



# Die Biologie des Rheins

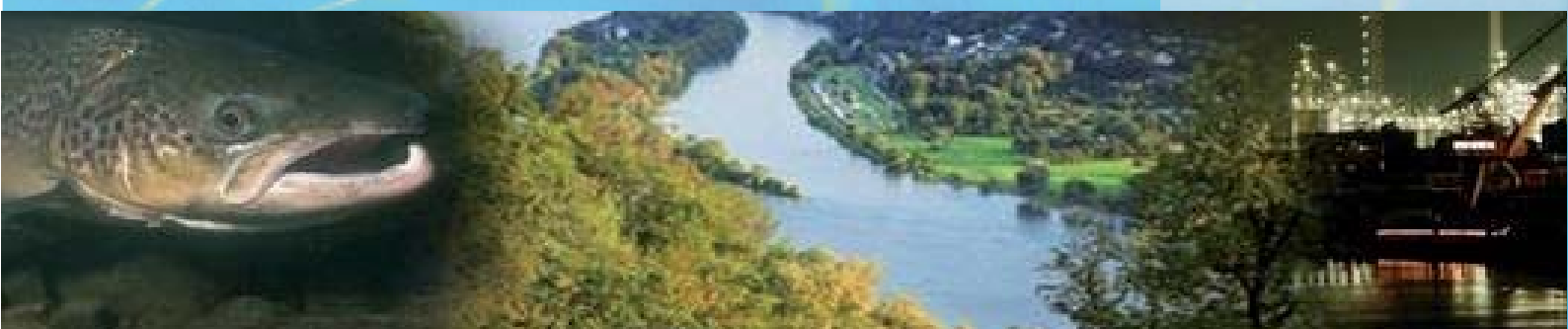
Synthesebericht  
zum  
Rhein-Messprogramm  
Biologie 2012/2013 und  
nationale Bewertungen  
gemäß WRRL

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

Bericht Nr. 232



Federführer: Jochen Fischer (Vorsitzender EG BMON), Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG), Mainz

Bearbeitung: Mechthild Banning, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Wiesbaden;

Thomas Ehlscheid, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG), Mainz;

Helmut Fischer, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz;  
David Heudre, DREAL Lorraine, Metz;

Jochen Lacombe, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV);

Eddy Lammens, Ministerie van Infrastructuur en Milieu- Rijkswaterstaat-Wa terdienst (RWS), Lelystad;

Jean-Luc Matte, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Metz;

David Monnier (Vorsitzender AG B), Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA);

Marieke Ohm, Ministerie van Infrastructuur en Milieu- Rijkswaterstaat-WVL (RWS), Lelystad;

Franz Schöll, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz;

Renate Semmler-Elpers, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe;

Sabine Zeller, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern

Koordination und Redaktion: Nathalie Plum und Laura Gangi,  
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins – IKS

## **Impressum**

### **Herausgeberin:**

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)  
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Koblenz  
Postfach 20 02 53, D 56002 Koblenz  
Telefon +49-(0)261-94252-0, Fax +49-(0)261-94252-52  
E-mail: sekretariat@iksr.de  
www.iksr.org

ISBN 3-941994-73-5

© IKS-CIPR-ICBR 2015

## Die Biologie des Rheins

### Synthesebericht zum Rhein-Messprogramm Biologie 2012/2013

Dezember 2015

Federführer:	Jochen Fischer (Vorsitzender EG BMON), Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG), Mainz
Bearbeitung:	Mechthild Banning, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Wiesbaden; Thomas Ehlscheid, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG), Mainz; Helmut Fischer, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz; David Heudre, DREAL Lorraine, Metz; Jochen Lacombe, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV); Eddy Lammens, Ministerie van Infrastructuur en Milieu- Rijkswaterstaat-Waterdienst (RWS), Lelystad; Jean-Luc Matte, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Metz; David Monnier (Vorsitzender AG B), Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA); Marieke Ohm, Ministerie van Infrastructuur en Milieu- Rijkswaterstaat-WVL (RWS), Lelystad; Franz Schöll, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz; Renate Semmler-Elpers, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe; Sabine Zeller, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern
Koordination und Redaktion:	Nathalie Plum und Laura Gangi, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins – IKSR

#### Inhalt

Zusammenfassung	2
1. Einleitung	3
2. Phytoplankton	4
3. Makrophyten	8
4. Phytobenthos	12
5. Makrozoobenthos	16
6. Fischfauna	20
7. Bilanz - Was wurde erreicht, was bleibt zu tun?	26
Literatur	32
Glossar	34
Anlagen	36

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Programms „Rhein 2020“ wurden in den Jahren 2012 bis 2013 die Schwebealgen (Phytoplankton), die Wasserpflanzen (Makrophyten) und die am Gewässerboden lebende Kieselalgen (benthische Diatomeen als Teil des Phytobenthos), die aquatischen Wirbellosen (Makrozoobenthos) sowie die Fischfauna auf der gesamten Länge des Rheins untersucht. Das methodisch international abgestimmte „Rheinmessprogramm Biologie“ ist eine regelmäßig durchgeführte Bestandsaufnahme der Biologie des Rheins, die darauf zielt, Veränderungen der Lebensgemeinschaften zu dokumentieren und zu bewerten. Abgesehen vom unteren Abschnitt des Alpenrheins sind alle Wasserkörper des Rheins bis Basel (Hochrhein) als natürlich, unterhalb davon als „erheblich verändert“ klassifiziert (Oberrhein bis Deltarhein). Als Entwicklungsziel dieser Wasserkörper gilt nicht der gute ökologische Zustand, sondern das gute ökologische Potenzial. Die Küstengewässer und das Wattenmeer sind als natürliche Wasserkörper klassifiziert.

Seit Anfang der 1990er Jahre haben sich dank der nunmehr guten Wasserqualität und der bereits umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit und zur Erhöhung der Strukturvielfalt die Lebensgemeinschaften des Rheinhauptstroms regeneriert: Viele ursprüngliche Rheinarten unter den Wirbellosen sind zurückgekehrt; bei der Fischfauna ist das Artenspektrum nahezu vollständig, wenngleich nicht in allen Abschnitten und in den ursprünglichen Dominanzverhältnissen. Maßnahmen zur Reduktion des Phosphorgehaltes im Gewässer haben dazu geführt, dass sich die Spitzen bei der Phytoplankton-Entwicklung deutlich abgeschwächt haben und das Wasser des Rheins heute klarer ist als früher. Durch das verbesserte „Lichtklima“ konnten sich abschnittsweise wieder fluss- und autotypische Wasserpflanzengesellschaften in den Altarmen und in geschützten Buhnenfeldern des Rheins etablieren und dort das Habitatangebot für phytophile Fischarten bereichern.

Parallel zu diesen positiven Trends erfolgte mit der anhaltenden Einwanderung gebietsfremder Arten (Neobiota), hauptsächlich über die Schifffahrtskanäle, ein ständiger Umbau der Lebensgemeinschaften, der vor allem die Wirbellosen, seit 2006 aber auch die Fische erfasst hat. Haupteinwanderungskorridor ist der Main-Donau-Kanal, über den neben verschiedenen Kleinkrebsen und Weichtieren auch die ersten Grundelarten aus der Donau eingewandert sind. Die heutige Rheinflora ist daher im ständigen Wandel, was sich in den starken Populationsschwankungen miteinander konkurrierender oder in Räuber-Beute-Beziehungen stehender Arten widerspiegelt. Auch unter den Wasserpflanzen und Algen gibt es Neophyten im Rheinsystem. Aber nur wenige im Rhein vorkommende Arten gelten als ausbreitungsstark, wie z. B. die Schmalblättrige Wasserpest *Elodea nuttallii*.

Ausschlaggebend für die ökologische Bewertung sind die Fische und die Wirbellosen, also jene biologischen Qualitätskomponenten, die am stärksten von diesen Migrationsprozessen betroffen sind. Die aktuelle ökologische Bewertung des Rheinökosystems ist eine Momentaufnahme, bei der sich rasante biologische Wechselwirkungen im Zuge des Faunenaustausches mit den Reaktionen der Lebensgemeinschaften auf die Maßnahmenprogramme untrennbar vermischt haben (vgl. Tabelle 1 und 2 in Kap. 7). Teilweise führen auch methodische Aspekte zu Veränderungen in der Bewertung (Ableitung des ökologischen Potenzials, verbesserte Erhebungstechniken, etc., s. Tabelle 2 in Kap. 7). Aus den Langzeittrends der letzten 20 Jahre lassen sich aber auch klare und nachhaltige ökologische Verbesserungen ableiten. So ist heute das Phytoplankton über weite Strecken des Rheins wieder in einem guten bis sehr guten Zustand. Damit sind ökosystemare Rückkopplungseffekte verbunden, von denen die Makrophyten, aber auch Teile der Fauna profitieren (v. a. Fische). Die Reduzierung der Nährstoffbelastung im Rhein hat sowohl bei den benthischen (festsitzenden) Diatomeen als auch beim Phytoplankton zu natürlicheren

Lebensgemeinschaften geführt (vgl. Kapitel 7 u. Tabelle 1). Strukturelle Verbesserung von Uferhabitaten, die Anbindung von Nebengewässern, Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit sowie die Reduzierung von Wärmeeinleitungen unterstützen die unter Druck geratene einheimische Fauna und gehen damit in die richtige Richtung. Ein Zurückdrängen etablierter, invasiver Neobiota ist nicht möglich, doch trägt die Vielzahl dieser Maßnahmen mit dazu bei, die negativen ökologischen Auswirkungen des Faunenaustausches abzumildern und die Artenvielfalt im Rheinökosystem zu stabilisieren.

## 1. Einleitung

Der vorliegende Synthesebericht stellt die Ergebnisse der biologischen Bestandserhebung des 2. Monitoring-Zyklus (2012/2013) im Rahmen des Bewirtschaftungsplans der Internationalen Flussgebietsgemeinschaft Rhein dar und vergleicht sie mit den Ergebnissen des 1. Zyklus aus den Jahren 2006/2007. Das Messprogramm vereint die biologische Untersuchung des Stromes gemäß Programm "Rhein 2020" mit den Überwachungsanforderungen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (ökologische Zustands- bzw. Potenzialbewertung). Dabei werden die Daten zu den biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrophyten / Phytobenthos, Makrozoobenthos und Fischfauna einer Gesamtbetrachtung für den Rheinhauptstrom unterzogen. Die Arbeiten stehen in der Tradition der biologischen Monitoring-Berichte des „Aktionsprogramms Rhein“ der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), die im Zeitraum 1990 bis 2000 in 5jährigem Abstand erschienen. Bereits damals enthielten sie qualitative und quantitative Vergleichswerte für Fische, benthische Wirbellose (Makroinvertebraten) und Plankton (Phyto- und Zooplankton). Aufgrund der Verpflichtungen der WRRL ist bei den heutigen Berichten die Komponente Makrophyten / Phytobenthos neu hinzugekommen. Methodische Details zum Untersuchungsprogramm und zu den Bewertungsmethoden der Mitgliedsstaaten sind im Rheinmessprogramm Biologie 2012/2013 (IKSR 2011a) sowie in den ausführlichen Berichten zu den einzelnen biologischen Gruppen nachzulesen (IKSR 2015a-e).

Zusätzlich zu den Ergebnissen des Untersuchungsprogramms werden die nationalen ökologischen Bewertungen gemäß WRRL für den 2. Bewirtschaftungsplan in Tabellen und Karten (Anlagen) präsentiert und mit den Bewertungen von 2009 verglichen.

## 2. Phytoplankton

### Schwebealgen

vgl. IKSR 2015a

#### Was sagt das Phytoplankton über Belastungszustände aus?

Für die Ausbildung einer Phytoplankton-Lebensgemeinschaft bedarf es einer genügend langen Aufenthaltsdauer in einem Gewässer. Eine hohe Dichte erreicht diese Qualitätskomponente daher in den gestauten Nebengewässern und den unteren Rheinabschnitten. Aus der Artzusammensetzung und der Biomasse lassen sich Rückschlüsse auf die Nährstoffbelastung des Gewässers ziehen. Für die Küsten- und Übergangsgewässer ist das Phytoplankton (und hier die Komponenten Chlorophyll-a und *Phaeocystis*) besonders wichtig, da es Eutrophierungserscheinungen sicher anzeigt und als Frühwarnsystem für die Küstengewässer fungieren kann.

#### Wie sieht die Lebensgemeinschaft im Rhein aus?

Die artenreiche Gruppe des Phytoplanktons spielt eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz größerer Flüsse. Es kann sowohl von Zooplankton als auch von aktiven Filtrierern unter den Benthosorganismen (z. B. Muscheln, insbesondere die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha*, die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* oder auch die in hohen Dichten vorkommenden Schlickkrebse der Gattung *Chelicorophium*) aufgenommen werden. Dabei können, wenn die Zooplanktonkonzentrationen sehr hoch oder die Muschel- / Schlickkrebspopulationen groß sind, erhebliche Mengen Phytoplankton aus der Wassersäule entfernt werden. Die Jungfischstadien vieler Arten sind auf planktische Nährtiere (Zooplankton) angewiesen, die wiederum selbst von der Biomasse des Phytoplanktons abhängen. Die planktische Primärproduktion ist also eine wesentliche Nahrungsgrundlage für das weitere Nahrungsnetz und damit für höhere Organismen wie Fische.

Insgesamt konnten im Messzyklus 2012 ca. 450 planktisch lebende Algentaxa im Rhein identifiziert werden. Kieselalgen (Klasse: Bacillariophyceae) bildeten dabei den weit überwiegenden Anteil der Biomasse. Vor allem während der Phytoplanktonmaxima im Frühjahr stellen sie an den Messstellen Mainz und Koblenz deutlich über 90 % des gesamten Biovolumens des Phytoplanktons. In Bimmen liegt der Anteil der Kieselalgen am Gesamtvolumen bei der Messung Ende Mai bei genau 90 %. Im Jahresverlauf nimmt der Anteil der Kieselalgen ab, liegt aber bei den meisten Messungen noch immer über 50 %. Im Sommer stellten in Koblenz die Kryptomonaden (Cryptophyceae) höhere Anteile von bis zu 24 %. Auch der Anteil der Grünalgen (Chlorophyceae) nahm an den Messstellen Koblenz und Bimmen im Sommer zu. Während der Sommerplanktonblüte in Bimmen hatten die Goldbraunen Algen (Chrysophyceae) einen Anteil von bis zu 37 % am Gesamtvolumen des Phytoplanktons. Blaualgen (Cyanobakterien, Cyanophyceae) traten nur im Herbst in nennenswerten Konzentrationen an den Messstellen Mainz und Koblenz auf.

Die dominierenden Taxa unter den Kieselalgen während der Frühjahrsblüte waren vor allem zentrische Kieselalgen, mit hohen, aber in ihrer Bedeutung wechselnden Anteilen der Arten *Stephanodiscus hantzschii* und *Melosira varians* sowie die längliche und koloniebildende Kieselalge *Diatoma vulgare*. In den unteren Rheinabschnitten traten noch *Actinocyclus normanii* und *Cyclotella meneghiniana* hinzu. Später im Jahr dominierte die zentrische Kieselalgenart *Skeletonema* (*S. subsalva* und *S. potamos*). Unter den Cryptophyceen bildete die Gattung *Cryptomonas* bei weitem die stärkste Biomasse, gefolgt von der Gattung *Rhodomonas*. Unter den Grünalgen, die insgesamt aber nur einen geringen Biomasseanteil bildeten, dominierte im Frühjahr die Gattung *Chlamydomonas* und später im Jahr zeitweise die Gattung *Willea*. Die Blaualgen, die nur im Herbst auftraten, wurden von der Gattung *Oscillatoria* dominiert.

### Wie wird der Rhein ökologisch bewertet?

Das Phytoplankton zeigt vom **Hochrhein** bis zum **Oberrhein** (Abbildung 1) oberhalb der Neckarmündung einen „sehr guten“ Zustand an (vgl. Anlage 1 und 5). Ab dort ist der Zustand bis zum **Niederrhein** bei Duisburg gut und geht dann aber in einen mäßigen Zustand über. Im **Deltarhein** wurde das Phytoplankton in den Küsten- und Übergangsgewässern, in den Kanälen und Stillgewässern, aber nicht in den großen Flüssen bewertet. Dort und im Wattenmeer wird überwiegend ein guter Zustand erreicht. Für die Wattenmeerküste und das Wattenmeer ist dieser Zustand jedoch noch nicht so stabil wie an der holländischen Küste. Der Zustand im östlichen Bereich des Wattenmeers ist schlechter als im westlichen Bereich.

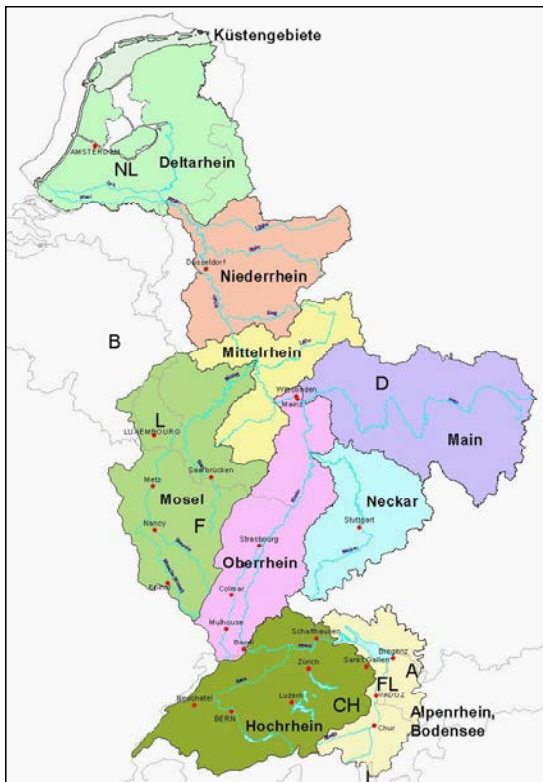
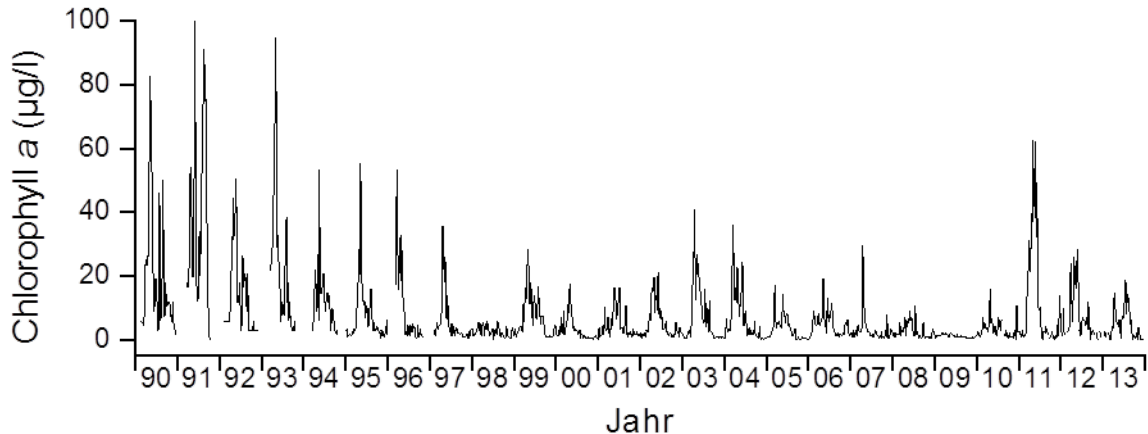


Abbildung 1: Rheinabschnitte und Teileinzugsgebiete im Rheinsystem

Der **Vergleich mit den Messreihen 2000 und 2006/2007** zeigt, dass die Phytoplanktonbiomasse im Jahr 2012 etwas höher war als in den oben genannten Untersuchungsjahren. Für das Jahr 2012 wurden in Koblenz und Bimmen Chlorophyll a-Konzentrationen festgestellt, die etwa im Bereich der im Jahr 2006/2007 gemessenen Gesamtpigmentkonzentrationen liegen. Da die Gesamtpigmentkonzentrationen auch das Phaeophytin enthalten, lässt dies auf insgesamt niedrigere Chlorophyll a-Konzentrationen bei der Messkampagne 2006/2007 schließen. Im Jahr 2000 waren die Maxima der Chlorophyll a-Konzentrationen ebenfalls etwas niedriger als 2012. Ein Trend zum Wiederanstieg der Phytoplankton-Biomassen lässt sich daraus allerdings nicht ableiten. Vielmehr zeigt sich hier, dass die Entwicklung des Phytoplanktons im Laufe einer Vegetationsperiode von Jahr zu Jahr unterschiedlich sein kann (Abbildung 2). Diese interannuelle Variabilität überlagert den positiven langfristigen Trend z. T. erheblich. Sie ist im Wesentlichen durch den Abfluss gesteuert. Ein abflussreiches Frühjahr führt zu einer geringen Phytoplankton-Entwicklung, während abflussarme und sonnige Phasen zu hohen und lange anhaltenden Phytoplankton-Spitzen führen.

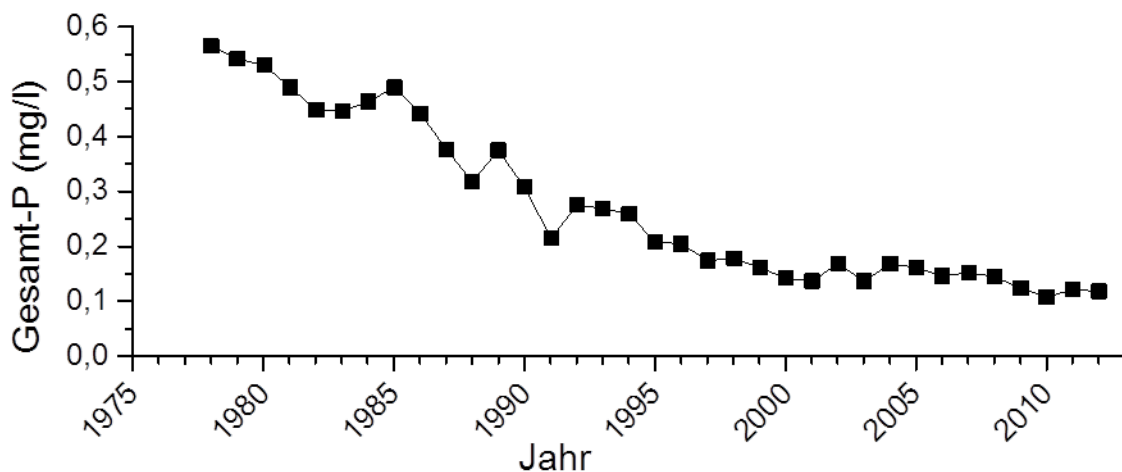


**Abbildung 2: Entwicklung der Chlorophyll a-Konzentration an der Messstelle Koblenz seit 1990.** Daten: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Bezüglich der ökologischen Bewertung der Komponente ist eine positive Veränderung zu verzeichnen, die mit den weiter gesunkenen Phosphorgehalten im Rhein korrespondiert. So verbessert sich der Oberrheinabschnitt von der Lauter bis zur Neckarmündung von gut auf sehr gut.

#### Welche Langzeittrends zeigen sich?

Untersuchungen zur Langzeitentwicklung des Phytoplanktons im Rhein zeigen eine deutliche Abnahme der Phytoplankton-Biomassen, die mit dem Rückgang der Gesamt-P Konzentration korrespondiert (FRIEDRICH & POHLMANN 2009, HARDENBICKER et al. 2014). Der Jahresmittelwert der Gesamt-P Konzentration ging an der Messstelle Koblenz von 0,56 mg/l im Jahr 1978 auf 0,12 mg/l im Jahr 2012 zurück (Abbildung 3). Während zu Beginn der 1990er Jahre dort noch Phytoplankton-Maxima von 80 bis 100 µg/l Chlorophyll a erreicht wurden, treten Werte in dieser Höhe seitdem nicht mehr auf. Es ist allerdings wahrscheinlich, dass der Rückgang der Phytoplankton-Mengen im Rhein nicht alleine auf die Verringerung der P-Einträge, sondern auch auf die verringerten Einträge aus dem Bodensee und vor allem auf verstärkte Filtration durch die eingewanderten Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) und Körbchenmuschel (*Corbicula sp.*) sowie den Krebs *Chelicorophium* zurückzuführen ist (WEITERE & ARNDT 2002, HARDENBICKER et al. 2014).



**Abbildung 3: Entwicklung der Konzentration des Gesamt-Phosphors (Jahresmittelwerte) an der Messstelle Koblenz von 1978 bis 2012.** Daten: Bundesanstalt für Gewässerkunde BfG



Zentrische Kieselalgen (Diatomeen) wie *Stephanodiscus hantzschii* bilden heute wie früher den weitaus größten Anteil am Phytoplankton; weitere wichtige Algengruppen sind Kryptomonaden (Cryptophyceae) und Grünalgen (Chlorophyceae). In der floristischen Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft zeigt sich im Langzeittrend eine deutliche Abnahme des Grünalgenanteils gegenüber früher. Dieser Trend wird mit dem Rückgang der Phosphatgehalte im Rhein erklärt (FRIEDRICH & POHLMANN 2009).

### 3. Makrophyten

#### Aquatische Gefäßpflanzen, Moose, Armelechteralgen

vgl. IKSr 2015b

#### Was sagen Wasserpflanzen über Belastungszustände aus?

Aquatische Makrophyten können zur Beurteilung der stofflichen Belastung von Fließgewässern herangezogen werden. Als pflanzliche Organismen sind sie dabei vor allem sehr gute Trophie-Indikatoren. Sie reagieren aber auch deutlich auf andere anthropogen bedingte Veränderungen im Fließgewässer. So können Eingriffe in das Abflussregime, wie z.B. Aufstauungen, indiziert werden. Die Ausprägung der Makrophytenvegetation lässt auch Rückschlüsse auf die strukturellen Bedingungen im Gewässer zu, wie z.B. Substratdiversität und -dynamik oder auf den Verbauungsgrad (s. Tabelle 1 in Kap. 7).

#### Wie sieht die Lebensgemeinschaft im Rhein aus?

An 49 Messstellen im Rheinhauptstrom wurden 2012/2013 44 aquatische Makrophytenarten nachgewiesen: 27 höhere Pflanzen, 13 Moose und 4 Armelechteralgen. Die meisten Nachweise betrafen *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut, 25), *Myriophyllum spicatum* (Ähriges Tausendblatt, 20), und *Fontinalis antipyretica* (Gewöhnliches Quellmoos, 16). Die Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*, Abbildung 4), ein Neophyt, der sich seit Mitte des letzten Jahrhunderts in Mitteleuropa rasch ausgebreitet hat, wurde im Jahr 2012/2013 im Ober-, Mittel-, und Deltarhein, jedoch nicht mehr im Hochrhein nachgewiesen. Massenentwicklungen dieser Art wurden bisher aber nur in einigen Nebengewässern des Rheins beobachtet (z. B. in den Ruhrstauseen). Floristisch bemerkenswert sind die Funde von *Potamogeton gramineus* (Oberrhein) und *P. friesii* (Mittelrhein). Diese beiden Arten sind in den betroffenen Rheinanliegerstaaten selten und weisen einen hohen Gefährdungsgrad in den entsprechenden Roten Listen auf.



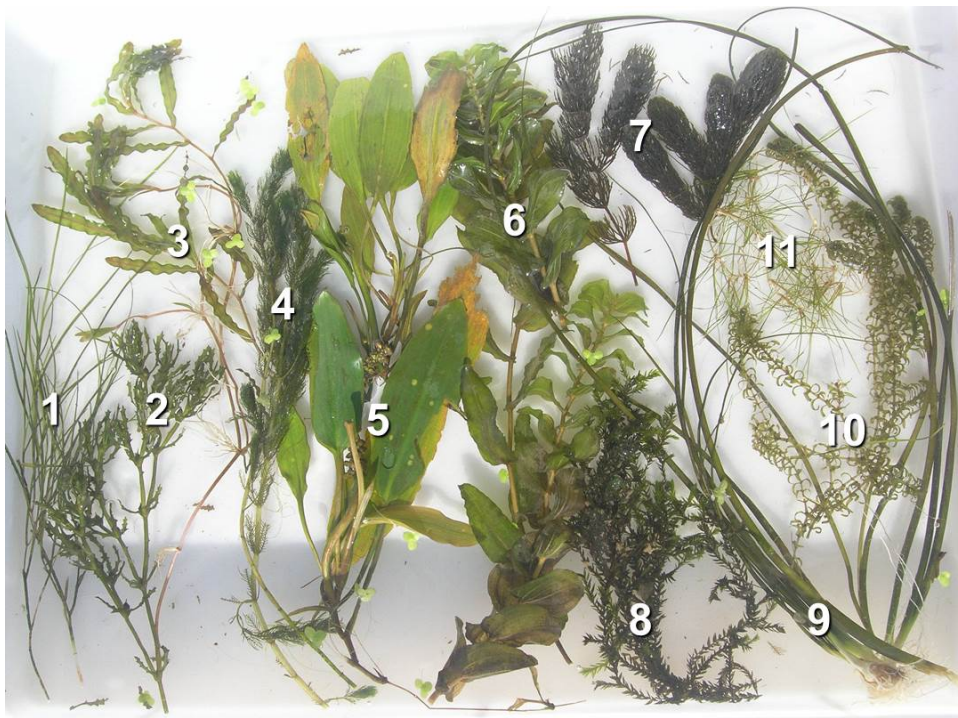
Abbildung 4: Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*). Foto: Klaus van de Weyer

#### Wie wird der Rhein ökologisch „eingeschätzt“

Die Teilkomponente der Makrophyten wurde im Rahmen des Rheinmessprogramms Biologie unabhängig von den anderen beiden Teilkomponenten „benthische Diatomeen“ und „übriges Phytobenthos“ betrachtet. Für die Wasserpflanzengesellschaften des Rheins gibt es bisher nur in den Niederlanden eine Referenz, sodass die ökologische Zustandsbewertung nach WRRL für die Komponente Makrophyten / Phytobenthos nur dort möglich ist (vgl. Kapitel 4). Die wertenden Aussagen in den anderen Staaten beruhen auf einer **gutachterlichen Ersteinschätzung** einzelner Messstellen unter

Berücksichtigung der Anzahl der Arten und der Wuchsformen, dem Vorkommen von Gütezeigern und dem Grad der Vegetationsbedeckung (vgl. Anlage 6).

Im **Hochrhein** wurde an drei von vier Probestellen jeweils nur eine Art nachgewiesen. Dabei lag die Bedeckung der aquatischen Vegetation meist unter 2 %. Diese geringe Artenzahl und Bedeckung sind auf methodische Ursachen und ungünstige Abflussverhältnisse (Hochwässer) zurückzuführen (s. Tabelle 2 in Kap. 7). In 2006/2007 gehörte dieser Rheinabschnitt mit 10 bis 14 Arten noch zu den artenreichsten überhaupt. Die meisten Probestellen am Ober- und Mittelrhein weisen Deckungswerte von über 2% auf. Im **Oberrhein** sind die Makrophyten-Bestände heterogen; einige weisen sehr starke Defizite auf, andere sind gut ausgeprägt. Die 3 Probestellen im **Mittelrhein** sind arten- und wuchsformenreich. Die Probestellen Bacharach (Mittelrhein, km 542) und Langenaue (Oberrhein, km 490) weisen im Untersuchungszeitraum mit 17 bzw. 14 Arten und jeweils 7 Wuchsformen die am besten ausgeprägten Makrophyten-Bestände im gesamten Rheinverlauf auf (Abbildung 5). Im **Niederrhein** zeigen sich sehr starke Defizite bei den Makrophyten. Es wurden nur 1 bis 2 Arten mit geringer Bedeckung je Probestelle nachgewiesen. Im **Deltarhein** waren die meisten Probestellen in der Waal 2006/2007 und 2013 frei von aquatischen Makrophyten. Artenreicher waren dagegen die Probestellen im Dordtse Biesbosch, in der Oude Maas und im IJsselmeer.



**Abbildung 5: Wasserpflanzenaufsammlung im Mittelrhein zwischen Rheindiebach und Bacharach:** 1) *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut), 2) *Najas marina* (Großes Nixkraut), 3) *Potamogeton crispus* (Krauses Laichkraut), 4) *Myriophyllum spicatum* (Ähriges Tausendblatt), 5) *Potamogeton nodosus* (Knoten-Laichkraut), 6) *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsendes Laichkraut), 7) *Ceratophyllum demersum* (Raues Hornblatt), 8) *Fontinalis antipyretica* (Großes Quellmoos), 9) *Butomus umbellatus* (Schwanenblume), 10) *Elodea nuttallii* (Schmalblättrige Wasserpest), 11) *Zannichellia palustris* (Sumpf-Teichfaden). Foto: LUWG Mainz

Der **Vergleich mit den Daten aus 2006/2007** zeigt, dass aktuell einige Arten nicht mehr nachgewiesen werden konnten, darunter 3 Armleuchteralgen. Zwanzig Arten, darunter 5 Moose sowie das im Rheingebiet seltene Gras-Laichkraut *Potamogeton gramineus* wurden dagegen erstmalig nachgewiesen. Diese Veränderungen können methodisch bedingt sein (Erfassung, s. Tabelle 2 in Kap. 7), aber auch Ausdruck konkreter Ausbreitungstendenzen von Arten sein. Letzteres ist für das Quell-Gabelzahnmoos *Octodiceras fontanum* sowie für einige Laichkräuter (*Potamogeton* spp.) in Deutschland anzunehmen.

Insgesamt fällt beim Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit der Makrophyten-Erhebung aus den Jahren 2006/2007 aber eine hohe räumliche und zeitliche Heterogenität im Rhein auf (vgl. Abbildung 6). Hierfür lassen sich drei Gründe benennen:

- (1) Schwierigkeiten einer repräsentativen Erfassung (z. T. Tauchgänge erforderlich)
- (2) Abflusssituation in den Messjahren unterschiedlich
- (3) Lokale Unterschiede in der Häufigkeit vorteilhafter Uferstrukturen (z. B. geschützte Buhnenfelder mit sandig-kiesigen Substraten, Abbildung 7).

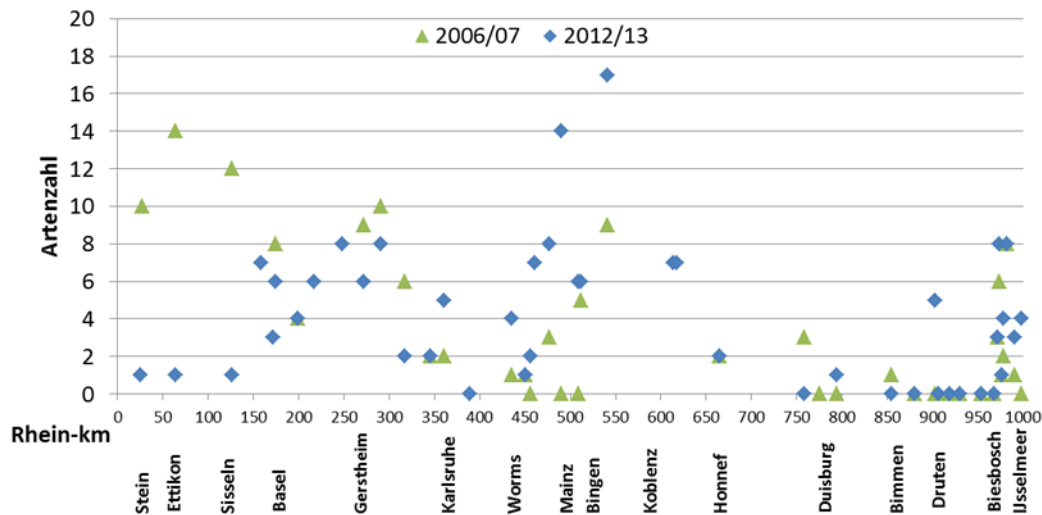


Abbildung 6: Artenzahl aquatischer Makrophyten an den Probenahmestellen im Verlauf des Rheinhauptstroms bzw. im Rheindelta in den Untersuchungszeiträumen 2006/2007 und 2012/2013



Abbildung 7: Habitat Buhnenfeld Rhein. Foto: LUWG Mainz

### Welche Langzeittrends zeigen sich?

Die Wasserpflanzenentwicklung des Rheins wurde erstmals im Rheinmessprogramm 2006/2007 systematisch untersucht, sodass eine Rückschau nur begrenzt möglich ist. Lokale Kartierungen einiger Mittel- und Oberrheinabschnitte sowie in den Rheinauen belegen aber eine Zunahme der Artenzahlen und der Häufigkeiten der Makrophyten in dieser Zeit. Dieser Trend ist nur vor dem Hintergrund der zurückgegangenen Phytoplankton-Biomasseentwicklung im Rhein zu verstehen. Wasserpflanzen und

Phytoplankton stehen in einem licht- und nährstoffgesteuerten Konkurrenzverhältnis zueinander. Je weniger Phytoplankton sich im Frühjahr entwickeln kann, desto höher werden die Sichttiefen. Während der Wachstumsperiode der Wasserpflanzen kann das Sonnenlicht nun tiefer in das Gewässer eindringen und so die Entwicklung größerer Bestände begünstigen. Im Jahr 2009 war die Wasserpflanzenentwicklung besonders stark ausgeprägt (FISCHER et al. 2010). Gleichzeitig war es das Jahr mit der geringsten Chlorophyll-a-Konzentrationen seit Jahrzehnten (s. Abbildung 2).

Die Abflussverhältnisse und insbesondere Hochwässer entscheiden mit darüber, wie dauerhaft und umfänglich diese Entwicklungen ausfallen. Darüber hinaus müssen geeignete Uferstrukturen für neue Ansiedlungen gegeben sein. Im Ober- und Mittelrhein sind diese Bedingungen abschnittsweise gegeben. Eine wichtige Rolle bei der Wiederbesiedlung dieser Rheinabschnitte spielt auch die Nähe zu den artenreichen Auegewässern des Oberrheins.

## 4. Phytobenthos

### **Hier: benthische Diatomeen, am Boden lebende Kieselalgen**

vgl. IKSr 2015c

Die meisten Rheinanliegerstaaten ziehen für die Bewertung der biologischen Komponente „Makrophyten / Phytobenthos“ lediglich die benthischen Diatomeen (am Boden lebende Kieselalgen) heran, da die Bestimmung der übrigen benthischen Algenflora aufgrund noch fehlender umfassender Bestimmungswerke taxonomisch schwierig ist. In Baden-Württemberg (DE-BW) und Nordrhein-Westfalen fließt jedoch neben den benthischen Diatomeen auch das übrige Phytobenthos mit in die Bewertung ein. In den Niederlanden werden Phytobenthos und Makrophyten zusammen bewertet. Die Küsten- und Übergangsgewässer werden anhand von Seegras und Strandschwengel (Qualität und Quantität) bewertet.

### **Was sagen Kieselalgen über Belastungszustände aus?**

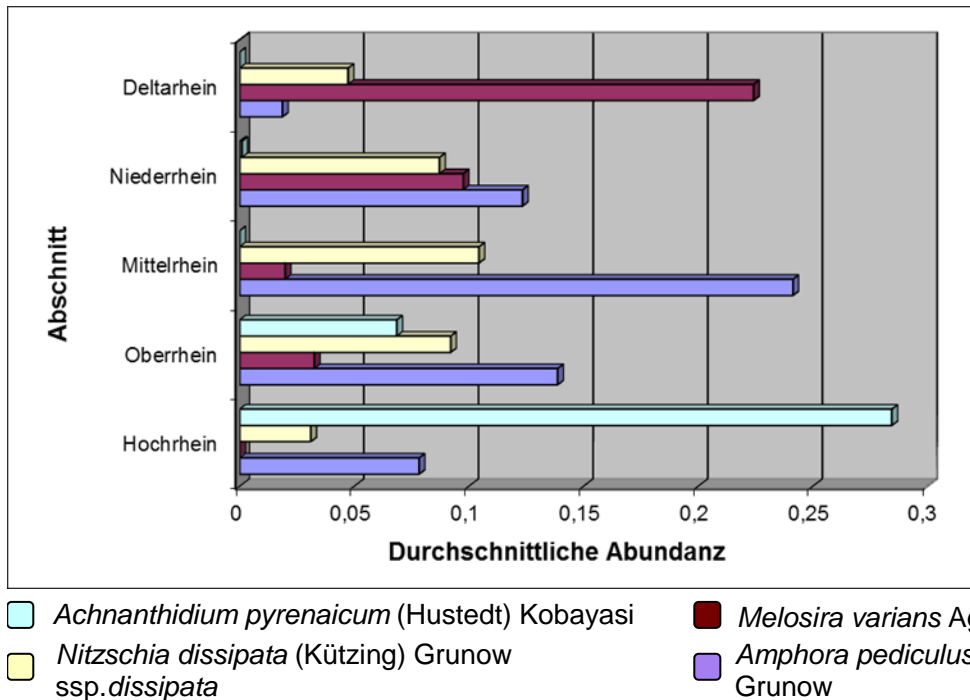
Diatomeen sind mikroskopisch kleine, einzellige Algen. Sie entwickeln sich insbesondere in Fließgewässern, in denen sie auf Flächen unterhalb der Wasseroberfläche einen Biofilm bilden. Aufgrund ihrer großen Artenvielfalt, ihrer weiten Verbreitung und ihrer Empfindlichkeit gegenüber physikalisch-chemischen Eigenschaften ihres Lebensraums sind sie hervorragende Bioindikatoren. Insbesondere ermöglichen sie eine Beurteilung der Nährstoffbelastung (Trophie), der Versauerung, der Salzbelastung und auch der organischen Verschmutzung (Saprobie) ihres Lebensraumes (VAN DAM et al. 1994, ROTT et al. 1997). Mit ihrer kurzen Generationszeit von etwa drei Monaten kann die Lebensgemeinschaft schnell auf Veränderungen reagieren. Da die Probenahme im Spätsommer erfolgt, reflektiert das Bewertungsergebnis die stoffliche Situation in der wärmeren und meist abflussschwächeren Zeit.

### **Wie sieht die Lebensgemeinschaft im Rhein aus?**

An den 47 analysierten Standorten wurden in den Jahren 2012/2013 306 Arten festsitzender Kieselalgen erhoben, was selbst für einen großen Fluss wie den Rhein eine erhebliche Artenvielfalt darstellt. Viele Arten kommen jedoch nur an wenigen Messstellen vor, während eine relativ geringe Anzahl von Arten (25) an mehr als 50 % der untersuchten Standorte vorkommt. Abbildung 8 zeigt die Häufigkeitsverteilung der vier am weitesten verbreiteten festsitzenden Kieselalgen-Arten im Rhein (Fotos in Abbildung 9).

Die im Rheinverlauf vorkommenden Kieselalgen-Lebensgemeinschaften haben charakteristische, indikative Eigenschaften (Gilden). Ihre Abfolge spiegelt die abnehmende Fließgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Zunahme des Nährstoffangebots und organischer Stoffe wider: Die Artenzusammensetzung im Hochrhein ist typisch für Fließgewässer mit wenig Nährstoffen und organischen Substanzen. Ab dem Oberrhein bis ins Delta machen Arten, die für nährstoffreiche Lebensräume typisch sind, einen erheblichen Anteil aus. Im Rheindelta kommen zusätzlich planktonartige und halophile (salzliebende) Arten vor.





**Abbildung 8: Durchschnittliche Abundanz<sup>1</sup> von vier aspektbildenden Arten benthischer Kieselalgen (Diatomeen) in den Rheinabschnitten**

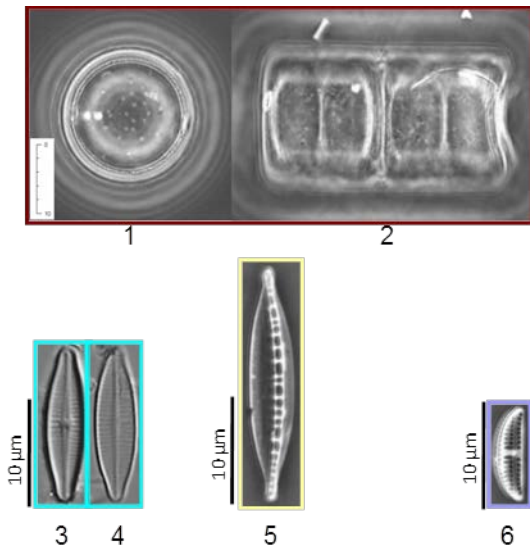
*Achnanthydium pyrenaicum* ist eine verschmutzungsempfindliche Art, die im Hochrhein in großer Individuendichte auftritt (Abbildung 8). Die weit verbreitete, aber insbesondere im Mittelrhein häufige *Amphora pediculus* gilt als euryök und ubiquitär, d. h. die Art bevorzugt mäßig nährstoffreiche Gewässer und toleriert verschiedene Lebensraumbedingungen. Sie ist eine Pionierart in Lebensräumen mit starker Beweidung des Biofilms (beispielsweise durch Wirbellose oder Fische).

*Nitzschia dissipata*: Wie die meisten Vertreter dieser Gattung gehört die Art zur Gilde der „Mobilen“, die in der Lage sind, sich schnell zu bewegen und an Lebensräume mit turbulentem Wasser und hoher Nährstoffkonzentration angepasst sind.

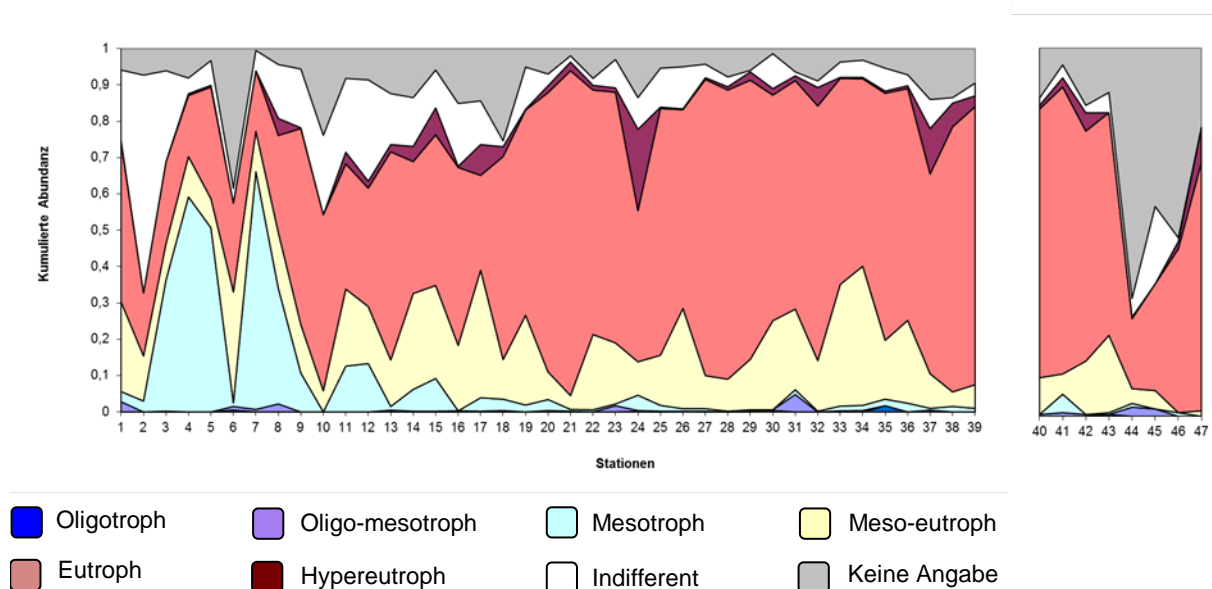
*Melosira varians* ist eine benthische Tychoplanktonart, das heißt sie ist typisch für eutrophe (nährstoffreiche) Stillgewässer und hat in den Proben des Unterlaufs einen erheblichen Anteil. Die vier häufigsten Arten sind in Abbildung 9 porträtiert.

In Bezug auf die Trophie (Nährstoffangebot) weisen der Hochrhein und die ersten Messstellen am Oberrhein auf einen mesotrophen Lebensraum hin (Abbildung 10). Weiter stromabwärts wird der Rhein nährstoffreicher, verbunden mit zunehmender Abundanz meso-eutropher und eutropher Taxa. Ab der Messstelle Wyhl (Nr. 9) erscheinen die eutrophen Arten zahlreicher; ab der Messstelle Biblis (Nr. 21) dominieren eutrophe Arten mit einem Anteil von über 50 %.

<sup>1</sup> Vgl. Glossar



**Abbildung 9: Die vier aspektbildenden Arten benthischer Kieselalgen (Diatomeen) des Rheins.** 1-2: *Melosira varians* Draufsicht (1) und Seitenansicht (2); 3-4: *Achnanthydium pyrenaicum*; 5: *Nitzschia dissipata*; 6: *Amphora pediculus*; Fotos D. Heudre.



**Abbildung 10: Kumulierte Abundanz der Arten, verteilt nach Empfindlichkeit gegenüber Nährstoffen (VAN DAM et al. 1994).** Hochrhein: Stationen 1 - 5; Oberrhein: 6 - 28; Mittelrhein: 29 - 32; Niederrhein: 33 - 36; Deltarhein: 37 - 39; IJssel: 40 - 45; Noordzeekanaal: 46; Hollandsche IJssel: 47.

### Wie wird der Rhein ökologisch bewertet?

Wie Anlage 2 und Anlage 7 zeigen, wird der **Bodensee** 2012 in allen Teilen als „gut“ bewertet, ebenso der gesamte **Hochrhein und der südliche Oberrhein** bis zur Staustufe Iffezheim. Im weiteren Verlauf (**nördlicher Oberrhein, Mittelrhein**) wird der Rhein bis zur deutsch-niederländischen Grenze durchweg als mäßig bewertet, mit einem „unbefriedigenden“ Abschnitt im **Niederrhein** (Wuppermündung bis Ruhrmündung). Im **Deltarhein** haben zahlreiche Wasserkörper hinsichtlich der Qualitätskomponente Makrophyten / Phytobenthos den guten Zustand / das gute ökologische Potenzial erreicht: Boven Rijn / Waal, IJssel, die Randmeren, Ketelmeer, Vossemeer, Zwartemeer und alle großen Kanäle. Nederrijn / Lek, Merwede, Afgedamde Maas, Noord, Dortdsche



Kil und das Markermeer wurden als mäßig bewertet, die Hollandsche IJssel als unbefriedigend. Die **Festlandküste des Wattenmeers** wurde als mäßig bewertet, das **Wattenmeer** als unbefriedigend. Die **Holländische Küste** gehört einem anderen Typ an, bei dem die Bewertung anhand von Seegrass und Strandschwengel nicht anwendbar ist.

Im **Rheinmessprogramm Biologie 2012/2013** wurden 47 Messstellen beprobt, also 11 mehr als 2006/2007. Dementsprechend lag die Gesamtartenzahl nun mit 306 Taxa um 14 % höher. Die aspektbildenden Arten sind aber in beiden Messzyklen ähnlich. Die beiden häufigsten Arten (*Amphora pediculus* und *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata*) sind in ihrer Rangfolge gleich geblieben. Dies gilt auch in Bezug auf die Stetigkeit (Auftrittswahrscheinlichkeit an einer Messstelle). Daneben spielen noch *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* und *Navicula cryptotenella* dominante Rollen. In 2012/2013 war dagegen die auch im Plankton zu den dominierenden Algen zählende *Melosira varians* häufiger.

Die aus den Ergebnissen abgeleitete ökologische Bewertung ist für den Rheinhauptstrom mit einer guten Bewertung bis zum nördlichen Oberrhein relativ stabil geblieben. Ab dort folgen überwiegend mäßig bewertete Bereiche bis zum Übergang des Niederrheins zum Deltarhein. Dort haben sich die Wasserkörper Waal und IJsselmeer von mäßig auf gut verbessert. Der Nieuwe Waterweg hat sich ebenfalls von mäßig auf gut verbessert.

#### **Welche Langzeittrends zeigen sich?**

Da die benthischen Diatomeen erstmals im Rheinmessprogramm 2006/2007 untersucht und bewertet wurden, sind Aussagen über den Langzeittrend in dieser Gruppe nicht möglich. Unstrittig ist jedoch, dass die Reduzierung der Nährstoffbelastung im Rhein - ähnlich wie beim Phytoplankton - zu einer natürlicheren Lebensgemeinschaft geführt hat.

## 5. Makrozoobenthos

### Wirbellosenfauna der Gewässersohle

vgl. IKS 2015d

#### Was sagt die Wirbellosenfauna über Belastungszustände aus?

Das Makrozoobenthos zeigt durch seine Artenzusammensetzung und die Dominanzverhältnisse die Wasserqualität und die Quantität und Qualität der Habitatstrukturen im Gewässer an. Über die Etablierung wärmeliebender Neozoen sind auch Rückschlüsse auf die Wärmebelastung möglich.

#### Wie sieht die Lebensgemeinschaft im Rhein aus?

Insgesamt wurden im Rhein von den Alpen bis zur Nordsee über 500 Makrozoobenthos-Arten festgestellt. Aspektbildend sind vor allem Weichtiere (Mollusca), Wenigborster (Oligochaeta), Krebse (Crustacea), Insekten (Insecta), Süßwasserschwämme (Spongillidae) und Moostierchen (Bryozoa). Im **Vorder- und Hinterrhein** sowie im **Alpenrhein** ist die Vielfalt des Makrozoobenthos hoch. Es dominieren strömungsliebende Insektenarten, d.h. Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenlarven, die typisch für das Alpenrheinsystem sind. Von den in den übrigen Rheinabschnitten eingeschleppten Neozoen konnte bislang keine Art in den Unterlauf des Alpenrheins einwandern. Der **Hochrhein** vereinigt biozönotische Komponenten aus einem großen Spektrum von Gewässertypen – vom Gebirgsbach und Mittelgebirgsflüssen bis zum großen Voralpensee und zum Potamal. Die Fauna ist artenreich und trotz einiger eingeschleppter Tierarten in Teilen noch naturnah. Im schiffbaren, ausgebauten Rhein ab Basel (Ober-, Mittel-, Niederrhein, Deltarhein) ist die benthische Fauna weitgehend vereinheitlicht und es dominieren – neben Neozoen – gemeine und häufige Besiedler größerer Flüsse und Ströme mit geringen Ansprüchen an ihren Lebensraum (Ubiquisten). Ursprüngliche Faunenelemente findet man z. T. in angebundenen Altarmen und Restrheinschlingen. Im **nördlichen Oberrhein** unterhalb von Mainz und im **Mittelrhein** sinkt der Neozoen-Anteil und der einiger angestammter Rheinarten steigt an. Dabei spielt offensichtlich die Rückbesiedlung durch einheimische Arten aus Refugien in den Nebenflüssen eine Rolle. Im weiteren Verlauf des **Niederrheins** bis Köln lassen diese positiven Trends wieder nach. Im Tiefland verändert sich der Charakter des Stromes. Sandige Substrate nehmen zu. Im **Deltarhein** werden diese vor allem von Chironomiden, Oligochaeten und Muscheln besiedelt, während auf Hartsubstrat eine ähnliche Lebensgemeinschaft wie am Niederrhein zu finden ist. Im küstennahen Deltarhein ist die Fauna aus Brackwasser- und marinen Arten zusammengesetzt.

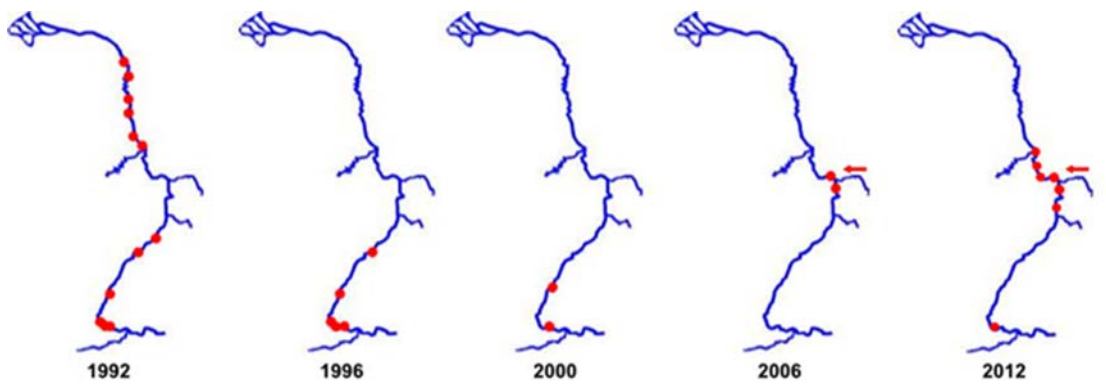
#### Wie wird der Rhein ökologisch bewertet?

Wie Anlage 3 und Anlage 8 zeigen, sind die alpinen Rheinabschnitte bis oberhalb der Aaremündung (**Alpenrhein** und **Teile des Hochrheins**) artenreich und in einem guten ökologischen Zustand. Der Anteil gebietsfremder Arten nimmt im weiteren Verlauf des **Hochrheins** bis Basel zu, sodass nur eine mäßige Bewertung erreicht wird. Im schiffbaren Teil des Rheins ab Basel gilt das gute ökologische Potenzial als Umweltziel. Dieses ist bis Breisach im südlichen Oberrhein mäßig. Von dort an bis Straßburg und von Karlsruhe bis zur Neckarmündung wird es als unbefriedigend eingestuft, während die Abschnitte von Straßburg bis Karlsruhe sowie von unterhalb der Neckarmündung bis nach Mainz wieder mäßig werden (s. Anlage 8). Im Verlauf des **nördlichen Oberrheins** verbessert sich die Situation weiter und ab dem Rheingau und im **Mittelrhein** wird sogar das gute ökologische Potenzial erreicht. Das Potenzial im **Niederrhein** wurde bis Köln als mäßig und ab dort bis zur niederländischen Grenze als unbefriedigend eingestuft. Die Rheinarme Boven Rijn / Waal, Nederrijn / Lek und IJssel wurden als unbefriedigend bewertet, die meisten anderen Wasserkörper im Delta jedoch

besser: das Markermeer, das Wattenmeer und die holländische Küste als mäßig; IJsselmeer, Nieuwe Waterweg und die Wattenküste als gut

Als positive **Veränderung gegenüber dem ersten Monitoring-Zyklus** fällt die Entwicklung im nördlichen Oberrhein ab der Neckarmündung bis einschließlich des ersten Niederrheinabschnitts bei Leverkusen auf. Die Komponente Makrozoobenthos verbessert sich hier um eine Klasse (vom unbefriedigenden Zustand auf ein mäßiges Potenzial) und zwischen Mainz und Bad Honnef (letzter Oberrheinabschnitt und Mittelrhein) sogar um zwei Klassen (von einem unbefriedigendem Zustand auf ein gutes Potenzial). Für diese Verbesserungen können drei Gründe genannt werden:

- (1) Ausbreitungstendenzen ursprünglicher Rheinarten mit hoher ökologischer Wertigkeit: Seit 2006 wird die Wiederbesiedlung des Rheins mit der Flusskahnschnecke (*Theodoxus fluviatilis*) aus dem Main beobachtet (Abbildung 11 und 12)<sup>2</sup>. Ihr Ansiedlungsschwerpunkt im Rhein liegt derzeit zwischen Karlsruhe und Koblenz. Unterhalb von Mainz bildet sie individuenstarke Populationen aus. Der Mittelrhein wird darüber hinaus durch einige rheintypische Insektenarten aus der Nahe „angeimpft“, die dort Refugien haben.
- (2) Rückgang der Häufigkeit der Neozoen: Dieser ist insbesondere in Teilen des Mittelrheins sehr deutlich. Neu eingeschleppte Arten machen „älteren“ Neozoen des Rheins Konkurrenz, wobei Arten mit engen verwandtschaftlichen Beziehungen und / oder breiter Nischenüberlappung besonders betroffen sind. Beispielhaft hierfür stehen die sukzessive Verdrängung der Zebra- und Quagga-Muschel (*Dreissena polymorpha*) durch die Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis bugensis*) (SCHÖLL et al. 2012) oder des Schlickröhrenkrebs *Chelicorophium curvispinum* durch die Schwesterart *C. robustum* (FISCHER 2013). Da die thermophilen Arten wie die asiatische Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*) nachweislich kälteempfindlich sind, haben die strengen Winter 2009 / 2010 und 2012/2013 und der Wegfall einiger Wärmeeinleitungen am Rhein vermutlich zu einem Rückgang geführt (SCHÖLL 2013) (vgl. Tabelle 2 in Kap. 7).
- (3) Verbesserungen aus methodischen Gründen: Für die erheblich veränderten Rhein-Wasserkörper in Deutschland wurde erstmals das Potenzialbewertungsverfahren angewendet. Im 1. Monitoring-Zyklus wurden diese Wasserkörper noch wie natürliche behandelt und damit zu streng bewertet. (vgl. Tabelle 2 in Kap. 7).



**Abbildung 11: Verbreitung der Flusskahnschnecke *Theodoxus fluviatilis* im schiffbaren Rhein (WESTERMANN et al. 2007, ergänzt), Vorkommen in Nebengewässern nicht berücksichtigt**

<sup>2</sup> Die sich seit 2006 im Rhein ausbreitende Population von *Theodoxus fluviatilis* entstammt einer genetischen Kohorte, die im Donauraum beheimatet ist („cryptic invader“). Das ist das Ergebnis jüngster wissenschaftlicher Untersuchungen (GERGS et al. 2014). Der Artstatus und ihre ökologische Rolle im Rheinökosystem bleiben davon aber unberührt.



**Abbildung 12:** *Theodoxus fluviatilis*. Foto: LUWG Mainz

Die einzige Verschlechterung gegenüber dem 1. Monitoring-Zyklus (von einem mäßigen ökologischen Zustand auf ein unbefriedigendes ökologisches Potenzial) tritt in einem Wasserkörper im nördlichen Oberrhein auf. Hier kann die Zustandsklasse noch nicht als stabil angesehen werden.

#### **Welche Langzeittrends zeigen sich?**

Nach der steilen Zunahme der Artenvielfalt des Makrozoobenthos mit zunehmender Verbesserung der Wasserqualität im Rhein in den 1980er bis 1990er Jahren wird seit etwa dem Jahr 2000 eine gegenläufige Entwicklung beobachtet (Abbildung 13). Insbesondere die Wasserinsektenfauna war zwischen 1995 und 2000 deutlich diverser als heute. Dieser Trend könnte mit der Einwanderung invasiver, gebietsfremder Arten zusammenhängen. Wie stabil dieser Trend ist, lässt sich derzeit nur schwer vorhersagen. Im aktuellen Messzyklus konnte er zumindest abschnittsweise (Rheingau, Mittelrhein) gebremst werden.

Positive Trends bei der Gruppe der Wirbellosen sind anders als bei den Wanderfischen (s. u.) nur selten auf konkrete Einzelmaßnahmen zurückzuführen. Vielmehr ist es die Summe aller und z. T. auch länger zurückliegender Maßnahmen, die hier unterstützend in die richtige Richtung wirken.

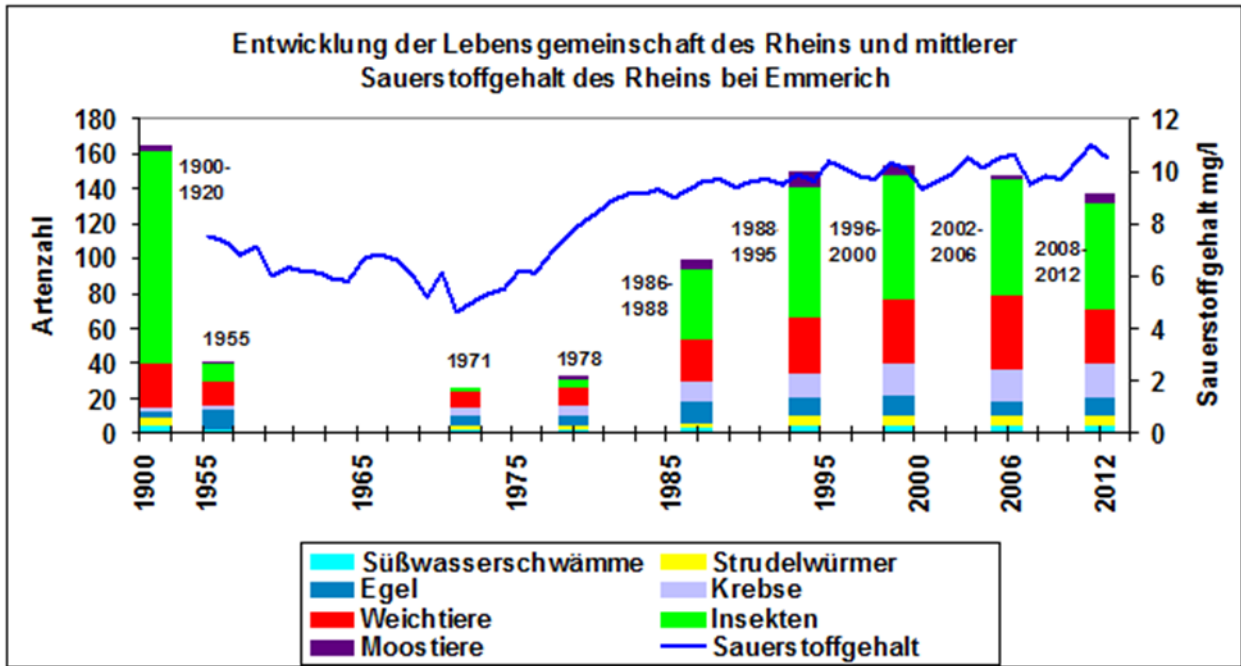


Abbildung 13: Historische Entwicklung der Lebensgemeinschaft des Rheins zwischen Basel und der deutsch-niederländischen Grenze in Beziehung zum durchschnittlichen Sauerstoffgehalt des Rheins bei Bimmen (ausgewählte Tiergruppen)

## 6. Fischfauna

vgl. IKS 2015e

### Was sagt die Fischfauna über Belastungszustände aus?

Artenzusammensetzung, Abundanz und Altersstruktur der Fische spiegeln die großräumige Ausstattung mit für verschiedene Lebensstadien wichtigen Habitatstrukturen sowie die Durchwanderbarkeit der Gewässer wider. Auch Abflussveränderungen (Aufstau, Entnahme, Ausleitung) und thermische Belastungen haben einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung.

### Wie sieht die Lebensgemeinschaft des Rheins aus?

Mit insgesamt 64 Fischarten (inklusive Rundmäuler wie Fluss- und Meerneunauge) ist die Vielfalt der Fischfauna des Rheins heute hoch. Alle historisch belegten Arten können nachgewiesen werden, mit Ausnahme des Europäischen Störs. Die Fangergebnisse der Elektrofischungen werden vielerorts von gebietsfremden Grundeln, allen voran der Schwarzmundgrundel (Abbildung 14), dominiert, insbesondere in den Uferbereichen mit Blocksteinschüttungen. Weiterhin finden sich zumeist ökologisch anpassungsfähige Arten wie Rotaugen, Brachsen, Döbel, Flussbarsch und Ukelei.

Die meisten Fischarten finden sich im Oberrhein und im Deltarhein. Dies erklärt sich zum einen aus der hohen Probestellendichte und zum anderen aus der besonderen Lebensraumtypen-Ausstattung in diesen Abschnitten. Im Oberrhein spielen die wasserpflanzenreichen Rheinauen eine Rolle, im Deltarhein sind es die Brackwasserlebensräume und das IJsselmeer. Die Makrophyten-Vegetation hat insbesondere am Oberrhein und Mittelrhein – hier vor allem in den Altarmen und in den Bühnenfeldern des Hauptstroms – erheblich zugenommen. Diese Entwicklung begünstigt die Vermehrung phytophiler Arten. Vielen weiteren Arten stehen damit wichtige Jungfischhabitats zur Verfügung.



Abbildung 14: Eigelege Grundel. Foto: LUWG Mainz

Im **Hochrhein** sind 25 Arten erfasst worden. Dabei dominieren Schneider, Döbel, Rotaugen und Barbe. Auch Nase, Groppe und Aal sind nicht selten. Nach einer Sonderuntersuchung zur Ermittlung der Jungfischbestände ist der Anteil der Neozoen (Blaubandbärbling, Goldfisch, Kesslergrundel, Sonnenbarsch und Zander) mit ca. 14% noch relativ niedrig. Im **südlichen Oberrhein** können 31 Arten nachgewiesen werden. Bereits hier beginnt die Dominanz gebietsfremder Grundelarten. Schwarzmund- und Kesslergrundel machen mehr als die Hälfte aller gefangenen Individuen aus, gefolgt von weniger anspruchsvollen Arten wie Döbel, Rotaugen, Westlicher Stichling, Schmerle und Ukelei. In den Stauräumen fehlen die Habitats für strömungsliebende Arten wie die Nase, die nur in geringen Häufigkeiten vorkommt. Trotz potenziell verfügbarer Habitats, vor allem im Altrhein, sind anadrome Wanderfische in diesem Bereich extrem selten, da die ökologische Durchgängigkeit für die Rheinabschnitte auf Höhe der Staustufen Straßburg

(Eröffnung des Fischpasses voraussichtlich Ende 2015), Gerstheim (geplante Bauarbeiten in 2016-2017), Rhinau, Marckolsheim und des Rheinseitenkanals noch nicht wieder hergestellt ist.

Erfreulich ist die Wiederbesiedlung des Rheins durch den Bitterling. Diese Art breitet sich vor allem im **nördlichen Oberrhein** stetig aus. Auch der ehemals seltene Steinbeißer ist mittlerweile wieder regelmäßig im Oberrhein vertreten. Die Schwarzmundgrundel erreicht hier mit 64 % der gefangenen Individuen ihre höchste Dominanz. Es folgen Rotauge, Kesslergrundel, Ukelei und Aal. Insgesamt werden dort 28 Arten nachgewiesen. Im Durchbruchstal des **Mittelrheins** nimmt die Strömungsgeschwindigkeit zu, sodass gute Bedingungen für rheophile Arten bestehen. Insgesamt können 21 Arten erfasst werden, wobei auch hier wieder die Hälfte der Fänge auf die Schwarzmundgrundeln fällt. Die Zusammensetzung der übrigen Arten ähnelt der im nördlichen Oberrhein, wobei der Aal im Mittelrhein etwas häufiger ist und dort 5 % der gefangenen Individuen ausmacht. Der **Niederrhein** weist 27 Arten auf. Auch in diesem Rheinabschnitt entfällt fast die Hälfte des Fangs auf die Schwarzmundgrundel. Daneben tritt die Ukelei mit 20 % dominant in Erscheinung. Im subdominanten Bereich folgen die Arten Nase und Flussbarsch.

**Deltarhein und IJsselmeer** weisen zusammen die höchste Individuen- und Artendichte aller Rheinabschnitte auf. Hier ist der Kaulbarsch mit Abstand die häufigste Art, gefolgt von Rotauge, Brachsen, Flussbarsch, Flussgrundel und Stint. Insgesamt konnten hier 44 Arten erfasst werden.

### Wie wird der Rhein ökologisch bewertet?

Jeder Staat hat den Zustand der Fischfauna in seinen Rheinabschnitten auf Basis einer nationalen Methode bestimmt. Die Bewertung grenzüberschreitender Gewässerabschnitte wurde zudem bilateral abgestimmt. Im schweizerischen **Vorder- und Hinterrhein** ist der Zustand nicht bewertet worden. Wie Anlage 4 und 9 zeigen, kann das Potenzial der Fischfauna im österreichischen **Alpenrhein** als schlecht bezeichnet werden. Dies ist vorrangig auf die nicht wiederhergestellte longitudinale Durchgängigkeit sowie den Schwall-Betrieb der Wasserkraftwerke zurückzuführen. Der **Bodensee** ist fischökologisch in einem guten Zustand. Im staugeregelten **Hochrhein** wurde die Fischfauna mäßig bewertet. Im **südlichen Oberrhein** wurde die Fischfauna rechtsrheinisch als mäßig bewertet, mit einem unbefriedigenden Abschnitt zwischen Breisach und Straßburg. Linksrheinisch wurden diese Abschnitte als gut bewertet. Eine Einigung für diese biologische Qualitätskomponente konnte nicht herbeigeführt werden. Im **nördlichen Oberrhein** und **Mittelrhein** fällt die Bewertung mit einer Ausnahme (unbefriedigend) ebenfalls mäßig aus. Im **Niederrhein** ist das Potenzial mäßig. Ab der Ruhrmündung rheinabwärts bis einschließlich des ersten Wasserkörpers im **Deltarhein** (Boven Rijn / Waal) wird der Rhein unbefriedigend bewertet. Als mäßig eingestuft wurden Merwede, Nederrijn / Lek, Nieuwe Waterweg, Oude Maas, Spui, Vecht, Hollandse IJssel, die IJssel und das **IJsselmeer**. Hinsichtlich der Fischfauna gute Wasserkörper sind unter anderem das Markermeer, Ketelmeer, Vossemeer und die Randmeren. Der Dordtse Biesbosch wurde als unbefriedigend eingestuft. Für die **Küstengewässer** und das **Wattenmeer** ist laut Richtlinie keine Bewertung der Fischfauna erforderlich.

Die markanteste **Veränderung gegenüber der letzten IKSR-Erhebung im Rhein 2006/2007** ist die starke räumliche Ausbreitung und Bestandszunahme der gebietsfremden Grundel-Arten (IKSR 2013c). Sie führen gegenüber der früheren Erhebung zu teilweise erheblichen Verschiebungen in den Dominanzverhältnissen. An den Probestellen machte allein die Schwarzmundgrundel im Durchschnitt 28% der Nachweise aus; am Oberrhein wurden örtlich über 90% relative Häufigkeit verzeichnet. Verdrängungseffekte gegenüber heimischen Arten sind anzunehmen. Beispielsweise erfährt der regelmäßig auftretende Kaulbarsch besonders dort Bestandseinbußen, wo Blocksteinschüttungen vorherrschen. Hier finden die Grundeln ideale Lebensraumstrukturen, die deren hohe Bestandsdichten erst ermöglichen. Der Fraßdruck der Grundeln trägt hier wahrscheinlich dazu bei, die Eudominanz der dort lebenden

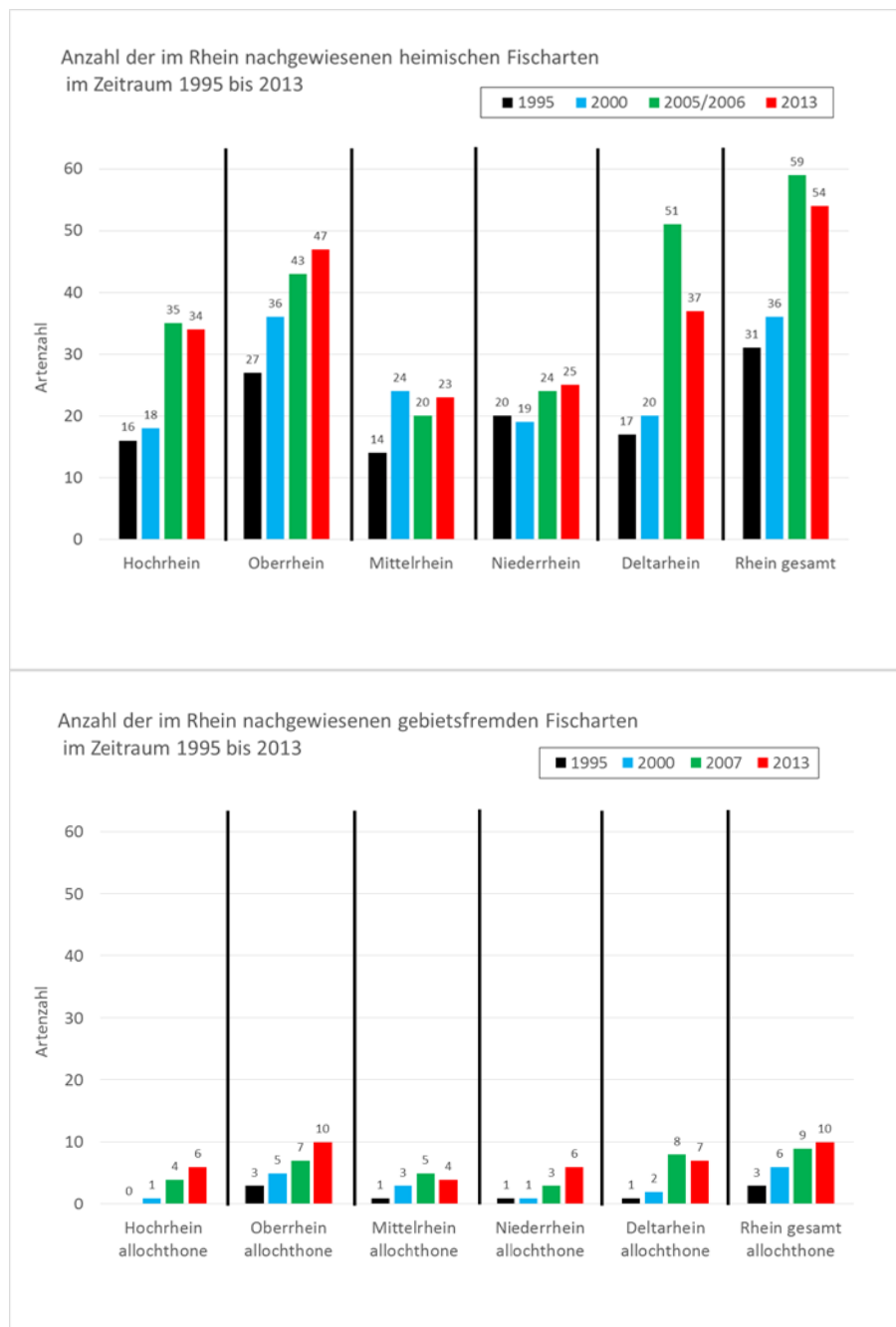


benthischen Neozoen (z. B. *Chelicorophium*, *Dikerogammarus*) zu reduzieren (siehe Kap. 2 und Tabelle 2 in Kap. 7).

Die Entwicklung muss aber weiter beobachtet werden. Es ist auch möglich, dass sich andere räuberische Fische wie Zander, Barbe, Rapfen und Flussbarsch auf diese Kleinfischarten als neue Nahrungsquelle einstellen. Entsprechend könnten sich in Zukunft Veränderungen im Nahrungsnetz ergeben, die langfristig wieder zu Bestandsrückgängen bei den Grundeln führen.

### Welche Langzeittrends zeigen sich?

Die Rheinfischfauna hat im Verlauf der letzten 20 Jahre einen starken Wandel erfahren. Durch die Verbesserung der Wasserqualität haben sich einige Arten wieder ausgebreitet, sodass die Artenzahlen angestiegen sind. Der Vergleich der Artenzahlen der vier Untersuchungskampagnen der IKSR von 1995 bis 2013 zeigt die beachtliche Entwicklung (Abbildung 15). Gebietsfremde Fischarten machen heute 16 % des Artenspektrums aus.





**Abbildung 15: Anzahl der im Rhein nachgewiesenen heimischen ( oben) und gebietsfremden Fischarten (unten) im Zeitraum 1995 bis 2013**

Die Artenzahl kann aber nicht als alleiniges Kriterium für eine ökologische Verbesserung gelten, da sie, wie gezeigt, auch durch einwandernde Fischarten ansteigt. Zudem wurden die Untersuchungsintensitäten im Rahmen des WRRL-Monitorings gesteigert und neuartige Erfassungstechniken, wie automatische Kontrollstationen an Fischeaufstiegsanlagen, eingeführt. Dabei kommt es immer wieder zu Nachweisen seltener Arten, die sonst unentdeckt blieben (s. u. und vgl. Tabelle 2 in Kap. 7).

Hinsichtlich der **Quantität** innerhalb der Fischpopulationen zeigen Daten aus dem Niederrhein und von der Reuse Mosel / Koblenz, dass die Fischdichten seit den 1980er Jahren stark abgenommen haben und seit 1993 annähernd stabil sind. Dies ist eine Folge der Reduktion der Nährstoffe und der organischen Belastung in den 1980er bis frühen 1990er Jahren (vgl. Kapitel 7 u. Tabelle 1). Dadurch hat sich das Nahrungsangebot (z. B. Plankton) im Rhein verringert. Die beprobten Fischdichten schwanken aber auch im Verlauf der Rheinabschnitte und innerhalb eines Jahres aufgrund der jahreszeitlich variierenden Aktivität der verschiedenen Fischarten und teilweise durch die Art der Beprobung. Dadurch variieren die Dominanzverhältnisse, insbesondere bei sehr häufigen Fischarten wie Rotaugen, Brachsen, Barbe und Döbel. Aktuell überlagern die starken Populationsentwicklungen der invasiven Schwarzmundgrundel die natürlichen Dominanzschwankungen.

Aufgrund der Fortschritte bei der Wiederherstellung der Erreichbarkeit bzw. Passierbarkeit der Reproduktionsgewässer in den letzten 20 Jahren hat sich die Bestandssituation der **Langdistanz-Wanderfische** zunächst verbessert: Bis 2007 zeigten ansteigende Rückkehrerzahlen, insbesondere bei **Lachs** und **Meerneunaugen**, sowie eine stark steigende Zahl an Reproduktionsbelegen in erreichbaren Gewässern den Erfolg der Maßnahmen. Im Zeitraum 2008 bis 2013 wurde jedoch ein Rückgang der Nachweise zumindest bei den Großsalmoniden Lachs und **Meerforelle** verzeichnet (Abbildung 16 und 17). Abgesehen von veränderten Beprobungsmethoden liegen die Ursachen möglicherweise im gemeinsamen Wanderkorridor Rhein und / oder im Küstengebiet: Fischerei (illegale Entnahme), hoher Fraßdruck auf Smolts durch Raubfische und Kormorane, hohe Mortalitätsraten der Smolts bedingt durch Wasserkraftanlagen. Auch rückläufige Überlebensraten im marinen Lebensabschnitt werden diskutiert. In den oberen Rheinabschnitten haben die Bauarbeiten zum Einbau der 5. Turbine an der Staustufe Iffezheim zwischen April 2009 und Oktober 2013 zu einem Rückgang bei den Aufsteigerzahlen zahlreicher Fischarten geführt. Seit Abschluss der Bauarbeiten wurden für die Fischpässe Iffezheim und Gambenheim wieder höhere Nachweiszahlen gemeldet.

Ob das **Flussneunaugen** einem ähnlichen Trend wie dem der Großsalmoniden unterliegt, kann angesichts der wenigen Nachweise derzeit nicht bewertet werden. Die Rückkehrerzahlen des **Maifischs** dürften in den kommenden Jahren aufgrund der zurückliegenden Besatzmaßnahmen in Hessen und Nordrhein-Westfalen deutlich ansteigen. Die Zählungen am Fischpass in Iffezheim im Oberrhein bestätigen diese Vermutung. Dort wurde im Jahr 2014 erstmalig eine hohe Anzahl aufsteigender Maifische (157) dokumentiert (Abbildung 16); in der Mosel (Kontrollstation Koblenz) wurde am 10.7.2013 der erste Maifisch seit 60 Jahren registriert (Abbildung 18) und auch für den Deltarhein wurden in den Jahren 2012, 2013 und 2014 jeweils 1, 2 bzw. 4 Maifische gemeldet. Funde einzelner Jungfische 2013 und 2014 im Oberrhein, oberhalb aller Besatzmaßnahmen, deuten zudem auf eine natürliche Reproduktion des Maifischs hin. Abbildung 16 belegt diese positive Entwicklung auch für den Zeitraum Januar bis September 2015.

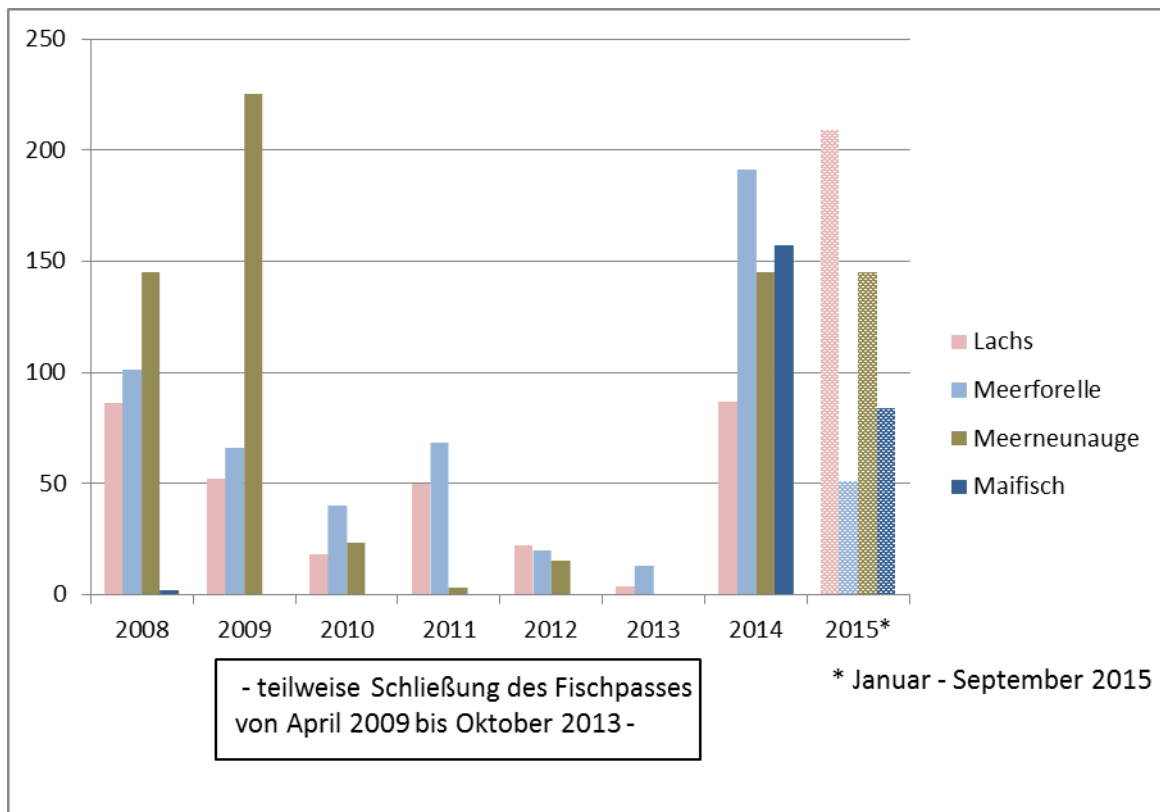


Abbildung 16: Ergebnisse der Fischzählung an der Staustufe Iffezheim für ausgewählte Langdistanzwanderfische seit 2008 (\*2015: Januar bis September)

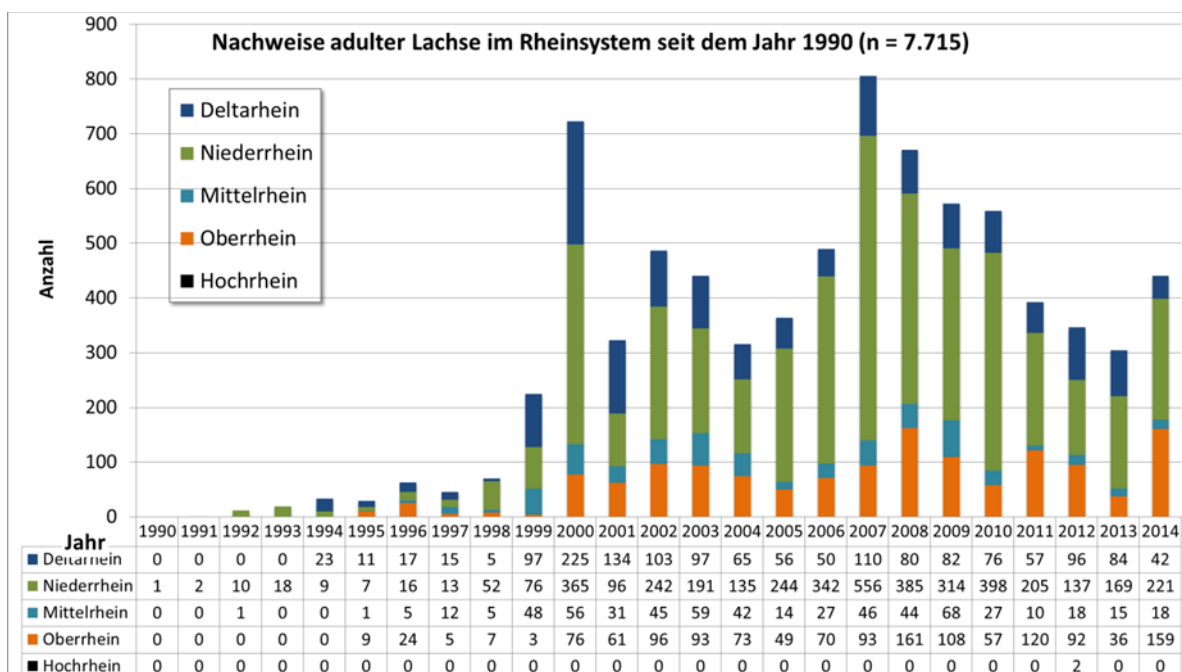


Abbildung 17: Lachsnachweise im Rheinsystem seit dem Jahr 1990

Eingeschränkter Betrieb des Fischpasses in Iffezheim von April 2009 bis Oktober 2013. Durch die Schließung der Reusenfischerei in den Niederlanden konnten seit 2011 weniger Nachweise von rückkehrenden Lachsen erbracht werden.



**Abbildung 18: Erster Maifisch in der Mosel seit 60 Jahren.** Foto: BfG

Die Bestände von **Nordseeschnäpel** und **Finte** sind weiterhin klein. Der ehemals verschollene Nordseeschnäpel hat infolge von Besatzmaßnahmen im Niederrhein deutlich zugenommen und kann sich im Rheinunterlauf und im Delta wieder erfolgreich reproduzieren. Die Besatzmaßnahmen wurden im Rhein bereits 2006 wieder beendet und es hat sich seitdem eine sich selbst reproduzierende Population etabliert (BORCHERDING 2014).

Beim **Meerneunauge** ist der Rückgang der Nachweiszahlen wohl auch auf die Baumaßnahmen im Zusammenhang mit dem Einbau einer 5. Turbine in Iffezheim zwischen 2009 und 2013 und das dadurch eingeschränkte Monitoring zurückzuführen.

Im Teil-Einzugsgebiet Alpenrhein / Bodensee ist die **Seeforelle** (*Salmo trutta lacustris*) der einzige Langdistanz-Wanderfisch. Insgesamt ist der Lebensraum der Bodensee-Seeforelle im Vergleich zur historischen Verbreitung heute stark reduziert. Im Bodensee mit seinen Wasserkörpern „Obersee“ und „Untersee“, die sich heute in gutem chemischem und ökologischem Zustand befinden, ist das Freiwasser der bevorzugte Lebensraum der Seeforelle. Dort wächst sie bis zur Laichreife heran, bevor sie zum Abbläuen in die Bodenseezuflüsse und in den Alpenrhein und seine Zuflüsse aufsteigt. In den 1970er Jahren sank der Ertrag der Seeforelle im Bodensee trotz Besatzmaßnahmen kontinuierlich ab. Das erste Seeforellenprogramm der «Arbeitsgruppe Seeforelle» war rückblickend dafür verantwortlich, dass die Seeforelle im Bodensee überhaupt überleben konnte und heute wieder fischereilich genutzt werden kann. Entscheidende Maßnahmen waren die Rettung der letzten Laichfische, die dadurch ermöglichten Besatzmaßnahmen und die schrittweise Beseitigung von Wanderhindernissen in den Laichflüssen.

Die Bestände des **Europäischen Aals** sind fast im gesamten Verbreitungsgebiet in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen, auch im Rhein und seinen Zuflüssen. Der Aufstieg der Glasaale in die Flüsse beträgt seit Beginn der 1980er Jahre im Vergleich zum langjährigen Mittelwert nur noch wenige Prozent. Bekannte Ursachen sind unter anderem Lebensraumveränderungen, Parasitenbefall, der Ausbau der Wasserkraftnutzung zur Stromproduktion, Überfischung der Glasaal- und Blankaalbestände sowie Schadstoffbelastungen in Sedimenten. Die Wanderung des Aals wird in fast allen Gewässern, in denen er im Rheingebiet verbreitet ist, durch Querbauwerke beeinträchtigt. Das gilt insbesondere für die Abwärtswanderung im Deltarhein, im südlichen Oberrhein und in fast allen Rheinzufüssen. Besonders abwandernde Aale geraten häufig in Kraftwerksturbinen, Entnahmebauwerke, Pumpen etc. Aufgrund ihrer Körperlänge können sie schwere, meist letale Verletzungen erleiden; die kumulative Mortalität kann bei mehreren aufeinander folgenden Querbauwerken als erheblich eingeschätzt werden.

## 7. Bilanz - Was wurde erreicht, was bleibt zu tun?

Die Verbesserung der **Wasserqualität** des Rheins in den letzten 20 Jahren hat dazu geführt, dass das Fischartenspektrum wieder fast vollständig ist und viele charakteristische Flussarten unter den Wirbellosen, die im Rhein als ausgestorben oder stark dezimiert galten, heute wieder zum festen Bestandteil der Rheinflauna gehören. In Ansätzen lässt sich das auch für die aquatischen Makrophyten zeigen. Bestimmte Fischarten im Rhein und seinen Zuflüssen (z. B. Aal) sind jedoch teilweise noch immer mit **Schadstoffen** (Dioxinen, Furanen, dl-PCB, Quecksilber, gelegentlich auch Indikator-PCB, Hexachlorbenzol = HCB oder Perfluorooctansulfonsäure = PFOS) unter anderem aus Altlasten belastet (IKSR 2011b). In einem ersten gemeinsamen Untersuchungsprogramm wird die Kontamination von Biota (Fischen) mit Schadstoffen im Rheineinzugsgebiet koordiniert erfasst (IKSR 2014a). Jedoch können diese überwiegend auf das Lebensmittelrecht ausgerichteten Untersuchungen nicht ohne Weiteres auf ökosystemare Fragen übertragen werden. Über die Auswirkungen der **(Misch-)toxizität** von im Rhein nachgewiesenen Schadstoffen auf Organismen im Fließgewässer, insbesondere auf die Fischgesundheit verschiedener Lebensstadien, auf die Fruchtbarkeit / Fortpflanzungsfähigkeit, die Bewegungsfähigkeit und potenzielle Zusammenhänge mit Fischkrankheiten ist noch wenig bekannt.

Eine neue Herausforderung an den Gewässerschutz stellen die **Mikroverunreinigungen** dar. In den heute üblichen mechanisch-biologischen Kläranlagen werden viele Mikroverunreinigungen – wie Pflanzenschutzmittel, Hormone oder Medikamente – nicht oder nur teilweise aus dem Abwasser entfernt und gelangen so in die Oberflächengewässer. Ob und welche Auswirkungen durch diese Stoffe auf die Gewässerökologie ausgehen, ist noch nicht hinreichend erforscht. Um Einträge von Mikroverunreinigungen in die Gewässer zu reduzieren werden unterschiedliche Maßnahmen umgesetzt. Die IKSR hat den Auftrag 2018 über die festgestellten Entwicklungen Bilanz zu ziehen und auf dieser Grundlage zu entscheiden welche Maßnahmen zu treffen sind, die darauf abzielen, die Einträge von Mikroverunreinigungen über die ausschlaggebenden Eintragspfade zu verringern (IKSR 2013d).

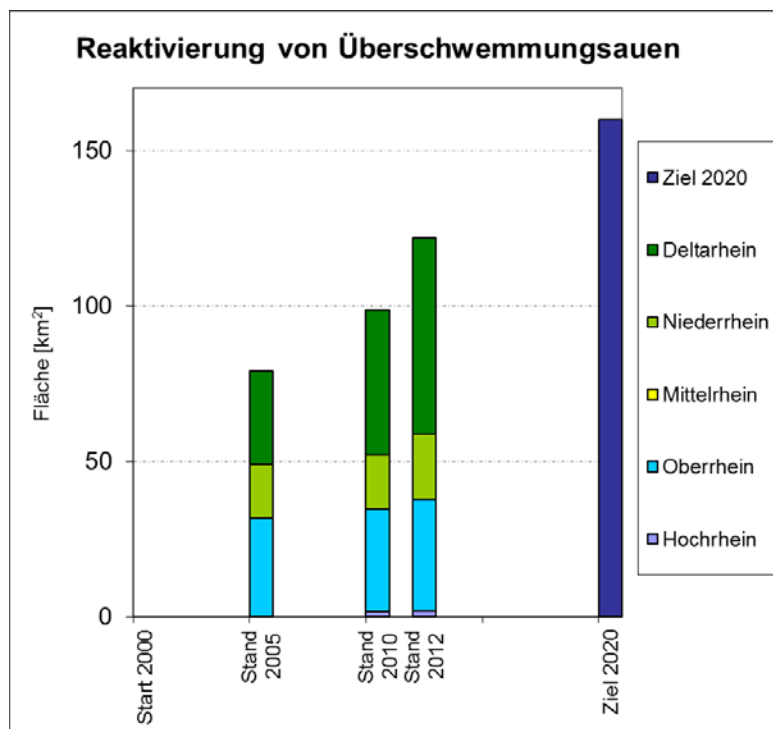
Anders als in den Binnengewässern ist für die Ökologie der Meeresküsten die **Stickstoffbelastung** maßgebend und daher kritischer als der Phosphor. Daher sind auch diesbezüglich die Anstrengungen zur Reduzierung weiterzuführen.

Im Zuge des **Klimawandels** könnten künftig häufiger bestimmte, für Fische **kritische Temperaturschwellenwerte**, überschritten werden (IKSR 2014b). So sind Temperaturen über 25 °C in 7 der letzten 12 Jahre aufgetreten, jedoch im Zeitraum von 1978-1989 nur einmal (IKSR 2013e). Ein Anstieg der Wassertemperaturen ist aber auch im Winter kritisch, z. B. wenn temperaturgesteuerte Winterruhephasen oder das Ausreifen von Geschlechtsorganen bei Fischen gestört werden. Zudem kann das Ausbleiben von Tagen mit sehr niedrigen Wassertemperaturen die dauerhafte Ansiedlung gebietsfremder, wärmeliebender Arten begünstigen (IKSR 2013a). Die anthropogene **thermische Belastung** des Rheins, die – bedingt durch die Abschaltung einiger Kernkraftwerke am Rhein – in den letzten Jahren bereits zurückgegangen ist, sollte daher weiter möglichst in Grenzen gehalten werden.

Die aktuelle ökologische Bewertung des Rheinökosystems ist eine Momentaufnahme, bei der sich dynamische biologische Wechselwirkungen im Zuge des Faunenaustausches mit den Reaktionen der Lebensgemeinschaften auf die Maßnahmenprogramme untrennbar vermischt haben (vgl. Tabelle 1 und 2). Teilweise führen auch methodische Aspekte zu Veränderungen in der Bewertung (Ableitung des ökologischen Potenzials, verbesserte Erhebungstechniken, etc., s. Tabelle 2). Aus den Langzeittrends der letzten 20 Jahre

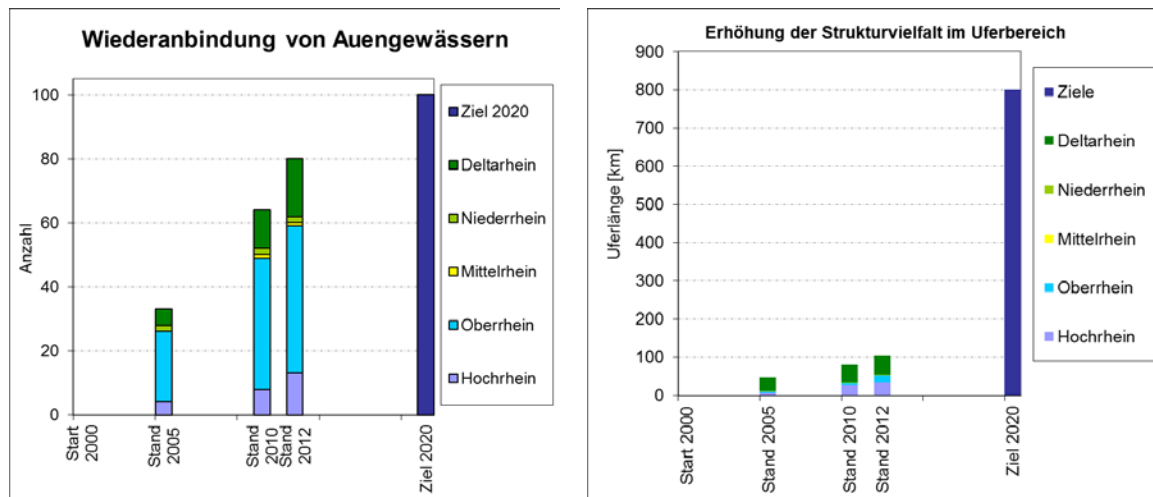
lassen sich aber auch klare und nachhaltige ökologischen Verbesserungen ableiten. Die künftige Umsetzung verschiedener ökologischer Maßnahmen könnte dazu beitragen diesen Trend fortzusetzen.

Zur **Verbesserung der Lebensräume** für Pflanzen und Tiere im Rhein sollte der Hauptstrom, wo immer möglich, wieder mit der Aue vernetzt werden, um wasserpflanzenreiche Seitengewässer und Nebengerinne als Lebensräume zu erschließen (Verbesserung der lateralen Durchgängigkeit, s. Tabelle 1). Im Zusammenhang mit Hochwasserschutzmaßnahmen wurde von 2000 bis 2012 bereits eine Fläche von über 100 km<sup>2</sup> als Überschwemmungsaue reaktiviert, die in den nächsten Jahren weiter ausgedehnt werden soll (Abbildung 19). Parallelbauwerke oder verlandende Bühnenfelder können strömungsberuhigte, vor Wellenschlag geschützte und strukturreiche Ersatzbiotope im Fluss bilden. Von dieser Uferdiversifikation profitieren u. a. Jungfische, Wasserpflanzen (Makrophyten) und auch das Makrozoobenthos. Die Entfernung überflüssiger Ufersicherungen (z. B. an Gleithängen) kann eine effektive Maßnahme sein, die ökologischen Folgen der sich rasch ausbreitenden invasiven Schwarzmundgrundel abzufedern, da diese Fischart vorrangig von den Blocksteinschüttungen profitiert (s. Tabelle 1).



**Abbildung 19:** Reaktivierung von Überschwemmungsaue im Zeitraum 2000 bis 2012

Zur Erhöhung der **Habitatvielfalt** sollen im Rahmen des Programms Rhein 2020<sup>3</sup> bis 2020 100 Altarme und Nebengewässer wieder an die Rheindynamik angebunden und frühere hydraulisch und biologisch wirksame Verbindungen zwischen Strom und Aue wieder hergestellt werden. Im Uferbereich soll auf mindestens 800 km an geeigneten Rheinabschnitten die Strukturvielfalt erhöht werden (s. Tabelle 1), wobei die Sicherheitsaspekte für Schifffahrt und Personen zu berücksichtigen sind. Abbildung 20 gibt einen Überblick über die im Zeitraum 2000 bis Ende 2012 umgesetzten Maßnahmen für den Wiederanschluss von Altarmen (links) und für die Verbesserung der Rheinuferstruktur (rechts).

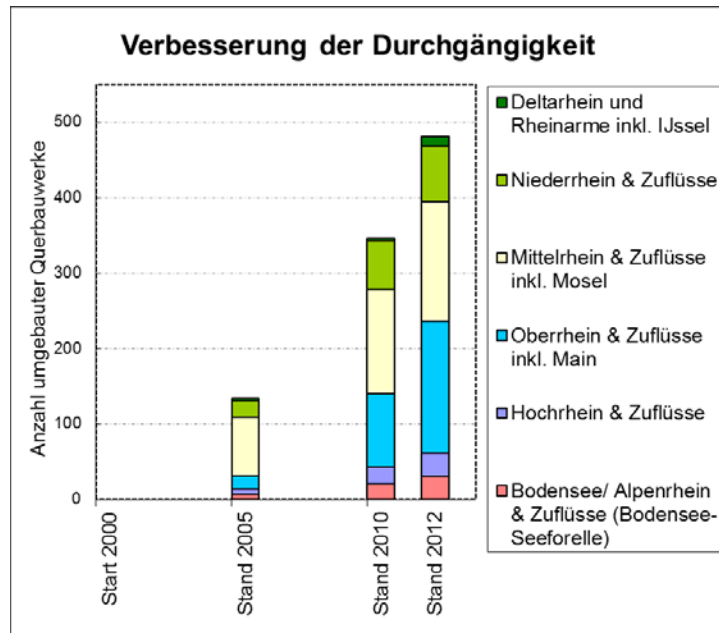


**Abbildung 20:** Anzahl der an den Rhein wiederangebotenen Auengewässer (links) und Länge der Uferstrecken am Rheinhauptstrom, an denen Maßnahmen zur Strukturverbesserung durchgeführt wurden (rechts).

Eine wichtige Grundlage für die Maßnahmenplanungen sind das Programm „Rhein 2020“ der IKSR sowie die Biotopverbundplanung für den Rhein (vgl. Broschüre „Der Rhein und sein Einzugsgebiet“ zur Rheinministerkonferenz 2013 sowie Broschüre und Atlas „Biotopverbund am Rhein“ 2006, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)).

Für die Etablierung und Sicherung der im Aufbau bzw. in Erholung begriffenen anadromen Wanderfischbestände ist die **Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit** des Rheins (Haringvliet, Staustufen im südlichen Oberrhein) und seiner Zuflüsse essentiell und weiter voranzutreiben (s. Tabelle 1). Es sollen auch möglichst viele identifizierte Laich- und Jungfischhabitate in sogenannten Programmgewässern im Rheineinzugsgebiet wieder zugänglich gemacht und / oder revitalisiert werden. Zudem sollte auf den weiteren Ausbau der Kleinwasserkraftwerke – insbesondere in Wanderfischgewässern – verzichtet werden. Eine wichtige Grundlage für die Maßnahmenplanungen ist der „Masterplan Wanderfische Rhein“ der IKSR (IKSR 2009, IKSR 2013b). Insgesamt wurden im Zeitraum 2000 bis 2012 480 Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit in den Programmgewässern umgesetzt (vgl. Abbildung 21). Es wird erwartet, dass sich diese Maßnahmen positiv auf die gesamte aquatische Fauna und Flora auswirken.

<sup>3</sup> [IKSR-Dokumente Rhein 2020](#)



**Abbildung 21:** Verbesserung der Durchgängigkeit im Rhein und seinen Nebenflüssen, insbesondere in den Programmgewässern für Wanderfische: Anzahl der umgebauten Querbauwerke. Stand Juni 2013

Schwierig sind dagegen Maßnahmen gegen die Einschleppung von Neobiota, da die Eintragspfade (z. B. Schiffskörper, Ballastwasser, beabsichtigte und unbeabsichtigte Aussetzung, Aquarienhandel etc.) vielfältig und schwer zu kontrollieren sind. Auch können bereits etablierte Neobiota nur in Einzelfällen durch gezieltes Management eingedämmt werden. Für zahlreiche eingeschleppte Arten ist aber bekannt, dass sie sich nach einer explosionsartigen Vermehrung auf ein niedrigeres Niveau einpendeln. Bei der Bewertung der Einwanderung neuer Arten darf man nicht vergessen, dass Natur kein statischer Zustand, sondern ein dynamischer Prozess ist, der fortlaufenden Veränderungen unterliegt. Die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit wird die Rückbesiedlung vielfältiger Habitats durch heimische Arten begünstigen. Die Umsetzung der verschiedenen ökologischen Maßnahmen unter Fortführung eines intensiven und koordinierten Biomonitorings wird auch in Zukunft die Beobachtung langfristiger Trends und Entwicklungen auf der Grundlage robuster Daten ermöglichen. Dies erscheint vor allem im Hinblick auf den Klimawandel von hohem Wert.

**Tabelle 1:** Ökologische Maßnahmen im Rheinhauptstrom

Maßnahmen im Rheinhauptstrom						
Maßnahme	Wirkung auf biologische Qualitätskomponente					Wo beobachtet
	Makrozoobenthos	Fischfauna	Phytoplankton	Phytobenthos	Makrophyten	
Reduzierung der Nährstoffbelastung		(+) natürlichere Lebensgemeinschaft, weniger Biomasse	(+) natürlichere Lebensgemeinschaft, weniger Biomasse	(+) natürlichere Lebensgemeinschaft	(+) Förderung der Bestände durch geringere Abschattung des Grundes (weniger Phytoplankton)	gesamter Rheinhauptstrom (s. IKSR-Bericht Nr. 224, 226, 228)
Entfernung von Ufersicherungen (insbesondere Blocksteinschüttungen)/Reduktion Verbauungsgrad der Ufer	(+) Erhöhung Artenvielfalt	(+) Reduktion gebietsfremde Grundeln			(+) Erhöhung Artenvielfalt	gesamter Rheinhauptstrom (s. IKSR-Bericht Nr. 223)
Parallelbauwerke oder verlandende Bühnenfelder als strömungsberuhigte, vor Wellenschlag geschützte und strukturreiche Ersatzbiotope im Fluss	(+)	(+) insbesondere Förderung von Jungfischen	(+)	(+)	(+) wichtige Strahlursprünge für Makrophyten, von dort aus Wiederbesiedlung von Bereichen mit Defiziten	Mittelrhein, Niederrhein, Deltarhein (s. IKSR-Berichte Nr. 225, 228)
Verbesserung der Anbindung von Zuflüssen, Auengewässern und Altwässern / laterale Durchgängigkeit	(+) Rückbesiedlung durch heimische Arten aus Refugien in den Nebenflüssen	(+) Förderung von pflanzen- und kieslaichenden Arten; Begünstigung der Vermehrung phytophiler Arten (Rotfeder, Hecht, Schleie); Jungfischhabitats für weitere Arten			(+) Verbreitung von Samen	gesamter Rheinhauptstrom (s. IKSR-Bericht Nr. 223 und Kap. 7 im 2. BWP Rhein)
Neuanlage od. Optimierung von Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen		(+) Langdistanz-Wanderfische erreichen Laichgewässer; Mittelstreckenwanderer können den Lebensraum wechseln (je nach Lebensstadium); Verbindung von lokalen Teilpopulationen => Erhöhung der Fitness			(+) Verbreitung von Samen mit aufsteigenden Fischen (Zoochorie)	Deltarhein, Oberrhein, Hochrhein und Rhein Nebenflüsse (s. Anlage 7 im 2. BWP Rhein)



**Tabelle 2:** Veränderungen in der ökologischen Bewertung aufgrund von biologischen Wechselwirkungen oder veränderten Methoden

Veränderung	Veränderungen in der ökologischen Bewertung aufgrund von biologischen Wechselwirkungen und methodischen Veränderungen beobachtet an biologischer Qualitätskomponente (Ursachen, Kommentare)					Wo beobachtet
	Makrozoobenthos	Fischfauna	Phytoplankton	Phytobenthos	Makrophyten	
Veränderung der Häufigkeit von Neozoen	(+) strenge Winter 2009/2010 u. 2012/2013 u. Wegfall einiger Wärme-einleitungen im Rhein	(+) Zunahme durch Einwanderung (Grundeln)				Rhein: <i>Corbicula fluminea</i> (Schöll et al. 2013)
	(+) Konkurrenz bei Einwanderung nah verwandter Arten durch Nischenüberlappung				Mittelrhein: <i>D. polymorpha</i> / <i>D. rostriformis</i> (Schöll et al. 2012), <i>C. curvispinum</i> / <i>C. robustum</i> (Fischer 2013)	
	(+) erhöhter Fraßdruck durch Grundeln (Neozoon)				Nördl. Oberrhein, Mittelrhein: Schöll et al. 2013	
mehr festgestellte Arten; Nachweise seltener Arten, die sonst unentdeckt blieben	(+) gesteigerte Untersuchungsintensität (Baggerschiff)	(+) gesteigerte Untersuchungsintensität im Rahmen des WRRL-Monitorings, neuartige Erfassungstechniken, mehr Kontrollstationen			(+) Ausbreitungstendenz einzelner Arten	gesamter Rheinhauptstrom (s. IKSR-Bericht Nr. 228)
weniger festgestellte Arten	(+) einige Neozoen sind seit 2006 nicht mehr nachweisbar				(+) methodische Ursachen, ungünstige Abflussverhältnisse (Hochwässer)	Hochrhein (s. IKSR-Bericht Nr. 225)
weniger Biomasse bei Phytoplankton			(+) Filtrationsaktivität eingewanderter Muscheln, günstige Abflussverhältnisse für Makrophyten			Mittelrhein, Niederrhein
Einführung eines Potenzialbewertungsverfahrens (biologisch abgeleitete Potenzialbewertung) führt in D bei einzelnen biologischen Komponenten zu günstigeren Bewertungsergebnissen	(+)	(+)				Oberrhein, Mittelrhein, Niederrhein

## Literatur

BORCHERDING, J. (2014): Der Nordseeschnäpel ist zurück im Rhein. Natur in NRW 4/2014: 32 - 36

FISCHER, J., F. WESTERMANN, S. WANNER, O. PRAWITT, M. ENGEL (2010): Starke Entwicklung von Wasserpflanzen im Rhein und seinen Nebengewässern – Ursachen und Interpretation. LUWG Jahresbericht 2009: 133 – 139

FISCHER, J. (2013): Inventur der Lebewelt von Rhein, Mosel und Saar. LUWG Jahresbericht 2012: 65 – 67

FRIEDRICH, G. & M. POHLMANN (2009): Long-term plankton studies at the lower Rhine/Germany. – Limnologica 39, 14-39

GERGS, R., M. KOESTER, K. GRABOW, F. SCHÖLL, A. THIELSCH, A. MARTENS (2014): *Theodoxus fluviatilis* re-establishment in the River Rhine: a native relict or a cryptic invader? – Conservation Genetics 15 (4): DOI 10.1007/s10592-014-0651-7

HARDENBICKER, P., S. ROLINSKI, M. WEITERE, H. FISCHER (2014): Temporal trends in the phytoplankton dynamics of the rivers Rhine and Elbe. - International Review of Hydrobiology 99, 287-299. DOI: 10.1002/iroh.201301680

IKSR (2006): Biotopverbund am Rhein. IKSR-Broschüre und Atlas, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2009): Masterplan Wanderfische Rhein. IKSR-Fachbericht Nr. 179, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2011a): Rhein-Messprogramm Biologie 2012/2013 - Endfassung mit ergänztem Anhang, Stand: August 2011 (unveröffentlicht).

IKSR (2011b): Kontamination von Fischen mit Schadstoffen im Einzugsgebiet des Rheins - Laufende und abgeschlossene Untersuchungen in den Rheinanliegerstaaten. IKSR-Fachbericht Nr. 195, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2013a): Aktueller Kenntnisstand über mögliche Auswirkungen von Änderungen des Abflussgeschehens und der Wassertemperatur auf das Ökosystem Rhein und mögliche Handlungsperspektiven. IKSR-Fachbericht Nr. 204, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2013b) Fortschrittsbericht zum „Masterplan Wanderfische Rhein“ 2010-2012, IKSR-Fachbericht Nr. 206, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2013c): Eingewanderte Grundelarten im Rheineinzugsgebiet, IKSR-Fachbericht Nr. 208, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2013d): 15. Rhein-Ministerkonferenz, Ministerkommuniqué, 2013, Basel

IKSR (2013e): Darstellung der Entwicklung der Rheinwassertemperaturen auf der Basis validierter Temperaturmessungen von 1978 bis 2011, IKSR-Fachbericht Nr. 209, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2013): Der Rhein und sein Einzugsgebiet. IKSR-Broschüre, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2014a): Vorschlag für ein Pilotprogramm für Messungen zur Kontamination von Biota/Fischen mit Schadstoffen im Einzugsgebiet des Rheins in den Jahren 2014/2015, IKSR-Fachbericht Nr. 216, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2014b): Abschätzungen der Folgen des Klimawandels auf die Entwicklung zukünftiger Rheinwassertemperaturen auf Basis von Klimaszenarien – Kurzfassung. IKSR-Fachbericht Nr. 211, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2015a): Das Phytoplankton des Rheins 2012, IKSR-Fachbericht Nr. 224, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2015b): Makrophyten im Rhein 2012/2013, IKSR-Fachbericht Nr. 225, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2015c): Benthische Diatomeen im Rhein 2012, IKSR-Fachbericht Nr. 226, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2015d): Das Makrozoobenthos des Rheins 2012/2013, IKSR-Fachbericht Nr. 227, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

IKSR (2015e): Monitoring Rheinfischfauna 2012/2013, IKSR-Fachbericht Nr. 228, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

ROTT, E., G. HOFMANN, K. PALL, P. PFISTER, E. PIPP (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobien Indikation.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1.-73

SCHÖLL, F., T. O. EGGERS, A. HAYBACH, M. GORKA, M. KLIMA, B. KÖNIG (2012): Verbreitung von *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) in Deutschland (Mollusca: Bivalvia). *Lauterbornia* 74, 111-15

SCHÖLL, F. (2013): Verbreitung der Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* (O. F. Müller 1774) in Abhängigkeit von der Wassertemperatur in deutschen Bundeswasserstraßen. - *Lauterbornia* 76, 85-90

VAN DAM, H., A. MERTENS, J. SINKELDAM (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28, 117/-133.

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. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2002.00875.x

WESTERMANN, F., F. SCHÖLL, A. STOCK (2007): Wiederfund von *Theodoxus fluviatilis* im nördlichen Oberrhein. - *Lauterbornia* 59, 67-72

## Glossar

**Abundanz:** Populationsdichte; Anzahl Individuen einer Art pro Flächeneinheit; bei Diatomeen: der prozentuale Anteil einer Art an der Gesamtzahl der an der jeweiligen Probestelle gezählten Individuen

**adult:** erwachsen, ausgewachsen, bezeichnet Lebensphase nach Geschlechtsreife

**anadrom:** vom Meer ins Süßwasser wandernd um dort abzulaichen

**Benthos:** Gesamtheit aller in der Bodenzone eines Gewässers vorkommenden Lebewesen

**benthisch:** bodenbewohnend

**Bioindikator:** Zeigerart; Lebewesen, das auf Änderungen der Umwelteinflüsse reagiert

**Buhne:** quer zum Ufer eines Flusses errichtetes dammartiges Bauwerk

**Chironomiden:** Zuckmücken

**Diatomeen:** Kieselalgen

**Dominanz:** Vorherrschen einer Art in einer Lebensgemeinschaft

**euryök:** in verschiedenen Lebensräumen vorkommend

**eutroph:** nährstoffreich, mit hohem Phosphatgehalt und damit hoher organischer Produktion

**Fauna:** Gesamtheit aller Tierarten in einem Gebiet

**Flora:** Gesamtheit aller Pflanzenarten in einem Gebiet

**Gilde:** Gruppe von Arten; Lebensgemeinschaft

**Habitat:** charakteristischer Lebensraum einer Pflanze, eines Tieres oder eines anderen Organismus

**Halophil:** Organismen, die in Umgebung mit erhöhter Salzkonzentration leben

**invasive Art:** Art, die sich in einem Gebiet ausbreitet, in dem sie nicht heimisch ist

**Invertebraten:** Wirbellose; vielzellige Tiere ohne Wirbelsäule

**letal:** tödlich

**Makrophyten:** mit bloßem Auge erkennbare Wasserpflanzen

**Makrozoobenthos:** mit bloßem Auge erkennbare Organismen des Gewässerbodens

**mesotroph:** mäßig nährstoffreich

**Mortalität:** Sterblichkeit

**Neobiota:** gebietsfremde, nicht heimische Arten

**Neophyt:** gebietsfremde Pflanzenart

**Neozoon /Neozoen:** gebietsfremde Tierart(en)

**Oligochaeten:** Wenigborster

**Phytobenthos:** niedere Wasserpflanzen (Algen), die am Gewässergrund leben

**phytophil:** pflanzenliebend; bei Reproduktionsgilden: Arten die auf Pflanzen ablaichen

**Phytoplankton:** Schwebalgen; pflanzliches Plankton

**Pionierart:** Arten, die durch besondere Anpassungen neu geschaffene Lebensräume schnell besiedeln

**Plankton:** Organismen, die frei im Wasser schweben und sich nicht gegen die Strömung bewegen können

**planktisch:** das Phytoplankton betreffend

**Potamal:** den Unterlauf eines Fließgewässers betreffend

**Refugium:** Rückzugsgebiet

**rheophil:** strömungsliebend

**Saprobie:** organische Belastung

**Smolt:** überwiegend silberfarbene Stadium junger Salmoniden (Lachs, Meerforelle) während der Abwanderung ins Meer

**Taxon, Taxa:** Einheit von Lebewesen innerhalb der biologischen Systematik (z. B. Art)

**Taxonomie:** Systematik der verwandtschaftlichen Beziehungen von Lebewesen

**taxonomisch:** die Taxonomie betreffend

**thermophil:** Wärme liebend

**Trophie:** Nährstoffbelastung / -angebot

**Tychoplankton:** nur zeitweise und zufällig im Plankton vorkommende Organismen

**ubiquitär:** überall vorkommend; weit verbreitet

**Zooplankton:** tierisches Plankton

## Anlagen

*Hinweis: Die Nummerierung der Karten entspricht der des 2. Bewirtschaftungsplans für die IFGE Rhein.*

Zu den Anlagen 1 bis 4:

2009 stand in Deutschland noch kein biologisch abgeleitetes Verfahren zur Ermittlung des ökologischen Potenzials erheblich veränderter Wasserkörper (HMBW) zur Verfügung.

2014 wurden für die Komponenten Makrozoobenthos und Fische neue Potenzialbewertungsverfahren genutzt. Bei der Bewertung der pflanzlichen Komponenten (Makrophyten, Phytobenthos) wird nur der Zustand und nicht das Potenzial bestimmt.

In den Niederlanden wurde bereits 2009 für alle Komponenten und für die Gesamtbewertung das Potenzial angegeben. Hierzu gibt es kein spezielles Verfahren, sondern es wird stets die Messlatte natürlicher Gewässer genutzt; für HMBW werden dann weniger strenge Ziele gesetzt. In Frankreich wird das ökologische Potenzial nur bei der Gesamtbewertung herangezogen.

- Anlage 1: Bewertung des Phytoplanktons im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015
- Anlage 2: Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten / Phytobenthos im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015
- Anlage 3: Bewertung des Makrozoobenthos im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015
- Anlage 4: Bewertung der Fischfauna im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015
- Anlage 5: Karte Bewertung des Phytoplanktons
- Anlage 6: Karte Gutachterliche Ersteinschätzung der Teilkomponente Makrophyten
- Anlage 7: Karte Bewertung des Phytobenthos / der Makrophyten
- Anlage 8: Karte Bewertung des Makrozoobenthos
- Anlage 9: Karte Bewertung der Fischfauna
- Anlage 10: Karte Bewertung des Ökologischen Zustands / des Ökologischen Potentials gesamt

Anlage 1: Bewertung des Phytoplanktons im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015

Bewertung des Phytoplanktons im Rhein nach WRRL für BWP 2009 und BWP 2015							sehr gut	1
							gut	2
<b>Stand: Dezember 2015</b>							mäßig	3
Bewertung der Qualitätskomponente nicht erforderlich		.					unbefriedigend	4
Keine Erhebung bzw. Bewertung der Komponente / Datenlage unzureichend							schlecht	5
Wasserkörper	Fluss-km	IKSR-Überblicksüberwachungs-Messstelle im Wasserkörper	Nation / Land	Kategorie BWP 2009	Kategorie BWP 2015	BWP 2009	BWP 2015	
<b>BODENSEE</b>								
BOD-OS Bodensee-Obersee	keine Kilometrierung	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natürlich	natürlich	2	2	
BOD-USZ Bod.-Untersee		Zellersee	CH / St. Gallen	natürlich	natürlich	2	2	
<b>HOCHRHEIN Bodensee – Basel</b>								
Hochrhein 1 - Bodensee bis Aaremündung	24-102,7	Unterseeabfluss Öhningen, Reckingen	CH / DE-BW	natürlich	natürlich		1	
Hochrhein 2 - Aaremündung bis Basel	102,7-170		CH / DE-BW	erheblich verändert	natürlich		1	
<b>OBERRHEIN Basel – Bingen</b>								
Oberrhein 1 - OR 1 - Rhein 1 - Alter Rhein, Basel bis Breisach	170-225	Weil am Rhein	CH / DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert		1	
Oberrhein 2 - OR 2 - Rhein 2 - Rheinschlinge, Breisach bis Strasbourg	225-292	oberhalb Rhinau	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert		1	
Oberrhein 3 - OR 3 - Rhein 3 - Staugeregelte Rheinstraße, Straßburg bis Iffezheim	292-352	Karlsruhe	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert		1	
Oberrhein 4 - OR 4 - Rhein 4 - Staustufe Iffezheim bis oberhalb Lautermündung	352-428		DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert		1	
Oberrhein 5 - OR 5 - Lauter- bis Neckarmündung	352-428		DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	2	1	
Oberrhein 6 - OR 6 - Neckar- bis Mainmündung	428 - 497	Worms	DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2	
Oberrhein 7 - OR 7 - Main- bis Nahemündung	497 - 529	Mainz/Wiesbaden	DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2	
<b>MITTEL RheIN Bingen – Bonn</b>								
Niederrhein 1 - NR 1 - Bad Honnef bis Leverkusen	639-701	Köln-Godorf	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2	
Niederrhein 2 - NR 2 - Leverkusen bis Duisburg	701-764	Düsseldorf-Hafen	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2	
Niederrhein 3 - NR 3 - Duisburg bis Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
Niederrhein 4 - NR 4 - Wesel bis Kleve	811-865	Niedermaerter / Rees	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
<b>DELTA RheIN Lobith -Hoek van Holland</b>								
Boven Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	erheblich verändert	erheblich verändert	.	.	
Maas-Waalkanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Nederrijn/Lek	954-980		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	.	.	
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	.	.	
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sifedrechtse Biesbosch, Waal, Afgedamde Maas-Noord	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	.	.	
Oude Maas (stromaufwärts Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek bis Hagestein	977-998		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	.	.	
Hollandsche IJssel	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	.	.	
Nieuwe Maas, Oude Maas (stromabwärts Hartelkanaal)	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	3	
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	künstlich	künstlich	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Noordzeekanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Twentekanal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Zwartemeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
Ketelmeer + Vossemeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
Markermeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
Randmeren-Oost	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
Randmeren-Zuid	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
IJsselmeer	n.a.	Vrouwezand	NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
Wattenmeer Festlandküste (Küstengewässer)	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
Wattenmeer (Küstengewässer)	n.a.	Dantziggat, Doove Balg west	NL	natürlich	natürlich	3	2	
Holländische Küste (Küstengewässer)	n.a.	Noordwijk 2	NL	natürlich	natürlich	2	2	
Wattenküste (Küstengewässer)	n.a.	Boomkendsdiep	NL	natürlich	natürlich	2	3	

**Anlage 2: Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten / Phytobenthos im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015**

Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten / Phytobenthos im Rhein nach WRRL für BWP 2009 und BWP 2015	J.	Bewertung der Qualitätskomponente nicht erforderlich Keine Erhebung bzw. Bewertung der Komponente / Datenlage unzureichend	sehr gut	1	Ökolog. Potenzial
			gut	2	2
Stand: Dezember 2015		Makrophyten / Phytobenthos: In DE-BW bezieht sich dieses Ergebnis auf die komplette Biokomponente. In Frankreich wurden nur Diatomeen bewertet.	mäßig	3	3
			unbefriedigend	4	4
			schlecht	5	5
Wasserkörper	Fluss-km	IKSR-Überblicksüberwachungs-Messstelle im Wasserkörper	Nation / Land	BWP 2009	BWP 2015
<b>ALPENRHEIN Reichenau – Bodensee</b>					
AR 3 Alpenrhein, OWK AT 10109000		Fussach	AT/ Vorarlberg/CH (SG)	2	2
<b>BODENSEE</b>					
BOD-OS Bodensee-Obersee	keine Kilometrierung	Fischbach-Uttwil	DE-BW	2	2
BOD-USZ Bod.-Untersee		Zellersee	CH / St. Gallen	2	2
<b>HOCHRHEIN Bodensee – Basel</b>					
Hochrhein 1 - Bodensee bis Aaremündung	24-102,7	Stein, Ellikon	CH / DE-BW	1	2
Hochrhein 2 - Aaremündung bis Basel	102,7-170	Sisseln, Pratteln/Wyhlen	CH / DE-BW	1	2
<b>OBERRHEIN Basel – Bingen</b>					
Oberrhein 1 - OR 1 - Rhein 1 - Alter Rhein, Basel bis Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	1	3
			FR	2	2
			Ergebnis der Abstimmung		2
Oberrhein 2 - OR 2 - Rhein 2 - Rheinschlinge, Breisach bis Strasbourg	225-292	oberhalb Rhinau	DE-BW	2	3
			FR	2	2
			Ergebnis der Abstimmung		2
Oberrhein 3 - OR 3 - Rhein 3 - Staugeregelte Rheinstrecke, Straßburg bis Iffezheim	292-352	oberhalb Gamsheim	DE-BW	2	3
			FR	3	2
			Ergebnis der Abstimmung		2
Oberrhein 4 - OR 4 - Rhein 4 - Staustufe Iffezheim bis oberhalb Lautermündung	352-428	Karlsruhe	DE-BW	2	3
			FR		3
			Ergebnis der Abstimmung		3
Oberrhein 5 - OR 5 - Lauter- bis Neckarmündung	352-428		DE-BW	2	3
			DE-RP	2	3
Oberrhein 6 - OR 6 - Neckar- bis Mainmündung	428 - 497		DE-BW	3	3
			DE-HE		3
Oberrhein 7 - OR 7 - Main- bis Nahemündung	497 - 529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE		3
			DE-RP	3	3
<b>MITTLERHEIN Bingen – Bonn</b>					
Mittelrhein (MR)	529-639	Koblenz	DE-HE		3
			DE-RP	3	3
<b>NIEDERRHEIN Bonn – Kleve-Bimmen / Lobith</b>					
Niederrhein 1 - NR 1 - Bad Honnef bis Leverkusen	639-701	Köln-Godorf	DE-NW	3	3
Niederrhein 2 - NR 2 - Leverkusen bis Duisburg	701-764	Düsseldorfer-Hafen	DE-NW	2	4
Niederrhein 3 - NR 3 - Duisburg bis Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	3	3
Niederrhein 4 - NR 4 - Wesel bis Kleve	811-865	Niedermaermter / Rees	DE-NW	2	3
<b>DELTARHEIN Lobith -Hoek van Holland</b>					
Boven Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	2	2
Maas-Waalkanaal	n.a.		NL	.	.
Nederrijn/Lek	954-980		NL	2	3
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	2	2
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afgedamde Maas-Noord	n.a.		NL	.	.
Oude Maas (stromaufwärts Hartelkanaal), Spul, Noord, Dordtsche Kil, Lek bis Hagestein	977-998		NL	2	2
Hollandsche IJssel	n.a.		NL	.	.
Nieuwe Maas, Oude Maas (stromabwärts Hartelkanaal)	n.a.		NL	.	.
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	2	2
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.a.		NL	.	.
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.a.		NL	.	.
Noordzeekanaal	n.a.		NL	.	.
Twentekanaalen	n.a.		NL	.	.
Zwartemeer	n.a.		NL	.	.
Ketelmeer + Vossemeer	n.a.		NL	.	.
Markermeer	n.a.		NL	.	.
Randmeren-Oost	n.a.		NL	.	.
Randmeren-Zuid	n.a.		NL	.	.
IJsselmeer	n.a.	Vrouwezand	NL	2	2
Wattenmeer Festlandküste (Küstengewässer)	n.a.		NL	5	3
Wattenmeer (Küstengewässer)	n.a.	Dantziggat, Doove Balg west	NL	4	4
Holländische Küste (Küstengewässer)	n.a.	Noordwijk	NL		
Wattenküste (Küstengewässer)	n.a.	Boomkensdiep	NL	.	.

In den Wasserkörpern Wattenmeer und Wattenmeer Festlandküste wird kein Phytobenthos bewertet, sondern Seegras und Strandschwengel (beide auf Qualität und Quantität).  
Die Messlatten für Makrophyten (und Fische) in den Niederlanden wurden 2012 verbessert, wodurch EKR-Werte zum Teil stark abweichen. Um die alten mit den verbesserten Messlatten vergleichen zu können, wurden die Daten aus 2012 anhand beider Messlatten geprüft. Das Gute Ökologische Potenzial wurde dann angepasst, so dass die Bewertungen aus 2009 und 2012 trotz allem gut miteinander verglichen werden können.



## Anlage 3: Bewertung des Makrozoobenthos im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015

Bewertung des Makrozoobenthos im Rhein nach WRRL für BWP 2009 und BWP 2015						sehr gut	1	Ökolog. Potenzial
						gut	2	2
Stand: Dezember 2015						mäßig	3	3
Bewertung der Qualitätskomponente nicht erforderlich						unbefriedigend	4	4
Keine Erhebung bzw. Bewertung der Komponente / Datenlage unzureichend						schlecht	5	5
Wasserkörper	Fluss-km	IKSR-Überblicksüberwachungs-Messstelle im Wasserkörper	Nation / Land	Kategorie BWP 2009	Kategorie BWP 2015	BWP 2009	BWP 2015	
<b>ALPENRHEIN Reichenau – Bodensee</b>								
AR 3 Alpenrhein, OWK AT 10109000		Fussach	AT / Vorarlberg / C H (SG)	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
<b>BODENSEE</b>								
BOD-OS Bodensee-Obersee	keine Kilometrierung	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natürlich	natürlich		.	
BOD-USZ Bod.-Untersee		Zellersee	CH / St. Gallen	natürlich	natürlich			
<b>HOCHRHEIN Bodensee – Basel</b>								
Hochrhein 1 Eschenzer Horn bis oberhalb Aare	24-102,7	oberhalb Mdg. Hemishofer B. - Rietheim	CH / DE-BW	natürlich	natürlich	2	2	
Hochrhein 2 unterhalb Aare bis einschl. Wiese	102,7-170	unterhalb Mdg. Aare - Basel	CH / DE-BW	erheblich verändert	natürlich	3	3	
<b>OBERRHEIN Basel – Bingen</b>								
Oberrhein 1 - OR 1 - Rhein 1 - Alter Rhein, Basel bis Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert	3		
		<i>Ergebnis der Abstimmung</i>		erheblich verändert	erheblich verändert		3	
Oberrhein 2 - OR 2 - Rhein 2 - Rheinschlinge, Breisach bis Strasbourg	225-292	oberhalb Rhinau	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4	
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert		4	
		<i>Ergebnis der Abstimmung</i>		erheblich verändert	erheblich verändert		4	
Oberrhein 3 - OR 3 - Rhein 3 - Staugeregelte Rheinstrecke, Straßburg bis Iffezheim	292-352	oberhalb Gamsheim	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert	4	5	
		<i>Ergebnis der Abstimmung</i>		erheblich verändert	erheblich verändert		3	
Oberrhein 4 - OR 4 - Rhein 4 - Staustufe Iffezheim bis oberhalb Lautermündung	352-428	Karlsruhe	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4	
		<i>Ergebnis der Abstimmung</i>		erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
Oberrhein 5 - OR 5 - Lauter- bis Neckarmündung	352-428		DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4	
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4	
Oberrhein 6 - OR 6 - Neckar- bis Mainmündung	428 - 497		DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
			DE-HE	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
Oberrhein 7 - OR 7 - Main- bis Nahemündung	497 - 529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE	erheblich verändert	erheblich verändert	4	2	
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
<b>MITTLERHEIN Bingen – Bonn</b>								
Mittelrhein (MR)	529-639	Koblenz	DE-HE	erheblich verändert	erheblich verändert	4	2	
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	4	2	
<b>NIEDERRHEIN Bonn – Kleve-Bimmen / Lobith</b>								
Niederrhein 1 - NR 1 - Bad Honnef bis Leverkusen	639-701	Köln-Godorf	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
Niederrhein 2 - NR 2 - Leverkusen bis Duisburg	701-764	Düsseldorf-Hafen	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4	
Niederrhein 3 - NR 3 - Duisburg bis Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	5	4	
Niederrhein 4 - NR 4 - Wesel bis Kleve	811-865	Niedermaerter / Rees	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	5	4	
<b>DELTARHEIN Lobith -Hoek van Holland</b>								
Boven Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4	
Maas-Waalkanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Nederrijn/Lek	954-980		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4	
Dordtse Biesbosch, Nieuwe Merwede	972-982		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afgedamde Maas-Noord	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3	
Oude Maas (stromaufwärts Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek bis Hagestein	977-998		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
Hollandsche IJssel	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4	
Nieuwe Maas, Oude Maas (stromabwärts Hartelkanaal)	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2	
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanal	998-1013	Maassluis	NL	künstlich	künstlich	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Noordzeekanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	3	
IJssel	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4	
Twentekanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2	
Zwartemeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
Ketelmeer + Vossemeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
Markermeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	3	
Randmeren-Oost	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2	
Randmeren-Zuid	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
IJsselmeer	n.a.	Vrouwezand	NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2	
Wattenmeer Festlandküste (Küstengewässer)	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3	
Wattenmeer (Küstengewässer)	n.a.	Dantzigat, Doove Balg west	NL	natürlich	natürlich	2	3	
Holländische Küste (Küstengewässer)	n.a.	Noordwijk	NL	natürlich	natürlich	2	3	
Wattenküste (Küstengewässer)	n.a.	Boomkensdiep	NL	natürlich	natürlich	3	2	

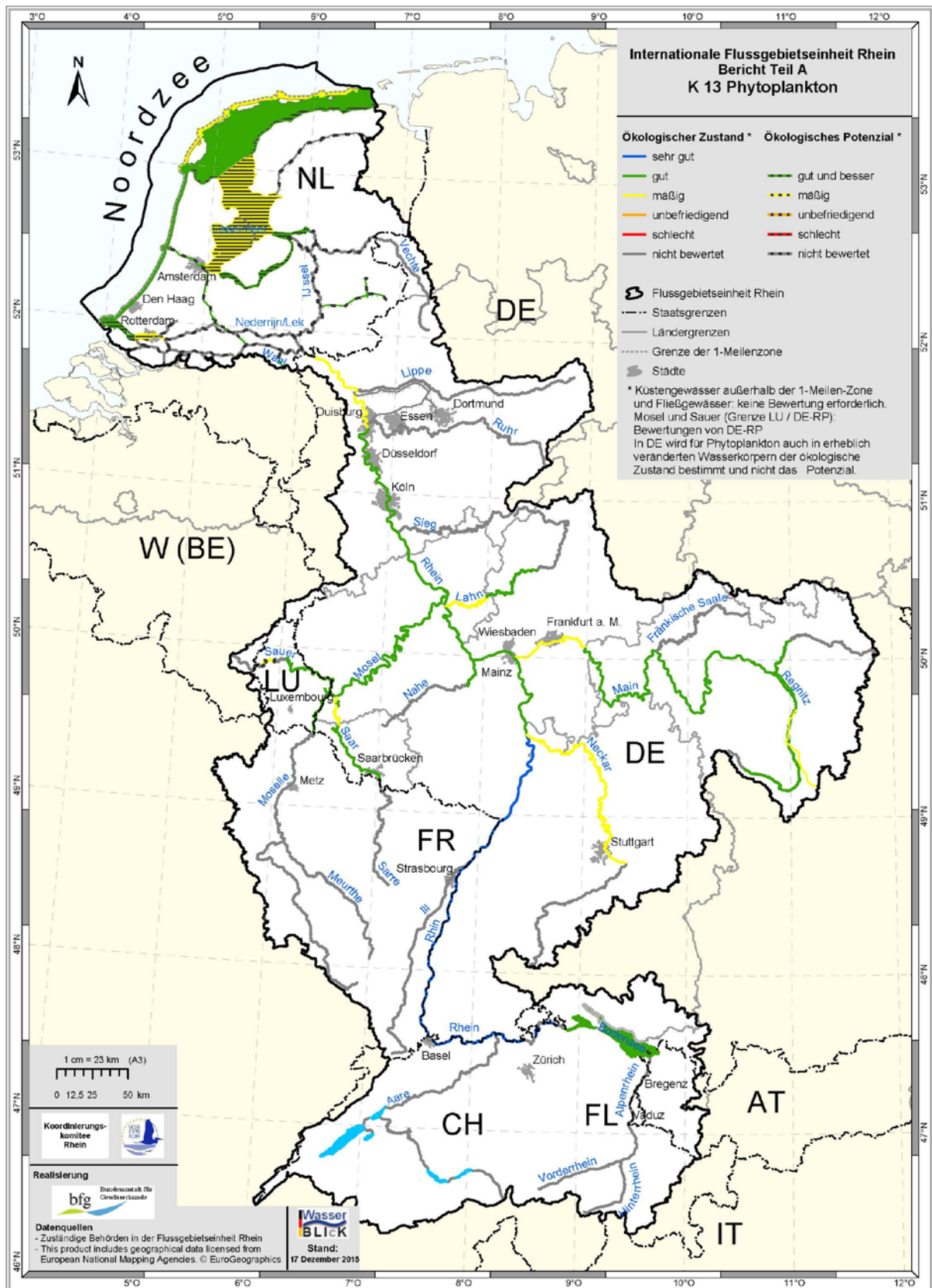
Anlage 4: Bewertung der Fischfauna im Rhein nach WRRL für den Bewirtschaftungsplan 2009 und den BWP 2015

Bewertung der Fischfauna im Rhein nach WRRL für BWP 2009 und BWP 2015	J.	Bewertung der Qualitätskomponente nicht erforderlich		sehr gut	1	Ökolog. Potenzial	
		Keine Erhebung bzw. Bewertung der Komponente / Datenlage unzureichend		gut	2	2	
		unterschiedliche Bewertung		mäßig	3	3	
	Stand: Dezember 2015	Fische: In den Niederrheinzufüssen in DE-NW wurde noch kein ökologisches Potenzial bestimmt. Die Abweichung von One-out-all-out-Prinzip bei den Wasserkörpern Oberrhein 7 und Mittelrhein ist zwischen DE-RP und DE-HE abgestimmt (die Ergebnisse für Fische in DE-RP sind repräsentativer). Die Bewertung der Fischfauna am OR 1 bis 4 ist unterschiedlich für DE-BW und FR. Eine Einigung für diese biologische Qualitätskomponente konnte nicht herbeigeführt werden.		unbefriedigend	4	4	
			schlecht	5	5		
Wasserkörper	Fluss-km	IKSR-Überblicksüberwachungs-Messstelle im Wasserkörper	Nation / Land	Kategorie BWP 2009	Kategorie BWP 2015	BWP 2009	BWP 2015
<b>ALPENRHEIN Reichenau – Bodensee</b>							
AR 3 Alpenrhein, OWK AT 10109000		Fussach	AT/ Vorarlberg/C	erheblich verändert	erheblich verändert	6	5
<b>BODENSEE</b>							
BOD-OS Bodensee-Obersee	keine Kilometrierung	Fischbach-Uttwil	DE-BW	natürlich	natürlich		2
BOD-USR Bod.-Untersee		Zellersee	DE-BW	natürlich	natürlich		
<b>HOCHRHEIN Bodensee – Basel</b>							
Hochrhein 1- Bodensee-Aaremündung	24-102,7	Hohentengen, Kadelburg	CH / DE-BW	natürlich	natürlich	3	3
Hochrhein 2- Aaremündung bis Basel	102,7-170	oberhalb u. unterhalb Rheinfeldern	DE-BW	erheblich verändert	natürlich	2	
<b>OBERRHEIN Basel – Bingen</b>							
Oberrhein 1 - OR 1 - Rhein 1 - Alter Rhein, Basel bis Breisach	170-225	Weil am Rhein	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert		2
		unterschiedliche Bewertung			erheblich verändert	erheblich verändert	
Oberrhein 2 - OR 2 - Rhein 2 - Rheinschlinge, Breisach bis Strasbourg	225-292	oberhalb Rhinau	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert		2
		unterschiedliche Bewertung			erheblich verändert	erheblich verändert	
Oberrhein 3 - OR 3 - Rhein 3 - Staugeregelte Rheinstrecke, Straßburg bis Iffezheim	292-352	oberhalb Gamsheim	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert		2
		unterschiedliche Bewertung			erheblich verändert	erheblich verändert	
Oberrhein 4 - OR 4 - Rhein 4 - Staustufe Iffezheim bis oberhalb Lautermündung	352-428	Karlsruhe	DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
			FR	erheblich verändert	erheblich verändert		2
		unterschiedliche Bewertung			erheblich verändert	erheblich verändert	
Oberrhein 5 - OR 5 - Lauter- bis Neckarmündung	352-428		DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
Oberrhein 6 - OR 6 - Neckar- bis Mainmündung	428 - 497		DE-BW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3
			DE-HE	erheblich verändert	erheblich verändert		3
		Worms	DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3
Oberrhein 7 - OR 7 - Main- bis Nahemündung	497 - 529	Mainz/Wiesbaden	DE-HE	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
<b>MITTLERHEIN Bingen – Bonn</b>							
Mittelrhein (MR)	529-639	Koblenz	DE-HE	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
			DE-RP	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
<b>NIEDERRHEIN Bonn – Kleve-Bimmen / Lobith</b>							
Niederrhein 1 - NR 1 - Bad Honnef bis Leverkusen	639-701	Köln-Godorf	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	2	3
Niederrhein 2 - NR 2 - Leverkusen bis Duisburg	701-764	Düsseldorf-Hafen	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
Niederrhein 3 - NR 3 - Duisburg bis Wesel	764-811	Duisburg-Walsum / Orsoy	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4
Niederrhein 4 - NR 4 - Wesel bis Kleve	811-865	Niedermoerter / Rees	DE-NW	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4
<b>DELTARHEIN Lobith -Hoek van Holland</b>							
Boven Rijn, Waal	880-930	Lobith	NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	4
Maas-Waalkanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2
Nederrijn/Lek	954-980		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3
Dordtse Biesbosch	972-982		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	4
Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afdamde Maas-Noord	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
Oude Maas (stromaufwärts Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek bis Hagestein	977-998		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
Hollandsche IJssel	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
Nieuwe Maas, Oude Maas (stromabwärts Hartelkanaal)	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert		3
Nieuwe Waterweg, Hartel-, Caland-, Beerkanaal	998-1013	Maassluis	NL	künstlich	künstlich		3
Amsterdam-Rijnkanaal Betuwepand	n.a.		NL	künstlich	künstlich	3	2
Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand	n.a.		NL	künstlich	künstlich	3	2
Noordzeekanaal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2
IJssel	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	4	3
Twentekanal	n.a.		NL	künstlich	künstlich	2	2
Zwartemeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2
Ketelmeer + Vossemeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2
Markermeer	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2
Randmeren-Oost	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	2	2
Randmeren-Zuid	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	2
IJsselmeer	n.a.	Vrouwezand	NL	erheblich verändert	erheblich verändert	3	3
Wattenmeer Festlandküste (Küstengewässer)	n.a.		NL	erheblich verändert	erheblich verändert	./.	./.
Wattenmeer (Küstengewässer)	n.a.	Dantziggat, Doove Balg west	NL	natürlich	natürlich	./.	./.
Holländische Küste (Küstengewässer)	n.a.	Noordwijk	NL	natürlich	natürlich	./.	./.
Wattenküste (Küstengewässer)	n.a.	Boomkensdiep	NL	natürlich	natürlich	./.	./.

NL: Die Bewertungen von 2009 weichen von den ursprünglichen Bewertungen ab, weil sie mit einer verbesserten Messlatte neu berechnet wurden. Sie wurden hier aufgenommen, um einen guten Vergleich mit 2014 zu ermöglichen.

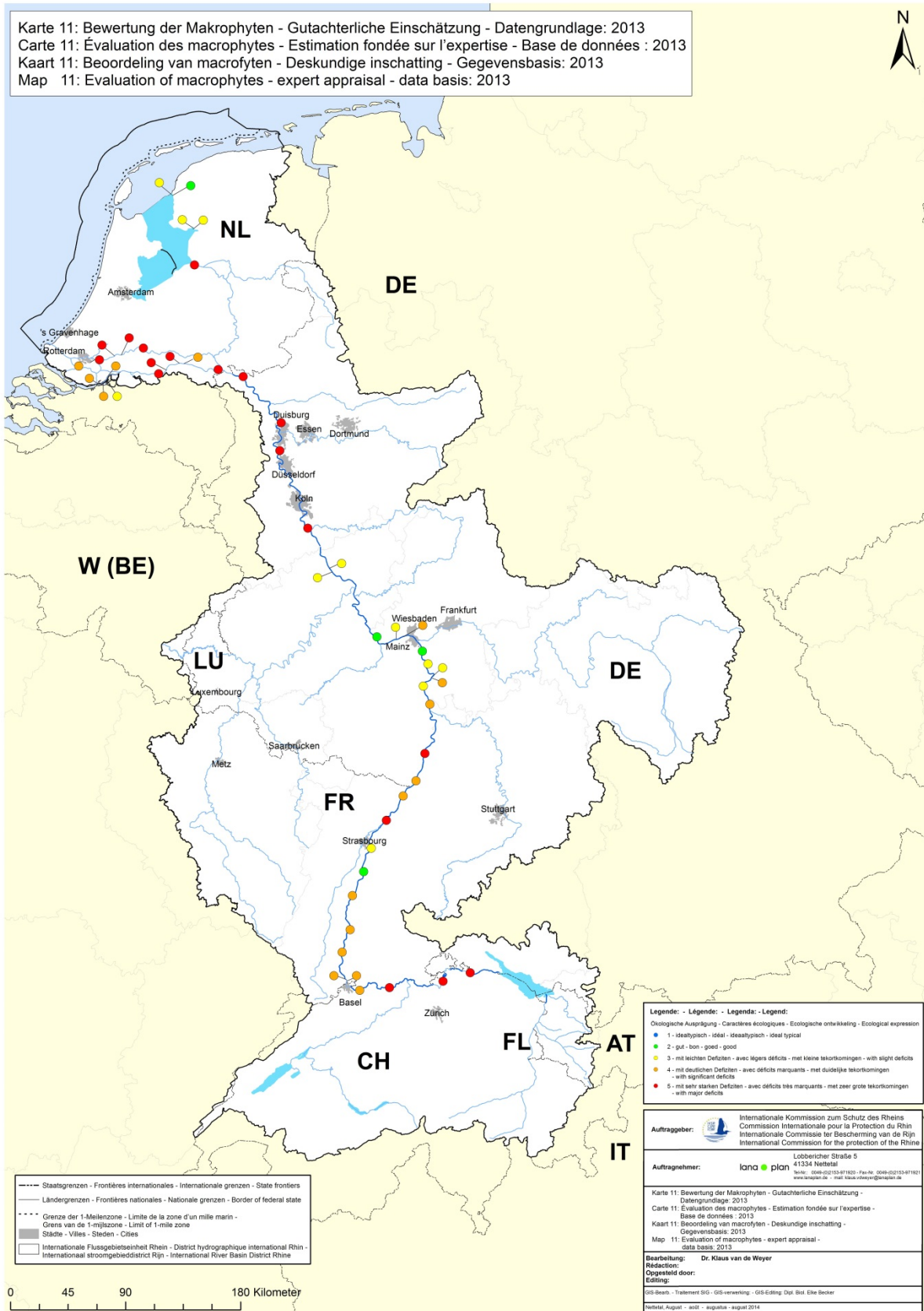
# Anlage 5: Karte Bewertung des Phytoplanktons

Karte 13 aus dem 2. BWP Rhein



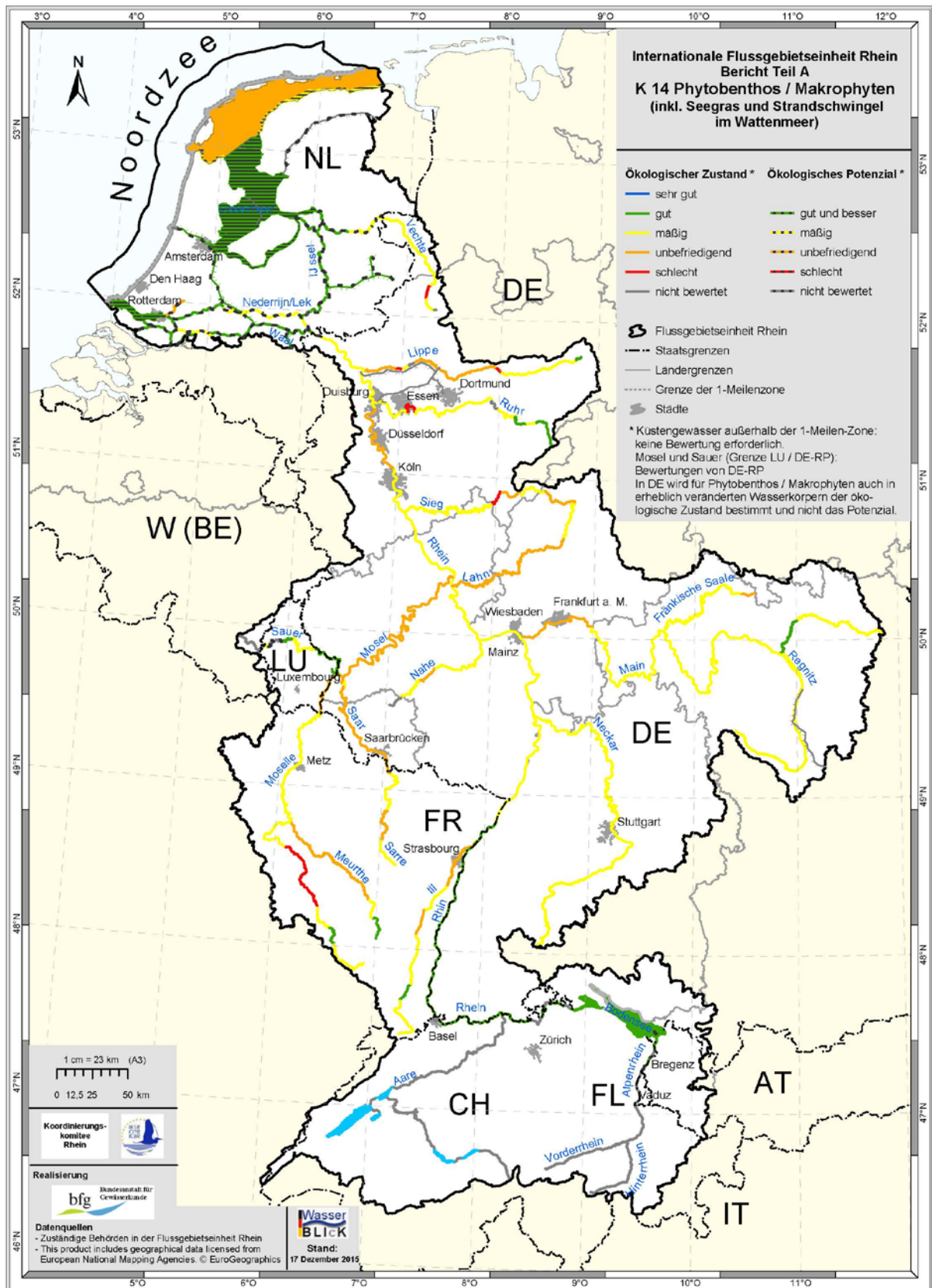


## Anlage 6: Karte Gutachterliche Ersteinschätzung der Teilkomponente Makrophyten (Datengrundlage 2013)



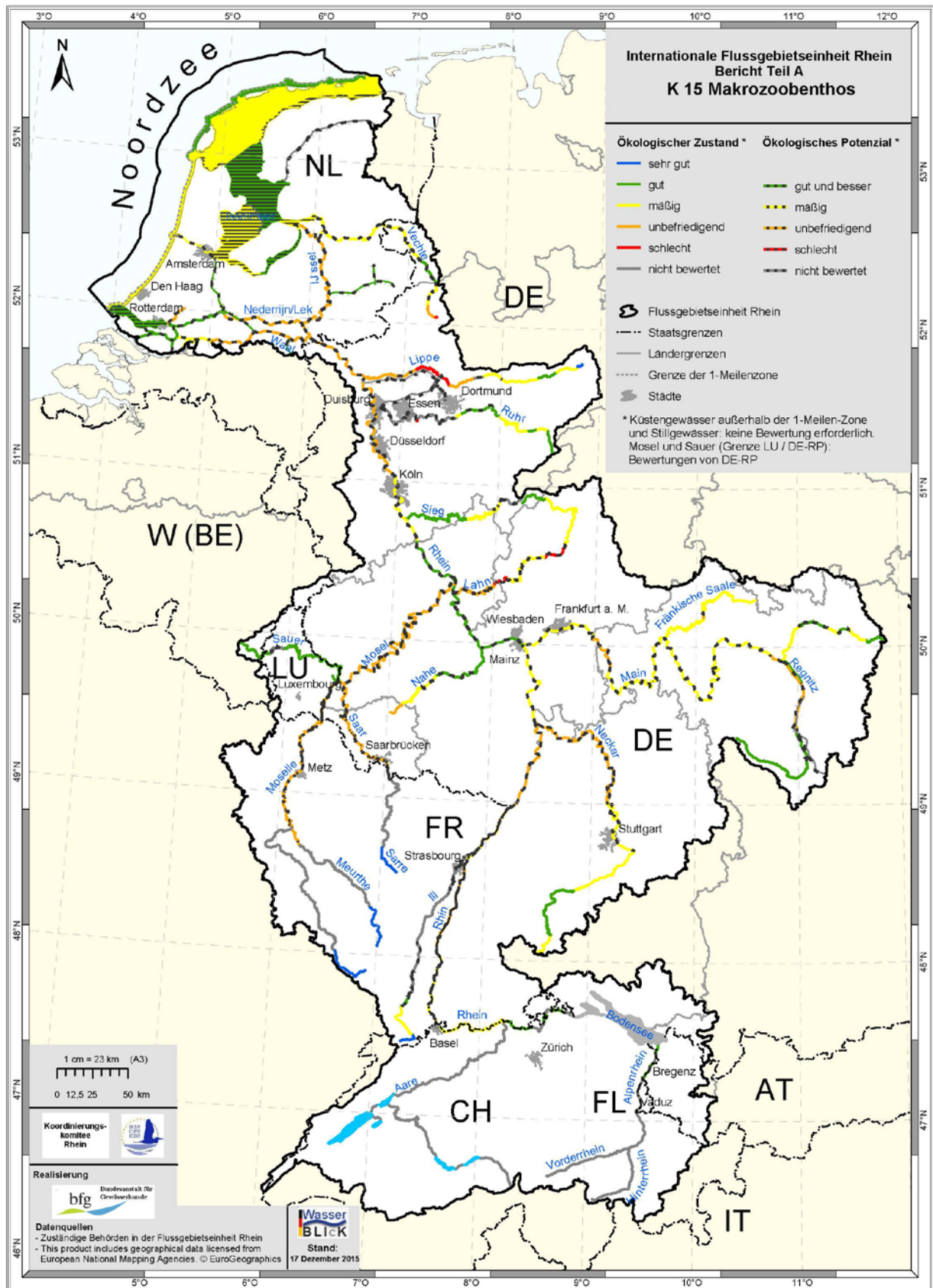
### Anlage 7: Karte Bewertung des Phytobenthos / der Makrophyten

Karte 14 aus dem 2. BWP Rhein



### Anlage 8: Karte Bewertung des Makrozoobenthos

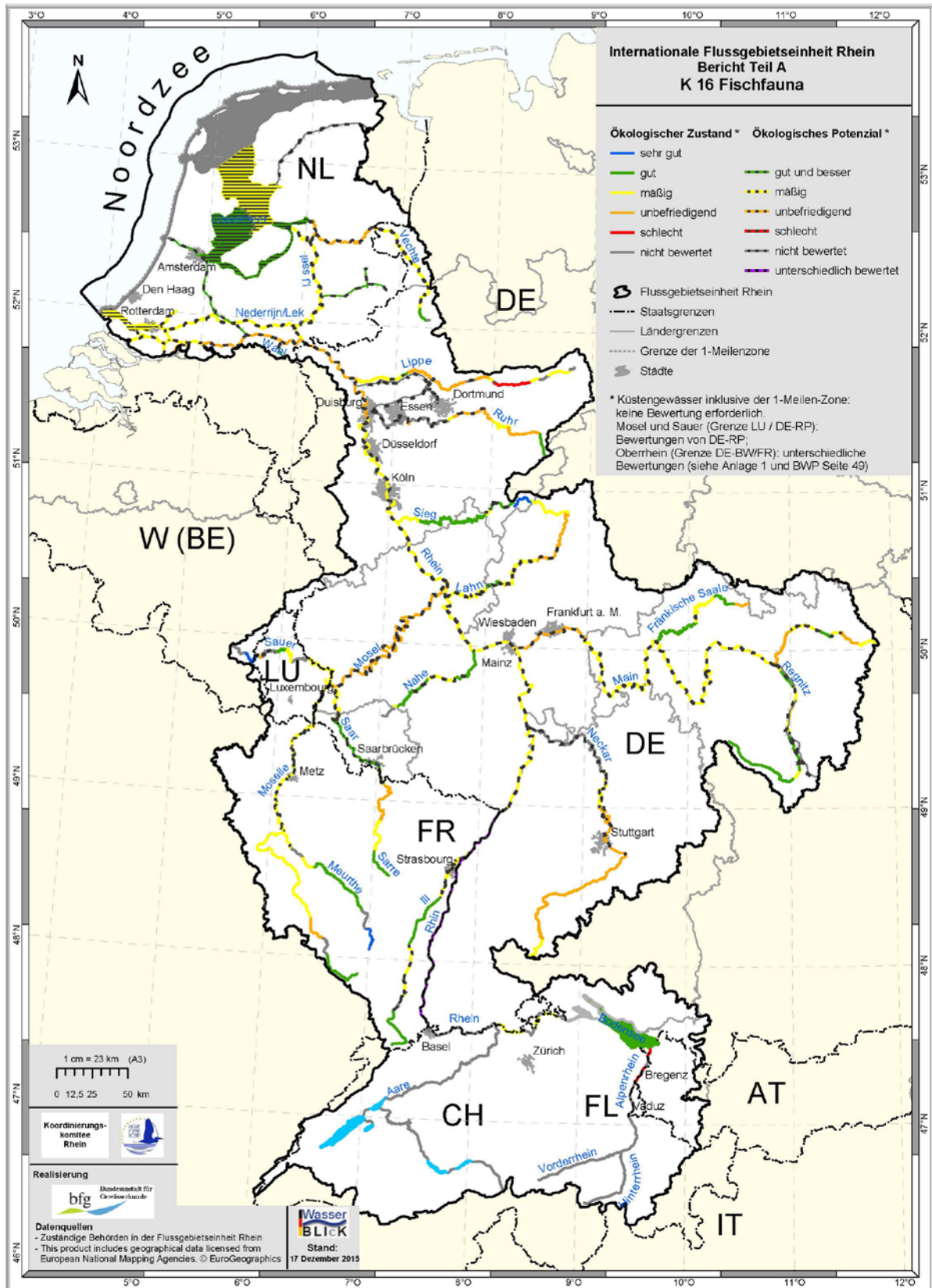
Karte 15 aus dem 2. BWP Rhein





### Anlage 9: Karte Bewertung der Fischfauna

Karte 16 aus dem 2. BWP Rhein



## Anlage 10: Karte Bewertung des Ökologischen Zustands / des Ökologischen Potenzials gesamt

Karte 17 aus dem 2. BWP Rhein

