

De biologie van de Rijn

**Syntheserapport over het
Rijnmeetprogramma biologie
2018/2019 en over de nationale
KRW-beoordelingen**



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport Nr. 280



Colofon

Uitgegeven door de

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland

Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland

Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52

[E-mail: sekretariat@iksr.de](mailto:sekretariat@iksr.de)

www.iksr.org

<https://twitter.com/ICPRhine/>

De biologie van de Rijn

Syntheserapport over het Rijnmeetprogramma biologie 2018/2019 en over de nationale KRW-beoordelingen

Opgesteld door:	Nikola Schulte-Kellinghaus, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)
Bewerking:	Mechthild Banning, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG); Guillaume Demortier, Agence de l'Eau Rhin-Meuse; Thomas Ehlscheid, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU); Helmut Fischer, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); Jochen Fischer (voorzitter van de EG BMON), Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU); Paulin Hardenbicker, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV); David Heudre, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Grand Est; Jeroen Postema, Rijkswaterstaat- WVL; Yael Schindler, Bundesamt für Umwelt (BAFU); Franz Schöll, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); Renate Semmler-Elpers, Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg (LUBW).
Coördinatie en redactie:	Nikola Schulte-Kellinghaus, Laura Poinsoot, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Fytoplankton	7
3. Macrofyten	11
4. Fytobenthos	15
5. Macrozoöbenthos	20
6. Visfauna	25
7. Balans - factoren van invloed op de ecologie van de Rijn	34
Bibliografie	41
Verklarende woordenlijst	44
Bijlagen	46

Samenvatting

In 2018 en 2019 is er in het kader van het programma Rijn 2020 over de volledige lengte van de Rijn onderzoek gedaan naar vrij in het water zwevende algen (fytoplankton), waterplanten (macrofyten), aan de waterbodem levende kiezelalgen (benthische diatomeeën als onderdeel van het fyto-benthos), aquatische ongewervelde bodemfauna (macrozoöbenthos) en tot slot visfauna. Het "Rijnmeetprogramma biologie", waarvan de methodes internationaal zijn afgestemd, is te begrijpen als een regelmatig uitgevoerde inventarisatie van de biologie van de Rijn die als doel heeft veranderingen in de levensgemeenschappen vast te leggen en te beoordelen. Afgezien van de benedenloop van de Alpenrijn, zijn alle waterlichamen van de Rijn tot Bazel (Hoogrijn) geclassificeerd als natuurlijk. Verder benedenstrooms (van de Duits(-Frans)e Bovenrijn tot en met de Rijndelta) zijn de waterlichamen sterk veranderd. Het ontwikkelingsdoel van deze waterlichamen is niet de goede ecologische toestand, zoals in de natuurlijke waterlichamen, maar het goede ecologische potentieel. De kustwateren en de Waddenzee zijn als natuurlijk geclassificeerd.

De goede kwaliteit die het Rijnwater inmiddels heeft bereikt en de reeds uitgevoerde maatregelen ter verbetering van de passeerbaarheid en ter verhoging van de structuurrijkdom hebben de levensgemeenschappen in de hoofdstroom van de Rijn sinds het begin van de jaren negentig van de twintigste eeuw doen opleven: In sommige Rijntrajecten is er sprake van een terugkeer van kenmerkende ongewervelde riviersoorten. Bij de visfauna is het soortenspectrum nagenoeg volledig, ook al is dit niet op alle trajecten het geval en komen ook de oorspronkelijke dominantieverhoudingen niet meer voor. Maatregelen ter reductie van het fosforgehalte in het water hebben de pieken in de fytoplanktonontwikkeling duidelijk afgetopt, waardoor het water in de Rijn nu helderder is dan vroeger. Dankzij de verbeterde lichtomstandigheden konden er op bepaalde Rijntrajecten weer kenmerkende gemeenschappen van rivier- en uitwaardwaterplanten tot ontwikkeling komen in de strangen en beschermde kribvakken en daar het habitataanbod voor fytofiële vissoorten verrijken.

Desalniettemin zijn veel waardevolle paaigronden en opgroeihabitats nog steeds niet bereikbaar als gevolg van bestaande migratiebarrières. Ook de uitvoering van de maatregelen ter vergroting van de structuurrijkdom in de oeverzone (waarbij nieuwe leefgebieden voor typische dieren en planten van de Rijn worden aangelegd) verloopt erg traag, omdat dit zowel een economische als een maatschappelijke uitdaging vormt. Stijgende watertemperaturen en laagwater stellen de typische soorten van de Rijn voor uitdagingen. Daarnaast voltrekt zich een gestage herstructurering van de levensgemeenschappen als gevolg van de aanhoudende intrek van uitheemse soorten (neobiota), die hoofdzakelijk via de scheepvaartkanalen plaatsvindt. Het betreft vooral de ongewervelde dieren, maar sinds 2006 ook de visfauna. Dit leidt tot een dramatische achteruitgang van de inheemse soorten. De belangrijkste immigratieroute is het Main-Donaukanaal, waarlangs niet alleen verschillende kleine kreeftachtigen en weekdieren, maar ook de eerste grondelsoorten vanuit de Donau naar de Rijn zijn gekomen. Vooral de zwartbekgrondel is goed gevestigd vanuit de Duits-Franse Bovenrijn, maar er zijn ook aanwijzingen dat de massieve voortplantingsfase in sterk bevolkte gebieden lijkt terug te lopen. Ook is het mogelijk dat het in de komende jaren tot significante veranderingen komt in de voedselketen, hetgeen leidt tot een regulering van de grondelpopulaties. De gevolgen van de verdringing door deze exoot voor de inheemse soorten zijn waarneembaar. De huidige Rijnfauna is dus voortdurend in beweging, wat tot uitdrukking komt in sterke schommelingen in de populaties van soorten die met elkaar in concurrentie of in een predator-prooirelatie staan. Ook onder de waterplanten en algen zijn er nieuwkomers in het Rijnsysteem. Toch worden maar weinig soorten in de Rijn tot de snelle verspreiders gerekend, zoals bijv. smalle waterpest *Elodea nuttallii*. Ook de exotische soort *Achnanthydium delmontii* wordt in de Duits-Franse Bovenrijn in aanzienlijke hoeveelheden aangetroffen.

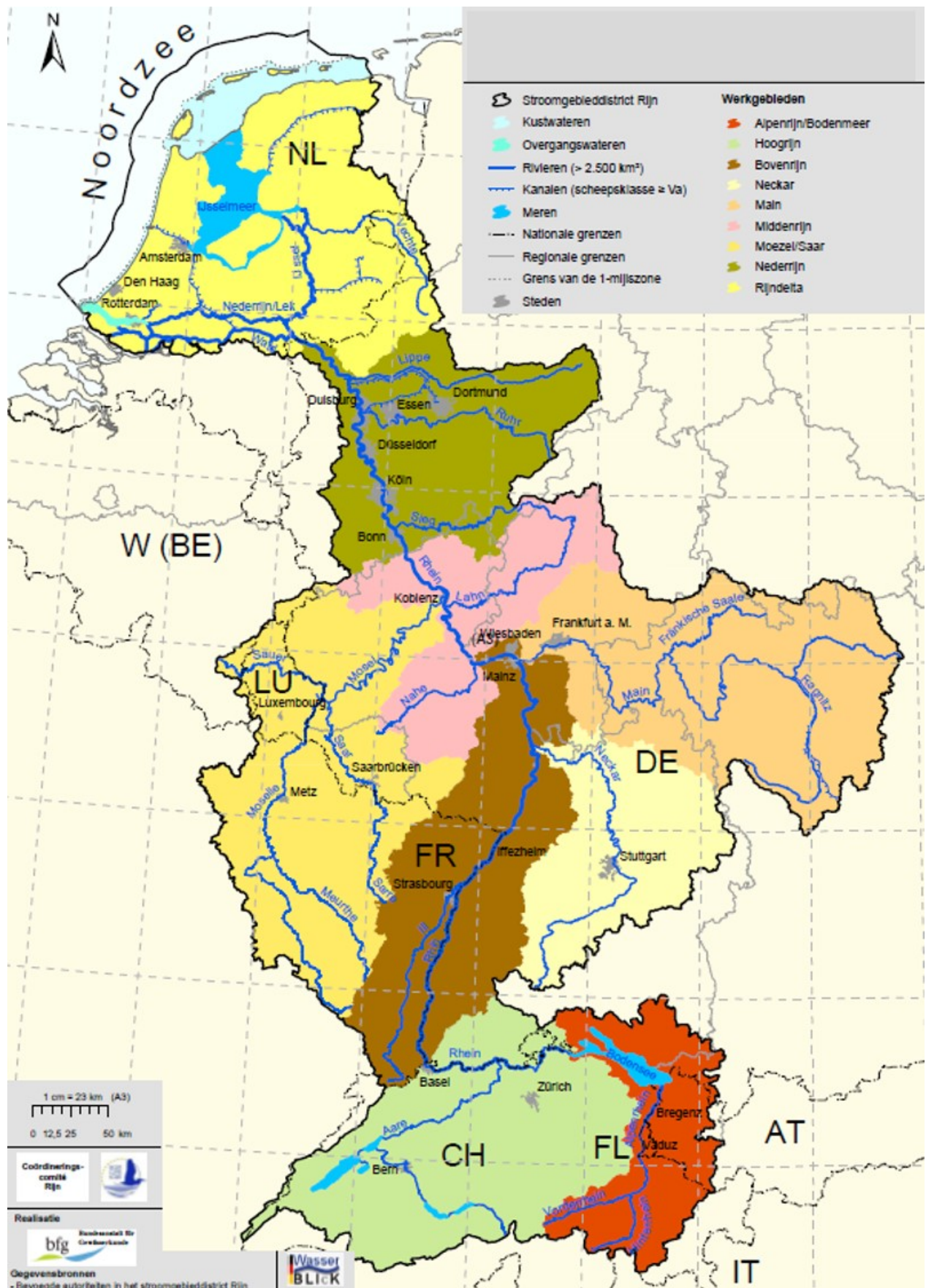
Doorslaggevend voor de ecologische beoordeling zijn o.a. de visfauna en het macrozoöbenthos, d.w.z. de biologische kwaliteitselementen die het sterkst worden beïnvloed door de bovengenoemde migratieprocessen. De huidige, ecologische beoordeling van het ecosysteem van de Rijn is een momentopname, waarin snelle biologische interacties in het kader van de fauna-uitwisseling en reacties van de levensgemeenschappen op maatregelenprogramma's een onlosmakelijk verband zijn aangegaan (zie tabellen 1 en 2 in hoofdstuk 7). Soms is het ook de toegepaste methode die de beoordeling verandert (afleiding van het ecologische potentieel, betere registratietechnieken, enz.). Uit de trends op lange termijn blijkt echter ook duidelijk dat er zich de afgelopen twintig jaar duurzame ecologische verbeteringen hebben voorgedaan. Zo verkeert het fytoplankton vandaag in grote delen van de Rijn weer in een goede tot zeer goede toestand. Hieruit vloeien terugkoppelingseffecten in het ecosysteem voort die bevorderlijk zijn voor de macrofyten, maar ook voor een deel van de fauna (vooral vissen). De vermindering van de nutriëntenbelasting van de Rijn heeft zowel bij de benthische (vastzittende) diatomeeën als bij het fytoplankton geleid tot natuurlijkere levensgemeenschappen (zie hoofdstuk 7 en tabel 1). De structurele verbetering van oeverhabitats, het aantakken van nevenwateren en maatregelen voor de verbetering van de passeerbaarheid ondersteunen de inheemse fauna die in de verdrukking is gekomen, en gaan bijgevolg de goede kant op. Met deze waaier van maatregelen kunnen gevestigde, invasieve exoten weliswaar niet worden teruggedrongen, maar er kan wel worden bijgedragen aan de afzwakking van de negatieve, ecologische gevolgen van de fauna-uitwisseling en aan de stabilisatie van de soortendiversiteit in het ecosysteem van de Rijn.

Om de levensgemeenschappen van de Rijn verder te verbeteren, moeten de maatregelen voor het herstel van de fysieke omgeving en de waterkwaliteit worden voortgezet.

1. Inleiding

In het onderhavige syntheserapport wordt er een overzicht gegeven van zowel de resultaten van de biologische inventarisatie - die is uitgevoerd in het kader van de derde monitoringcyclus (2018/2019) voor het derde internationaal gecoördineerde stroomgebiedbeheerplan voor het internationaal stroomgebieddistrict Rijn (ICBR 2021a) - als de resultaten van de nationale beoordelingen die enkele landen hebben uitgevoerd. Er wordt een vergelijking gemaakt met de resultaten van de tweede cyclus uit de jaren 2012/2013. Het meetprogramma paart het biologische onderzoek van de rivier conform het programma "Rijn 2020" aan de eisen die in de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) worden gesteld aan monitoring (beoordeling van de ecologische toestand dan wel het ecologische potentieel). De gegevens over de biologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofyten/fytobenthos, macrozoöbenthos en visfauna worden daarbij voor de gehele hoofdstroom van de Rijn bekeken. In tabel 1 wordt er een overzicht gegeven van de zes trajecten in de hoofdstroom van de Rijn en van de deelstroomgebieden in het Rijnsysteem. De werkzaamheden liggen in het verlengde van de traditie van de rapporten over biologische monitoring die de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) in de periode 1990-2000 om de vijf jaar uitgaf in het kader van het "Rijnactieprogramma". Toen al bevatten de rapporten kwalitatieve en kwantitatieve vergelijkingswaarden voor vissen, ongewervelde bodemdieren (macrozoöbenthos) en plankton (fyto- en zoöplankton). Een nieuw onderwerp dat er in de huidige rapporten als gevolg van de KRW-verplichtingen is bijgekomen, is het biologische element macrofyten/fytobenthos. Details over de toegepaste methodes in het onderzoeksprogramma en over de beoordelingsmethodes van de lidstaten zijn te vinden in het Rijnmeetprogramma biologie 2018/2019 (ICBR 2017a) en in de uitvoerige rapporten over de afzonderlijke biologische groepen (ICBR 2020 a-d, ICBR 2021b).

In het onderhavige document wordt echter niet alleen een overzicht gegeven van de resultaten van het onderzoeksprogramma, maar worden in tabellen en kaarten (in de bijlage) ook de nationale ecologische KRW-beoordelingen van de afzonderlijke kwaliteitselementen voor het derde internationaal gecoördineerde stroomgebiedbeheerplan voor het internationaal Rijndistrict (conceptversie van 15 april 2021) voorgesteld en vergeleken met de beoordelingen van 2015. Ter aanvulling wordt in bijlage 10 een kaart weergegeven van de totaalbeoordeling van de ecologische toestand/het ecologisch potentieel conform KRW voor het derde stroomgebiedbeheerplan (conceptversie van 15 april 2021).



Figuur 1: Rijntrajecten en deelstroomgebieden in het Rijnsysteem (AR: Alpenrijn; HR: Hoogrijn; OR: Duits-Franse Bovenrijn; MR: Middenrijn; NR: Duitse Nederrijn; DR: Rijndelta)

2. Fytoplankton

Vrij in het water zwevende algen

Zie ICBR 2020a

Wat zegt het fytoplankton over belastingen?

Opdat er een levensgemeenschap van fytoplankton tot ontwikkeling kan komen, moet de verblijftijd in het water lang genoeg zijn. Dit kwaliteitselement bereikt bijgevolg een hoge dichtheid in gestuwde zijrivieren en in de benedenloop van de Rijn. Uit de soortensamenstelling en de biomassa kunnen conclusies worden getrokken in verband met de belasting van het water met nutriënten. Voor kust- en overgangswateren is fytoplankton (meer bepaald de parameters chlorofyl-a en *phaeocystis*) bijzonder belangrijk, omdat het in geval van sterke ontwikkeling een zekere indicator is voor eutrofiëringsverschijnselen, de waterkwaliteit beïnvloedt en kan fungeren als vroegtijdig waarschuwingssysteem voor de kustwateren.

Hoe ziet de levensgemeenschap in de Rijn eruit?

De veelsoortige groep van het fytoplankton speelt een belangrijke rol in het voedselweb van grote rivieren. Het kan zowel worden opgenomen door zoöplankton als door actieve filtreerders op de waterbodem (bijv. mosselen, vooral de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* en de korfmossel *Corbicula fluminea*, of slijkgarnalen van het geslacht *Chelicorophium*, die in hoge dichtheden voorkomen). Als de zoöplanktonconcentraties zeer hoog of de populaties van filtreerders zeer groot zijn, kunnen daarbij aanzienlijke hoeveelheden fytoplankton worden verwijderd uit de waterkolom. De jonge stadia van veel vissoorten zijn voor hun voedsel aangewezen op zoöplankton, dat op zijn beurt afhankelijk is van de biomassa van het fytoplankton. De primaire productie van plankton is dus een cruciale bron voor de verdere voedselketen en bijgevolg voor hogere organismen, zoals vissen.

Kiezelalgen (klasse: Bacillariophyceae) leverden in 2018 verreweg de grootste bijdrage aan de planktonbiomassa. In het voorjaar maakten ze op de meetlocaties Koblenz (Middenrijn) en Bimmen (Duitse Nederrijn) duidelijk meer dan 90% uit van het totale fytoplanktonbiovolume. De centrische kiezelalgen *Skeletonema subsalsum*, *Aulacoseira normanii* en *Skeletonema potamos* waren bijzonder sterk vertegenwoordigd tijdens de algenpiek eind mei in Bimmen. Verder stroomopwaarts in Breisach (Duits-Franse Bovenrijn) werden grotere aandelen van de totale fytoplanktonbiomassa ingenomen door kiezelalgen en daarnaast ook cryptomonaden (Cryptophyceae), in het bijzonder de soort *Rhodomonas lacustris*.

Op de meetlocatie Koblenz kon de taxonomische samenstelling van het fytoplankton tijdens de zomeralgenbloei gedifferentieerder worden bekeken. Hier is naar voren gekomen dat er eerst sprake was van een zeer sterke kiezelalgenbloei, die op 8 augustus 2018 voor 80% door de centrische kiezelalg *Skeletonema potamos* werd gevormd. Deze warmteminnende soort is typisch voor grotere rivieren en levert daar vaak een vrij groot aandeel aan de biomassa. Aangenomen wordt dat deze soort in de toekomst zal profiteren van temperatuurstijgingen als gevolg van de klimaatverandering (DULEBA et al. 2014). Echter, bij de meting van 15 augustus 2018 was de biomassa van *Skeletonema potamos* op de meetlocatie Koblenz al naar twee procent van de waarde van 8 augustus 2018 gedaald. De inmiddels veel kleinere fytoplanktonbiomassa werd toen gedomineerd door de kiezelalg *Cyclotella meneghiniana*, die ook typisch is voor rivieren. Een week later, op 22 augustus 2018, domineerden groenalgen van het geslacht *Coelastrum polychordum* de fytoplanktongemeenschap en ontstond er een tweede, geheel anders samengestelde fytoplanktonbloei.

De maandelijkse fytoplanktontellingen op de andere meetlocaties bevestigen de opvallende fytoplanktodynamiek op de meetlocatie Koblenz. De groenalg *Coelastrum polychordum*, die op 22 augustus 2018 een planktonbloei vormde op de meetlocatie

Koblentz, is een typische soort voor de grote meren aan de voet van de Alpen. Dit strookt ook met het feit dat de soort ver stroomopwaarts tot aan de monding van de Aare in groten getale kon worden aangetroffen. Op 21 augustus 2018 maakte *Coelastrum polychordum* al nagenoeg 60% van de algenbiomassa uit op de meetlocatie Breisach. Op 20 augustus 2018 nam deze soort op de meetlocatie Mainz zelfs meer dan 90% van de totale fytoplanktonbiomassa in. Verder stroomafwaarts, op de meetlocatie Bimmen, waren de groenalgen op dat moment blijkbaar nog niet tot volle wasdom gekomen. *Coelastrum polychordum* was al wel in vrij grote omvang aanwezig, maar de kiezelalgen scoorden toch nog hoger, zoals een week eerder ook in Koblenz.

De resultaten van het fytoplankton in de Rijn en zijn zijrivieren laten alles samengenomen zien dat de algenbiomassa in het voorjaar steeds kleiner wordt en de trofische toestand bijgevolg verbetert. Echter, de opvallende zomeralgenbloeien tonen aan dat er zowel in de Rijn als in zijn zijrivieren (in 2018 in de Moezel en de Lahn) een trofisch potentieel voor hoge algenbiomassa's aanwezig is, waarvan verschillende fytoplanktonsoorten kunnen profiteren.

Om het fytoplankton te interpreteren is ook het zoöplankton onderzocht op geselecteerde locaties. In 2018 waren het aantal en de biomassa van de zoöplanktonorganismen gering. Rotatoria ("raderdiertjes") zijn typische zoöplanktonorganismen in rivieren. Echter, in de Rijn zijn er op de meetlocaties Koblenz en Bimmen gedurende de gehele meetcampagne maximaal 9 individuen/l aangetroffen. Dit zeer lage aantal was een verrassing, omdat er tijdens de laagwaterfase uitgesproken fytoplanktonbloeien waren opgetreden, die veel voedsel voor rotatoria boden. Echter, deze fytoplanktonbloeien waren misschien te kort, zodat de rotatoria met hun langere generatietijden hierop niet hebben kunnen reageren.

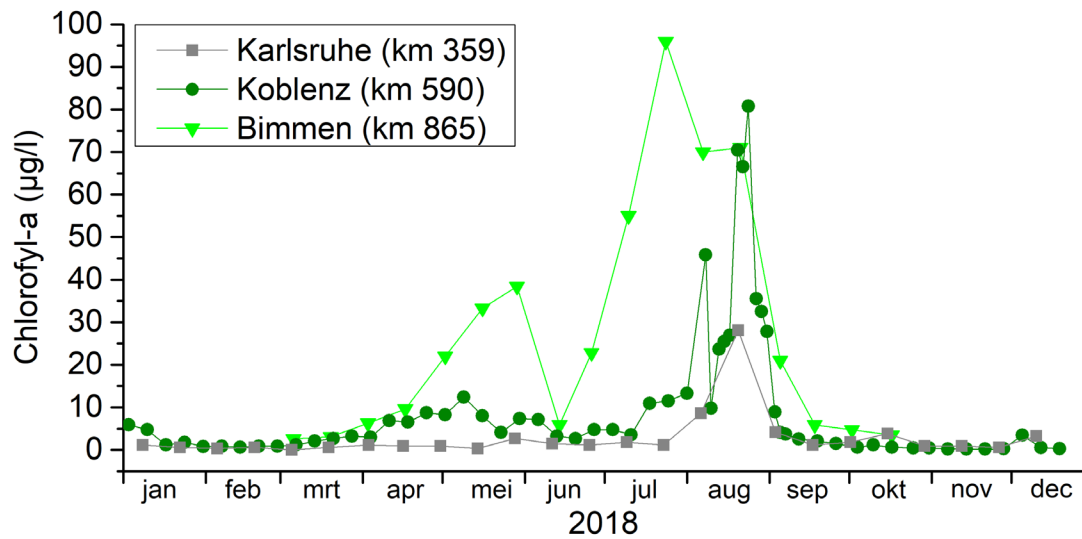
Andere typische zoöplanktonorganismen in de Rijn zijn larven (zogenaamde "veligerlarven") van de driehoeksmosselen *Dreissena polymorpha* en *Dreissena rostriformis bugensis*. Echter, in 2018 was ook het aantal veligerlarven relatief laag. Misschien is dit lage aantal te wijten aan een achteruitgang van de uitheemse *Dreissena polymorpha* (driehoeksmossel), die in de Rijn is verdrongen door de enigszins grotere *Dreissena rostriformis bugensis* (quaggamossel).

Wat is de beoordeling van de Rijn?

Van de **Hoogrijn** tot de **Duits-Franse Bovenrijn** bovenstrooms van de monding van de Neckar verkeert het fytoplankton in een zeer goede toestand (zie bijlage 1). De zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn wordt alleen door Duitsland beoordeeld. Van benedenstrooms van de monding van de Neckar tot bovenstrooms van de monding van de Main is de toestand goed, waarna er een verslechtering richting matige toestand optreedt in de **Middenrijn** en de **Duitse Nederrijn**. Bij de ecologische beoordeling van het element tussen de monding van de Main en Duisburg aan de Duitse Nederrijn is er sprake van een negatieve verandering ten opzichte van 2015. Bij deze Rijntrajecten was er een verslechtering van goed naar matig. In de **Rijndelta** is het fytoplankton beoordeeld in de **kust- en overgangswateren**, in de kanalen en stilstaande wateren, maar niet in de grote rivieren. Het IJsselmeer en de Waddenzee hebben een matig potentieel resp. verkeren in een matige toestand, hetgeen een verslechtering is van de voormalige goede toestand van de Waddenzee. De kustwateren bereiken doorgaans een goede ecologische toestand als gevolg van de verbetering van de Waddenkust.

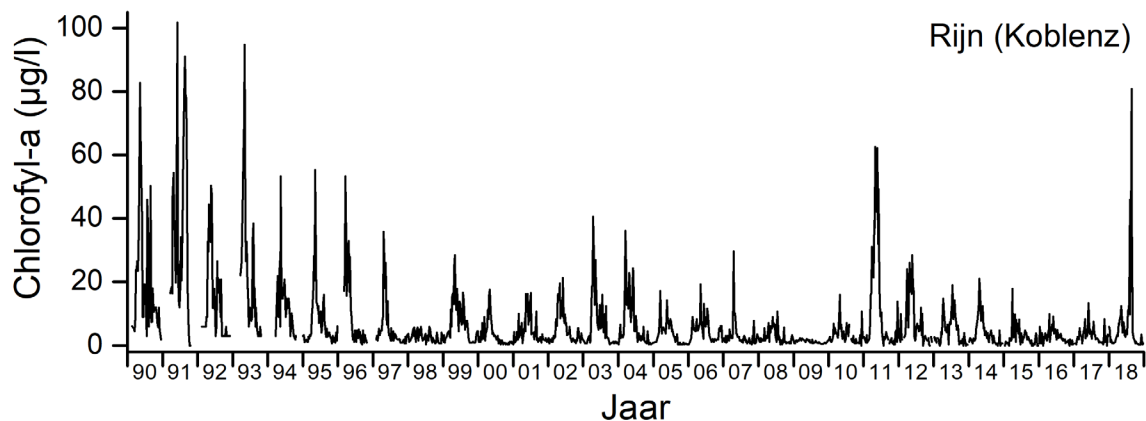
Uit de **vergelijking met de resultaten van vroegere onderzoeken** blijkt dat actuele hydrologische en meteorologische omstandigheden interfereren met de trend op lange termijn, en seizoensgebonden algenbloeien bevorderen. De fytoplanktonontwikkeling is gering als de lente wordt gekenmerkt door een hoge afvoer, zoals in 2009 en in tendens ook 2018. Tijdens de laagwaterfase in de zomer van 2018 is de invloed van de weersomstandigheden bijzonder duidelijk geworden. Het fytoplankton profiteerde van langere looptijden, hogere watertemperaturen en gereduceerde mosselactiviteit. Hierdoor kon het fytoplankton in Koblenz en Bimmen in grote concentraties groeien (zie figuren 2

en 3). Ondanks de duidelijk afgenomen totaal-P-concentratie (zie figuur 4) kunnen er in potentie dus nog steeds algenbloeien tot ontwikkeling komen in de Rijn.



Figuur 2: Seizoensontwikkeling van de chlorofylconcentratie op de meetlocaties Karlsruhe, Koblenz en Bimmen

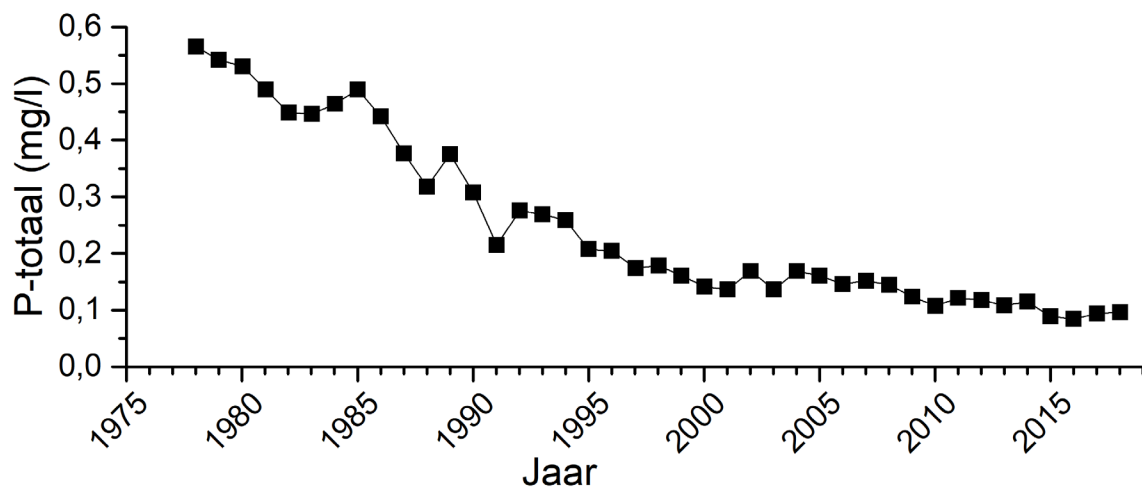
De buitengewone, door het weer beïnvloede fytoplanktondynamiek van 2018 maakt over het geheel genomen duidelijk dat permanente monitoring van het fytoplankton op basis van een relatief fijnmazig tijdschema voor de bemonsteringen dringend noodzakelijk is om beheersuccessen zichtbaar te maken en veranderingen in het milieu op lange termijn vast te leggen.



Figuur 3: Ontwikkeling van de chlorofyl-a-concentratie op de meetlocatie Koblenz sinds 1990. Gegevens: Duitse dienst voor hydrologie (BfG)

Wat zijn de trends op lange termijn?

In onderzoeken naar de langetermijntwikkeling van het fytoplankton in de Rijn wordt er gewezen op een duidelijke afname van de biomassa van het fytoplankton die correleert met de daling van de concentratie totaal-P (FRIEDRICH & POHLMANN 2009, HARDENBICKER et al. 2014). Op de meetlocatie Koblenz is de jaargemiddelde concentratie totaal-P gedaald van 0,56 mg/l in 1978 naar 0,10 mg/l in 2018 (zie figuur 4). Aan het begin van de jaren negentig van de twintigste eeuw werden hier nog fytoplanktonmaxima van 80 à 100 µg/l chlorofyl-a bereikt, maar dergelijke waarden behoren al lang tot het verleden. De achteruitgang van de hoeveelheden fytoplankton in de Rijn heeft echter wellicht niet alleen te maken met de vermindering van de P-emissies, maar ook met de gereduceerde emissie uit het Bodensee en de zijrivieren, en ook en vooral met de toegenomen filtratie door de uitheemse driehoeksmossel (*Dreissena sp.*) (WEITERE & ARNDT 2002, HARDENBICKER et al. 2014, ICBR 2015c). De actuele hydrologische en meteorologische omstandigheden kunnen echter interfereren met de trend op lange termijn en seizoensgebonden algenbloeien bevorderen, zoals in de zomer van 2018.



Figuur 4: Ontwikkeling van de (jaargemiddelde) concentratie totaal-fosfor op de meetlocatie Koblenz in de periode 1978-2018. Gegevens: Duitse dienst voor hydrologie (BfG)

Uit de toekomstige, langdurige monitoring zal blijken of er bij de buitengewoon grote fytoplanktonbiomassa's in de zomer van 2018 sprake was van een alleenstaand geval tijdens een extreem droog en warm jaar of dat de ontwikkeling van het klimaat dergelijke algenbloeien in de toekomst zal bevorderen en de inspanningen om de trofische toestand van de Rijn te verbeteren bijgevolg teniet zal doen.

3. Macrofyten

Aquatische vaatplanten, mossen, kranswieren

Zie ICBR 2020b

Wat zeggen waterplanten over belastingen?

Aquatische macrofyten zijn zeer goede trofie-indicatoren. Als plantaardige organismen reageren ze echter ook duidelijk op andere antropogeen veroorzaakte veranderingen in stromende wateren. Zo kunnen ze ingrepen in het afvoerregime, zoals bijv. opstuwning, indiceren. Ook de hydromorfologische omstandigheden, zoals bijv. de diversiteit en de dynamiek van het substraat, of de omvang van waterbouwkundige aanpassingen, kunnen worden afgeleid uit de ontwikkeling van de macrofytenvegetatie (zie tabel 1 in hoofdstuk 7).

Hoe ziet de levensgemeenschap in de Rijn eruit?

Er zijn in 2018/2019 50 bemonsteringslocaties in de hoofdstroom van de Rijn onderzocht en 55 soorten aquatische macrofyten aangetroffen, te weten: 33 hogere planten, 18 mossen en vier kranswieren. In 2012/2013 zijn er 44 soorten aquatische macrofyten aangetroffen. De toename van het aantal soorten houdt verband met het grotere aantal meetlocaties. De meeste waarnemingen betroffen *Potamogeton pectinatus* (schedefonteinkruid, 32), gevolgd door *Myriophyllum spicatum* (aarvederkruid, 29) en *Fontinalis antipyretica* (gewoon bronmos, 26). Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*, zie figuur 5), een neofyt die zich sinds het midden van de vorige eeuw explosief heeft uitgebreid in Midden-Europa, is in 2012/2013 wel nog aangetroffen in de Duits-Franse Bovenrijn, de Middenrijn en de Rijndelta, maar niet meer in de Hoogrijn. In 2006/2007 en in 2018/2019 is *Elodea nuttallii* op alle trajecten op meerdere onderzoekslocaties aangetroffen, behalve in de Alpenrijn en de Duitse Nederrijn.



Figuur 5: Smalle waterpest *Elodea nuttallii*. Foto: Klaus van de Weyer

Wat is de "inschatting" van de Rijn?

Het deelelement macrofyten is in het kader van het Rijnmeetprogramma biologie onafhankelijk van de twee andere deelelementen "benthische diatomeeën" en "overig fytobenthos" bekeken. In het Nederlandse systeem voor de beoordeling van rivieren wordt de totale bedekking van macrofyten als criterium gebruikt (VAN DER MOLEN et al. 2012). Ook de methode van het LANUV NRW (2017) houdt rekening met de totale bedekking van aquatische macrofyten. In de andere staten zijn de oordelen gebaseerd op een **eerste deskundige inschatting** van afzonderlijke meetlocaties, rekening houdend met het aantal soorten en groeivormen, het voorkomen van kwaliteitsindicerende soorten en de mate van vegetatiebedekking (zie bijlage 6).

In de **Alpenrijn**, waar in 2018/2019 voor het eerst een meetlocatie is onderzocht, was er sprake van een hoge totale bedekking met aquatische macrofyten. Het macrofytenbestand was „goed ontwikkeld“.

In 2018/2019 vertoonde de aquatische vegetatie op de onderzoekslocaties in de **Hoogrijn** een lage resp. gemiddelde bedekking (< 2% resp. 2-5%), die vergeleken met 2012/2013 rijk was aan groeivormen. In 2012/2013 was de bedekking van de aquatische vegetatie op alle onderzoekslocaties in de Hoogrijn alleen maar laag (< 2%). Twee onderzoekslocaties werden geclassificeerd als "met kleine tekortkomingen" dan wel als "met duidelijke tekortkomingen". Aan de **Duits-Franse Bovenrijn** en de **Middenrijn** lieten de meeste onderzoekslocaties een bedekking van minder dan 2% zien, in 2012/2013 was de bedekking grotendeels hoger dan 2%. Echter, in beide rapportageperiodes waren er ook enkele onderzoekslocaties waar de aquatische vegetatie een gemiddelde resp. hoge bedekking vertoonde (drie locaties met 5-25% en één locatie met meer dan 25%).

De macrofytenvegetatie in de **Duits-Franse Bovenrijn** levert een heterogeen beeld op: sommige locaties kampen met zeer grote tekortkomingen, andere zijn goed ontwikkeld. De drie bemonsteringslocaties in de **Middenrijn** variëren tussen „goed ontwikkeld“, „met kleine tekortkomingen“ en „met duidelijke tekortkomingen“, en zijn rijk aan soorten en groeivormen. In 2018/2019 zijn er op geen van de onderzoekslocaties in de **Duitse Nederrijn** aquatische macrofyten waargenomen, waardoor deze geclassificeerd werd als "met zeer grote tekortkomingen". In 2012/2013 waren er tenminste op enkele onderzoekslocaties macrofyten met een zeer lage bedekking aangetroffen.

In 2012/2013 zijn er op geen enkele locatie in de **Rijndelta**, met uitzondering van één, waterplanten waargenomen. In 2018/2019 was de bedekking zeer heterogeen; sommige bemonsteringslocaties kampen met zeer grote tekortkomingen, andere zijn goed ontwikkeld. Naast locaties zonder vegetatie waren er ook locaties met weinig, gemiddelde of veel vegetatie.

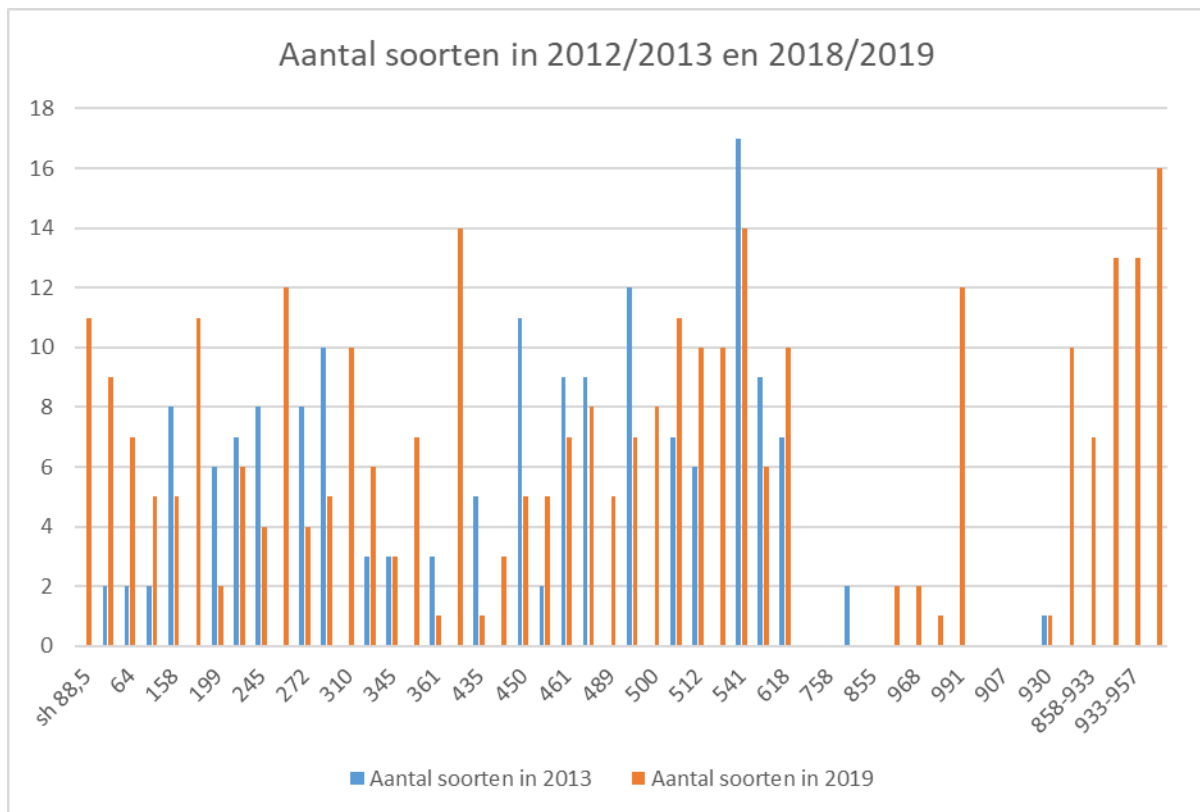
Op de bemonsteringslocaties Bacharach (Middenrijn, km 541), Speyer (Duits-Franse Bovenrijn, km 389) en Oude Maas (Rijndelta, km 957-985) zijn in de onderzoeksperiode de best ontwikkelde macrofytenvegetaties van de gehele Rijn gevonden met veertien dan wel zestien soorten.

Uit de **vergelijking met de gegevens van 2012/2013** blijkt dat enkele soorten in de actuele campagne niet meer konden worden gevonden, terwijl 18 soorten voor het eerst zijn aangetroffen. Door de duidelijke toename van het aantal meetlocaties - van 36 meetlocaties in 2012/2013 naar 50 in 2018/2019 - is het moeilijk om een vergelijking te maken. In 2018/2019 was er in de **Hoogrijn** sprake van een toename van het aantal soorten aquatische macrofyten. In de **Duits-Franse Bovenrijn** kon er geen duidelijke tendens worden waargenomen. Er waren zowel af- als toenames. Dit geldt ook voor de **Middenrijn**. In 2018/2019 zijn er in de **Duitse Nederrijn** geen aquatische macrofyten aangetroffen; in 2012/2013 zijn er op dit traject slechts twee soorten waargenomen. Mogelijke redenen voor het ontbreken van macrofyten in de Duitse Nederrijn zijn de structuurarmoede met een antropogeen beïnvloede riviermorfologie en de sterkere troebelheid, die o.a. het gevolg kan zijn van de toenemende scheepvaart. In de Duitse Nederrijn worden ook relatief hoge concentraties chlorofyl waargenomen, die er bovendien voor kunnen zorgen dat er minder licht beschikbaar is. In de **Rijndelta** was er sprake van een toename. Daarbij moet worden opgemerkt dat er binnen de onderzoekstrajecten meerdere meetlocaties zijn bemonsterd. Deze veranderingen kunnen samenhangen met de toegepaste methode, maar ook de uitdrukking zijn van concrete verspreidingstendensen van soorten. Aangenomen wordt dat de laatstgenoemde verklaring van toepassing is op watervedermos (*Octodicerias fontanum*) en op enkele fonteinkruiden (*Potamogeton* spp.) in Duitsland.

Over het geheel genomen valt bij de vergelijking van de actuele resultaten met de resultaten van de inventarisatie van macrofyten in de Rijn in de jaren 2012/2013 echter een hoge mate van heterogeniteit op, zowel in de ruimte als in de tijd (zie figuur 6). Hiervoor kan een drietal redenen worden aangehaald:

- (1) Moeilijkheden om een representatieve inventarisatie uit te voeren (bijv. noodzakelijke duikinventarisaties);
- (2) Verschillende afvoersituaties in de meetjaren;

(3) Lokale verschillen in de frequentie van geschikte oeverstructuren (bijv. beschutte kribvakken met een zanderig/grindachtig substraat, zie figuur 7).



Figuur 6: Aantal soorten aquatische macrofyten in de loop van de hoofdstream van de Rijn met vermelding van de Rijnkilometer in de onderzoeksperiodes 2012/2013 en 2018/2019 (AR: sh 88,5; HR: 64-158; OR: 199-512; MR: 541-618; NR: 758-855; DR: 968-933/957)



Figuur 7: Habitat in een kribvak in de Rijn. Foto: LfU Mainz.

Wat zijn de trends op lange termijn?

De ontwikkeling van de waterplanten in de Rijn wordt stelselmatig onderzocht sinds het Rijnmeetprogramma van 2006/2007. Lokale kaarten van enkele trajecten van de Middenrijn, de Duits-Franse Bovenrijn en de uiterwaarden aan de Rijn laten zien dat het aantal soorten en de frequentie van macrofyten er in de tussentijd op vooruit zijn gegaan. Deze trend dient uitsluitend in verband te worden gebracht met de afgenomen ontwikkeling van de fytoplanktonbiomassa in de Rijn. Waterplanten en fytoplankton concurreren met elkaar om licht en nutriënten. Hoe minder fytoplankton er in het voorjaar tot ontwikkeling komt, hoe beter het doorzicht. Hierdoor kan het zonlicht tijdens de groeifase van waterplanten dieper in het water doordringen, wat bevorderlijk is voor de ontwikkeling van grote populaties.

De afvoerstandigheden, en dan vooral hoogwater, bepalen mee hoe duurzaam en ingrijpend deze ontwikkelingen zijn. Verder kunnen soorten zich alleen op nieuwe locaties vestigen als er geschikte oeverstructuren aanwezig zijn. In de Duits-Franse Bovenrijn en de Middenrijn is dit deels het geval. Bij de herkolonisatie van deze Rijntrajecten speelt ook de nabijheid van de soortenrijke uiterwaardwateren aan de Bovenrijn een belangrijke rol. De Duitse Nederrijn en de Rijndelta vertonen morfologische knelpunten die de ontwikkeling van macrofyten bemoeilijken (gebrek aan traag stromende zones, golfslag, sterke peilfluctuatie).

Een verbeterde waterkwaliteit in de grote stilstaande wateren aan de Rijn, zoals het Bodenmeer, het IJsselmeer en het Markermeer evenals de Randmeren, heeft een positief effect op de macrofytenvegetaties. Een grote macrofytenvegetatie bevordert wederom de toename van vogelsoorten die waterplanten eten (ICBR 2020i).

4. Fytobenthos

Hier: benthische diatomeeën, aan de waterbodem levende kiezelalgen

Zie ICBR 2020c

De meeste Rijnsoeverstaten baseren hun beoordeling van het biologische element "macrofyten/fytobenthos" uitsluitend op benthische diatomeeën (aan de waterbodem levende kiezelalgen). Echter, in de Duitse deelstaat Baden-Württemberg wordt er ook rekening gehouden met het overige fytobenthos. In Nederland worden fytobenthos en macrofyten samen beoordeeld. De kust- en overgangswateren worden beoordeeld met zeegras en kwelder (kwaliteit en kwantiteit).

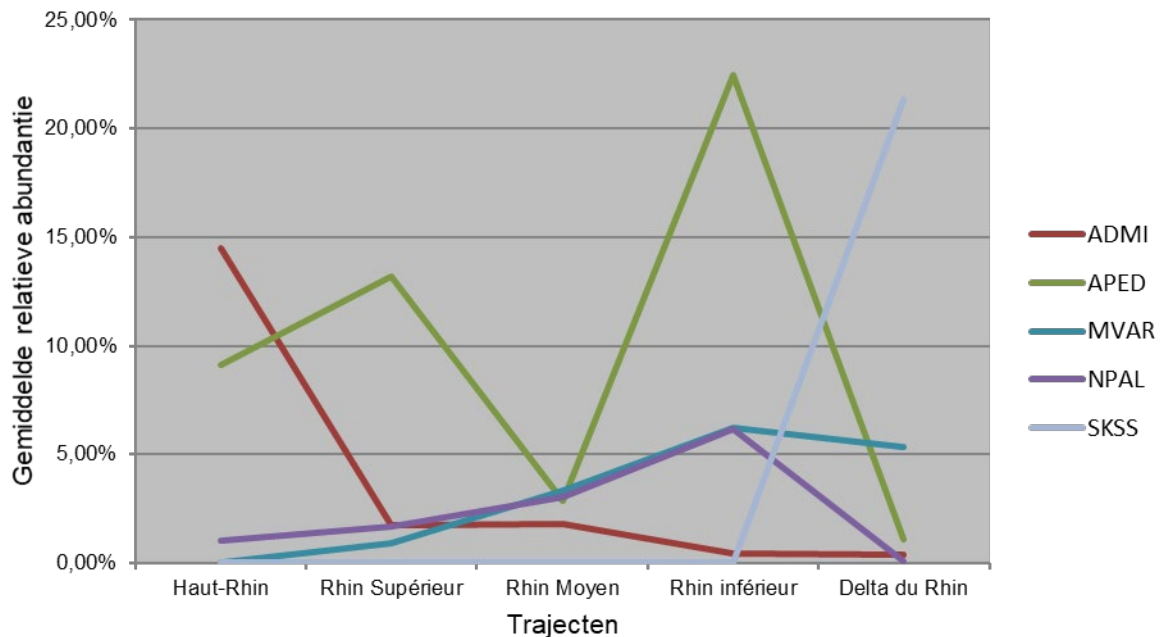
Wat zeggen kiezelalgen over belastingen?

Diatomeeën zijn microscopisch kleine, eencellige algen. Ze ontwikkelen zich vooral in waterlopen, waar ze een biofilm vormen op oppervlakken onder de waterlijn. Hun grote specifieke diversiteit, brede geografische verspreiding en gevoeligheid voor de fysisch-chemische kenmerken van hun leefgebied maken van hen uitstekende bio-indicatoren. Ze zijn met name indicatief voor de milieuv variabelen trofie (voedselrijkdom), pH-waarde (verzuring), geleidingsvermogen (zoutbelasting) en saprobie (organische belasting) (VAN DAM et al. 1994, ROTT et al. 1997). Omdat diatomeeën een korte generatietijd hebben, kan de levensgemeenschap snel reageren op veranderingen. Omdat de monsters van mei tot oktober zijn genomen, weerspiegelt het beoordelingsresultaat de chemische situatie in de warme tijd van het jaar. In dit verband moet er rekening worden gehouden met de grote spreiding van de bemonsteringsdata en met de laagwaterperiode in de zomer van 2018.

Hoe ziet de levensgemeenschap in de Rijn eruit?

Tussen augustus 2015 en oktober 2018 zijn er in totaal 340 soorten vastzittende kiezelalgen geïnventariseerd op de 41 onderzochte meetlocaties, wat zelfs voor een grote rivier als de Rijn neerkomt op een aanzienlijke taxonomische diversiteit. Veel soorten komen echter alleen op een klein aantal meetlocaties voor, terwijl relatief weinig taxa (25) op meer dan 50% van de onderzochte locaties worden aangetroffen en de lokale levensgemeenschappen dus daadwerkelijk domineren. In figuur 8 is de frequentieverdeling weergegeven van de vijf soorten vastzittende kiezelalgen die het meest voorkomen in de Rijn. In figuur 9 zijn foto's van deze soorten opgenomen.

De levensgemeenschappen van kiezelalgen die in de loop van de Rijn (zie figuur 1) voorkomen, vertonen bepaalde indicatieve eigenschappen en vormen zogenaamde gilden. De opeenvolging van deze gilden weerspiegelt de natuurlijke omstandigheden waarin de stroomsnelheid afneemt, terwijl het voedselaanbod en de hoeveelheid organisch afbreekbaar materiaal toenemen. De levensgemeenschappen in de **Hoogrijn** zijn typisch voor snel stromende milieus die weinig worden beïnvloed door nutriënten en organisch materiaal. Verder stroomafwaarts komt er geleidelijk verandering in de soortensamenstelling. **Van de Duits-Franse Bovenrijn tot de Rijndelta** nemen soorten die kenmerkend zijn voor voedselrijke milieus een belangrijke plaats in. In de **Rijndelta** komen er tevens planktonsoorten en halofiele (zoutminnende) soorten voor.

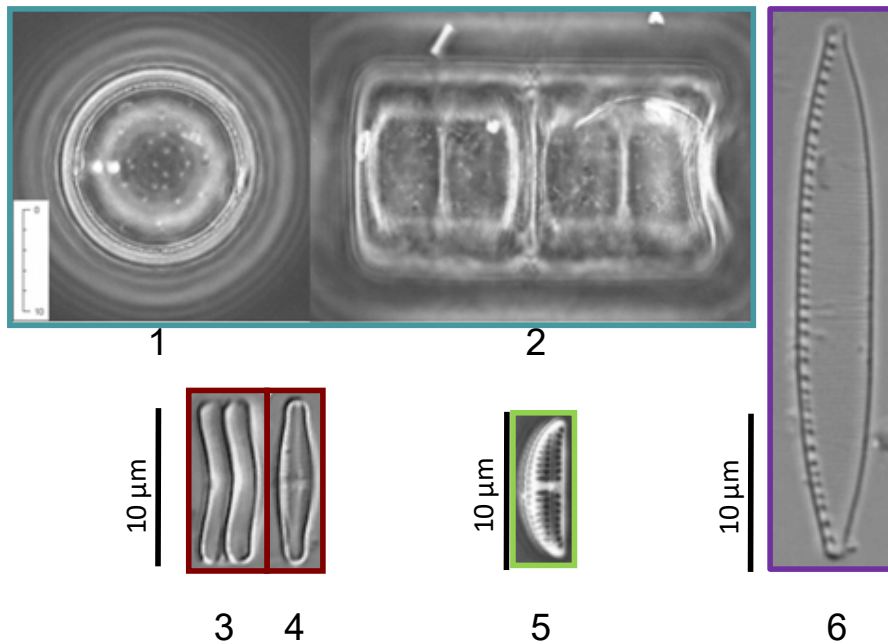


ADMI: *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki sensu lato; APED: *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow; MVAR: *Melosira varians* (Agardh); NPAL: *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith; SKSS: *Skeletonema subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge.

Figuur 8: Gemiddelde abundantie van de vijf meest differentiërende soorten benthische kiezelalgen (diatomeeën) op de Rijntrajecten

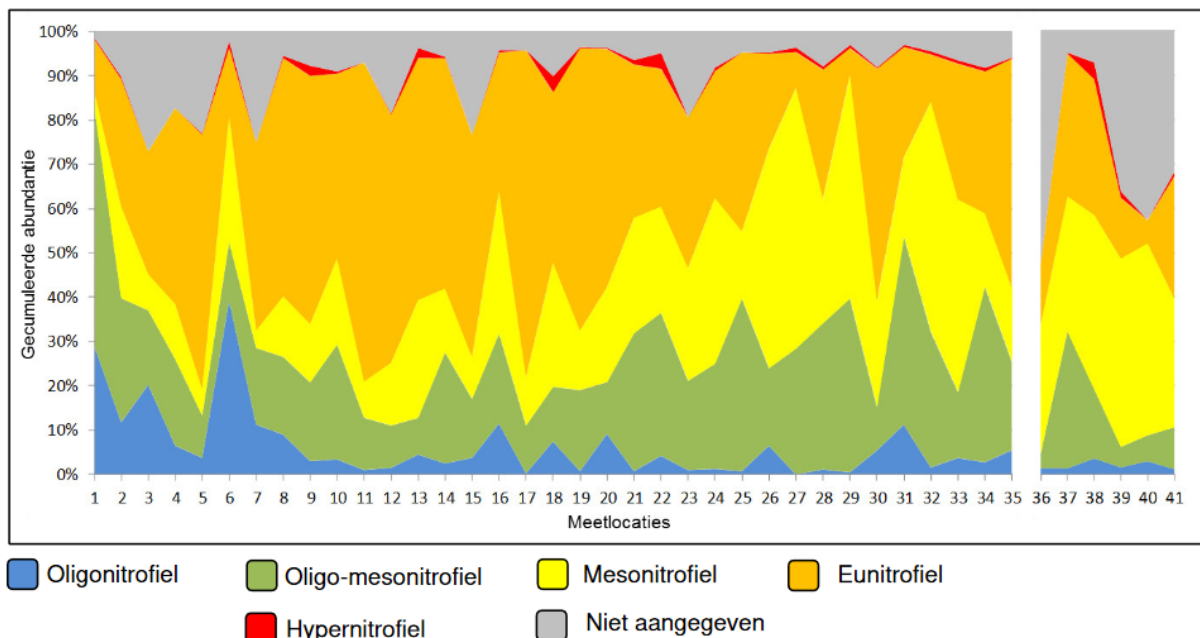
- *Achnantheidium minutissimum* sensu lato is een soort die gevoelig is voor vervuiling en in de Hoogrijn in grote dichtheden voorkomt, maar op andere Rijntrajecten slechts sporadisch (zie figuur 8).
- *Amphora pediculus* is weliswaar op alle Rijntrajecten waargenomen, maar in de Duitse Nederrijn is de abundantie het grootst. De lage abundantie in de Middenrijn is bijzonder vergeleken met het onderzoek van 2012/2013. De soort staat bekend als eurytoop en ubiquitair, wat betekent dat de soort de voorkeur geeft aan matig voedselrijke wateren en tolerant is voor verschillende habitatomstandigheden. Het is een pioniersoort in milieus die te maken hebben met sterke begrazing (door bijv. slakken of vissen).
- De gemiddelde abundantie van *Melosira varians* en *Nitzschia palea* neemt toe in de loop van de rivier. *Melosira varians* is als benthische tychoplanktonsoort typisch voor eutrofe (voedselrijke), traag stromende wateren en neemt een belangrijke plaats in in de monsters uit de benedenloop. De geleidelijke toename van de gemiddelde abundantie van *Nitzschia palea*, een taxon dat zeer resistent is tegen vervuiling, loopt parallel met de toevoer van organische stofstromen en bijgevolg de geleidelijke toename van de organische en trofische belasting van de Rijn. Dat *N. palea* in de Rijndelta verdwijnt, heeft wellicht meer te maken met de zeer lentiche omstandigheden, die ongunstig zijn voor de soort, dan met een verbetering van de waterkwaliteit.
- *Skeletonema subsalsum* is typisch voor de Rijndelta. De bijzondere, zeer lentiche omstandigheden op dit traject zijn uitermate bevorderlijk voor sedimentatie, hetgeen de grote abundantie van deze planktonsoort in het benthos verklaart.

Vier van de vijf meest voorkomende soorten zijn afgebeeld in figuur 9.

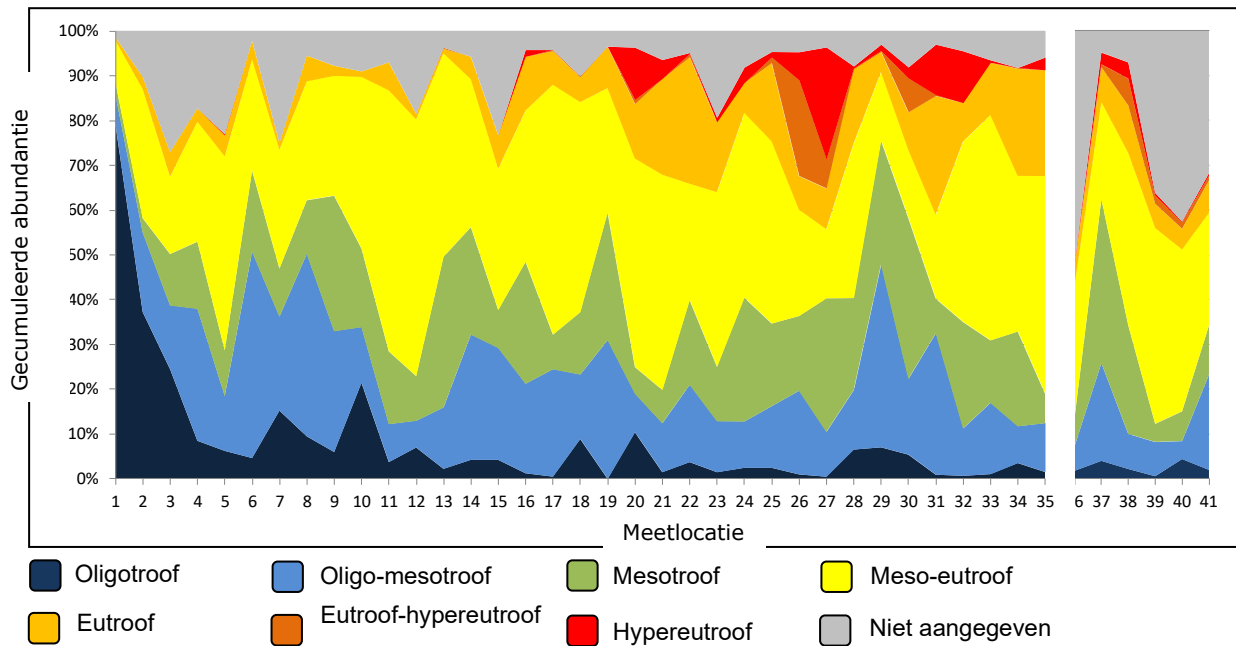


Figuur 9: De vier meest differentiërende soorten benthische kiezelalgen (diatomeeën) in de Rijn. 1-2: *Melosira varians* valvazijde (1) en pleurazijde (2); 3-4: *Achanthidium minutissimum* sensu lato pleurazijde (3) en valvazijde (4); 5: *Amphora pediculus*; 6: *Nitzschia palea*. Foto's: D. Heudre.

In verband met de trofie (het voedselaanbod, d.w.z. de gevoeligheid van soortengemeenschappen voor nitraten en fosfor) kan worden vastgesteld dat de soortengemeenschappen snel eunitrofiel worden, maar vervolgens geleidelijk aan evolueren naar een door mesonitrofiële soorten gedomineerde samenstelling (zie figuren 10a en 10b).



Figuur 10a: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun gevoeligheid voor nitraat (CARAYON *et al.* 2019) (Meetlocaties per Rijntraject: 1-5 (Hoogrijn); 6-28 (Duits-Franse Bovenrijn); 29-32 (Middenrijn); 33-35 (Duitse Nederrijn); 36-41 (Rijndelta)).



Figuur 10b: Gecumuleerde abundantie van soorten naargelang van hun gevoeligheid voor fosfor (CARAYON *et al.* 2019) (Meetlocaties per Rijntraject: 1-5 (Hoogrijn); 6-28 (Duits-Franse Bovenrijn); 29-32 (Middenrijn); 33-35 (Duitse Nederrijn); 36-41 (Rijndelta)).

Wat is de beoordeling van de Rijn?

Uit bijlagen 2 en 7 blijkt dat in 2018/2019 alle delen van het **Bodenmeer** als goed zijn beoordeeld, net als in 2012/2013. Dit geldt ook voor de **Hoogrijn** tot bovenstrooms van de Aare. De **zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn** tot Breisach wordt door Duitsland voor macrofyten en fyto-benthos als goed en door Frankrijk op basis van benthische diatomeeën als matig beoordeeld. De zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn van Breisach tot Straatsburg wordt andersom door Duitsland als matig en door Frankrijk als goed beoordeeld. De rest van de Rijn tot de Duits-Nederlandse grens (**noordelijke Bovenrijn, Middenrijn**) is als matig beoordeeld, op twee trajecten in de Bovenrijn (van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar) en de Middenrijn na, die zijn beoordeeld als goed. Vergeleken met 2015 is het traject in de **Duitse Nederrijn** (van de monding van de Wupper tot de monding van de Ruhr) erop vooruitgegaan (van ontoereikend naar matig). In de **Rijndelta** hebben tal van waterlichamen wat het kwaliteitselement macrofyten/fyto-benthos betreft de goede toestand bereikt: Boven-Rijn en Waal, Nieuwe Waterweg, het Hartel-, Caland- en Beerkanaal evenals het IJsselmeer. De **Waddenzee** is als ontoereikend beoordeeld. De **kustwateren** zijn een ander type en kennen geen beoordeling op zeegras en kwelder.

In het kader van het **Rijnmeetprogramma biologie van 2018/2019** zijn er 41 meetlocaties bemonsterd, dat zijn er zes minder dan in 2012/2013. Desalniettemin zijn er nu 11% meer soorten zijn waargenomen (340 in totaal). De meest voorkomende soorten zijn *Nitzschia dissipata*, *Amphora pediculus* en *Navicula cryptotenella*, die op nagenoeg alle meetlocaties zijn aangetroffen. Een dominante rol is ook weggelegd voor *Cocconeis placentula* sensu lato, *Navicula antonii*, *Nitzschia fonticola*, *Achnanthydium minutissimum* sensu lato, *Navicula tripunctata* en *Cocconeis pediculus*.

Wat zijn de trends op lange termijn?

De benthische diatomeeën worden sinds 2006/2007 onderzocht in het kader van het Rijnmeetprogramma. De diatomeeëngemeenschappen volgen elkaar Rijnafwaarts keurig op naarmate de stroomsnelheid af- en de voedselrijkdom toeneemt. Het grootste

deel van de Rijn wordt bijgevolg gekenmerkt door taxa die de voorkeur geven aan een gemiddelde mineralisatie en door een dominantie van taxa die typisch zijn voor hoge en matige zuurstofconcentraties. Wat het nutriëntengehalte van het milieu betreft, laat de Rijn een vrij klassiek beeld zien voor een grote rivier: het water wordt snel rijker aan nitraat, en fosfor is een beperkend element waarvan de toename in de loop van de rivier geleidelijker gebeurt.

De vermindering van de nutriëntenbelasting van de Rijn heeft, net zoals bij het fytoplankton, geleid tot een natuurlijkere levensgemeenschap.

5. Macrozoöbenthos

Ongewervelde fauna op de waterbodem

Zie ICBR 2020d

Wat zegt de ongewervelde fauna over belastingen?

De soortensamenstelling en dominantieverhoudingen van het macrozoöbenthos zijn een indicator voor de waterkwaliteit en voor de kwantiteit en kwaliteit van de habitatstructuren in het water. Op basis van de steeds grotere aanwezigheid van warmteminnende exoten kunnen er ook conclusies worden getrokken over de thermische verontreiniging.

Hoe ziet de levensgemeenschap in de Rijn eruit?

Alles bij elkaar zijn er ruim vijfhonderd macrozoöbenthossoorten waargenomen in de Rijn van de Alpen tot de Noordzee. Typisch zijn vooral weekdieren (Mollusca), borstelarme wormen (Oligochaeta), kreeftachtigen (Crustacea), insecten (Insecta), zoetwatersponzen (Spongillidae) en mosdiertjes (Bryozoa).

De **Voor-Rijn**, de **Achter-Rijn** en de **Alpenrijn** worden gekenmerkt door een grote diversiteit aan macrozoöbenthossoorten. De levensgemeenschappen worden gedomineerd door stromingsminnende insectensoorten, d.w.z. larven van eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers, die typisch zijn voor het Alpenrijnsysteem. Ook de zoetwatervlokreeft bereikt hoge populatiedichtheden. Opmerkelijk zijn verder de larven van netmuggen, die in de Voor-Rijn in hoge abundanties zijn gevonden. Geen van de exoten die van elders zijn overgebracht naar de Rijn kon tot dusver de benedenloop van het Alpenrijnsysteem intrekken.

In het **Bodenmeer** komen typische soorten van stilstaande wateren of ubiquisten voor, zoals de tijgerplatworm, de grote diepslak, de Jenkins' waterhoren, de tweeogige bloedzuiger, verschillende eendagsvliegen, kokerjuffers en vlokreeften. Exoten, zoals de Pontokaspische vlokreeft en de korfmossel bereiken hoge populatiedichtheden. In 2016 is de quaggamossel aangetroffen, die zich sterk verspreidt en de driehoeksmossel verdringt.

De **Hoogrijn** verenigt biocoenotische elementen van een groot spectrum van watertypes: van de bergbeek, over de rivier in het middelgebergte, tot het grote meer aan de voet van de Alpen en uiteindelijk het potamaal. De fauna is rijk aan soorten en, ondanks de aanwezigheid van enkele van elders binnengebrachte diersoorten, in bepaalde delen nog vrij natuurlijk. In het bevaarbare, door waterbouwkundige maatregelen aangepaste deel van de Rijn vanaf Bazel (Duits-Franse Bovenrijn, Middenrijn, Duitse Nederrijn en Rijndelta) is de bodemfauna erg eenvormig. De levensgemeenschap wordt er gedomineerd door algemene en veel voorkomende bewoners van grote rivieren en stromen, die weinig eisen stellen aan hun biotoop (ubiquisten). Exoten maken 60% van de totale macrozoöbenthosfauna uit. Oorspronkelijke faunaelementen worden soms nog aangetroffen in aangetakte strangen en meanders van de oude loop van de Rijn.

De bevaarbare, **zuidelijke, Duits-Franse Bovenrijn** wordt gekenmerkt door exoten. De **oude loop** en de **meanders van de Rijn** zijn dankzij hun relatieve rijkdom aan structuren betrekkelijk goed bevolkt; zo zijn er libellenlarven van de beekrombout aangetroffen.

De levensgemeenschap in de **noordelijke Bovenrijn** lijkt wat dominantie en constantie betreft op de levensgemeenschap in de zuidelijke Bovenrijn. Enkele bijzonderheden zijn grote tweekleppigen (bijv. de schildersmossel (*Unio pictorum*)), de oorvormige poelslak (*Radix auricularia*), de eeltslak (*Lithoglyphus naticoides*), de schoraas (*Ephoron virgo*) vanaf de monding van de Neckar en de zoetwaterneriet (*Theodoxus fluviatilis*), die zich vanuit de monding van de Main stroomop- en stroomafwaarts verspreidt.

In de **Middenrijn** neemt het aandeel exoten af en het aandeel van enkele van oudsher in de Rijn thuishorende soorten toe. Blijkbaar speelt de herkolonisatie van de Rijn door inheemse soorten vanuit refugia in de zijrivieren hierbij een rol.

Ook verderop, in de **Duitse Nederrijn** kunnen soorten worden gevonden die wijdverspreid zijn in de Rijn. Kenmerkend zijn verder sessiele soorten, zoals mosdiertjes en zoetwatersponzen, die als filtreerders bijdragen aan het zelfreinigende vermogen van de rivier.

In het laagland verandert het karakter van de rivier. De ondergrond wordt zandiger. De zandbodem van de **Rijndelta** wordt vooral bewoond door chironomiden, oligochaeten en

mosselen, terwijl er op hard substraat een soortgelijke levensgemeenschap als in de Duitse Nederrijn te vinden is. De fauna in de kustzone van de Rijndelta bestaat uit brakwater- en zesoorten.

Wat is de beoordeling van de Rijn?

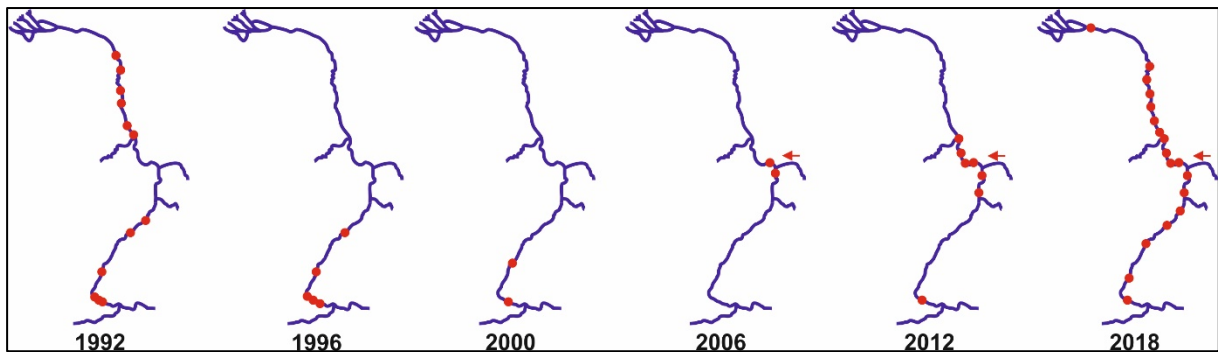
Zoals blijkt uit bijlagen 3 en 8 is de **Alpenrijn** rijk aan soorten en het macrozoöbenthos heeft een goed ecologisch potentieel. In het verloop van de **Hoogrijn** tot Bazel neemt het aandeel uitheemse soorten toe, zodat de beoordeling hier slechts matig is. In de volledige Duits-Franse Bovenrijn tot Bingen is het ecologisch potentieel van het macrozoöbenthos matig. De zuidelijke Bovenrijn wordt alleen door Duitsland beoordeeld. In de **Middenrijn** tot de **Duitse Nederrijn** ter hoogte van Duisburg bereikt het macrozoöbenthos het goed ecologisch potentieel. Vanaf Duisburg tot aan de Nederlandse grens wordt het potentieel als matig geclassificeerd, wat een verbetering is ten opzichte van 2015, toen het potentieel ontoereikend was. De Rijntakken Boven-Rijn en Waal zijn als matig beoordeeld, maar de andere waterlichamen in de **Rijndelta** als goed.

Als **verandering ten opzichte van de tweede monitoringscyclus** kan de ontwikkeling van het macrozoöbenthos in het tweede traject van de Duits-Franse Bovenrijn (tussen Breisach en Straatsburg, alleen beoordeeld door Duitsland) en in de noordelijke Duitse Bovenrijn (tussen de monding van de Lauter en de monding van de Neckar) worden opgemerkt (van "ontoereikend" naar "matig" potentieel). Ook aan de Duitse Nederrijn is het element macrozoöbenthos verbeterd: van Leverkusen tot Duisburg is het element met twee klassen vooruitgegaan (van ontoereikend naar goed potentieel) en van Duisburg tot en met de Rijntakken Boven-Rijn en Waal in de Rijndelta met één klasse (ontoereikend naar matig potentieel). Ook de Waddenzee en de Hollandse kust laten een verbetering zien van matig naar goed potentieel.

Voor deze veranderingen kunnen drie redenen worden genoemd:

- (1) Uitbreidingstendensen van ecologisch waardevolle, oorspronkelijke Rijnsoorten: Sinds 2006 is de zoetwaterneriet (*Theodoxus fluviatilis*) bezig aan een herkolonisatie van de Rijn vanuit de Main (zie de figuren 11 en 12)¹. In 2018 kwam de soort vrijwel overal in de Rijn voor. Sinds 2012 is een aantal typische soorten voor de Rijn, zoals de kokerjuffers *Hydropsyche sp.* en *Psychomyia pusilla*, zich aan het herstellen.
- (2) Achteruitgang van de populatiedichtheden van exoten: Dit fenomeen is vooral in delen van de Middenrijn zeer duidelijk zichtbaar. Nieuwkomers concurreren met "oudere" exoten in de Rijn; soorten die nauw verwant zijn met elkaar en/of waartussen een grote nicheoverlap bestaat, hebben hier in bijzondere mate mee te maken. Als voorbeeld kan worden genoemd: de geleidelijke verdringing van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) door de quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) (SCHÖLL et al. 2012).
- (3) Grootste scholen van uitheemse grondelsoorten: De achteruitgang van de exoten houdt eventueel ook hiermee verband. Uitheemse grondelsoorten zijn oorspronkelijk afkomstig uit het Ponto-Kaspische gebied en zijn dus natuurlijke voedselconcurrenten van veel benthische exoten, die oorspronkelijk ook uit dit gebied komen. Uit recente onderzoeken blijkt dat tussen de zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn en de Duitse Nederrijn minstens een kwart van alle vissen een zwartbekgrondel is. Kijkend naar de afzonderlijke waterlichamen of bemonsteringslocaties behoort meer dan 90% van de getelde vissen tot de grondels.

¹ Recent wetenschappelijk onderzoek (GERGS et al. 2014) heeft uitgewezen dat de populatie van *Theodoxus fluviatilis* die zich sinds 2006 verspreidt in de Rijn afkomstig is van een genetische cohort die thuishoort in het Donagebied ("cryptic invader"). De status en ecologische rol van de soort in het ecosysteem van de Rijn ondervinden hiervan echter geen invloed.

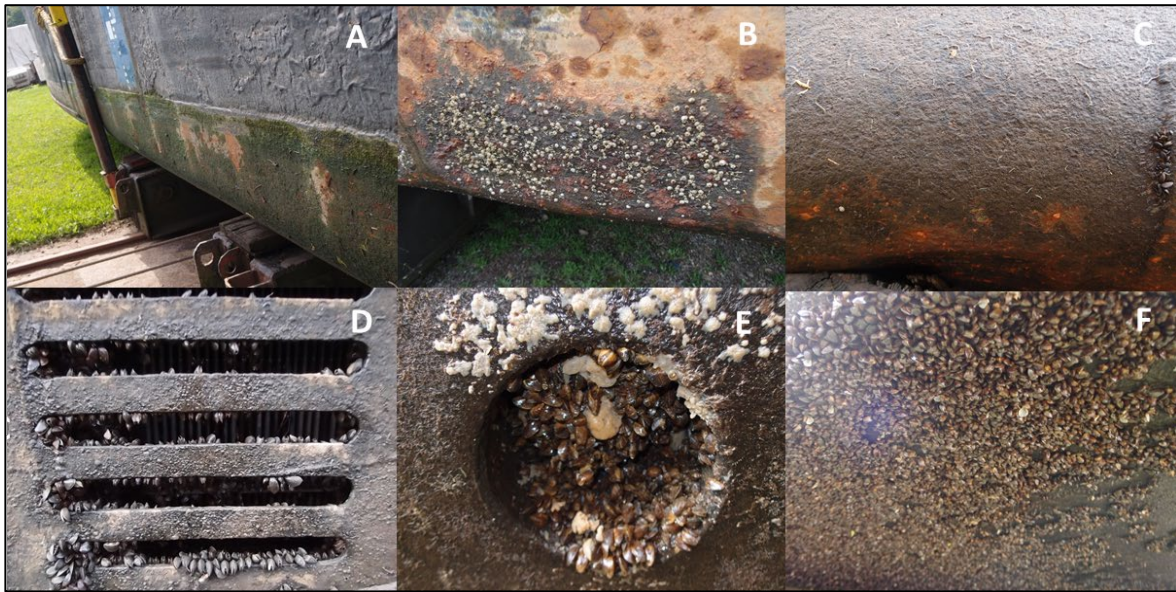


Figuur 11: Verspreiding van de zoetwaterneriet *Theodoxus fluviatilis* in de bevaarbare Rijn (WESTERMANN et al. 2007, aangevuld), er is geen rekening gehouden met het voorkomen in zijrivieren



Figuur 12: *Theodoxus fluviatilis*. Foto: LfU Mainz.

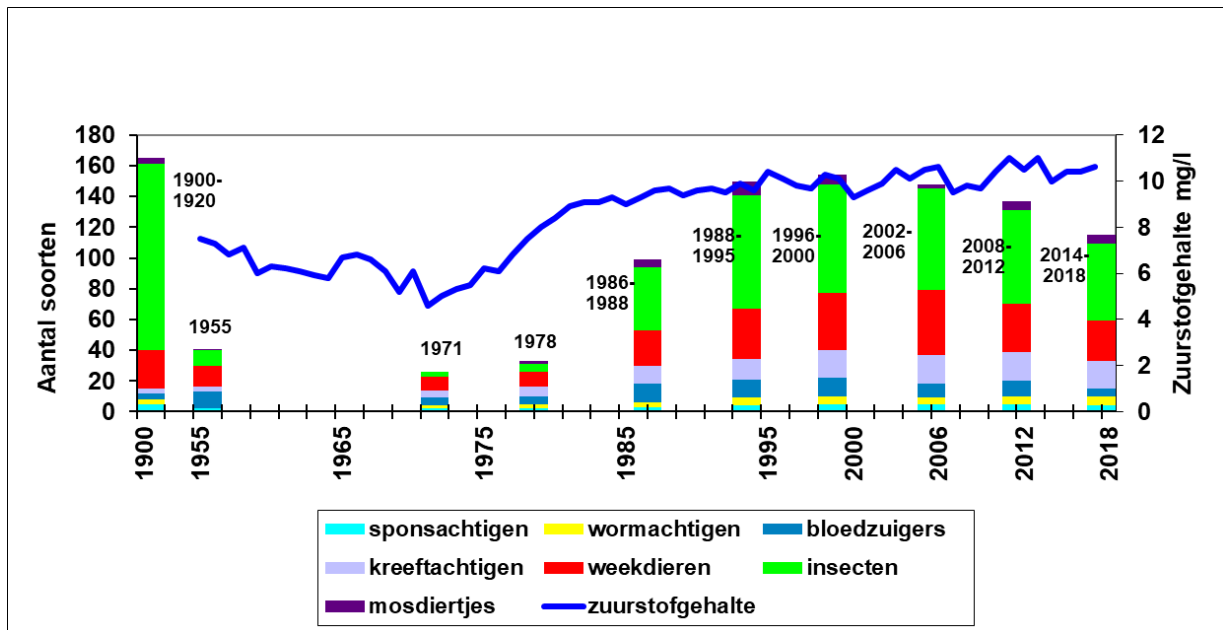
De verspreiding van uitheemse soorten via kusthavens en kanalen door scheepsverkeer is een vaak beschreven verschijnsel. Het potentieel van binnenschepen als vector voor de verspreiding van uitheemse soorten was tot dusver niet nader geanalyseerd. Nieuwe onderzoeken (SCHWARTZ & SCHÖLL 2018) op dit gebied hebben uitgewezen dat er op alle schepen van de onderzochte binnenschepen organismen waren aangegroeid, maar dat de dikte van de aanwas en het aantal soorten varieerden (zie figuur 13). Opmerkelijk was de vaststelling van een kolonie zeepokken (*Balanus improvisus*) die via de Rijn de haven van Duisburg heeft bereikt. Verder hadden de meeste schepen ballastwater ingenomen, hetgeen de introductie en verspreiding van exoten kan bevorderen. Op kanalen is het aandeel schepen met ballastwater duidelijk hoger (75%) dan op andere waterwegen (54%), wat verband houdt met de wens om de doorvaarthoogte te reduceren, zodat schepen onder lage bruggen door kunnen.



Figuur 13: Aangroei op verschillende binnenschepen (A) Zwakke aangroei van groenalgen (B) Niet-aaneengesloten aangroei van de zeepok *Balanus improvisus* (C) Vlakdekkende microfouling door verschillende mosselen en insectenlarven (D) Aangroei van mosselen (*Dreissena rostriformis bugensis*) in een zeewaterinlaat (E) Aangroei van *D. rostriformis bugensis* en sponzen in de opening van een ballastpomp (F) Vlakdekkende aangroei van *D. rostriformis bugensis*, samen met andere soorten (SCHWARTZ & SCHÖLL 2018)

Wat zijn de trends op lange termijn?

In de jaren tachtig en negentig van de twintigste eeuw ging de soortendiversiteit van het macrozoöbenthos steil omhoog dankzij de gestage verbetering van de waterkwaliteit van de Rijn, maar ongeveer sinds 2006 wordt er een tegengestelde ontwikkeling waargenomen (zie figuur 14). Vooral de fauna van aquatische insecten was tussen 1995 en 2000 veel diverser dan nu. Deze trend wordt verklaard door de immigratie van invasieve, uitheemse soorten. Hoe stabiel deze trend is, kan voorspeld worden. Sinds 2012 is er evenwel een lichte toename in het gemiddelde aantal soorten te zien, die ook gepaard gaat met het herstel van een aantal typische soorten voor de Rijn, zoals de kokerjuffers *Hydropsyche sp.* en *Psychomyia pusilla*. Anders dan bij de trekvisser (zie hoofdstuk 6), kunnen positieve trends in de groep van de ongewervelde dieren slechts zelden worden toegeschreven aan concrete, individuele maatregelen. Het is veeleer de som van alle, deels ook vrij lang geleden uitgevoerde, maatregelen die bijdragen aan de positieve ontwikkeling. Om de levensgemeenschappen in de Rijn nieuw leven in te blazen, moeten er meer maatregelen worden genomen om de morfologie en de kwaliteit van het water te verbeteren. Daarnaast moet met behulp van adequate maatregelen de introductie van exoten worden verminderd.



Figuur 14: Historische ontwikkeling van de levensgemeenschap in de Rijn tussen Bazel en de Duits-Nederlandse grens in relatie tot het gemiddelde zuurstofgehalte in de Rijn bij Bimmen (geselecteerde diergroepen)

6. Visfauna

Vissen en negenogen (rondbekken)

Zie ICBR 2021b

Wat zegt de visfauna over belastingen?

De soortensamenstelling, abundantie en leeftijdsopbouw van de visfauna weerspiegelen de grootschalige aanwezigheid van belangrijke habitatstructuren voor verschillende levensstadia en de passeerbaarheid van de wateren. Ook afvoerveranderingen (opstuwning, onttrekking, omleiding) en thermische belastingen beïnvloeden de soortensamenstelling. Vergeleken met de andere biologische kwaliteitselementen hebben vissen en negenogen een lange levensduur en zijn mobiel. Dientengevolge kan een beoordeling van de ecologische toestand op basis van de visfauna integraal uitsluitsel geven over het gehele waterlichaam en over een langere periode.

Hoe ziet de levensgemeenschap in de Rijn eruit?

De Rijn beschikt vandaag de dag over een grote diversiteit aan vissoorten: er komen in totaal 71 vissoorten voor (inclusief rondbekken, zoals zee- en rivierprikken) en alle historisch gedocumenteerde soorten, behalve de Europese steur, kunnen worden aangetoond. De vangstresultaten van de elektrovisserij worden op veel plaatsen, vooral in stortstenen oeverzones, gedomineerd door uitheemse grondels (zie figuur 15), met voorop de zwartbekgrondel. Daarnaast worden er veelal soorten aangetroffen met een zeker ecologisch aanpassingsvermogen, zoals de blankvoorn, de brasem, de kopvoorn, de rivierbaars en de alver.

Er is nog steeds sprake van een natuurlijke toename van het aantal vissoorten in de loop van de Rijn - met onderbrekingen in de Middenrijn en de Duitse Nederrijn - die verband houdt met het riviercontinuüm. De Rijndelta is van nature het rijkst aan vissoorten. Dit kan ook worden verklaard door het grote aantal afzonderlijke bevissingspunten die tot grotere gebieden zijn samengevoegd, door de vangstmethodes (naast elektrovisserij ook fuiken en netten) en door de bijzondere samenstelling van de leefgebieden met het IJsselmeer en brakwaterbiotopen, waartussen een uitwisseling van individuen mogelijk is. De gestage toename van vissoorten in de Middenrijn is onderbroken vanwege het karakter van het doorbraakdal, dat leidt tot een natuurlijke versnelling van de afvoer en een laag aantal uiterwaardwateren en zijrivieren in dit nauwe Rijntraject. Het buitengewoon lage aantal vissen in de Duitse Nederrijn is echter te wijten aan een hoge druk van de gebruiksfuncties en een antropogeen veroorzaakte structuurarmoede, hetgeen ook tot uitdrukking komt in het vrijwel volledige ontbreken van waterplanten in de Duitse Nederrijn.

Op andere Rijntrajecten, vooral in de Duits-Franse Bovenrijn en de Middenrijn, is de macrofytenvegetatie (en dan met name in de oude strangen en de kribvakken in de hoofdstroom) tot volle wasdom gekomen. Deze ontwikkeling is bevorderlijk voor de voortplanting van fytofiele soorten en voor de opgroefase van tal van andere soorten.



Figuur 15: Grondeleitjes. Foto: LfU Mainz.

In de **Alpenrijn** zijn 18 soorten aangetroffen. De dominante soorten zijn de sufia-voorn, de enige eudominante soort, en de donderpad. Veelvoorkomend zijn de beekforel en de meerforel, de uitheemse regenboogforel en de kopvoorn (zie figuur 16). Een buitengewoon onderzoek van de Internationale Regeringscommissie Alpenrijn (IRKA) heeft laten zien dat de Alpenrijn vanuit visecologisch oogpunt een knelpuntgebied is, hetgeen te wijten is aan structuurarmoede en grote afvoervariaties die het gevolg zijn van de werking van waterkrachtcentrales (EBERSTALLER et al. 2013). Het voorkomen van de sufia-voorn, een extreem zeldzame en als zeer veeleisend geldende soort, is vermoedelijk het gevolg van de aanwezigheid van door grondwater beïnvloede en diepe gebieden langs de oever en het feit dat de soort minder gevoelig is voor fluctuerende waterniveaus.



Figuur 16: Kenmerkende vissoorten van de Alpenrijn. Bovenaan: meerforel, links onderaan: sufia-voorn, rechts onderaan: mannelijk, geslachtsrijp exemplaar van de tussen het Bodensee en de Alpenrijn migrerende regenboogforel. Foto's: Hydra.

In de **Hoogrijn** zijn er 29 soorten geteld. Dominant zijn de barbeel en de kopvoorn. Ook de gestippelde alver, de zwartbekgrondel en de alver komen vaak voor. De in het kader van de BAFU-monitoring van jonge vissen in 2017/2018 verzamelde gegevens laten hiervan afwijkende relatieve frequenties zien. Alleen de kopvoorn is geclassificeerd als eudominant. Ten opzichte van 2011/2012 ontbraken de jonge vlagzalm, pos, vetje, roofblei en snoekbaars in de monitoring van jonge vissen die is uitgevoerd in opdracht van de Zwitserse Milieudienst (BAFU). De aantallen jonge kopvoorns, barbelen, snepen en serpelingsen zijn toegenomen en daarnaast ook het aantal zwartbekgrondels, waarvan in 2012 pas enkele exemplaren de Hoogrijn hadden bereikt.

In de **zuidelijke, Duits-Franse Bovenrijn** zijn er 36 soorten aangetoond. Hier al begint de dominantie van de uitheemse zwartbekgrondel. De soort maakt meer dan een derde van het totale aantal gevangen individuen uit. De Kesslers grondel gaat er daarentegen sterk op achteruit. De blankvoorn neemt momenteel de tweede plaats in, op de voet gevolgd door de alver en de kopvoorn. Bijzonder is de enkele vangst van een Italiaanse modderkruiper (*Cobitis bilineata*) bij Kembs, een vis die voor zover bekend verder alleen nog in de Hoogrijn voorkomt. In de gestuwde zones ontbreekt het aan habitats voor stromingsminnende soorten, zoals de sneep, die hier maar zelden wordt aangetroffen. Ondanks de aanwezigheid van potentiële habitats voor anadrome trekvis, vooral in de oude loop van de Rijn, komen die amper voor in dit gebied, omdat de ecologische passeerbaarheid van de Rijn nog niet is hersteld vanaf de stuw van Rhinau.

Goed nieuws is de herkolonisatie van de Rijn door de bittervoorn. Vooral in de **noordelijke, Duitse Bovenrijn** is deze soort bezig aan een gestage opmars. Ook de voorheen zeldzame kleine modderkruiper wordt inmiddels weer regelmatig aangetroffen in de Duits-Franse Bovenrijn. De zwartbekgrondel is goed voor 41% van de gevangen individuen, waarmee deze soort hier zijn hoogste dominantiepercentage bereikt. Daarna komen de blankvoorn en de alver. Alles samen genomen zijn er 29 soorten aangetroffen.

In de door een kloof stromende **Middenrijn** neemt de stroomsnelheid toe, wat uitstekende voorwaarden biedt voor rheofiele soorten. Er zijn in totaal 35 soorten geteld, maar ook hier bestaat 38% van de vangst weer uit zwartbekgrondels. De soortensamenstelling van de overige soorten lijkt op die van de noordelijke Bovenrijn, hoewel 16% van de gevangen individuen snepen zijn en ook de aal in de Middenrijn iets vaker voorkomt en daar 6% uitmaakt.

In de **Duitse Nederrijn** komen 22 soorten voor. Ook op dit Rijntraject bestaat het grootste deel van de vangst uit zwartbekgrondels, maar hier bereiken ze alleen de status van dominante soort. Daarnaast treden de alver, de winde en de blankvoorn op de voorgrond, met een dominant aandeel van respectievelijk 19%, 16% en 12%. Subdominant zijn de rivierbaars, de sneed en de aal.

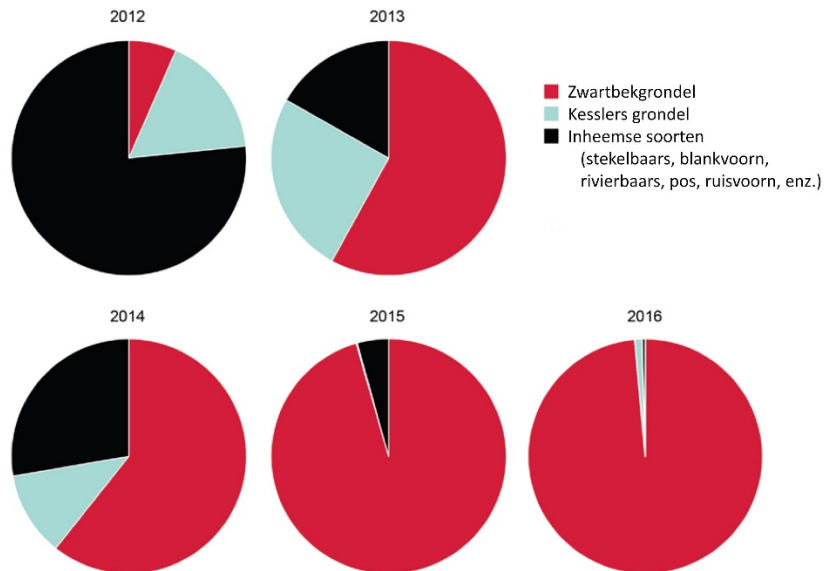
De **Rijndelta** en het **IJsselmeer** zijn samen goed voor de hoogste populatie- en soortendichtheid van alle Rijntrajecten. Hier is de rivierbaars veruit de meest voorkomende soort, wat mogelijk alleen te danken is aan een zeer goed voortplantingsjaar voor deze soort. De volgende dominante soort is de blankvoorn, gevolgd door de subdominante soorten zwartbekgrondel, pos, brasem en kolblei. Vergeleken met de voorgaande rapportageperiode 2012/2013 vallen vooral de duidelijke daling van het aantal gevangen possen en de toename van het aantal zwartbekgrondels op. Met name de sterke achteruitgang van de pos kan echter ook te wijten zijn aan het grotere aantal bemonsteringslocaties. Alles tezamen zijn hier 41 soorten geteld.

Wat is de beoordeling van de Rijn?

De overgrote meerderheid van de landen heeft de toestand van de visfauna op zijn Rijntrajecten bepaald met behulp van zijn eigen nationale methode. De beoordeling van grensoverschrijdende riviertrajecten is bilateraal afgestemd. De toestand van de **Voor-Rijn** en de **Achter-Rijn** in Zwitserland is niet beoordeeld. Zoals blijkt uit de bijlagen 4 en 9 levert de beoordeling van het potentieel van de visfauna in de Oostenrijkse **Alpenrijn** een matig resultaat op. Vergeleken met 2015 is het ecologische potentieel er twee klassen op vooruitgegaan. Desalniettemin is de Alpenrijn op een kort traject na volledig gereguleerd. De longitudinale passeerbaarheid is nog niet hersteld en de Alpenrijn wordt negatief beïnvloed door de afvoervariaties, die het gevolg zijn van de afstemming van de watertoevoer naar de waterkrachtcentrales op het elektriciteitsverbruik. Het **Bodenmeer** verkeert vanuit visecologisch oogpunt in een goede toestand. In de door stuwen gereguleerde **Hoogrijn** is de visfauna als matig beoordeeld. Duitsland/Baden-Württemberg heeft de visfauna in de **zuidelijke Bovenrijn** als matig beoordeeld, behalve op het traject tussen Breisach en Straatsburg, waar de beoordeling ontoereikend is. Frankrijk heeft deze trajecten niet beoordeeld, omdat er in Frankrijk bij de beoordeling van het ecologische potentieel in sterk veranderde waterlichamen geen rekening wordt gehouden met het biologische kwaliteitselement visfauna. Ook in de **noordelijke, Duitse Bovenrijn** tot aan de monding van de Main is de beoordeling matig. Verder stroomafwaarts is de beoordeling van de noordelijke, Duitse Bovenrijn en de Middenrijn goed, hetgeen een klasse beter is dan de vorige keer (van een matig naar een goed potentieel). In de **Duitse Nederrijn** is het potentieel matig. Van de monding van de Ruhr tot het eerste waterlichaam in de **Rijndelta** (Boven-Rijn, Waal) is de beoordeling ontoereikend. De Nieuwe Waterweg, het Hartel-, Caland- en Beerkanaal evenals het **IJsselmeer** zijn als matig beoordeeld. De visfauna in de **kustwateren** en de **Waddenzee** hoeft conform de richtlijn niet te worden beoordeeld.

De markantste **verandering ten opzichte van de vorige inventarisatie van de Rijn in 2012/2013** is de sterke ruimtelijke verspreiding en populatiegroei van de uitheemse zwartbekgrondel. Vergeleken met het vorige onderzoek heeft de soort deels ingrijpende

verschuivingen teweeggebracht in de dominantieverhoudingen. De zwartbekgrondel maakt gemiddeld een kwart van de tellingen uit tussen de zuidelijke, Duits-Franse Bovenrijn en de Duitse Nederrijn; op bepaalde locaties is er sprake van een relatieve frequentie van meer dan 90%. Toch zijn de relatieve frequenties van de soort vergeleken met de vorige campagne (ICBR 2015d) op de terugtocht tussen de noordelijke, Duitse Bovenrijn en de Duitse Nederrijn. Mogelijk is dit een teken dat de fase van de massale vermeerdering in de tot dusver dichtbevolkte gebieden stopt. Daartegenover staat dat de zwartbekgrondel zich sinds de vorige inventarisatie in 2012/2013 nog verder heeft verspreid in de Hoogrijn en de Rijndelta. HOLM et al. (2016) hebben bewezen dat er verdringingseffecten tegenover inheemse soorten zijn (zie figuur 17).



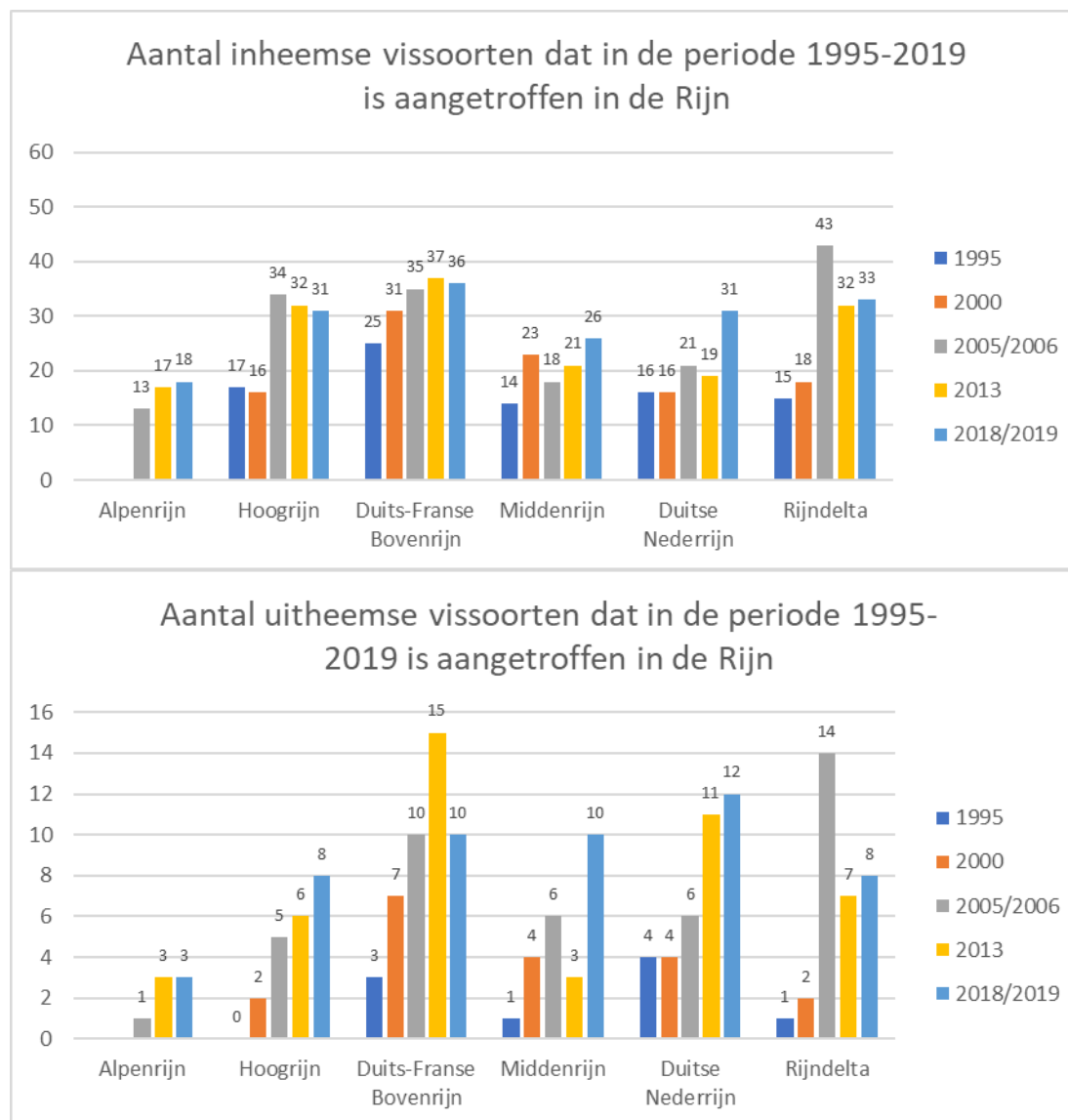
Figuur 17: Verdringing van de aanwezige vislevensgemeenschap en de Kesslers grondel door de massale vermeerdering van de zwartbekgrondel in de haven van Kleinhüningen bij Bazel (2012-2016). Bron: HOLM et al. 2016.

Vergeleken met de vorige inventarisatie van 2012/2013 vallen vooral de duidelijke daling van het aantal gevangen possen en de stijging van het aantal gevangen zwartbekgrondels op (zie figuur 17). In dezelfde periode is het aantal bemonsteringslocaties uitgebreid. In gebieden met o.a. steenbestorting moet de pos aan frequentie inboeten, aangezien stortstenen ideale habitatstructuren zijn voor de zwartbekgrondel, die daar grote populatiedichtheden kan ontwikkelen.

Omgekeerd vormen alle uitheemse grondels een nieuwe bron van voedsel voor andere roofvissen, zoals de snoekbaars, de snoek, de barbeel, de roofblei, de meerval en de rivierbaars. Kannibalisme en predatie onder elkaar lijken veel voor te komen (REY & HESSELSCHWERDT 2020, in voorbereiding). Een en ander zou de komende jaren aanzienlijke veranderingen kunnen teweegbrengen in het voedselweb, wat eventueel ook zal leiden tot een verdere regulering van het grondelbestand. Vooral op trajecten waar de jonge exemplaren van Rijnvissoorten voornamelijk in stortstenen dekking moeten zoeken, die ideale levensomstandigheden bieden voor grondels, moet ervan worden uitgegaan dat de gemeenschap van de vissoorten in de Rijn zal worden beïnvloed (NEHRING et al 2010, REY & HESSELSCHWERDT 2020, in voorbereiding).

Wat zijn de trends op lange termijn?

De visfauna in de Rijn heeft de afgelopen 25 jaar ingrijpende veranderingen ondergaan. De verbetering van de waterkwaliteit heeft ervoor gezorgd dat enkele soorten zich opnieuw verspreiden, wat het aantal soorten ten goede is gekomen. De vergelijking van het aantal soorten in de vijf onderzoekscampagnes van de ICBR over de periode 1995-2019 maakt deze opmerkelijke ontwikkeling duidelijk (zie figuur 18). Ca. 22% van het soortenspectrum bestaat tegenwoordig uit uitheemse vissoorten.



Figuur 18: Aantal inheemse (bovenaan) en uitheemse (onderaan) vissoorten die tussen 1995 en 2019 zijn aangetroffen op de afzonderlijke Rijntrajecten.

Het aantal soorten kan echter niet als uniek criterium voor ecologische verbetering gelden, omdat dit aantal - zoals hierboven is aangetoond - ook wordt opgekrikt door uitheemse vissoorten. Bovendien is de onderzoeksintensiteit in het kader van de KRW-monitoring verhoogd en zijn er nieuwe registratietechnieken in gebruik genomen, zoals automatische controlestations aan voorzieningen voor stroomopwaartse vismigratie. Daarmee worden er regelmatig zeldzame soorten ontdekt, die anders onopgemerkt zouden zijn gebleven (zie hieronder). Ook is er nu rekening gehouden met aanvullend onderzoek: dit levert een hoop extra informatie op over het voorkomen van verschillende soorten (ICBR 2015d).

Wat de **kwantiteit** binnen de vispopulaties betreft, laten de gegevens van de Duitse Nederrijn en de fuik in de Moezel in Koblenz zien dat de visdichtheid van de jaren 1980 tot 1993 in dalende lijn zat om zich daarna min of meer te stabiliseren. Dit was een gevolg van de achteruitgang van de tot dan massaal voorkomende blankvoorn, van de vermindering van de hoeveelheid nutriënten en de afname van de organische belasting in de jaren tachtig en de vroege jaren negentig (zie hoofdstuk 7 en tabel 1), en de hieruit voortvloeiende verlaging van het voedselaanbod (bijv. plankton) in de Rijn. De bemonsterde visdichtheid schommelt echter ook binnen Rijntrajecten en jaren. Dit is het gevolg van de wisselende visactiviteit, die verschilt per seizoen en vissoort, en deels ook van de bemonsteringstechniek. Hierdoor variëren de dominantieverhoudingen, vooral bij zeer veel voorkomende vissoorten, zoals blankvoorn, brasem, kopvoorn, rivierbaars en alver. Op dit moment maskeert de sterke ontwikkeling van de invasieve zwartbekgrondelpopulatie de natuurlijke schommelingen in de dominantiestructuur. Sinds de vorige vismonitoring van de ICBR (ICBR 2015d) kunnen er geen verdere uitspraken worden gedaan over een hernieuwde verandering van de visdichtheid in de Rijn.

Dankzij de vorderingen die de afgelopen 25 jaar zijn gemaakt op het gebied van het herstel van de bereikbaarheid en passeerbaarheid van de paaiwateren nam het bestand van de **langeafstandstrekvisen** aanvankelijk een hoge vlucht: Een stijgend aantal terugkeerders, vooral bij de **zalm** en de **zeeprik**, en een forse toename van de voortplanting in de bereikbare wateren getuigden tot 2007 van het succes van de maatregelen. Echter, in de periode 2008-2013 liepen de tellingen terug, althans bij de grote salmoniden **zalm** en **zeeforel** (zie de figuren 19 en 20). De oorzaken hiervan zijn, afgezien van ontwikkelingen in de bemonsteringsmethodes, mogelijk te vinden in de gedeelde migratieroute Rijn en/of in het kustgebied: Visserij, hoge predatiedruk op smolts door roofvissen en aalscholvers, en hoge mortaliteitspercentages onder smolts als gevolg van waterkrachtcentrales. Ook een daling van de overleving op zee is in discussie gebracht. Verder hebben de werkzaamheden voor de inbouw van de vijfde turbine aan de stuw van Iffezheim tussen april 2009 en oktober 2013 bij tal van vissoorten in de bovenloop van de Rijn geleid tot een achteruitgang in het aantal stroomopwaarts trekkende exemplaren.

In de periode 2013-2020 is het aantal terugkeerders weer toegenomen, vooral bij **de zalm, de zeeprik en de zeeforel**. Dit kan zeker worden verklaard door de afronding van de bouwwerkzaamheden aan de vispassages van Iffezheim en Gambenheim. Het kleine aantal terugkeerders in 2018 is te wijten aan onregelmatigheden bij de monitoring (juni), aan werkzaamheden aan de vispassage van Iffezheim tussen augustus en november en aan de laagwatergebeurtenis in de Rijn tussen juli en november 2018 (ICBR 2020e). In augustus steeg de watertemperatuur in de Hoogrijn tot 27 °C, met vissterfte tot gevolg (ICBR 2019b). Ook in 2019, toen de tellingen vergelijkbaar laag waren, was er sprake van lang aanhoudende droogte. De verbinding tussen de zijrivieren en de Rijn was problematisch, want de afvoer is een belangrijke impulsgever voor de migratie-activiteit. Als gevolg hiervan was de passeerbaarheid onderbroken, waren er maar zeer weinig stroomopwaarts trekkende vissen in veel zijrivieren van de Rijn en bleef de stroomafwaartse migratie van paairijpe alen uit (ICBR 2020f).

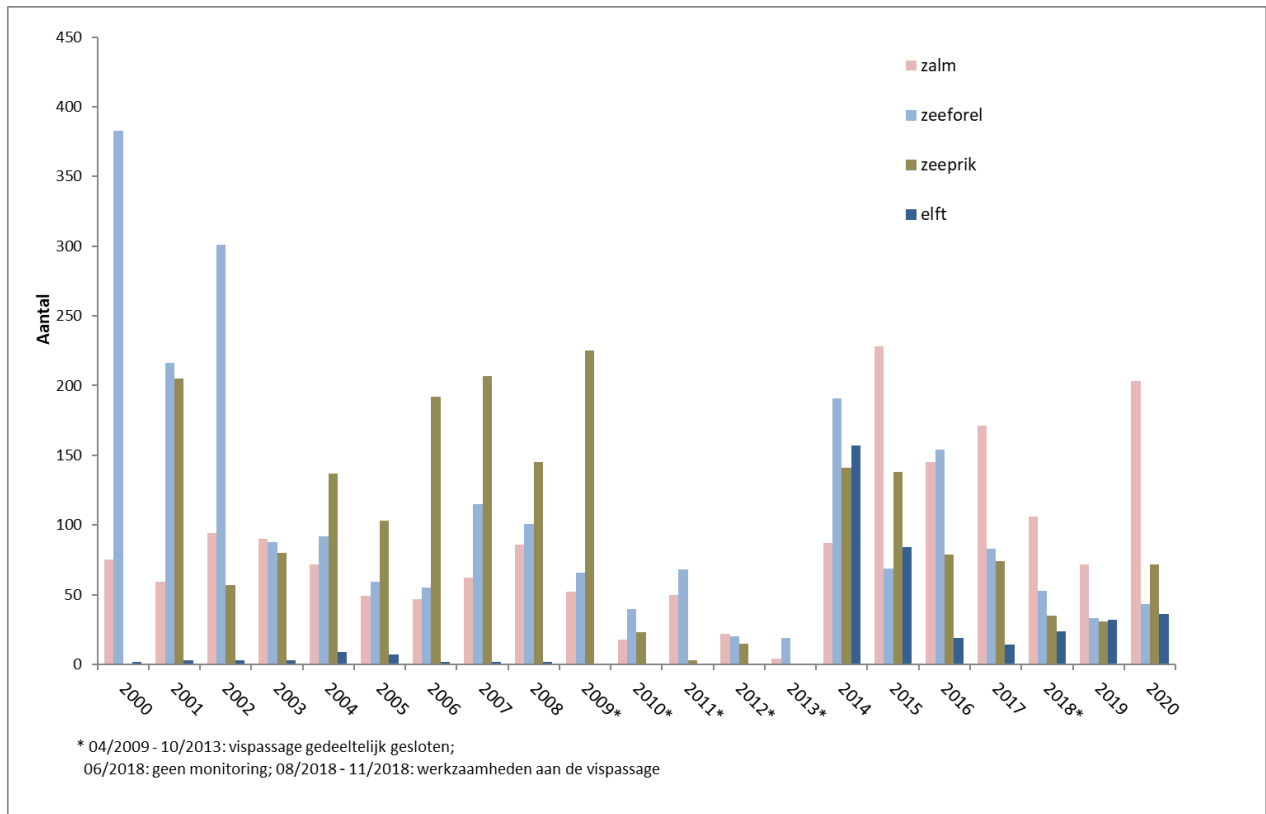
Op 12 oktober 2019 is in de vispassage in Kembs (oude loop van de Rijn) de eerste zalm gezien, die op weg is naar Zwitserland (zie figuur 21).

Het nieuwe programma Rijn 2040, dat in februari 2020 in het kader van de zestiende Rijnministersconferentie is aangenomen, stelt concrete doelen om de passeerbaarheid in het Rijnstroomgebied te herstellen (ICBR 2020g).

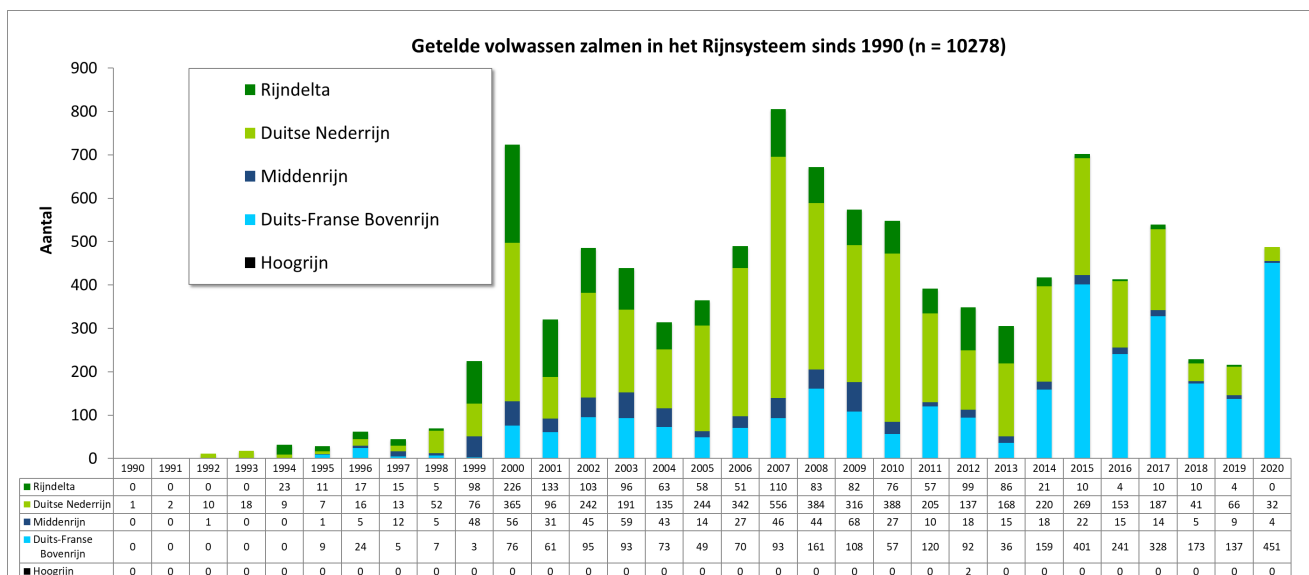
Of de **rivierprik** een soortgelijke tendens als de grote salmoniden vertoont, kan gelet op het kleine aantal tellingen vooralsnog niet worden beoordeeld.

Bij de **elft** ziet het ernaar uit dat het aantal terugkeerders de komende jaren flink zal stijgen, dankzij de voorbije uitzetmaatregelen in de Duitse deelstaten Hessen en Noordrijn-Westfalen. De tellingen in de vispassage van Iffezheim aan de Duits-Franse Bovenrijn bevestigden dit vermoeden. Hier is in 2014 voor het eerst een groot aantal

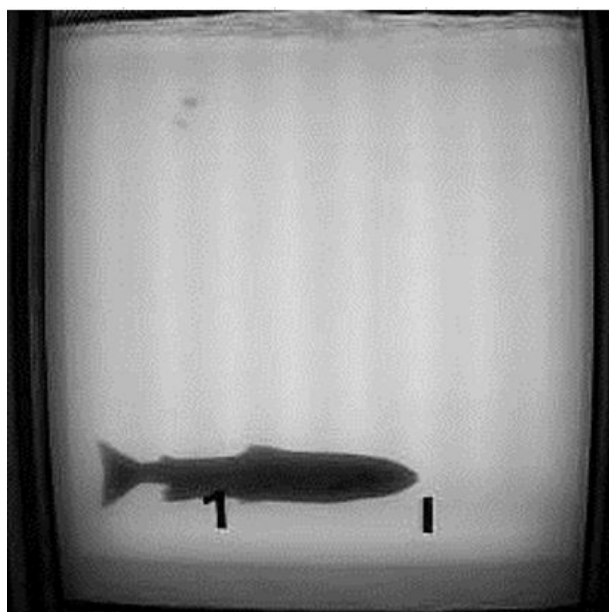
(157) stroomopwaarts trekkende elften geteld (zie figuur 19). Verder zijn er in 2013 en 2014 ook enkele jonge elften waargenomen in de Duits-Franse Bovenrijn, bovenstrooms van alle uitzetmaatregelen, wat erop wijst dat de soort zich natuurlijk voortplant. Ook in 2015 zijn er nog relatief veel elften geteld, waarna de tellingen zijn gestabiliseerd op een duidelijk lager niveau. Deze cijfers zijn echter vele malen hoger dan de sporadische waarnemingen van voor 2014. Bovendien kan er vanaf 2017 in het gehele Rijnsysteem en in het controlestation Iffezheim weer een lichte stijging van het aantal elften worden vastgesteld, ondanks het laagwater in 2018 en 2019.



Figuur 19: Resultaten van de vistelling aan de stuw van Iffezheim voor een selectie van langeafstandstrekvisen sinds 2000



Figuur 20: Getelde zalm in het Rijnsysteem (Rijn incl. programmawateren voor de zalm) in de periode 1990-2020. Let op: Om methodologische redenen zijn de cijfers niet vergelijkbaar tussen de Rijntrajecten. Het aantal dieren per Rijntraject is de som van meerdere controlestations (op de Duits-Franse Bovenrijn gaat het bijv. om verschillende opeenvolgende stations) en elektrovisserij. Bovendien kunnen de registratiemethodes variëren in de tijd: Van april 2009 tot en met oktober 2013 was de werking van de vispassage in Iffezheim beperkt. Als gevolg van de sluiting van de fuikenvisserij in Nederland konden er sinds 2011 minder terugkerende zalmen worden aangetoond. De ICBR houdt zich bezig met de meetresultaten en de interpretaties die hier mogelijk uit voortvloeien.



Figuur 21: Eerste zalm in de vispassage van Kembs op weg naar Zwitserland. Foto: EDF.

Bij de **zeeprík** houdt de achteruitgang in de tellingen wellicht ook verband met de werkzaamheden voor de inbouw van de vijfde turbine in Iffezheim in de periode 2009-2013 en de als gevolg daarvan beperkte mogelijkheden voor monitoring. Het aantal terugkeerders blijft dalen.

In het deelstroomgebied Alpenrijn/Bodenmeer is de **meerforel** (*Salmo trutta lacustris*) de enige langeafstandstrekvis. Over het geheel genomen is het leefgebied

van de Bodenmeerforel in vergelijking met vroeger danig geslonken. Het open water van het Bodenmeer, waarvan de waterlichamen "Obersee" en "Untersee" thans in een goede chemische en ecologische toestand verkeren, is de geliefkoosde biotoop van de meerforel. Hier groeit de vis op tot hij paairijp is, waarna hij de zijrivieren van het Bodenmeer, de Alpenrijn en diens zijrivieren optrekt om zich voort te planten. In de jaren zeventig van de twintigste eeuw ging de opbrengst van de meerforelvisserij in het Bodenmeer gestaag achteruit, ondanks uitzetmaatregelen. Achteraf gezien was het dankzij het eerste meerforelprogramma van de "werkgroep meerforel" dat de soort hoegenaamd kon overleven in het Bodenmeer en vandaag weer kan worden bevist. Doorslaggevende maatregelen waren de redding van de laatste paairijpe dieren, de uitzetmaatregelen die hierdoor mogelijk werden en de stapsgewijze opheffing van migratiebarrières in de paairivieren.

De populaties van de **Europese aal** zijn de afgelopen decennia in vrijwel het gehele verspreidingsgebied sterk gekrompen, ook in de Rijn en zijn zijrivieren. Sinds het begin van de jaren tachtig van de twintigste eeuw is de intrek van glasaal in de rivieren gedaald tot een fractie van het langjarige gemiddelde. Na een tussentijdse, lichte toename in 2013 en 2014 zijn de aantallen weer gedaald naar een laag niveau (ICBR 2018a). Bekende oorzaken zijn onder meer veranderingen in het leefgebied, aantasting door parasieten, uitbreiding van de opwekking van hydro-elektriciteit, overbevissing van de glasaal- en schieraalbestanden, verontreinigd sediment en predatiedruk door de aalscholver, enz. De migratie van de aal wordt in nagenoeg alle wateren in het Rijngebied waar de aal voorkomt belemmerd door migratiebarrières. Vooral de zeewaartse trek in de Rijndelta, de zuidelijke Duits-Franse Bovenrijn en bijna alle zijrivieren van de Rijn heeft hieronder te lijden. Stroomafwaarts migrerende alen komen vaak terecht in de turbines van waterkrachtcentrales, inlaatwerken, gemalen, enz. Door hun lengte kunnen ze daarbij zware, meestal dodelijke verwondingen oplopen. De cumulatieve mortaliteit van meerdere, opeenvolgende kunstwerken kan aanzienlijk worden genoemd.

7. Balans - factoren van invloed op de ecologie van de Rijn

De verbetering van de **waterkwaliteit** van de Rijn in de afgelopen 25 jaar heeft ervoor gezorgd dat het spectrum van de vissoorten weer nagenoeg compleet is en dat veel kenmerkende, ongewervelde riviersoorten die waren uitgestorven of gedecimeerd vandaag de dag niet meer weg te denken zijn uit enkele Rijntrajecten. Dit geldt deels ook voor de aquatische macrofyten. De verbetering van de kwaliteit van het Rijnwater wordt bijvoorbeeld duidelijk door de daling van de jaargemiddelde totaal-P-concentraties van 0,56 mg/l in 1978 naar 0,10 mg/l in 2018 op de meetlocatie Koblenz (zie figuur 4).

Echter, sommige vissoorten in de Rijn en zijn zijrivieren (bijv. de aal) zijn nog steeds verontreinigd met **schadelijke stoffen** uit onder meer historische vervuilingen (dioxinen, furanen, dl-PCB's, kwik, soms ook indicator-PCB's, hexachloorbenzeen (HCB) of perfluorooctaansulfonaat (PFOS)) (ICBR 2018b).

In de jaren 2014 en 2015 is een eerste gemeenschappelijke onderzoeksprogramma naar de verontreiniging van biota (vissen) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied uitgevoerd (ICBR 2014). Het Fraunhofer Instituut heeft deze pilot samen met de ICBR geëvalueerd (ICBR 2018b). Het doel was om vergelijkbare gegevens te verkrijgen, omdat de nationale onderzoeken vroeger sterk verschilden en een gezamenlijke analyse nagenoeg onmogelijk was. Voor de pilot is een selectie van vissoorten op 37 meetlocaties in het Rijnstroomgebied geanalyseerd. Hierbij zijn voor kwik en polybroomdifenylothers (PBDE) nagenoeg gebiedsdekkende overschrijdingen van de MKE's gevonden. Voor perfluorooctaansulfonaat (PFOS), hexachloorbenzeen (HCB), heptachloor en heptachloorepoxide zijn deels overschrijdingen van de MKE's vastgesteld. In de loop van de Rijn en tussen de vissoorten onderling waren er verschillen in de verontreiniging zichtbaar. Ook in de toekomst zal het biota-onderzoek in het Rijnstroomgebied zo geharmoniseerd mogelijk, en bijgevolg vergelijkbaar, worden uitgevoerd. In de KRW is bepaald dat de MKE's voor 2027 moeten worden nageleefd. De landen zijn ertoe verplicht om hiervoor maatregelen te nemen.

Een andere uitdaging waar de waterbescherming voor staat zijn **microverontreinigingen**. Veel microverontreinigingen - zoals gewasbeschermingsmiddelen, hormonen en medicijnresten - worden in de huidige rwzi's met conventionele, mechanisch-biologische zuivering veelal niet of slechts gedeeltelijk verwijderd uit het afvalwater en komen bijgevolg in het oppervlaktewater terecht. Het is nu al duidelijk dat microverontreinigingen een negatieve invloed hebben op de waterkwaliteit, en zowel voor de ecologie als voor de drinkwaterwinning relevant kunnen zijn.

Volgens de in 2017 opgemaakte balans (ICBR 2017b) kunnen werkzame stoffen van geneesmiddelen en hun afbraak- en transformatieproducten overal in het Rijnstroomgebied worden gemeten. Op basis van deze balans heeft de ICBR in 2019 aanbevelingen opgesteld hoe de emissies van microverontreinigingen naar het water verder kunnen worden verminderd. Hierin worden nadrukkelijk ook werkzame stoffen van geneesmiddelen en röntgencontrastmiddelen behandeld (ICBR 2019a). Voor 2040 moet de emissie van microverontreinigingen naar de wateren met ten minste 30% worden verminderd (ICBR 2020g).

Voor de ecologie van de kust is, anders dan in de binnenwateren, de **stikstofbelasting** bepalend en daarom kritischer dan fosfor. Bijgevolg moeten de reductie-inspanningen ook op dit gebied worden voortgezet. Dankzij de gestage verbetering, optimalisatie en uitbreiding van communale rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) en industriële afvalwaterzuiveringsinstallaties (awzi's) kon de stikstofvracht voor 2015 met 15-20% worden verminderd. Een duidelijke vermindering van de emissies van nutriënten uit diffuse bronnen (met de nadruk op landbouw, maar ook stedelijke gebieden) kon nog niet worden bereikt (ICBR 2020h).

(Micro-)plastics, vooral zwerfvuil op zee, kunnen nog steeds op veel publieke belangstelling rekenen. Het is onderwerp van tal van onderzoeksprojecten. In de ICBR wordt hierover sinds 2013 één keer per jaar informatie uitgewisseld. Uit deze informatie-uitwisseling en de tot dusver gepubliceerde studies blijkt dat er nog grote lacunes zijn in de kennis over het milieuedrag en de milieueffecten van (micro-)plastics, en dat de gegevensbasis moet worden verbeterd.

In verband met de **klimaatverandering** zouden bepaalde **kritische temperatuurdrempels** voor vissen, zoals bijvoorbeeld 25 °C voor alle soorten en 20-23 °C voor koudstenotherme soorten, zoals de beekforel en de vlagzalm, in de toekomst vaker kunnen worden overschreden. Volgens modelsimulaties zal ook het aantal opeenvolgende dagen waarop de watertemperatuur hoger zal zijn dan 25 °C toenemen; jaren zonder overschrijding van 25 °C of zelfs 28 °C worden in de verre toekomst een zeldzaamheid. Aangetoond is dat de **watertemperatuur** van de Rijn tussen 1978 en 2011 gemiddeld met 1 °C à 1,5 °C is gestegen (ICBR 2013). In toekomstscenario's wordt er uitgegaan van een verdere stijging van de watertemperatuur met ca. 1,5 °C in de nabije toekomst (tot 2050) en ca. 3,5 °C in de verre toekomst (tot 2100) (referentieperiode: 2000-2010) (ICBR 2015a).

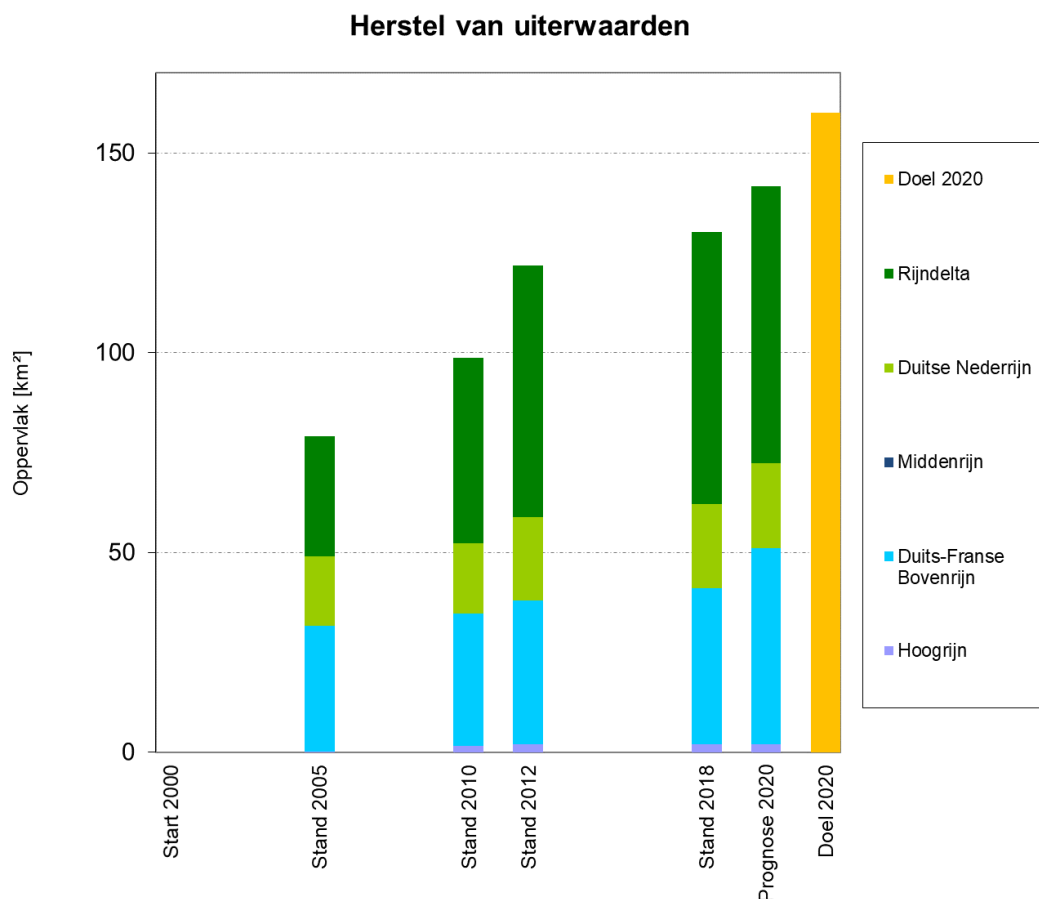
Verder hebben de **lage waterstanden** en hoge watertemperaturen een effect op de organismen in het water. Zo is in 2018 in de Rijn bij Koblenz op eenendertig opeenvolgende dagen de waarde van 25 °C overschreden, die voor veel vis- en macrozoöbenthossoorten in de Rijn als kritische waarde geldt. In augustus steeg de watertemperatuur in de Hoogrijn tot 27 °C, met vissterfte tot gevolg (ICBR 2020e).

In 2015 heeft de ICBR de eerste ICBR-klimaatadaptatiestrategie voor het Rijnstroomgebied gepubliceerd (ICBR 2015a). Deze strategie bevat een overzicht van de kennis en vormt een actiekader voor adaptatiemogelijkheden. De kennis over de effecten van klimaatverandering op de levensgemeenschappen en de met de rivier verbonden ecosystemen moet verder worden ontwikkeld door middel van onderzoeken en monitoring. Gelet op het voorgaande zou de antropogene **warmtebelasting** van de Rijn ook in het vervolg zoveel mogelijk binnen de perken moeten worden gehouden.

De huidige, ecologische beoordeling van het ecosysteem van de Rijn is een momentopname, waarin dynamische biologische interacties in het kader van de fauna-uitwisseling en reacties van de levensgemeenschappen op maatregelenprogramma's een onlosmakelijk verband zijn aangegaan (zie de tabellen 1 en 2). Soms is het ook de toegepaste methode die de beoordeling verandert (afleiding van het ecologische potentieel, betere registratietechnieken, enz.). Uit de trends op lange termijn blijkt echter ook duidelijk dat er zich de afgelopen 25 jaar duurzame ecologische verbeteringen hebben voorgedaan. De uitvoering van verschillende ecologische maatregelen (met name de maatregelen die in het programma Rijn 2040 worden voorzien) zou ertoe kunnen bijdragen dat deze ontwikkeling ook in de toekomst doorzet.

Om de **habitats** voor de fauna en flora in de Rijn te **verbeteren**, zou de hoofdstroom waar mogelijk weer moeten worden verbonden met de uiterwaard, zodat dichtbegroeide nevenwateren en nevengeulen kunnen worden ontsloten als leefgebied (verbetering van de laterale passeerbaarheid, zie tabel 1). Tussen 2000 en eind 2018 is er in verband met beschermingsmaatregelen tegen overstromingen al meer dan 130 km² uiterwaard hersteld (ICBR 2020h). Het voor 2020 gestelde doel van 160 km² is de afgelopen jaren steeds dichterbij gekomen (zie figuur 22).

Achter strekdammen of in langzaam verlandende kribvakken kunnen er in de rivier zelf traag stromende en divers gestructureerde, vervangende biotopen ontstaan, die dankzij hun bescherming tegen golfslag en gediversifieerde oevers aantrekkelijk zijn voor o.a. jonge vissen, waterplanten (macrofyten) en macrozoöbenthos. Het verwijderen van overbodige oeververdedigingen (bijv. bij flauwe oevers) kan een effectieve maatregel zijn om de ecologische gevolgen van de zich snel verspreidende, invasieve zwartbekgrondel te verlichten, aangezien deze soort hoofdzakelijk van de aanwezigheid van stortstenen oeverbeschoeiing profiteert (zie tabel 1).

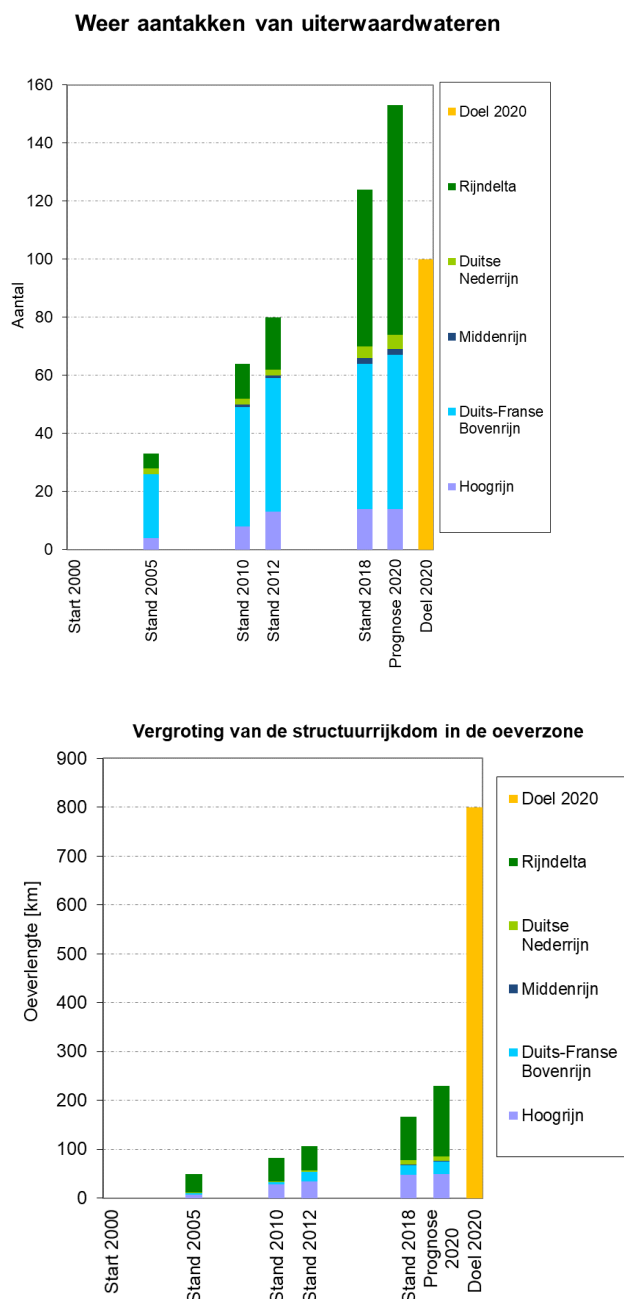


Figuur 22: Herstel van uiterwaarden in de periode 2000-2018, zie ICBR (2020h).

Om de **habitatdiversiteit** te vergroten, zijn er tot eind 2018 in totaal 124 uiterwaardwateren weer verbonden met de hoofdstroom van de Rijn (ICBR 2020h). Het voor 2020 gestelde doel om 100 strangen en nevenwateren weer te verbinden met de Rijn was eind 2018 dus al ver overtroffen. Sinds de start van het programma Rijn 2020 is het aantal weer meestromende nevenwateren voortdurend gestegen.

Eind 2018 waren er over in totaal 166 km oever maatregelen ter vergroting van de structuurrijkdom uitgevoerd (ICBR 2020h). Het oorspronkelijke, ambitieuze doel om de structuurrijkdom aan de Rijn(-takken) voor 2020 over 800 km te vergroten, wordt bijgevolg duidelijk niet gehaald. Op veel plekken aan de hoofdstroom van de Rijn bemoeilijken de diverse gebruiksfuncties de uitvoering van maatregelen.

Figuur 23 geeft een overzicht van de maatregelen die van 2000 tot eind 2018 zijn uitgevoerd om strangen weer aan te takken (bovenaan) en de oeverstructuur van de Rijn te verbeteren (onderaan).



Figuur 23: Aantal uiterwaardwateren dat weer is aangetakt aan de Rijn (bovenaan) en lengte van de oevertrajecten langs de hoofdstroom van de Rijn waar maatregelen ter verbetering van de hydromorfologie zijn uitgevoerd tot 2018 (onderaan) , zie ICBR (2020h).

Een belangrijk uitgangspunt voor de planning van maatregelen is het nieuwe programma Rijn 2040 van de ICBR, de voortzetting van het programma Rijn 2020, met het doel om het vroegere netwerk van voor de Rijn kenmerkende biotopen (het zogenaamde biotoopnetwerk) te herstellen. De in de periode 2005-2013 gemaakte vorderingen op dit gebied zijn laatst per Rijntraject beschreven aan de hand van positieve voorbeeldprojecten (ICBR 2015b). De resultaten van de volgende voortgangscntrole, die voor het eerst ook op basis van satellietgegevens is uitgevoerd, zullen waarschijnlijk eind 2021 worden gepubliceerd.

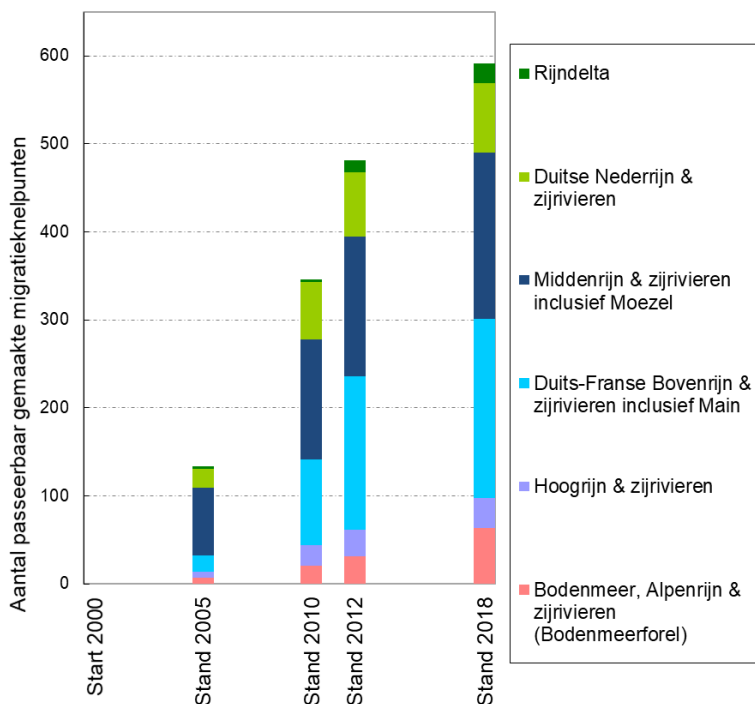
Voor de vestiging en instandhouding van de populaties van anadrome trekvis die zich momenteel aan het opbouwen of herstellen zijn, is het van essentieel belang dat

de **longitudinale passeerbaarheid** van de Rijn (stuwen Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün) en zijn zijrivieren spoedig wordt **hersteld** (zie tabel 1).

Echter, enkele mijlpalen zijn al bereikt in het herstel van de passeerbaarheid in de hoofdstroom van de Rijn. Eind 2018 zijn de Haringvlietsluizen ten zuiden van Rotterdam op een kier gezet. Als de afvoer hoog genoeg is, staan zalmen die vanuit de Noordzee de Rijn en de Maas willen intrekken niet meer voor een gesloten deur. Bovendien zijn er vier vispassages aangelegd aan de grote stuwen op de Duits-Franse Bovenrijn in Iffezheim (2000), Gamsheim (2006), Straatsburg (2016) en Gerstheim (2019), waardoor vissen de hoofdstroom van de Rijn inmiddels tot benedenstreams van Rhinau kunnen doorzwemmen.

Belangrijke uitgangspunten voor de planning van maatregelen zijn het Masterplan trekvisserij Rijn van de ICBR, dat in 2018 op basis van nieuwe ontwikkelingen en inzichten is geactualiseerd (ICBR 2018a), en het programma Rijn 2040 (ICBR 2020h). In de periode van 2000 tot eind 2018 zijn er in totaal bijna 600 migratiebarrières in de Rijn en in zijrivieren die van belang zijn voor de herintroductie van trekvisserij weggehaald of uitgerust met vispassages (zie figuur 24). Het doel om de Rijn van de Noordzee tot Zwitserland weer te openen voor de vismigratie is stapsgewijs dichterbij gekomen, maar nog niet gehaald. Echter, veel waardevolle paaigronden en opgroeihabitats zijn als gevolg van bestaande migratiebarrières nog steeds niet bereikbaar.

Herstel van de passeerbaarheid van de Rijn en de programmawateren voor trekvisserij



Figuur 24: Herstel van de passeerbaarheid in de Rijn en in de programmawateren voor trekvisserij: Aantal passeerbaar gemaakte migratieknelpunten. Stand 2018, zie ICBR (2020h).

Moeilijk zijn daarentegen maatregelen tegen de komst van **neobiota**, omdat de routes waarlangs deze organismen naar onze contreien komen (bijv. scheepswanden, ballastwater, opzettelijke en onopzettelijke uitzetting, aquariumhandel, enz.) divers en lastig te controleren zijn. Neobiota die zich al hebben gevestigd, kunnen bovendien alleen in specifieke gevallen door middel van gericht beheer aan banden worden gelegd. Echter, voor tal van uitheemse soorten is bekend dat ze zich weliswaar eerst explosief verspreiden, maar daarna stabiliseren op een lager niveau. Bij de beoordeling van de immigratie van nieuwe soorten mag niet vergeten worden dat natuur geen statische toestand, maar een dynamisch proces is dat voortdurend onderhevig is aan veranderingen. Het herstel van de ecologische passeerbaarheid zal inheemse soorten helpen om divers gestructureerde habitats te heroveren.

Dankzij de uitvoering van verschillende ecologische maatregelen en de continuering van intensieve en gecoördineerde biologische monitoring zal het ook in de toekomst mogelijk zijn om op basis van robuuste gegevens zicht te houden op trends en ontwikkelingen op lange termijn. De Exotenverordening van de EU (Verordening (EU) nr. 1143/2014 van het Europees Parlement en de Raad van 22 oktober 2014 vormt hiervoor een juridisch kader. Dit lijkt vooral tegen de achtergrond van de klimaatverandering erg waardevol.

Tabel 1: Ecologische maatregelen in de hoofdstroom van de Rijn

Maatregel	Effecten op biologische kwaliteitselementen					Waar waargenomen?
	Macrozoöbenthos	Visfauna	Fytoplankton	Fytobenthos	Macrofyten	
Nutriëntenbelasting verminderen	(+) natuurlijkere levensgemeenschap	(+) natuurlijkere levensgemeenschap, minder biomassa	(+) natuurlijkere levensgemeenschap, minder biomassa	(+) natuurlijkere levensgemeenschap	(+) ondersteuning van de populaties door afname van de beschadiging van de waterbodem (minder fytoplankton)	gehele hoofdstroom van de Rijn (zie ICBR-rapporten 273, 275, 279 ²)
Oeververhardingen (voornamelijk stortstenen oeverbeschoeiing) verwijderen / Waterbouwkundige aanpassingen van oevers terugdraaien	(+) toename van de soortendiversiteit; afname van uitheemse (vooral sessiele) soorten	(+) afname van uitheemse grondels			(+) toename van de soortendiversiteit	gehele hoofdstroom van de Rijn (zie ICBR-rapport 223)
Achter strekdammen of in langzaam verlandende kribvakken in de rivier zelf traag stromende en divers gestructureerde, vervangende biotopen laten ontstaan die zijn beschermd tegen golfslag	(+)	(+) vooral bevorderlijk voor jonge vissen	(+)	(+)	(+) toename van de soortendiversiteit	Middenrijn, Duitse Nederrijn, Rijndelta (zie ICBR-rapporten 274, 279)
Verbinding met zijrivieren, uiterwaardwateren en strangen verbeteren / laterale passeerbaarheid, aantakken van uiterwaarden	(+) herkolonisatie door inheemse soorten vanuit refugia in de zijrivieren	(+) bevorderlijk voor soorten die paaien op plekken met planten en grind; bevorderlijk voor de voortplanting van fytofiële soorten (ruisvoorn, snoek, zeelt); opgroeihabitats voor andere soorten			(+) verspreiding van zaden	gehele hoofdstroom van de Rijn (zie ICBR-rapport 223 en hoofdstuk 7 in het SGBP Rijn 2022-2027)
Stroomop- en stroomafwaartse vismigratievoorzieningen aanleggen of optimaliseren	(+) heeft alleen betrekking op voorzieningen voor de stroomopwaartse vismigratie	(+) langeafstandstrekvisseren bereiken paaiwateren; middellangeafstandstrekvisseren kunnen naar een ander leefgebied migreren (afhankelijk van het levensstadium); lokale deelpopulaties zijn met elkaar verbonden => verhoging van de fitness			(+) verspreiding van zaden door stroomopwaarts trekkende vissen (zoöchorie)	Rijndelta, Duits-Franse Bovenrijn, Hoogrijn en zijrivieren van de Rijn (zie bijlage 7 in het SGBP Rijn 2022-2027)

² ICBR-rapport 279, in voorbereiding

Bibliografie

- CARAYON, D., TISON-ROSEBERY, J. & F. DELMAS (2019): Defining a new autoecological trait matrix for French stream benthic diatoms. *Ecological Indicators* 103: 650-658.
- DULEBA, M., ECTOR, L., HORVÁTH, Z, KISS, K.T., MOLNÁR, L. F., POHNER, Z., SZILÁGYI, Z., TÓTH, B., VAD, C. F., VÁRBÍRÓ, G. & E. ÁCS (2014): Biogeography and phylogenetic position of a warm-stenotherm centric diatom, *Skeletonema potamos* (C.I. Weber) Hasle and its long-term dynamics in the river Danube. *Protist* 165, 715-729.
- EBERSTALLER, J., FRANGEZ, C. & F. DITULLIO (2014): Monitoring Alpenrhein - Fischökologisches Monitoring 2013. Mit Beiträgen von P. Rey & S. Werner. Uitgever: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.
- FRIEDRICH, G. & M. POHLMANN (2009): Long-term plankton studies at the lower Rhine/Germany. - *Limnologica* 39, 14-39.
- GERGS, R., KOESTER, M., GRABOW, K., SCHÖLL, F., THIELSCH, A. & A. MARTENS (2014): *Theodoxus fluviatilis* re-established in the River Rhine - a native relic or a cryptic invader? - *Conservation Genetics* ISSN 1566-0621 *Conserv Genet*.
- HARDENBICKER, P., ROLINSKI, S., WEITERE, M. & H. FISCHER (2014): Temporal trends in the phytoplankton dynamics of the rivers Rhine and Elbe. - *International Review of Hydrobiology* 99, 287-299.
- HOLM, P., HIRSCH, P., ADRIAN-KALCHHAUSER, I., & A. N'GUYEN (2016): Nicht-heimische Grundelarten in der Schweiz. Maßnahmen zur Eindämmung und zur Schadensminimierung. Zwischenbericht 2015. Universität Basel.
- ICBR (2013): Presentatie van de ontwikkeling van de temperatuur van het Rijnwater op basis van gevalideerde temperatuurmetingen in de periode 1978-2011. ICBR-rapport 209, www.iksr.org.
- ICBR (2014): Voorstel voor een pilot voor de meting van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de jaren 2014/2015 ICBR-rapport 216, www.iksr.org.
- ICBR (2015a): Klimaatadaptatiestrategie voor het internationaal Rijndistrict. ICBR-rapport 219, www.iksr.org.
- ICBR (2015b): Overzichtsrapport van de ontwikkeling van het "Biotoopnetwerk Rijn" in de periode 2005-2013. ICBR-rapport 223, www.iksr.org.
- ICBR (2015c): Het fytoplankton in de Rijn in 2012. ICBR-rapport 224, www.iksr.org.
- ICBR (2015d): Visfauna in de Rijn 2012/2013, ICBR-rapport 228, www.iksr.org.
- ICBR (2017a): Rijnmeetprogramma biologie 2018/2019. ICBR-rapport 241, www.iksr.org.
- ICBR (2017b): Microverontreinigingen in het Rijnstroomgebied - Balans 2017. ICBR-rapport 246, www.iksr.org.

- ICBR (2018a): Masterplan trekvissen Rijn 2018 - een update van het Masterplan van 2009/ ICBR-rapport 247, www.iksr.org.
- ICBR (2018b): Statistische evaluatie van metingen van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de jaren 2014/2015. ICBR-rapport 252, www.iksr.org.
- ICBR (2019a): ICBR-aanbevelingen voor de reductie van microverontreinigingen in de wateren. ICBR-rapport 253, www.iksr.org.
- ICBR (2019b): ICBR-laagwatermonitoring aan de Rijn en in het Rijnstroomgebied. ICBR-rapport 261, www.iksr.org.
- ICBR (2020a): Het fytoplankton in de Rijn 2018. ICBR-rapport 273, www.iksr.org.
- ICBR (2020b): De verspreiding van macrofyten in de Rijn in 2018/2019. ICBR-rapport 274, www.iksr.org.
- ICBR (2020c): Benthische diatomeeën in de Rijn in 2018/2019. ICBR-rapport 275, www.iksr.org.
- ICBR (2020d): Het macrozoöbenthos in de Rijn in 2018. ICBR-rapport 276, www.iksr.org.
- ICBR (2020e): Rapport over de laagwatergebeurtenis van juli-november 2018. ICBR-rapport 263, www.iksr.org.
- ICBR (2020f): Nationale maatregelen voor de Europese aal in het Rijnstroomgebied 2014-2016. ICBR-rapport 264, www.iksr.org.
- ICBR (2020g): Programma Rijn 2040. De Rijn en zijn stroomgebied: duurzaam beheerd en klimaatbestendig. Resultaten van de zestiende Rijnministersconferentie van 13 februari 2020 in Amsterdam, www.iksr.org.
- ICBR (2020h): Balans van Rijn 2020, www.iksr.org.
- ICBR (2020i): Waterbirds in the international Rhine Valley: numbers, distribution and trends. ICBR-rapport 277, www.iksr.org.
- ICBR (2021a): Internationaal gecoördineerd stroomgebiedbeheerplan van het internationaal stroomgebieddistrict Rijn 2022-2027 (conceptversie van 15 april 2021, deel A), www.iksr.org
- ICBR (2021b): Visfauna in de Rijn 2018/2019, ICBR-rapport 279 (in voorbereiding)
- LANUV NRW (2017): NRW-Verfahren zur Bewertung von Fließgewässern mit Makrophyten – Fortschreibung und Metrifizierung. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage incl. Entwicklung der Auswerte-Software MaBS. LANUV Arbeitsblatt 30: 93 S. & Anhang:
https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/Arbeitsblatt_30_2._Auflage.pdf.
- NEHRING, S., ESSL, F., KLINGENSTEIN, F., NOWACK, C., RABISCH, W., STÖHR, O., WIESNER, C. & C. WOLTER (2010): Schwarze Liste invasiver Arten: Kriteriensystem und Schwarze Listen invasiver Fische für Deutschland und für Österreich. BFN-Skripten 285, 189.

- ROTT, E., BINDER, N., VAN DAM, H., ORTLER, K., PALL, K., PFISTER, P. & E. PIPP (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1.-248.
- SCHÖLL, F., EGGERS, T. O., HAYBACH, A., GORKA, M., KLIMA, M. & B. KÖNIG (2012): Verbreitung von *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in Deutschland (Mollusca: Bivalvia). *Lauterbornia* 74, 111-15.
- SCHWARTZ, N. & F. SCHÖLL (2018): Blinde Passagiere auf Binnenschiffen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL). Ergebnisse der Jahrestagung 2017 (Cottbus), 424-433, Hardeggen 2018.
- VAN DAM, H., MERTENS, A. & J. SINKELDAM (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-133.
- VAN DER MOLEN, D. T., POT, R., EVERS, C. H. M. & L. L. J. VAN NIEUWERBURGH (eds.) (2012): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water 2015-2021. Stowa rapport 2012-31.
- WEITERE, M. & H. ARNDT (2002): Top-down effects on pelagic heterotrophic nanoflagellates (HNF) in a large river (River Rhine): do losses to the benthos play a role? – *Freshwater Biology* 47, 1437-1450.
- WESTERMANN, F., SCHÖLL, F. & A. STOCK (2007): Wiederfund von *Theodoxus fluviatilis* im nördlichen Oberrhein. – *Lauterbornia* 59, 67-72.

Verklarende woordenlijst

Abundantie: populatiedichtheid; aantal individuen van een soort per oppervlakte-eenheid; bij diatomeeën: procentueel aandeel van een soort aan het totale aantal individuen dat is geteld op een bepaalde bemonsteringslocatie

Anadroom: van zout naar zoet water trekkend om daar te paaien

Benthos: alle in en op de waterbodem voorkomende organismen

Benthisch: in en op de waterbodem levend

Bio-indicator: Indicatorsoort; organisme dat reageert op veranderingen in milieu-invloeden

Krib: in de rivier uitstekende, haaks op de oever staande dam

Chironomidae: dansmuggen

Diatomeeën: kiezelalgen

Dominantie: overheersing van een soort in een levensgemeenschap

Eurytoop: in verschillende leefgebieden voorkomend

Eutroof: voedselrijk, met een hoog fosfaatgehalte en bijgevolg een hoge organische productie

Fauna: de gezamenlijke diersoorten in een gebied

Flora: de gezamenlijke plantensoorten in een gebied

Gilde: groep van soorten; levensgemeenschap

Habitat: kenmerkend leefgebied van een plant, dier of ander organisme

Halofiel: in een milieu met hoge zoutconcentraties levend

Invasieve soort: soort die zich verspreidt in een gebied waarin ze niet inheems is

Invertebrata: ongewervelde dieren; meercellige organismen zonder wervelkolom

Letaal: dodelijk

Macrofyten: met het blote oog zichtbare waterplanten

Macrozoöbenthos: met het blote oog zichtbare ongewervelde organismen in en op de waterbodem

Mesotroof: matig voedselrijk

Mortaliteit: sterfte

Neobiota: uitheemse soorten

Neofyt: uitheemse plantensoort

Neozoön: uitheemse diersoort

Nitrofiel: stikstofminnend

Oligochaeta: borstelarme wormen

Fytobenthos: op de waterbodem levende, lagere waterplanten (algen)

Fytofiel: plantenminnend; bij voortplantingsgilden gebruikt voor soorten die paaien op planten

Fytoplankton: vrij in het water zwevende algen; plantaardig plankton

Pioniersoort: eerste soort van een bepaald organisme die zich dankzij bijzondere adaptaties kan vestigen in een nieuw leefgebied

Plankton: organismen die vrij in het water zweven en zich niet tegen de stroom in kunnen bewegen

Planktonisch: betrekking hebbend op fytoplankton

Potamaal: betrekking hebbend op de benedenloop van rivieren

Rheofiel: stromingsminnend

Saprobie: organische belasting

Smolt: grotendeels zilverkleurig stadium van jonge zalmachtigen (zalm, zeeforel) tijdens de stroomafwaartse migratie naar zee

Taxon: eenheid van organismen binnen de biologische systematiek (bijvoorbeeld soort)

Taxonomie: systematiek van de verwantschapsrelaties tussen organismen

Taxonomisch: betrekking hebbend op de taxonomie

Thermofiel: warmteminnend

Trofie: nutriëntenbelasting/-gehalte

Tychoplankton: bodembewonend plankton dat door toeval tijdelijk in de waterkolom is terechtgekomen

Ubiquitair: overal voorkomend; wijdverspreid

Zoöplankton: dierlijk plankton

Bijlagen

Opmerking:

De nummering van de kaarten komt uit het derde stroomgebiedbeheerplan van het internationaal Rijndistrict (conceptversie van 15 april 2021, deel A).

Met betrekking tot de bijlagen 1 t/m 4:

In 2009 beschikte Duitsland nog niet over een biologisch afgeleide methode voor de bepaling van het ecologisch potentieel van sterk veranderde waterlichamen; in 2014 is er voor de elementen macrozoöbenthos en visfauna gebruik gemaakt van nieuwe methodes voor de beoordeling van het potentieel. Bij de beoordeling van de plantaardige elementen (macrofyten, fyto­benthos) wordt in Duitsland alleen de toestand bepaald en niet het potentieel.

Nederland heeft het potentieel in 2009 al voor alle elementen en voor de totaalbeoordeling bepaald en daarvoor geen speciale methode toegepast: er wordt steeds gebruik gemaakt van de schaal van de natuurlijke maat­latten, maar voor sterk veranderde waterlichamen worden minder strenge doelen gesteld. In Frankrijk wordt het ecologisch potentieel alleen meegenomen in de totaalbeoordeling.

- Bijlage 1: KRW-beoordeling van het fytoplankton in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 2: KRW-beoordeling van het biologische kwaliteitselement macrofyten/fyto­benthos in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 3: KRW-beoordeling van het macrozoöbenthos in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 4: KRW-beoordeling van de visfauna in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 5: Kaart van de beoordeling van het fytoplankton in de Rijn conform KRW voor het stroomgebiedbeheerplan 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 6: Kaart van de eerste deskundige inschatting van het deelelement macrofyten
- Bijlage 7: Kaart van de beoordeling van het fyto­benthos / de macrofyten in de Rijn conform KRW voor het stroomgebiedbeheerplan 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 8: Kaart van de beoordeling van het macrozoöbenthos in de Rijn conform KRW voor het stroomgebiedbeheerplan 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 9: Kaart van de beoordeling van de visfauna in de Rijn conform KRW voor het stroomgebiedbeheerplan 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)
- Bijlage 10: Kaart van de beoordeling van de ecologische toestand / het ecologische potentieel: totaaloverzicht van de Rijn conform KRW voor het stroomgebiedbeheerplan 2021 (*conceptversie van 15 april 2021*)

Bijlage 1: KRW-beoordeling van het fytoplankton in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (conceptversie van 15 april 2021)

KRW-beoordeling van het fytoplankton in de Rijn voor het SGBP 2009, SGBP 2015 en SGBP 2021 (concept)							zeer goed	1	
							goed	2	
Stand: April 2021							matig	3	
Beoordeling van het kwaliteitselement niet noodzakelijk							ontoereikend	4	
Element niet onderzocht of beoordeeld / onvoldoende gegevens							slecht	5	
Waterlichaam	Rivierkilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	Categorie SGBP 2009	Categorie SGBP 2015	SGBP 2009	SGBP 2015	SGBP 2021 (concept)	
BODENMEER									
BOD-OS Bodenmeer-Obersee	geen	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natuurlijk	natuurlijk	2	2	2	
BOD-USZ Bodenmeer-Untersee	kilometring	Zellersee	CH / St. Gallen	natuurlijk	natuurlijk	2	2	2	
HOOGRIJN Bodenmeer - Bazel									
24-170									
Hoogrijn 1 - van het Bodenmeer tot de monding van de Aare	24-102,7	Uitloop van de Untersee bij Öhningen, Reckingen	CH / DE-BW	natuurlijk	natuurlijk		1	1	
Hoogrijn 2 - van de monding van de Aare tot Bazel	102,7-170		CH / DE-BW	sterk veranderd	natuurlijk		1	1	
BOVENRIJN Bazel - Bingen									
170-529									
Bovenrijn 1 - OR 1 - Rijn 1 - Oude loop van de Rijn van Bazel tot Breisach	170-225	Weil am Rhein	CH / DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	1	
Bovenrijn 2 - OR 2 - Rijn 2 - Meander van Breisach tot Straatsburg	225-292	Bovenstrooms van Rhinau	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	1	
Bovenrijn 3 - OR 3 - Rijn 3 - Door stuwen gereguleerde Rijn van Straatsburg tot Iffezheim	292-352	Karlsruhe	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	1	
Bovenrijn 4 - OR 4 - Rijn 4 - Van de stuw van Iffezheim tot bovenstrooms van de monding van de Lauter	352-428		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd		1	1	
Bovenrijn 5 - OR 5 - Van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar	352-428		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	1	1	
Bovenrijn 6 - OR 6 - Van de monding van de Neckar tot de monding van de Main	428-497	Worms	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	2	
Bovenrijn 7 - OR 7 - Van de monding van de Main tot de monding van de Rijn	497-529	Mainz/Wiesbaden	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	3	
MIDDENRIJN Bingen - Bonn									
529-639									
Koblenz			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	3	
NEDERRIJN Bonn - Kleef-Bimmen / Lobith									
639-865,5									
Nederrijn 1 - NR 1 - Van Bad Honnef tot Leverkusen	639-701	Keulen-Godorf	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	3	
Nederrijn 2 - NR 2 - van Leverkusen tot Duisburg	701-764	Düsseldorf-haven	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	3	
Nederrijn 3 - NR 3 - van Duisburg tot Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3	
Nederrijn 4 - NR 4 - van Wesel tot Kleef	811-865	Niedermeermter / Rees	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3	
RIJNDELTA Lobith - Hoek van Holland									
865,5-1032									
Boven-Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	.	.	.	
Maas-Waalkanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Nederrijn/Lek	954-980		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	.	.	.	
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	.	.	.	
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afgedamde Maas-Noord	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	.	.	.	
Oude Maas (bovenstrooms Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek tot Hagestein	977-998		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	.	.	.	
Hollandse IJssel	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	.	.	.	
Nieuwe Maas, Oude Maas (benedenstrooms Hartelkanaal)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	3		
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Noordzeekanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Twentekanal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Zwartemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
Ketelmeer + Vossemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
Markermeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3		
Randmeren-Oost	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
Randmeren-Zuid	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
IJsselmeer	n.v.t.	Vrouwezand	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3	
Waddenzee vastelandskust (kustwater)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
Waddenzee (kustwater)	n.v.t.	Dantzigat, Doove Balg west	NL	natuurlijk	natuurlijk	3	2	3	
Hollandse kust (kustwater)	n.v.t.	Noordwijk 2	NL	natuurlijk	natuurlijk	2	2	2	
Waddenkust (kustwater)	n.v.t.	Boomkensdiep	NL	natuurlijk	natuurlijk	2	3	2	

Bijlage 2: KRW-beoordeling van het biologische kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (conceptversie van 15 april 2021)

Waterlichaam	Rivierkilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	SGBP		
				2009	2015	2021 (concept)
KRW-beoordeling van het biologische kwaliteitselement macrofyten/fytobenthos in de Rijn voor het SGBP 2009, SGBP 2015 en SGBP 2021 (concept)						
	J.	Beoordeling van het kwaliteitselement niet noodzakelijk	zeer goed	1	Ecologisch potentieel	
		Element niet onderzocht of beoordeeld / onvoldoende gegevens	goed	2	2	
		Macrofyten / fytobenthos: In de Duitse deelstaat Baden-Württemberg heeft dit resultaat betrekking op het biologische element als geheel. Frankrijk heeft alleen diatomeeën beoordeeld.	matig	3	3	
			ontoereikend	4	4	
			slecht	5	5	
Stand: April 2021						
Waterlichaam	Rivierkilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	SGBP 2009	SGBP 2015	SGBP 2021 (concept)
ALPENRIJN Reichenau - Bodenmeer						
AR 3 Alpenrijn, OWK AT 10109000		Fussach	AT / Vorarlberg/CH (SG)	2	2	2
BODENMEER						
BOD-OS Bodenmeer-Obersee	geen kilometrerig	Fischbach-Uttwil	DE-BW	2	2	2
BOD-USZ Bodenmeer-Untersee		Zellersee	CH / St. Gallen	2	2	2
HOOGRIJN Bodenmeer - Bazel						
	24-170					
Hoogrijn 1 - van het Bodenmeer tot de monding van de Aare	24-102,7	Stein, Ellikon	CH / DE-BW	1	2	2
Hoogrijn 2 - van de monding van de Aare tot Bazel	102,7-170	Sisseln, Pratteln/Wyhlen	CH / DE-BW	1	2	3
BOVENRIJN Bazel - Bingen						
	170-529					
Bovenrijn 1 - OR 1 - Rijn 1 - Oude loop van de Rijn van Bazel tot Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	1	3	2
			FR	2	2	3
			Resultaat van de afstemming		2	
Bovenrijn 2 - OR 2 - Rijn 2 - Meander van Breisach tot Straatsburg	225-292	Bovenstrooms van Rhinau	DE-BW	2	3	3
			FR	2	2	2
			Resultaat van de afstemming		2	
Bovenrijn 3 - OR 3 - Rijn 3 - Door stuwen gereguleerde Rijn van Straatsburg tot Iffezheim	292-352	Bovenstrooms van Gamsheim	DE-BW	2	3	3
			FR	3	2	3
			Resultaat van de afstemming		2	
Bovenrijn 4 - OR 4 - Rijn 4 - Van de stuw van Iffezheim tot bovenstrooms van de monding van de Lauter	352-428	Karlsruhe	DE-BW	2	3	3
			FR		3	3
			Resultaat van de afstemming		3	
Bovenrijn 5 - OR 5 - Van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar	352-428		DE-BW	2	3	3
			DE-RP	2	3	2
Bovenrijn 6 - OR 6 - Van de monding van de Neckar tot de monding van de Main	428-497	Worms	DE-BW	3	3	3
			DE-HE		3	3
Bovenrijn 7 - OR 7 - Van de monding van de Main tot de monding van de Nahe	497-529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE		3	3
			DE-RP	3	3	3
MIDDENRIJN Bingen - Bonn						
	529-639					
Middenrijn (MR)	529-639	Koblenz	DE-HE		3	3
			DE-RP	3	3	3
NEDERRIJN Bonn - Kleef-Bimmen / Lobith						
	639-865,5					
Nederrijn 1 - NR 1 - Van Bad Honnef tot Leverkusen	639-701	Keulen-Godorf	DE-NW	3	3	3
Nederrijn 2 - NR 2 - Van Leverkusen tot Duisburg	701-764	Düsseldorf-haven	DE-NW	2	4	3
Nederrijn 3 - NR 3 - Van Duisburg tot Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	3	3	3
Nederrijn 4 - NR 4 - Van Wesel tot Kleef	811-865	Niedermoermter / Rees	DE-NW	2	3	3
RIJNDELTA Lobith - Hoek van Holland						
	865,5-1032					
Boven-Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	2	2	2
Maas-Waalkanaal	n.v.t.		NL	.	.	.
Nederrijn/Lek	954-980		NL	2	3	
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	2	2	
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afdamde Maas-Noord	n.v.t.		NL	.	.	.
Oude Maas (bovenstrooms Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek tot Hagestein	977-998		NL	2	2	
Hollandse IJssel	n.v.t.		NL	.	.	.
Nieuwe Maas, Oude Maas (benedenstrooms Hartelkanaal)	n.v.t.		NL	.	.	.
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	2	2	2
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.v.t.		NL	.	.	.
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.v.t.		NL	.	.	.
Noordzeekanaal	n.v.t.		NL	.	.	.
Twentekanaal	n.v.t.		NL	.	.	.
Zwartemeer	n.v.t.		NL	.	.	.
Ketelmeer + Vossemeer	n.v.t.		NL	.	.	.
Markermeer	n.v.t.		NL	.	.	.
Randmeren-Oost	n.v.t.		NL	.	.	.
Randmeren-Zuid	n.v.t.		NL	.	.	.
IJsselmeer	n.v.t.	Vrouwezand	NL	2	2	2
Waddenzee vastelandskust (kustwater)	n.v.t.		NL	5	3	
Waddenzee (kustwater)	n.v.t.	Dantzigat, Doove Balg west	NL	4	4	4
Hollandse kust (kustwater)	n.v.t.	Noordwijk	NL			
Waddenkust (kustwater)	n.v.t.	Boomkendsdiep	NL	.	.	.
De waterlichamen Waddenzee en Waddenzee vastelandskust zijn niet beoordeeld op fytobenthos, maar op kwelder en zeegras (beide kwaliteit en kwantiteit).						
De maatlaten voor macrofyten (en vissen) zijn in Nederland in 2012 verbeterd, waardoor de EKR-waarden soms behoorlijk zijn veranderd. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de oude en de verbeterde maatlaten zijn de gegevens van 2012 aan beide maatlaten getoetst. Het goede ecologische potentieel is vervolgens aangepast, zodat de oordelen van 2009 en 2012 alsnog goed met elkaar vergeleken kunnen worden.						

Bijlage 3: KRW-beoordeling van het macrozoöbenthos in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (conceptversie van 15 april 2021)

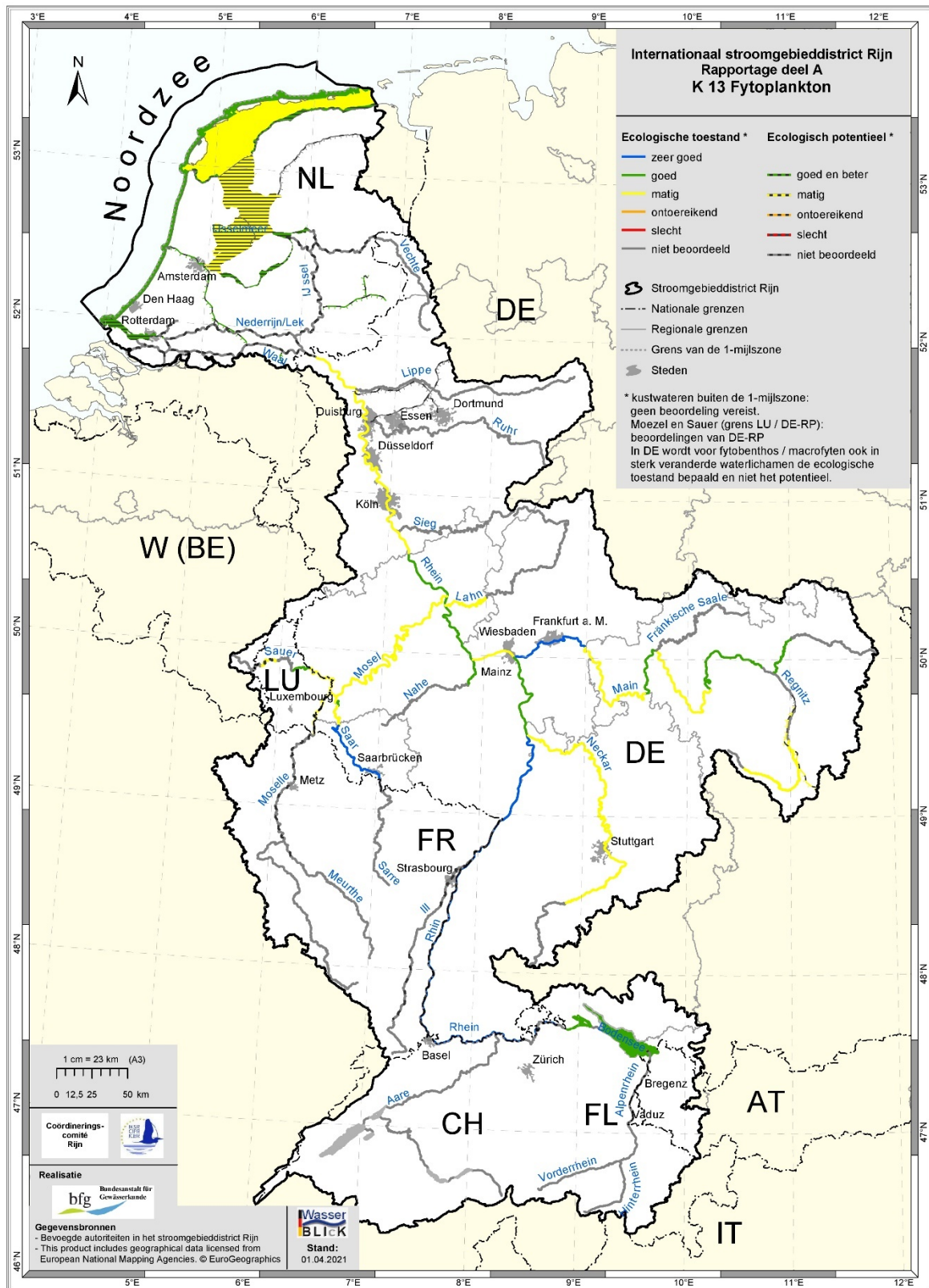
KRW-beoordeling van het macrozoöbenthos in de Rijn voor het SGBP 2009, SGBP 2015 en SGBP 2021 (concept)						zeer goed	1	Ecologisch potentieel	
						goed	2	2	
Stand: April 2021						matig	3	3	
Beoordeling van het kwaliteitselement niet noodzakelijk						ontoereikend	4	4	
Element niet onderzocht of beoordeeld / onvoldoende gegevens						slecht	5	5	
Waterlichaam	Rivierkilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	Categorie SGBP 2009	Categorie SGBP 2015	SGBP 2009	SGBP 2015	SGBP 2021 (concept)	
ALPENRIJN Reichenau - Bodenmeer									
AR 3 Alpenrijn, OWK AT 10109000		Fussach	AT / Vorarlberg / CH (SG)	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	2	
BODENMEER									
BOD-OS Bodenmeer-Obersee	geen kilometrering	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natuurlijk	natuurlijk		.		
BOD-USZ Bodenmeer-Untersee		Zellersee	CH / St. Gallen	natuurlijk	natuurlijk				
HOOGRIJN Bodenmeer - Bazel									
Hoogrijn 1 van de Eschenzer Horn tot bovenstrooms van de Aare	24-102,7	Bovenstrooms van de monding van de Hemishofer B. - Rietheim	CH / DE-BW	natuurlijk	natuurlijk	2	2	3	
Hoogrijn 2 van benedenstrooms van de Aare tot en met de Wiese	102,7-170	Benedenstrooms van de monding van de Aare - Bazel	CH / DE-BW	sterk veranderd	natuurlijk	3	3	3	
BOVENRIJN Bazel - Bingen									
Bovenrijn 1 - OR 1 - Rijn 1 - Oude loop van de Rijn van Bazel tot Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3	
			FR	sterk veranderd	sterk veranderd	3			
			Resultaat van de afstemming		sterk veranderd	sterk veranderd		3	
Bovenrijn 2 - OR 2 - Rijn 2 - Meander van Breisach tot Straatsburg	225-292	Bovenstrooms van Rhinau	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4	3	
			FR	sterk veranderd	sterk veranderd		4		
			Resultaat van de afstemming		sterk veranderd	sterk veranderd		4	
Bovenrijn 3 - OR 3 - Rijn 3 - Door stuw en geregeerde Rijn van Straatsburg tot Iffezheim	292-352	Bovenstrooms van Gamsheim	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3	
			FR	sterk veranderd	sterk veranderd	4	5		
			Resultaat van de afstemming		sterk veranderd	sterk veranderd		3	
Bovenrijn 4 - OR 4 - Rijn 4 - Van de stuw van Iffezheim tot bovenstrooms van de monding van de Lauter	352-428	Bovenstrooms van Lauterbourg/Ka	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3	
			FR	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4		
			Resultaat van de afstemming		sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	
Bovenrijn 5 - OR 5 - Van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar	352-428		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4	3	
			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4	3	
Bovenrijn 6 - OR 6 - Van de monding van de Neckar tot de monding van de Main	428-497	Worms	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3	
			DE-HE	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3	
			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3	
Bovenrijn 7 - OR 7 - Van de monding van de Main tot de monding van de Nahe	497-529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE	sterk veranderd	sterk veranderd	4	2	3	
			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	3	
MIDDENRIJN Bingen - Bonn									
Middenrijn (MR)	529-639	Koblenz	DE-HE	sterk veranderd	sterk veranderd	4	2	2	
			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	4	2	2	
NEDERRIJN Bonn - Kleef-Bimmen / Lobith									
Nederrijn 1 - NR 1 - Van Bad Honnef tot Leverkusen	639-701	Keulen-Godorf	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	2	
Nederrijn 2 - NR 2 - van Leverkusen tot Duisburg	701-764	Düsseldorf-haven	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4	2	
Nederrijn 3 - NR 3 - van Duisburg tot Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	5	4	3	
Nederrijn 4 - NR 4 - van Wesel tot Kleef	811-865	Niedermoorter / Rees	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	5	4	3	
RIJNDELTA Lobith - Hoek van Holland									
Boven-Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4	3	
Maas-Waalkanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Nederrijn/Lek	954-980		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4		
Dordtse Biesbosch, Nieuwe Merwede	972-982		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3		
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afdamde Maas-Noord	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3		
Oude Maas (bovenstrooms Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek tot Hagstein	977-998		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
Hollandsche IJssel	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4		
Nieuwe Maas, Oude Maas (benedenstrooms Hartelkanaal)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2		
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Noordzeekanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	3		
IJssel	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4		
Twentekanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2		
Zwartemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3		
Ketelmeer + Vossemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3		
Markermeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	3		
Randmeren-Oost	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2		
Randmeren-Zuid	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3		
IJsselmeer	n.v.t.	Vrouwezand	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	2	
Waddenzee vastelandskust (kustwater)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3		
Waddenzee (kustwater)	n.v.t.	Dantzigat, Doove Balg west	NL	natuurlijk	natuurlijk	2	3	2	
Hollandse kust (kustwater)	n.v.t.	Noordwijk	NL	natuurlijk	natuurlijk	2	3	2	
Waddenkust (kustwater)	n.v.t.	Boompensdiep	NL	natuurlijk	natuurlijk	3	2	2	

Bijlage 4 KRW-beoordeling van de visfauna in de Rijn voor de stroomgebiedbeheerplannen van 2009, 2015 en 2021 (conceptversie van 15 april 2021)

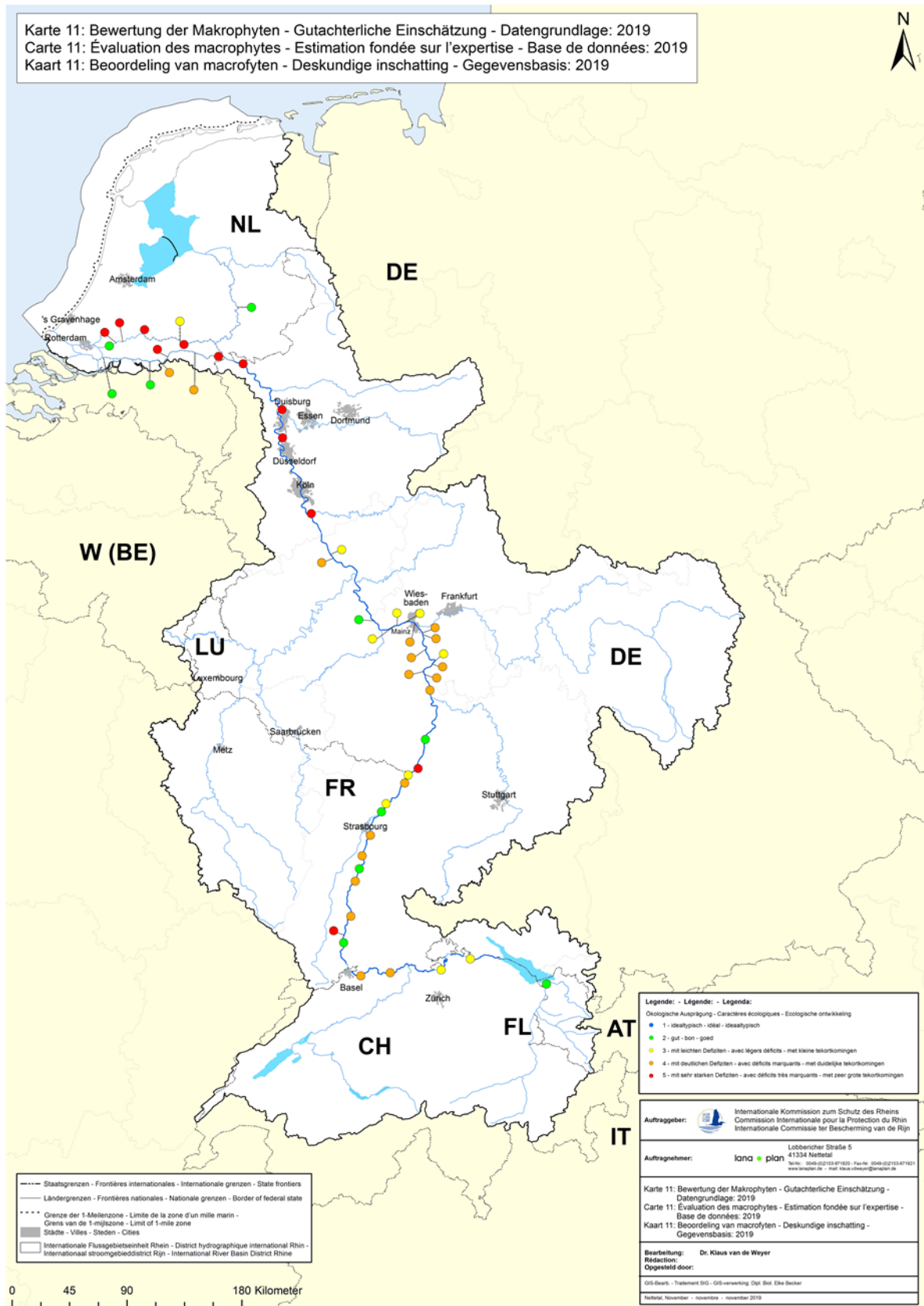
KRW-beoordeling van de visfauna in de Rijn voor het SGBP 2009, SGBP 2015 en SGBP 2021 (concept)	Beoordeling van het kwaliteitselement niet noodzakelijk		zeer goed		1	Ecologisch potentieel		
	Element niet onderzocht of beoordeeld / onvoldoende gegevens		goed		2	2		
Stand: April 2021	Verschillend beoordeeld		matig		3	3		
	vissen: De Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen heeft nog geen ecologisch potentieel vastgesteld voor de zijrivieren van de Duitse Nederrijn. Over de afwijking van het principe "one out, all out" in de waterlichamen Bovenrijn 7 en Middenrijn heeft afstemming plaatsgevonden tussen de Duitse deelstaten Rijnland-Palts en Hessen (de resultaten voor de visfauna van de Duitse deelstaat Rijnland-Palts zijn representatiever).		ontoereikend		4	4		
			slecht		5	5		
Waterlichaam	Rivierkilometer	ICBR-meetlocatie voor de toestand- en trendmonitoring in het waterlichaam	(Deel)staat	Categorie SGBP 2009	Categorie SGBP 2015	SGBP 2009	SGBP 2015	SGBP 2021 (concept)
ALPENRIJN Reichenau - Bodenmeer								
AR 3 Alpenrijn, OWK AT 10109000		Fussach	AT / Vorarlberg /	sterk veranderd	sterk veranderd	5	5	3
BODENMEER								
BOD-OS Bodenmeer-Obersee	geen kilometering	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natuurlijk	natuurlijk		2	2
BOD-USZ Bodenmeer-Untersee		Zellersee	DE-BW	natuurlijk	natuurlijk			2
HOOGRIJN Bodenmeer - Bazel								
Hoogrijn 1 - van het Bodenmeer tot de monding van de Aare	24-102,7	Hohentengen, Kadelburg	CH / DE-BW	natuurlijk	natuurlijk	3	3	3
Hoogrijn 2 - van de monding van de Aare tot Bazel	102,7-170	Bovenstrooms en benedenstrooms van Rheinfelden	DE-BW	sterk veranderd	natuurlijk	2		3
BOVENRIJN Bazel - Bingen								
Bovenrijn 1 - OR 1 - Rijn 1 - Oude loop van de Rijn van Bazel tot Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
			FR	sterk veranderd	sterk veranderd		2	
		Verschillend beoordeeld		sterk veranderd	sterk veranderd			
Bovenrijn 2 - OR 2 - Rijn 2 - Meander van Breisach tot Straatsburg	225-292		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4	4
		Bovenstrooms van Rhinau	FR	sterk veranderd	sterk veranderd		2	
		Verschillend beoordeeld		sterk veranderd	sterk veranderd			
Bovenrijn 3 - OR 3 - Rijn 3 - Door stuw gereguleerde Rijn van Straatsburg tot Iffezheim	292-352		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
		Bovenstrooms van Gamsheim	FR	sterk veranderd	sterk veranderd		2	
		Verschillend beoordeeld		sterk veranderd	sterk veranderd			
Bovenrijn 4 - OR 4 - Rijn 4 - Van de stuw van Iffezheim tot bovenstrooms van de monding van de Lauter	352-428	Karlsruhe	DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
		Bovenstrooms van Lauterbourg/Ka	FR	sterk veranderd	sterk veranderd		2	
		Verschillend beoordeeld		sterk veranderd	sterk veranderd			
Bovenrijn 5 - OR 5 - Van de monding van de Lauter tot de monding van de Neckar	352-428		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
Bovenrijn 6 - OR 6 - Van de monding van de Neckar tot de monding van de Main	428-497		DE-BW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3
		Worms	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	3
Bovenrijn 7 - OR 7 - Van de monding van de Main tot de monding van de Nahe	497-529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4	2
			DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	2
MIDDENRIJN Bingen - Bonn								
Middenrijn (MR)	529-639		DE-HE	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	2
		Koblenz	DE-RP	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	2
NEDERRIJN Bonn - Kleef-Bimmen / Lobith								
Nederrijn 1 - NR 1 - van Bad Honnef tot Leverkusen	639-701	Keulen-Godorf	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	2	3	3
Nederrijn 2 - NR 2 - van Leverkusen tot Duisburg	701-764	Düsseldorf-haven	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
Nederrijn 3 - NR 3 - van Duisburg tot Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4	4
Nederrijn 4 - NR 4 - van Wesel tot Kleef	811-865	Niedermoermter / Rees	DE-NW	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4	4
RIJNDELTA Lobith - Hoek van Holland								
Boven-Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	4	4
Maas-Waalkanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Nederrijn/Lek	954-980		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	4	
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afgedamde Maas-Noord	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
Oude Maas (bovenstrooms Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek tot Hagestein	977-998		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
Hollandsche IJssel	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	
Nieuwe Maas, Oude Maas (benedenstrooms Hartelkanaal)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd		3	
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	kunstmatig	kunstmatig		3	3
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	3	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	3	2	
Noordzeekanaal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
IJssel	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	4	3	
Twentekanal	n.v.t.		NL	kunstmatig	kunstmatig	2	2	
Zwartemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
Ketelmeer + Vossemeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
Markermeer	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
Randmeren-Oost	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	2	2	
Randmeren-Zuid	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	2	
IJsselmeer	n.v.t.	Vrouwezand	NL	sterk veranderd	sterk veranderd	3	3	3
Waddenzee vastelandskust (kustwater)	n.v.t.		NL	sterk veranderd	sterk veranderd	./.	./.	./.
Waddenzee (kustwater)	n.v.t.	Dantziggat, Doove Balg west	NL	natuurlijk	natuurlijk	./.	./.	./.
Hollandse kust (kustwater)	n.v.t.	Noordwijk	NL	natuurlijk	natuurlijk	./.	./.	./.
Waddenkust (kustwater)	n.v.t.	Boomkensdiep	NL	natuurlijk	natuurlijk	./.	./.	./.

NL: De waarden van 2009 wijken af van de oorspronkelijke waarden, omdat deze herberekend zijn met een verbeterde maatlat, en zijn hier opgenomen om een goede vergelijking met 2014 mogelijk te maken.

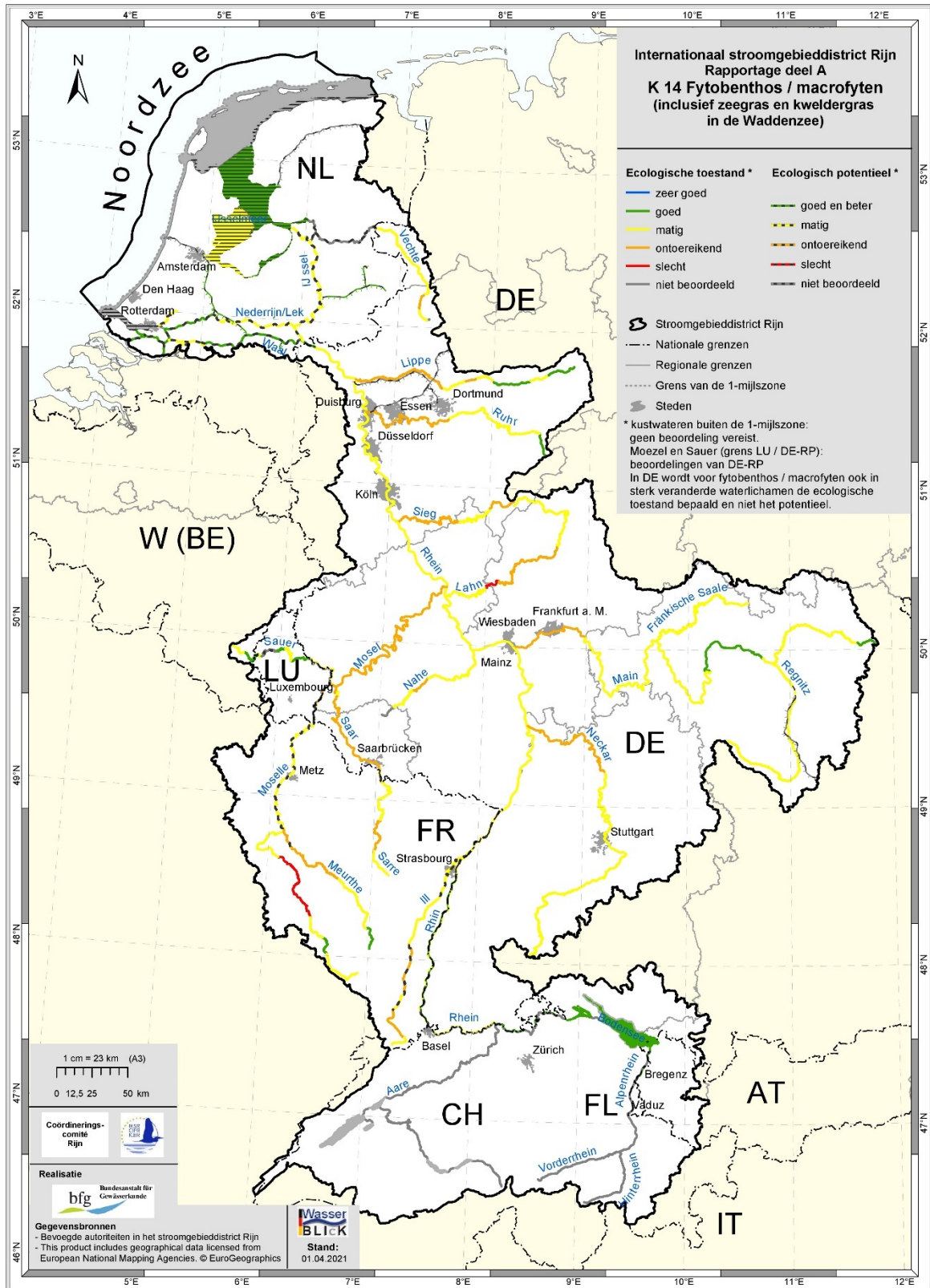
Bijlage 5: Kaart van de beoordeling van het fytoplankton
 Kaart K 13 uit het derde SGBP Rijn (conceptversie van 15 april 2021)



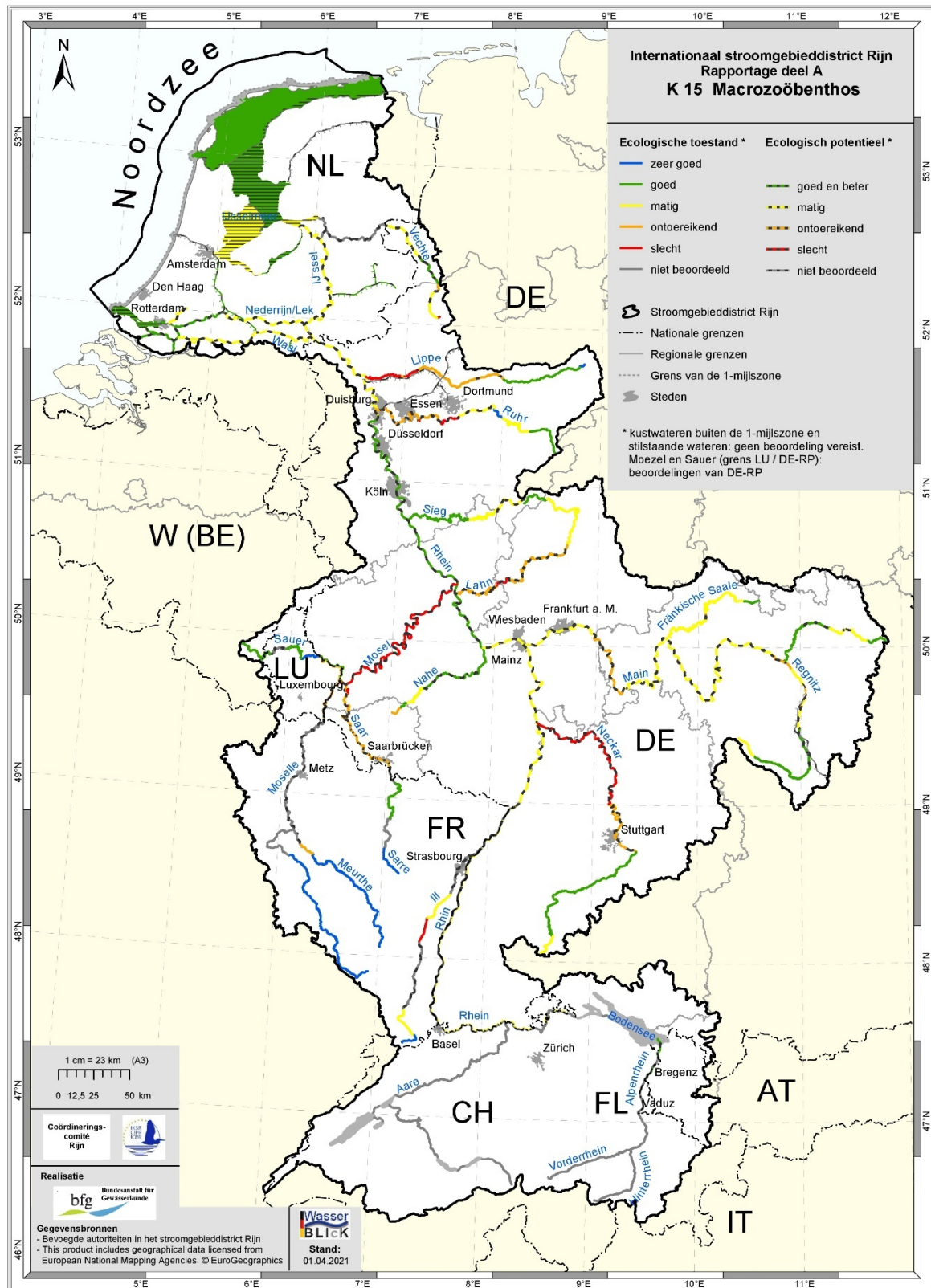
Bijlage 6: Kaart van de eerste deskundige inschatting van het deelelement macrofyten (gegevensbasis 2019)



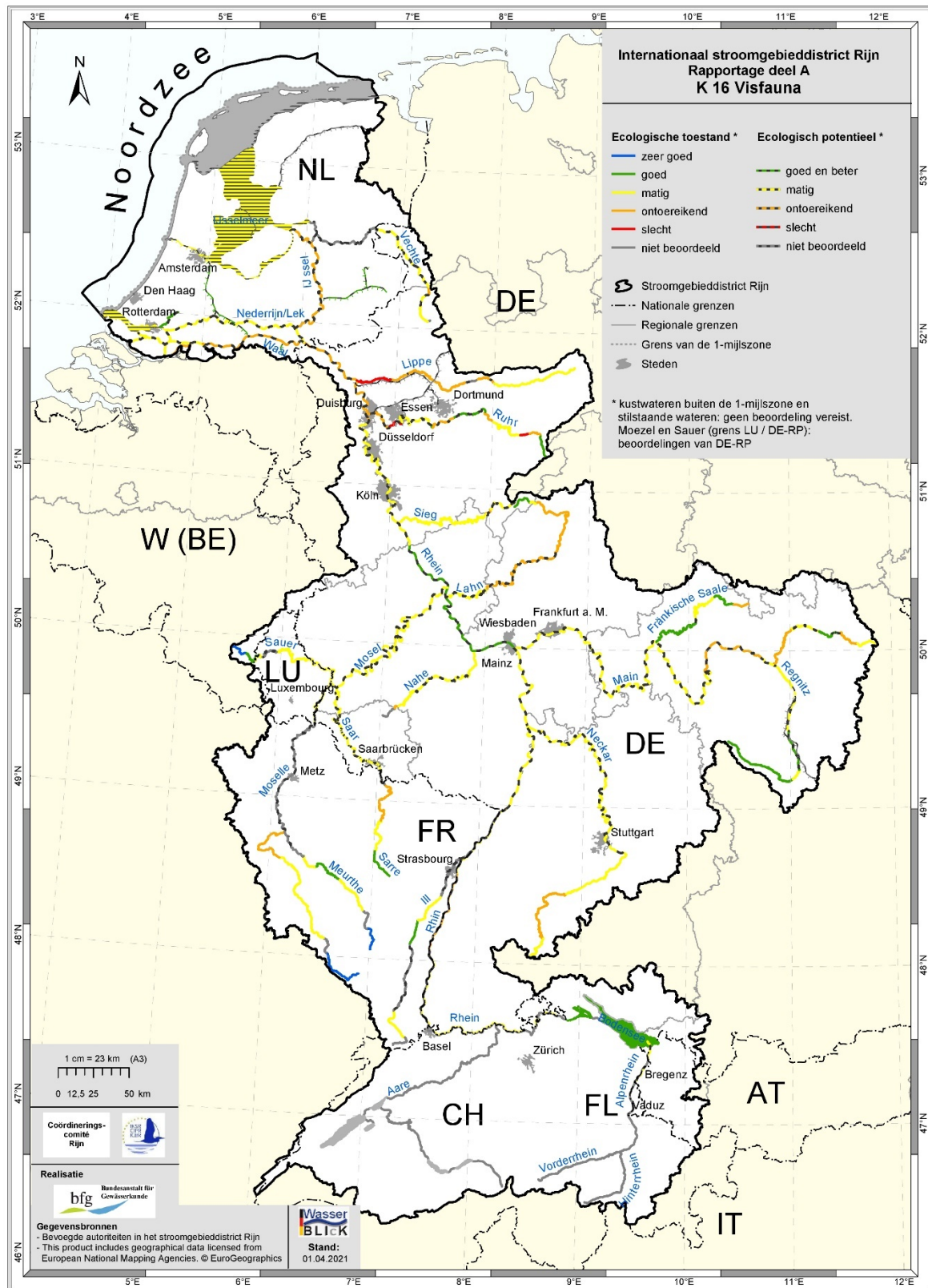
Bijlage 7: Kaart van de beoordeling van het fyto benthos / de macrofyten
 Kaart K 14 uit het derde SGBP Rijn (conceptversie van 15 april 2021)



Bijlage 8: Kaart van de beoordeling van het macrozoöbenthos
 Kaart K 15 uit het derde SGBP Rijn (conceptversie van 15 april 2021)



Bijlage 9: Kaart van de beoordeling van de visfauna
 Kaart K 16 uit het derde SGBP Rijn (conceptversie van 15 april 2021)



Bijlage 10: Kaart van de beoordeling van de ecologische toestand / het ecologische potentieel: totaaloverzicht

Kaart K 17 uit het derde SGBP Rijn (conceptversie van 15 april 2021)

