stengeldelen van Riet en als dat niet aanwezig is die van andere oeverplanten zoals Liesgras en Rietgras en/of delen van ondergedoken waterplanten. Bemonster geen planten aan de oeverzijde van de beek, of planten in het moerasgedeelte, maar planten die zich bevinden in of langs de loop, en geheel in contact staan met het stromende water van de beek.

Voor een bepaling van de EKR berekent men de score op basis van de IPS (Indice de Polluosensitivité Spécifique; zie van Dam, 2007), zoals beschreven in van der Molen et al. (2012) onder het kopje fyto-benthos. Tabel 3.6 in hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de klassegrenzen.

9.3.2 Macrofyten

Kies een proefvlak dat representatief is voor het algemene begroeiingsbeeld langs de beek rondom het meetpunt en dat op voldoende afstand ligt van elementen die de vegetatiepatronen kunnen verstoren, zoals bruggen en duikers. De lengte van het op te nemen transect is 100 m en de breedte die volgt uit de bovengrens van de overstromingszone. In tegenstelling tot R4 en R5 wordt het proefvlak niet opgesplitst in de deelproefvlakken watervegetatie en oevervegetatie, omdat dit onderscheid in moerassen vaak lastig te maken is. Met name in grote overstromingszones van moerasbeken kunnen laagtes aanwezig zijn (poelen, greppels) waar submerse en emerse planten aanwezig kunnen zijn naast de oevervegetatie en in het geval van een doorstroommoeras is het onderscheid zelfs afwezig (Figuur 9.1). De bovengrens van het proefvlak kan worden vastgesteld op basis van de volgende criteria (het eerste criterium dat toegepast kan worden, bepaalt de grens):

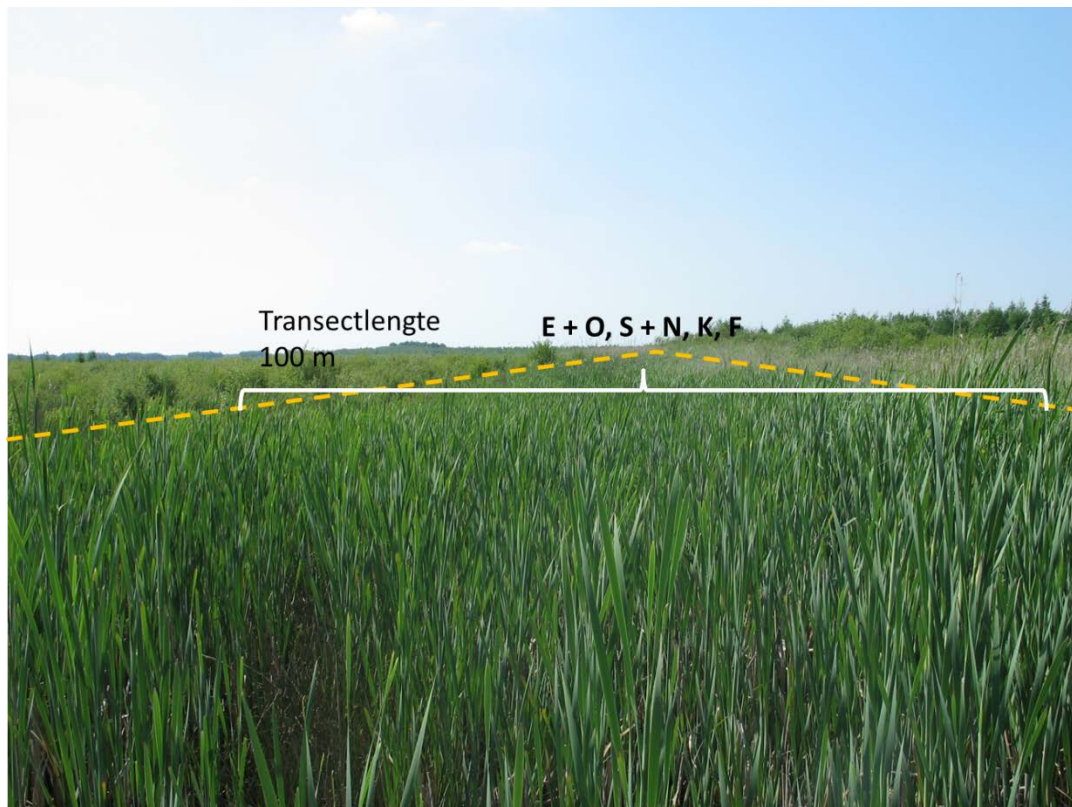
1. Tot waar waterverzadigde bodem aanwezig is in het winterhalfjaar (grondwater; kwelzones boven de waterlijn worden zo ook meegenomen).
2. Hoogste winterwaterstand beek.
3. Vegetatiekenmerken, strooisel- of slibafzetting.
4. Kenmerken in het oeverprofiel (bijv. steilrandje).

Schat 1.) de bedekking van de verschillende plantensoorten in het (deel)proefvlak per vegetatielaag met behulp van de 9-delige STOWA-schaal (zie voor specifieke methode Bijkerk, 2014) en 2.) de totale bedekking van de verschillende vegetaties (Figuur 9.1). In het doorstroommoeras wordt de volledige breedte van het moeras opgenomen. Bij een moerasbeek is een opname van één zijde voldoende, tenzij de vegetatie aan beide zijden van de beekloop sterk verschillend is, dan worden beide zijden apart opgenomen (bijvoorbeeld in het geval van een eenzijdig beboste oever).

De opnameperiode loopt van half juni tot eind augustus. De volgende vegetatielagen onderscheiden (met name relevant in beschaduwde situatie) voor de soortenopnamen:

1. Boomlaag (ga uit van de boomkronen).
2. Struiklaag.
3. Kruidlaag (+ eventuele moslaag, deze is facultatief).

Het beschrijven van de boom en struiklaag zijn belangrijk voor de interpretatie van de bedekkingen van de kruidlaag, omdat de beschaduwing invloed heeft op de mate van ondergroei.





Figuur 9.1: Schatting abundantie in vegetatieopname doorstroommoeras (boven) en moerasbeek (onder). S: Submers, N: drijfbladplanten, K: kroos, F: flab/draadwier, E: Emerse vegetatie in water, O: Oeverplanten. Abundantie watervegetatie omvat S + N, moerasvegetatie E + O. Het proefvlak kan verschillende vegetatielagen hebben door de aanwezigheid van struiken en bomen.

9.3.3 Macrofauna

Beken van het type R4 en R5 worden bemonsterd met een standaardmacrofaunanet volgens de multihabitatmethode (Bijkerk, 2014). Met deze methode worden zoveel mogelijk aanwezige habitattypen bemonsterd binnen een traject van 50 meter, met als doel een zo groot mogelijk deel van de daar voorkomende soorten te vangen. Er wordt rekening gehouden met de verdeling van habitats (bijvoorbeeld bij veel grof organisch materiaal worden hier meer deelmonsters genomen), maar het bemonsteren van de diversiteit aan habitats is leidend. Hiermee verschilt de methode van bijv. de in veel Europese landen gebruikte AQEM-methode (AQEM consortium, 2002), waarbij de verdeling over habitats strikt wordt bepaald door de hoeveelheid van het aanwezige habitat, waarover de deelmonsters naar rato verdeeld worden en zeer schaarse habitats niet meegenomen worden.

Juist omdat bij de multihabitatmethode de habitatverhoudingen niet leidend zijn, kan deze zonder aanpassingen worden toegepast om een beeld te krijgen van de fauna van doorstroommoerassen en moerasbeken. Echter, er wordt in doorstroommoerassen en moerasbeken een apart monster genomen van de aanwezige beekloop(jes), het deelmonster 'beekloop', en van het moeras; het deelmonster 'moeras'. De begrenzing van de moeraszone is gelijk aan die van de vegetatie (paragraaf 9.3.1).

De bemonstering kan zowel in het voorjaar plaatsvinden als in het najaar. Voorkeur heeft het om beide seizoenen te bemonsteren, omdat ze allebei informatief zijn. Het najaar is het meest kritische moment wat betreft hydrologie van het systeem (laagste afvoer) en daarmee biologisch relevant. Daarentegen kan de keuze voor het najaar de determinatie van bijvoorbeeld kokerjuffers, waarvan veel soorten in het (vroeg) voorjaar uitvliegen bemoeilijken, omdat veel exemplaren dan nog zeer klein zijn en daardoor determinatiekenmerken missen. In moerasbeken kan bij monstern in het voorjaar een beter beeld gekregen worden van de macrofauna die gebruik maakt of zelfs gebonden is aan de in de zomer droogvallende overstromingsvlakte. Veel van deze soorten zijn indicatoren voor moerassen, waardoor het risico bestaat dat bij alleen najaarsmonsters de ecologische kwaliteit van de moerasbeek wordt ondergewaardeerd. Overigens is een praktisch voordeel van monstern in het najaar ten opzichte van het voorjaar een betere bereikbaarheid van de monsterpunten bij lagere waterstanden (en het onderscheid tussen de overstromingszone en het beekmoeras).

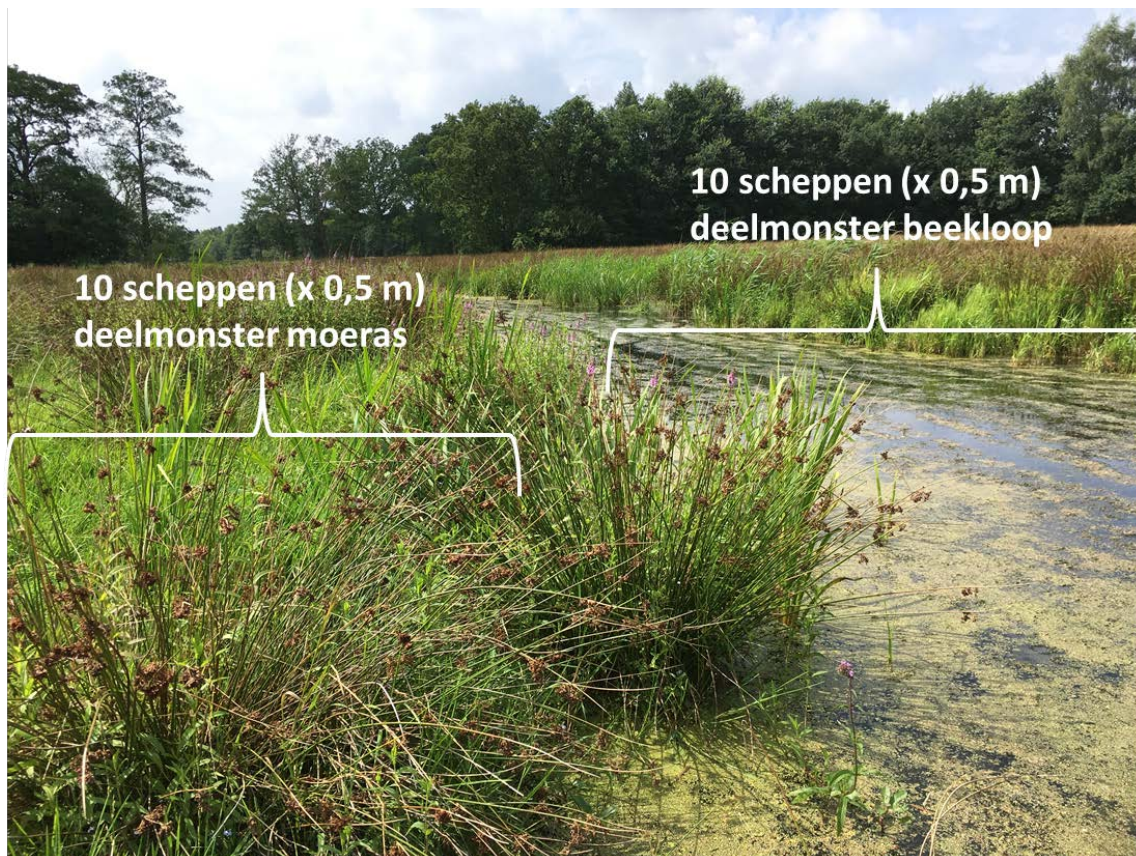
Essentieel is een proefvlak te kiezen dat zo representatief mogelijk is voor het te onderzoeken beekstelsel. Binnen een traject/vlak van 50 tot 100 m lengte worden de aanwezige habitats die (potentieel) relevant zijn voor de aanwezige fauna bemonsterd. De afzonderlijke habitattypen in de moerasbeek en het doorstroommoeras kunnen worden herkend op basis van onder andere:

1. Substraattype (zand, boomwortels, grof organisch materiaal, fijn organisch materiaal, slib).
2. Groeivorm of structuur vegetatie.
3. Waterdiepte.
4. Stroomsnelheid en stromingsvariatie (in beekloop-deelmonster).
5. Mate van zoninstraling/beschaduwing
6. Poeltje of greppel in overstromingszone (in moeras-deelmonster)

Nadat er een beeld is van de aanwezige habitattypen worden per deelmonster vervolgens kleine monsters genomen op zo veel mogelijk plekken (0,25-0,5 m) in de verschillende habitats, totdat een totale monsterlengte per deelmonster van 5 m is bereikt (moerasbeek, Figuur 9.2; doorstroommoeras, Figuur 9.3).

Hiervoor kan het standaardmacrofaunanet worden gebruikt, maar bij veel vegetatie/zeer ondiep water kan een kleiner net/keukenzeef (maaswijdte <1 mm) of de micromacrofaunaschoffel als alternatief worden toegepast. De macrofaunaschoffel wordt onder andere gebruikt bij het bemonstern van ondiep water in bronnen (Nijboer et al., 2003). Voor de vergelijkbaarheid met de standaard macrofaunanet-scheppen van de andere habitats moet het monsteroppervlak dan wel worden afgestemd op dat van het standaard macrofaunanet. Eventueel kan plasdras-vegetatie in het moeras even onder water geduwd worden voordat er geschept wordt om semi-terrestrisch levende macrofauna mee te kunnen monstern.

De scheppen worden in principe per deelmonster samengevoegd tot een mengmonster. Echter, bij scheppen met veel slib is het aan te bevelen deze gescheiden te houden van scheppen van bijvoorbeeld vegetatie.



Figuur 9.2: *Keuze van deelmonsters in een moerasbeek.*

Veel voorkomende habitats moeten meerdere malen bemonsterd worden, omdat grotere oppervlakten ook vaak meer soorten kunnen bevatten. Leidraad voor de totale grootte van het monster is 5 m monsterlengte per deelmonster, waarbij de balans tussen uitzoek-/determinatieinspanning en het vastgestelde aantal taxa optimaal is. In totaal wordt op de locatie dus 10 m monster genomen. Aandachtspunt is de verwerking van deze grote monsters, omdat dit een arbeidsintensief proces is. Het opdelen ('subsampling') van de mengmonsters kan helpen, maar hierbij moet in het achterhoofd gehouden worden dat dit ook weer invloed heeft op het aantal in het monster aangetroffen soorten. Ten behoeve van de standaardisatie heeft daarom een monster dat volledig wordt uitgezocht de voorkeur.

De verdere verwerking van de monsters vindt plaats conform het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2014). Het materiaal wordt in het laboratorium uitgezocht en gedetermineerd, waarbij het materiaal van de deelmonsters beekloop en moeras gescheiden blijven. Pas in de beoordeling worden de gegevens van beide monsters samengevoegd.

Belangrijk is dat naast het nemen van het macrofaunamonster ook een veldbeschrijving wordt gemaakt van de monsterlocatie, waarop parameters worden genoteerd zoals procentuele verdeling habitats, beschaduwning enzovoorts. Hiervoor wordt het standaardveldformulier ingevuld zoals gebruikt wordt in de reguliere routinematige monitoring.



Figuur 9.3: *Keuze van deelmonsters in een doorstroommoeras.*

9.3.4 Vissen

Er bestaat erg weinig internationale literatuur over het bemonsteren van visgemeenschappen in moeraszone. Het meest gerelateerde onderzoek in Europa betreft bemonsteringen in vloedvlakten van grote rivieren (Schomaker & Wolter, 2011; Gorski et al., 2013; Navodaru et al., 2002; Grift et al., 2006; De Leeuw et al., 2007). Literatuur over moeraszones is er nauwelijks. Bemonsteringstechnieken, die worden toegepast zijn electrovisserij, kieuwnetten en zegens. Er is weliswaar meer literatuur van andere continenten, vooral Australië en Zuid-Amerika, maar die is niet in beschouwing genomen, omdat het andere vissoorten betreft waardoor er geen zinvolle vergelijking gemaakt kan worden.

Voor het bemonsteren van moerasbeken komen in principe vijf technieken in aanmerking: electrovisserij, zegen (bij relatief grote beekloop), fuiken, schepnet en e-DNA. Eerste keus zou electrovisserij moeten zijn, omdat dit de standaardmethode voor beken en kleine rivieren is en de Europese intercalibratie gebaseerd is op de CEN methode voor electrovisserij. E-DNA is een interessante nieuwe techniek om de soortsamenvatting vast te stellen, maar is voornamelijk ongeschikt om een nauwkeurige schatting van de abundantie te maken. Schepnet en fuiken kunnen aanvullende informatie geven. Fuiken zijn vooral geschikt om in kleine stroomgeultjes in de moeraszone te plaatsen, die door de vissen als dagelijkse korte migratieroutes worden gebruikt.

De effectiviteit van het bevissen van moerasbeken is niet duidelijk en moet nog verder onderzocht worden, bijvoorbeeld in een vergelijkend onderzoek met bovengenoemde

technieken. Voorgesteld wordt de visgemeenschap in moerasbeken met electrovisserij te bemonsteren in de beekloop als deze doorwaadbaar ('*wadeable*') is, omdat ervanuit wordt gegaan dat er een sterk signaal vanuit het beekmoeras/de overstromingszone optreedt in de loop. Indien de bemonstering vanuit een boot plaatsvindt en het midden te diep is voor effectieve electrovisserij, wordt voorgesteld alleen de randzone van de beekloop te bemonsteren, dus waar de loop diffuus overgaat in het beekmoeras.

10 Literatuur

- Aarts, B.G.W., Brink F.W.B. van den, Nienhuis, P.H. (2004) Habitat loss as the main cause of the slow recovery of fish faunas of regulated large rivers in Europe: the transversal floodplain gradient. *River research and Applications* 20: 3-23.
- Aggenbach, C.J.S., Verdonschot, R.C.M., Vries, H.H. de, Groenendijk, D., Dijkstra, J.P., Diggelen, R. van (2014) Effecten van maaibeheer op kleine zeggenmoerassen in beekdalen; effecten op vegetatiestructuur, microtopografie en faunagemeenschappen. Rapport nr. 2014/OBN183-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag. 137 pp.
- Aggenbach, C.J.S., Diggelen, R. van, Grootjans, A.P., Kleef, H. van, Lamers, L.P.M., Smolders, F. (2011). Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen. Rapport nr. 2011/OBN145-BE, KWR Watercycle Research Institute/ Universiteit van Antwerpen/ Onderzoekscentrum Bware/ Stichting Bargerveen. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Amoros, C., Bornette, G. (2002) Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater Biology* 47: 761–776.
- AQEM Consortium (2002) Manual for the application of the AQEM system: A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002.
- Bal, D., Beije, H.M., Fellingner, M., Haveman, R., A.J.F.M., Opstal van, Zadelhoff, F.J. van (2001) Handboek Natuurdoeltypen; tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Berg, M. van den, Pot, R. (2007) Achtergrondrapportage referenties en maatlatten overigewaterflora. Expertgroepen macrofyten en fytoplankton.
- Berg, M.S. van den (2004) Achtergronddocument referenties en maatlatten waterflora. Versie januari 2004. Expertteam macrofyten en fytoplankton. 128 pp.
- Bijkerk, R. (red.) (2014) Handboek hydrobiologie : biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Deels aangepaste versie. STOWA rapport 2014-028. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.
- Blackwell, M.S.A., Pilgrim, E.S. (2011) Ecosystem services delivered by small-scale wetlands, *Hydrological Sciences Journal*, 56:1467-1484.
- Buijse, A.D., Coops, H., Staras, M., Jans, L.H., Geest, G.J. van, Griff, R.E. , Ibelings, B.W., Oosterberg, W., Roozen, F.C.J.M. (2002) Restoration strategies for river floodplains along large lowland rivers in Europe. *Freshwater Biology* 47: 889-907.
- Cuppen, H.P.J.J. (1982) Een oecologische inventarisatie van het gebied Osseveld-Woudhuis (gemeente Apeldoorn). Rapport Regionale mileuraad Oost-Veluwe.

Cuppen, H.P.J.J. (1980) De macrofauna in een aantal droogvallende- en permanente stilstaande wateren in het ruilverkavelingsgebied Brummen-Voorst. Rapport Regionale mileuraad Oost-Veluwe.

Cuppen, H.P.J.J. (1979) Een onderzoek naar de macrofauna in een aantal permanente en semipermanente stilstaande wateren in de gemeente Voorst. Rapport Regionale mileuraad Oost-Veluwe.

Dam, H. van (1973) Oecologisch onderzoek aan epifytische diatomeeëngemeenschappen in het Naardermeer, speciaal in relatie tot watervervuiling. Hugo de Vrieslaboratorium, Amsterdam / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 158 pp.

Dam, H. van (1975) De invloed van vervuiling, speciaal op epifytische diatomeeëngemeenschappen, in het plassengebied rond Ankeveen. De Levende Natuur 78: 37-47.

Dam, H. van (2007) Een herziene KRW-maatlat voor het fyto-benthos in stromende wateren. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur. Amsterdam. 47 pp.

Dam, H. van, Mertens, A., Sinkeldam, J. (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Neth J Aquat Ecol 28: 117-133.

Didderen, K., Besse-Lototskaya, A., Hoorn, M.W. van den, Sinkeldam, J.A., Wiggers, R., Verdonschot, P.F.M. (2008) Herinrichting Geeserstroom; beschrijving van de monitoringsresultaten. Alterra rapport 1790, Alterra, Wageningen.

Evers, C.H.M., Broek, A.J.M. van den, Buskens, R., Leerdam, A. van, Knoben, R.A.E., Herpen, F.C.J. van (2012) Omschrijving MEP en maatlaten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-202. Rapport 2012-34. STOWA, Amersfoort.

Gurnell, A. (2014) Plants as river system engineers. Earth Surf. Process. Landforms 39: 4-25.

Górski, K., Buijse, A.D., Winter, H.V., Leeuw, J.J. de, Compton, T.J., Vekhov, D.A., Zolotarev, D.V., Verreth, J.A.J., Nagelkerke, L.A.J. (2013) Geomorphology and flooding shape fish distribution in a large-scale temperate floodplain. River Res. Applic. 29:1226-1236.

Grift, R.E. (2001) How fish benefit from floodplain restoration along the Lower River Rhine. PhD Thesis. Wageningen University.

Grift, R.E., Buijse A.D., Geest, G.J. van (2006) The status of limnophilic fish and the need for conservation in floodplains along the lower Rhine, a large regulated river. Archiv für Hydrobiologie Supplement 158 (Large Rivers 16): 623-648.

Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J., Westhoff, V. (1995) De Vegetatie van Nederland. Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala.

Schmidt-Kloiber, A., Hering, D. (2015) www.freshwaterecology.info – An online tool that unifies, standardises and codifies more than 20,000 European freshwater organisms and their ecological preferences. Ecological Indicators 53: 271-282.

Hering, D., Schmidt-Kloiber, A., Murphy, J., Lücke, S., Zamora-Muñoz, C., López-Rodríguez, M.J., Huber, T. Graf, W. (2009). Potential impact of climate change on aquatic insects: A sensitivity analysis for European caddisflies (Trichoptera) based on distribution patterns and ecological preferences, *Aquatic Sciences* 71: 3-14.

Hoek, W.F. van der, Verdonschot, P.F.M. (1994) Functionele karakterisering van aquatische ecotootypen. IBN rapport 072. IBN, Leersum.

Hoek, W. van der (1989) Chemische- en biologische monitoring van een aantal wateren in elzenbroekbossen in Noord-Limburg in het kader van de verzuringsproblematiek. Doktoraal verslagen serie nr. 89-04, Vakgroep waterzuivering sectie hydrobiologie, Landbouwhogeschool Wageningen, Wageningen.

Knoben, R.A.E., Kamsma, P.A.M., Pot, R. (red.) (2007) Achtergronddocument referenties en maatlatten macrofauna ten behoeve van de KaderRichtlijn Water.

Leeuw, J.J. de, Buijse, A.D., Haidvogel, G., Lapinska, M., Noble, R., Repecka, R., Virbickas, T., Wiśniewolski, W., Wolter, C. (2007) Challenges in developing fish-based ecological assessment methods for large floodplain rivers. *Fisheries Management and Ecology* 14:483-494.

Nijboer, R., Verdonschot, P., Piechocki, A., Tończyk, G., Klukowska, M. (2006) Characterisation of pristine Polish river systems and their use as reference conditions for Dutch river systems. Alterra-rapport 1367, Alterra, Wageningen.

Nijboer, R.C., Wiggers, R., Hoek, Tj. H. van den, Rhenen-Kersten, C.H. van (2003) Herstel van een brongebied in natuurreserveaat het Springendal. Kolonisatie van nieuwe bronnen door macrofauna. Alterra rapport 857, Alterra, Wageningen.

Nijboer, R.C., Verdonschot, P.F.M. (2001) Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, themanummer 19, Alterra, Wageningen.

Mactaggart, B., Bauer, J., Goldney, D., Rawson, A. (2008) Problems in naming and defining the swampy meadow — An Australian perspective. *Journal of Environmental Management* 87: 461-473.

Mitsch, W.J. Gosselink, J.G. (2007) *Wetlands*. 4th edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

Molen, D.T. van der, Pot, R., Evers, C.H.M. , Buskens, R., Herpen, F.C.J. van (2013) Referenties en maatlatten voor overige wateren (geen KRW-waterlichamen). STOWA rapport 2013-14. STOWA, Amersfoort.

Molen, D.T. van der, Pot, R., Evers, C.H.M., Nieuwerburgh, L.L.J. van, (2012) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. Rapport 2012-31. STOWA, Amersfoort.

Molen, D.T. van der, Pot, R. (2007) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2007-32, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 362 pp.

- Moog, O. (1995) *Fauna Aquatica Austriaca*. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien.
- Navodaru, I., Buijse, A.D., Staras, M. (2002) Effects of hydrology and water quality on the fish community in Danube delta lakes. *International Review of Hydrobiology* 87: 329-348.
- Pot, R., 2012. Herzene maatlatten voor de beoordeling van macrofyten voor de KRW; Roelf Pot; Oosterhesselen, in opdracht van Rijkswaterstaat.
- Reddy, K.R., Kadlec, R.H., Flaig, E., Gale, P.M. (1999) Phosphorus Retention in Streams and Wetlands: A Review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 29: 83-146.
- Runhaar, J., Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders, A.J.P., Verdonschot, R.C.M., Hommel, P.W.F.M. (2013). Herstel broekbossen. Rapport nr. 2013/OBN169-BE. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag. 139 pp.
- Runhaar, J., Landuijt, W. van, Groen, C.L.G., Weeda, E.J. , Verloove, F. (2004) Herziening van de indeling in ecologische soortengroepen voor Nederland en Vlaanderen. *Gorteria* 30(1): 12-26.
- Runhaar, J., Arts, G., Knol, W., Brink, N. van den (2004a) Waterberging en natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders. Rapport 2004-16. STOWA, Utrecht.
- Runhaar, J., Jansen, P.C. (2004b) Overstroming en vegetatie. Vergelijkend onderzoek in 5 beekdalallocaties. Rapport 1079. Alterra, Wageningen.
- Schomaker, C., Wolter, C. (2011) The contribution of long-term isolated water bodies to floodplain fish diversity. *Freshwater Biology* 56: 1469-1480.
- Simons, J., Lokhorst, G.M., Beem, A.P. van (1999) *Bentische zoetwateralgen in Nederland*. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 280 pp.
- Stortelder, A.H.F., Schaminée, J.H.J., Hommel, P.W.F.M. (1999) *De vegetatie van Nederland. Deel 5 plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen*. Opulus Press, Uppsala.
- Succow, M., Joosten, H. (2001) *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 2001.
- Verberk, W.C.E.P., Verdonschot, P.F.M., Haaren, T. van, Maanen, B. van (2012) Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna. *WEW Themanummer* 23, Van de Garde-Jémé, Eindhoven. 32 pp.
- Verdonschot, P., Besse, A., de Brouwer, J., Eekhout, J., Fraaije, R. (2012) *Beekdalbreed Hermeenderen: Bouwstenen voor de 'leidraad voor innovatief beek- en beekdalherstel'*. STOWA rapport 2012-36, STOWA, Amersfoort.

- Verdonschot, R.C.M., Lange, H.J. de, Verdonschot, P.F.M., Besse, A. (2007) Klimaatverandering en aquatische biodiversiteit. 1. Literatuurstudie naar temperatuur. Alterra rapport 1451. Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. (2000) Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Achtergronddocument bij het Handboek natuurdoeltypen in Nederland voor beken. Rapport EC-LNV nr. AS-02, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., Runhaar, H., Hoek W.F. van der, Bok, C.F.M. de, Specken, B.P.M. (1992) Een aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. IBN/RIN rapport 92. IBN, Leersum.
- Verkuyten, J.C.A.M. (1984) Hydrobiologisch onderzoek naar de macrofauna van elzenbroekbossen in Noord-Limburg. Doktoraal verslagen serie nr. 84-06, Vakgroep waterzuivering sectie hydrobiologie, Landbouwhogeschool Wageningen, Wageningen
- Wollheim, W.M., Harms, T.K., Peterson, B.J., Morkeski, K., Hopkinson, C.S., Stewart, R.J., Gooseff, M.N., Brigg, M.A. (2014) Nitrate uptake dynamics of surface transient storage in stream channels and fluvial wetlands. *Biogeochemistry* 120: 239-257
- WRW (2015) Ontwerp-Waterbeheerplan 2016-2021, versie AB 27 oktober 2015. Waterschap Reest en Wieden, Meppel

11 Maatlat Doorstroommoeras (R4_m)

11.1 Globale referentiebeschrijving

Typologie

De abiotische karakteristieken van het type R4_m zijn weergegeven in tabel 11.1a. Het doorstroommoeras is niet opgenomen als NDT; het is een mengvorm van de langzaam stromende bovenloop (3.6) met verschillende in beekdalen voorkomende NDT van moerassen, natte graslanden, struwelen en bossen (zie Bal et al., 2001).

Tabel 11.1a: Karakterisering van het type gebaseerd op Elbersen et al. (2003) maar aangepast voor doorstroommoerassen.

Parameter	Eenheid	Range
Verhang	m/km	<0,5
Stroomsnelheid*	cm/s	>0-20
Geologie >50%		Kiezel
Breedte	m	0-3 (loop kan afwezig zijn wanneer het water zich diffuus over en door de ondergrond verplaatst)
Oppervlak stroomgebied**	km ²	0-10
Permanentie	-	Permanent watervoerende beekloop en/of beekmoeras (loop vaak niet overal zichtbaar) Geen of slechts een zeer smalle overstromingszone door stabiele afvoer
Getijden	-	n.v.t.

*Maximumwaarde gebaseerd op waarde waarbij start afname biomassa boven en ondergronds bij water-en moerasplanten optreedt (Verdonschot et al., in press).

**Waarschijnlijk te klein ingeschat voor natuurlijke beken, hier is meer onderzoek voor nodig (Elbersen et al., 2003).

Geografie

Het doorstroommoeras komt voor op plaatsen met een gering verhang op de hogere zandgronden: in uitgestoven laagten, glaciale erosiedalen en ingesneden beekdalen. Het betreft meestal halfopen tot beboste landschappen.

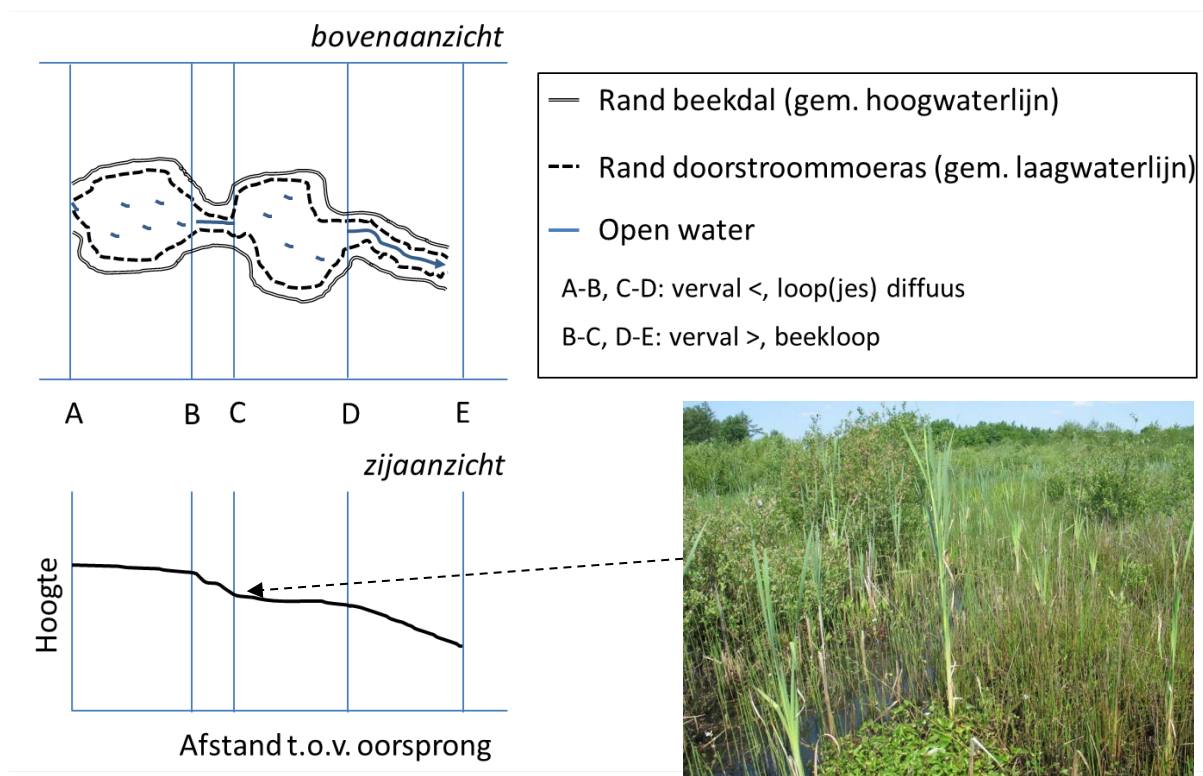
Hydrologie

Het doorstroommoeras is permanent watervoerend. De afvoer is laag en gelijkmatig; er is weinig dynamiek. De voeding is afkomstig van grond- en regenwater. Doorstroommoerassen komen optimaal ontwikkeld voor in natte, grondwater-gevoede laagten in het oorspronggebied van beken, maar kunnen op kleinere schaal ook verder benedenstrooms in

het stroomgebied voorkomen in de flanken van beekdalen op plekken waar een sterke aanvoer van grondwater vanuit de hoger gelegen delen optreedt.

Structuren

In een doorstroommoeras is de afvoer te laag om een duidelijk herkenbare en continue loop te vormen. Kleinschalige reliëf zorgt er echter voor dat er naar benedenstrooms telkens graduele overgangen zijn tussen relatief vlakke en steilere delen, waardoor er verschillen in stroomsnelheid optreden (Figuur 11.1). De sneller stromende delen zijn herkenbaar als een bovenloop (breedte tot 3 m) (analoog aan R4) in een relatief smal dal, terwijl de langzamer stromende delen een doorstroommoeras vormen: het beekdal is hier breder en het water stroomt over en door de bodem, vaak in slenken. De vegetatie heeft een belangrijke sturende rol voor het pad dat het water volgt in het doorstroommoeras. Het substraat bestaat uit een mozaïek van kale plekken met organisch materiaal en begroeide plekken met veel mossen en moerasplanten. Alleen in de loopjes is ook minerale bodem te vinden, naast organische substraten, zoals blad en takken. Boomgroei is verspreid in het moeras, waarbij wilg, els en berk als dominante boomsoorten kunnen optreden. Wilgen komen vaak als struwelen in het doorstroommoeras voor. Zwaardere beschaduwing vanaf drogere delen aan de rand van het beekdal is mogelijk. De bodem bestaat uit zand en veen. Onder ongestoorde omstandigheden kunnen zich dikke pakketten zeggenvveen vormen.



Figuur 11.1: Doorstroommoerassen ontstaan doordat er delen in het beekdal weinig verhang hebben, waardoor de beek als het ware uitwaaiert over het bredere dal (boven). Soms komen in het doorstroommoeras één of meerdere geultjes of geulen voor waar nog sprake is van afvoer. Dit kan het gevolg zijn van steilere delen in de vervallijn (onder), of door de aanwezigheid van onregelmatigheden in de ondergrond, zoals ondoorlatende lagen.

Chemie

Het water is matig zuur tot neutraal en oligo- tot mesotroof. De ouderdom en de herkomst van het grondwater dat het doorstroommoeras voedt bepaalt de mineralenrijkdom van het water. Het water is oligo- tot β -mesosaproob en helder. In tabel 11.1b wordt op basis van de koppeling met de natuurdoeltypen een karakterisering van het type gegeven.

Tabel 11.1b: Abiotische karakterisering van het doorstroommoeras gebaseerd op de indeling voor natuurdoeltypen, gebaseerd op Bal et al. (2001).

Waterregime	open water	droogvallend	zeer nat	nat	matig nat	vochtig	matig droog	droog
Zuurgraad	zuur	matig zuur	zwak zuur		neutraal		basisch	
Voedselrijkdom	oligotroof	mesotroof	zwak eutroof		matig eutroof		eutroof	

Biologie

De kenmerkende macrofaunalevensgemeenschap bestaat uit enerzijds zuurstof- en/of stromingsminnende beeksoorten, die zich ophouden in de loopjes en leven op het minerale substraat, op hout of patches met organisch materiaal en anderzijds de moerassoorten, die zich ophouden tussen de mossen en de planten en tussen het opgehoopte organische materiaal op plekken waar het water diffuus afgevoerd wordt. Het betreft vertegenwoordigers van alle trofische niveau's. Onder mesotrofe mineralenrijke omstandigheden is de moerasvegetatie zeer soortenrijk, de watervegetatie in de loopjes is echter beperkt tot een klein aantal soorten. Vis komt zeer weinig voor als gevolg van isolatie (onderbroken loop) en een klein oppervlak aan open water.

Fytobenthos

Zowel in de loopjes als in het moerasdeel is fytobenthos op de meeste beschikbare substraten aanwezig. De hydrologische gradiënten in het doorstroommoeras kunnen bijzondere habitats voor met name diatomeeën en groenalgen bieden. Op plaatsen met weinig of geen stroming, waar slib accumuleert, zullen op de bodem de epipelische taxa domineren (diatomeeën die leven op slib). Waar meer stroming voorkomt, groeien epipsammische soorten (diatomeeën die leven op zandkorrels). Op dit substraat en op de in het water groeiende vegetatie kunnen soorten uit de geslachten *Achnanthes* s.l., *Cymbella* s.l., *Diatoma*, *Eunotia*, *Fragilaria* en *Gomphonema* worden gevonden.

Macrofyten

Vegetaties van doorstroommoerassen kunnen zeer soortenrijk zijn, maar door het verdwijnen van goed ontwikkelde doorstroommoerassen zijn veel soorten in Nederland zeer zeldzaam geworden of al langere tijd uitgestorven. De vegetatie bestaat overwegend uit kleine zeggenvegetaties met daarin veel mossen, zoals het Rood schorpioenmos (*Scorpidium scorpioides*). Het gaat om plantengemeenschappen van oligo- tot mesotrofe, stikstof en fosfaatarme, matige zure tot neutrale al dan niet kalkhoudende bodem. De vegetaties zijn laag productief en hebben dan ook een lage biomassa. Kenmerkend zijn het verbond van Zwarte zegge (9Aa) en het Draadzegge-verbond (10Ab). De vegetaties in beekdalen vertonen verwantschappen met trilvenen in het laagveengebied. In de slenken en loopjes wordt onder andere vlottende bies (*Eleogiton fluitans*), duizendknoopfonteinkruid

(*Potamogeton polygonifolius*), kleinste egelskop (*Sparganium natans*) en plat blaasjeskruid (*Utricularia intermedia*) aangetroffen. Naast een groot aantal zeggensoorten bestaat de moerasvegetatie bestaat uit soorten zoals veenpluis (*Eriophorum angustifolium*), stijve moerasweegbree (*Baldellia ranunculoides*), moerasbastaardwederik (*Epilobium palustre*) slangewortel (*Calla palustris*), wateraardbei (*Potentilla palustris*) en waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*). Struwelen van wilgen kunnen voor beschaduwning zorgen (*Salix aurita* en *Salix cinerea*).

Macrofauna

De moerassoorten vertonen een duidelijke binding met organisch materiaal. De levensgemeenschap wordt gedomineerd door detritivoren (knippers van afgestorven plantenresten en blad, vergaarders van kleine organische deeltjes, bacteriën en schimmels). Belangrijke soorten of soortgroepen zijn de borstelwormen (diverse Tubificidae en Lumbriculidae), steenvliegen (Nemouridae), haften (Leptophlebiidae), kokerjuffers (o.a. veel soorten van het genus *Limnephilus*), detritivore waterkevers (o.a. Hydrophilidae, Hydraenidae, Scirtidae). Daarnaast zijn vliegen en muggen (Diptera) zeer talrijk wat betreft aantallen en soortenrijkdom; er komen honderden soorten voor, variërend van moerassteekmuggen (Culicidae, o.a. de genera *Aedes* en *Ochlerotatus*), meniscusmuggen, (genus *Dixella*), knutten (Ceratopogonidae), motmugges (Psychodidae), langpootmuggen (Tipulidae en Limoniidae), en vedermuggen (Chironomidae). Het relatief voedselarme en zure karakter zorgt ervoor dat slakken (Gastropoda), vlokreeften (Amphipoda) en bloedzuigers (Hirudinea) relatief schaars zijn. Tweekleppigen zijn beperkt tot vertegenwoordigers van de erwtenmosselen (Sphaeriidae). Naast detritivoren komen er ook veel predatoren voor, gedomineerd door een groot aantal soorten waterroofkevers (Dytiscidae, o.a. *Hydroporus*, *Agabus*, *Ilybius*), maar ook Diptera, o.a. dazen (Tabanidae) en water- en oppervlaktewantsen (Corixidae, *Gerris* sp.). Tenslotte worden er veel watermijten (Hydracarina) aangetroffen, waaronder veel soorten die leven in de moslaag en een aantal libellen (genera *Sympecma* en *Leucorrhinia*, karakteristiek is *Nehalennia speciosa*)

Vissen

De visfauna omvat slechts enkele soorten als gevolg van isolatie (onderbroken loop) en een klein oppervlak aan open water. Het meest aangetroffen wordt Tiendoornige stekelbaars (*Pungitius pungitius*) en waar een duidelijke loop aanwezig kan ook het bierpje (*Barbatula barbatulus*) gevonden worden. De exoot de Amerikaanse hondsvij (*Umbra pygmaea*) kan ook in de loopjes en slenken in doorstroommoerassen voorkomen.

11.2 Waterflora

Abundantie

Submerse vegetatie & drijfbladplanten. In doorstroommoerassen speelt watervegetatie een ondergeschikte rol en bestaat een groot deel van de vegetatie uit emerse planten en oevervegetatie. De bedekking van deze groep is afhankelijk van de mate waarin stromende loopjes, slenken en andere plekken met open water aanwezig zijn. Samen zouden de groeivormen 10% van het begroeibare areaal moeten bedekken.

Emerse & oevervegetatie. In doorstroommoerassen wordt géén onderscheid gemaakt tussen een waterzone en oeverzone, en het gehele gebied dat wordt begroeid door water- en moerasplanten (aan natte standplaatsen aangepaste soorten) wordt als één moeraszone beschouwd. Emerse vegetatie en oevervegetatie kunnen namelijk in een doorstroommoeras niet goed van elkaar gescheiden worden, omdat beide zones diffuus in elkaar overgaan of als een mozaïek door elkaar voor kunnen komen als gevolg van microreliëf. Gekozen is daarom beide groeivormen samen te nemen tot één categorie, te weten moerasvegetatie. Het bedekkingspercentage bos wordt niet apart beoordeeld, omdat dit zeer variabel kan zijn in doorstroommoerassen. Moerasvegetatie zou in het doorstroommoeras het begroeibare areaal moeten domineren (bedekking 90%).

Kroos. Soms kan op plekken waar water stagneert kroos voorkomen, maar altijd in een zeer lage bedekking. Bedekking met kroos van het open water mag slechts minimaal optreden (<5%).

Draadwier/flab. Draadwier of flab kan met een zeer lage bedekking (<5%) voorkomen in het open water in het doorstroommoeras. Een hogere bedekking van het open water wijst op eutrofiëring.

De deelmaatlatscore voor abundantie wordt volgens tabel 11.2 afgeleid van de zeer goede toestand. De bedekkingspercentages zijn uitgedrukt als het percentage begroeibaar areaal, behalve voor kroos en draadwier/flab waar de bedekking van het open water wordt gebruikt. Dit omvat het totale proefvlak; dit is de zone tussen de gemiddelde hoogwaterlijnen.

Tabel 11.2a: Deelmaatlat abundantie van groeivormen (bedekkingspercentage van het begroeibaar areaal) voor het doorstroommoeras.

Groeivorm	Bedekking proefvlak bij kwaliteitsklasse (%)				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Watervegetatie (S+N)	10	5-30	0-5 30-70	70-90	>90
Moerasvegetatie (E* + O**)	90	20-90	10-20 90-100	5-10	<5
Kroos (K)***	<5	<10	10-30	30-60	>60
Draadwier/Flab (F)***	<5	<10	10-30	30-60	>60

* *Emergente (helofyten)vegetaties in permanent of incidenteel droogvallend water*

** *Zeggenvegetaties en wilgenstruweel/broekbos op plekken waar water door bodem stroomt (plastras)*

*** *Als percentage van permanent natte gedeelte.*

Soortensamenstelling waterplanten

De scores voor de deelmaatlat soortensamenstelling worden gegenereerd op basis van de weegwaarden van de afzonderlijke soorten in appendix 4.1. De grenzen in de maatlat worden aangegeven als percentage van de maximale score (Tabel 11.2b)

Tabel 11.2b: *Klassegrenzen deelmaatlat soortensamenstelling uitgedrukt in percentage van de referentiescore en absolute score.*

	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Percentage	>70%	40-70%	20-40%	10-20%	0-10%
[Score]	(93-132)	(54-92)	(27-53)	(13-26)	(<13)

Fytobenthos

Alleen de loop(jes) worden beoordeeld, niet het moerasdeel. De deelmaatlat voor fyto­benthos bestaat uit een lijst met taxa, waarin aan elke soort twee getallen zijn toegekend: een gevoeligheidsgetal (s) en een indicatiewaarde (v). Deze lijst is gelijk aan KRW type R4. De score wordt berekend met de IPS-methode.

11.3 Macrofauna

Abundantie en soortensamenstelling

Voor de beschrijving van de ecologische toestand van het doorstroommoeras wordt gebruik gemaakt van kenmerkende (KM), positief dominante (DP) en negatief dominante (DN) indicatoren voor de aanwezige loop(jes) en het moeras. Er wordt dan ook gewerkt met twee deelmonsters: een monster van de habitats in de aanwezige loop(jes) en een monster genomen in de habitats in het moeras. Met de scores voor het relatief aandeel negatief dominante indicatoren (DN%) en de kenmerkende en positief dominante indicatoren (KM% + DP%) en het percentage kenmerkende taxa (KM%) wordt in een formule de EKR uitgerekend zoals beschreven in hoofdstuk 5. De lijst met indicatoren voor de loop en voor het moeras is opgenomen in Appendix 5.1. Voor het doorstroommoeras geldt een KMmax voor de loop van 26 en voor het moeras een KMmax van 17.

11.4 Vis

Doorstroommoerassen bevatten weinig open water en deze wateren zijn ook nog eens sterk geïsoleerd. Het doorstroommoeras is daarom voor de meeste, vooral de wat grotere, vissoorten geen geschikt habitat. Zodoende wordt geadviseerd uitsluitend de visgemeenschap in de verder benedenstrooms gelegen moerasbeek, waarbij er duidelijk sprake is van een stromende beekloop, te beoordelen en een beoordeling van het doorstroommoeras achterwege te laten.

11.5 Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen

De maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen is weergegeven in tabel 11.5a en is overgenomen van R4.

Tabel 11.5a: Maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen voor het doorstroommoeras.

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Thermische omstandigheden	Dagwaarde	°C	14	14	18-20	20-22,5	>22,5
Zuurstofhuishouding	Verzadiging	%	50-80	50-100	40-50 100-110	30-40 110-120	<30 >120
Zoutgehalte	chloride	mg Cl/L	≤20	≤40	40-75	75-100	>100
Zuurgraad	pH	-	4,5-7,5	4,5-8,0	8,0-8,5 <4,5	8,5-9,0	>9,0
Nutriënten	Totaal-P	mg P/L	≤0,05	≤0,11	0,11-0,22	0,22-0,33	>0,33
Nutriënten	Totaal-N	mg N/L	≤2,0	≤2,3	2,3-4,6	4,6-9,2	>9,2

11.6 Hydromorfologie

De ranges van de parameters behorend bij de zeer goede toestand van het kwaliteitselement hydrologisch regime zijn weergegeven in tabel 11.6a. De waarden van de overige hydromorfologische parameters zijn beschreven in tabel 8.2.

Tabel 11.6a: Waarden doorstroommoeras in zeer goede toestand voor de hydromorfologische kwaliteitselementen.

Parameter	Code	Eenheid	Laag	Hoog	Verantwoording
Stroomsnelheid	v	m s ⁻¹	>0	20	1
Afvoer	Q	m ³ s ⁻¹	0,00015	<1,125	2

1. Maximumwaarde gebaseerd op waarde waarbij start afname biomassa boven en ondergronds bij water-en moerasplanten optreedt (Verdonschot *et al.*, in press)

2. Relatie doorstroommoeras afvoer niet bekend. Omdat de afvoerdynamiek sterk bepalend is of zich een doorstroommoeras of een beekloop ontwikkelt, zal deze dus lager zijn dan de hier van R4 overgenomen berekende waarde.

12 Maatlat Moerasbeek (R5_m)

12.1 Globale referentiebeschrijving

Typologie

De abiotische karakteristieken van het type R5_m zijn weergegeven in tabel 12.1a. De moerasbeek is niet opgenomen als NDT; het is een mengvorm van de langzaam stromende midden- en benedenloop (3.7) met verschillende in beekdalen voorkomende NDT van moerassen, natte graslanden, struwelen en bossen (zie Bal et al., 2001).

Tabel 12.1a: Karakterisering van het type gebaseerd op Elbersen et al. (2003) maar aangepast voor moerasbeken.

Parameter	Eenheid	Range
Verhang	m/km	<0,5
Stroomsnelheid*	cm/s	>0-20
Geologie >50%		Kiezel
Breedte	m	3-8
Oppervlak stroomgebied**	km ²	10-100
Permanentie	-	Permanent watervoerende beekloop en beekmoeras. Droogval in overstromingszone bij lage afvoer
Getijden	-	n.v.t.

*Maximumwaarde gebaseerd op waarde waarbij start afname biomassa boven en ondergronds bij water-en moerasplanten optreedt (Verdonschot et al., in press).

**Waarschijnlijk te klein ingeschat voor natuurlijke beken, hier is meer onderzoek voor nodig (Elbersen et al., 2003).

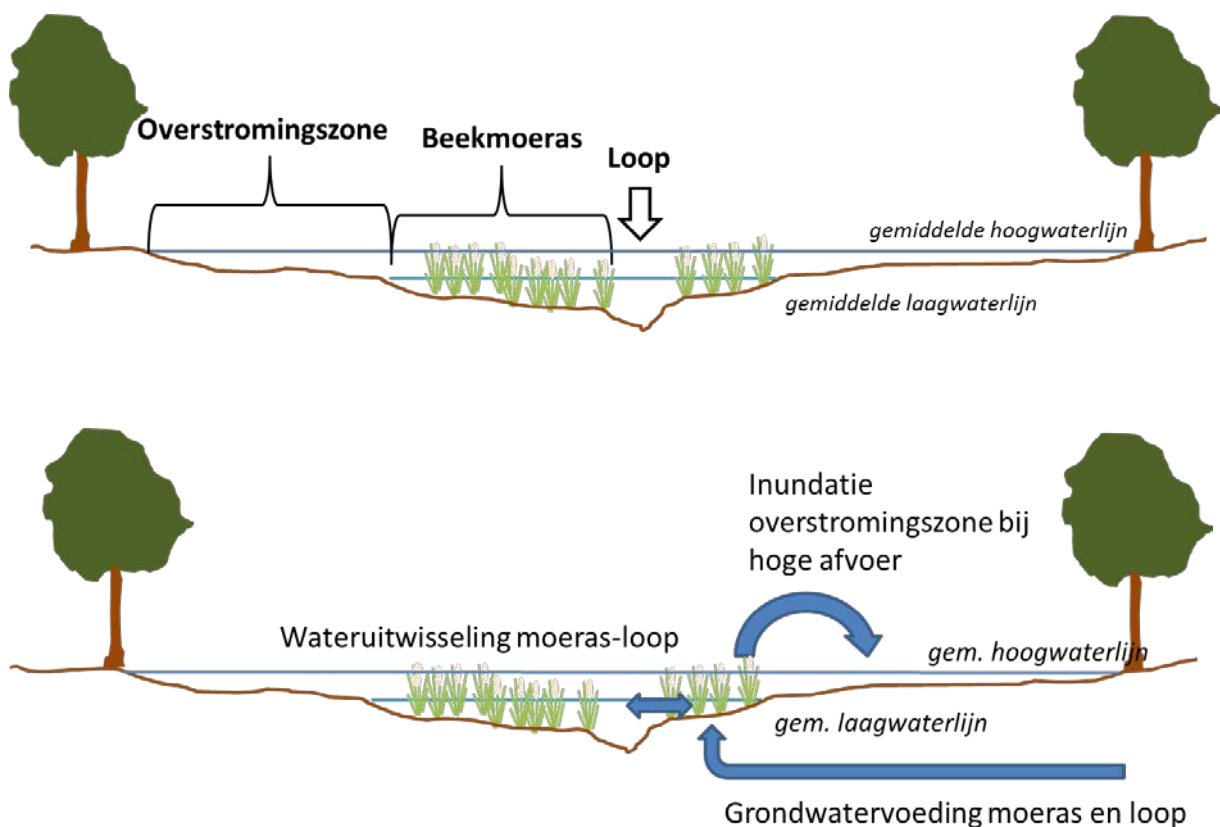
Geografie

De moerasbeek komt voor op plaatsen met een gering verhang op de hogere zandgronden: in uitgestoven laagten, glaciale erosiedalen en ingesneden beekdalen. Het betreft meestal halfopen tot beboste landschappen, waarbij wilg en els meestal als dominante boomsoorten optreden. Wilgen komen vaak als struwelen in het moeras voor.

Hydrologie

De moerasbeek wordt gevoed door een doorstroommoeras of een bovenloop. In vergelijking met de moerasbeek is er ter hoogte van de midden- of benedenloop een dusdanige afvoer — ondanks het geringe verval en de daardoor lage stroomsnelheid — dat het water

voldoende erosieve kracht heeft om een duidelijke loop te vormen in de moerassige laagte in het beekdal. De herkomst van het water bestaat uit zowel, regen-, grond- en oppervlaktewater. Ten opzichte van het doorstroommoeras is er een veel grotere dynamiek, met name in het winterhalfjaar komen inundaties van het beekdal voor. In tegenstelling tot het doorstroommoeras bestaat het water in het beekmoeras van de moerasbeek meestal uit eutroof oppervlaktewater en is de invloed van grondwater geringer. Naast waterbeweging in benedenstroomse richting treedt er uitwisseling van oppervlaktewater tussen de beekloop, het beekmoeras en bij hoog water de overstromingszone op (Figuur 12.1). Deze laterale uitwisseling van water is onderscheidend ten opzichte van het doorstroommoeras, waarbij de waterbeweging overwegend in stroomafwaartse richting plaatsvindt.



Figuur 12.1: Dwarsdoorsnede van een moerasbeek (boven) en schematische weergave van de hydrologie (onder). Naast een naar benedenstrooms gerichte stroming is ook wateruitwisseling in de dwarsrichting tussen de beekloop, het beekmoeras en bij hoge waterstanden de overstromingszone kenmerkend voor de moerasbeek.

Structuren

Het dwarsprofiel van een moerasbeek bevat de loop, de moerasbeek, geflankeerd door een beekmoeras, wat weer overgaat in een overstromingszone (Figuur 12.1). De overgang tussen de loop en het beekmoeras is door de aanwezige moerasvegetatie diffuus. De overstromingszone valt in de zomer droog; hiermee onderscheidt deze zone (waar ook moerasplanten staan) zich van het beekmoeras, die permanent nat is. De maximale

waterdiepte van de met moerasplanten begroeide zones bedraagt enkele decimeters. In de lengterichting is de loop van een moerasbeek vrijwel altijd continu. Echter, na een periode van hoge afvoer kunnen stukken moerasvegetatie (drijftillen) losraken en een obstructie in de loop vormen. Deze onderbrekingen in de loop zijn altijd tijdelijk, dit in tegenstelling tot een doorstroommoeras waarin zones voorkomen waar het water zich diffuus door de bodem verplaatst en geen loop zichtbaar is, omdat het water ofwel een weg om de obstructie heen vindt of de obstructie na verloop van tijd erodeert. In de beekloop is een mozaïek van kaal zand en dood organisch materiaal (blad, hout, fijn organisch materiaal) aanwezig, gestuurd door de verschillen in stroomsnelheid in de loop. Het systeem is half beschaduwde, waarbij stukken met bomen afgewisseld worden door onbeschaduwde moerasvegetatie. De aanwezigheid van bomen wordt met name gestuurd door de waterstand. Zwaardere beschaduwing door elzenbroek of alluviaal bos vanaf drogere delen (overstromingszone of droger) is mogelijk. In het beekmoeras is, naast moerasplanten, vooral organisch materiaal te vinden. Het organisch materiaal mineraliseert snel, waardoor veenvorming weinig optreedt.

Chemie

Het water is zwak zuur tot neutraal en meso- tot eutroof. De hoeveelheid, ouderdom en de herkomst van het grondwater dat de moerasbeek voedt bepaalt de mineralenrijkdom van het water. Het water in de loop is meestal β -mesosaproof tot α -mesosaproof en het is helder. In tabel 12.1b wordt op basis van de koppeling met de natuurdoeltypen een karakterisering van het type gegeven.

Tabel 12.1b: Abiotische karakterisering van de moerasbeek, gebaseerd op de indeling voor natuurdoeltypen, gebaseerd op Bal et al. (2001).

Waterregime	open water	droogvallend	zeer nat	nat	matig nat	vochtig	matig droog	droog
Zuurgraad	zuur	matig zuur	zwak zuur		neutraal		basisch	
Voedselrijkdom	oligotroof	mesotroof	zwak eutroof		matig eutroof		eutroof	

Biologie

De soortensamenstelling van zowel de flora als de fauna is zeer divers, een zogenoemde 'biodiversiteits-hotspot', door de nat-droog gradiënt in het beekdal en het daarbij horende mozaïek van habitats. Het onderscheid tussen de flora en fauna van het doorstroommoeras is vaag en vooral gestuurd door de voedselrijkdom (herkomst water) van het systeem, zeker wanneer in een moerasbeek langs de flanken van het beekdal kleine doorstroommoeras-situaties voorkomen. Er zijn migratiemogelijkheden door verbinding met grotere wateren benedenstrooms, waarvan bijvoorbeeld vis kan profiteren.

Fytobenthos

Zowel in de loop als in het beekmoeras is fyto-benthos op de meeste beschikbare substraten aanwezig. De hydrologische gradiënt in het beekdal kan bijzondere habitats voor met name diatomeeën en groenalgen bieden. Op plaatsen met weinig of geen stroming, waar slib

accumuleert, zullen op de bodem de epipelische taxa domineren (diatomeeën die leven op slib). Waar meer stroming voorkomt, groeien epipsammische soorten (diatomeeën die leven op zandkorrels). Op dit substraat en op de in het water groeiende vegetatie kunnen soorten uit de geslachten *Achnanthes* s.l., *Cymbella* s.l., *Diatoma*, *Eunotia*, *Fragilaria* en *Gomphonema* worden gevonden.

Macrofyten

Kenmerkend voor de beekmoerassen zijn hoog productieve opgaande moerasvegetaties, bestaande uit emerse waterplanten (riet, lisdodde, liesgras, egelskop, gele lis e.d.) van relatief voedselrijke omstandigheden, grote-zeggenvegetaties en elzen- en wilgenbroek. Typische plantengemeenschappen van het moeras omvatten het Bultkroos-verbond (*Lemnion minoris*), Waterlelie-verbond (*Nymphaeion*), Kikkerbeet-verbond (*Hydrocharition morsus-ranae*), Vlotgras-verbond (*Sparganio-Glycerion*), Waterscheerling-verbond (*Cicution virosae*), Riet-verbond (*Phragmition australis*), verbond van Scherpe zegge (*Caricion gracilis*) en het verbond van Stijve zegge (*Caricion elatae*). In de beekloop zijn waterplantenvegetaties aan te treffen, zoals van de orde van Haaksterrekroos en Grote watteranonkel (*Callitricho-Potametalia*). Beekbegeleidend bos en struweel op de natte plekken bestaat uit vegetaties van het verbond der wilgenbroekstruwelen (*Salicion cinereae*) en het verbond der elzenbroekbossen (*Alnion glutinosae*). In de overstromingszone komt alluviaal bos voor.

Macrofauna

Vertegenwoordigers van alle macrofauna-hoofdgroepen zijn in moerasbeken aan te treffen en er is veel overlap met het doorstroommoeras. Hier wordt vooral ingegaan op de voedselrijkere situaties. Er is een duidelijke tweedeling tussen zuurstof- en/of stromingsminnende beeksoorten, die zich ophouden in de beekloop en leven op het minerale substraat, op hout of plekken met organisch materiaal en de moerassoorten, die zich ophouden op de planten en tussen het opgehoopte organische materiaal in de stromingsluwe delen. De moerassoorten vertonen een duidelijke binding met organisch materiaal en veel soorten hebben aanpassingen aan het voorkomen op plekken met een lage zuurstofbeschikbaarheid, zoals de mogelijkheid tot luchtademhaling (adembuis, opslaan van lucht in een luchtbel). Detritivoren domineren de moerassystemen: knippers van afgestorven plantenresten en blad, vergaarders van kleine organische deeltjes, bacterieën en schimmels. Belangrijke soorten of soortgroepen zijn de borstelwormen (diverse Tubificidae, *Lumbriculus variegatus*), waterpissebedden (*Asellus aquaticus*, *Proasellus*), steenvliegen (*Nemoura cinerea* en *N. dubitans*), haften (naast Baetidae een aantal vertegenwoordigers van de Leptophlebiidae), kokerjuffers (o.a. veel soorten van het genus *Limnephilus*, *Glyptothaelius pellicidulus*, *Trichostegia minor*), detritivore waterkevers (zoals familie Hydrophilidae, o.a. *Anaceana*; Scirtidae, Hydraenidae). Daarnaast zijn vliegen en muggen (Diptera) zeer talrijk wat betreft aantallen en soortenrijkdom; er komen honderden soorten voor, variërend van moerassteekmuggen (Culicidae, o.a. de genera *Aedes* en *Ochlerotatus*), meniscusmuggen, (genus *Dixella*), knutten (Ceratopogonidae), motmugjes (Psychodidae), langpootmuggen (Tipulidae en Limoniidae), en vedermuggen (Chironomidae; o.a. *Chironomus*, *Polypedilum*, *Telmatopelopia nemorum*, *Paralimnophyes longiseta*,

Xenopelopia, *Limnophyes*). Tweekleppigen zijn relatief schaars en beperkt tot vertegenwoordigers van de erwtenmosselen (*Pisidium*, *Sphaerium*). Grazers komen voor in de vorm van diverse slakkensoorten; de poelslakken Lymnaeidae en schijfhoornslakken Planorbidae. Met name onder voedselrijke omstandigheden komen deze talrijk voor. Binnen het voedselweb wordt het segment van de predatoren gedomineerd door een groot aantal soorten waterroofkevers (Dytiscidae, o.a. *Hydroporus*, *Agabus*, *Ilybius*), maar ook Diptera, o.a. dazen Tabanidae, bloedzuigers (in het beekmoeras, o.a. *Helobdella stagnalis*, *Erpobdella*, *Glossiphonia*) en water- en oppervlaktewantsen (*Nepa cinerea*, Corixiidae, *Gerris* sp.). Relatief weinig voorkomend in het voedselrijke beekmoeras zijn libellen (vooral *Pyrhosoma nymphula* en *Aeshna cyanea*) en vlokreeften. Deze laatste komen wel weer veel voor in de beekloop. Tenslotte worden er in het moerasdeel veel watermijten (Hydracarina) aangetroffen, waaronder veel soorten die leven onder plas-dras omstandigheden.

Vissen

Voor vissen is de moerasbeek een belangrijker habitat dan een doorstroommoeras, omdat er sprake van een continue loop en meer open water. De visstand van een moerasbeek wordt gevormd door een beperkt aantal reofiele soorten, zoals bierpje, riviergrondel, serpel en beekprik. In de moeraszone worden juist plantenminnende en zuurstoftolerante soorten aangetroffen, zoals kleine modderkruiper, ruisvoorn, snoek, tiendoornige stekelbaars, vetje en zeelt. Twee uitgesproken soorten van moeraszones, de kroeskarper en grote modderkruiper zullen door hun zeer beperkte verspreiding in hoog Nederland zelden of nooit zullen worden aangetroffen, maar zijn wel typisch voor deze systemen. De overstromingszone kan dienst doen als opgroeihabitat, bijvoorbeeld voor de kwabaal.

12.2 Waterflora

Abundantie

Submerse vegetatie & drijfbladplanten. In moerasbeken speelt watervegetatie een ondergeschikte rol en bestaat een groot deel van de vegetatie uit emerse planten en oevervegetatie. De bedekking van deze groep is afhankelijk van de breedte van de beekloop ten opzichte van het beekmoeras en de overstromingszone. Samen zouden de groeivormen 10% van het begroeibare areaal moeten bedekken.

Emerse & oevervegetatie. In moerasbeken wordt géén onderscheid gemaakt tussen een waterzone en oeverzone, en het gehele gebied dat wordt begroeid door water- en moerasplanten (aan natte standplaatsen aangepaste soorten) wordt als één moeraszone beschouwd. Emerse vegetatie en oevervegetatie kunnen namelijk in een moerasbeek niet goed van elkaar gescheiden worden, omdat beide zones diffuus in elkaar overgaan of als een mozaïek door elkaar voor kunnen komen als gevolg van laagtes in bijvoorbeeld de overstromingszone. Gekozen is daarom beide groeivormen samen te nemen tot één categorie, te weten moerasvegetatie. Het bedekkingspercentage bos wordt niet apart

beoordeeld, omdat dit zeer variabel kan zijn. Moerasvegetatie zou in de moerasbeek het begroeibare areaal moeten domineren (bedekking 90%).

Kroos. Op plekken waar water stagneert kan wat kroos aangetroffen worden. Echter mag bedekking met kroos van het open water slechts minimaal optreden (<5%).

Draadwier/flab. Draadwier of flab komt met een zeer lage bedekking (<5%) voor in het open water in de moerasbeek. Een hogere bedekking van het open water wijst op eutrofiëring.

De deelmaatlatscore voor abundantie wordt volgens tabel 12.2a afgeleid van de zeer goede toestand. De bedekkingspercentages zijn uitgedrukt als het percentage begroeibaar areaal, behalve voor kroos en draadwier/flab waar de bedekking van het open water wordt gebruikt. Dit omvat het totale proefvlak; dit is de zone tussen de gemiddelde hoogwaterlijnen.

Tabel 12.2a: Deelmaatlat abundantie van groeivormen (bedekkingspercentage van het begroeibaar areaal) voor de moerasbeek.

Groeivorm	Bedekking proefvlak bij kwaliteitsklasse (%)				
	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Watervegetatie (S+N)	10	5-30	0-5 30-70	70-90	>90
Moerasvegetatie (E* + O**)	90	20-90	10-20 90-100	5-10	<5
Kroos (K)***	<5	<10	10-30	30-60	>60
Draadwier/Flab (F)***	<5	<10	10-30	30-60	>60

* *Emergente (helofyten)vegetaties in permanent of incidenteel droogvallend water*

** *Zeggenvegetaties en wilgenstruweel/elzenbroekbos*

*** *Als percentage van permanent natte gedeelte.*

Soortensamenstelling waterplanten

De scores voor de deelmaatlat soortensamenstelling worden gegenereerd op basis van de weegwaarden van de afzonderlijke soorten in appendix 4.1. De grenzen in de maatlat worden aangegeven als percentage van de maximale score (Tabel 12.2b)

Tabel 12.2b: Klassegrenzen deelmaatlat soortensamenstelling uitgedrukt in percentage van de referentiescore en absolute score.

	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Percentage	>70%	40-70%	20-40%	10-20%	0-10%
[Score]	(93-132)	(54-92)	(27-53)	(13-26)	(<13)

Fytobenthos

Alleen de beekloop worden beoordeeld, niet het moerasdeel. De deelmaatlat voor fytobenthos bestaat uit een lijst met taxa, waarin aan elke soort twee getallen zijn toegekend: een gevoeligheidsgetal (s) en een indicatiewaarde (v). Deze lijst is gelijk aan KRW type R5. De score wordt berekend met de IPS-methode.

12.3 Macrofauna

Abundantie en soortensamenstelling

Voor de beschrijving van de ecologische toestand van de moerasbeek wordt gebruik gemaakt van kenmerkende (KM), positief dominante (DP) en negatief dominante (DN) indicatoren voor i.) de aanwezige beekloop en ii) het beekmoeras inclusief de overstromingszone wanneer deze water bevat. Er wordt dan ook gewerkt met twee deelmonsters: een monster van de habitats in de beekloop en een monster genomen in de habitats in het beekmoeras en de (rest)wateren in de overstromingszone. Met de scores voor het relatief aandeel negatief dominante indicatoren (DN%) en de kenmerkende en positief dominante indicatoren (KM% + DP%) en het percentage kenmerkende taxa (KM%) wordt in een formule de EKR uitgerekend zoals beschreven in hoofdstuk 5. De lijst met indicatoren voor de beekloop en voor het moeras is opgenomen in Appendix 5.1. Voor de moerasbeek geldt een KMmax voor de loop van 33 en voor het moeras een KMmax van 17.

12.4 Vis

Abundantie en soortensamenstelling

De ecologische toestand van de moerasbeek op basis van de visstand wordt beoordeeld aan de hand van een combinatie van de soortensamenstelling en de abundantie van reofiele en limnofiele soorten in de beekloop. De toewijzing van de soorten tot beide groepen wordt gegeven in tabel 6.1, waarbij limnofiel gelijk is aan habitatgevoelig. Voor de soortensamenstelling wordt het aandeel reofiele (S_{reo}) en het aandeel limnofiele (S_{limno}) soorten in de levensgemeenschap bepaald. Een benadering uitsluitend op basis van het relatieve aantal soorten heeft het manco dat de totale soortenrijkdom niet beoordeeld wordt. Zo scoort een situatie waarbij slechts twee soorten aangetroffen worden en dit een reofiele en een limnofiele soort betreft zeer hoog. Daarom wordt een correctiefactor (C_{tot}) toegevoegd voor het totaal aantal waargenomen soorten: ≥ 12 soorten: 1; < 12 soorten: 0,9; < 9 soorten: 0,7; < 6 soorten: 0,5; < 3 soorten 0,3. Tenslotte wordt de relatieve abundantie reofiele soorten (A_{reo}), om het stromende karakter expliciet te beoordelen bepaald, net zoals de relatieve abundantie plantenminnende soorten (A_{limno}), om de moeraszone te beoordelen. De EKR vis voor de moerasbeek kan worden berekend met de formule gegeven in hoofdstuk 6.

Tabel 12.4a: Maatlat soortensamenstelling en abundantie vis voor de moerasbeek.

Deelmaatlat	Groep	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Soortenrijkdom	Reofiel	41-100%	21-40%	11-20%	1-10%	0%
	Limnofiel	51-100%	31-50%	21-30%	11-20%	0-10%
Abundantie	Reofiel	51-100%	31-50%	16-30%	6-15%	0-5%
	Limnofiel	51-100%	31-50%	16-30%	6-15%	0-5%

12.5 Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen

De maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen is weergegeven in tabel 12.5a en is overgenomen van R5.

Tabel 12.5a: Maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen voor de moerasbeek.

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°C	≤23	≤25	25-27,5	27,5-30	>30
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	70-110	70-120	60-70 120-130	50-60 130-140	<50 >140
Zoutgehalte	chloriditeit	mg Cl/L	≤20	≤150	150-200	200-250	>250
Zuurgraad	pH	-	5,5-7,5	5,5-8,5	8,5-9,0 <5,5	9,0-9,5	>9,5
Nutriënten	totaal-P	mg P/L	≤0,06	≤0,11	0,11-0,22	0,22-0,33	>0,33
Nutriënten	totaal-N	mg N/L	≤2,0	≤2,3	2,3-4,6	4,6-9,2	>9,2

12.6 Hydromorfologie

De ranges van de parameters behorend bij de zeer goede toestand van het kwaliteitselement hydrologisch regime en morfologische parameters zijn weergegeven in tabel 12.6a. De waarden van de overige hydromorfologische parameters zijn beschreven in tabel 8.2.

Tabel 12.6a: Waarden doorstroommoeras in zeer goede toestand voor de hydromorfologische kwaliteitselementen.

Parameter	Code	Eenheid	Laag	Hoog	Verantwoording
Stroomsnelheid	v	m s ⁻¹	>0	20	1
Afvoer	Q	m ³ s ⁻¹	0,024	3,08	2

1. Maximumwaarde gebaseerd op waarde waarbij start afname biomassa boven en ondergronds bij water-en moerasplanten optreedt (Verdonschot *et al.*, in press)

2. Relatie moerasbeek afvoer niet bekend. Voorlopig berekende waarden R5 gebruikt.