

Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor riviervissen

Martijn Dorenbosch
Nils van Kessel
Jan Kranenbarg
Frank Spikmans
Wilco Verberk
Rob Leuven



Radboud University Nijmegen



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

© 2011 Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur

Rapport nr. 2011/OBN143-RI
Driebergen-Rijsenburg, 2011

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Bosschap onder vermelding van code 2011/OBN143-RI en het aantal exemplaren.

Oplage	150 exemplaren
Samenstelling	Martijn Dorenbosch (Natuurbalans – Limes Divergens), Nils van Kessel (Natuurbalans – Limes Divergens), Jan Kranenburg (Stichting RAVON), Frank Spikmans (Stichting RAVON), Wilco Verberk (Stichting Bargerveen) & Rob Leuven (Radboud Universiteit Nijmegen)
Druk	Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij
Productie	Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur Bezoekadres : Princenhof Park 9, Driebergen Postadres : Postbus 65, 3970 AB Driebergen Telefoon : 030 693 01 30 Fax : 030 693 36 21 E-mail : algemeen@bosschap.nl

Voorwoord

Het doel van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (O+BN) is het ontwikkelen, verspreiden en benutten van kennis voor terreinbeheerders over natuurherstel, Natura 2000, leefgebiedenbenadering en ontwikkeling van nieuwe natuur.

In het rivierengebied speelt in het bijzonder de vraag hoe verschillende belangen met elkaar kunnen worden verenigd. Sinds 1995 wordt door het programma 'Ruimte voor de Rivier' in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie gewerkt aan maatregelen voor het realiseren van de vereiste waterstanddaling van de rivieren. Zo wordt op meer dan 30 verschillende locaties in Nederland gewerkt aan oplossingen om de rivier meer ruimte te geven. Dit project, dat in eerste instantie gericht is op veiligheid, biedt kansen voor natuurontwikkeling.

Een belangrijke maatregel voor het verkleinen van het overstromingsrisico is de aanleg van nevengeulen. De aanleg van nevengeulen leent zich bij uitstek om veiligheid en natuurontwikkeling te combineren. Zoetwatervissen die kunnen profiteren van de aanleg van nevengeulen zijn onder andere de rivierprik, elft, fint, grote modderkruiper, bittervoorn, rivierdonderpad en zalm. Deze soorten staan op de Europese Habitatrichtlijn en spelen ook een belangrijke rol spelen in de beoordeling van de ecologische kwaliteit binnen de Europese Kaderrichtlijn Water. Om de mogelijkheden voor de riviervissen in deze nieuwe nevengeulen in kaart te brengen is er vanuit het OBN netwerk een onderzoek opgestart. Voor u ligt het resultaat van dit onderzoek naar "Kansen voor riviervissen".

Ik raad inrichters en beheerders van geïsoleerde plassen, aangetakte rivierarmen en strangen, meestromende nevengeulen en rivieroeveren van harte aan om hoofdstuk 5.9 te lezen waarin de onderzoekers aanbevelingen doen voor de inrichting en het beheer van nevengeulen wat positief zal uitwerken voor vooral stroomminnende riviervissen.

Drs. E.H.T.M. Nijpels
Voorzitter Bosschap

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	8
1.1	De functie van de habitats	8
1.2	De waarde van de habitats	8
1.3	Enkele belangrijke conclusies en inzichten	9
2	Inleiding	10
2.1	Onderzoeksstrategie	11
2.2	Terminologie en visgilden	12
3	Onderzoeksmethodiek	14
3.1	Onderzochte locaties	14
3.2	Habitattypen	14
3.3	Habitattypen met vlakke bodem versus stortsteenbodem	15
3.4	Vismethodiek	15
3.4.1	Zegenvisserij	16
3.4.2	Elektrovisserij	17
3.4.3	Verwerking van de vangsten	20
3.5	Omgevingsvariabelen	20
3.6	Criteria juveniele vissen	22
3.7	Vergelijking met andere jaren	22
3.8	Interpretatie vangmethodiek	22
3.9	Data-analyse	26
3.10	Database & software	29
4	Resultaten	30
4.1	Gemeenschapsanalyse en clustering van vissoorten	30
4.2	Absolute voorkomen van soorten & habitattypen	35
4.3	Diversiteit en soortenrijkdom	38
4.4	Absolute voorkomen van soorten & habitattypen	40
4.5	Het gebruik van afzonderlijke nevengeulen en strangen door juveniele vissen	47
4.6	Sturende omgevingsvariabelen in de functie van habitattypen voor juveniele riviervissen	48

4.7	Sturende omgevingsvariabelen in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen	51
4.8	Invloed van habitatheterogeniteit op het voorkomen van juveniele riviervissen	53
4.9	Vergelijking van vispopulaties tussen 1998-1999 en 2009 in vier wateren	56
4.10	Het gebruik van nevengeulen door exotische vissoorten	60
5	Discussie & synthese	63
5.1	Functie van habitats voor de gehele visgemeenschap	63
5.1.1	Geïsoleerde plassen	63
5.1.2	Functionaliteit van de overige habitattypen	64
5.1.3	Effecten van afzonderlijke soorten en locaties	65
5.2	Rheofiele visgemeenschap: succesvolle soorten versus ontbrekende soorten	66
5.3	Ecologische eisen van rheofiele vissen versus het waargenomen habitatgebruik	69
5.3.1	Winde	69
5.3.2	Alver en Bot	70
5.3.3	Barbeel en sneep	70
5.3.4	Rivierdonderpad en serpeling	73
5.4	Omgevingsvariabelen van invloed op de functionaliteit van strangen en nevengeulen	74
5.4.1	Belang van de grootte van strangen en nevengeulen	74
5.4.2	Invloed van bodemsubstraat	75
5.4.3	Invloed van pH en mogelijke kweleffecten	75
5.5	Vergelijking tussen habitats tussen de jaren 2009 en 1998/1999	76
5.6	Opkomst van exoten	77
5.7	Kansen voor riviervissen	78
5.8	Kennisleemten	81
5.9	Aanbevelingen aanleg en beheer	81
5.9.1	Geïsoleerde plas	82
5.9.2	Aangetakte rivierarm/plas	83
5.9.3	Aangetakte strang	85
5.9.4	Meestromende nevengeul	86
5.9.5	Rivieroever	88
6	Literatuur	90
	Bijlage	94

1 Samenvatting

Na het verbeteren van de waterkwaliteit en het opheffen van migratiebarrières, leek het verdere herstel van riviervispopulaties met name te worden belemmerd door de afwezigheid van geschikt habitat. De kansen op het verdere herstel van populaties van deze rheofiele soorten werden aanzienlijk vergroot door de aanleg van heterogene habitats in uiterwaarden, waarbinnen een gradiënt aan stromingsdynamiek aanwezig is. Deze locaties bieden paai- en opgroeimogelijkheden voor vissen.

Voorliggende rapportage beschrijft het gebruik door, met name rheofiele, juveniele vis (0^+) van vijf van deze habitattypen, 'geïsoleerde plas', 'aangetakte rivierarm/plas', 'aangetakte strang' en 'meestromende nevengeul' en een bestaande habitatype 'rivieroever'. Om de meerwaarde van de nieuwe habitats te kunnen bepalen, wordt een vergelijking gemaakt met het bestaande habitatype.

1.1 De functie van de habitats

In de habitattypen geïsoleerde plas, aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang en meestromende nevengeul zijn, zowel van de eurytope als totale visgemeenschap, hogere visdichtheden aangetroffen dan in de rivieroever.

Met name de vislevensgemeenschap in geïsoleerde plassen onderscheidt zich van de gemeenschap in de andere habitattypen. Voornamelijk eurytope en in mindere mate limnofiele vissoorten komen er voor. Voor rheofielen heeft dit habitatype een zeer beperkte functie. Tezamen met het habitatype aangetakte rivierarm/plas herbergen geïsoleerde plassen de hoogste dichtheid aan eurytope vissoorten.

Limnofiele soorten worden in de dynamische habitattypen meestromende nevengeul, aangetakte strang en rivieroever niet of slechts sporadisch aangetroffen.

Meestromende nevengeulen en aangetakte strangen kenmerken zich door de aanwezigheid van de hoogste dichtheden aan juveniele rheofiele vis. Ook in het habitatype aangetakte rivierarm/plas zijn rheofiele soorten aanwezig, echter de dichtheden verschillen niet significant met die uit de rivieroevers.

Voor enkele van de nieuwe habitats kan op basis van dichtheden voor sommige soorten, b.v. winde, gesproken worden van een duidelijke kraamkamerfunctie gedurende de zomerperiode.

1.2 De waarde van de habitats

De onderzochte nieuwe habitattypen (geïsoleerde plas, aangetakte strang, aangetakte rivierarm/plas en meestromende nevengeul) hebben een duidelijke meerwaarde voor de visgemeenschap. De habitats zorgen tezamen voor een vergroting van de diversiteit aan beschikbare microhabitats in de rivier, wat een hoge totale juveniele visdichtheid en een grote diversiteit aan soorten tot gevolg heeft. De habitattypen staan echter niet op zichzelf en de focus dient dan ook te liggen op een zo groot mogelijke diversiteit aan

habitattypen langs de rivieren. De rivieroeveren dienen hierin geïntegreerd te worden.

In enkele habitattypen kan duidelijk gesproken worden van een kraamkamerfunctie, waar vanuit de populatie in de rivier kan worden aangevuld. Ten aanzien van de rheofiele visgemeenschap vervullen meestromende nevengeulen en aangetakte strangen de meest belangrijke functie. Zij dragen bij aan het herstel van een aantal inheemse rheofiele vissoorten in de Nederlandse rivieren. Voor een aantal vissoorten zijn factoren op een groter schaalniveau echter de beperkende factor in het herstel van de soort.

1.3 Enkele belangrijke conclusies en inzichten

- De aanleg van nieuwe habitats in uiterwaarden resulteert in hogere dichtheden juveniele vis dan in rivieroeveren.
- Meestromende nevengeulen en aangetakte strangen zijn bij uitstek geschikt als opgroeihabitat voor de rheofiele vislevensgemeenschap.
- Geïsoleerde plassen herbergen een andere visgemeenschap en hebben een zeer beperkte functie voor rheofielen; voor een zo divers mogelijke visgemeenschap in en langs de rivieren, dient de waarde van dit habitatype echter niet onderschat te worden.
- De habitattypen aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang en meestromende nevengeul hebben visgemeenschappen die veel overeenkomsten vertonen. Afzonderlijke soorten hebben echter een optimum in verschillende habitattypes. De habitattypes zijn daarmee complementair.
- Rivieroeveren (kribvakken) zijn ecologisch verbonden met aangrenzende nevengeulen en strangen. Ze bieden uitwijkmogelijkheden als uiterwaardwateren droogvallen en vormen de overgangszone tussen deze wateren en de rivier. Het is daarom van belang dat rivieroeveren betrokken worden bij de aanleg van nevengeulen en strangen.
- In de huidige situatie zijn een aantal meestromende nevengeulen en aangetakte strangen zeer eenvormig. Voor een diverse visgemeenschap is meer variatie vereist.
- Kleine ondiepe plassen herbergen een hogere visdichtheid dan grote diepe plassen.
- Grote en lange geulen herbergen een hogere dichtheid aan vis dan kleine en korte geulen. Daarnaast herbergen zij een grotere diversiteit aan microhabitats en onderscheiden zich daarmee scherper van de rivier.
- Stortstenen bodems faciliteren de vestiging van bodemgebonden exotische vissoorten.

2 Inleiding

In de afgelopen decennia is de waterkwaliteit in de rivieren sterk verbeterd, o.a. door verbeteringen in de zuivering van stedelijk en industrieel afvalwater en aanpak van diffuse bronnen. In dezelfde periode zijn een aantal belangrijke migratiebarrières opgeheven. Dit heeft geleid tot een beginnend herstel van riviergebonden waterorganismen. Diverse vissoorten waaronder rivierprik, rivierdonderpad, barbeel, sneep en winde zijn toegenomen en diverse soorten rivierkarakteristieke libellen en haften zijn weer teruggekeerd. Ondanks aanzienlijke verbeteringen in de waterkwaliteit bestaat er echter nog steeds een groot verschil met de oorspronkelijke situatie, onder andere ten aanzien van het voorkomen van stroomminnende vissoorten. De belangrijkste belemmering voor verder herstel van flora en fauna is waarschijnlijk gelegen in het ontbreken van geschikt habitat. Lokaal ontbreken geschikte substraten zoals ondiepe zand- en grindbanken en ondergedoken vegetatie, terwijl op landschapsniveau nauwelijks variatie in stromingsdynamiek, structuur- en habitattypen aanwezig is. Daarnaast wordt herstel van karakteristieke, inheemse soorten mogelijk geremd door een snelle toename van exoten (zowel aquatische ongewervelden als vissen).

Het aanleggen van nieuwe ondiepe wateren in uiterwaarden resulteert in nieuwe kansen voor verder herstel van inheemse riviergebonden waterorganismen, omdat door de gecreëerde ruimte habitat heterogeniteit en gradiënten in overstromingsdynamiek kunnen ontstaan. Hiermee wordt voortgebouwd op het beginnend herstel van riviergebonden waterorganismen als gevolg van verbetering van de waterkwaliteit. Bovendien bieden deze ondiepe wateren in de uiterwaarden naar verwachting voornamelijk kansen voor inheemse soorten. Exoten zijn meer succesvol bij hogere watertemperaturen en bij de aanwezigheid van harde substraten, terwijl in wateren in uiterwaarden meer natuurlijke, zachte substraten aanwezig zijn en plaatselijk een lagere watertemperatuur kunnen hebben, afhankelijk van de geohydrologische omstandigheden (kwel, ligging in het landschap en wijze van verbinding met de hoofdgeul).

Naast hun beleidsmatige belang (Habitatrichtlijn, Natura 2000, Kaderrichtlijn Water), vormen vissen een belangrijke indicator voor de kwaliteit van de leefomgeving, waardoor ze ook indicatief zijn voor andere soortgroepen. Vissen gebruiken bovendien verschillende delen van het rivierenlandschap voor verschillende functies (o.a. paaien, schuilen, foerageren en opgroeien). De samenstelling van de vissoorten ter plaatse zegt daarom zowel iets over de gesteldheid van het lokale habitat, als over de habitatintegriteit op hoger schaalniveau (totale aanwezigheid van habitattypen en combinaties daarvan in een riviertraject).

Om na te gaan in hoeverre de aanleg van ondiepe wateren in uiterwaarden bestaande belemmeringen voor verder herstel hebben opgeheven, is het gebruik van deze nieuwe wateren door juveniele riviervissen geëvalueerd. Het voordeel van onderzoek aan juveniele vis is dat snel een representatief beeld kan worden verkregen van de kwaliteit van een riviertraject op basis van zowel de aanwezigheid van soorten alsmede hun reproductiesucces.

Inzicht in de sleutelfactoren op lokaal en hoger schaalniveau levert handvatten voor de ontwikkeling en inrichting van nieuwe wateren in de

uiterwaarden. Met de gegevens uit dit onderzoek kan worden aangegeven welke maatregelen en inrichtingsvarianten nu het beste uitpakken voor inheemse riviervissen. Deze kennis kan de effectiviteit vergroten van een groot aantal natuurontwikkelingsprojecten dat in de nabije toekomst wordt uitgevoerd. Kennis over de cruciale kwaliteitsaspecten en de connectiviteit van verschillende habitattypen op landschapsniveau vormt tevens een leidraad voor beheerplannen in het kader van Natura 2000.

2.1 Onderzoeksstrategie

Het doel van het onderzoek is *"het in beeld brengen van de mogelijkheden om met gerichte beheer- en inrichtingmaatregelen de inheemse stroomminnende visfauna te versterken"*.

De hoofdvraag in het onderzoek is *"Wat zijn sleutelfactoren in ondiepe habitats voor de stroomminnende visfauna op lokaal en hoger schaalniveau?"*. Om deze hoofdvraag te beantwoorden zullen de volgende deelvragen worden beantwoord:

1. Welke vissoorten maken in het juveniele stadium gebruik van ondiepe habitats in het stroomgebied van de Nederlandse rivier (o.a. nevengeulen, strangen, plassen en kribvakken)?
2. Hoe verhoudt de betekenis van bestaande habitats in de hoofdstroom van de rivier (zoals kribvakken) zich ten opzichte van recent ontwikkelde wateren in de uiterwaarden (zoals nevengeulen en strangen)?
3. Hoe hangen verschillen in vissoortensamenstelling samen met verschillen in omgevingsvariabelen op lokaal (o.a. substraat, watertemperatuur, stroomsnelheid) en hoger schaalniveau (habitat-heterogeniteit)?
4. Zijn de gevonden relaties tussen vissoortensamenstelling en omgevingsvariabelen te onderbouwen met informatie uit de literatuur over biologie en habitatgebruik van afzonderlijke vissoorten?
5. Door welke factoren wordt de vestiging en verspreiding van exotische vissoorten gefaciliteerd en belemmeren zij het herstel van inheemse vissoorten?
6. Is de habitatdiversiteit in de Rijntakken op hoger schaalniveau voor stroomminnende vissoorten toereikend?
7. Welke inrichtingsmaatregelen bieden de grootste kansen op succesvol gebruik door stroomminnende vissoorten?

Het onderzoek richt zich op het gebruik van wateren door juveniele vis die continu of voor een deel van het seizoen in contact staan met de hoofdstroom van de rivier. De basis van het onderzoek is gevormd door simultane veldbemonsteringen van uiterwaarden gelegen binnen de Rijntakken, waarin dergelijke wateren gelegen zijn. Het betreft zowel éénzijdig aangetakte zijwateren (strangen, plassen) als tweezijdig aangetakte, periodiek meestromende nevengeulen of geïsoleerde zijwateren.

Daarnaast wordt voor enkele uiterwaarden een vergelijking gemaakt met de situatie omstreeks 1999. Hiermee wordt inzicht verschaft in de manier waarop

de visfauna zich in nieuw aangelegde wateren ontwikkelt in een periode van tien jaar.

2.2 Terminologie en visgilden

In de voorliggende rapportage komt regelmatig terminologie als 'ecologisch visgilde' en 'rheofiele of stroomminnende' vissoorten terug. De Nederlandse zoetwatervisfauna kan op basis van soortspecifiek habitatgebruik, reproductiestrategie, voedselvoorkeur en migratiegedrag ingedeeld worden in verschillende ecologische groepen (Quak, 1994). De visfauna is op deze wijze onderverdeeld in de volgende ecologische gilden:

1) Limnofiele vissoorten zijn soorten waarvan één of meerdere levensstadia gebonden zijn aan waterplanten. De soorten hebben een voorkeur voor stilstaande of zwak stromende wateren die gekenmerkt worden door een uitbundige groei van waterplanten. Bijvoorbeeld bittervoorn en vetje.

2) Eurytope vissoorten kunnen zich in uiteenlopende watertypen handhaven, zowel in stromende als in stilstaande wateren. Bijvoorbeeld baars en blankvoorn. Paling vormt een uitzondering, de soort plant zich voort in zee maar groeit op in Nederlandse binnenwateren. Bij het verblijf in Nederlandse wateren behoort de soort tot de eurytope vissoorten.

3) Rheofiele vissoorten zijn soorten waarvan één of meerdere levensstadia gebonden zijn aan stromend water. De rheofiele vissoorten vormen de grootste groep soorten. Ze worden op basis van hun afhankelijkheid van stromend water onderverdeeld in drie subgilden:

3a) De partieel rheofielen, die slechts gedurende bepaalde levensstadia stromend water nodig hebben, zoals riviergrondel en winde.

3b) De obligaat rheofielen, die hun hele leven afhankelijk zijn van stromend water, zoals barbeel en elrits.

3c) De estuariene rheofielen, soorten die een deel van hun leven in zee doorbrengen. Deze groep wordt onderverdeeld in 'anadrome' en 'katadrome' soorten. Anadrome vissen leven als adult in zee en migreren vlak voor de voortplanting naar het zoete water. Na deze stroomopwaarts gerichte paaitrek vindt voortplanting vervolgens plaats in de bovenlopen van rivieren en beken. Voorbeelden zijn zeeprik en zeeforel. Katadrome vissen doen precies het tegenover gestelde. Deze soorten leven als juveniel en adult in brakke en zoete wateren zoals delta's, rivieren en beken. Voor de voortplanting migreren deze soorten stroomafwaarts richting zee. De voortplanting vindt vervolgens in het zoute water plaats, juveniele vissen migreren vervolgens weer het brakke en zoete water in. Voorbeelden zijn bot en paling.

In het voorliggende onderzoek worden partieel, obligaat en estuariene rheofiele vissen onder één groep rheofielen ondergebracht. Rheofiele vissen worden ook wel stroomminnende vissen genoemd. Tabel 1 geeft de classificatie van iedere Nederlandse zoetwatervissoort weer.

Tabel 1. Indeling Nederlandse zoetwatervisfauna in ecologische gilden op basis van habitatvoorkeur (stroomsnelheid en paaisubstraat) en migratiegedrag (gebaseerd en aangevuld op basis van Quak, 1994).

Ecologische gilde:

Limnofiel	Eurytoop	partieel	Rheofiel	estuariën	
				katadroom	anadroom
Amerikaanse hondsvi	Baars	Alver	Barbeel	Bot	Elft
Bittervoorn	Blankvoorn	Blauwband	Beekdonderpad	Diklipharder	Fint
Giebel	Brasem	Bruine/zwarte dwergmeerval	Beekforel	Driedoornige stekelbaars ¹	Grote marene
Graskarper	Driedoornige stekelbaars ¹	Kesslers grondel	Beekprik	Dunlipharder	Houting
Grote modderkruiper	Europese meerval	Kwabaal	Bermpje	Paling ²	Kleine marene
Kroeskarper	Karper	Marmergrondel	Blauwneus	Koornaarvis	Rivierprik
Rietvoorn	Kleine modderkruiper	Riviergrondel	Bronforel	Brakwatergrondel	Spiering
Snoek	Kolblei	Roofblei	Donaubrasem		Steur
Vetje	Paling ²	Winde	Elrits		Zalm
Zeelt	Pos		Gestippelde alver		Zeeforel
Zonnebaars	Snoekbaars		Kopvoorn		Zeeoprik
	Tienddoornige stekelbaars		Regenboogforel		
			Rivierdonderpad		
			Serpeling		
			Sneep		
			Vlagzalm		
			Pontische stroomgrondel		
			Witvingrondel		

vet: exoten

¹: in Nederland komt ook een trekkende vorm voor die naar zee migreert voor de voortplanting

²: voortplanting vindt plaats op zee, jonge palingen groeien op in zoet binnenwateren

3 Onderzoeksmethodiek

3.1 Onderzochte locaties

Om een representatief beeld te verkrijgen van het gebruik van nevengeulen en rivieroeveren door juveniele riviervissen zijn voor het onderzoek locaties in alle Nederlandse riviertakken geselecteerd. In totaal zijn hierbij op 37 locaties in het stroomgebied van Waal, Nederrijn, Lek, IJssel en Maas visbemonsteringen uitgevoerd om de functie van verschillende uiterwaardwateren voor juveniele riviervissen te beoordelen. In figuur 1 is een overzicht weergegeven van de ligging van de bemonsterde locaties in het Nederlandse rivierengebied. Tabel 2 en 3 geven verder inzicht in het aantal bemonsterde locaties en inspanning.

3.2 Habitattypen

De bemonsterde uiterwaardwateren kunnen onderverdeeld worden in vijf habitattypen:

- 1) Aangetakte rivierarm/plas. Dit habitatype omvat oude rivierarmen en/of plassen die zijn uitgegraven voor zand- of kleiwinning. Het zijn wateren met een complexe vorm die doorgaans uit verschillende ruimtelijke delen bestaan met relatief grote wateroppervlakten, bijvoorbeeld Duursche Waarden (IJssel), Blauwe Kamer (Nederrijn) en Asseltse Plassen (Maas). Alle wateren zijn ééNZijdig permanent aangekoppeld aan de hoofdstroom van de rivier. Afhankelijk van de leeftijd en (voormalige) functie (zand- of kleiwinning), bestaat de bodem uit klei, slib of zand.
- 2) Aangetakte strang. Dit habitatype heeft betrekking op strangen met een lijnvormig karakter die ééNZijdig permanent zijn aangekoppeld aan de hoofdstroom van de rivier, bijvoorbeeld Klompenwaard (Waal), Passewaay (Waal) en Ravenstein (Maas). De aangetakte strang onderscheidt zich van de aangetakte rivierarm /plas door het lijnvormige karakter en geringere wateroppervlak. Doorgaans bestaat de bodem uit bezonken slib en/of klei.
- 3) Geïsoleerde plas. Dit betreffen uiterwaardwateren die alleen bij zeer hoge waterstanden overstromen, bijvoorbeeld Ewijkse Plaats (Waal), Amerongse Bovenpolder (Nederrijn) en Oude Waal (Waal). Het grootste deel van het jaar liggen de wateren geïsoleerd van de rivier. De wateren hebben een relatief stabiel karakter en worden gekenmerkt door een goed ontwikkelde watervegetatie en een bodem van bezonken sediment en/of klei.
- 4) Meestromende nevengeul. Het habitatype omvat nevengeulen die aan twee zijden zijn aangetakt aan de hoofdstroom van de rivier, bijvoorbeeld Opijnen (Waal), Vreugderijkerwaard (IJssel) en Loonse Waard (Maas). Het doel van deze wateren is dat ze meestromen met de hoofdstroom van de rivier. Doorgaans is dit alleen bij hogere waterstanden het geval. Bij lagere waterstanden zoals in de zomer en het najaar, staat het water veelal stil of stroomt slechts zeer zwak. Bij extreem lage waterstanden kunnen de wateren

ook tijdelijk volledig van de rivier geïsoleerd raken. De bodem bestaat doorgaans uit zand.

5) Rivieroever. Dit habitatype omvat de ondiepe oeverzone direct langs de hoofdstroom van de rivier. Rivieroeveren kunnen uit beschoeide oeverzones bestaan (stortstenen oevers en kribben) of uit glooiende vlakke oevers met een bodem van zand, klei of grind. Rivieroeveren van de Waal, Nederrijn en Lek bestaan voor een groot deel uit kribben van stortsteen met daartussen kribvakken met een glooiende zandbodem. In de IJssel zijn de kribben en kribvakken aanzienlijk kleiner. De oevers van de Maas zijn over grote afstanden volledig vastgelegd met stortsteen, op sommige plaatsen zijn echter ook glooiende oevers met een zand- of grindbodem aanwezig die worden begrensd door korte stortstenen kribben.

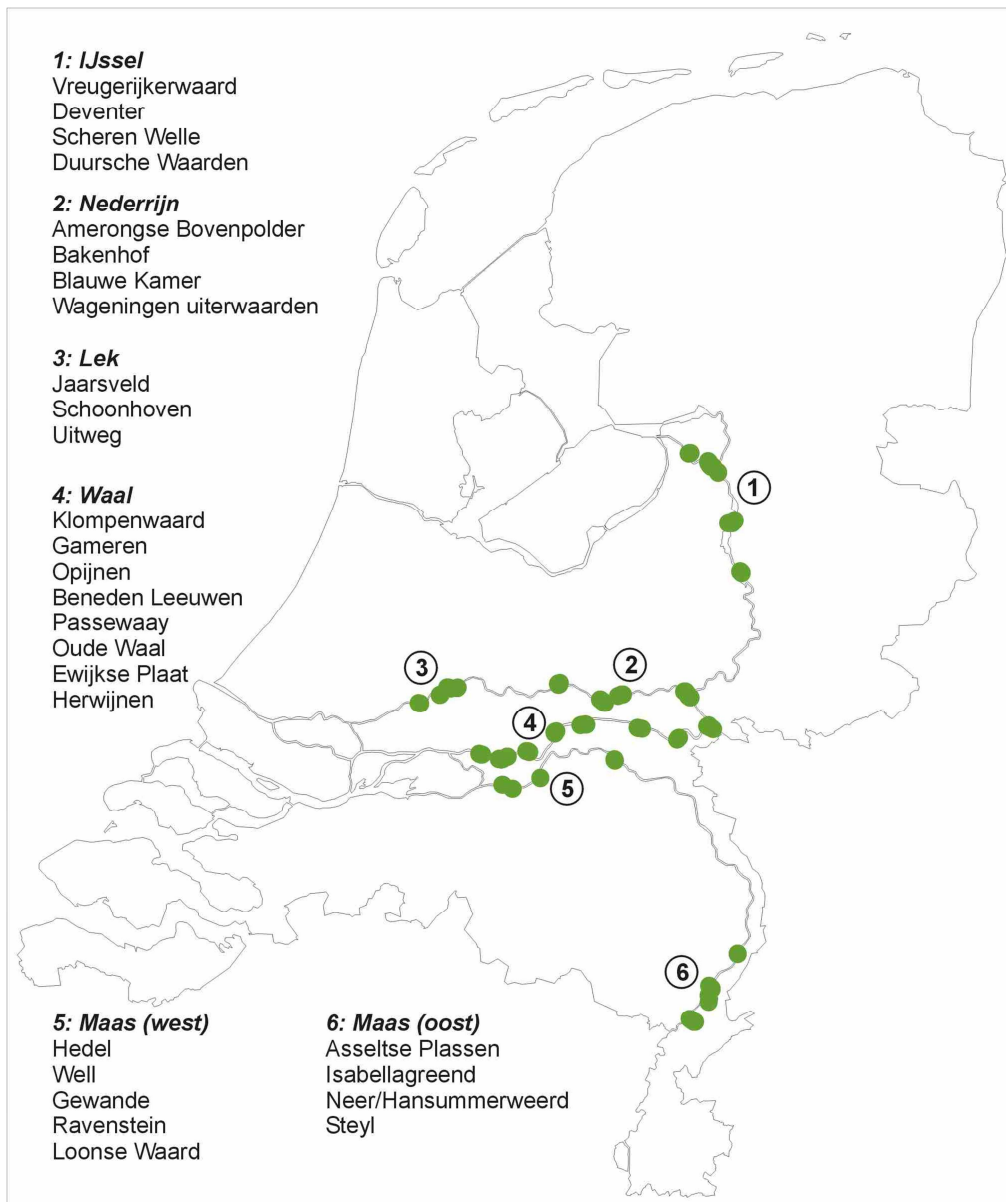
3.3 Habitattypen met vlakke bodem versus stortsteenbodem

Binnen het habitatype rivieroever kan onderscheid gemaakt worden tussen rivieroeveren met een stortsteenbodem (kribben, beschoeide oevers) en oevers met een relatief vlakke zand-, klei- of grindbodem (kribvakken, vrij eroderende oevers). In een aantal uiterwaarden zijn ook in andere habitattypen plaatselijk stortstenen oeverversterkingen aangelegd, bijvoorbeeld in aangetakte strangen of meestromende nevengeulen. Omdat een stortsteenbodem een complexe structuur vormt met veel holtes waarin vissen kunnen verschuilen, vormt een dergelijke bodem een ander habitat met een andere visgemeenschap dan vlakke zand-, klei- of grindbodems. Binnen de vijf boven gedefinieerde habitattypen komen vaak beide bodemtypes voor. Bij de bemonstering van de vijf habitattypen is daarom onderscheid gemaakt in de bodemtypes 'stortsteenbodem' en 'vlakke bodem'. Rivieroeveren worden daarbij gekenmerkt door relatief grote oppervlaktes stortsteenbodem (kribben, beschoeide oevers) terwijl de andere habitattypen vooral gekenmerkt worden door grote oppervlaktes vlakke bodem.

Het bodemtype heeft ook gevolgen voor de gebruikte bemonsteringsmethodiek, vlakke bodems zijn met een zegen bemonsterd, stortsteenbodems met een draagbaar elektrisch visapparaat (zie volgende paragraaf).

3.4 Vismethodiek

Visbemonsteringen zijn uitgevoerd met een zegen (zegenvisserij) of een draagbaar elektrisch visapparaat (elektrovisserij). Afhankelijk van het aanwezige bodemtype (vlakke bodem versus stortsteenbodem) is een habitatype binnen een locatie bemonsterd met zegenvisserij, elektrovisserij of beide. Hierbij zijn op één locatie binnen één habitatype per methodiek verschillende replica trajecten bemonsterd om een representatief beeld van de visgemeenschap te verkrijgen. Alle visbemonsteringen zijn uitgevoerd in de maand juli in 2009. Er is gekozen voor de maand juli vanwege twee redenen. De eerste is een praktische afweging, in de maand juli vissen die in het voorjaar geboren zijn zodanig groot dat determinatie doorgaans geen problemen oplevert en schade bij vangst beperkt blijft. Ten tweede kan de juveniele fase van de meeste soorten in juli duidelijk gescheiden worden van de larvale en vestigingsfase zodat de functie van de onderzochte habitattypen rechtstreeks gerelateerd kan worden aan de juveniele levensfase.



Figuur 1. Weergave van de onderzochte locaties in het Nederlandse rivierengebied. Nummers per riviertak corresponderen met geografische namen per locatie. Op één locatie kunnen meerdere habitattypen zijn bemonsterd.

3.4.1 Zegenvisserij

Voor de zegenvisserij is een zegen gehanteerd met een lengte van 25 m en een hoogte van 2,5 m (gestrekte maaswijdte van de kuil is 5 mm). Zegenvisserij is alleen uitgevoerd in habitattypen met een vlakke bodem. De zegen is hierbij al wadend evenwijdig aan de oever door het te bemonsteren habitat voortgetrokken door minimaal twee personen. Bij iedere bemonstering is gestreefd naar een te bemonsteren oppervlakte van maximaal 50 m lengte en 10 m breedte. Afhankelijk van het oever- en bodemprofiel zijn sommige zegentrajecten korter en/of smaller uitgevoerd (minimale oppervlakte 50 m², maximale oppervlakte 750 m²). De diepte van een zegentraject ter hoogte van de kuil was afhankelijk van het oeverprofiel en bedroeg maximaal 121 cm

en minimaal 28 cm. Aan het eind van ieder traject werd de zegen op de oever getrokken om de vangsten te determineren.

Van ieder traject dat met de zegen is bemonsterd werden de diepte en het bemonsterde oppervlakte bepaald. Diepte werd daarbij in het midden van het afgelegde traject met een meetlat bepaald; het bemonsterde oppervlakte werd na afloop van het traject bepaald door de breedte en lengte met een meetlint op te meten. In totaal zijn in de vijf habitattypen 153 zegentrajecten bemonsterd. Een overzicht van het aantal bemonsterde locaties, trajecten en oppervlakte is per habitatype weergegeven in tabel 2.

3.4.2 Elektrovisserij

Voor de elektrovisserij is gebruik gemaakt van 'Deka 3000' draagbare elektrovisserij-apparaten (batterij: ca. 300-500 V en 3 A aan de 12 V zijde). Elektrovisserij is alleen uitgevoerd in habitattypen met een stortsteenbodem waarbij door de complexe bodemstructuur geen zegenvisserij mogelijk was. Bij een elektrobemonstering is al wadend evenwijdig aan de oever een traject afgelegd waarbij gestreefd werd naar een trajectlengte van maximaal 25 meter en een breedte van 1,5 m (afhankelijk van het oever- en bodemprofiel). Na iedere elektrobemonstering is de lengte, breedte en diepte van het afgelegde traject bepaald met een meetlint/-lat om de bemonsterde oppervlakte en diepte (in het midden van het traject) te bepalen. De minimale oppervlakte van elektrotrajecten was 18 m², de maximale oppervlakte 650 m²; de minimale diepte bedroeg 15 cm, de maximale diepte bedroeg 93 cm. Tijdens de elektrobemonstering werden verdoofde vissen in een emmer verzameld. Een overzicht van het aantal bemonsterde locaties, trajecten en oppervlakte is per habitatype weergegeven in tabel 3.



Afbeelding 1. zegenvisserij in Bakenhof.

Tabel 2. Overzicht van het aantal locaties, bemonsterde trajecten en oppervlakte per habitatype uitgevoerd op vlakke bodems door middel van zegenbemonsteringen.

Habitatype:	Locatie:	Stroomgebied:	Aantal zegen trajecten:	Totaal bemonsterde oppervlakte (m ²):
aangetakte rivierarm/plas	Asseltse Plassen	Maas	3	1232
	Blauwe Kamer	Nederrijn	5	1300
	Duursche Waarden	IJssel	5	2025
	Isabellagreend	Maas	5	893
	Loonse waard	Maas	2	820
	Neer / Hansummerweerd	Maas	4	1650
	<i>Subtotaal</i>		24	7920
aangetakte strang	Klompewaard	Waal	4	1425
	Passewaay	Waal	6	2500
	Ravenstein	Maas	3	1400
	Scheren Welle	IJssel	4	1800
	Schoonhoven	Lek	4	1650
	Uitweg	Lek	6	3450
	Vreugderijkerwaard Zuid	IJssel	4	1700
	<i>Subtotaal</i>		31	13925
geïsoleerde plassen	Amerongse Bovenpolder	Nederrijn	4	450
	Ewijkse Plaat	Waal	5	2050
	Oude Waal	Waal	4	1025
	Wageningen uiterwaarden	Nederrijn	4	800
	<i>Subtotaal</i>		17	4325
meestromende geul	Bakenhof	Nederrijn	4	1375
	Beneden leeuwen	Waal	5	1475
	Gameren	Waal	6	2100
	Loonse Waard	Maas	2	750
	Opijnen	Waal	5	2250
	Vreugderijkerwaard	IJssel	7	3075
	<i>Subtotaal</i>		29	11025
rivieroever	Amerongse Bovenpolder	Nederrijn	2	1000
	Bakenhof	Nederrijn	5	2500
	Blauwe Kamer	Nederrijn	3	700
	Deventer	IJssel	7	1691
	Gameren	Waal	6	2150
	Gewande	Maas	2	900
	Hedel	Maas	2	1000
	Jaarsveld	Lek	3	1500
	Klompewaard	Waal	5	2500
	Steyl	Maas	3	260
	Uitweg	Lek	3	1500
	Vreugderijkerwaard	IJssel	4	510
	Herwijnen	Waal	5	2500
	Well	Maas	2	900
	<i>Subtotaal</i>		52	19611
Eindtotaal			153	56806

Tabel 3. Overzicht van het aantal locaties, bemonsterde trajecten en oppervlakte per habitatype uitgevoerd op stortsteenbodems door middel van elektrobemonsteringen.

Habitatype:	Locatie:	Stroomgebied:	Aantal electro trajecten:	Totaal bemonstrede oppervlakte (m ²):
aangetakte rivierarm/plas	Asseltse Plassen	Maas	2	100
	Blauwe Kamer	Nederrijn	4	200
	Duursche Waarden	IJssel	1	50
	Neer / Hansummerweerd	Maas	2	100
	<i>Subtotaal</i>		9	450
aangetakte strang	Klompewaard	Waal	2	100
	Passewaay	Waal	2	100
	Ravenstein	Maas	1	50
	Scheren Welle	IJssel	2	100
	Schoonhoven	Lek	3	150
	Uitweg	Lek	1	50
	<i>Subtotaal</i>		11	550
geïsoleerde plassen	Amerongse Bovenpolder	Nederrijn	2	100
	Ewijkse Plaat	Waal	1	50
	Oude Waal	Waal	1	50
	Wageningen uiterwaarden	Nederrijn	1	50
	<i>Subtotaal</i>		5	250
meestromende geul	Bakenhof	Nederrijn	2	100
	Gameren	Waal	3	150
	Opijnen	Waal	3	150
	<i>Subtotaal</i>		8	400
rivieroever	Bakenhof	Nederrijn	5	250
	Deventer	IJssel	7	350
	Gameren	Waal	6	300
	Gewande	Maas	3	150
	Hedel	Maas	2	100
	Isabellagreend	Maas	2	100
	Jaarsveld	Lek	3	150
	Klompewaard	Waal	5	250
	Loonse Waard	Maas	1	50
	Middelaar	Maas	2	100
	Ravenstein	Maas	2	100
	Steyl	Maas	2	100
	Uitweg	Lek	2	100
	Venlo	Maas	4	200
	Vreugderijkerwaard	IJssel	4	200
	Herwijnen	Waal	7	350
	Well	Maas	3	150
	<i>Subtotaal</i>		60	
Eindtotaal			93	1650

3.4.3 Verwerking van de vangsten

Gevangen vissen zijn verzameld in een waterreservoir, waarna de vissen zijn gedetermineerd, geteld en opgemeten. Van elke vis is de vorkstaartlengte (in mm) bepaald. In het geval er een groot aantal vissen van dezelfde soort en lengteklasse is gevangen, is van minimaal 150 individuen de lengte gemeten. Het andere deel is geteld. Door vervolgens alle exemplaren van de soort te vermenigvuldigen met een 'subsampling factor' is de totale lengte klasse verdeling voor de vangst bepaald:

Subsampling fact. $\frac{\text{lengte klasse } x-y}{\text{aantal gemeten } (x-y)} = \frac{(\text{Aantal gemeten } (x-y) + \text{aantal geteld } (x-y))}{\text{aantal gemeten } (x-y)}$

Voor zeer jonge brasem en/of kolblei is geen soort determinatie uitgevoerd; in dat geval werd 'brasem/kolblei' genoteerd.

Na determinatie zijn gevangen vissen weer vrijgelaten.

3.5 Omgevingsvariabelen

Per bemonsterd traject zijn in het veld de volgende omgevingsvariabelen genoteerd:

- Stroomsnelheid op de bodem in het midden van het traject (in m sec⁻¹): gemeten m.b.v. Vernier FLO-BTA Flowsensor vloeistof (0-3,5 m sec⁻¹) in combinatie met een Easy Link Interface en een TI-84 plus SE graph link Teacher M (Texas Instruments).
- Diepte (in cm): opgemeten in het midden van het traject met een standaard meetlat.
- Turbiditeit (in cm): opgemeten in het midden van het traject met een standaard Secchi-schijf(Ø20cm).
- Watertemperatuur boven de bodem (in °C): opgemeten m.b.v. een labthermometer LT-102.
- pH en EGV (mS): opgemeten m.b.v. HI 98129 (HANNA instruments).
- Beschaduwing (in %): visuele inschatting in tientallen procenten van het deel van het traject dat gemiddeld per dag in de schaduw ligt.
- Vegetatiebedekking (in %): visuele inschatting in tientallen procenten van de bedekking van vijf vegetatietypen: (1) ondergelopen oevervegetatie, (2) algen/flap, (3) drijvende waterplanten, (4) emerse waterplanten, (5) ondergedoken waterplanten.
- Samenstelling bodemsubstraat (in klassen): visuele inschatting van de samenstelling van het bodemsubstraat op acht punten binnen een zegentraject en op vijf punten binnen een elektrotraject. Onderscheid is gemaakt tussen de volgende substraattypes: modder/slib, klei, zand, gravel (grind, schelpen en/of fijn puin), grof puin/grote stenen, groot object, kunstmatig (beton), stortsteen (oever of krib), boomwortels,

vegetatie. Van ieder substraattype is de aanwezigheid geschat waarbij de volgende klassering is gebruikt: 0 (afwezig), 1 (incidenteel/weinig, 0-30%), 2 (veel voorkomend, 30-50%), 3 (dominant, >50%). Op basis van de acht (zegen) of vijf (elektro) meetpunten is de gemiddelde samenstelling van het bodemsubstraat bepaald door de mate van dominantie op basis van rangnummers van de toegekende klassen te fractioneren ten opzichte van de totale maximale score (op basis van rangnummers). De totale maximum score voor zegentrajecten is hierbij $3 \times 8 = 24$ en voor elektrotrajecten $3 \times 5 = 15$. In een rekenvoorbeeld: als zand in een zegen traject op vijf meetpunten 'dominant' (klasse 3) voorkomt en op drie meetpunten 'incidenteel/weinig' (klasse 1) voorkomt, is het voorkomen van zand: $((5 \times 3) + (3 \times 1)) / 24 = 0,75$.

Voor de habitattypen aangetakte strangen, aangetakte rivierarmen/plassen en meestromende geulen zijn aan de hand van Google Earth luchtfoto's van iedere locatie de volgende omgevingsvariabelen bepaald:

- Afstand (in m) van het midden van het monstertraject tot de monding van het waterelement in de rivier. Het gaat hierbij om de kortste afstand via het oeverprofiel van het waterelement die vissen moeten afleggen om de rivier te bereiken. Voor tweezijdig aangetakte nevengeulen is hierbij de kortste afstand tot in- of uitstroomopening aangehouden.
- Totale oeverlengte (in m) van het waterelement vanaf de instroomopening (en uitstroomopening in het geval van nevengeulen) op basis van het oeverprofiel zoals zichtbaar op Google Earth luchtfoto's.
- Verhouding van de totale oeverlengte ten opzicht van de middellijn van het waterelement (verhouding = totale oeverlengte waterelement / (2 x middellijn waterelement)). Deze maat geeft een inschatting van de 'grilligheid' van het oeverprofiel ten opzichte van het lijnvormige karakter van het waterelement (een verhouding van 1 weerspiegelt een rechtlijnig waterelement, een verhouding >1 geeft een 'grilliger' gevormd waterelement weer).
- Breedte (in m) van de ingang van het waterelement, voor tweezijdig aangetakte wateren is de breedte van de stroomopwaarts gelegen ingang genomen.
- Hoek (in graden) van de (stroomopwaartse) instroomopening van het waterelement t.o.v. de stroomrichting van de rivier.
- Maximale breedte (in m) van het waterelement.

Aanvullend zijn van de meeste aangetakte strangen, aangetakte rivierarmen/plassen en meestromende nevengeulen de overstromingsgevoeligheden voor drie verschillende inundatie-uren (2, 20 en 250 dagen) geleverd door Rijkswaterstaat. Overstromingsgevoeligheid wordt hierbij uitgedrukt in de benodigde waterstanden (cm NAP) om een betreffende uiterwaard 2, 20 of 250 dagen te inunderen. Overstromingsgevoeligheid is daarmee omgekeerd evenredig met het benodigde waterpeil voor het

optreden van inundatie: hoe hoger het benodigde waterpeil, des te kleiner de kans dat inundatie van de uiterwaard ter plaatse optreedt.

3.6 Criteria juveniele vissen

Het onderzoek is specifiek gericht op het habitatgebruik van juveniele vissen. Voor de in dit rapport beschreven analyses is alleen gebruik gemaakt van data van juveniele vissen die in het voortplantingsseizoen 2009 zijn geboren (het jaar dat de bemonstering plaatsvond). De ingevoerde data is voor analyse daarom eerst gefilterd waarbij alle vissen die voor 2009 zijn geboren zijn verwijderd. Hierbij is de lengte van vissen als criterium gebruikt.

De gebruikte lengtecriteria om juveniele vissen te scheiden van subadulte en adulte vissen zijn gebaseerd op basis van lengte frequentie verdelingen van de afzonderlijke soorten van de totale dataset. Door per soort het aantal individuen uit te zetten tegen de lengte worden over het algemeen duidelijke 'cohorten' zichtbaar. Het eerste cohort wordt gevormd door vissen die in 2009 zijn geboren ('0⁺ vissen'), de daarop volgende cohorten worden gevormd door vissen die voor 2009 zijn geboren. Voor alle soorten zijn alleen individuen meegenomen die binnen de lengte range vallen van het eerste cohort (0⁺ exemplaren).

3.7 Vergelijking met andere jaren

Het huidige onderzoek geeft alleen een momentopname weer van de situatie in juli 2009. In drie meestromende nevengeulen (Beneden-Leeuwen, Gamareren, Opijnen), één aangetakte strang (Passewaay) en enkele rivieroever/kribvakken in het stroomgebied van de Waal zijn echter in de jaren 1998/1999 vergelijkbare visbemonsteringen uitgevoerd in het kader van het proefschrift van Grift (2001). Omdat vrijwel dezelfde locaties zijn bemonsterd in 2009, kan deze oude data set gebruikt worden ter vergelijking van de huidige situatie. Hiermee kan inzicht verkregen worden in de verschillen tussen afzonderlijke jaren.

In beide monsterperiodes zijn trajecten door middel van vergelijkbare zegenvisserij bemonsterd en omgerekend naar een standaard dichtheidsmaat per soort. Op deze wijze is het verantwoord om de visgemeenschappen en dichtheden van beide periodes met elkaar te vergelijken.

Op gemerkt dient te worden dat ook uit de jaren 2000, 2001 en 2002 vangstgegevens van de locaties beschikbaar zijn. Deze kunnen echter niet gebruikt worden ter vergelijking met de data zoals die verzameld is voor het huidige onderzoek. Oftewel de betreffende bemonsteringen waren toentertijd in een andere maand uitgevoerd (sterk tijdseffect), of er was gebruik gemaakt van een ander zegennet (een zogenaamde 'broedzegen', een sterk methodisch effect).

3.8 Interpretatie vangmethodiek

In totaal zijn tijdens de veldbemonstering in juli 2009, 69356 vissen gevangen verdeeld over 33 soorten. Hierbij is met twee vangmethodieken gewerkt: habitats met een egale, vlakke bodem ('vlakke bodem') zijn bemonsterd met een zegen, habitats met een complexe stortsteenbodem ('stortsteenbodem') met draagbare elektrische apparatuur. Omdat de vangefficiëntie van beide methodieken sterk van elkaar verschillen, kunnen de resultaten niet met elkaar vergeleken worden. In deze paragraaf wordt kort

besproken wat de vangstverschillen tussen beide methodieken zijn. Op basis hiervan wordt voorafgaand aan de feitelijke data-analyse onderbouwd welke dataset geanalyseerd gaat worden om de onderzoeksvragen te kunnen invullen

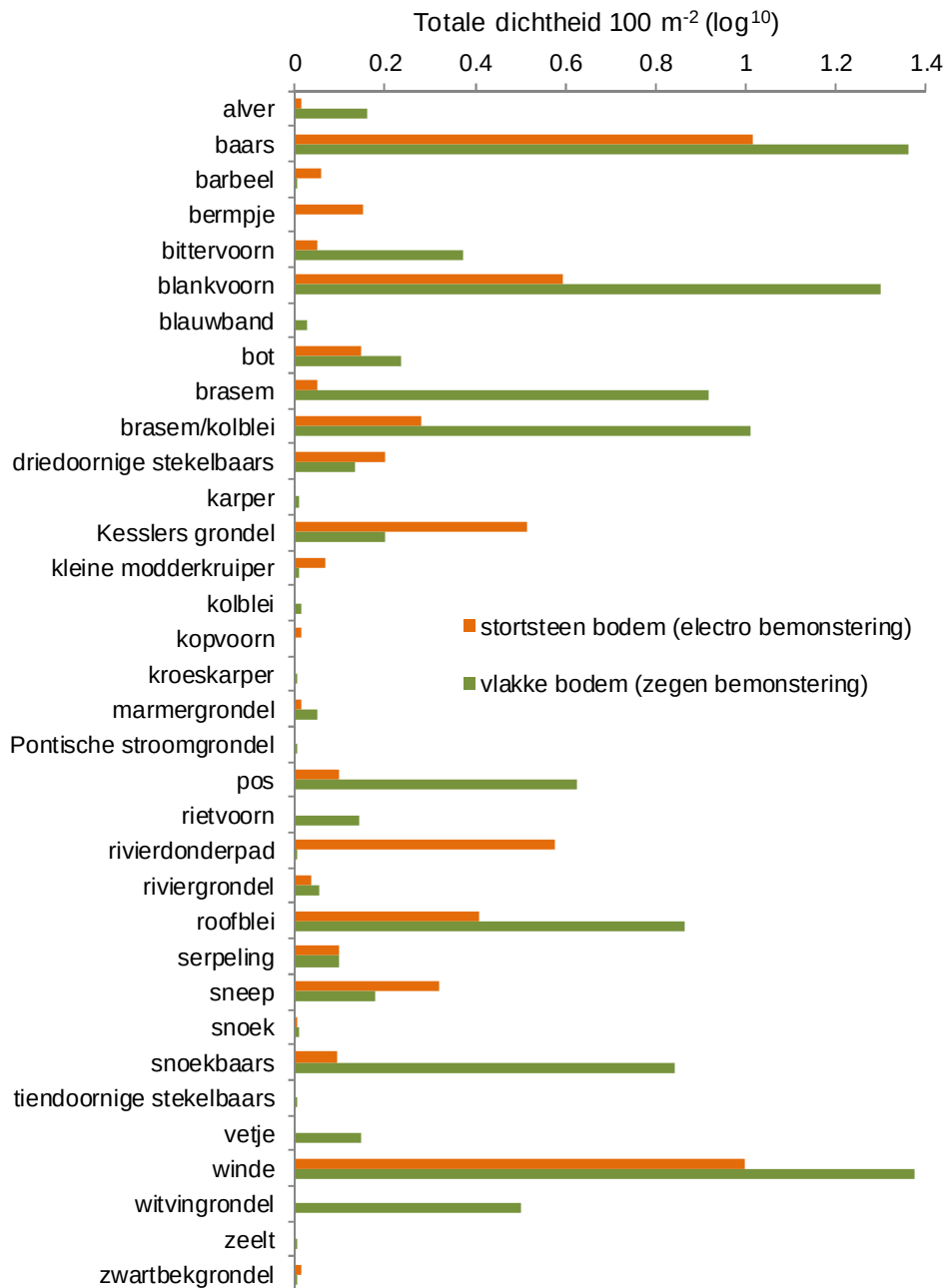
Een elektrobemonstering is met name efficiënt voor soorten die zich bij verstoring verschuilen, bijvoorbeeld bodemgebonden soorten die zich terugtrekken in holtes tussen stenen en takken, of vrijzwemmende soorten die bij verstoring de oeverzone invluchten (holle oevers, vegetatie). Eenmaal 'opgesloten' in de schuilplaats worden de vissen verdoofd door de elektropuls van het net en kunnen vervolgens gemakkelijk worden opgeschept. De methode is vooral efficiënt in structuurrijke oeverzones waar bijvoorbeeld veel holtes zijn (bijvoorbeeld stortstenen of holle oevers), of doodlopende inhammen waarin vissen kunnen worden opgesloten. Op vlakke trajecten waar geen schuilplaatsen voor vissen aanwezig zijn, is de vangefficiëntie van de elektrische visapparatuur zeer laag. Mobiele soorten die goed kunnen zwemmen (doorgaans grotere vissen) vluchten voor het elektrische veld van het net uit en worden eenvoudig gemist. Zeer kleine vissen (bijvoorbeeld jongbroed) zijn echter te klein om door het elektrische veld verdoofd te worden en kunnen eveneens wegzwemmen en worden gemist.

In tegenstelling tot de elektrobemonstering is een zegenbemonstering vooral efficiënt in met een vlakke bodem. Zowel bodemgebonden als vrijzwemmende soorten die zich in het betreffende habitat bevinden, kunnen dan gevangen worden. De vangefficiëntie is onder andere afhankelijk van de bodemstructuur en de grootte van de zegen. In tegenstelling tot de elektrische visapparatuur worden bodemgebonden vissen gemist indien er schuilplaatsen op de bodem aanwezig zijn. Grote objecten doen de zegen doorgaans vastlopen waarbij veel vissen kunnen ontsnappen. De kleine zegen (zoals gebruikt in het huidige onderzoek) is minder geschikt om grote mobiele vissen te vangen (doorgaans de adulte dieren van vrijzwemmende soorten) en is met name effectief in ondiepe wateren (tot ca. 1 m diep). Voor de kleinere individuen, zoals juveniele vissen van vrijzwemmende soorten, is een kleine zegen echter een zeer efficiënt vangtuig. Als vissen te klein zijn (bijvoorbeeld jongbroed), kunnen dieren door de mazen van het net ontsnappen.

Tabel 4 en figuur 2 laten de soortenspectra uit het huidige onderzoek zien zoals die zijn waargenomen op vlakke bodems op basis van zegenbemonsteringen en op stortsteenbodems op basis van elektrobemonsteringen.

Tabel 4. Totaal aantal gevangen individuen waargenomen op stortsteenbodems met elektrobemonstering en waargenomen op vlakke bodems met zegen bemonstering.

Soort:	Stortsteen bodem (electro bemonstering)	Vlakke bodem (zegen bemonstering)	Totaal aantal waargenomen individuen (beide methodes)
alver	2	282	284
baars	598	16183	16781
barbeel	10	8	18
bermpje	66	--	66
bittervoorn	40	851	891
blankvoorn	187	11800	11987
blauwband	--	122	122
bot	23	443	466
brasem	8	4497	4505
brasem/kolblei	52	5777	5829
driedoornige stekelbaars	37	231	268
karper	--	15	15
Kesslers grondel	131	358	489
kleine modderkruiper	10	17	27
kolblei	--	20	20
kopvoorn	2	--	2
kroeskarper	--	4	4
marmergrondel	3	109	112
Pontische stroomgrondel	--	9	9
pos	15	2134	2149
rietvoorn	4	242	246
rivierdonderpad	192	12	204
rivergrondel	5	86	91
roofblei	90	3986	4076
serpeling	16	164	180
sneep	75	361	436
snoek	1	18	19
snoekbaars	15	3724	3739
tiendoornige stekelbaars	4	10	14
vetje	1	247	248
winde	526	14148	14674
witvingrondel	--	1352	1352
zeelt	--	3	3
zwartbekgrondel	2	6	8



Figuur 2. Totale gemiddelde dichtheid per soort op stortsteenbodems op basis van elektrobemonstering (1650 m²) en op vlakke bodems op basis van zegenbemonstering (56806 m²).

Het aantal waargenomen soorten op vlakke bodems is groter (n=32) dan het aantal op stortsteenbodems (n=27). Met uitzondering van bermpje en kopvoorn zijn alle soorten die op stortsteenbodems zijn waargenomen ook op vlakke bodems waargenomen. Voor de meeste soorten is het totaal aantal waargenomen individuen op vlakke bodems aanzienlijk groter dan op stortsteenbodems. Voor enkele soorten is het verschil in waarnemingen minder groot, of zijn op stortsteenbodems meer individuen waargenomen dan boven vlakke bodems (barbeel, kleine modderkruiper, rivierdonderpad, tiendoornige stekelbaars en zwartbekgrondel). Vooral rivierdonderpad is aanzienlijk vaker waargenomen op stortsteenbodem dan op vlakke bodem. Barbeel, kleine modderkruiper, tiendoornige stekelbaars en zwartbekgrondel zijn relatief zeldzaam waardoor interpretatie weinig zinvol is.

Hoewel op basis van verschillen in vangefficiëntie (zie boven) dichtheden van vissen tussen stortsteen- en vlakke bodem niet zomaar met elkaar vergeleken kunnen worden, is een hogere visdichtheid op stortsteenbodem een sterke indicator dat dit habitatype belangrijk is voor een betreffende soort in vergelijking met vlakke bodem. Dit wordt versterkt als ook in ogenschouw wordt genomen dat het bemonsterde oppervlak aan stortsteenbodem (1650 m², tabel 3) aanzienlijk lager is dan vlakke bodem (56806 m²). Op deze wijze is voor rivierdonderpad, Kesslers grondel en sneep een aanzienlijk hogere dichtheid aangetroffen op stortsteenbodem dan op vlakke bodem (figuur 2). Dit suggereert dat voor in ieder geval voor deze soorten habitattypen met een stortsteenbodem belangrijk zijn en in de verdere data-analyse betrokken moeten worden.

Op basis van de eerste methodische vergelijking kan gesteld worden dat het soortbeeld van de bemonsterde habitattypen aan de hand van zegenbemonsteringen relatief compleet is. Voor de data-analyse in het huidige onderzoek wordt daarom voornamelijk gebruik gemaakt van de dataset zoals die verzameld is boven vlakke bodems met behulp van zegenbemonsteringen. Van alle onderzochte habitattypen zijn voldoende zegenbemonsteringen van vlakke bodems beschikbaar om vergelijkingen te kunnen maken. Zoals boven opgemerkt, dient voor Kesslers grondel, rivierdonderpad en sneep echter ook de dataset van de elektrobemonsteringen van stortsteenbodems betrokken te worden. Wanneer specifiek over deze laatste soorten gesproken wordt, wordt naast de data van vlakke bodem ook de data van stortsteenbodem beschouwd. In het geval dat gesproken gaat worden over een totale soortenrijkdom van een locatie (zie verder), levert een combinatie van beide vangtechnieken het meest complete soortbeeld op. In dat geval worden ook zowel de datasets van vlakke- als stortsteenbodems gebruikt.

Van enkele soorten zijn minder dan 20 individuen gevangen waardoor weinig onderbouwde uitspraken over het habitatgebruik mogelijk zijn (barbeel, karper, kleine modderkruiper, kroeskarper, kopvoorn, Pontische stroomgrondel, snoek, tiendoornige stekelbaars, zeelt en zwartbekgrondel). In afzonderlijke soortanalyses worden deze soorten daarom niet besproken. In het geval van soortenrijkdom of gemeenschapsanalyses (totale visgemeenschap of afzonderlijke visgildes) worden deze soorten wel beschouwd.

3.9 Data-analyse

In het huidige onderzoek zijn diverse analyses uitgevoerd. Details over de gevolgde methode worden hieronder kort besproken.

Om een beeld te krijgen van de functie van de vijf habitattypen voor de totale visgemeenschap op basis van dominanties van soorten, -rijkdom en -diversiteit zijn verschillende analyses uitgevoerd:

- Clustering van vissoorten en locaties – habitattypen op basis van correspondentie analyses en een clusteranalyse.
- Diversiteit inschatting per habitatype op basis van Simpson's diversiteitsindex.
- Vergelijking van de gemiddelde soortenrijkdom per habitatype.

Gemeenschapsanalyse

Om de verdeling van de totale visgemeenschap over de verschillende locaties en de vijf habitattypen zichtbaar te maken, is een correspondentie analyse uitgevoerd op $\log^{10}$ getransformeerde gemiddelde visdichtheden per locatie (figuur 3). De totale gradiëntlengte van de dataset bedroeg 4.5 (x SE) voor de eerste as en 2.4 (x SE) voor de tweede as waardoor gekozen is voor een unimodaal model (correspondentie analyse). Om de invloed van zeldzame soorten op de clustering te beperken, is de optie 'downweighting rare species' ingesteld. De analyse is uitgevoerd m.b.v. Canoco (4.0 for windows).

De verdeling van rheofiele vissoorten in de onderzochte habitattypen is verder uitgewerkt in een nieuwe correspondentie analyse van alleen de rheofiele vissoorten in plaats van de totale visgemeenschap. De correspondentie analyse werd op dezelfde wijze uitgevoerd als voor de totale visgemeenschap. Aanvullend is daarna een clusteranalyse uitgevoerd van alle locaties op basis van gemiddelde dichtheden van wederom alleen rheofiele vissoorten. De analyse is uitgevoerd op basis van een Bray-Curtis analyse waarbij gebruik is gemaakt van group average linkage. Het programma 'Biodiversity Pro' is voor de laatste analyse gebruikt.

Diversiteitsanalyse

De gemiddelde diversiteit van de totale visgemeenschap van de vijf habitattypen (vlakke bodem) is uitgedrukt op basis van Simpson's diversiteitsindex:

$$\text{Simpson's index} = 1 / (\sum_i^s (N_i / N_t)^2)$$

N_i is het aantal individuen van soort i in het monstertraject, N_t is het totale aantal individuen in het monstertraject.

Vervolgens is getest of de variabele 'habitattype' een significant effect heeft op gemiddelde visdiversiteit. Hiervoor is een one-way ANOVA model gebruikt, waarbij de afzonderlijke trajecten als replica's zijn ingevoerd en diversiteit is ingesteld als afhankelijke variabele. Omdat op voorhand verwacht wordt dat de locatie van monsterpunten in het Nederlandse rivierengebied van invloed is op de diversiteit van het habitattype, is deze ruimtelijke variatie in het model meegenomen door de x- en y-coördinaat van ieder monsterpunt als covariabele te definiëren. Significante verschillen tussen habitattypen zijn vervolgens bepaald door middel van Games-Howell post-hoc testen.

Om te bepalen of 'habitattype' een significant effect heeft op soortenrijkdom boven vlakke bodem is hetzelfde model gebruikt als voor de Simpson's diversiteitsindex. Tukey's HSD test is nu echter als post-hoc test gebruikt om significante effecten tussen de verschillende habitattypen te bepalen.

Voor de totale soortenrijkdom is een vergelijkbaar model gebruikt, locatie effecten zijn nu echter geanalyseerd door de variabele 'uiterwaardlocatie' te nesten in de variabele 'habitattype'.

Behalve de totale soortenrijkdom van de vijf habitattypen op vlakke bodem (de data-set verzameld op basis van zegenbemonsteringen), is ook de totale soortenrijkdom per locatie bepaald. Voor de totale soortenrijkdom per uiterwaardlocatie is het totaal aantal soorten bepaald door de soortenlijsten van zowel vlakke bodem als stortsteenbodem (de data-set verzameld op basis van elektrobemonsteringen) te combineren.

Absolute voorkomen van soorten & habitattypen

Het voorkomen van de totale gemeenschap en de rheofiele gemeenschap in de verschillende habitattypen en locaties is verder uitgewerkt op basis van dominanties (dichtheden) van afzonderlijke soorten.

Hiervoor is opnieuw een ANOVA uitgevoerd waarbij afzonderlijke trajecten als replica's zijn ingevoerd en visdichtheid als afhankelijke variabele gedefinieerd is (totale gemeenschap, ecologische gilden, afzonderlijke soorten). Omdat op voorhand verwacht wordt dat de locatie van een monsterpunt in het Nederlandse rivierengebied van invloed kan zijn op de visdichtheid van het habitatype, is deze ruimtelijke variatie in het model meegenomen door de x- en y-coördinaat van ieder afzonderlijk monsterpunt als covariabele te definiëren, en door de variabele 'uiterwaardlocatie' te nesten in de variabele 'habitatype'. Significante verschillen tussen habitattypen zijn vervolgens bepaald door middel van Games-Howell post-hoc testen.

Voor alle ANOVA's is met behulp van een Levene's test op voorhand gecontroleerd of de variantie tussen verschillende groepen gelijk was om het gebruik van ANOVA te valideren. Aanvullend is de relatie tussen het gemiddelde en de standaard error en variatie, en zijn de residuals gecontroleerd om het gebruik van de parametrische ANOVA verder te valideren.

Sturende omgevingsvariabelen in de functie van habitattypen voor juveniele riviervissen

Van elk bemonsterd traject zijn in het veld een aantal standaard omgevingsvariabelen genoteerd (zie paragraaf 'omgevingsvariabelen' in dit hoofdstuk). Met behulp van lineaire regressieanalyse is van iedere omgevingsvariabele bepaald of er een significant verband bestaat tussen de omgevingsvariabele en visdichtheden (totale visgemeenschap, ecologische gilden, afzonderlijke soorten). Visdichtheid is daarbij ingesteld als de afhankelijke variabele, de omgevingsvariabele als de onafhankelijke variabele. Analyses zijn alleen uitgevoerd als er voldoende meetpunten beschikbaar waren en de data een parametrische verdeling had.

Achtereenvolgens is op deze wijze naar significante verbanden gezocht op basis van trajecten in de totale dataset en trajecten per habitatype.

Lineaire regressies zijn ook gebruikt om na te gaan welke omgevingsvariabelen van invloed zijn op het gebruik van meestromende nevengeulen en aangetakte strangen door juveniele vissen. Hiertoe zijn alle bemonsterde trajecten per locatie (nevengeul of strang) gemiddeld. Behalve omgevingsvariabelen die zijn opgenomen tijdens de veldbemonsteringen, zijn ook omgevingsvariabelen meegenomen die specifiek zijn voor de inrichting van de nevengeul of strang, zoals 'totale oeverlengte', 'maximale breedte van de geul/strang', 'gemiddelde diepte', 'stroomsnelheid', 'afstand tot zee op basis van rivierkilometers' en 'overstromingsgevoeligheid' (zie ook de omgevingsvariabelen weergegeven in dit hoofdstuk).

Lineaire verbanden tussen visdichtheden en omgevingsvariabelen worden alleen geïnterpreteerd als er sprake is van een significante relatie ($P < 0.050$), en meer dan 25% van de variatie verklaard wordt ($R^2 > 0.25$). Alleen trajecten op vlakke bodem zijn voor de analyses gebruikt.

Invloed van habitatheterogeniteit op het voorkomen van juveniele riviervissen

Een van de hoofdvragen van het huidige onderzoek gaat in op de vraag of de habitatheterogeniteit van nieuwe uiterwaardwateren toereikend is voor rheofiele vissoorten. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat wateren met een heterogener habitat ook gekenmerkt worden door een heterogenere

visgemeenschap en/of -dichtheid. Tijdens de veldbemonstering zijn diverse habitattypen bemonsterd die zeer waarschijnlijk verschillen in de mate van habitat heterogeniteit. Deze variatie kan gebruikt worden om te bepalen of de mate van habitat heterogeniteit te relateren is aan visdichtheid en/of heterogeniteit van de visgemeenschap. Uitgangspunt hierbij is dat meestromende nevengeulen en aangetakte strangen een grotere mate habitat heterogeniteit hebben dan bijvoorbeeld rivieroeveren.

In onderstaande analyse is onderzocht of een dergelijke relatie aanwezig. Hierbij is onderzocht of de gemiddelde heterogeniteit van de visgemeenschap in een habitatype (voor alle soorten samen en voor de rheofiele soorten), gerelateerd kan worden aan de gemiddelde heterogeniteit van het betreffende habitatype op basis van de gemeten omgevingsvariabelen (diepte, Secchi, temperatuur, pH, EGV, stroomsnelheid, samenstelling bodemsubstraat en voorkomen van watervegetatie).

Heterogeniteit is hierbij uitgedrukt als '*% dissimilariteit tussen bemonsterde trajecten per onderzochte locatie*' op basis van de volgende berekening (Benson & Magnuson, 1992):

$$\% \text{ dissimilariteit}_{jk} = 100 - 200 \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n \min(a_{ij}, a_{ik}) / \sum_{i=1}^n a_{ij} + a_{ik} \right\}}{\left\{ \sum_{i=1}^n \min(a_{ij}, a_{ik}) / \sum_{i=1}^n a_{ij} + a_{ik} \right\}}$$

Hierbij is a_{ij} de abundantie van soort (in het geval van heterogeniteit van de visgemeenschap) of omgevingsvariabele (heterogeniteit van het habitatype) i op traject j en n het aantal soorten of omgevingsvariabelen. De '*% dissimilariteit*' beschrijft de mate van afwijking (%) van een volledig homoge(n)e visgemeenschap of habitatype. De waarde 0 staat voor een volledig homogene visgemeenschap/habitatype, 100 voor een maximaal heterogene visgemeenschap/habitatype.

3.10 Database & software

Alle vangsten en omgevingsvariabelen zijn per traject ingevoerd in een database (Microsoft Acces), die als basis diende voor alle verder analyses. Statistische bewerkingen zijn uitgevoerd met behulp van de computerprogramma's SPSS 17.0, Canoco 4.0 en Biodiversity pro (1997). In hoofdstuk 3 staan de uitgevoerde statistische analyses per onderwerp verder beschreven.

4 Resultaten

4.1 Gemeenschapsanalyse en clustering van vissoorten

De correspondentie analyse van de totale gemeenschap laat een grote mate van overeenkomst zien tussen rivieroever, meestromende nevengeulen, aangetakte strangen en aangetakte rivierarmen/plassen, terwijl geïsoleerde plassen een afwijkende soortensamenstelling laten zien (figuur 3a). Een DCA benadering gaf weinig verbetering van het model. Het patroon in figuur 3a wordt vooral bepaald door enkele limnofiele soorten die vrijwel alleen in geïsoleerde plassen zijn waargenomen zoals bittervoorn, rietvoorn, snoek en vetje, en soorten die een duidelijke voorkeur hebben voor stagnante wateren met veel vegetatie en/of een dikke sliblaag zoals kleine modderkruiper, blauwband, drie- en tiendoornige stekelbaars. Dit zijn soorten die atypisch zijn voor dynamische wateren zoals rivieroever of aangetakte strangen en nevengeulen.

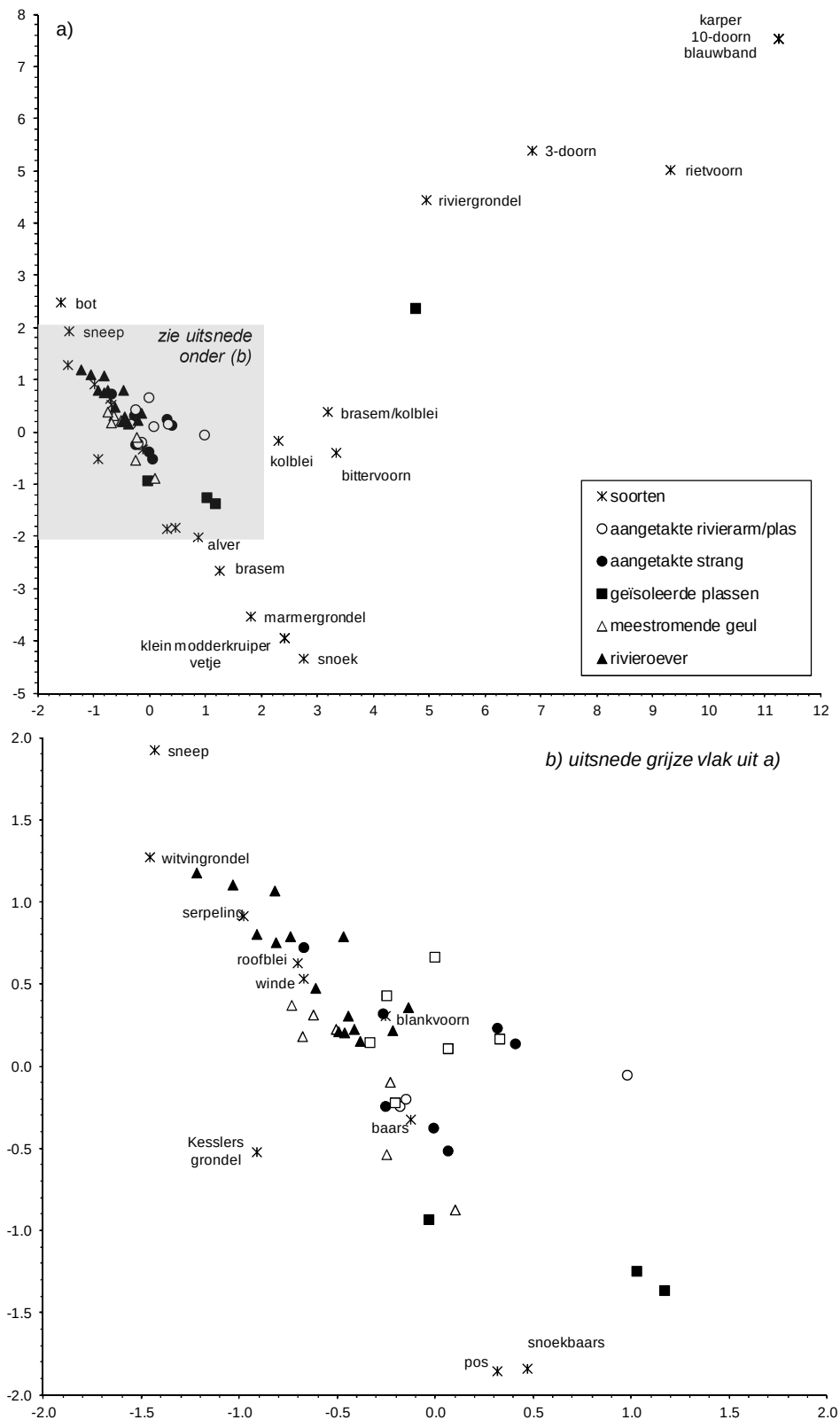
Hoewel in het cluster van de overige vier habitats weinig differentiatie zichtbaar is (figuur 3b), vertonen rivieroever een relatief hoge mate van overeenkomst die gekenmerkt worden door hoge dichtheden van sneep, serpeling en witvingrondel.

Wanneer alleen de rheofiele visgemeenschap wordt beschouwd, laat de correspondentie analyse in figuur 4 meer differentiatie zien tussen habitattypen. Hoewel de afzonderlijke locaties nog steeds relatief dicht bij elkaar clusteren, is er enigszins verschil te zien tussen het cluster van aangetakte strangen en meestromende nevengeulen. Wanneer van deze twee clusters de dichtheden van rheofielen vissen van de afzonderlijke locaties bij de figuur betrokken worden (weergegeven in Appendix 1), worden de meestromende nevengeulen gekenmerkt door relatief hoge dichtheden sneep en de exoten witvin- en Kesslers grondel. Het cluster aangetakte strangen wordt daarentegen gekenmerkt door hoge dichtheden bot. Daarnaast komen in beide clusters locaties voor met hoge dichtheden winde en roofblei. De locaties in het cluster meestromende nevengeulen kenmerken zich echter door de hoogste dichtheden van beide soorten.

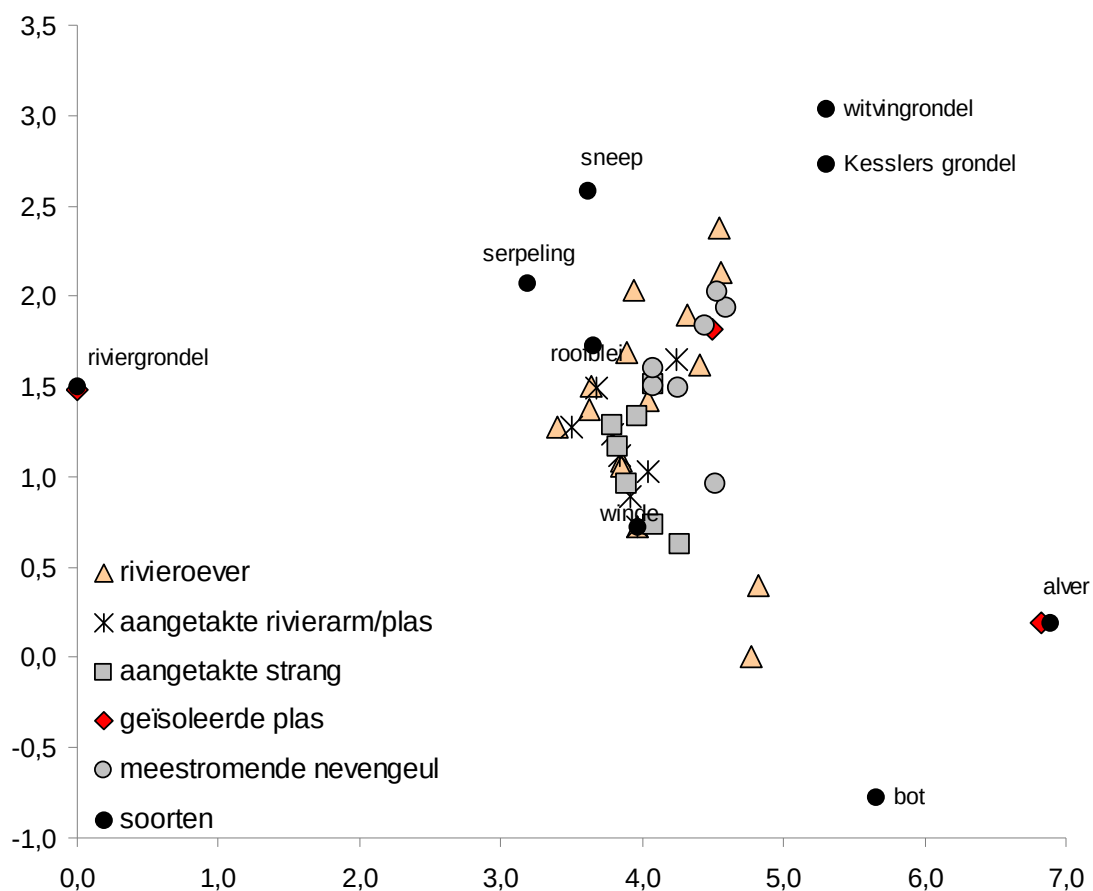
Hoewel figuur 4 enige differentiatie laat zien tussen aangetakte strangen en meestromende nevengeulen, komen veel rheofiele soorten doorgaans in meerdere habitattypen voor. Hierbij worden de hoogste dichtheden alver, sneep, witvin- en Kesslers grondel in meestromende nevengeulen en rivieroever gevonden, serpeling en bot in aangetakte strangen en rivieroever en alver in meestromende nevengeulen en aangetakte strangen. Riviergrondel is in meerdere habitattypen waargenomen, maar alleen in één geïsoleerde plas zijn hoge dichtheden aangetroffen. Rivierdonderpad en barbeel zijn dermate zeldzaam dat ze in de analyse geen variantie verklaren (beide soorten zijn niet zichtbaar).

De clusteranalyse op basis van rheofiele vissen in figuur 5 geeft weinig differentiatie tussen habitattypen weer. Vier clusters vertonen een similariteit die lager is dan 60%. Drie clusters worden hierbij gevormd door twee geïsoleerde plassen en één aangetakte rivierarm/plas. Het vierde cluster door

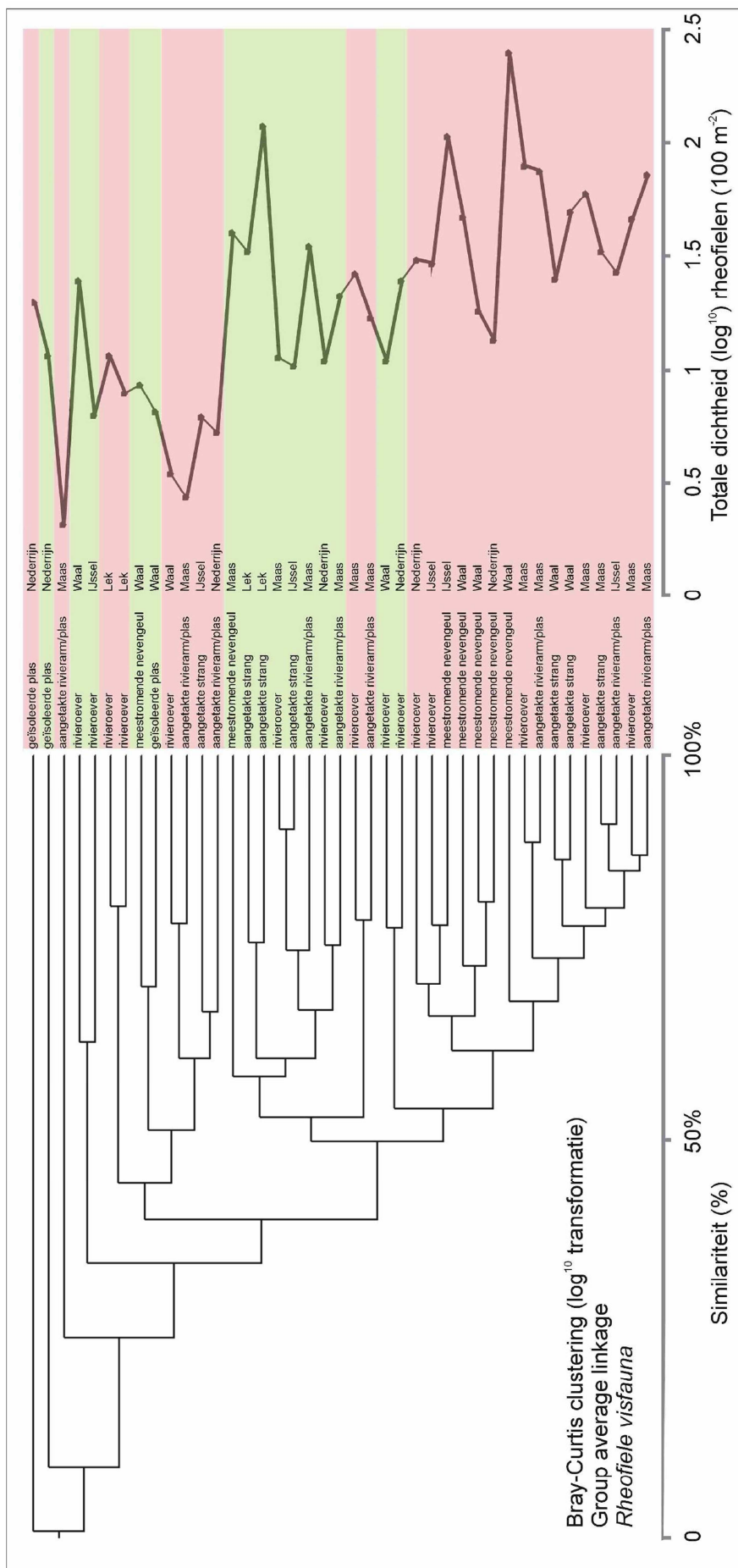
twee rivieroeveren, één locatie uit de Waal en één uit de IJssel. De vier clusters kenmerken zich door een afwijkende rheofiele gemeenschap met een lage totale visdichtheid. De overige clusters vertonen een hogere mate van similariteit tussen de afzonderlijke locaties. Met uitzondering van twee clusters rivieroeveren (één met twee locaties uit de Lek, en één een locatie uit de Waal en Nederrijn), worden in deze overige clusters meerdere habitattypen bij elkaar gerangschikt. In figuur 5 wordt hierbij het cluster rechtsonder in de figuur gekenmerkt door de hoogste totaaldichtheden rheofiele vissen. Dit cluster omvat tevens ook het grootste aantal locaties meestromende nevengeulen. Met uitzondering van het cluster dat bestaat uit twee rivieroeveren uit de Lek, is er geen duidelijk cluster te onderscheiden dat gedomineerd wordt door meerdere locaties uit één riviertak.



Figuur 3.a) Correspondentie analyse van gemiddelde visdichtheden ($\log^{10}$ getransformeerd, $n=26$) per locatie ($n=42$) boven vlakke bodems (zegenvangsten). De eerste twee ordinatie assen zijn weergegeven, locaties zijn onderverdeeld in vijf habitattypen (aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang, geïsoleerde plas, meestromende nevengeul, rivieroever, zie ook tabel 1). In b) is een uitsnede (grijze vlak) van a) weergegeven. De eigenwaardes van de eerste en tweede as waren 0.42 en 0.32, de eerste twee assen verklaren 39 % van de totale variantie.



Figuur 4. Correspondentie analyse van gemiddelde dichtheden van uitsluitend rheofiele vissen ($\log^{10}$ getransformeerd, $n=9$) per locatie ($n=40$) boven vlakke bodems (zegenvangsten). De eerste twee ordinatie assen zijn weergegeven, locaties zijn onderverdeeld in vijf habitattypen (aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang, geïsoleerde plas, meestromende nevengeul, rivieroever, zie ook tabel 1). De eigenwaardes van de eerste en tweede as waren 1.00 en 0.63, de eerste twee assen verklaren 47 % van de totale variantie.

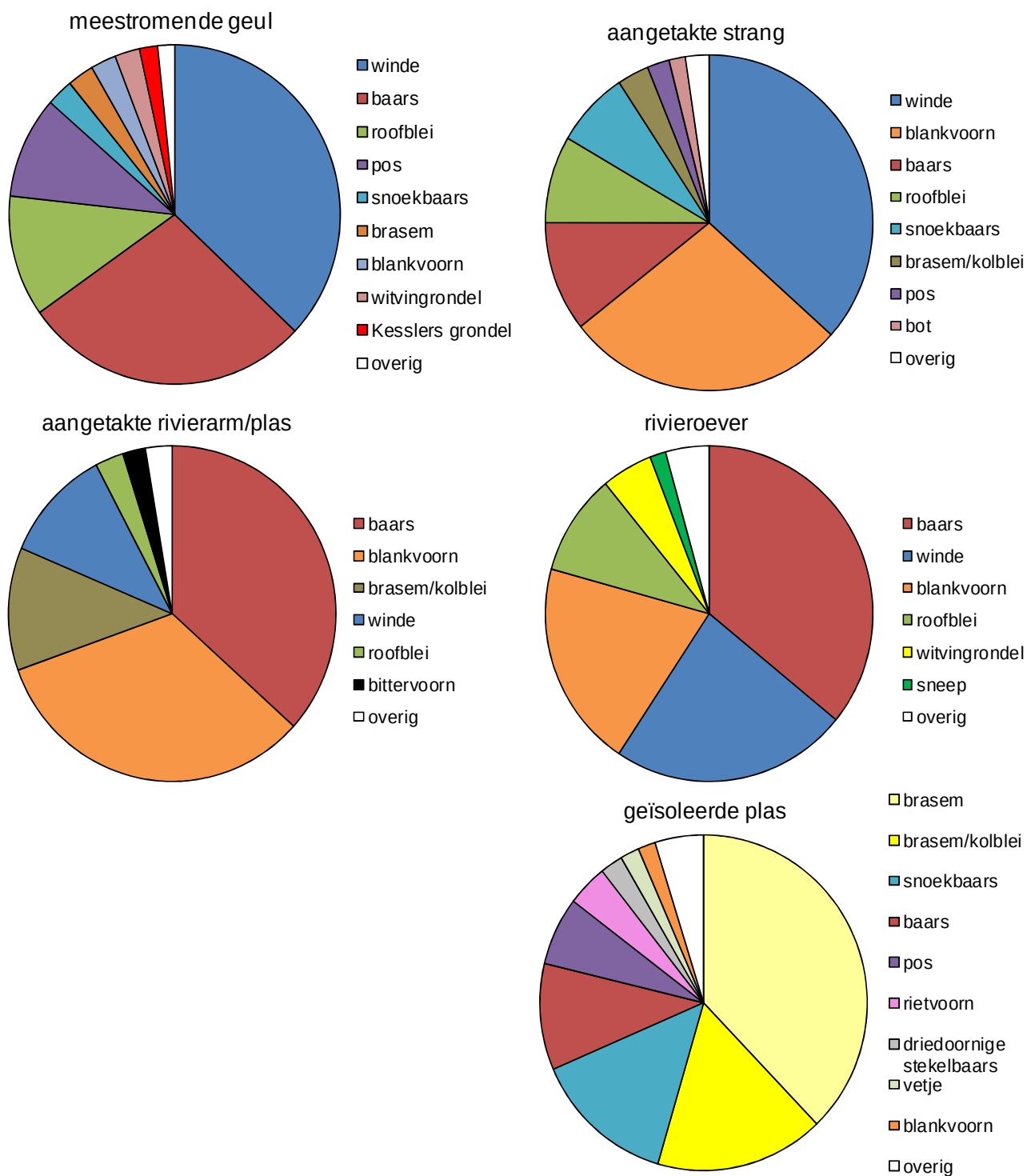


Figuur 5. Clusteranalyse (Bray-Curtis, group average linkage) van gemiddelde dichtheden van uitsluitend rheofiele vissen ($n=11$) per locatie ($n=40$) op vlakke bodem (zegen-vangsten). Clusters zijn onderscheiden op basis van 60% similariteit (weergegeven in twee kleurengedades). Locaties zijn onderverdeeld in vijf habitattypen (aangelakte rivierarm/plas, aangelakte strang, geïsoleerde plas, meestromende nevengeul, rivieroever, zie ook tabel 1). Aan de rechterzijde is per locatie de totale gemiddelde dichtheid rheofiele vissen weergegeven.

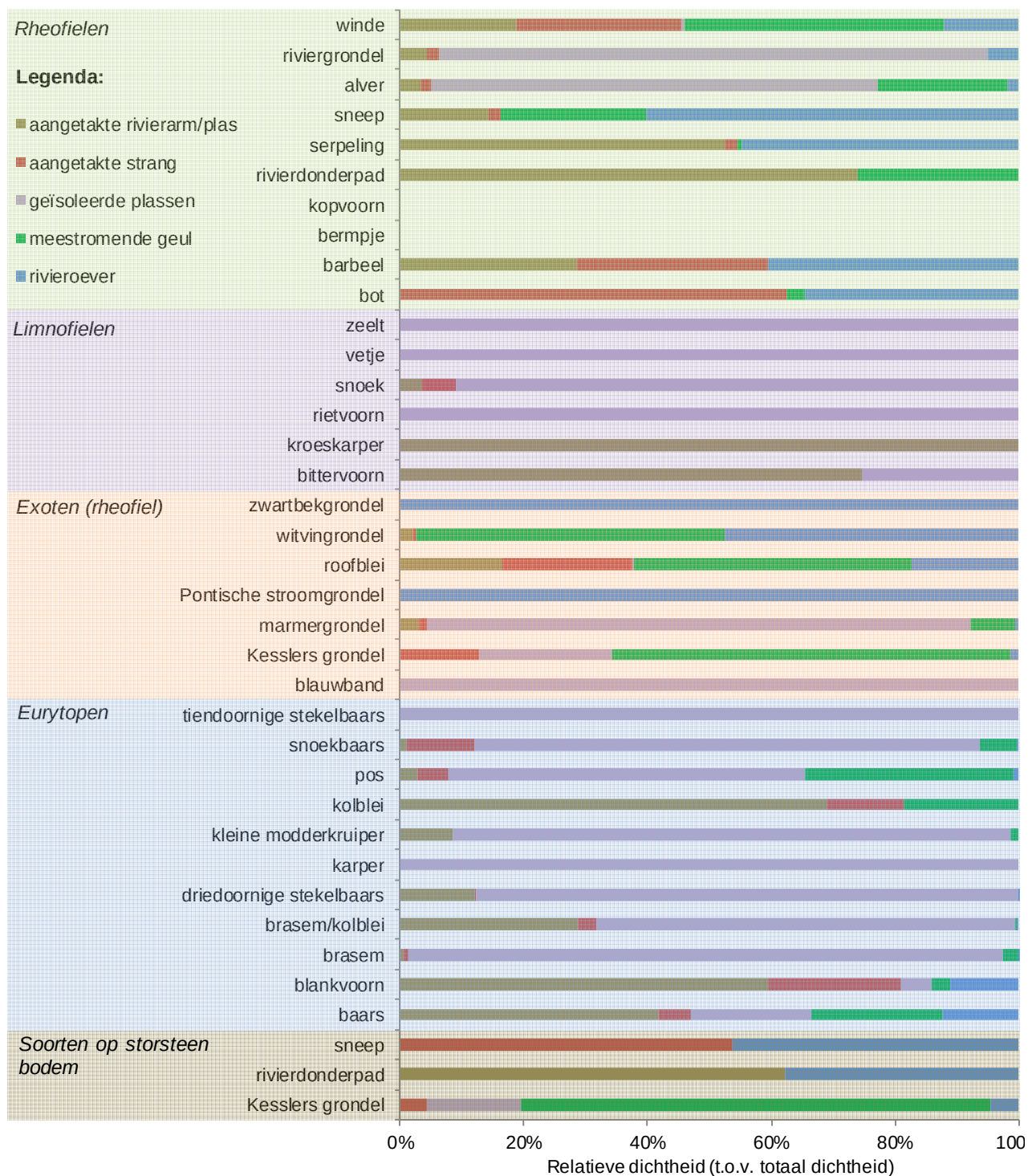
4.2 Absolute voorkomen van soorten & habitattypen

Ondanks de relatief hoge mate van uniformiteit in de soortenverdeling van zowel de totale gemeenschap als de rheofiele gemeenschap, kunnen de verschillende habitattypen en locaties verder gekarakteriseerd worden op basis van dominanties van afzonderlijke soorten. Dit is uitgewerkt in figuur 6 en 7.

Uit beide figuren blijkt dat een beperkt aantal vissoorten in vrijwel alle habitattypen tot de meest dominante vissoorten behoren. Dit geldt het sterkst voor baars die in alle habitattypen veel voorkomt. In de vier habitattypen die permanent met de rivier in verbinding staan, behoort ook de rheofiele winde altijd tot de meest voorkomende soorten. Dit geldt ook gedeeltelijk voor blankvoorn (in aangetakte strang, aangetakte rivierarm/plas, rivieroever) en roofblei (in meestromende nevengeul, aangetakte strang, rivieroever). Naast deze soorten die in de meeste habitattypen veel voorkomen, worden meestromende nevengeulen gekenmerkt door een hoge mate van voorkomen van de exoten witvingrondel en Kesslers grondel, aangetakte strangen door bot, aangetakte rivierarmen/plassen door bittervoorn, en rivieroeveren door witvingrondel en sneep. Geïsoleerde plassen hebben zoals eerder opgemerkt een afwijkende visgemeenschap die gedomineerd wordt door brasem, maar waarin ook snoekbaars, rietvoorn, driedoornige stekelbaars en vetje relatief veel voorkomen. Kesslers grondel vertoont ook een hoge mate van voorkomen in meestromende nevengeulen wanneer de gegevens van stortsteenbodems beschouwd worden (figuur 7). Rivierdonderpad komt in dit geval het meest veelvuldig voor in aangetakte rivierarmen/plassen en rivieroeveren. Het voorkomen van rivierdonderpad in meestromende nevengeulen is slechts op één enkele waarneming gebaseerd. Ook sneep komt op basis van stortsteen gegevens relatief veel voor in rivieroeveren.



Figuur 6. Relatieve dominantie (%) van soorten per habitatype boven vlakke bodem ten opzichte van de totale gemiddelde visdichtheid per habitatype. Soorten met gemiddelde dominantie <1.5% per soort zijn bij elkaar gevoegd als 'overig'.

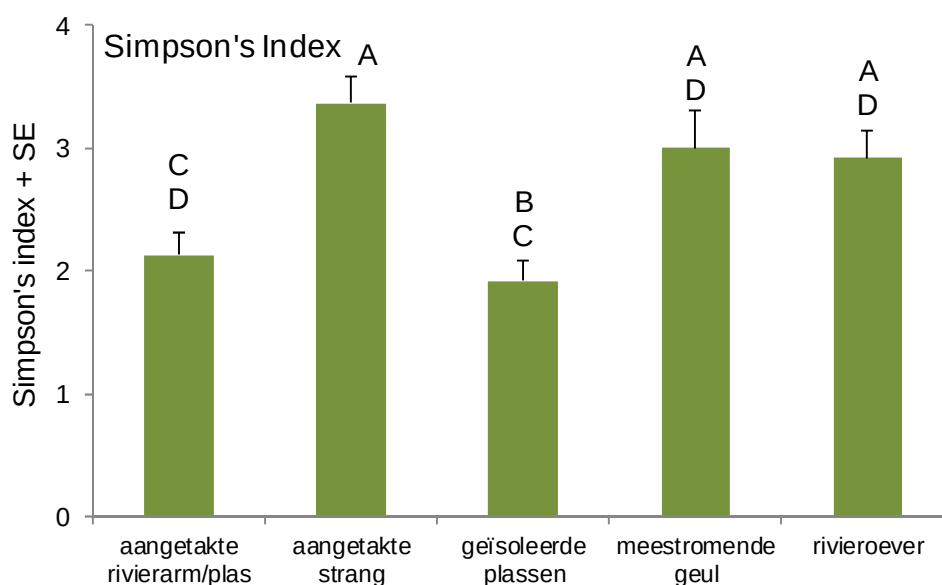


Figuur 7. Relatieve voorkomen van vissoorten per habitattyp op vlakke bodem. Per habitattyp is de gemiddelde dichtheid van een soort gefractioneerd ten opzichte van de totale gemiddelde dichtheid van de soort. Soorten zijn gerangschikt op basis van ecologische gilden. Voor sneep, riverdonderpad en Kesslers grondel is ook het relatieve voorkomen boven stortsteenbodem weergegeven.

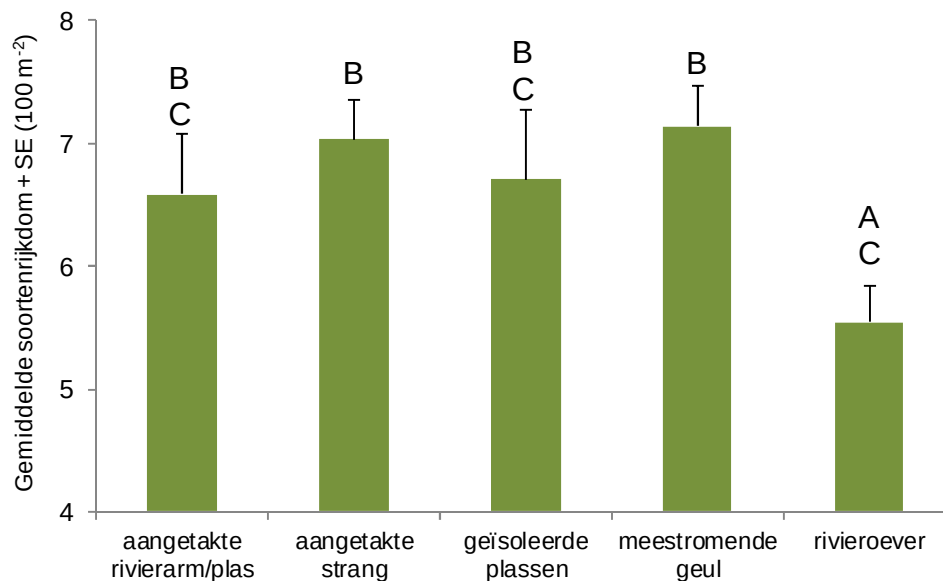
4.3 Diversiteit en soortenrijkdom

Voor vlakke bodems van de vijf habitattypen is de gemiddelde Simpson's diversiteitsindex in figuur 8 weergegeven terwijl de gemiddelde soortenrijkdom (totale visgemeenschap) in figuur 9 is weergegeven.

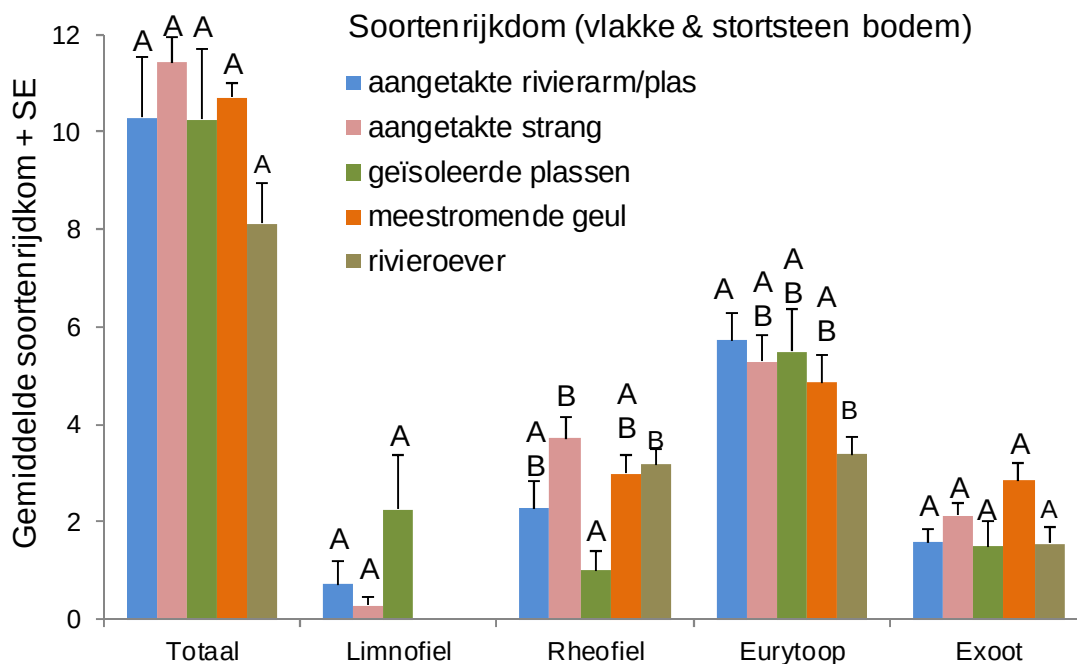
Behalve de soortenrijkdom van de vijf habitattypen op vlakke bodem zoals die is weergegeven in figuur 9, is de gemiddelde soortenrijkdom per locatie op basis van zowel vlakke als stortsteenbodems weergegeven in figuur 10. Naast de totale soortenrijkdom maakt figuur 10 ook onderscheid in eurytope, limnofiele, rheofiele en exotische (rheofiele) visgildes.



Figuur 8. Gemiddelde Simpson's diversiteitsindex per habitatype (vlakke bodem). Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitattypen weer.



Figuur 9. Gemiddelde totale soortenrijkdom per 100 m² in de vijf habitattypen boven vlakke bodem. Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitattypen weer.



Figuur 10. Gemiddelde soortenrijkdom per locatie (n=43) voor de totale visgemeenschap (33 soorten) en vier ecologische gilden. In tegenstelling tot figuur 9 is soortenrijkdom nu berekend op gecombineerde vangstgegevens van zowel stortsteen- (elektrovangsten) als vlakke bodem (zegenvangsten). Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitattypen weer.

De Simpson's diversiteit is het hoogst voor habitattypen die het sterkst door de rivier worden beïnvloed: aangetakte strangen, meestromende nevengeulen en rivieroeveren (figuur 8). Hoewel geïsoleerde plassen een afwijkende soortgemeenschap vertonen (figuur 3) is de diversiteit relatief laag. De diversiteit van aangetakte rivierarmen/plassen (aangekoppeld aan de rivier maar met een groot stagnant wateroppervlak) ligt tussen de diversiteit van bovengenoemde groepen in.

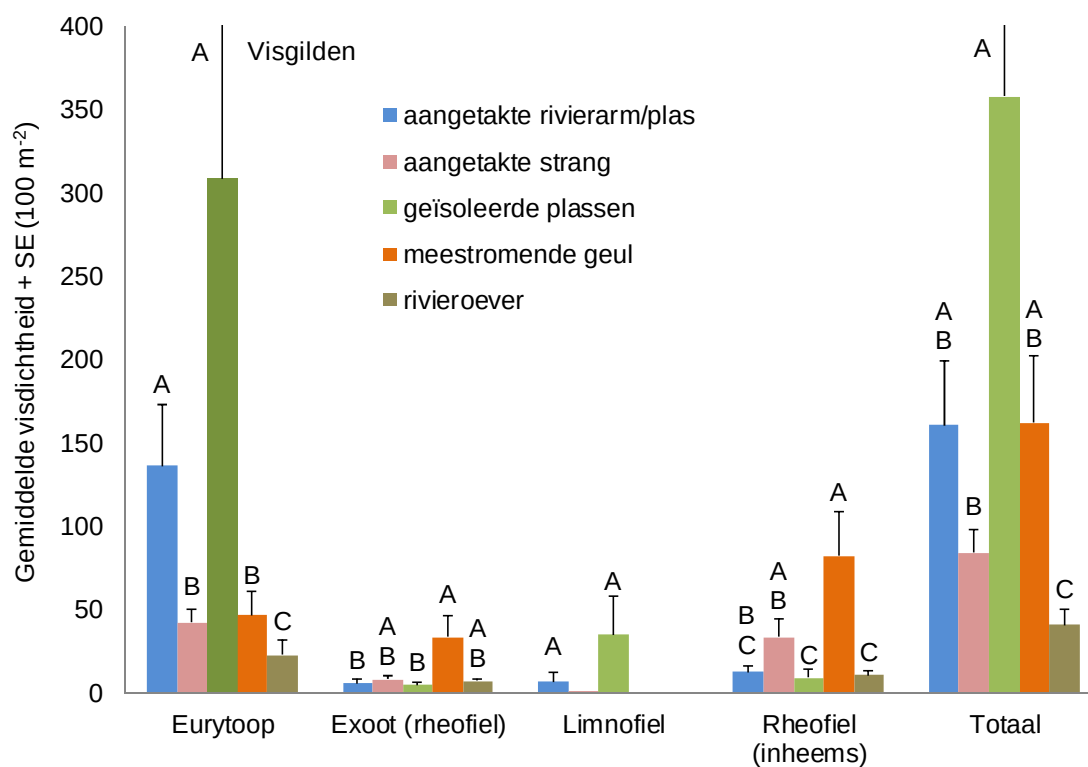
De gemiddelde soortenrijkdom op vlakke bodems verschilt weinig tussen de habitattypen (figuur 9), rivieroeveren hebben een lagere soortenrijkdom vergeleken met meestromende nevengeulen en aangetakte strangen.

Wanneer soortgegevens van stortsteen- en vlakke bodem gecombineerd worden, is er geen verschil tussen soortenrijkdom tussen de vijf habitattypen voor de totale visgemeenschap (figuur 10). Ook voor vier ecologische gilden is weinig differentiatie aan te geven, limnofiele soorten worden echter niet waargenomen in meestromende nevengeulen en rivieroeveren.

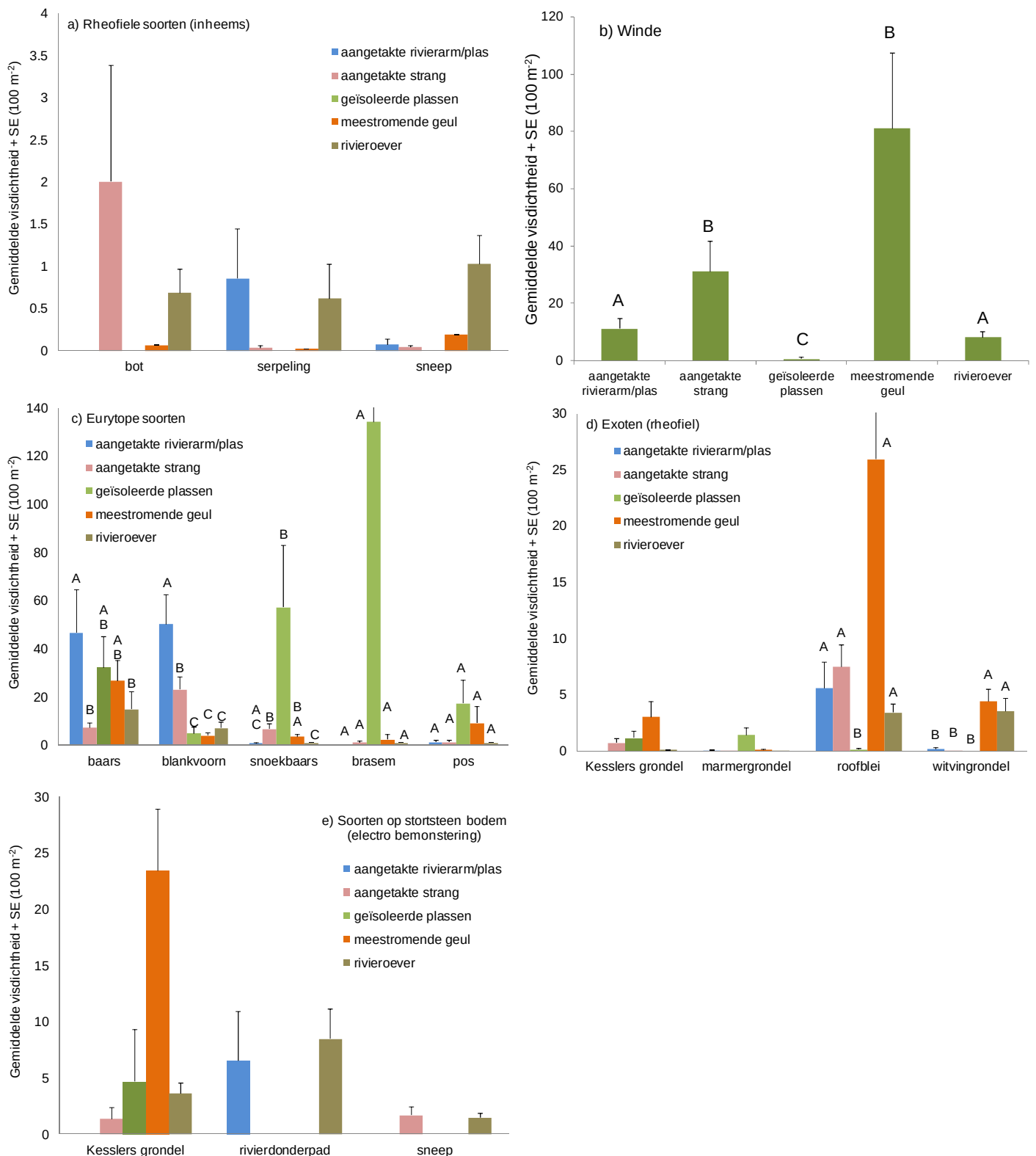
4.4 Absolute voorkomen van soorten & habitattypen

Bovenstaande paragraaf ging in op soortensamenstelling en -dominanties in de vijf habitattypen. Het absolute voorkomen van de vier ecologische gilden en afzonderlijke soorten vormt echter ook een belangrijke maat om de functie van habitattypen voor juveniele vissen te kunnen kwantificeren en toetsen.

Achtereenvolgens is voor de totale visgemeenschap en vier ecologische gilden (figuur 11) en voor frequent voorkomende soorten (figuur 12) getest of de variabele 'habitattype' een significant effect heeft op gemiddelde visdichtheid. In figuur 11 is de gemiddelde dichtheid van de totale visgemeenschap en vier ecologische visgilden per habitattype weergegeven, gevolgd door de gemiddelde dichtheid van een aantal frequent voorkomende indicerende soorten in figuur 12.



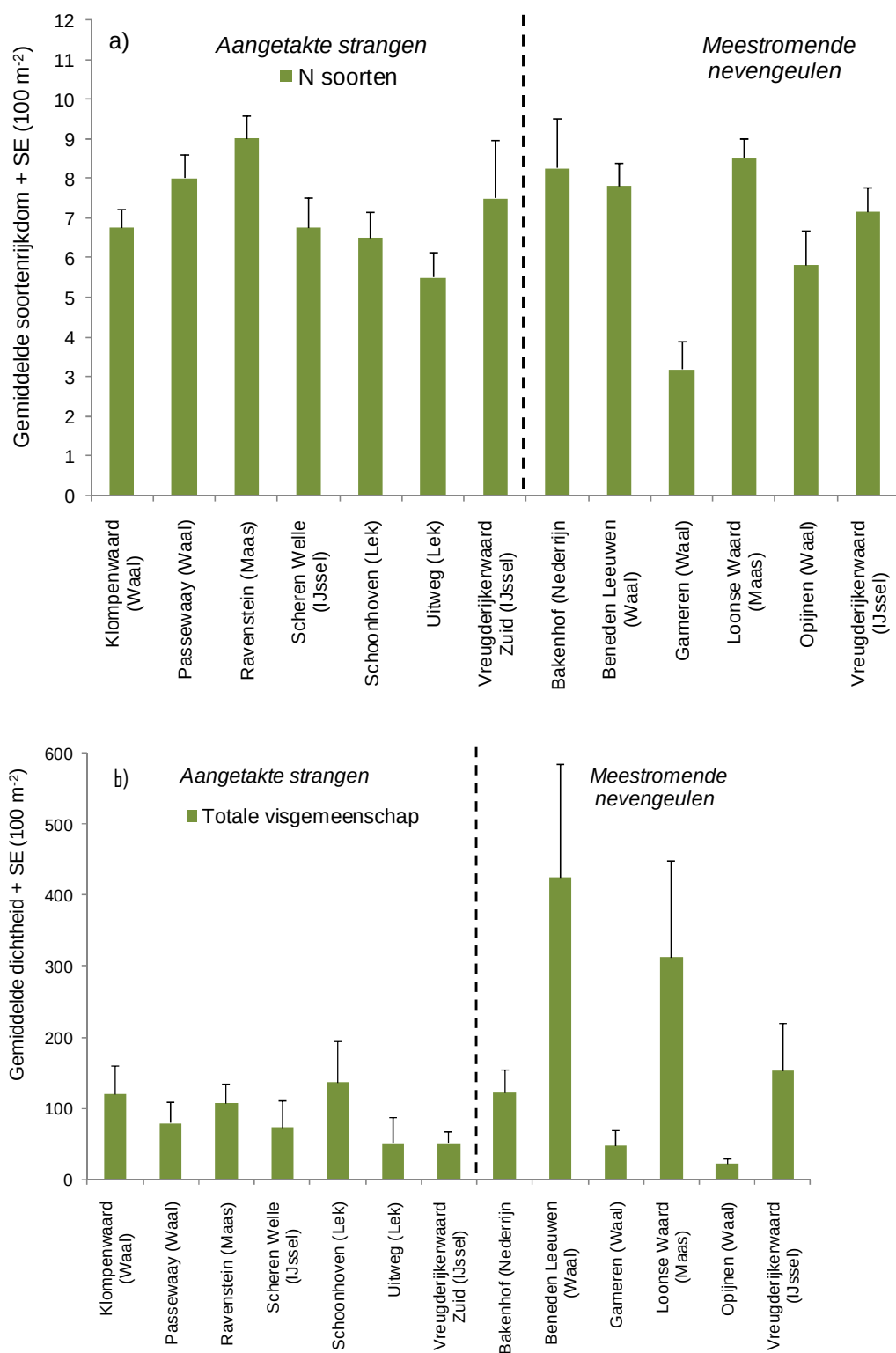
Figuur 11. Gemiddelde visdichtheid (totale visgemeenschap en ecologische gilden en) per habitatype boven vlakke bodem. Visdichtheid is uitgedrukt op basis van gemiddelde visdichtheden per traject. Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitatypen weer.



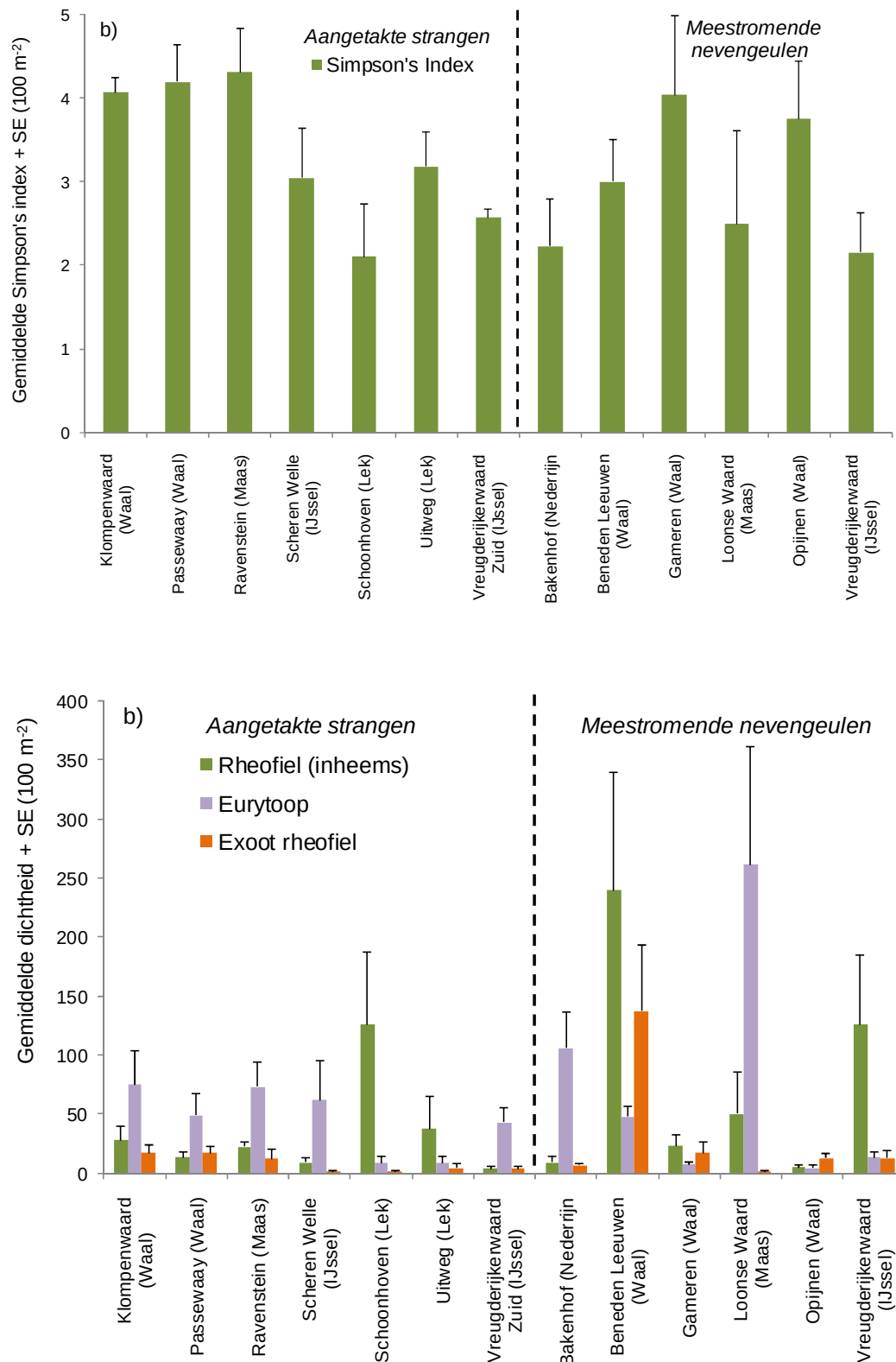
Figuur 12. Gemiddelde visdichtheden van een aantal frequent voorkomende indicerende soorten. Weergegeven zijn vier rheofiele soorten (a,b), vijf eurytope soorten (c), en vier exoten (d). Drie indicerende soorten komen ook frequent voor boven stortsteenbodem, deze zijn weergegeven in e). Verschillende letters geven significante verschillen tussen habitattypen weer, indien letters ontbreken was een statistische vergelijking via een parametrisch model niet mogelijk.

Wanneer de totale visdichtheid wordt beschouwd (figuur 11) zijn er weinig significante verschillen tussen de vijf habitattypen aanwezig, alleen rivieroeveren hebben een significant lagere visdichtheid. Voor de afzonderlijke ecologische gildes zijn echter grotere verschillen aanwezig. De groep rheofiele vissen komt in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen in de hoogste dichtheden voor. De dichtheden in aangetakte rivierarmen/plassen, geïsoleerde plassen en rivieroeveren zijn aanzienlijk lager. De dichtheid rheofiele vissen verschilt echter niet tussen aangetakte strangen en meestromende nevengeulen. Eurytope vissen geven een ander beeld, hier zijn de dichtheden significant hoger in aangetakte rivierarmen/plassen en geïsoleerde plassen, terwijl de dichtheden het laagst zijn in rivieroeveren. Limnofiele soorten zijn niet waargenomen in meestromende nevengeulen en rivieroeveren, de dichtheid in aangetakte strangen is extreem laag. Er zijn geen verschillen tussen aangetakte rivierarmen/plassen en geïsoleerde plassen. Dichtheden exoten zijn significant het hoogst in meestromende nevengeulen maar verschillen niet van dichtheden in aangetakte strangen en rivieroeveren.

Bovenstaande analyse beschrijft dichtheden op het niveau van de totale visgemeenschap en ecologische gildes. Afzonderlijke soorten binnen één gilde vertonen echter een duidelijk andere habitatvoorkeur. Dit is zichtbaar in figuur 12. Winde is de meest voorkomende rheofiele vis en komt significant meer voor in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen (figuur 12b). De rheofiele soorten bot, serpeling en sneep vertonen echter een ander patroon en komen juist relatief weinig voor in meestromende nevengeulen (figuur 12a). Dichtheden van bot zijn hierbij het hoogst in aangetakte strangen, die van serpeling in aangetakte rivierarmen/plassen en rivieroeveren, terwijl sneep een duidelijk hogere dichtheid bereikt in rivieroeveren. Eurytope soorten laten een gelijkmatiger patroon zien (figuur 12c), er zijn weinig significante verschillen tussen de vijf habitattypen zichtbaar. Snoekbaars, brasem en pos vertonen hierbij wel plaatselijk hoge dichtheden in geïsoleerde plassen, maar dit gaat ook gepaard met een grote mate van variatie. Blankvoorn vertoont wel een duidelijkere habitatvoorkeur, de soort komt in significant hogere dichtheden voor in aangetakte rivierarmen/plassen en aangetakte strangen. Voor exoten is er geen consistent patroon aanwezig (figuur 12d). Roofblei komt hierbij in alle habitattypen die in verbinding staan met de rivier op gelijke wijze voor maar vertoont een duidelijke piek met een hoge mate van variatie in meestromende nevengeulen. Witvingrondel komt in gelijke dichtheden voor in rivieroeveren en meestromende nevengeulen en is vrijwel afwezig in de overige habitattypen. Marmergrondel komt daarentegen alleen in hogere dichtheden voor in geïsoleerde plassen. Kesslers grondel bereikt de hoogste dichtheden in meestromende nevengeulen, dit wordt vooral geïllustreerd door de dichtheden op stortsteenbodem (figuur 12e).

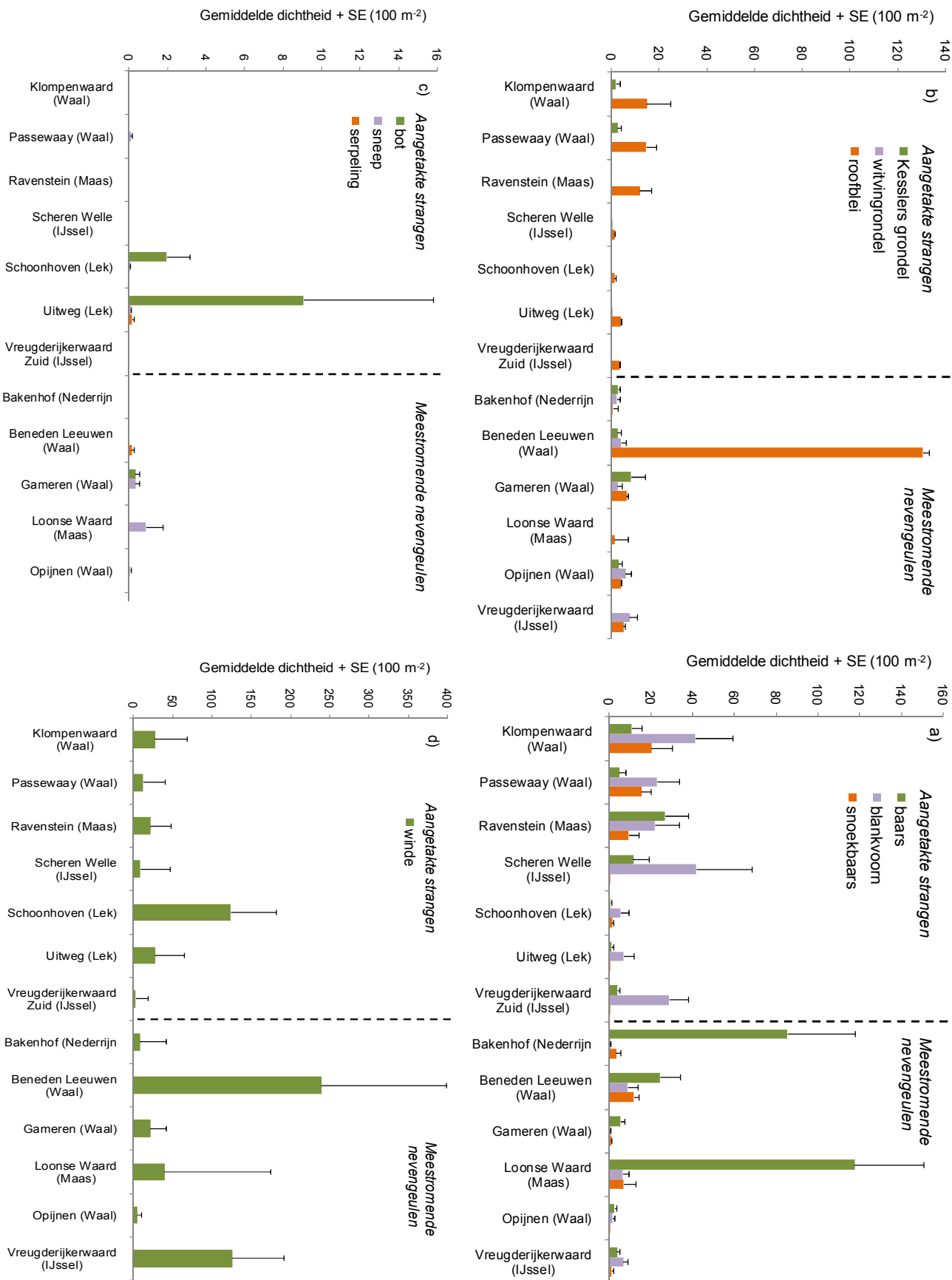


Figuur 13. Gemiddelde soortenrijkdom (a) en Simpson's Index (b) van de totale visgemeenschap op vlakke bodem voor zeven aangetakte strangen en zes meestromende nevengeulen. Tussen haakjes is weergegeven in welke riviertak de uiterwaardlocaties gelegen zijn.



Figuur 14. Gemiddelde dichtheid van de totale visgemeenschap (a) en ecologische gildes (b) op vlakke bodem voor zeven aangetakte strangen en zes meestromende nevengeulen. Tussen haakjes is weergegeven in welke riviertak de uiterwaardlocaties gelegen is.

Figuur 15. Gemiddelde visdichtheden van een aantal frequent voorkomende indicerende soorten (a: eurytope soorten, b: exoten, c en d: inheemse rheofiele soorten). Het betreffen visdichtheden op vlakke bodem voor zeven aangetakte strangen en zes meestromende nevengeulen. Tussen haakjes is weergegeven in welke riviertak de uiterwaardlocaties gelegen is.



4.5 Het gebruik van afzonderlijke nevengeulen en strangen door juveniele vissen

De in het kader van natuurontwikkeling aangelegde aangetakte strangen en meestromende nevengeulen hebben doorgaans verschillende ontwikkelingsgeschiedenissen en morfologische kenmerken. In de vorige paragraaf was voor een aantal afzonderlijke soorten al een grote mate van variatie binnen eenzelfde habitatype zichtbaar. Dit suggereert grote verschillen tussen afzonderlijke locaties binnen één habitatype.

Om meer inzicht in de mate van variatie in het gebruik van strangen en nevengeulen door juveniele vissen te verkrijgen, is inzicht gewenst in het voorkomen van vissen in afzonderlijke locaties binnen deze habitatypen. Achtereenvolgens is voor zeven aangetakte strangen en zes meestromende nevengeulen de gemiddelde soortenrijkdom en Simpson's diversiteitsindex weergegeven (figuur 13). In figuur 14 is van dezelfde locaties de gemiddelde totale visdichtheid (figuur 14a) en dichtheden van de vier ecologische visgilden weergegeven (figuur 14b). Figuur 15 geeft ten slotte per locatie de dichtheden van frequent voorkomende afzonderlijke soorten weer.

De figuren maken per habitatype een grote variatie tussen de afzonderlijke onderzoekslocaties zichtbaar. De soortenrijkdom (figuur 13a) en Simpson's index (figuur 13b) lopen voor zowel aangetakte strangen als meestromende nevengeulen sterk uiteen. Voor meestromende nevengeulen zijn hierbij de verschillen tussen onderlinge locaties het grootst, vooral wat betreft soortenrijkdom. Wat betreft absolute visdichtheden is eenzelfde trend zichtbaar. Van de onderzochte meestromende nevengeulen kenmerken enkele locaties zich door zeer hoge totale visdichtheden (figuur 14a, Beneden-Leeuwen, Loonse Waard, Vreugderijkerwaard), terwijl andere locaties zich juist kenmerken door lage dichtheden (Bakenhof, Gameren, Opijnen) die weinig verschillen ten opzichte van aangetakte strangen. Binnen aangetakte strangen zijn de verschillen tussen onderlinge locaties minder groot.

In figuur 14b is duidelijk dat deze verschillen tussen onderlinge locaties binnen nevengeulen zichtbaar zijn voor zowel rheofiele, eurytope en exotische soorten. Opvallend hierbij is dat verschillen tussen locaties niet hetzelfde zijn per ecologisch gilde. Dit wordt verder geïllustreerd door de dichtheden van afzonderlijke soorten in figuur 15. De meestromende nevengeulen Beneden-Leeuwen en Vreugderijkerwaard worden gekenmerkt door hoge dichtheden winde (figuur 15d) terwijl de Bakenhof en Loonse Waard gekenmerkt worden door hoge dichtheden baars (figuur 15a). Beneden-Leeuwen vertoont daarbij ook een extreme dichtheidspiek van roofblei (figuur 15b). Kesslers grondel vertoont juist weer een piek in de meestromende nevengeul van Gameren terwijl dit voor witvinggrondel voor Opijnen en de Vreugderijkerwaard geldt (figuur 15b).

Ook aangetakte strangen vertonen onderling grote verschillen tussen afzonderlijke soorten. De locaties Schoonhoven en Uitweg worden gekenmerkt door hoge dichtheden bot terwijl deze op ander locatie vrijwel afwezig zijn (figuur 15c). Blankvoorn komt over het algemeen in de meeste aangetakte strangen in hogere dichtheden voor, maar is in Schoonhoven en de Uitweg juist weinig aanwezig.

4.6 Sturende omgevingsvariabelen in de functie van habitattypen voor juveniele riviervissen

De vorige paragrafen beschreven vooral verschillen in de waargenomen visfauna tussen de vijf bemonsterde habitattypen. Om een link met het natuurbeheer te kunnen leggen is een belangrijke vraag of het in de vorige paragrafen waargenomen habitatgebruik door groepen en soorten kan worden gerelateerd aan omgevingsvariabelen die de habitattypen karakteriseren. Dit is uitgewerkt in deze paragraaf.

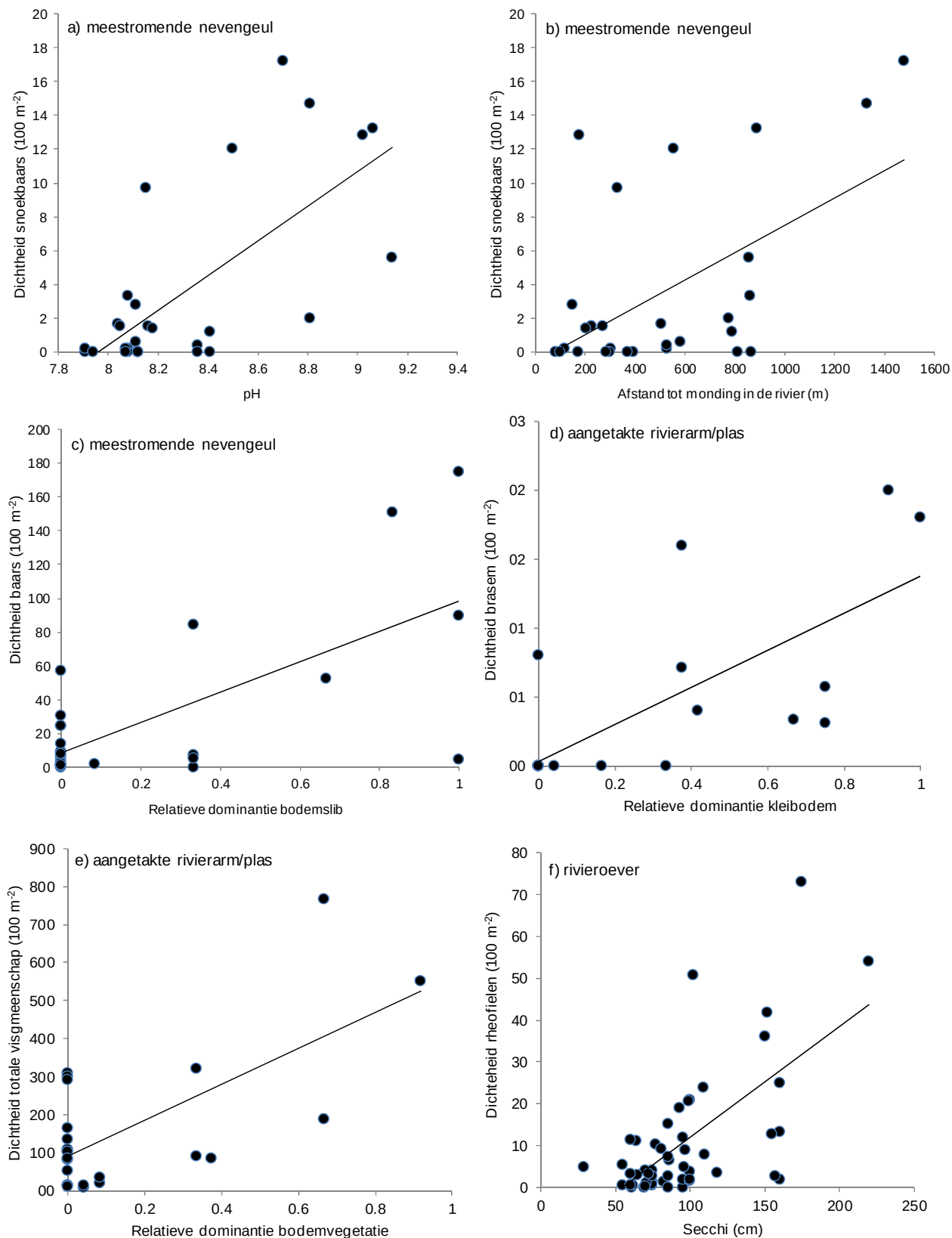
Wanneer op basis van alle bemonsterde trajecten gezocht wordt naar omgevingsvariabelen die een lineaire relatie vertonen met visdichtheden, wordt geen enkel significant verband gevonden. Voor afzonderlijke habitattypen (meestromende nevengeul, aangetakte strang, aangetakte rivierarm/plas, rivieroever) zijn echter wel significante verbanden gevonden tussen visdichtheden van verschillende soorten/groepen en de omgevingsvariabelen 'afstand tot de rivier', 'pH', 'bodemslib', 'diepte', 'bodemvegetatie', bodemklei' en 'doorzicht'. Deze staan weergegeven in tabel 5. Voor het habitatype 'geïsoleerde plas' zijn te weinig trajecten voorhanden om een betrouwbare regressie analyse uit te voeren.

Voor snoekbaars en pos bestaan positieve verbanden tussen dichtheid en pH in meestromende nevengeulen, aangetakte strangen en rivieroevers. Dit verband is het sterkst voor snoekbaars in meestromende nevengeulen (figuur 16a). Voor het habitatype meestromende nevengeul bestaat voor snoekbaars, winde, roofblei en voor het ecologische gilde exoten een positieve relatie tussen dichtheden en de afstand van het monstertraject in de nevengeul/strang tot de monding van de nevengeul in de rivier. De relatie voor snoekbaars is weergegeven in figuur 16b. Verder vertoont in meestromende nevengeulen de dichtheid van baars een relatief sterk positief verband met de dominantie van bodemslib van het monstertraject (figuur 16b).

Voor het habitatype aangetakte rivierarmen/plassen zijn positieve relaties gevonden tussen bodemvegetatie en de totale visdichtheid (figuur 16c) en de dichtheid eurytope vissen, en tussen de dominantie bodemklei en de dichtheid brasem (figuur 16d). Voor rivieroevers bestaat er een positieve relatie tussen het doorzicht en de dichtheid rheofielen (figuur 16e), roofblei en winde.

Tabel 5. Overzicht van significante lineaire regressie tussen visdichtheden en omgevingsvariabelen in vier habitattypen op basis van bemonsterde trajecten (zie ook figuur 14). In geïsoleerde plassen konden geen regressie analyses worden uitgevoerd vanwege het lage aantal bemonsterde trajecten.

Habitatype: <i>meestromende geul</i>				
Omgevingsvariabele:	Visgilde /-soort:	R ²	Significantie (p)	verband
Afstand tot de rivier	exoten (rheofiel)	0.31	0.002	+
Afstand tot de rivier	snoekbaars	0.30	0.002	+
Afstand tot de rivier	winde	0.27	0.004	+
Afstand tot de rivier	roofblei	0.30	0.002	+
pH	snoekbaars	0.48	<0.001	+
slib	baars	0.49	<0.001	+
<i>aangetakte strang</i>				
pH	pos	0.42	<0.001	+
diepte	blankvoorn	0.27	0.002	+
<i>aangetakte rivierarm/plas</i>				
bodemvegetatie	eurytopen	0.41	0.001	+
bodemvegetatie	totale visgemeenschap	0.44	<0.001	+
bodemtemperatuur	totale visgemeenschap	0.30	0.005	+
klei	brasem	0.54	<0.001	+
klei	snoekbaars	0.32	0.004	+
<i>rivieroever</i>				
doorzicht (Secchi)	rheofielen	0.43	0.001	+
doorzicht (Secchi)	roofblei	0.31	<0.001	+
doorzicht (Secchi)	winde	0.42	<0.001	+
pH	snoekbaars	0.34	<0.001	+



Figuur 16. Significante lineaire verbanden tussen visdichtheden en omgevingsvariabelen op basis van bemonsterde trajecten ($R^2 > 0.30$, tabel 5). Weergegeven zijn de volgende relaties: voor meestromende nevengeul: pH versus snoekbaars (a), afstand tot de monding in de rivier versus snoekbaars (b), dominantie bodemslib versus baars (c); voor aangetakte rivierarm/plas: dominantie kleibodem versus brasem (d), dominantie bodemvegetatie versus totale visgemeenschap (e); voor rivieroevers: doorzicht (Secchi) versus rheofielen (f).

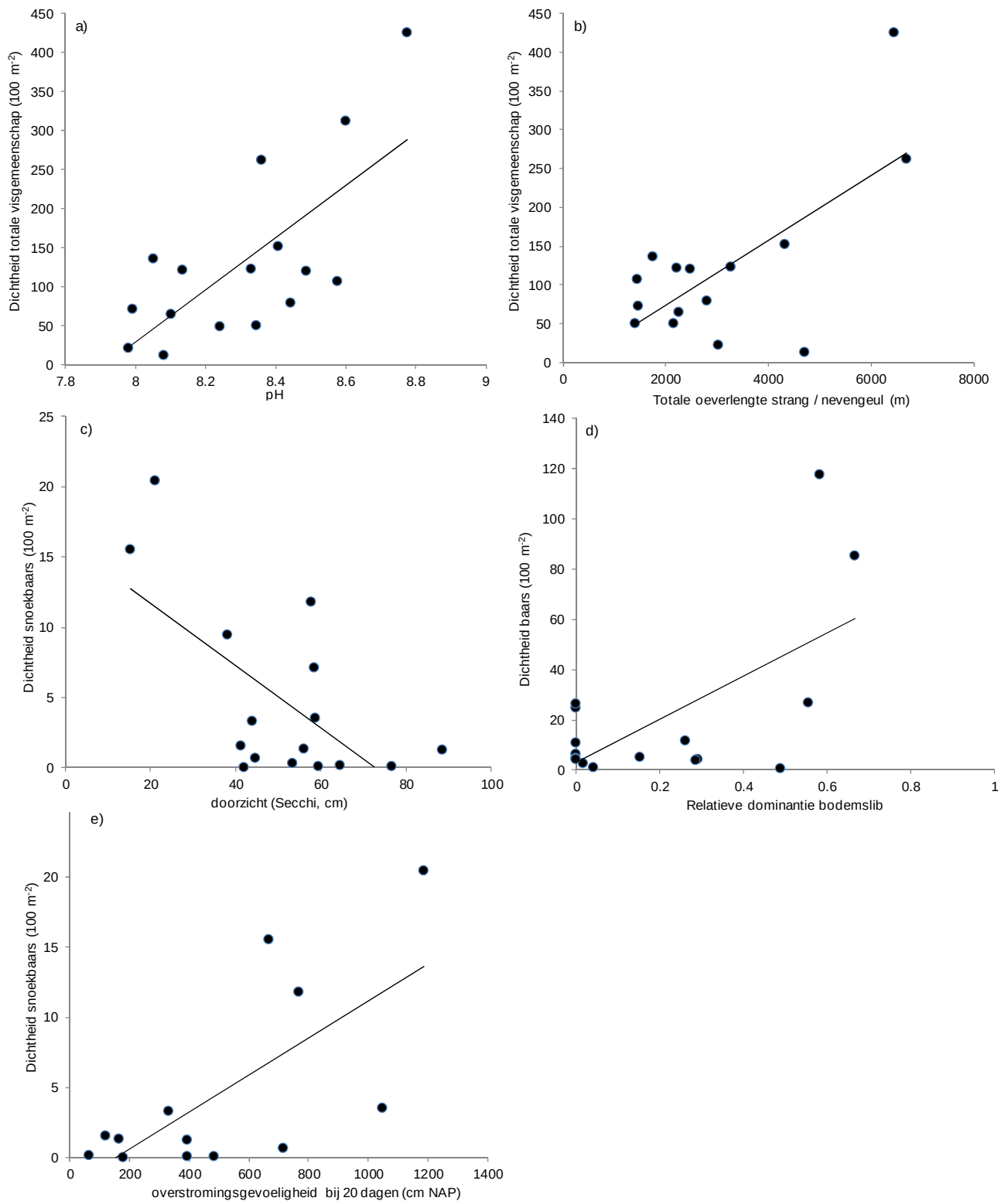
4.7 Sturende omgevingsvariabelen in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen

Het gebruik van aangetakte strangen en meestromende nevengeulen door juveniele vissen in relatie tot omgevingsvariabelen is verder uitgewerkt in onderstaande paragraaf.

De resultaten van de regressieanalyses tussen visdichtheden en omgevingsvariabelen op het niveau van gehele nevengeulen en strangen staan weergegeven in tabel 6. Voor dichtheden van snoekbaars, baars en de totale visgemeenschap in aangetakte strangen en nevengeulen zijn significante verbanden gevonden met omgevingsvariabelen (tabel 6). De variabele pH vertoont hierbij een significant positief verband met de dichtheid van de totale visgemeenschap (figuur 17a) en snoekbaars. De totale visgemeenschap vertoont ook een positieve relatie met de totale oeverlengte in aangetakte strangen en nevengeulen (figuur 17b). Daarnaast vertonen dichtheden van snoekbaars een negatief verband met doorzicht (figuur 17c) en een omgekeerd evenredig verband met overstromingsgevoeligheid voor inundatie van 20 dagen (figuur 17e). Dichtheden van baars vertonen een positief verband met de relatieve dominantie van bodemslib in strangen en nevengeulen (figuur 17d). Voor de overige omgevingsvariabelen die beschreven staan in hoofdstuk 2, zijn geen significante relaties met de visgemeenschap gevonden.

Tabel 6. Overzicht van significante lineaire regressies tussen visdichtheden en omgevingsvariabelen in meestromende nevengeulen en aangetakte strangen op basis van locaties. '2_d' geeft de overstromingsgevoeligheid weer voor inundatie gedurende 2 dagen; '20_d' voor 20 dagen; '250_d' voor 250 dagen.

Omgevingsvariabele:	Visgilde /-soort:	R ²	Significantie (p)	verband
doorzicht (Secchi)	snoekbaars	0.42	0.007	-
pH	snoekbaars	0.44	0.005	+
2_d	snoekbaars	0.48	0.009	+
20_d	snoekbaars	0.48	0.009	+
250_d	snoekbaars	0.34	0.035	+
river km t.o.v zee	snoekbaars	0.45	0.005	+
totale oeverlengte	totale visgemeenschap	0.47	0.005	+
pH	totale visgemeenschap	0.50	0.002	+
slib	baars	0.40	0.008	+



Figuur 17. Significante lineaire verbanden tussen visdichtheden en omgevingsvariabelen op basis van afzonderlijke aangetakte strangen en meestromende nevengeulen ($R^2 > 0.40$, tabel 6). Weergegeven zijn de volgende relaties: pH versus totale visgemeenschap (a); totale oeverlengte in strangen en nevengeulen versus totale visgemeenschap (b); doorzicht versus snoekbaars (c); dominantie bodemslib versus baars (d); overstromingsgevoeligheid (inundatieduur van 20 dagen) versus snoekbaars (e). In (e) is overstromingsgevoeligheid omgekeerd evenredig met het benodigde waterpeil dat inundatie gedurende 20 dagen optreedt: hoe hoger het waterpeil, des te kleiner de kans dat inundatie van de uiterwaard ter plaatse optreedt.

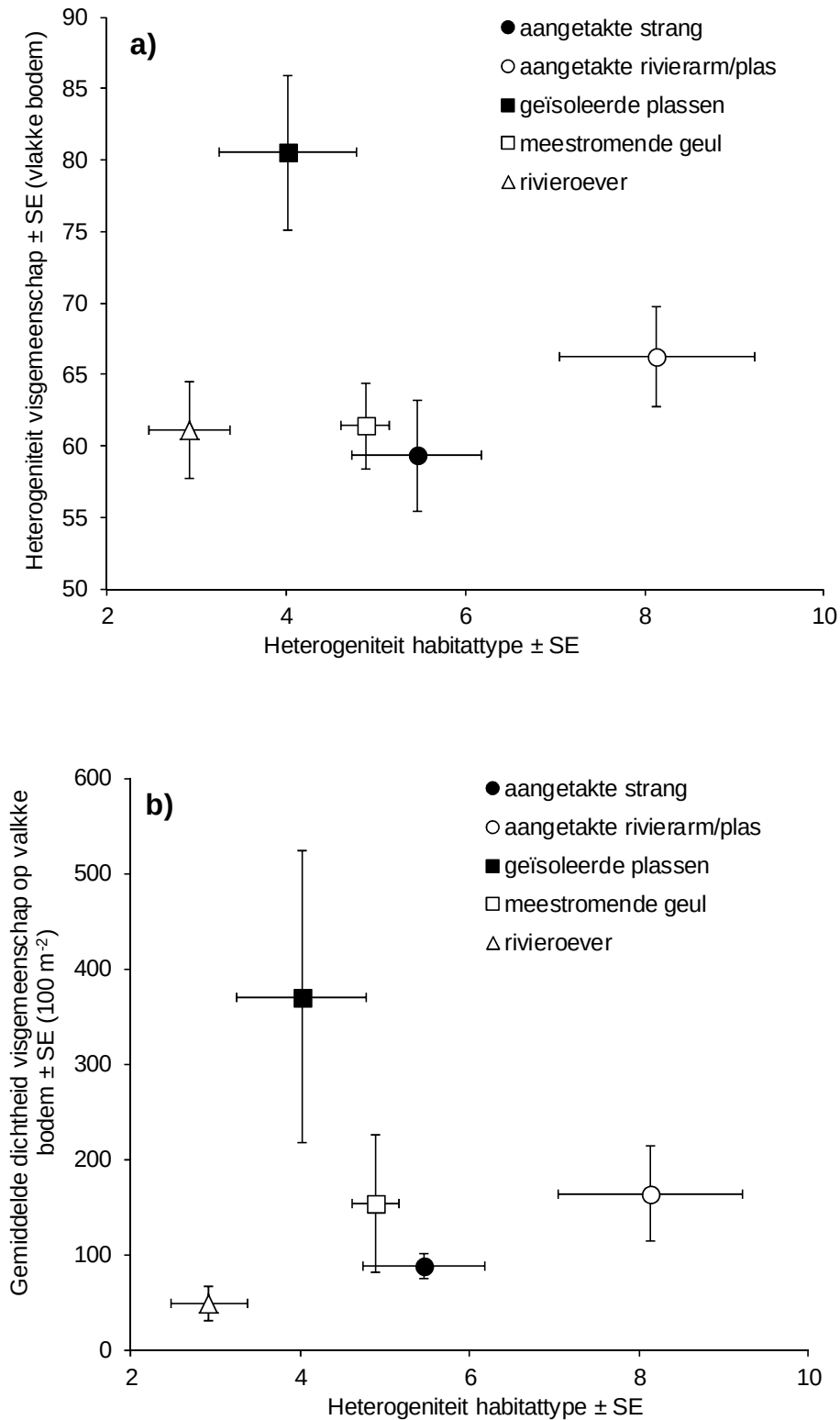
4.8 Invloed van habitatheterogeniteit op het voorkomen van juveniele riviervissen

In figuur 18 is vervolgens weergegeven hoe de gemiddelde heterogeniteit (a) en dichtheid (b) van de totale visgemeenschap (alle soorten samen) zich verhoudt tot de gemiddelde heterogeniteit van het habitatype. In figuur 19 is hetzelfde weergegeven voor de rheofiele visgemeenschap.

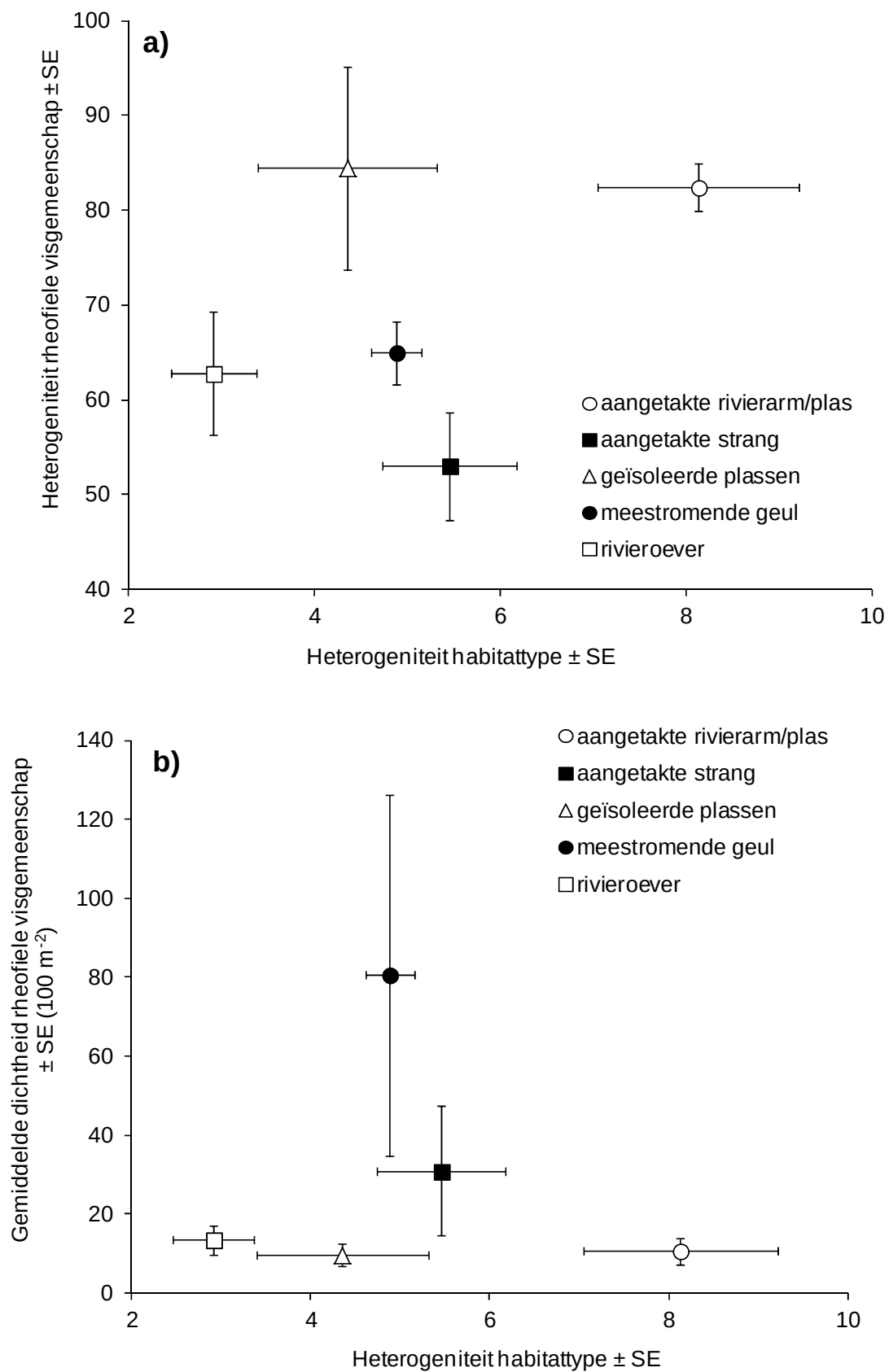
Op basis van figuur 18 en 19 blijkt de habitat heterogeniteit op basis van de gemeten omgevingsvariabelen duidelijk te verschillen tussen de vijf habitattypen. Rivieroevers hebben hierbij de laagste habitatheterogeniteit, aangetakte rivierarmen/plassen de hoogste. Opvallend is dat de heterogeniteit van meestromende nevengeulen en aangetakte strangen nauwelijks van elkaar verschilt en in het midden van de totale range ligt.

Wanneer zowel heterogeniteit (figuur 18a) als dichtheid (figuur 18b) van de totale visgemeenschap aan de heterogeniteit van de vijf habitattypen gerelateerd wordt, blijkt er geen duidelijk lineair verband te zijn. Wat betreft totale visdichtheid kan echter wel gesteld worden dat rivieroevers zowel de laagste totale visdichtheid hebben en tevens gekenmerkt worden door de laagste habitatheterogeniteit.

Ook voor uitsluitend de rheofiele visgemeenschap is geen lineair verband aanwezig tussen zowel heterogeniteit (figuur 19a) als dichtheid (figuur 19b) van de rheofiele visgemeenschap en de heterogeniteit van de vijf habitattypen. Opvallend is dat in figuur 19a de heterogeniteit van de rheofiele visgemeenschap in rivieroevers hetzelfde is als van meestromende nevengeulen terwijl de habitatheterogeniteit van beide habitattypen wel sterk verschilt. Tussen meestromende geulen en aangetakte strangen bestaat echter wel een verschil in heterogeniteit van de rheofiele visgemeenschap terwijl de habitatheterogeniteit niet verschilt. Zowel voor de totale visgemeenschap als voor de rheofiele visgemeenschap bestaat dus geen duidelijk verband tussen de heterogeniteit en dichtheid van de visgemeenschap en de heterogeniteit van de habitattypen.



Figuur 18. Relatie tussen gemiddelde heterogeniteit (a) en dichtheid (b) van de totale visgemeenschap (alle soorten samen) en de gemiddelde heterogeniteit van het habitatype.



Figuur 19. Relatie tussen gemiddelde heterogeniteit (a) en dichtheid (b) van de rheofiele visgemeenschap (alle rheofiele soorten samen) en de gemiddelde heterogeniteit van het habitatype.

4.9 Vergelijking van vispopulaties tussen 1998-1999 en 2009 in vier wateren

In drie meestromende nevengeulen (Beneden-Leeuwen, Gameren, Opijnen), één aangetakte strang (Passewaay) en enkele rivieroever/kribvakken in het stroomgebied van de Waal zijn zowel in de jaren 1998/1999 als 2009 vergelijkbare visbemonsteringen uitgevoerd. Hierbij zijn binnen dezelfde locaties vrijwel gelijke trajecten bemonsterd en is een vergelijkbare methodiek gebruikt (zegenvisserij). Alleen voor de kribvakken geldt dat in 2009 niet exact dezelfde kribvakken zijn bemonsterd als in 1999. Wel lagen de bemonsterde kribvakken in 2009 op slechts 5 km afstand van de locatie in 1999. De gegevens beslaan een relatief lange periode (10 jaar) waarbij maar één referentie punt beschikbaar is. De reeks dient daarmee uitdrukkelijk niet als monitoring geïnterpreteerd te worden. De gegevens geven echter een eerste beeld van het functioneren van de aangelegde wateren voor juveniele vissen in twee jaren over een langer tijdsbestek (10 jaar).

In figuur 20 is per locatie de gemiddelde visdichtheid van de totale visgemeenschap en ecologische gildes weergegeven in 1998/1999 en 2009. Behalve visdichtheden geven de bemonsteringen ook inzicht in de relatieve soortensamenstelling van de locaties. In figuur 21 zijn per locatie de meest abundante soorten ten opzichte van de totale visdichtheid weergegeven in 1998/1999 en 2009.

Hoewel de variatie ten opzichte van de gemiddeldes relatief groot is, lijkt op basis van figuur 20 gesteld te kunnen worden dat totale visdichtheden van de nevengeulen Beneden-Leeuwen en Gameren en de aangetakte strang Passewaay ongeveer gelijk zijn in de periode 1998/1999 en 2009. Voor de nevengeul bij Opijnen en de kribvakken zijn totale visdichtheden echter aanzienlijk lager.

De verschillen tussen de afzonderlijke ecologische gildes zijn aanmerkelijk groter. De dichtheid exoten is op alle locaties, behalve Opijnen, aanzienlijk hoger. Voor eurytope vissen is het tegenovergestelde zichtbaar: de dichtheid is op alle locaties in 2009 juist aanzienlijk lager ten opzichte van 1998/1999. Vooral de nevengeul bij Opijnen laat een zeer groot verschil in eurytope vissen zien.

Dichtheden van de doelgroep rheofiele vissen zijn daarentegen relatief vergelijkbaar tussen 1998/1999 en 2009. Dit geldt in ieder geval voor Beneden-Leeuwen, Gameren en de Passewaay. Voor Opijnen en de kribvakken lijkt echter wel sprake te zijn van een lagere dichtheid rheofielen. Hierbij is de mate van variantie echter zeer hoog en is er geen sprake van een significant verschil.

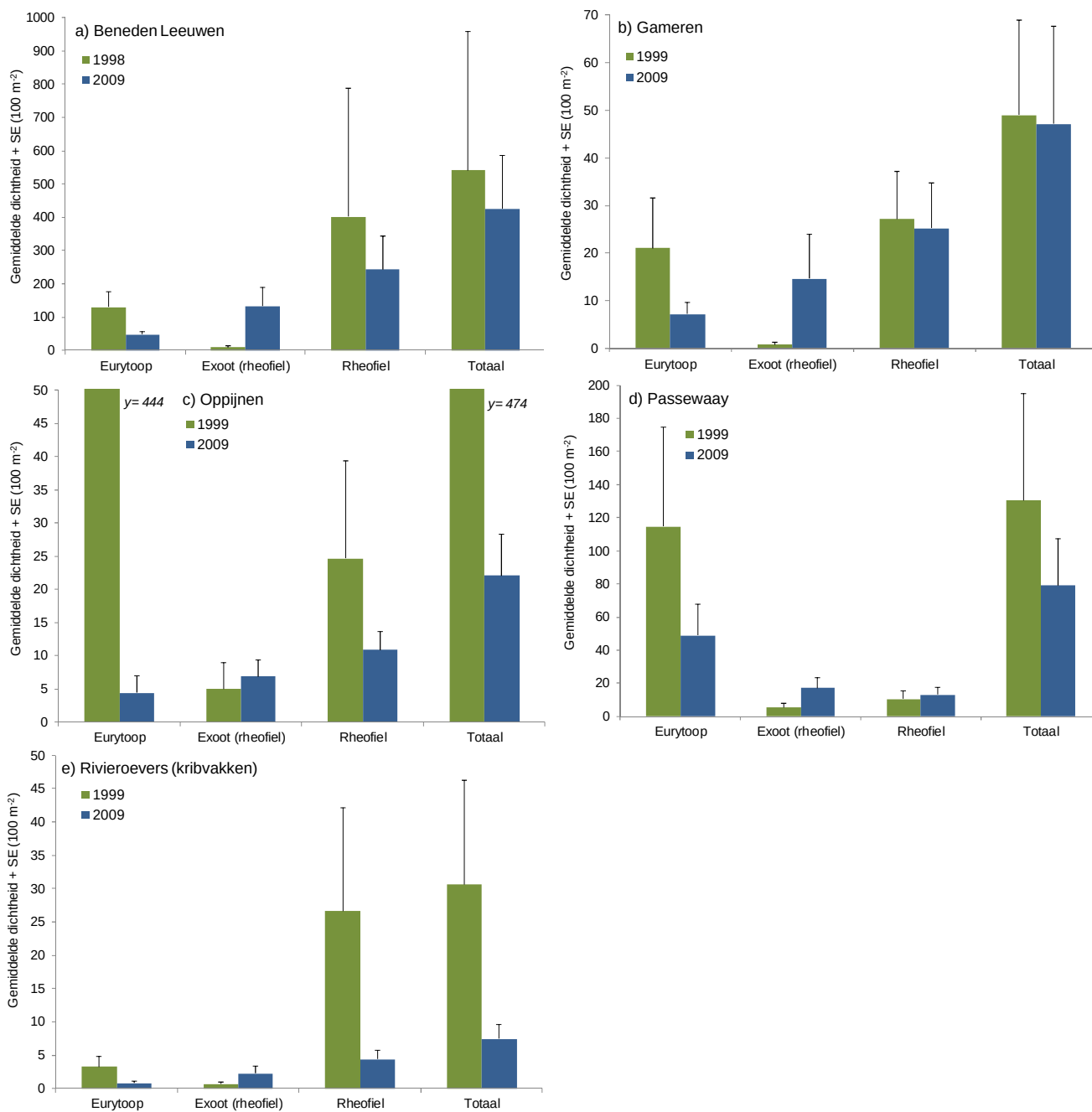
Wat betreft de meest abundante vissoorten (figuur 21) zijn er grote verschuivingen te zien wanneer de periode 1998/1999 vergeleken wordt met 2009. In 2009 behoort winde voor alle locaties tot (één van) de meest abundante soorten. Voor de nevengeulen van Beneden-Leeuwen en Gameren en voor de kribvakken was winde zelfs de meest abundante vis. In 1998/1999 behoorde winde alleen in de nevengeul van Gameren en de kribvakken tot de meest abundante soorten.

Ook wat betreft andere rheofiele soorten zijn opvallende verschillen te zien. Barbeel was in 1999 relatief abundant in de nevengeul van Gameren, in 2009 werd echter geen enkele barbeel in de nevengeul aangetroffen. Alver was in 1998/1999 abundanter dan in 2009. Voor de nevengeul van Beneden-Leeuwen en op zekere hoogte ook in de kribvakken, behoorde alver tot de

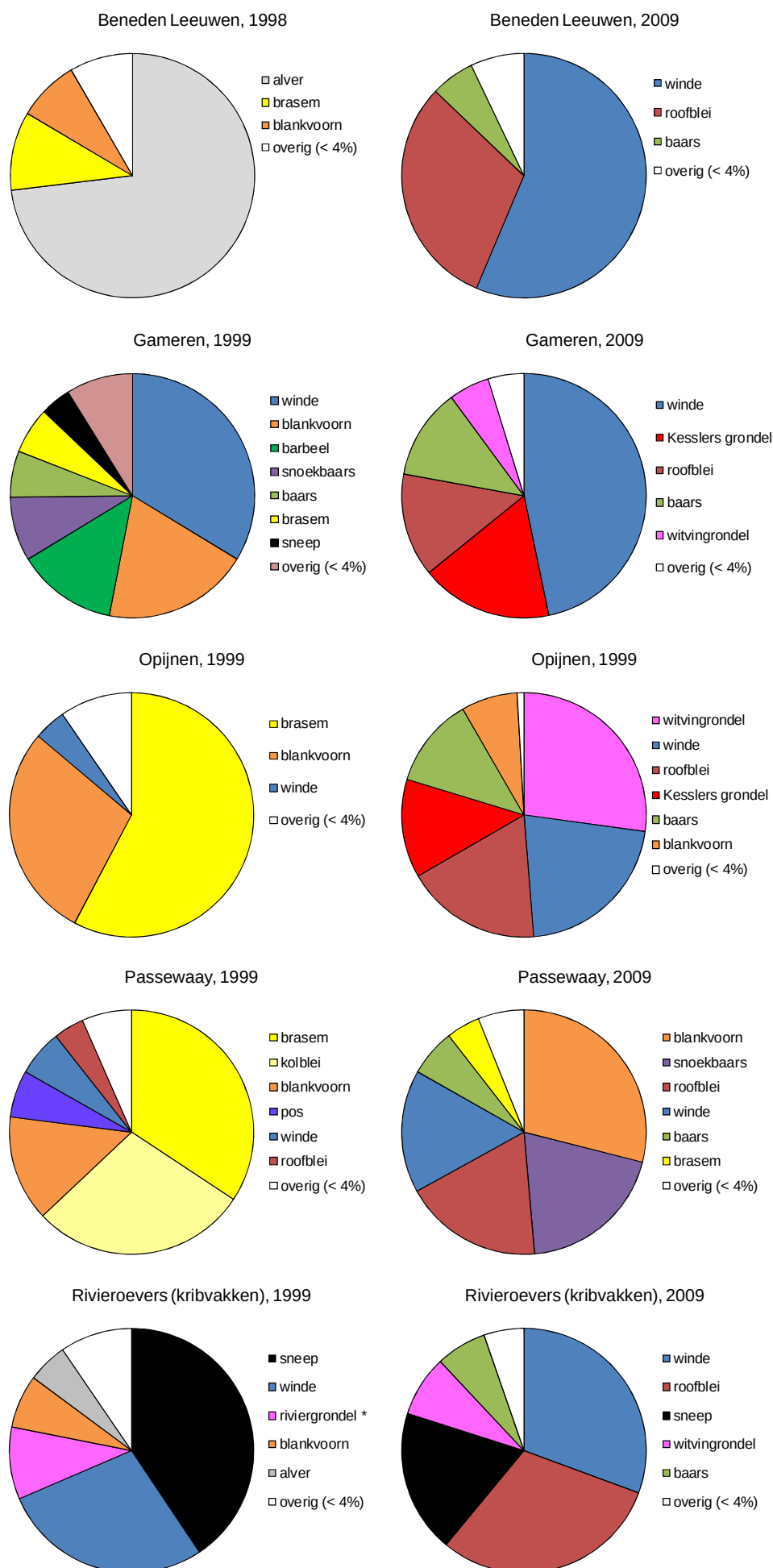
abundantere vissoorten, in 2009 is de soort op geen enkele locatie in hogere aantallen aangetroffen. In tegenstelling tot alver vertoont sneep weinig verandering in abundantie in de kribvakken. Hoewel sneep in 1999 de meest abundante soort vormde, is sneep ook in 2009 in een relatief hoge abundantie in kribvakken aangetroffen.

Een opvallend verschijnsel is dat de eurytope brasem in 2009 op geen van de locaties meer tot de meest abundante soorten behoort. In 1998/1999 behoorde brasem nog tot de meest abundante soorten in Opijnen en de Passewaay. De lage presentie van eurytope vissen in Opijnen in 2009 ten opzichte van 1998/1999 (figuur 20), is dus vooral te verklaren aan de hand van de lage dichtheid brasem (en voor een deel van blankvoorn) in 2009. Een vergelijkbaar verschil is zichtbaar in de nevengeul van Beneden-Leeuwen, ook hier is de dichtheid brasem in 2009 laag in vergelijking met 1998/1999.

Figuur 20 liet reeds een relatief hoge dichtheid exoten in 2009 zien. Op basis van figuur 21 kan ook gesteld worden dat in 2009 verschillende exoten tot de meest abundante vissoorten behoren. Roofblei behoort inmiddels op alle vijf locaties tot de meest abundante soorten. In de nevengeul van Gameren en Opijnen geldt dit ook voor Kesslers grondel. In Opijnen is zelfs de meest abundante vis een exoot, namelijk witvingrondel. Bij witvingrondel dient overigens opgemerkt te worden dat deze soort vermoedelijk ook al in 1998\1999 aanwezig was maar toen waarschijnlijk verkeerd is gedetermineerd als riviergrondel (zie ook legenda figuur 21).



Figuur 20. Gemiddelde visdichtheid (totale gemeenschap en visgildes) in 1998/1999 en 2009 voor drie meestromende nevengeulen (a: Beneden-Leeuwen, b: Gameren, c: Opijnen), een aangetakte strang (d: Passewaay) en enkele rivieroevers-kribvakken. Alle locaties zijn gelegen in de Waal.



Figuur 21. Meest abundante vissoorten in 1998/1999 versus 2009 (uitgedrukt in het aandeels % van de soortdichtheid t.o.v. totale gemiddelde dichtheid per locatie) voor drie meestromende nevengeulen (Beneden-Leeuwen, Gameren, Opijnen), één aangetakte strang (Passewaay) en enkele rivieroevers-kribvakken. Soorten met een abundantie < 4% zijn samengevoegd tot 'overig (< 4%)': *: riviergrondel is in 1998/1999 waarschijnlijk niet correct gedetermineerd, vermoedelijk waren alle gevangen riviergrondels witvingrondels, in 2009 is in dezelfde trajecten uitsluitend witvingrondel aangetroffen. Alle locaties zijn gelegen in de Waal.

4.10 Het gebruik van nevengeulen door exotische vissoorten

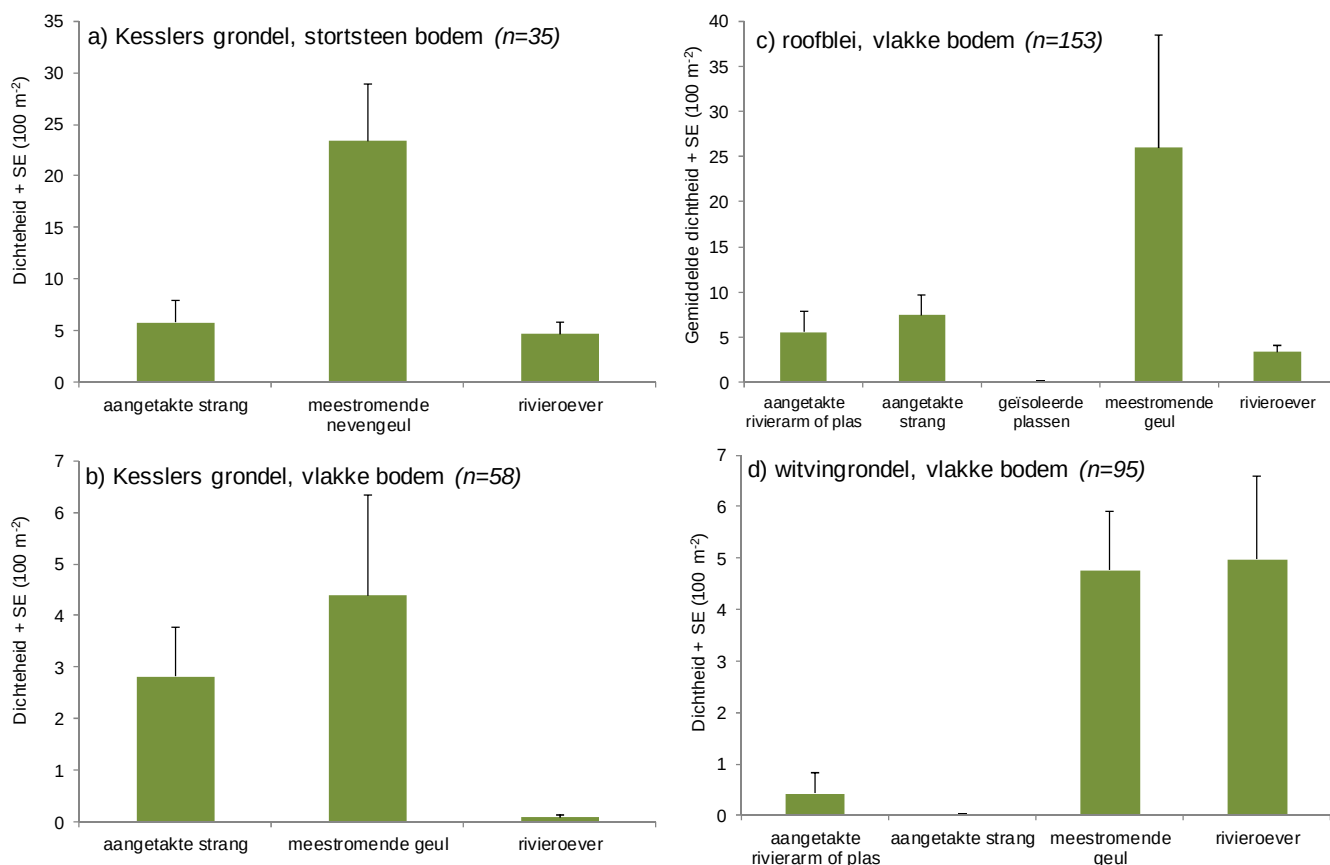
De belangrijkste doelgroep binnen de soortgroep vissen voor nieuw ontwikkelde strangen en nevengeulen zijn inheemse stroomminnende vissoorten. Uit voorgaande paragrafen is al duidelijk geworden dat niet alleen inheemse vissoorten in de nieuw aangelegde habitats voorkomen, maar dat plaatselijk ook dichtheden van exoten hoog kunnen zijn. Zoals ook al zichtbaar in figuur 20 en 21, hebben het laatste decennium verschillende exotische vissoorten zich in hoog tempo in de Nederlandse rivieren gevestigd. Het is tot op heden niet onderzocht in hoeverre deze exoten ook daadwerkelijk in nieuw aangelegde wateren in uiterwaarden voorkomen. In deze paragraaf wordt inzichtelijk gemaakt welke soorten in hogere aantallen gebruik maken van de onderzochte habitattypen in het huidige onderzoek.

In totaal zijn in de vijf habitattypen zeven exoten waargenomen: blauwband, Kesslers grondel, marmergrondel, Pontische stroomgrondel, roofblei, witvinggrondel en zwartbekgrondel. Zwartbekgrondel en Pontische stroomgrondel zijn slechts in zeer lage aantallen waargenomen ($n=8$, respectievelijk $n=9$). In juli 2009 was de verspreiding van beide soorten nog onvolledig ontwikkeld in het onderzoeksgebied waardoor weinig geconcludeerd kan worden over deze soorten.

De overige vijf soorten zijn echter wel in hogere aantallen aangetroffen. Blauwband en marmergrondel vertonen daarbij een duidelijke voorkeur voor geïsoleerde plassen: marmergrondel komt vrijwel alleen in dit habitatype in hogere dichtheden voor (figuur 12d) terwijl blauwband uitsluitend in geïsoleerde plassen is aangetroffen.

Kesslers grondel, witvinggrondel en roofblei komen echter wel in de andere habitattypen voor. In figuur 22 is de abundantie van de drie soorten in verschillende habitattypen weergegeven. De figuur geeft aan dat de soorten naast rivieroeveren ook in hoge mate gebruik maken van habitattypen die zijn aangelegd in het kader van natuurontwikkeling: aangetakte strangen en meestromende nevengeulen.

Kesslers grondel vertoont daarbij een relatief hoge dichtheid in meestromende nevengeulen (figuur 22a en b). Hoewel Kesslers grondel ook op vlakke bodem voorkomt (figuur 22b), is de soort vooral gebonden aan stortsteenbodems waarbij veel schuilmogelijkheden aanwezig zijn (holtes tussen stortstenen). Figuur 22a geeft aan dat wanneer een bodem van stortsteen aanwezig is, dichtheden van Kesslers grondel in nevengeulen aanzienlijk hoger zijn dan op stortsteenbodems in rivieroeveren of aangetakte strangen. Indien stortsteenbodem aanwezig is, kunnen dichtheden in meestromende nevengeulen plaatselijk dus hoog zijn. De soort maakt hiermee duidelijk gebruik van meestromende geulen. Hoewel de soort geen voorkeur heeft voor vlakke bodemsubstraten, wordt de soort wel aangetroffen op vlakke bodem. In vrijwel alle gevallen dat Kesslers grondel op vlakke bodem werd aangetroffen (figuur 22b), lag echter op korte afstand van het betreffende traject vrijwel altijd een substraat van stortsteen (bijvoorbeeld stortstenen oeverversterkingen in de nevengeul van Opijnen). Kesslers grondel kwam overigens ten tijde van het veldonderzoek niet in het gehele stroomgebied van de Nederlandse rivieren voor. In 2009 was de soort alleen in hogere dichtheden aanwezig in de bovenloop van de Waal en Nederrijn.

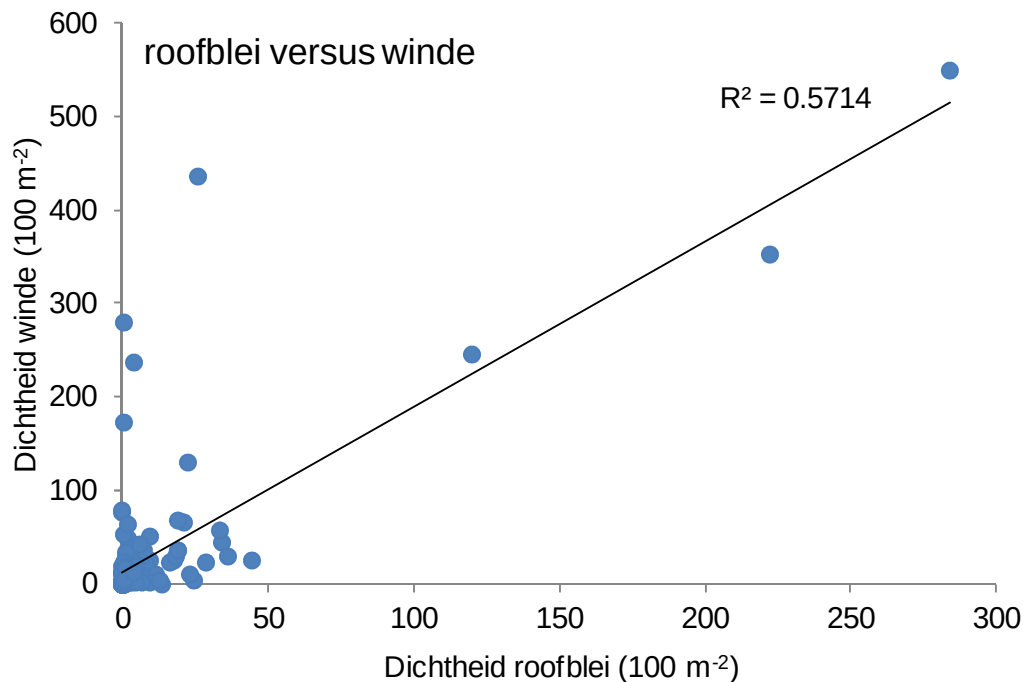


Figuur 22. Voorkomen van drie abundante exoten in de verschillende habitattypen. Weergegeven is de gemiddelde dichtheid van Kesslers grondel op stortsteen- (a) en vlakke bodem (b) in aangetakte strangen, meestromende geulen en rivieroevers, het voorkomen van roofblei in alle vijf onderzochte habitattypen (c), en het voorkomen van witvingrondel in vier habitattypen (d). Tussen haakjes staan het aantal trajecten waarin de betreffende soorten zijn waargenomen. Voor de dichtheidsvergelijking tussen de habitattypen zijn alleen trajecten meegenomen binnen het verspreidingsgebied van de soort zoals dat in 2009 bekend was. Kesslers grondel is niet waargenomen in aangetakte rivierarmen/ plassen en geïsoleerde plassen, witvingrondel is niet waargenomen in geïsoleerde plassen.

Een andere abundante exoot die in hoge aantallen in de Nederlandse rivieren voorkomt is witvingrondel. De soort is al enige tijd in de Nederlandse rivieren aanwezig en voorheen waarschijnlijk verward met riviergrondel (zie ook figuur 21). In tegenstelling tot witvingrondel was de inheemse riviergrondel in 2009 zeer zeldzaam in de grote rivieren. In figuur 22d is duidelijk zichtbaar dat witvingrondel weinig onderscheid maakt tussen rivieroevers en meestromende geulen, de soort komt in beide habitattypen plaatselijk in hoge dichtheden voor. Witvingrondel is daarbij sterk geassocieerd met vlakke zandbodems in stromend water en komt nauwelijks voor in niet-stromende nevengeulen of strangen.

In de vorige paragrafen is al opgemerkt dat de inheemse rheofiele winde in hoge dichtheden in de onderzochte habitattypen voorkomt. De exotische roofblei vertoont eenzelfde patroon (figuur 22c). De soort is in alle habitattypen waargenomen waarbij, met uitzondering van geïsoleerde plassen, dichtheden relatief hoog zijn. De hoogste dichtheid roofblei wordt

daarbij aangetroffen in meestromende geulen. Evenals Kesslers grondel en witvingrondel maakt ook roofblei dus veelvuldig gebruik van dit habitatype. Omdat roofblei vaak gelijktijdig met winde in dezelfde trajecten voorkomt, is in figuur 23 de relatie tussen de dichtheid roofblei en winde in een lineaire regressie uitgezet. Hierbij bestaat er een significant positief verband tussen de dichtheid roofblei en dichtheid winde ($P < 0.001$). Dit suggereert dat beide soorten gelijktijdig in hoge dichtheden kunnen voorkomen. Als er sprake zou zijn van sterke concurrentie tussen beide soorten zou er een negatief verband verwacht worden, dit is echter niet aantoonbaar.



Figuur 23. Lineaire relatie ($P < 0.001$) tussen dichtheden roofblei en winde (op basis van alle trajecten met roofblei, $n=153$).

5 Discussie & synthese

5.1 Functie van habitats voor de gehele visgemeenschap

5.1.1 Geïsoleerde plassen

De soortensamenstelling van de hele visgemeenschap blijkt tussen de onderzochte habitattypen weinig te verschillen. Uitzondering hierop vormen geïsoleerde plassen. Hoewel geïsoleerde plassen nog steeds onder invloed van de rivier staan en bij extreme waterstanden overstromen, kenmerkt dit habitatype zich door een aparte visgemeenschap ten opzichte van de andere onderzochte habitattypen. In tegenstelling tot andere habitattypen wordt de visgemeenschap in geïsoleerde plassen gedomineerd door brasem en snoekbaars. Daarnaast worden ook soorten aangetroffen die niet of nauwelijks in de andere habitattypen worden aangetroffen zoals rietvoorn, drie- en tiendoornige stekelbaars, vetje, zeelt, snoek en kleine modderkruiper. Ook de beschermde bittervoorn (Flora- en Faunawet, tabel 3) en kleine modderkruiper (Flora- en Faunawet, tabel 2) worden plaatselijk in hoge dichtheden in geïsoleerde plassen aangetroffen. Behalve inheemse soorten, vormen geïsoleerde plassen ook het belangrijkste habitatype voor marmergrondel en blauwband, twee exotische vissoorten. Geïsoleerde plassen herbergen hiermee een relatief hoge soortenrijkdom, inclusief bijzondere inheemse soorten, die niet onderdoet voor andere habitattypen die onder grotere invloed van de rivier staan.

De relatief grote verschillen in vissoortensamenstelling tussen geïsoleerde plassen en de andere habitattypen zijn waarschijnlijk te verklaren uit het relatief stabiele karakter van de geïsoleerde plassen. De wateren overstromen doorgaans zelden waardoor ze gekenmerkt worden door een relatief dikke sliblaag, groter doorzicht, sterk ontwikkelde oever- en watervegetatie en hogere productiviteit. Vooral vissoorten uit de limnofiele en eurytope gildes kunnen in deze wateren tot ontwikkeling komen. Hoewel de invloed van de rivier ten opzichte van de overige habitattypen relatief gering is, zijn incidentele overstromingen van geïsoleerde plassen wel van belang. Hoge waterstanden zorgen voor tijdelijke dynamiek waardoor totale verlanding wordt tegengegaan. Daarnaast vallen kleine ondiepe geïsoleerde plassen regelmatig droog waarbij (re)kolonisatie door de meeste soorten alleen bij hoge waterstanden plaatsvindt. Waterhoudende geïsoleerde plassen fungeren hierbij waarschijnlijk als belangrijke bronpopulatie.

In het huidige onderzoek ligt het accent op stroomminnende/rheofiele vissoorten. Voor deze groep vissen hebben geïsoleerde wateren slechts een zeer beperkte functie. Op het niveau van de gehele visgemeenschap herbergen geïsoleerde wateren echter soorten die niet of in aanzienlijk mindere mate in dynamische habitattypen in de uiterwaard voorkomen. Indien deze soorten ook onder de doelstellingen van natuurontwikkeling in uiterwaarden gedefinieerd worden, kunnen geïsoleerde plassen een belangrijk

habitattypen vormen. Opgemerkt dient te worden dat geïsoleerde plassen aanzienlijk in habitatkwaliteit kunnen verschillen. Hoewel het aantal onderzochte geïsoleerde plassen relatief beperkt was in het huidige onderzoek, herbergen kleine ondiepe plassen een aanzienlijk rijkere visfauna dan grote diepe plassen (bijvoorbeeld voormalige grootschalige kleiputten of grindgaten).

5.1.2 Functionaliteit van de overige habitattypen

Tussen de overige vier onderzochte habitattypen (aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang, meestromende nevengeul en rivieroever) zijn de overeenkomsten op basis van soortgemeenschappen aanzienlijk groter dan in vergelijking met geïsoleerde plassen. Zowel meestromende nevengeulen, aangetakte strangen, aangetakte rivierarmen/plassen en rivieroevers worden daarbij gedomineerd door slechts twee soorten: winde en/of baars. Ook de verschillen in soortenrijkdom, zowel voor de totale gemeenschap en per ecologisch gilde, zijn klein; veel soorten komen in vrijwel alle habitattypen voor.

Hoewel veel soorten in alle vier de habitattypen voorkomen, verschillen de habitattypen echter wel degelijk als visdichtheden in meer detail bij de analyses worden betrokken. Zowel voor de totale, eurytope en rheofiele visgemeenschap bestaan significante verschillen in visdichtheden tussen de habitattypen. Deze verschillen vormen een belangrijk instrument om de functie van nieuw aangelegde wateren in natuurontwikkelingsprojecten te evalueren. Naar verwachting vormen de habitattypen een belangrijke opgroeiplaats voor juveniele vissen van verschillende ecologische gildes. Volgens deze verwachting zouden visdichtheden in habitattypen in de uiterwaarden dan ook aanzienlijk hoger moeten zijn dan in rivieroevers.

Voor zowel de totale als eurytope visgemeenschap zijn inderdaad significant lagere dichtheden in rivieroevers aangetroffen ten opzicht van de habitattypen in uiterwaarden. Voor eurytope vissen zijn dichtheden daarbij hoger in aangetakte rivierarmen/plassen en geïsoleerde plassen dan in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen.

Ook voor de rheofiele visgemeenschap worden significante verschillen aangetroffen in visdichtheden tussen de habitattypen. Rivieroevers, aangetakte rivierarmen/plassen en geïsoleerde plassen kenmerken zich daarbij door lage dichtheden rheofielen terwijl meestromende nevengeulen de hoogste dichtheden rheofielen herbergen. Ook aangetakte strangen kenmerken zich door significant hogere dichtheden rheofielen dan rivieroevers en verschillen niet significant van de dichtheid rheofielen in meestromende nevengeulen.

Rheofiele vissen vormen de belangrijkste doelgroep in het huidige onderzoek waarbij de functionaliteit van nieuwe aangelegde wateren wordt geëvalueerd. Vooral voor meestromende nevengeulen wordt verwacht dat dit habitatype een verhoogde dichtheid rheofiele vissen tot gevolg heeft. Op basis van de alle onderzochte locaties kan geconcludeerd worden dat er inderdaad sprake is van een verhoogde dichtheid rheofiele vissen in meestromende nevengeulen ten opzichte van de overige onderzochte habitattypen. Echter ook voor aangetakte strangen wordt een dergelijk dichtheidseffect waargenomen, zij het minder uitgesproken dan voor meestromende nevengeulen. Aangetakte rivierarmen/plassen vormen hierbij een tussenpositie.

Rheofiele vissen vertonen daarbij het tegenovergestelde patroon als eurytope vissen. Hoewel beide gildes in verhoogde dichtheden voorkomen in uiterwaardwateren ten opzichte van rivieroevers, vertonen rheofiele vissen het sterkste dichtheidseffect in meestromende nevengeulen en aangetakte

strangen terwijl dit voor eurytope soorten in aangetakte rivierarmen/plassen en geïsoleerde plassen geldt. In bovenstaande paragraaf is al beschreven dat ook voor limnofiele soorten een verschil in functionaliteit van de onderzochte habitattypen aanwezig is. Evenals eurytope soorten komen limnofiele soorten in relatief hoge dichtheden voor in aangetakte rivierarmen/plassen en vooral geïsoleerde plassen. De soorten zijn echter vrijwel afwezig in de andere habitattypen. Exotische vissen geven een minder sterk dichtheidseffect in het voorkomen in de onderzochte habitattypen. Deze groep wordt in relatief hoge dichtheden in meestromende nevengeulen aangetroffen maar verschilt niet significant van andere habitattypen.

Samenvattend kan gesteld worden dat meestromende nevengeulen, maar ook aangetakte strangen, beantwoorden aan de verwachting en inderdaad een belangrijke functie hebben voor juveniele rheofiele vissen. Op basis van dichtheden van juvenielen kan voor sommige soorten (winde en bot) gesproken worden van een duidelijke kraamkamerfunctie gedurende de zomerperiode. De habitattypen hebben voor deze soorten een belangrijke aanwasfunctie voor de totale populatie in de betreffende riviertrajecten. Hoewel vooral het rheofiele gilde tot de doelgroep behoort, geldt dit ook voor verschillende soorten uit het eurytope gilde en het gilde met exotische soorten.

5.1.3 Effecten van afzonderlijke soorten en locaties

De conclusies die hierboven geschetst zijn, zijn gebaseerd op de totale visdichtheid en ecologische gildes. Wanneer afzonderlijke soorten beschouwd worden, dienen conclusies verder genuanceerd te worden. Binnen een ecologisch gilde reageert niet elke soort op dezelfde wijze in het gebruik van de verschillende habitattypen.

Binnen de doelgroep rheofiele vissen komt winde in verhoogde dichtheden voor in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen. De soorten bot, serpeling en sneep laten echter een ander patroon zien. Bot komt vooral in hoge dichtheden voor in rivieroever en aangetakte strangen terwijl dichtheden juist laag zijn in meestromende nevengeulen. Zowel sneep als serpeling laten daarentegen weer verhoogde dichtheden in rivieroever zien terwijl dichtheden juist laag zijn in meestromende nevengeulen. Hoewel alle vier de soorten tot het rheofiele soortgilde horen, gebruiken ze de onderzochte habitattypen op verschillende wijze. In onderstaande paragrafen wordt hier verder op in gegaan. Ook voor eurytope soorten is een differentiatie op het niveau van afzonderlijke soorten te zien, zowel blankvoorn, baars, brasem en snoekbaars vertonen een ander patroon in het gebruik van de vijf onderzochte habitattypen.

Hetzelfde kan voor de verschillende locaties binnen één habitatype geconcludeerd worden. Niet elke locatie vertoont hetzelfde beeld in soortensamenstelling en -dichtheden binnen één habitatype. De rheofiele winde komt in alle aangetakte strangen en meestromende nevengeulen voor, maar de variatie in gemiddelde dichtheden is echter groot tussen de afzonderlijke locaties. In de nevengeul van Beneden Leeuwen en de Vreugderijkerwaard worden hoge dichtheden winde waargenomen terwijl de nevengeul van de Bakenhof, Gameren en Opijnen relatief lage dichtheden laten zien. Ook voor andere soorten binnen het rheofiele visgilde, maar ook de eurytope en exotische visgildes, is een grote variatie in dichtheden tussen locaties van één habitatype zichtbaar. In onderstaande paragrafen wordt verder op de achterliggende mechanismen ingegaan.

De evaluatie van het succes van bepaalde habitattypen en/of locaties wordt dus sterk bepaald door de vissoort (zelfs binnen één ecologisch gilde) en de locatie (zelfs binnen één habitatype). Op basis hiervan kan dan ook

geconcludeerd worden dat vooral de combinatie van habitattypen en locaties tot de meest diverse visgemeenschap met de hoogste plaatselijke dichtheden leidt in een betreffende riviertak.

5.2 Rheofiele visgemeenschap: succesvolle soorten versus ontbrekende soorten

In de huidige studie zijn in de vijf onderzochte habitattypen tien rheofiele vissoorten waargenomen. Vijf soorten zijn hierbij slechts in lage aantallen aangetroffen (kopvoorn: n=2; barbeel: n=18, bierpje: n=66, riviergrondel: n=91, serpeling: n=180; zie ook tabel 4). De vijf overige soorten komen frequenter voor of zijn algemeen (rivierdonderpad: n=204, alver: n=284, snoep: n=436 bot: n=466, winde: n=14674).

Om de functie van de betreffende habitattypen voor rheofiele vissen verder te evalueren, dient het gebruik van de vijf habitattypen afgezet te worden tegen het voorkomen van rheofiele vissoorten in de Nederlandse rivieren. Grift *et al.* (2003) vond bijvoorbeeld relatief hoge dichtheden barbeel in drie meestromende nevengeulen in de periode 1997-1999, terwijl barbeel in 2009 nauwelijks is aangetroffen. Om een dergelijk verschil te kunnen verklaren is het belangrijk om te weten in hoeverre rheofiele vissen zoals barbeel daadwerkelijk in 2009 in de Nederlandse rivier aanwezig waren.

Rijkswaterstaat voert een jaarlijkse vismonitoring uit in de Nederlandse rivieren (Actieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren). De locaties die in het huidige onderzoek zijn bemonsterd, liggen binnen de trajecten die jaarlijks door Rijkswaterstaat gemonitord worden. De gegevens van de monitoring uit 2009 zijn daarmee een belangrijke indicatie voor de abundantie van rheofiele en andere vissoorten in de Nederlandse rivieren. Op basis van de gegevens uit het winterhalfjaar 2008-2009 (Van Kessel *et al.*, 2009) kan een beeld worden verkregen van de abundantie van de betreffende vissoorten in de Nederlandse rivieren ter hoogte van de onderzochte locaties in 2009 (tabel 7). Uit tabel 7 blijkt dat kopvoorn, serpeling en riviergrondel slechts sporadisch zijn waargenomen in de riviertrajecten ter hoogte van de onderzochte locaties. Voor deze soorten kan gesuggereerd worden dat de populatie in de grote rivieren ter plaatse klein is. Dientengevolge zullen de onderzochte habitattypen in het huidige onderzoek dan ook een beperkte functie hebben voor de drie soorten.

De bekende paaigebieden van kopvoorn in Nederland liggen buiten de grote rivieren in kleinere beken. Van jonge kopvoorns die in of langs de rivier worden aangetroffen, wordt aangenomen dat dit afgespoelde/weggetrokken exemplaren zijn van stroomopwaarts gelegen paaigebieden (Pollux *et al.*, 2006). Op basis van de Actieve Vismonitoring (Van Kessel *et al.*, 2009) is vastgesteld dat riviergrondel relatief zeldzaam is in de grote rivieren. De ecologische niche in de grote rivieren die voorheen geassocieerd werd met riviergrondel, is tegenwoordig bezet door de exotische witvinggrondel (tabel 7, Spikmans *et al.*, 2010). Voor serpeling is het aantal waargenomen individuen hoger dan voor riviergrondel en kopvoorn. Dit is voornamelijk te wijten aan een locatie effect, serpeling is daarbij vrijwel uitsluitend langs rivieroeveren en in enkele Maasplassen langs de Limburgse Maas aangetroffen. In het overige deel van de groter rivieren komt serpeling slechts beperkt voor.

Voor bierpje geldt dat de soort vrijwel niet voorkomt in de Rijntakken (tabel 7). Ook in het huidige onderzoek zijn slechts twee bierpjes aangetroffen in de Rijntakken. De Rijntakken kunnen dan ook niet als het reguliere verspreidingsgebied van bierpje beschouwd worden. In de Limburgse Maas is bierpje zowel tijdens het huidige onderzoek als tijdens de Actieve Vismonitoring (tabel 7) frequenter aangetroffen. De Maas kan daarmee wel

tot het verspreidingsgebied gerekend worden (tabel 7). Omdat de soort sterk gebonden is aan stortstenen oevers, zijn de meeste waarnemingen dan ook afkomstig uit rivieroevers en is de soort slechts incidenteel aanwezig in de aangrenzende uiterwaarden.

Voor barbeel is een tegenovergestelde trend waarneembaar. Op basis van de Actieve Vismonitoring (tabel 7) wordt barbeel relatief vaak aangetroffen in de Rijntakken. In het huidige onderzoek is barbeel in 2009 slechts sporadisch in de Rijntakken aangetroffen. Hoewel er dus wel een populatie barbelen in de rivier aanwezig is, zijn vrijwel geen juveniele exemplaren in de onderzochte habitattypen waargenomen. Dit is ook niet in overeenstemming met gegevens van Grift *et al.* (2003) die in de periode 1997-1999 relatief hoge dichtheden juveniele barbelen in enkele nevengeulen waarnam. In de volgende paragrafen hier nader op ingegaan. Barbeel is in het huidige onderzoek niet aangetroffen in de Maas. Ook op basis van de Actieve Vismonitoring is barbeel afwezig uit de Maas. Gesteld kan worden dat de (zand)Maas niet tot het verspreidingsgebied van barbeel behoort.

Wanneer het voorkomen van sneep in het huidige onderzoek afgezet wordt tot het voorkomen in de rivier op basis van de Actieve Vismonitoring (tabel 7), valt op dat sneep abundanter is in de onderzochte habitattypen (vooral rivieroevers) dan op basis van het voorkomen in de rivier verwacht kan worden. Ook in andere visstandsonderzoeken in de grote rivieren, bijvoorbeeld de Passieve Vismonitoring (Wiegerinck *et al.*, 2009), blijkt dat de populatie snepen relatief klein is ten opzichte van andere rheofiele vissoorten. In tegenstelling tot barbeel en sneep, weerspiegelt het voorkomen van de overige rheofiele vissoorten in het huidige onderzoek het voorkomen op basis van de Actieve Vismonitoring (tabel 7). Winde is hierbij de meest algemeen voorkomende rheofiele vis in het huidige onderzoek en wordt ook frequent in de rivier aangetroffen.

Tabel 7. Abundantie van riviervissen op basis van gegevens van de Actieve Monitoring van Rijkswaterstaat in 2008/2009 (Van Kessel et al., 2009). Abundantie is per soort weergegeven in het totaal aantal gevangen individuen (kor- en elektrodata) in de Rijntakken, Maas en totaal. Alleen de gegevens van riviertakken ter hoogte van de onderzochte locaties uit het huidige onderzoek zijn gebruikt. OBN: geeft aan of een soort wel of niet in het huidige onderzoek is aangetroffen.

Gilde:	Soort:	OBN	Rijntakken	Maas	Totaal
eurytoop	baars	•	185	1061	1246
eurytoop	blankvoorn	•	1153	2644	3797
eurytoop	brasem	•	2169	1131	3300
eurytoop	brasem/kolblei	•	33	2	35
eurytoop	driedoomige stekelbaars	•	2	9	11
eurytoop	karper	•	4	0	4
eurytoop	kleine modderkruiper	•	0	11	11
eurytoop	kolblei	•	247	52	299
eurytoop	meerval		0	1	1
eurytoop	paling		37	78	115
eurytoop	pos	•	909	1145	2054
eurytoop	snoekbaars	•	176	120	296
exoot	blauwband	•	0	10	10
exoot	Donaubrasem		5	0	5
exoot	Kesslers grondel	•	13	0	13
exoot	marmgrondel	•	18	13	31
exoot	Pontische stroomgrondel	•	5	0	5
exoot	roofblei	•	2	1	3
exoot	witvingrondel	•	257	49	306
exoot	zwartbekgrondel	•	6	0	6
limnofiel	bittervoorn	•	0	3	3
limnofiel	rietvoorn	•	0	16	16
limnofiel	snoek	•	7	25	32
limnofiel	vetje	•	0	0	0
limnofiel	zeelt	•	0	28	28
rheofiel	alver	•	40	9	49
rheofiel	barbeel	•	71	0	71
rheofiel	bermpje	•	0	67	67
rheofiel	bot	•	92	8	100
rheofiel	dunlipharder		0	0	0
rheofiel	kopvoorn	•	1	8	9
rheofiel	priklarf		0	1	1
rheofiel	rivierdonderpad	•	24	47	71
rheofiel	rivergrondel	•	1	1	2
rheofiel	serpeling	•	2	3	5
rheofiel	sneep	•	3	3	6
rheofiel	spiering		67	11	78
rheofiel	winde	•	152	150	302
rheofiel	zalm		0	7	7
rheofiel	zeeforel		2	0	2
rheofiel	zeeprik		1	0	1

5.3 Ecologische eisen van rheofiele vissen versus het waargenomen habitatgebruik

Voor de rheofiele visgemeenschap is in bovenstaande paragrafen vastgesteld dat sommige soorten relatief abundant zijn in de onderzochte habitattypen terwijl andere soorten relatief zeldzaam of zelfs afwezig zijn. In deze paragraaf wordt getracht het waargenomen habitatgebruik te verklaren uit de paai- en juveniele habitateisen zoals die voor de soorten bekend zijn uit de literatuur. Tabel 8 geeft hierbij een overzicht van de belangrijkste eisen.

Tabel 8. Schematische weergave van eisen van tien inheemse rheofiele vissoorten aan bodemsubstraat en waterstroomsnelheid van paai- en juveniel habitat. De gegevens zijn herleid uit diverse kennisdocumenten en soortstudies: Beekman (2005), Beers (2005) Crombaghs et al. (2000), Grift (2001), Kroon (2009), Koopmans & van Emmerik (2006), Peters (2009), Tomlinson & Perrow (2003) en Wijmans (2007).

Soort:	Bodemsubstraat paaihabitat:						Eisen aan waterstroomsnelheid tijdens paai	Eisen aan waterstroomsnelheid tijdens larvale fase en vroeg juveniele stadium
	grof zand	slib	onderwater-vegetatie	dood hout/takken/wortels	kiezel/grind	stenen/puin		
winde	•		•		•		facultatief stromend ²	facultatief stromend, generalistische habitatkeuze
rievergrondel	•				•		permanent stromend	permanent stromend, gebonden aan zand- of kiezel/grindbodem
alver	•				•		permanent stromend	permanent stromend
sneep					•	•	permanent stromend	permanent stromend
serpeling	•				•	•	permanent stromend	permanent stromend
riverdonderpad				•		•	permanent stromend	permanent stromend, generalistische habitatkeuze ³
kopvoorn	•				•	•	permanent stromend	permanent stromend, generalistische habitatkeuze
bermpje	•		•	•	•	•	permanent stromend	permanent stromend, generalistische habitatkeuze
barbeel					•	•	permanent stromend	permanent stromend
bot	• ¹	• ¹					getijde-bewegingen ¹	facultatief stromend, gebonden aan zand- of slibbodem ³

5.3.1 Winde

Winde kan met recht de 'succesoor' genoemd worden uit het rheofiele visgilde. De soort maakt optimaal gebruik van nieuw ontwikkelde habitats in de uiterwaarden langs de rivier. De soort komt met uitzondering van geïsoleerde plassen in alle onderzochte habitattypen voor en vertoont significant hogere dichtheden in aangetakte strangen en meestromende nevengeulen. Winde onderscheidt zich hiermee van andere rheofiele vissoorten die dit patroon veel minder duidelijk vertonen. De meest waarschijnlijke reden voor het succes van aangetakte strangen en vooral meestromende nevengeulen voor winde, ligt in het feit dat de soort relatief weinig kritisch is in de keuze van paaisubstraat, waterstroomsnelheid en

juveniel habitat in vergelijking met andere rheofiele vissen (tabel 8). Winde is generalistisch in de keuze van paaisubstraat en is zowel als larf en juveniel niet permanent gebonden aan stromend water. Aangetakte strangen en meestromende nevengeulen worden gekenmerkt door hoge dichtheden jonge winde bij aanvang van de zomerperiode. Hoewel dit onderzoek nadrukkelijk niets kan zeggen over paai van vissen, is de hoge dichtheid jonge winde een sterke indicatie dat beide habitattypen gebruikt worden als paaihabitat. Het ontbreken van waterstroming in aangetakte strangen of in meestromende nevengeulen bij lage rivierafvoeren is voor zowel larven als juveniele winde geen bottleneck waardoor de aangetakte strangen en meestromende nevengeulen ook geschikte habitats blijven voor juveniele winde gedurende de zomermaanden.

5.3.2 Alver en Bot

Alver is in het huidige onderzoek relatief weinig waargenomen. Slechts op twee locaties zijn hoge dichtheden aangetroffen terwijl de soort op andere locaties afwezig was of slechts in zeer lage dichtheden voorkwam. In tegenstelling tot het aantal waarnemingen in het huidige onderzoek, is alver toch relatief algemeen in de grote rivier. Op basis van resultaten van Verbeek *et al.* (1997) en Grift *et al.* (2001) werd alver voorheen ook frequent waargenomen in stromende nevengeulen. Op basis van de resultaten van het huidige onderzoek komt de soort echter weinig voor in de bemonsterde habitattypen. Mogelijk dat het ontbreken van stroming een belangrijke variabele is die de lage abundantie van alver verklaart. De soort is normaal gesproken geassocieerd met stromend water. Op de meeste locaties was echter geen sprake van stroming waardoor de habitatgeschiktheid voor alver gering is. Ook direct langs de hoofdgeul van de rivier in de rivieroever werd alver relatief weinig aangetroffen. Mogelijk dat in rivieroever alvers diepere waterdelen opzoeken (Copp *et al.*, 1994) die buiten het vangbereik van de gebruikte zegen liggen. Opmerkelijk is dat in de meestromende nevengeul van de Loonse Waard een opvallend hoge dichtheid alver werd aangetroffen. Dit was tevens ook de enige nevengeul waar een relatief hoge waterstroomsnelheid aanwezig was.

In het huidige onderzoek blijkt bot weinig geassocieerd te zijn met meestromende nevengeulen. De soort is echter wel in hoge dichtheden aangetroffen in aangetakte strangen. Dit betroffen vooral strangen die gekenmerkt werden door bodemsubstraten die uit een combinatie van zand en slib bestonden. Bot heeft een sterk bodemgebonden levenswijze en is afhankelijk van een bodemsubstraat met een laag fijn sediment waarin de dieren zich kunnen ingraven. Dergelijke bodemtypes zijn nauwelijks aanwezig in de relatief dynamische meestromende nevengeulen maar doorgaans wel in aangetakte strangen. In aangetakte strangen waar slibrijke bodemsubstraten aanwezig zijn, kan de dichtheid juveniele bot dan ook plaatselijk hoog zijn. Bot paait overigens op zee en juveniele dieren zwemmen vervolgens de Nederlandse rivieren op. Hoewel jonge bot in vrijwel alle Nederlandse grote rivieren voorkomt, zijn de dichtheden aanzienlijk hoger in riviertrajecten die relatief dicht bij de kust zijn gelegen. In het huidige onderzoek werd bot daarom vooral in hoge dichtheden aangetroffen in de Lek en aangrenzende uiterwaarden.

5.3.3 Barbeel en sneep

Voor barbeel en sneep zijn opmerkelijke patronen waargenomen. Op basis van de Actieve Vismonitoring (tabel 7) blijkt dat barbeel relatief frequent

voorkomt in de grote rivieren. Desalniettemin zijn tijdens het huidige onderzoek slechts enkele individuen van barbeel waargenomen. Op basis van de aantallen kan niet geconcludeerd worden dat de soort in het juveniele levensstadium frequent gebruik maakt van de vijf onderzochte habitattypen. Dit staat haaks op resultaten uit het verleden. In 1999 werd barbeel in dezelfde periode wel in hogere dichtheden aangetroffen in de meestromende nevengeulen van Gameren en Opijnen (Grift, 2001, o.a. figuur 21). Op basis van de gegevens van Grift (2001), de aanwezigheid van (sub)adulte dieren in de rivier op basis van de Actieve Vismonitoring 2008-2009 en enkele juveniele dieren in het huidige onderzoek, is het aannemelijk dat ook in 2009 paai in het onderzochte deel van het rivierengebied heeft plaatsgevonden. Verschillende studies hebben laten zien dat de migratieafstand van juveniele barbeel slechts klein is (Banarescu *et al.*, 2003; De Vocht, 2003). Het is daarmee zeer onduidelijk waarom barbeel in 2009 nauwelijks in de onderzochte habitattypen is aangetroffen.

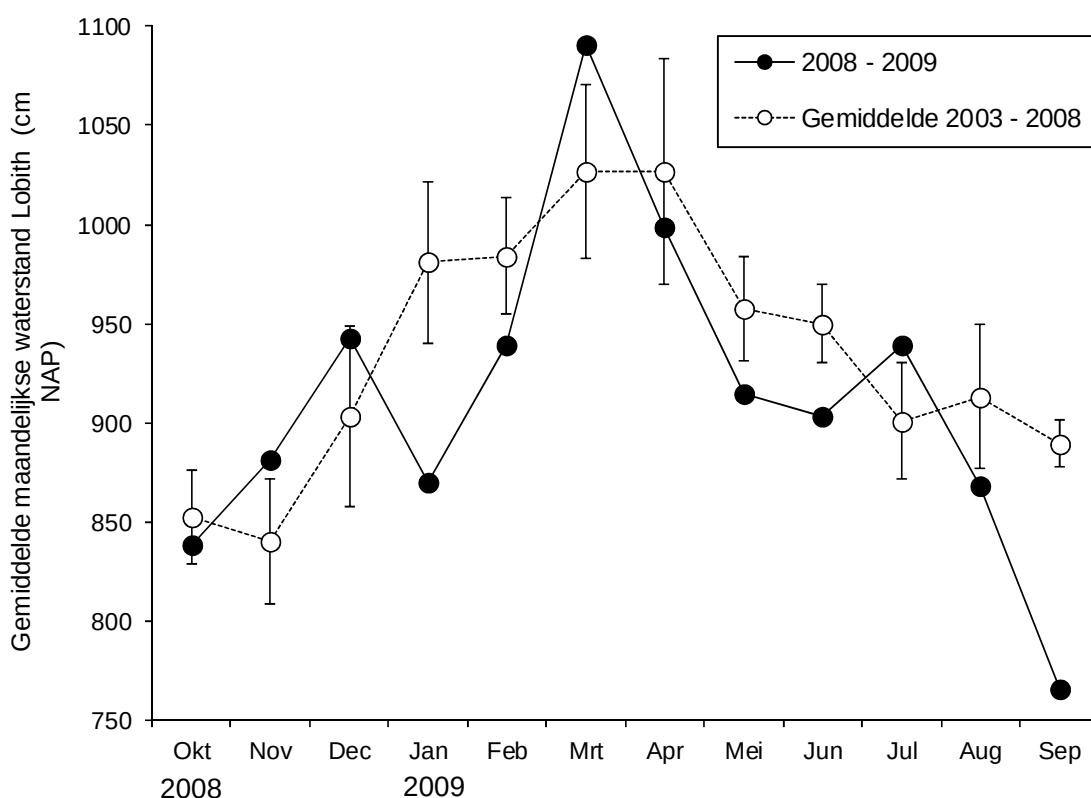
Verschillende verklaringen kunnen hieraan ten grondslag liggen. Grift (2001) vond in 1997 en 1998 de hoogste piek aan juveniele barbelen in de tweede helft van de maand juni. Hoewel barbeel ook toen in de maand juli werd waargenomen, waren dichtheden aanzienlijk lager dan in juni. Dit is een sterke indicatie dat juveniele barbelen de nevengeul verlaten of sterven. Naarmate de zomer vordert en de waterstand in de rivier daalt, wordt de stroomsnelheid in de nevengeulen lager of ontbreekt zelfs. Juveniele barbelen zijn sterk geassocieerd met permanent stromend water (tabel 8; Bischoff & Freyhof, 1999). Indien de stroomsnelheid te laag wordt, trekken juveniele barbelen mogelijk weg naar de rivier waar wel stromend water/hogere dynamiek aanwezig is. Dit effect trad waarschijnlijk ook in 2009 op. In de maand juli was de waterstand in de rivier relatief laag (figuur 24). De waterstand in de nevengeulen was rechtevenredig met de waterstand in de rivier, waardoor de waterstroomsnelheid in meestromende nevengeulen laag of nul was. In voorgaande jaren waren de waterstanden vanaf medio juli aanzienlijk minder laag en trad het effect van stilstaand water in meestromende nevengeulen mogelijk minder op. In het huidige onderzoek was het betreffende habitatype 'meestromende nevengeul' in de maand juli waarschijnlijk echter ongeschikt voor barbeel.

Barbeel onderscheidt zich hiermee van winde, die geen absolute binding heeft met stromend

water en een periode van lage waterstanden eenvoudig kan weerstaan. Het vrijwel afwezig zijn van barbeel in juli in meestromende nevengeulen wil overigens niet zeggen dat barbeel ook in het vroege voorjaar van 2009 afwezig was in het betreffende habitatype. Mogelijk dat de meestromende nevengeulen in het vroege voorjaar, wanneer de waterstroomsnelheid aanzienlijk hoger is (figuur 24), wel door paaiende barbelen en/of larven gebruikt worden. De gegevens van de huidige studie kunnen echter geen uitspraak over doen.

Aansluitend blijft het echter vreemd dat barbeel ook nauwelijks is waargenomen in rivieroever. Omdat rivieroever in tegenstelling tot meestromende nevengeulen wel rechtstreeks onderhevig zijn aan het dynamische karakter van de rivier, zouden juveniele barbelen hier wel verwacht kunnen worden. Grift (2001) vond in 1998 en 1999 ook daadwerkelijk hoge dichtheden barbelen in kribvakken langs de rivier. Voor dit habitatype zou geopperd worden dat barbelen overdag mogelijk verschuilen in diepere delen van de rivieroever en onbereikbaar zijn voor de gebruikte vangmethodiek. Tijdens een verspreidingsonderzoek in 2007 en 2008 naar vissen in kribvakken in Gelderland waarbij een groot aantal kribvakken 's nachts bemonsterd werden, zijn opvallend vaak barbelen aangetroffen (ongepubliceerde data RAVON\Natuurbalans-Limes Divergens). Een deel van deze kribvakken is ook overdag bemonsterd waarbij barbeel

vrijwel altijd afwezig was. Dit suggereert dat barbeel vooral 's nachts ondiepe oevers zoals kribvakken opzoekt om te foerageren. Dit staat echter haaks op de vangst van relatief grote aantallen juveniele barbelen door Grift (2001) in kribvakken langs de rivier waarbij dezelfde methodiek als in het huidige onderzoek werd gebruikt. Er kan daarom ook sprake van zijn dat 2009 een ongewoon slecht voortplantingsjaar was voor barbeel. Het is hiermee onduidelijk of in het huidige onderzoek barbeel nu wel of geen gebruik maakt van rivieroevers. De incidenteel waargenomen juveniele barbelen suggereren dat juveniele dieren in ieder geval wel in het onderzoeksgebied aanwezig zijn geweest in 2009. Gesteld kan worden dat de onverwachte afwezigheid van barbelen in meestromende nevengeulen en rivieroevers verder onderzoek behoeft. Barbeel is een belangrijke doelsoort voor nevengeulen en geassocieerd met permanent stromend water. De soort is hiermee een kritischere indicator voor de functionaliteit van meestromende nevengeulen voor rheofiele vissen dan bijvoorbeeld de generalistische vinde.



Figuur 24. Verloop van de gemiddelde maandelijkse waterstand in Lobith (Rijn) in de periode oktober 2008 – september 2009 in vergelijking met de gemiddelde maandelijkse waterstand ($\pm$ SE) uit de periode 2003 -2008 (bron: waterbase Rijkswaterstaat).

Ook voor sneep is een opmerkelijk patroon waargenomen. In vergelijking met barbeel is sneep tijdens het huidige onderzoek in aanzienlijk hogere aantallen waargenomen. Met uitzondering van geïsoleerde plassen is de soort in alle onderzochte habitattypen waargenomen. De dichtheid sneep was hierbij het hoogst in rivieroevers. Dit komt ook overeen met gegevens van Grift (2001) die eveneens de hoogste dichtheden juveniele sneep in kribvakken aantrof. Naar verwachting zou de rheofiele sneep juist optimaal gebruik moeten maken van meestromende nevengeulen. Hoewel de soort daadwerkelijk gebruik maakt van dit habitattype, blijkt zoals boven aangegeven de dichtheid

van juveniele snepen in rivieroevers hoger te zijn. De kraamkamer functie van meestromende nevengeulen voor sneep is daarmee niet significant verschillend van normale rivieroevers. Net als voor barbeel wordt er vanuit gegaan dat larven en juvenielen van sneep sterk geassocieerd zijn met permanent stromend water. De lage stroomsnelheid of het ontbreken van waterstroming in nevengeulen in de maand juli kan een mogelijke verklaring zijn voor de lage dichtheid snepen in nevengeulen ten opzichte van rivieroevers. Rivieroevers bieden mogelijk wel voldoende dynamiek voor snepen.

Uit de literatuur blijkt dat juveniele snepen echter minder sterk geassocieerd zijn met stromend water dan barbeel. Zoals boven al beschreven bevinden jonge barbelen zich doorgaans vol in de stroming van de rivier. Uit veldstudies blijkt echter dat juveniele snepen in tegenstelling tot barbelen juist de stromingsluwe plekken in stromende rivieren opzoeken (Keckeis *et al.*, 1997). Aanvullend is ook experimenteel vastgesteld dat de optimale waterstroom voor juveniele snepen significant lager is dan voor juveniele barbelen (Flore & Keckeis, 1998). Hieruit kan het ecologische beeld geschetst worden dat zowel barbeel als sneep sterk geassocieerd zijn met stromend water, maar dat sneep hierbij in dezelfde niche de meest stromingsluwe locaties gebruikt. Dit stemt overeen met het beeld dat in het huidige onderzoek is waargenomen. Juveniele snepen komen in hoge dichtheden voor op stromingsluwe locaties aangrenzend aan stromend water (rivieroevers), maar maken in mindere mate ook gebruik van habitats aangrenzend aan de rivier waar de waterstroomsnelheid laag of afwezig is (aangetakte strangen en meestromende nevengeulen).

Een andere mogelijkheid die de hoge dichtheden snepen in rivieroevers kan verklaren is de aanvoer van larven vanuit stroomopwaarts gelegen paaigebieden via 'drift'. Tijdens hoge rivierafvoeren kunnen larven hierbij over grote afstanden in een riviertraject verplaatst worden. Voor driftende larven zijn rivieroevers relatief makkelijker bereikbaar dan meestromende nevengeulen omdat het laatstgenoemde habitat slecht door een fractie van het rivierwater wordt gevoed. Verschil in aanvoer van sneep-larven door drift zou het verschil in dichtheid kunnen verklaren. Dit komt ook overeen met het contrast tussen de hoge abundantie van juveniele snepen in het huidige onderzoek en de kleine adulte populatie zoals die tijdens de Actieve en Passieve Vismonitoring wordt gevonden (tabel 7; Wiegerinck *et al.*, 2009; Van Kessel *et al.*, 2009). Uit literatuur blijkt echter dat sneep juist een soort is die in vergelijking met andere vissoorten tijdens hoge rivierafvoeren slechts beperkt verspreid wordt door drift (Zitek *et al.*, 2004). Verspreiding door drift wordt doorgaans ook geïnterpreteerd als een onregelmatig optredend verschijnsel. Waarnemingen van hoge dichtheden snepen in rivieroevers in zowel 1997, 1998 en 2009 geven echter aan dat het eerder een regelmatig verschijnsel zou moeten zijn.

De gegevens van het huidige onderzoek kunnen geen uitsluitsel geven of sneep zich ook daadwerkelijk voortplant in het Nederlandse rivierengebied. Net als voor barbeel, zou het mogelijk kunnen zijn dat sneep in het vroege voorjaar frequenter van meestromende nevengeulen gebruik maakt (of er zelfs paait) en in de loop van de zomer weer verdwijnt als de doorstroomsnelheid lager wordt of stopt. Om hier meer inzicht in te verkrijgen is echter nader onderzoek noodzakelijk.

5.3.4 Rivierdonderpad en serpeling

Voor rivierdonderpad dient als eerste opgemerkt te worden dat er in het huidige onderzoek duidelijk sprake is van een locatie effect. In de Waal en Lek is de soort afwezig waardoor het gebruik van de daar bemonsterde locaties

voor deze soort niet geëvalueerd kan worden. Rivierdonderpad is alleen waargenomen in de Nederrijn (hoewel met slechts 1 individu) en in grotere aantallen in de benedenloop van de IJssel en in de Maas. Vooral in het stroomgebied van de Maas zijn de dichtheden plaatselijk hoog. De soort is daarbij sterk gebonden aan locaties waar stortstenen bodemsubstraten aanwezig zijn, vooral stortstenen oevers (Maas) en kribben (IJssel). Op locaties binnen het verspreidingsgebied van rivierdonderpad waar alleen vlakke bodems aanwezig zijn, is de soort doorgaans afwezig. Hoewel het grootste deel van de rivierdonderpadden langs rivieroevers is aangetroffen (IJssel en Maas), is de soort in het huidige onderzoek ook waargenomen in uiterwaardwateren in o.a. de Duursche Waarden (een aangetakte rivierarm/plas langs de IJssel) en enkele aangetakte Maasplassen. Uit het verleden zijn ook waarnemingen van rivierdonderpadden bekend uit de meestromende nevengeul van Opijnen (Verbeek *et al.*, 1997). De soort is hier echter niet meer aangetroffen, mogelijk dat de recente sterke opmars van bodemgebonden exoten (zoals Kesslers grondel) hierin een rol speelt.

Op basis van de vondsten van rivierdonderpad in het huidige onderzoek, moet geconcludeerd worden dat rivierdonderpad in principe geen soort is die sterk profiteert van natuurontwikkeling in uiterwaarden in de vorm van dynamische wateren met vlakke bodemsubstraten (strangen en nevengeulen). Alleen wanneer plaatselijk stortstenen bodemsubstraten aanwezig zijn, wordt voldaan aan de habitateisen van rivierdonderpad.

Ook voor serpeling kan gesproken worden van een locatie effect. De soort wordt in de Rijntakken slechts sporadisch waargenomen. De soort is alleen langs de oevers van de Zandmaas en enkele aangrenzende Maasplassen in hogere dichtheden aangetroffen. De aanwezigheid van serpeling in de Zandmaas en aangrenzende Maasplassen in Limburg wordt waarschijnlijk sterk beïnvloed door de grotere populaties serpelingen die aanwezig zijn in de Grensmaas en de grotere Limburgse beken langs de Maas (bijvoorbeeld Roer en Swalm). Het totale aantal waarnemingen over de vijf onderzochte habitattypen is te klein om daadwerkelijk van een habitatvoorkeur te kunnen spreken. Larven en juvenielen van serpeling zijn geassocieerd met permanent stromend water (tabel 8). De locaties waar in het huidige onderzoek hogere dichtheden serpeling zijn aangetroffen lagen allemaal in of direct aangrenzend aan de rivier waar de dynamiek relatief groot is. De bodem van deze locaties bestond uit puin, stortsteen of grof grind (de oevers van de Maas). In de Maasplassen waar serpeling is aangetroffen werd de soort alleen aangetroffen in het mondingsgedeelte aangrenzend aan de Maas dat rechtstreeks in verbinding stond met de dynamiek van de rivier.

5.4 Omgevingsvariabelen van invloed op de functionaliteit van strangen en nevengeulen

5.4.1 Belang van de grootte van strangen en nevengeulen

In het huidige onderzoek zijn significante effecten van verschillende omgevingsvariabelen op de aanwezige visgemeenschap gevonden. Er was echter geen sprake van een stelselmatig patroon dat geldig was voor één geheel ecologisch gilde (bijvoorbeeld rheofiele vissen) of één habitatype (bijvoorbeeld meestromende nevengeulen).

De omgevingsvariabelen die wel enigszins gegeneraliseerd kunnen worden hebben betrekking op de grootte van nevengeulen en strangen. In het huidige onderzoek blijkt een significante positieve relatie te bestaan tussen

visdichtheden (totale gemeenschap) en de totale oeverlengte van nevengeulen en strangen. Aanvullend blijkt de afstand van het bemonsterde traject in een nevengeul of strang tot de monding in de rivier, van significant positieve invloed te zijn op de visdichtheid van verschillende soorten. Dit suggereert dat grote/lange nevengeulen en strangen hogere visdichtheden tot gevolg hebben dan kleinere/kortere nevengeulen en strangen. Mogelijk dat grotere strangen of nevengeulen een scherper contrast met de rivier hebben en zich kenmerken door een hogere habitatdiversiteit die gunstigere omstandigheden voor vissen met zich meebrengen met betrekking tot schuil- en foerageerfunctie. Indien de mogelijkheid bestaat is het voor de visgemeenschap dus gunstiger om te focussen op de aanleg van grote/lange nevengeulen en strangen.

5.4.2 Invloed van bodemsubstraat

Voor afzonderlijke habitattypen blijkt voor bepaalde soorten de samenstelling van het bodemsubstraat van belang te zijn. Baars en brasem vertonen positieve verbanden met de dominantie van bodemslib (baars in meestromende nevengeulen) en klei (brasem in aangetakte rivierarmen/plassen). Deze eurytope vissen zijn gebaat bij voedselrijkere habitattypen die vaak gekenmerkt worden door een dikkere sliblaag. De focus van nevengeulen en strangen ligt echter op rheofiele vissoorten, deze soorten zijn niet gebaat bij dikkere sliblagen. Een hoge dynamiek en/of hogere doorstroomsnelheid in nevengeulen en strangen heeft een negatief effect op de hoeveelheid slib die zich op de bodem afzet. Indirect zal een uitblijven van sedimentatie daarmee de habitatgeschiktheid voor eurytope soorten verlagen en voor rheofiele soorten verhogen.

5.4.3 Invloed van pH en mogelijke kweleffecten

Dichtheden van snoekbaars in meestromende nevengeulen vertoonden een opvallend sterk positief verband met pH. Aangezien de gemeten pH waarden aanzienlijk boven toxische waardes liggen zoals die voor snoekbaars experimenteel zijn vastgesteld (pH=5.8; Vuorinen *et al.*, 1993), is pH waarschijnlijk alleen indirect geassocieerd met dichtheden van snoekbaars. Behalve voor snoekbaars werd ook voor de totale visdichtheid in meestromende nevengeulen een positief verband met pH gevonden. Mogelijk dat de hoge dichtheden snoekbaars eerder verklaard kunnen worden door hoge dichtheden prooivis (in de vorm van de totale visdichtheid) dan verhoogde pH. Bovenstaande suggereert dat de variabele pH al dan niet direct, van invloed zou kunnen zijn op de visdichtheid ter plaatse in een nevengeul. Hoewel geen harde gegevens voorhanden zijn, zou het optreden van kwel de variatie in pH kunnen verklaren. Kwel is doorgaans sterk gebufferd waardoor op locaties met kwel de pH plaatselijk hoger kan zijn dan op locaties waar kweleffecten afwezig zijn. De kweleffecten zouden indirect vissen kunnen aantrekken door bijvoorbeeld verbeterde voedselomstandigheden of een andere watertemperatuur. Andere omgevingsvariabelen die doorgaans zijn geassocieerd met kwel (bijvoorbeeld EGV en bodemtemperatuur) konden echter niet geassocieerd worden met visdichtheden. De gegevens uit het huidige onderzoek zijn dan ook ongeschikt om het mogelijke effect van het optreden van kwel in nevengeulen te kunnen kwantificeren, daarvoor is een meer gespecialiseerde onderzoeksopzet nodig.

5.5 Vergelijking tussen habitats tussen de jaren 2009 en 1998/1999

In de vergelijking tussen de visgemeenschap in drie meestromende nevengeulen, een aangetakte strang en enkele kribvakken tussen de jaren 1998/1997 en 2009, blijken grote verschillen waarneembaar. Deze worden vooral veroorzaakt door de relatief lage dichtheid van soorten uit het eurytope visgilde in 2009. Hoewel de tijdreeks uitdrukkelijk niet gebruikt kan worden als een monitoring en er slechts één referentiepunt beschikbaar is, ligt een afname voor de hand. Welke variabele dit patroon kan verklaren is echter niet bekend. Mogelijk dat in de periode 1998-2009 de nutriënten lading van het rivierwater is afgenomen waardoor de biomassaproductie van generalistische vissen hoger in de voedselketen ook negatief beïnvloed wordt (Yang & Sykes, 1998).

Een ander belangrijk gegeven uit deze vergelijking tussen jaren, is dat de locaties in beide periodes relatief hoge dichtheden rheofiele vissen herbergen. Na tien jaar zijn de drie meestromende nevengeulen nog steeds een aantrekkelijk habitat voor rheofiele vissen. Dit wordt het best geïllustreerd door winde die in alle vergeleken locaties abundant was.

Dit geldt echter niet voor alle rheofiele soorten, boven is al beschreven dat barbeel in 1998/1999 wel relatief frequent in de nevengeulen is waargenomen terwijl de soort vrijwel afwezig was in 2009. Hoewel geen gegevens beschikbaar zijn die een vergelijking tussen de waterstroomsnelheid in de betreffende nevengeulen tussen beide tijdperiodes mogelijk maken, kan gesuggereerd worden dat de mate van doorstroming verminderd is in de periode van tien jaar door 'verzanding'. Hierdoor kunnen de nevengeulen eerder in het seizoen onderhevig zijn aan lage doorstromingen of zelfs geheel stil vallen waardoor ze ongeschikt raken voor rheofiele vissen die een permanent waterstroom vereisen zoals barbeel. Deze verzanding kon letterlijk vastgesteld worden in de nevengeulen nabij Gameren. De locatie Gameren bestaat uit twee nevengeulen. In de periode 1999 konden beide nevengeulen getypeerd worden als meestromende nevengeulen. In 2009 was een groot deel van de binnenste nevengeul echter dermate verzand dat deze al aan het begin van de zomer droog stond. Ook in de nevengeul in de Lek ter hoogte van Schoonhoven was geen sprake meer van doorstroming vanwege een dikke sliblaag. Dit suggereert dat vooral kleine nevengeulen gevoelig zijn voor 'verzanding' of 'opslibbing' en na verloop van tijd weer door menselijk ingrijpen beheerd moeten worden om het oorspronkelijk bedoelde meestromende karakter te behouden. Het is onduidelijk of de natuurlijke dynamiek van de rivier in staat is om de typologie van de nevengeulen te waarborgen.

Uit de jaren vergelijking komt ook duidelijk naar voren dat exotische vissoorten zoals roofblei, Kesslers grondel en witvingrondel zich in een snel tempo in de nevengeulen kunnen vestigen. De ecologische impact van roofblei en witvingrondel lijkt hierbij beperkt, voor Kesslers grondel worden mogelijk wel negatieve effecten verwacht (zie volgende paragraaf). De vestiging van Kesslers grondel lijkt hierbij gefaciliteerd te worden door de aanwezigheid stortstenen bodemsubstraten.

5.6 Opkomst van exoten

Kessler's grondel, witvinggrondel en roofblei zijn de meest abundante exotische vissoorten die zijn waargenomen in de onderzochte habitattypen die in verbinding staan met de rivier. Marmergrondel en blauwband komen vrijwel alleen voor in geïsoleerde plassen. Zwartbekgrondel en Pontische stroomgrondel hadden zich in juli 2009 net gevestigd in de onderzochte riviertrajecten en de verspreiding was nog verre van volledig. Hierdoor kan weinig geconcludeerd worden over de functie van de vijf onderzochte habitattypen voor beide soorten. Inmiddels is de verspreiding van de twee soorten aanzienlijk uitgebreid in het Nederlandse rivierengebied (Spikmans *et al.*, 2010).

Op basis van het huidige onderzoek kan geconcludeerd worden dat Kessler's grondel een sterke affiniteit heeft met stortstenen bodemsubstraten. Indien stortsteen aanwezig is, maakt de soort ook gebruik van aangrenzende vlakke bodems. De soort is zowel langs rivieroeveren als meestromende nevengeulen plaatselijk in hoge dichtheden aanwezig. Stortstenen substraten faciliteren daarmee de vestiging en verspreiding van de soort in zowel rivieroeveren als meestromende geulen. Hoewel relatief weinig bekend is van het effect van Kessler's grondel op inheemse bodemgebonden vissoorten (zoals rivierdonderpad), hebben hoge dichtheden Kessler's grondel mogelijk negatieve effecten op de inheemse visgemeenschap (Spikmans *et al.*, 2010). Voor zwartbekgrondel is reeds aangetoond dat de soort buiten zijn natuurlijke verspreidingsgebied negatieve effecten heeft gehad op het voorkomen van inheemse bodemvissen (Dubs & Corkum 1996; French & Jude 2001; Balshine 2005). Van Kessler's grondel is bekend dat de soort relatief veel vis eet (Vasileva *et al.*, 2003). Om de vestigingskansen voor invasieve exotische soorten zoals Kessler's grondel en zwartbekgrondel zo laag mogelijk te houden, verdient het de aanbeveling om in nieuw aan te leggen uiterwaardwateren zo min mogelijk te werken met stortstenen substraten.

Witvinggrondel wordt aangetroffen in matig stromende wateren op zandgrond (Naseka *et al.*, 1999). Stromende nevengeulen vormen dan ook een geschikt habitat voor de soort. Mogelijk heeft de soort in de grote rivieren de plaats ingenomen van riviergrondel (van Kessel *et al.*, 2008; Spikmans *et al.*, 2010). Vanwege zijn specifieke habitateis is het niet te verwachten dat de soort negatieve effecten op andere soorten heeft.

Hetzelfde kan geconcludeerd worden voor roofblei. De soort is in alle habitattypen aangetroffen en kan plaatselijk in hoge dichtheden voorkomen. Roofblei volgt daarbij het dichtheidspatroon van winde, hetgeen aangeeft dat beide soorten dezelfde ecologische niche bezetten. Wanneer dichtheden van beide soorten met elkaar vergeleken worden is er echter sprake van een significante positieve relatie tussen dichtheden van beide soorten. Dit suggereert dat beide soorten op dezelfde wijze profiteren van de lokale habitatomstandigheden en er geen sprake is van directe concurrentie.

5.7 Kansen voor riviervissen

Niet alle doelen die worden gesteld ten aanzien van uiterwaardwateren en die betrekking hebben op de visfauna worden gehaald. Vaak is dat geen onvolkomenheid binnen het betreffende natuurontwikkelingsproject, maar spelen factoren op groter schaalniveau een belangrijke rol. De geografische verspreiding van bepaalde vissoorten is bijvoorbeeld in sommige gevallen simpelweg de beperkende factor.

Ten aanzien van de onderzochte habitattypen kunnen een aantal doelsoorten worden aangewezen, die een uitgangspunt kunnen vormen voor de functionaliteit van een uiterwaardwater. De kansen en/of het succes van deze doelsoorten is echter ook afhankelijk van de betreffende riviertak waarbinnen de uiterwaardwateren gelegen zijn.

Tabel 9 geeft een overzicht van de betreffende doelsoorten, geselecteerd op basis van de resultaten uit voorliggend onderzoek. De kansen voor deze soorten ten aanzien van het voorkomen in de onderzochte habitattypen en/of riviertakken zijn afgeleid uit de gegevens uit dit onderzoek en/of de Actieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren. Daarnaast is voor enkele beoordelingen gebruik gemaakt van literatuur.

Tabel 9. Doelsoorten die gehanteerd kunnen worden binnen de onderzochte habitattypen. Aangegeven staat in welke habitattypen en riviertakken de meeste kansen liggen voor de betreffende soorten.

	Kansrijke habitattypes:					Kansrijke riviertakken:				
	geïsoleerde plas	rieveroever	aangetakte riviervarm/plas	aangetakte meestromende nevengeul		Zandmaas	Lek	Nederrijn	Waal	IJssel
<i>Eurytope doelsoorten:</i>										
kleine modderkruiper	••	?	?			••	• ?	• ?	• ?	• ?
<i>Limnofiele doelsoorten:</i>										
bittervoorn	••	••				••	?	?	••	••
kroeskarper	•	•	?			?	?	?	•	?
vetje	•• *	•• *	• *			•• *	• ?	•• *	•• *	•• *
<i>Rheofiele doelsoorten:</i>										
bot	••	•	••	•		z	••	z	•	z
barbeel	•	•	•	•• *		•	?	•	••	••
bermpje	?	?		?		• ?	?	?	z	z
kopvoorn	?	?		?		• ?	z	z	z	z
rivierdonderpad	••	•	• ?	• ?		••	?	z	?	•
serpeling	••	••	•	• ?		••	• ?	• ?	• ?	••
sneep	••	•	•	••		••	• ?	• ?	••	••
alver	•			••		••	••	••	••	••
riviergrondel ^a	••		••			••	••	••	••	••
winde	•	•	••	••		••	••	••	••	••

•• soort wordt (plaatselijk) in hoge dichtheden aangetroffen; • onduidelijk of de soort hier frequent gebruik van maakt (habitatype) of voorkomt (riviertak); ^a in de grote rivieren is riviergrondel waarschijnlijk vervangen door de exotische witvingrondel; ? onduidelijk of de soort hier frequent gebruik van maakt (habitatype) of voorkomt (riviertak); z soort is in de betreffende riviertak zeldzaam; * op basis van literatuur

Binnen de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn nog enkele (diadroom) rheofiele soorten binnen de deelmaatlatten soortensamenstelling en abundantie voor de grote riviertypen opgenomen, die niet binnen het huidige onderzoek zijn aangetroffen. Een overzicht van alle soorten opgenomen binnen de betreffende deelmaatlatten is weergegeven in tabel 10. De gildenindeling, gehanteerd bij het type R7 (Grote riviertypen) komt niet overeen met de gildenindeling gehanteerd binnen het huidige onderzoek.

Ten aanzien van de (diadroom) rheofiele soorten zijn de volgende soorten niet in het huidige onderzoek aangetroffen:

- Rheofiel: kwabaal
- Diadroom rheofiel: elft, houting, rivierprik, steur, zalm, zeeforel en zeeprik.

Met betrekking tot kwabaal zijn in de onderzochte habitattypen en de meeste van de riviertakken goede kansen gelegen. Kwabaal is echter een dermate zeldzame soort in Nederland, dat zijn huidige voorkomen voornamelijk de beperking vormt voor zijn mogelijkheden binnen de onderzochte habitattypen. Met betrekking tot de diadroom rheofiele soorten zijn weinig gefundeerde uitspraken te doen. Elft en steur worden in Nederland als uitgestorven beschouwd en van houting is het niet bekend of er nog een (duurzame) populatie in Nederland aanwezig is. Voor zalm en zeeforel is het niet waarschijnlijk dat zij structureel van de habitattypen gebruik (zullen gaan) maken. Mogelijk fungeren de habitattypen wel als rustplaats tijdens de migratie van en naar de voortplantingslocaties meer bovenstrooms van de locaties die in het huidige onderzoek zijn onderzocht.

Kansen voor zeeprik en rivierprik zijn met name gelegen in meestromende nevengeulen (paai en opgroeihabitat) en mogelijk aangetakte strangen binnen alle riviertakken. Rivierprik is in het verleden aangetroffen in o.a. de nevengeul van Opijnen (Krekels & Verbeek 1994) en Beneden-Leeuwen (Verbeek *et al.* 1995; Grift 2001). Zeeprik is niet bekend uit de onderzochte habitattypen. Over het voorkomen en de functie van de habitattypen voor beide soorten kan echter aan de hand van dit onderzoek niets gezegd worden. Onderzoek naar prikken vereist een andere, meer gespecialiseerde onderzoeksmethodiek.

Tabel 10. Gildenindeling grote riviertypen. Figuur geeft een overzicht van soorten gebruikt in de deelmaatlatten soortensamenstelling en abundantie voor de grote riviertypen. In het onderzoek zijn rivieren bemonsterd van het type R7 (bron: Van der Molen & Pot 2007).

Verklaring van de letters:

R = Rheofiel

D = Diadroom

L = Limnofiel

INDELING IN GILDEN VAN DE SOORTEN IN GROTE RIVIER-TYPEN

Soort	R7	R8	R16
Aal	D	D	D
Alver	R	R	R
Barbeel	R	R	R
Beekforel			R
Bermpje			R
Bittervoorn	L	L	L
Bot	D	D	
Driedoornige stekelbaars	D	D	
Elft	RD	RD	RD
Elrits			R
Fint		D	
Gestippelde alver			R
Grote modderkruiper	L	L	L
Houting	RD	RD	RD
Kleine modderkruiper	R	R	R
Kopvoorn	R	R	R
Kroeskarper	L	L	L
Kwabaal	R	R	R
Rivierdonderpad	R	R	R
Riviergrondel	R	R	R
Rivierprik	RD	RD	RD
Ruisvoorn	L	L	L
Serpeling	R	R	R
Sneep	R	R	R
Spiering		D	
Steur	RD	RD	RD
Vetje	L	L	L
Winde	R	R	R
Zalm	RD	RD	RD
Zeeforel	RD	RD	RD
Zeelt	L	L	L
Zeeprik	RD	RD	RD

5.8 Kennisleemten

Hoewel het huidige onderzoek verschillende inzichten verschaft in de functie van de onderzochte habitattypen voor de visgemeenschap, worden ook een aantal kennisleemten duidelijk:

- Het huidige onderzoek beschrijft de functie van de onderzochte habitattypen gedurende de zomerperiode. Het blijft onduidelijk in hoeverre de onderzochte habitattypen ook gebruikt worden voor paai en vestigingshabitat voor larven van rheofiele vissen in het vroege en late voorjaar.
- Uit het onderzoek komt naar voren dat vooral meestromende nevengeulen in de zomer een lage of geen doorstroming hebben. Rheofiele vissen verlaten hierdoor mogelijk nevengeulen en gebruiken dan aangrenzende rivieroever. In hoeverre dit werkelijk optreedt en wat de consequenties zijn voor rivierkarakteristieke soorten, is onbekend; meer inzicht naar de connectiviteit tussen nevengeulen – strangen en aangrenzende rivieroever is daarom relevant.
- Tot op heden is nooit onderzocht of de ecologische sleutelfactoren voedselbeschikbaarheid en temperatuur een invloed hebben op de functionaliteit als voortplanting- en opgroei-habitat van nevengeulen en strangen voor rheofiele vissen.
- Dit onderzoek suggereert dat kwel in strangen en nevengeulen een positief effect heeft op de aanwezige visgemeenschap. Het verdient de aanbeveling om dit in meer detail te testen en te onderzoeken hoe de invloed van kwel in het uiterwaardengebied vergroot kan worden en waar en hoe optimaal gebruik gemaakt kan worden van uittredend grondwater.
- Uit het huidige onderzoek komt naar voren dat stortstenen bodemsubstraten de vestigingskansen voor bodemgebonden exoten faciliteert. Het is onbekend of dit een negatief effect heeft op inheemse soorten en het succes van strangen en nevengeulen daarmee beïnvloedt.
- Hoewel het huidige onderzoek veel nieuwe inzichten geeft, betreft het een momentopname. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in een zeer dynamisch systeem. Het is onbekend hoe vissen binnen dit systeem van jaar tot jaar zich gedragen. Het is aan te bevelen op een aantal representatieve locaties hiervoor een monitoringsprogramma op te zetten.

5.9 Aanbevelingen aanleg en beheer

Op basis van de bevindingen van dit onderzoek kan samengevat gesteld worden dat natuurontwikkeling in uiterwaarden een duidelijke meerwaarde biedt voor de inheemse visfauna. In de verschillende onderzochte habitattypen is een duidelijk hogere dichtheid in totale visgemeenschap aanwezig in vergelijking met de traditionele rivieroever. Daarnaast profiteren ook bepaalde ecologische gilden of soorten van de nieuwe habitattypen.

Een mogelijke nieuwe bedreiging voor de inheemse visfauna wordt gevormd door een aantal invasieve bodemgebonden vissoorten. Stortstenen bodems faciliteren de vestiging van deze soorten. De hoogste dichtheden aan bodemgebonden exoten binnen de onderzochte habitattypen worden aangetroffen in de nabijheid van stortstenen substraten. Om de vestigingskansen van deze invasieve exoten binnen de onderzochte habitats te

beperken, moet in de habitats daarom zo min mogelijk gewerkt worden met stortstenen habitats. Vooralsnog is er geen negatief verband tussen inheemse vissoorten en invasieve bodemgebonden vissoorten aangetoond.

Vóór aanleg van bepaalde habitattypen is het van belang een gedegen systeemanalyse uit te voeren, alvorens doelen te stellen en of verwachtingen te creëren. Hierop wordt uitgebreid ingegaan in 'Kwaliteitsprincipes Uiterwaardinrichting; principes voor de landschapsecologische kwaliteit van inrichtingsprojecten in het rivierengebied' (Peters, 2009).

In deze paragraaf wordt per habitatype dat binnen dit onderzoek is onderzocht een aantal aanbevelingen gedaan voor aanleg en beheer.

5.9.1 Geïsoleerde plas

Geïsoleerde plassen in uiterwaarden kenmerken zich door een aparte visgemeenschap ten opzichte van de andere onderzochte habitattypen. Het habitatype overstroomt alleen bij zeer hoge waterstanden en betreft daarmee het minst dynamische habitatype dat is onderzocht binnen dit onderzoek. Binnen dit laag dynamische habitatype ligt het accent op de ontwikkeling van watervegetatie, die in kwelsituaties in ontwikkeling kan worden bevorderd. Uit het onderzoek is gebleken dat kleine ondiepe plassen een rijkere visfauna bevatten dan grotere diepe plassen, mogelijk een gevolg van een verschil in bedekking met watervegetatie. Binnen geïsoleerde plassen dient men dan ook te streven naar een gevarieerde limnofiele (plantenminnende) visgemeenschap, bestaande uit soorten als bittervoorn, kroeskarper, rietvoorn, snoek, vetje en zeelt. Daarnaast is ook de eurytope kleine modderkruiper op zijn plaats, een soort die is opgenomen in bijlage 2 van de Habitatrichtlijn.

Voortplanting van deze soorten kan bevorderd worden door rondom de geïsoleerde plassen ondiepe zones te creëren, die in het voorjaar onder water staan en tijdelijk dienen als paaibiotop en tevens geschikt zijn als opgroeigebied voor de juveniele visfauna. De eerste resultaten van een hydrologisch experiment, uitgevoerd in de Oude Waal bij Nijmegen, wijzen erop dat dergelijke overstromingsvlaktes een positief effect hebben op de juveniele visfauna (Kurstjens *et al.*, 2010). Binnen het experiment is na hoogwater het water langer in het gebied vastgehouden door het niet actief uit te laten, maar door het water te laten wegzijgen. Hierdoor ontstonden de genoemde tijdelijke ondiepe zones.

Geïsoleerde plassen kunnen binnen alle onderzochte uiterwaarden in het Rijn- en Maassysteem een duidelijke meerwaarde voor de visgemeenschap bieden. Behoud en/of aanleg van dit type wateren is dan ook van belang om een zo divers mogelijke visgemeenschap in uiterwaarden te creëren.

Bij aanleg en beheer van geïsoleerde plassen zijn de volgende punten van belang:

- Visfauna: limnofiele soorten;
- Dynamiek: overstromingsfrequentie is laag, hooguit één keer per jaar;
- Watervegetatie: van belang voor de aanwezige limnofiele visgemeenschap. Kansen op zandige ondiepe oeverzones/bodems, beperkte begrazing door watervogels;
- Dimensie: aanleg van kleine ondiepe plassen en/of verondiepen van bestaande diepe plassen. Brede ondiepe oeverzone van diepe plassen bevordert de ontwikkeling van de visgemeenschap.
- Locatie: alle onderzochte riviertakken.



Afbeelding 2. Geïsoleerde plas; de Oude Waal bij Nijmegen (bron: Google Earth)

5.9.2 Aangetakte rivierarm/plas

Het habitatype aangetakte rivierarm/plas is relatief makkelijk te creëren. Er wordt overigens veelal gebruik gemaakt van de aantakking van reeds bestaande wateren in uiterwaarden. Het habitatype kenmerkt zich in vergelijking met de andere habitatypen door lagere dichtheden rheofielen, maar hoge dichtheden eurytopen. Echter, beide ecologische gilden zijn in vergelijking met rivieroeveren goed vertegenwoordigd.

Bij dit habitatype is het van belang doelstellingen ruimtelijk te scheiden. De ingangszone van dit habitatype is vaak hoog dynamisch en daarmee kansrijk voor vissen uit het rheofiele gilde, de achterliggende meer laag dynamische rivierarm of plassen zijn geschikt voor soorten uit het eurytope en limnofiele gilde.

De ingangszone dient voldoende diep en breed te zijn om geen barrièrewerking met zich mee te brengen en het toelaten van dynamiek binnen deze zone is gunstig voor de gewenste rheofiele visgemeenschap. De gewenste breedte en diepte is sterk locatieafhankelijk. Afwisseling van ondiepe, glooiende oevers met afkalvende oevers is gewenst. Zandbodems op deze locaties zijn over het algemeen gunstiger voor het rheofiele gilde dan kleibodems en het achterlaten van grind of andere grove substraten bevordert eveneens de geschiktheid van de locatie voor rheofiele vissen.

In de achterliggende zone wordt gestreefd naar een visgemeenschap van voornamelijk eurytope en limnofiele soorten. Ondiepe glooiende oevers, waarin vegetatie tot ontwikkeling kan komen, bevordert op deze plaatsen de ontwikkeling van de gewenste visgemeenschappen.

De mogelijkheid om binnen dit relatief gemakkelijk aan te leggen habitatype te streven naar een visgemeenschap waarin de drie ecologische gilden zijn vertegenwoordigd, maakt dit tot een waardevol habitatype. In principe kan het habitatype binnen alle onderzochte uiterwaarden in het Rijn- en

Maassysteem worden aangelegd, waar een oude rivierarm of zand- of kleiputten gelegen zijn. Bij het aantakken van bestaande wateren is het wel van belang de in de betreffende wateren aanwezige visgemeenschap te onderzoeken. Oude rivierarmen kunnen bijvoorbeeld een zeer waardevolle limnofiele visgemeenschap herbergen, waaronder een soort als grote modderkruiper. Deze soort kan als gevolg van aantakking onder druk komen te staan door veranderingen in het biotoop en door bijvoorbeeld de kolonisatie van meer concurrentiekrachtige soorten.

Bij aanleg en beheer van geïsoleerde plassen zijn de volgende punten van belang:

- Visfauna: ingangszone rheofiele soorten, achterliggende zone eurytope en limnofiele soorten;
- Dynamiek: ingangszone hoog dynamisch, achterliggende zone laag dynamisch;
- Watervegetatie: in oevers van de wateren in de laag dynamische zone, voornamelijk van belang voor de aanwezige limnofiele visgemeenschap. Kansen op zandige ondiepe bodems, beperkte begrazing door watervogels en een continue stroming, waardoor troebelheid wordt beperkt (zie Peters & Kurstjens 2009);
- Dimensie: ingangszone breed en voldoende diep. In achterliggende zone streven naar kleine ondiepe plassen en/of verondiepen van bestaande diepe plassen. Een brede ondiepe oeverzone van diepe plassen bevordert de ontwikkeling van de visgemeenschap.
- Locatie: alle onderzochte riviertakken op plaatsen waar dergelijke aan te takken wateren reeds in de uiterwaarden gelegen zijn.



Afbeelding 3. Aangetakte plas; de Blauwe Kamer bij Rhenen (bron: Google Earth).

5.9.3 Aangetakte strang

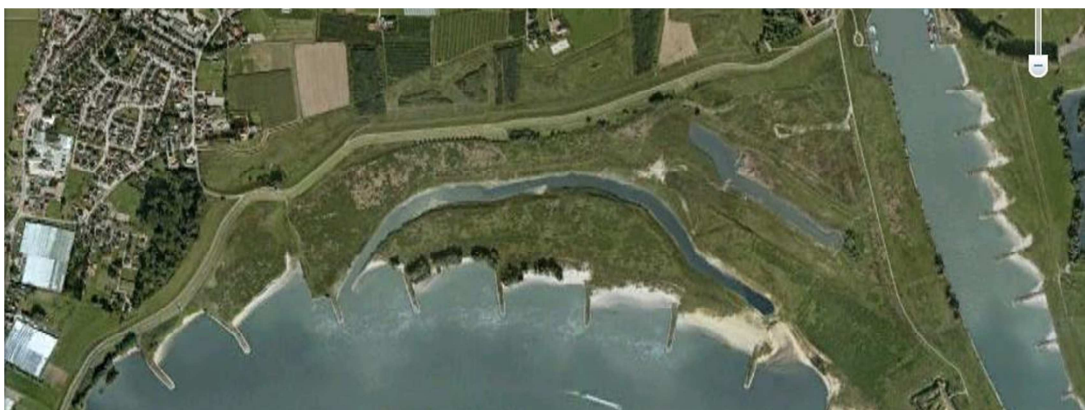
Het habitatype 'aangetakte strang' is na het habitatype 'meestromende nevengeul' het meest geschikt om te streven naar een rheofiele visgemeenschap. De aangetakte strang heeft door zijn lijnvormige karakter veelal hetzelfde dynamische karakter als de riviertak waar de strang gelegen is. De klompenwaard in de Waal is hoog dynamisch en stroomt bij zeer hoge waterstanden mee, de strang bij Ravenstein is lager dynamisch, als gevolg van de ligging in een gestuwde rivier.

Een algemeen principe dat voor strangen en nevengeulen uit het onderzoek gesuggereerd kan worden is dat grote/lange geulen hogere visdichtheden tot gevolg hebben dan kleine/korte strangen en nevengeulen. Lange geulen zorgen voor een optimale hoog-laag dynamiek gradiënt ten opzichte van de rivier. Daarnaast zijn zandbodems over het algemeen gunstiger voor de visfauna dan kleibodems en bij voorkeur is de strang permanent aangetakt aan de rivier.

Binnen het habitatype 'aangetakte strang' is een duidelijk hogere dichtheid rheofielen aanwezig dan in de rivieroever. Omdat strangen in een gestuwde rivier over het algemeen minder dynamisch zijn, worden de meeste rheofielen veelal aangetroffen op korte afstand van de rivier, waar de soorten profiteren van de dynamiek die wordt veroorzaakt door de scheepvaart. De ingang van strangen op dergelijke locaties dient voldoende groot te zijn en zo te zijn gepositioneerd dat deze dynamiek optimaal kan worden 'binnengelaten'. Het achterlaten van grind of andere grove substraten en de aanleg van in ieder geval deels glooiende oevers bevordert eveneens de geschiktheid van de locatie voor rheofiele vissen.

Bij aanleg en beheer van strangen zijn de volgende punten van belang:

- Visfauna: rheofiele soorten;
- Dynamiek: hoog-laag dynamiek gradiënt;
- Watervegetatie: weinig.
- Dimensie: ingangszone breed en voldoende diep, liefst lange/grote geulen , gesitueerd in laag gelegen uiterwaarden. Oevers in ieder geval deels glooiend.
- Locatie: alle onderzochte riviertakken. Meest effectief voor rheofiele soorten als in strang dynamiek aanwezig is.



Afbeelding 4. Aangetakte strang; de Klompenwaard bij Doornenburg (bron: Google Earth).

5.9.4 Meestromende nevengeul

Het habitattype 'meestromende nevengeul' bevat hoge dichtheden aan vis en is het meest geschikte habitattype om te streven naar een rheofiele visgemeenschap. Ook hier geldt dat het habitattype meer dynamisch is, en daarmee gunstiger voor rheofielen, in een ongestuwde dan een gestuwde rivier. Voor gestuwde trajecten kunnen meestromende nevengeulen stuwpasserend worden aangelegd, waarbij gebruik wordt gemaakt van het verval rond het betreffende stuwcomplex. De ingang ligt dan bovenstrooms van de stuw, de uitgang benedenstrooms. Lange/grote geulen bevatten hogere dichtheden aan vissen dan kleine/korte geulen en zandige bodems zijn gunstiger dan kleibodems.

De meestromende nevengeul verzandt het minst snel wanneer deze wordt aangelegd in een binnenbocht van de rivier. Door het relatief grote verhang, verkrijgen ze tevens het gewenste hoog dynamische karakter. Bij voorkeur is de geul permanent tweezijdig aangetakt aan de rivier.

Een heterogeen oever- en dieptepatroon zorgt binnen de dynamische geul voor een variëteit aan habitats en tevens voor meer laag dynamische delen binnen het systeem. Deze laag dynamische delen zijn voor sommige rheofiele soorten (b.v. sneep) gedurende bepaalde levenstadia van groot belang. De laag dynamische delen vormen tevens voor eurytope en soms zelfs limnofiele soorten geschikte habitats.

- Visfauna: rheofiele soorten;
- Dynamiek: hoog dynamisch, aanvullend creëren van laag dynamische delen door heterogene aanleg;
- Watervegetatie: met name in lager dynamische delen. Kansen op zandige ondiepe oevers, beperkte begrazing door watervogels en een continue stroming, waardoor troebelheid wordt beperkt (zie Peters & Kurstjens 2009);
- Dimensie: liefst lange en zo breed mogelijke geulen met een heterogeen oever- en dieptepatroon, gesitueerd in laag gelegen uiterwaarden. Deels ondiepe glooiende oevers en een diepere middengeul.
- Locatie: ongestuwde riviertakken. In gestuwde riviertakken stuwpasserend aanleggen.



Afbeelding 5. Meestromende nevengeul (heterogeen); de Vreugderijkerwaard (bron: Google Earth).



Afbeelding 6. Meestromende nevengeul (homogeen); de Bakenhof (bron: Google Earth)

5.9.5 Rivieroever

Hoewel dichtheden aan juveniele vissen in rivieroevers lager zijn dan in de andere onderzochte habitattypen, vervullen oevers eveneens een belangrijke functie voor vissen. De gegevens uit het onderzoek indiceren dat rivieroevers en aangrenzende nevengeulen en/of strangen ecologisch met elkaar verbonden zijn, bijvoorbeeld in periodes met lage waterstanden. Bij de aanleg en planning van strangen en nevengeulen is het daarom gunstig om ook de aangrenzende rivieroevers te betrekken. De huidige rivieroevers (vaak kribvakken) zijn homogeen aangelegd (onnatuurlijk stortstenen habitat) en vormen een abrupte overgang tussen de heterogene zijwateren en de hoofdgeul van de rivier. Door het betrekken van de rivieroevers bij de inrichting van uiterwaarden, kan een geleidelijke overgangssituatie worden gecreëerd.

Indien natuurontwikkeling in achterliggende uiterwaarden niet mogelijk is, kan in de rivieroever zelf worden ingegrepen. In verband met mogelijke belemmeringen die dit kan opleveren voor de veiligheid en/of de (veiligheid van de) scheepvaart is dit zeer locatie afhankelijk. Bij ingrepen in de rivieroever moet met name gedacht worden aan het verwijderen van aangebrachte oeververdediging en het toelaten van meer dynamiek. Hierdoor ontstaan de zogenoemde vrij eroderende oevers. Goede kansen hiervoor zijn gelegen in zowel gestuwde als ongestuwde riviervluchten. Het achterlaten van grind en andere grove substraten in traditionele en vrij eroderende oevers is gunstig voor de rheofiele visgemeenschap. In ongestuwde vluchten kan de eilandkrib (Van Heereveld *et al.* 2006) mogelijk een uitkomst bieden.

- Visfauna: rheofiele soorten;
- Dynamiek: hoog dynamisch;
- Watervegetatie: weinig, mogelijk in bv de Maas;
- Dimensie: vrij eroderende oevers over zo groot mogelijke afstanden. Ingangen en mondingen van nevengeulen in brede kribvakken leggen, waarbij de betreffende kribvakken heterogeen worden ingericht, zodat er een overgangszone ontstaat.
- Locatie: vrij eroderende oevers in alle onderzochte riviervakken. Kribvakken betrekken bij nevengeulen eveneens in alle riviervakken.



Afbeelding 7. Rivieroever; de waal bovenstrooms nevengeul Opijnen (bron: Google Earth).

6 Literatuur

Balshine S, Verma A, Chant V, Theysmeyer T (2005) Competitive interactions between round gobies and logperch. *Journal of Great Lakes Research* 31:68-77

Banarescu PM, Bogutskaya NG, Movchan YV, Smirnov AI (2003) *Barbus barbus* (Linnaeus 1758). In: Banarescu PM & Bogutskaya, NG (eds) The freshwater fishes of Europe. Cyprinidae 2 Part II: Barbus: 43-98, Aula Verlag, Wiebelsheim

Beekman J (2005) Kennisdocument sneep *Chondrostoma nasus* (Linnaeus 1758). Kennisdocument 4. Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Beers MC (2005) Kennisdocument riviergrondel, *Gobio gobio* L. Kennisdocument 10. Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Benson BJB, Magnuson JJ (1992) Spatial heterogeneity of littoral fish assemblages in lakes: relation to species diversity and habitat structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1493-1500

Bischoff A, Freyhof J (1999) Seasonal shifts in day-time resource use of 0+ barbel, *Barbus barbus*. *Environmental Biology of Fishes* 56: 199-212

Copp GH, Guti G, Rovný B, Černý J (1994) Hierarchical analysis of habitat use by 0+ juvenile fish in Hungarian/Slovak flood plain of the Danube River. *Environmental Biology of Fishes* 40: 329-348

Crombaghs BHJM, Akkermans RW, Gubbels REMB, Hoogerwerf G (2000). Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

De Vocht A (2003) Migratie en habitatgebruik van barbeel in de Grensmaas en de Geul. *Natuurhistorisch Maandblad* 92: 255-260

Dubs DOL, Corkum LD (1996) Behavioral interactions between Round Gobies (*Neogobius melanostomus*) and Mottled Sculpins (*Cottus bairdi*). *Journal of Great Lakes Research*, 22 (4): 838-844

Flore L, Keckeis H (1998) The effect of water current on foraging behaviour of the rheophilic cyprinid *Chondrostoma nasus* (L.) during ontogeny: evidence of a trade-off between energetic gain and swimming costs. *Regulated rivers: Research & Management* 14: 141-154 (1998)

French JRP, Jude DJ (2001) Diets and diet overlap of non-indigenous gobies and small benthic native fishes co-inhabiting the St. Clair river, Michigan. *Journal of Great Lakes Research*, 27(3): 300-311

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

Grift RE, Buijse AD, Van Densen WLT, Machiels MAM, Kranenbarg J, Klein Breteler JGP, Backx JJGM (2003) Suitable habitats for 0-group fish in rehabilitated floodplains along the lower River Rhine. *River Research and Applications* 19: 353-374

Quak J (1994) Klassificatie en typering van de visstand in het stromend water. In: Raat AJP Vismigratie en vispassages in Nederland: 59-85

Keckeis H, Winkler G, Flore L, Reckendorfer W, Schiemer F (1997) Spatial and seasonal characteristics of 0+ fish nursery habitats of Nase, *Chondrostoma nasus* in the river Danube, Austria. *Folia Zoologica* 46 (Suppl 1): 133-150

Koopmans JH, van Emmerik WAM (2006) Kennisdocument winde, *Leuciscus idus* L. Kennisdocument 20. Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Krekels RFM, Verbeek PJM (1994) Monitoring Fauna oeververbeteringsproject Opijnen 1994. *Natuurbalans – Limes Divergens*, Nijmegen

Kroon JW (2009) Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27. Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Kurstjens G, van Kessel N, Dorenbosch M, Peters B, van Geest G (2010) De natuur van de natte overstromingsvlakte. De Oude Waal bij Nijmegen. Inventarisatie 2009. Project Rijn in Beeld. Kurstjens ecologisch adviesbureau/Bureau Drift, Beek-Ubbergen/Berg en Dal en Bureau Natuurbalans – Limes Divergens, Nijmegen

Leuven RSEW, Slooter NAH, Snijders J, Huijbregts MAJ & van der Velde G (2007) The influence of global warming and thermal pollution on the occurrence of native and exotic fish species in the river Rhine. In: Van Os, A.G. (Ed.), *Proceedings NCR days 2007: A sustainable river system*. NCR publication 32-2007. Netherlands Centre for River Research, Delft. p. 62-63

Naseka AM, Bogutskaya NG, Bănărescu PM (1999) *Gobio albipinnatus* (Lukasch, 1933). In: *The Freshwater Fishes of Europe*. Vol. 2/I. Cyprinidae. Part 1: Rhodeus to Capoeta. Wiebelsheim. Aula-Verlag, 427 pp.

Peters B, Kurstjens G (2009) Waterplanten in Nevengeulen. Project Rijn in Beeld. Bureau Drift/Kurstjens Ecologisch Advies, Berg en Dal/Beek-Ubbergen.

Peters B (2009) Kwaliteitsprincipes Uiterwaardinrichting. Principes voor de landschapsecologische kwaliteit van inrichtingsprojecten in het rivierengebied. Uitgave van Staatsbosbeheer, Ministerie van LNV, Rijkswaterstaat & Dienst Landelijk Gebied

Peters JS (2009) Kennisdocument donderpad; het geslacht *Cottus*. Kennisdocument 9 (herziene versie). Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Pollux BJA, Dorenbosch M, Korosi A, Verberk WCEP, Pollux PMJ (2006) Herkomst van jonge kopvoorns in Noord-Limburgse beekmondingen. Natuurhistorisch Maandblad 95: 52-54

Spikmans F, van Kessel N, Dorenbosch M, Kranenbarg J, Bosveld J, Leuven R (2010). Plaag Risico Analyses van tien exotische vissoorten in Nederland. Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek: Stichting RAVON, Radboud Universiteit Nijmegen, Stichting Bargerveen & Natuurbalans – Limes Divergens, Nijmegen

Tomlinson ML, Perrow MR (2003). Ecology of the Bullhead. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 4. English Nature, Peterborough

Van der Molen DT, Pot R (2007) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Utrecht, 362 pp.

Van Heereveld MA, Akkerman GJ, de Jong W, Leuven RSEW, Struiksma N & van der Winden A (2006) Eilandkrib: hoofdrapport en achtergronddocument. Royal Haskoning, Radboud University, Stroming & Struiksma River Engineering, Nijmegen. 21 p. & 9 p.

Van Kessel N, Dorenbosch M, Spikmans F, Kranenbarg J, Crombaghs B (2009) Jaarrapportage Actieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in de grote rivieren gedurende het winterhalfjaar 2008-2009. Natuurbalans – Limes Divergens BV & Stichting RAVON, Nijmegen

Vasil'eva ED, Vasil'ev P (2003) *Neogobius kessleri* (Günther, 1861) In: The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 8/I. Mugilidae, Atherinidae, Atherinopsidae, Blenniidae, Odontobutidae, Gobiidae 1. Wiebelsheim. Aula-Verlag, 404 pp.

Verbeek P, Lensink R, Hoogerwerf G, Crombaghs C, Krekels R (1997) Monitoring Fauna Oeververbetringsproject Opijnen 1996. Broedvogels, steltlopers, vissen, libellen, sprinkhanen. Rapport Natuurbalans – Limes Divergens, Nijmegen

Verbeek PJM, Krekels RFM, Hoogerwerf G (1995) Monitoring nevengeul Beneden-Leeuwen 1994-1995. Natuurbalans – Limes Divergens, Nijmegen

Vuorinen M, Pekka J, Vuorinen JH, Seppo P (1993) Lethal and sublethal threshold values of aluminium and acidity to pike (*Esox lucius*), whitefish (*Coregonus lavaretus pallasii*), pike perch (*Stizostedion lucioperca*) and roach (*Rutilus rutilus*) yolk-sac fry. Science of The Total Environment 134 (Suppl. 2): 953-967

Wiegerinck JAM, de Boois IJ, van Keeken IJ, Westerink HJ (2009) Jaarrapportage Passieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: fuik- en zalmsteekregistraties in 2008. IMARES, rapport C028/09, IJmuiden

Wijmans PADM (2007) Kennisdocument barbeel, *Barbus barbus* L. Kennisdocument 14. Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Yang MD, Sykes R M (1998) Trophic-dynamic modeling in a shallow eutrophic river ecosystem. Ecological Modelling 105: 129-139

Zitek A, Schmutz S, Unfer G, Ploner A (2004) Fish drift in a Danube sidearm-system: I. Site-, inter and intraspecific patterns. *Journal of Fish Biology* 65: 1319–1338

Bijlage

In bijlage 1 en 2 zijn de gemiddelde visdichtheden in de vijf onderzochte habitattypen van alle locaties weergegeven op vlakke bodem (bemonsterd middels zegenvisserij) en stortsteenbodem (bemonsterd middels elektrovisserij).

Bijlage 1: Gemiddelde visdichtheden (100 m⁻²) in de vijf onderzochte habitattypen per locatie op vlakke bodem, gebaseerd op zeeenvisserij data.

Locatienaam:	Habitattype:	Rivertak:	Euryope vissen					Exotische vissen (rheofiel)										Pontische stroom- grondel	roofblei	witvin- grondel	zwartbek- grondel
			baars	blank- voorn	brasem	brasem/ kolblei	3d stekel- baars	karper	kleine modder- kruiper	kolblei	pos	snoek- baars	10d stekel- baars	blauw- band	Kessiers grondel	marmar- grondel					
Boxmeer Zuiderland	aangetakte rivierarm/plas	Maas	267.3	105.6	2.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	4.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	
Duursche Waarden	aangetakte rivierarm/plas	Ussel	3.9	22.1	0.9	194.6	0.2	0.0	0.1	0.8	1.1	3.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	
Hansummeerveerd 1	aangetakte rivierarm/plas	Maas	17.0	1.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0		
Asseltse Plassen	aangetakte rivierarm/plas	Maas	129.7	240.5	1.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0		
Blauwe Kamer	aangetakte rivierarm/plas	Nederrijn	9.2	49.8	0.2	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	0.0		
Isabellagrend	aangetakte rivierarm/plas	Maas	11.9	63.4	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0		
loonse waard	aangetakte rivierarm/plas	Maas	168.7	10.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9	0.0	0.0		
Middelaar	aangetakte rivierarm/plas	Maas	10.9	42.2	0.3	0.1	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	0.0	0.0		
Hansummeerveerd 2	aangetakte rivierarm/plas	Maas	15.4	31.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0		
Klompewaard	aangetakte strang	Waal	12.1	37.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	17.3	0.0	0.0	1.3	0.0	16.7	0.1	0.0		
Passewaay	aangetakte strang	Waal	3.4	16.2	2.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	13.6	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	
Ravenstein	aangetakte strang	Maas	25.2	22.4	5.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	8.7	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0		
Scheren Welle	aangetakte strang	Ussel	14.2	45.8	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.1	0.0		
Schoonhoven	aangetakte strang	Lek	0.8	6.7	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.1	0.0	1.5	0.0	0.0		
Uitweg	aangetakte strang	Lek	0.8	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.1	0.0		
Vreugderijkenwaard Zuid	aangetakte strang	Ussel	4.2	24.0	0.0	7.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	2.5	0.0	0.0		
Isabellagrend	geïsoleerde < plas	Maas	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Amerongse Bovenpolder	geïsoleerde strang	Nederrijn	0.9	0.0	0.0	127.1	28.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Ewijkse Plaet	geïsoleerde strang	Waal	27.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	82.1	0.0	0.0	3.0	0.1	0.5	0.0	0.0		
Oude Waal	geïsoleerde strang	Waal	13.4	22.0	80.0	10.4	0.0	0.1	1.2	0.0	81.7	6.6	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0		
Wageningen uiterwaarden	geïsoleerde strang	Nederrijn	90.5	0.0	406.4	76.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	91.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0		
Bakenhof	meestromende nevengeul	Nederrijn	86.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	2.7	0.0	0.0	2.5	0.7	0.5	2.9	0.0		
Beneden Leeuwen	meestromende nevengeul	Waal	18.9	8.0	1.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	12.6	0.0	0.0	1.0	0.0	85.4	2.7	0.0		
Gameren < geul	meestromende nevengeul	Waal	4.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.7	0.1	0.0		
Gameren > geul	meestromende nevengeul	Waal	4.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	0.0	0.0	7.7	0.0	7.4	3.6	0.0		
Loonse Waard	meestromende nevengeul	Maas	128.5	5.5	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	67.5	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0		
Opijnen	meestromende nevengeul	Waal	2.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	3.0	0.0	3.8	5.3	0.0		
Vreugderijkenwaard	meestromende nevengeul	Ussel	3.5	5.7	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.0	0.0		
Amerongse Bovenpolder	riveroever	Nederrijn	29.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0		
Bakenhof	riveroever	Nederrijn	2.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	7.9	1.1	0.0		
Blauwe Kamer	riveroever	Nederrijn	32.8	41.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	12.1	10.7	0.0		
Deventer	riveroever	Ussel	0.3	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	3.4	0.0		
Empel	riveroever	Maas	3.4	8.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	2.4	0.0		
Gameren	riveroever	Waal	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0		
Gewande	riveroever	Maas	0.4	22.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	0.0	0.0		
Hedel	riveroever	Maas	24.5	33.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0		
Jaarsveld	riveroever	Lek	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0		
Klompewaard	riveroever	Waal	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.9	0.0		
Steyl	riveroever	Maas	111.9	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	0.0	0.0		
Uitweg	riveroever	Lek	0.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0		
Vreugderijkenwaard	riveroever	Ussel	103.7	32.7	0.2	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.5	0.0		
Herwijnen	riveroever	Waal	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.7	19.5	0.2		
Well	riveroever	Maas	3.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0		

Locatienaam:	Habitatype:	Rivertak:	Limnofiele vissen					Rheofiele vissen (inheems)										winde
			bitter-voorn	kroes-karper	rietvoorn	snoek	vetje	zeelt	bot	barbeel	bermpje	kopvoorn	donderpa	serpeling	sneep	alver	river-grondel	
Boxmeer Zuidereiland	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.9	0.0	62.0
Duursche Waarden	aangetakte rivierarm/plas	Ussel	38.7	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2
Hansumerweerd 1	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4
Asseltse Plassen	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.7	0.0	0.0	7.5
Blauwe Kamer	aangetakte rivierarm/plas	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Isabellagreend	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.6	10.6
loonse waard	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5
Middelaar	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	1.0	0.6	51.4
Hansumerweerd 2	aangetakte rivierarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
Klompervwaard	aangetakte strang	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2
Passewaay	aangetakte strang	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	10.4
Ravenstein	aangetakte strang	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	21.9
Scheren Welle	aangetakte strang	Ussel	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.8
Schoonhoven	aangetakte strang	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	113.7
Uitweg	aangetakte strang	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	22.0
Vreugderijkenwaard Zuid	aangetakte strang	Ussel	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	2.1
Isabellagreend	geisoleerde < plas	Maas	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amerongse Bovenpolder	geisoleerde strang	Nederrijn	0.7	0.0	50.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.2
Ewijkse Plaat	geisoleerde strang	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Oude Waal	geisoleerde strang	Waal	5.2	0.0	1.7	0.1	24.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wageningen uitenwaarden	geisoleerde strang	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0
Bakenhof	meestromende nevengcul	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	6.5
Beneden Leeuwen	meestromende nevengcul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	160.5
Gameren < geul	meestromende nevengcul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	4.6
Gameren > geul	meestromende nevengcul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	27.2
Loonse Waard	meestromende nevengcul	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	9.5	0.0	27.6
Opijnen	meestromende nevengcul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	5.0
Vreugderijkenwaard	meestromende nevengcul	Ussel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	96.7
Amerongse Bovenpolder	riveroever	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.0
Bakenhof	riveroever	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.4	0.0	0.0	11.0
Blauwe Kamer	riveroever	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	6.7
Deventer	riveroever	Ussel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.1	0.5
Empel	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	41.9
Gameren	riveroever	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.6
Gewande	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	3.3	0.0	0.8	60.3
Hedel	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	38.3
Jaarsveld	riveroever	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.7
Klompervwaard	riveroever	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.0	0.0	0.0	1.3
Steyl	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	0.4	0.0	0.0	3.8
Uitweg	riveroever	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	3.3
Vreugderijkenwaard	riveroever	Ussel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.8	0.0	19.4
Hervijnen	riveroever	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	1.6
Weil	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2

Bijlage 2: Gemiddelde visdichtheden (100 m⁻²) in de vijf onderzochte habitattypen per locatie op stortsteenbodem, gebaseerd op elektrovisserii.

Eurytope vissen				Exotische vissen (rheofiel)																
Locatienaam:	Habitattype:	Rivertak:	baars	blank-voorn	brasem	brasem/kolblei	3d stekelbaars	karper	kleine modderkrupjer	kolblei	pos	snoekbaars	10d stekelbaars	blauwband	Kesslers gronkel	marmargronkel	Pontische stroomgronkel	roofblei	witvingronkel	zwartbekgronkel
Blauwe kamer	aange takte rivieram/pias	Nederrijn	14.0	8.0	0.0	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Boxmeer Zuidereiland	aange takte rivieram/pias	Maas	30.2	8.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duurse Waarden	aange takte rivieram/pias	IJssel	0.0	5.3	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0
Hansumerveerd	aange takte rivieram/pias	Maas	9.2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Klompewaard	aange takte strang	Waal	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0
Passewaay	aange takte strang	Waal	1.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	29.0	0.0	0.0
Ravenstein	aange takte strang	Maas	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Scheren Welle	aange takte strang	IJssel	1.7	6.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0
Schoonhoven	aange takte strang	Lek	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
Uitweg	aange takte strang	Lek	6.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ewijkse Plaak Oude Waal Wageningen uiterwaarden Bakenhof	geïsoleerde plassen	Waal	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	geïsoleerde plassen	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	geïsoleerde plassen	Nederrijn	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	meestromende nevengeul	Nederrijn	41.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	5.3	0.0
	meestromende nevengeul	Waal	1.3	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	0.0	4.0	0.0	0.0
	meestromende nevengeul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	24.0	0.0	0.0
	meestromende nevengeul	Waal	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.4	0.0	4.9	0.0	0.0
	riveroever	Nederrijn	40.0	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
	riveroever	Maas	26.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	riveroever	Nederrijn	18.7	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	3.7	0.0	0.0
Blauwe kamer	riveroever	Nederrijn	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
Boxmeer	riveroever	Maas	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Deventer	riveroever	IJssel	12.1	3.5	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
Empel	riveroever	Maas	13.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gameren	riveroever	Waal	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
Gewande	riveroever	Maas	13.3	1.3	4.0	4.0	6.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hedel	riveroever	Maas	11.5	9.3	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
Isabellagreend	riveroever	Maas	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jaarsveld	riveroever	Lek	2.7	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
Klompewaard	riveroever	Waal	4.0	5.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0
Loonse Waard	riveroever	Maas	10.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Middelaar	riveroever	Maas	3.3	4.0	0.0	0.0	15.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hansumerveerd	riveroever	Maas	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ravenstein	riveroever	Maas	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Steyl	riveroever	Maas	2.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uitweg	riveroever	Lek	2.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0
Venlo	riveroever	Maas	12.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vreugdenijkerwaard	riveroever	IJssel	6.0	4.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Henwijnen	riveroever	Waal	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
Well	riveroever	Maas	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Locatienaam:	Habitattype:	Riviertak:	Limnofiele vissen			Rheofiele vissen (inheems)										river- grondel	winde			
			bitter- voorn	kroes- karper	rietvoorn	snoek	vetje	zeelt	bot	barbeel	bermpje	kopvoorn	donderpa	serpeling	sneep			alver		
Blauwe Kamer	aangetakhte riverarm/plas	Nederrijn	4.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Boxmeer Zuidereiland	aangetakhte riverarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duurseke Waarden	aangetakhte riverarm/plas	IJssel	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.3	0.0
Hansummenweerd	aangetakhte riverarm/plas	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Klompewaard	aangetakhte strang	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.3	0.0	0.0	2.7	0.0
Passewaay	aangetakhte strang	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	2.0	5.3	0.0	0.0	60.8	0.0
Ravenstein	aangetakhte strang	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	4.0	0.0
Scheren Welle	aangetakhte strang	IJssel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
Schoonhoven	aangetakhte strang	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	53.3	0.0
Uitweg	aangetakhte strang	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	8.7	0.0
Ewijkse Plaat	geïsoleerde plassen	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	geïsoleerde plassen	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	geïsoleerde plassen	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	geïsoleerde plassen	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bakenhof	meestromende nevengeul	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0
Gameren < geul	meestromende nevengeul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	29.3	0.0
Gameren > geul	meestromende nevengeul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.3	0.0
Opijnen	meestromende nevengeul	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.8	0.0
Amerongse Bovenpolder	riveroever	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0
Asseltse Plassen	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	10.0	3.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0
Bakenhof	riveroever	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	17.6	0.0
Blauwe Kamer	riveroever	Nederrijn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
Boxmeer	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Deventer	riveroever	IJssel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	4.6	0.0	0.0	12.8	0.0
Empel	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gameren	riveroever	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.2	0.0
Gewande	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
Hedel	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.0
Isabellagreed	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jaarsveld	riveroever	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	31.1	0.0
Klompewaard	riveroever	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	6.8	0.0	0.0	4.4	0.0
Loonse Waard	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	58.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	0.0
Middelaar	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	32.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hansummenweerd	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ravenstein	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Steyl	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uitweg	riveroever	Lek	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	22.0	0.0
Venlo	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	6.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vreugderijkenwaard	riveroever	IJssel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
Henwijken	riveroever	Waal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.9	0.0
Weil	riveroever	Maas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	3.8	0.0	0.7	0.0	0.0	11.3	0.0