



Rhein-Messprogramm Biologie 2006/2007 Teil A

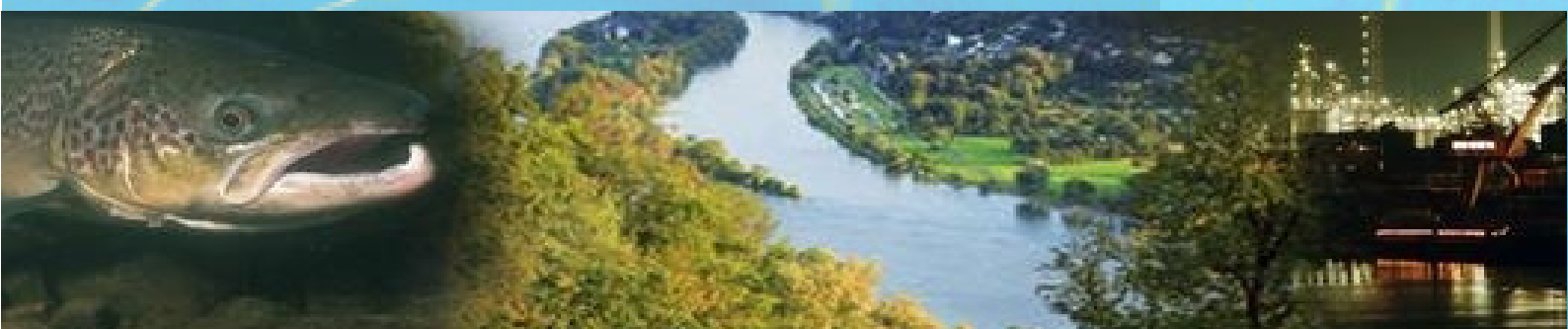
Synthesebericht über die Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrophyten / Phytobenthos, Makrozoobenthos, Fische

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Bericht Nr. 168



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 3-935324-80-4

© IKSr-CIPR-ICBR 2009



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Rhein-Messprogramm Biologie 2006/2007, Teil A

**Synthesebericht über die Qualitätskomponenten
Phytoplankton, Makrophyten / Phytobenthos,
Makrozoobenthos, Fische**



Rhein-Messprogramm Biologie 2006/2007, Teil I: Synthesebericht über die Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrophyten / Phytobenthos, Makrozoobenthos, Fische

Übersicht über die Berichtsteile

Teil I: Synthesebericht über alle Qualitätskomponenten

Teil II: Berichte pro Qualitätskomponente

II-A: Phytoplankton

II-B: Makrophyten

II-C: Phytobenthos (benthische Diatomeen)

II-D: Makrozoobenthos

II-E: Fische

Übersicht Teil I

Zusammenfassung	3
1. Einleitung	4
1.1 Das Rheinmessprogramm Biologie	4
1.2 Ermittlung des "ökologischen Zustands" anhand der biologischen Qualitätskomponenten nach WRRL	4
1.3 Indikation des ökologischen Zustands durch die einzelnen Qualitätskomponenten .	5
1.4 Charakterisierung der Rheinabschnitte	5
2. Untersuchungsprogramm	8
2.1 Zuständigkeiten	8
2.2 Datengrundlage	8
2.3 Probenahmestellen	9
2.4 Methoden	9
3. Ergebnisse der Einzelberichte zu den biologischen Qualitätskomponenten	10
3.1 Phytoplankton	10
3.2 Makrophyten	11
3.3 Phytobenthos (benthische Diatomeen)	12
3.4 Makrozoobenthos (benthische Wirbellose)	13
3.5 Fische	15
4. Ausblick	17
5. Literatur	18

Zusammenfassung

Im Rahmen des Programms „Rhein 2020“ wurden u. a. nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie in den Jahren 2006 bis 2007 die biologischen Qualitätskomponenten nach vergleichbaren Kriterien auf der gesamten Länge des Rheins untersucht. Neben einer Bestandsaufnahme zielt das „Rheinmessprogramm Biologie“ auf die Feststellung von Veränderungen der Lebensgemeinschaften ab und bewertet überblicksweise den ökologischen Zustand der Abschnitte des Rheinhauptstroms.

Dank der heutigen guten Wasserqualität und der bereits umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit und zur Erhöhung der Strukturvielfalt haben sich die Lebensgemeinschaften des Rheinhauptstroms deutlich regeneriert: Viele Arten sind zurückgekehrt; bei der Fischfauna ist das Artenspektrum nahezu vollständig. Im Längsverlauf des Rheins nimmt die Konzentration bestimmter (Nähr-)Stoffe jedoch deutlich zu und es mangelt an vielfältigen Lebensräumen, so dass viele typische Arten fehlen, nur in sehr geringer Anzahl oder lokal begrenzt vorkommen:

Der Hochrhein wird auf der Grundlage des Phytoplanktons und Phytobenthos als "sehr gut" und für das Makrozoobenthos als "gut" bewertet, was die gute Wasserqualität widerspiegelt, während dieser Abschnitt (ebenso wie der Alpenrhein) aufgrund der zahlreichen aufgestauten Bereiche und der fehlenden Erreichbarkeit bzw.

Durchgängigkeit für die Fischfauna Defizite aufweist. Der südliche Oberrhein zwischen Basel und Iffezheim ist ebenfalls staugeregelt. Ab dem nördlichen Oberrhein ist der Rhein bis zur Küste (inklusive IJsselmeer) durchgängig und die Fische profitieren von der freien Fließstrecke, es fehlen jedoch Strukturen und Verbindungen zu Nebengewässern.

Das Phytoplankton weist im schiffbaren Rhein von Basel bis zur Küste weiter auf eine "gute", im Niederrhein und Deltarhein stellenweise "mäßige" ökologische Qualität hin, während das Phytobenthos ab dem Oberrhein flussabwärts eine Verschlechterung zum "mäßigen" Zustand indiziert. Auch für die Makrophyten tritt auf dieser Strecke eine Verschlechterung von größtenteils gut ausgebildeten Beständen am Ober- und Mittelrhein bis zu arten- und wuchsformenarmen Strecken am Nieder- und Deltarhein (inklusive IJsselmeer) auf; dies spiegelt die Strukturarmut der unteren Rheinabschnitte wider. Die fehlenden Strukturen wirken sich ebenfalls auf das stark vereinheitlichte, von Neozoen durchsetzte Makrozoobenthos aus, das vom Oberrhein bis zur Küste (inklusive IJsselmeer) zwischen "mäßig" und "unbefriedigend" bewertet wird und lediglich im Wattenmeer in einem "guten" Zustand ist. Für die Komponente "Makrophyten" wird das Wattenmeer als "schlecht" eingestuft, denn es fehlt größtenteils das typische Seegras. Wie die Phytoplanktondaten zeigen, ist der Zustand im Wattenmeer mäßig; in den Küstengewässern schwankt die Wasserqualität von Jahr zu Jahr erheblich zwischen "sehr gut" und "unbefriedigend".

1. Einleitung

Der vorliegende Synthesebericht vereint die Ergebnisse der biologischen Überwachung am Rheinstrom gemäß Programm "Rhein 2020" mit der Bewertung für den "ökologischen Zustand" gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Die Daten zu den biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrophyten, Phytobenthos, Makrozoobenthos und Fische wurden einer Gesamtbetrachtung für den Rheinhauptstrom unterzogen.

1.1 Das Rheinmessprogramm Biologie

Das „Rheinmessprogramm Biologie“ (IKSR 2006) legt für jede biologische Qualitätskomponente die Details zu den Probenahmestellen im Rheinhauptstrom, zu den Methoden und zur Auswertung fest. Es folgt dabei in den EU-Staaten eng den Anforderungen der WRRL.

Die Hauptziele des Rheinmessprogramms Biologie sind

- (1) eine möglichst vollständige und repräsentative Bestandsaufnahme der biologischen Qualitätskomponenten (Artenerfassung – Gesamtartenlisten) im Rhein zwischen Bodensee und Mündung ins Meer unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gliederung des Rheins; einige Ergebnisse für den Alpenrhein und für die großen Seen (Bodensee, IJsselmeer) ergänzen diese Betrachtungen;
- (2) die Feststellung von Veränderungen im Artenbestand durch einen Vergleich der aktuellen mit vorhandenen historischen und rezenten Daten (Erhebungen im Hauptstrom Rhein ab Bodenseeauslauf bis zur Mündung in die Nordsee im Jahre 1990, 1995 und 2000);
- (3) die Feststellung von eventuellen bedeutenden Veränderungen der Dominanzverhältnisse zwischen den Arten;
- (4) die Einbeziehung von Untersuchungsergebnissen zur Fischmigration an bestimmten Stellen im Rhein (Fischpässe Iffezheim und Gamsheim bzw. in Nebenflüssen (Sieg- und Aggermündung, Moselmündung etc.);
- (5) eine erste Übersichtsbewertung des ökologischen Zustands der Abschnitte des Rheinhauptstroms.

1.2 Ermittlung des "ökologischen Zustands" anhand der biologischen Qualitätskomponenten nach WRRL

Zur Entwicklung von Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen von Flusseinzugsgebieten sollen gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) Gewässer hinsichtlich ihres ökologischen Zustandes bzw. ökologischen Potenzials bewertet werden. Als biozönotische Komponenten werden hierfür das Phytoplankton, die Makrophyten, das Phytobenthos, das Makrozoobenthos und die Fischfauna herangezogen (vgl. 1.3). Ziel der WRRL ist es, nach erfolgter Indikation des Ist-Zustandes ggf. Maßnahmen zu treffen, die für das Erreichen eines guten ökologischen Gewässerzustandes bis zum Jahre 2015 notwendig sind. Für erheblich veränderte Wasserkörper wird das Erreichen eines guten ökologischen Potenzials angestrebt. Die Entwicklung der dazu notwendigen Bewertungsverfahren in den EU-Vertragsstaaten wird von dem EU-

Interkalibrierungsprozess begleitet, der die Vergleichbarkeit der Bewertungsergebnisse gewährleisten soll (vgl. 2.4).

Der Rhein ist von den Anliegerstaaten fast auf seiner gesamten Länge als erheblich veränderter Wasserkörper eingestuft worden.

Die Ergebnisse dieses Syntheseberichts fließen in den Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein (Teil A) ein.

1.3 Indikation des ökologischen Zustands durch die einzelnen Qualitätskomponenten

Das **Phytoplankton** (Arztusammensetzung, Biomasse) indiziert die Nährstoffbelastung im Gewässer.

Das **Phytobenthos** (vor allem benthische Diatomeen = Kieselalgen) reagiert auf Veränderungen der Wasserqualität mit charakteristischen Verschiebungen des Artenspektrums und der Arthäufigkeiten und liefert Hinweise auf die Nährstoff- und Salzbelastung, die Saprobie und den Säurezustand im Gewässer.

Aquatische **Makrophyten** (Wasserpflanzen) können ebenfalls zur Beurteilung der Nährstoffbelastung von Fließgewässern herangezogen werden; sie reagieren aber auch deutlich auf Eingriffe in das Abflussregime (Potamalisierung, Stau) und spiegeln die strukturellen Bedingungen im Gewässer wider (Substratdiversität und -dynamik, Verbauungsgrad von Ufer und Gewässersohle).

Das **Makrozoobenthos** (an der Gewässersohle lebende Wirbellose) indiziert durch seine Artzusammensetzung, Dominanzen und das Vorkommen von Neozoen die Wasserqualität und die strukturellen Bedingungen im Gewässer.

Artzusammensetzung, Abundanz und Altersstruktur der **Fische** indizieren großräumige Strukturen, Durchgängigkeit, Abflussänderungen (z.B. Aufstau, Entnahme, Ausleitung) sowie thermische Belastungen.

1.4 Charakterisierung der Rheinabschnitte¹

Auf Grund der hydrologischen und geomorphologischen Gegebenheiten finden sich im Rhein sehr unterschiedliche Lebensräume. Auf den 1320 km Fließstrecke von den Schweizer Alpen bis zur Mündung in die Nordsee wird er deshalb folgendermaßen gegliedert:

Als die zwei wichtigsten der 13 benannten Quellflüsse des Rheins gelten der **Vorderrhein** und der **Hinterrhein**. Der Vorderrhein entspringt aus dem in 2340 m gelegenen Tomasee, Ursprung des Hinterrheins ist der Rheinwaldhornletscher am San Bernardino. Vorder- und Hinterrhein, die stellenweise durch tiefe und enge Schluchten fließen (z. B. Via Mala), sind typische alpine Gebirgsbäche mit felsigem Untergrund, niedriger Temperatur, hoher Strömungsgeschwindigkeit und guter Sauerstoffversorgung bei geringem Nährstoffgehalt. Bereits im Quellgebiet wird der Rhein durch wasserbauliche Maßnahmen (Rückhaltebecken, Wasserüberleitungen) morphologisch und hydrologisch verändert.

In 650 m Höhe, nach ca. 70 km Fließstrecke, vereinigen sich Vorder- und Hinterrhein zum **Alpenrhein**. Dieser knapp 100 km lange Rheinabschnitt folgt dem bis 10 km breiten Trogtal der ehemaligen Gletscher zum Bodensee. Die Stromsohle besteht aus mächtigen Aufschotterungen, die im letzten Jahrhundert zur Kiesgewinnung genutzt wurden, mit der Folge von Erosion und Grundwasserabsenkung. Auch in seinem Mündungsbereich in den Bodensee (Binnendelta) lagert der Alpenrhein Geröll ab. Im letzten Jahrhundert zum Hochwasserschutz durchgeführte Regulierungsmaßnahmen begradigten den Alpenrhein und schnitten ihn von seinen Auen bzw. Nebengewässern ab.

¹ Vgl. auch „(Abschnitts)Typologie für den natürlichen Rheinstrom“ - Fachbericht Nr. 147 - IKSr-Website www.iksr.org

Der **Bodensee** ist mit 535 km² flächenmäßig der drittgrößte See Mitteleuropas, gemessen am Wasservolumen (48 km³) sogar der zweitgrößte. Sein Einzugsgebiet beträgt 11.500 km², die durchschnittliche Tiefe 90 m (max. 254 m). 62 % des Wassers, das mit den Zuflüssen in den Bodensee gelangt, liefert der Alpenrhein. Der Bodensee selbst besteht aus zwei Teilen, die sich in vielen Merkmalen unterscheiden: dem sehr viel größeren und tieferen Obersee und dem flachen Untersee. Der Lebensraum des Bodensees ist gegliedert in Ufer- und Flachwasserzone (Litoral und Sublitoral), benthische Tiefenzone (Profundal) sowie Freiwasserbereich (Pelagial). Die Biozönose des Bodensees unterscheidet sich als Standgewässer deutlich von der Fließwasserlebensgemeinschaft des Rheins. Anthropogene Aktivitäten (Abwassereinleitungen, Seewassernutzung, Fischerei, atmogene Stoffeinträge etc.) haben die Ökologie des Bodensees in vielfältiger Hinsicht beeinflusst. Bei Stein verlässt der Rhein den Untersee. Der bis Basel als **Hochrhein** bezeichnete Abschnitt war ursprünglich durch starkes Gefälle, Abschnitte mit grobem Sohlsubstrat und Felsgrund sowie das Auftreten von Wasserfällen und Stromschnellen (Rheinfall bei Schaffhausen, Laufen bei Laufenburg) charakterisiert. Zur Energiegewinnung baute man seit Ende des letzten Jahrhunderts 11 Wasserkraftwerke und einige Hilfswehre, die den Charakter des Hochrheins stark veränderten. Auf weiten Strecken, insbesondere innerhalb von Rückstaubereichen der Flusskraftwerke, wird der Hochrhein in ein langsam fließendes Gewässer mit sandig-schlammiger Sedimentauflage verwandelt. An der Rheinbrücke Rheinfelden beginnt stromabwärts der schiffbare Hochrhein. Naturnahe, schnell und turbulent fließende Abschnitte mit vielfältigen Substratmosaiken aus Rheinschotter findet man vereinzelt noch zwischen Bodensee und Thurmündung sowie oberhalb des Zuflusses der Aare.

Der **südliche Oberrhein** (Basel - Karlsruhe) zeigte noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts das natürliche Bild eines Wildflusses, einen in viele Arme aufgegliederten Strom (Furkationszone) in einer bis zu 6 km breiten Aue, der mit jedem Hochwasser seinen Lauf änderte. Mit der Tulla'schen Oberrheinkorrektion (1817-1874) fasste man aus landeskulturellen Erwägungen den Rhein in ein geschlossenes Flussbett zusammen. Dies vergrößerte die Sohlenerosion insbesondere unterhalb Basels um das 20-fache mit der Folge, dass sich der Strom vertiefte und das Grundwasser bis unter den Wurzelbereich der Bäume absank.

Zur Energiegewinnung und zur Verbesserung der Schifffahrt wurde zwischen Basel und Breisach der Rheinseitenkanal (1927 - 1959) gebaut, der parallel zum so genannten **Alt-/Restrhein** verläuft. Dieser Restrhein, auf dem kein Schiffsverkehr möglich ist, ist der letzte frei fließende Stromabschnitt am südlichen Oberrhein. Zur Stützung des Grundwasserspiegels wurde von Breisach bis Straßburg die geplante Fortsetzung des parallelen Seitenkanals durch die so genannte Schlingenlösung ersetzt, bei der die Kanalschlingen wieder in das alte Bett einmünden. In den verbleibenden Restrheinabschnitten wird der Wasserstand durch Schwellen gestützt. Unterhalb von Straßburg verläuft der Rhein vollständig kanalisiert bis Iffezheim, der letzten Staustufe im Rhein. Die Stromsohle des südlichen Oberrheins besteht aus grobkörnigem Material, im Bereich der Isteiner Schwelle (Restrhein) auch aus Fels. In den Stauhaltungen lagert sich feinkörniges Sediment ab. Die Ufer sind in den Restrheinabschnitten relativ naturnah, in den übrigen Bereichen durch Steinschüttungen und Beton befestigt.

Im **nördlichen Oberrhein** (Karlsruhe - Bingen) vermindert sich das Gefälle. Ursprünglich begann der Fluss, abhängig von der morphologischen Gegebenheit, 2 - 7 km große Mäander mit häufigen Flussverlagerungen zu bilden. Seit dem letzten Jahrhundert wurde der Rheinverlauf durch Buhnenbau fixiert und infolge des Durchstichs mehrerer Rheinschlingen stark verkürzt. Charakteristisch für den heutigen nördlichen Oberrhein sind zahlreiche (z. T. ausgekieste) Altarme, die nur teilweise an den Rhein angebunden sind und (bei Hochwasser) durchströmt werden. Auf der Stromstrecke zwischen Oppenheim und Bingen (Rheingau) überwiegen auf Grund des geringen Gefälles Sedimentationsvorgänge und bilden eine Reihe von langgestreckten Inseln.

Im **Mittelrhein** (Bingen - Bonn) wandelt sich der Fluss mit dem Eintritt vom Rheingau in das Rheinische Schiefergebirge durch die Binger Pforte abrupt vom langsam strömenden Fluss mit hohem Feinkornanteil der Sedimente zum schnell fließenden Mittelgebirgsfluss mit felsigem Untergrund. Morphologische Veränderungen beschränken sich hier auf Felssprengungen und Sicherung der Ufer durch Steinschüttungen. Im Zuge der Mittelwasserregulierung wurden zahlreiche Buhnen gebaut sowie einige Inseln durch Querdämme an das Ufer angebunden.

Der **Niederrhein** (Bonn - Bimmen) weist aufgrund vergleichbaren Gefälles Ähnlichkeiten mit dem nördlichen Oberrheingebiet auf. Allerdings sind die Flusschlingen wegen der größeren Hochwasserführung hier wesentlich weiter. Der Niederrhein wurde seit dem Mittelalter durch Deiche eingeeengt, Ufer wurden befestigt, Seitenarme verbaut und Inseln an das Ufer angeschlossen. Seit dem letzten Jahrhundert erfolgte durch Buhnenbau die Mittelwasserregulierung. Charakteristisch sind ferner Vorlandauskiesungen, die z. T. an den Rhein angeschlossen sind. Die Stromsohle des Niederrheins besteht aus kiesigem bis sandigem Material.

Der **Deltarhein** gabelt sich an der deutsch-niederländischen Grenze bei Lobith in zwei nach Westen orientierte Hauptarme. Der südliche Hauptarm mit den Abschnitten Waal – Merwede – Noord – Nieuwe Maas ist die größte und bedeutendste Stromlinie des Deltas und transportiert 2/3 des Rheinwassers. Diesem Hauptarm folgt auch die Rheinkilometrierung. Der nördliche Arm – Nederrijn, später Lek - mündet in die Noord bzw. Nieuwe Maas. Vom Nederrijn zweigt nach Norden die (Geldersche) IJssel ab. Die Unterläufe dieser Flussarme sind im Rhein-Maas-Mündungsbereich vielfach untereinander sowie mit der Maas verbunden - auf natürliche und künstliche Weise.

An 3 Stellen mündet Rheinwasser in die Nordsee: in der Haringvliet (über Nieuwe Merwede und Hollands Diep), über den Nieuwe Waterweg (Noord/ Nieuwe Maas) und durch das **IJsselmeer** (über die IJssel), ein 1100 km² großer Süßwassersee, der 1932 bei der Eindeichung einer Meeresbucht, der ehemaligen Zuiderzee, entstand.

Die Stromrinnen im Mündungsgebiet waren ursprünglich noch zahlreicher und noch vielfältiger miteinander verbunden. Die Küstenlinie war in zahlreiche Inseln aufgelöst. Seit dem 8. Jahrhundert begann man, zur Landgewinnung Inseln mit zunehmender Effizienz einzudeichen, Marschen zu entwässern und zu entsalzen sowie Binnen- und Abschlussdeiche mit Schleusen zu errichten. Die Ufer des Deltarheins sind durch Buhnen und Steinschüttungen befestigt, die Stromsohle besteht aus Sand oder Schluff.

Im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRL gehören auch die küstennahen Bereiche und das Wattenmeer zur internationalen Flussgebietseinheit Rhein.

2. Untersuchungsprogramm

2.1 Zuständigkeiten

Das Rheinmessprogramm Biologie wurden im Auftrag folgender Dienststellen durchgeführt:

Österreich:

- Lebensministerium, Wien
- Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, Bregenz

Liechtenstein: Amt für Umweltschutz, Vaduz

Schweiz: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern

Bodensee: Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)

Deutschland:

- Baden-Württemberg: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Karlsruhe
- Rheinland-Pfalz: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG), Mainz
- Hessen: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Wiesbaden
- Nordrhein-Westfalen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), Recklinghausen
- Bund: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz

Frankreich:

- Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Metz
- DIREN Alsace, Straßburg
- Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Marly

Niederlande: RWS Waterdienst, Lelystad

2.2 Datengrundlage

Im Rahmen des Rheinmessprogramms Biologie wurden in den Jahren 2006 und 2007 umfassende biologische Erhebungen nach vergleichbaren Kriterien durchgeführt. Die Untersuchungen setzen die biologischen Erhebungen des „Aktionsprogramms Rhein“ der Internationalen Rheinschutzkommission (IKSR) auf der Länge des Rheins vom Bodensee bis zum Meer, die im Zeitraum 1985 bis 2000 in 5jährigem Abstand statt fanden, fort. Aus dieser Zeit liegen qualitative und quantitative Vergleichswerte für Fische, benthische Wirbellose (Makroinvertebraten) und Plankton (Phyto- und Zooplankton) vor. Neu hinzu gekommen ist auf Grund der Verpflichtungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) die Komponente Phytobenthos / Makrophyten (vgl. 1.3). Vorliegende Daten aus dem Vorder-, Hinter- und Alpenrhein wurden ebenfalls mit ausgewertet. Bodensee und IJsselmeer wurden im Rahmen gesonderter Programme beprobt. Im Zusammenhang mit der Umsetzung der WRRL sind auch die Küstengewässer und das Wattenmeer untersucht worden. Da sich die Salzwasser-Lebensgemeinschaften von denjenigen der Binnengewässer stark unterscheiden, sind diese niederländischen Daten separat ausgewertet und die Ergebnisse in die Berichte integriert worden.

2.3 Probenahmestellen

Tab. 1 (im Anhang) zeigt, an welchen Probenahmestellen und –strecken im Rheinhauptstrom welche biologischen Qualitätskomponenten in welchen Jahren untersucht wurden.

Teilweise wurden die im "Rheinmessprogramm Biologie" (IKSR 2006) zunächst vorläufig fest gelegten Probenahmestellen durch andere, vergleichbare im gleichen Rheinabschnitt ersetzt. Teilweise wurde auch Daten von zusätzlichen Untersuchungsstellen der Rheinanliegerstaaten mit ausgewertet.

2.4 Methoden

Die **Probenahmemethoden** sind bei IKSR (2006) beschrieben und folgen teilweise zusätzlichen nationalen Vorgaben (vgl. Einzelberichte Teil II, A bis E, jeweils Kap. 2). Alle Mitgliedstaaten, Bundesländer oder Regionen haben für jeden Wasserkörper-/Gewässertyp und für jede relevante Qualitätskomponente die Kriterien für die Bewertung des ökologischen Zustands, laut Anhang V der WRRL, festgelegt. Diese nationalen **Bewertungsmethoden** sind jeweils in Kap. 4 der Einzelberichte beschrieben. Sie sind für den Rheinhauptstrom durchaus kohärent, wie ein Vergleich innerhalb der IKSR zeigt. Der detaillierte Vergleich der Methoden für Beprobung und Bewertung der Nebengewässer ist Gegenstand der Interkalibrierung auf europäischer Ebene, die zurzeit noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

Anfang 2009 wurde nunmehr die jeweilige nationale Bewertung in den Rheinanliegerstaaten abgeschlossen, so dass die Bewertungsergebnisse für den Rheinhauptstrom zusammengestellt werden konnten.

3. Ergebnisse der Einzelberichte zu den biologischen Qualitätskomponenten

Im Folgenden wird eine Überblicksbewertung der koordinierten Untersuchungsergebnisse für jede biologische Qualitätskomponente für die einzelnen Rheinabschnitte beschrieben. Es handelt sich hierbei somit um eine rheinabschnittsbezogene Bewertung.

Die Bewertung für den Rheinstrom pro Wasserkörper und pro biologischer Qualitätskomponente ist den entsprechenden Karten im Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein, Teil A, zu entnehmen. Der Bewirtschaftungsplan wird bis zum 22. Dezember 2009 abgeschlossen und unter www.iksr.org veröffentlicht werden.

3.1 Phytoplankton

Den weitaus größten Anteil an der Planktonbiomasse – örtlich > 90% - bilden centrische Diatomeen; weitere wichtige Algengruppen sind Cryptomonaden und Chlorophyceen. Andere Gruppen sind nur temporär oder örtlich von Bedeutung. Auch das Zooplankton, das am Mittel- und Niederrhein untersucht worden ist, nimmt rheinabwärts zu. Quantitativ spielen Protozoen und Rotatorien, zeitweise auch freischwimmende Muschellarven, eine wichtige Rolle. Crustaceen sind nur von untergeordneter Bedeutung, ihr grazing-Einfluss auf das Phytoplankton wird als gering angesehen und überwiegend von den großen Muschelbeständen ausgeübt.

Im Vergleich zur Untersuchung vor sechs Jahren bleibt bei nur noch leicht zurückgehenden Nährstoffgehalten die Produktion des Phytoplanktons im gesamten Rheinhauptstrom annähernd auf gleichem Niveau.

Der Zustand des Planktons im Bodensee wird im Ober- und Untersee – nach jetzigem Kenntnisstand - als gut bewertet.

Der Hochrhein ist bei Öhningen als „gut“ zu bewerten; er wird hier noch stark vom Plankton des Bodensees bestimmt. Im flussabwärts gelegenen Reckingen hat er einen „sehr guten“ ökologischen Zustand. Auch der obere Abschnitt des Oberrheins ist zwischen Weil und Karlsruhe „sehr gut“. Der untere Oberrhein sowie der Mittelrhein sind anhand des Phytoplanktons als „gut“ einzustufen, der untere Niederrhein an der deutsch-niederländischen Grenze als „mäßig“. Dieser Längsgradient der Qualität spiegelt die rheinabwärts zunehmende Nährstoffkonzentration wider. Am Niederrhein begünstigt zusätzlich die bei abnehmender Strömungsgeschwindigkeit längere Wasseraufenthaltszeit die Phytoplanktonentwicklung, die schon im Mittelrhein deutlich zunimmt und bei Kleve ihren Höhepunkt erreicht. Im Deltarhein ähneln die Chlorophyll-a-Werte im IJsselmeer denen im Niederrhein, während im Mündungsbereich bei Maassluis niedrigere Werte gemessen wurden. An der Küste und im Wattenmeer schwankt die Chlorophyll-a-Konzentration erheblich von einem Untersuchungsjahr zum anderen (sehr guter bis unbefriedigender Zustand).

Teil II - A dieses Berichts legt die Untersuchungsergebnisse für das Phytoplankton detailliert dar.

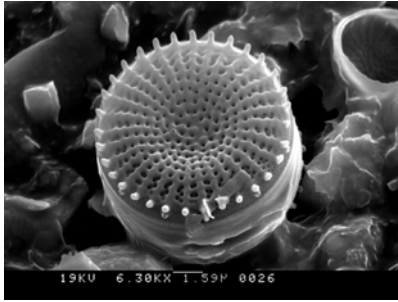


Abb. 1: Phytoplankton: zentrische Kieselalge *Stephanodiscus parvus*, rasterelektronenmikroskopische Aufnahme. Foto: V. Burkhardt-Gehbauer, IFS Langenargen

3.2 Makrophyten

Insgesamt sind im Rheinstrom 36 aquatische Makrophyten nachgewiesen worden. Dabei handelt es sich um 23 höhere Pflanzen (besonders häufig *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*), 8 Moose und 5 Armeleuchteralgen.

Die Gesamtdeckung der Makrophyten sowie Artenzahl und Anzahl der Wuchsformen nehmen im Laufe des Rheinstroms tendenziell ab. Höhere aquatische Pflanzen (Samenpflanzen und Farne) finden sich in allen Abschnitten des Rheinstroms. Taxonomische Gruppen, die gegenüber stärkerer Eutrophierung empfindlich sind, beschränken sich auf den Oberlauf bis zum Mittelrhein (submerse Großlaichkräuter) oder wurden nur im Hochrhein und im IJsselmeer nachgewiesen (Armeleuchteralgen). Im Hochrhein sind alle drei Probestellen arten- und wuchsformenreich (10-14 Arten). Im Oberrhein zeichnen sich die obersten Abschnitte bis zum Rhein-Kilometer 317 sowie der unterste Abschnitt bei km 542 ebenfalls durch arten- und wuchsformenreiche Ausbildungen (4 bis 10 Arten) aus. Die dazwischen liegenden Abschnitte weisen geringe Artenzahlen auf und sind arm an Wuchsformen, einige Abschnitte sind frei von Makrophyten. Im Mittelrhein wurde nur eine Probestelle untersucht, die arten- und wuchsformenreich ist. Im Niederrhein sind alle vier Probestellen arten- und wuchsformenarm mit maximal 3 Arten und weisen geringe Deckungen auf. Im Deltarhein wurde eine Probestelle mit hoher Anzahl an Wuchsformen national als "gut" bewertet, während eine andere Stelle aufgrund geringer Anzahl an Wuchsformen und geringer Bedeckung als "schlecht" bewertet wurde. Trotz des dortigen Vorkommens von Armeleuchteralgen, die die gute Wasserqualität anzeigen, wurde auch das IJsselmeer aufgrund der geringen Bedeckung und der geringen Anzahl an Wuchsformen als "schlecht" beurteilt. Im Wattenmeer wurde der Zustand aufgrund des größtenteils fehlenden Seegrases ebenfalls als "schlecht" bewertet.

Teil II-B dieses Berichts legt die Untersuchungsergebnisse für die Makrophyten detailliert dar.



Abb. 2 (links): Flutender Hahnenfuß *Ranunculus fluitans* Foto: K. van de Weyer.

Abb. 3 (rechts): Kieselalgen *Amphora pediculus* und *Navicula tripunctata*. Foto: M. Werum

3.3 Phytobenthos (benthische Diatomeen)

Von den 269 nachgewiesenen Diatomeentaxa im Rhein weisen *Amphora pediculus*, *Achnanthes minutissima*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia dissipata* und *Cocconeis placentula* die weiteste Verbreitung auf. Die genannten Arten bilden gleichzeitig die individuenreichsten Vorkommen aus und sind häufig als Massenformen zu finden. Durch abweichende Artenzusammensetzungen und -häufigkeiten wird im Flussverlauf eine deutliche Verschlechterung des ökologischen Zustands angezeigt. Sowohl die Trophie als auch die Saprobie sind im Hochrhein gering und nehmen im weiteren Fließverlauf zu. Die Salzbelastung ist vom Hoch- bis zum Mittelrhein vernachlässigbar; im Niederrhein wird eine geringe, aber kontinuierliche Salzbelastung angezeigt. Die untersuchten Stellen des Hochrheins weisen eine sehr gute ökologische Qualität auf. Während die untersuchten Abschnitte des Oberrheins bis Mannheim überwiegend als „gut“ zu bewerten sind, sind der mittlere und untere Oberrhein zumeist als „mäßig“ zu charakterisieren. Im Mittelrhein ergibt sich eine mäßige Qualität, wobei eine Tendenz zum guten Zustand besteht. Die ökologische Qualität des Niederrheins ist als gut bis mäßig zu charakterisieren. Im Deltarhein herrscht der gute Zustand vor; auf dem Weg in Richtung Nordsee tritt eine Verschlechterung auf. Teil II-C dieses Berichts legt die Untersuchungsergebnisse für das Phytobenthos detailliert dar.

3.4 Makrozoobenthos (benthische Wirbellose)

Insgesamt wurden am Rhein mehr als 560 Arten bzw. höhere Taxa nachgewiesen. Aspektbildend sind vor allem Weichtiere (Mollusca), Wenigborster (Oligochaeta), Krebse (Crustacea), Insekten (Insecta), Süßwasserschwämme (Spongillidae) und Moostierchen (Bryozoa). Die Individuendichten schwanken je nach Rheinabschnitt, Position im Querprofil und jahreszeitlichem Aspekt und liegen zwischen 0 und mehreren 10.000 Individuen/m².



Abb. 4: Larve der Eintagsfliege *Epeorus alpicola*. Foto: B. Eiseler

Im Vorder- und Hinterrhein sowie im Alpenrhein dominieren strömungsliebende Insektenarten, d.h. Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenlarven, die typisch sind für das Alpenrheinsystem. Die Vielfalt ist hoch und das Spektrum nimmt rheinabwärts zu. Von den dort eingeschleppten Neozoen konnte bislang noch keine Art in den Unterlauf des Alpenrheins einwandern. Der Zustand kann als gut bezeichnet werden. Lediglich der Schwall-Sunk-Betrieb der Wasserkraftwerke im Alpenrhein beeinträchtigt in erheblichem Maße die Benthosbiozönose.

Der Bodensee als Stillgewässer hat eine eigene, vom übrigen Rhein deutlich verschiedene Faunenzusammensetzung, deren Zustand nicht bewertet wurde.

Der Hochrhein ist einer der artenreichsten Rheinabschnitte. Hier lebt insbesondere in den frei fließenden Abschnitten eine naturnahe Makrozoobenthosgesellschaft. Zunehmend finden sich aber auch dort eingeschleppte Tierarten. Der Zustand kann als gut bezeichnet werden.

Die natürliche Längsgliederung des Rheins wird ab Basel durch anthropogene Eingriffe stark überlagert. Im schiffbaren, ausgebauten Rhein (Ober-, Mittel-, Niederrhein, Deltarhein) ist die benthische Fauna weitgehend vereinheitlicht und es dominieren - neben Neozoen (siehe unten) - 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. Der Zustand auf dieser Rheinstrecke kann als mäßig bis unbefriedigend, in einigen Bereichen am Niederrhein sogar als schlecht, bezeichnet werden. Für das Makrozoobenthos deutet die Situation in den Küstengewässern auf einen mäßigen Zustand hin, während der Zustand im Wattenmeer als gut eingestuft wird.

Das Makrozoobenthos im Rhein ist eng mit der stofflichen Belastung des Flusswassers verknüpft. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden noch rund 165 Arten, darunter 100 Insektenarten, nachgewiesen. Analog zur steigenden Abwasserbelastung des Rheins und dem damit sinkenden Sauerstoffgehalt sank diese Zahl drastisch, vor allem seit Mitte der 1950er bis Anfang der 1970er Jahre. So wurden 1971 nur noch 5 Insektenarten nachgewiesen. Mit der Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse durch den Bau von industriellen und kommunalen Kläranlagen kehrten viele charakteristische Flussarten, die im Rhein als ausgestorben oder stark dezimiert galten, ab Mitte der 1970er Jahre zurück. Allerdings fehlen noch viele Arten. Zum Teil sind deren Rückzugsräume so weit entfernt, dass eine Wiederkehr auf natürlichem Wege unwahrscheinlich ist.



Abb. 5: Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*. Foto: K. Grabow

Die Neozoen, im Rhein vor allem seit dem Jahr 1992 über den Main-Donau-Kanal aus fremden Regionen eingeschleppte Tierarten, besiedeln den Hauptstrom und die Nebenflüsse oft in erheblichen Biomassen und breiten sich – oft auf Kosten der heimischen Fauna - mit dem Schiffsverkehr auch entgegen der Strömung aus. Sie werden teilweise durch anthropogene Einflüsse wie die erhöhte Wassertemperatur, wasserbauliche Maßnahmen und Wasserinhaltsstoffe begünstigt. Die Dominanz und Konstanz (= relative Häufigkeit bzw. Verteilung einer Art im Vergleich zu den übrigen Arten, bezogen auf einen bestimmten Lebensraum) von Neozoen führt teils zu einer erheblichen Umstrukturierung der Lebensgemeinschaft. Ursprüngliche Rheinarten (z. B. *Hydropsyche* sp.) oder Alt-Neozoen (z. B. *Gammarus tigrinus*) wurden verdrängt und abgelöst.

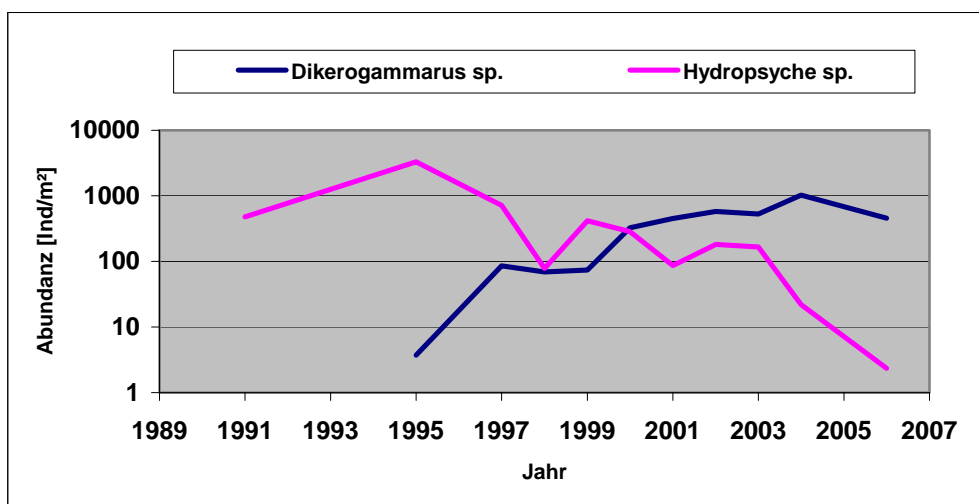


Abb. 6: Individuendichte des aus dem Schwarzen Meer eingeschleppten räuberischen Höckerflohkrebses *Dikerogammarus* sp. und der heimischen Köcherfliege *Hydropsyche* sp. am Mittelrhein.

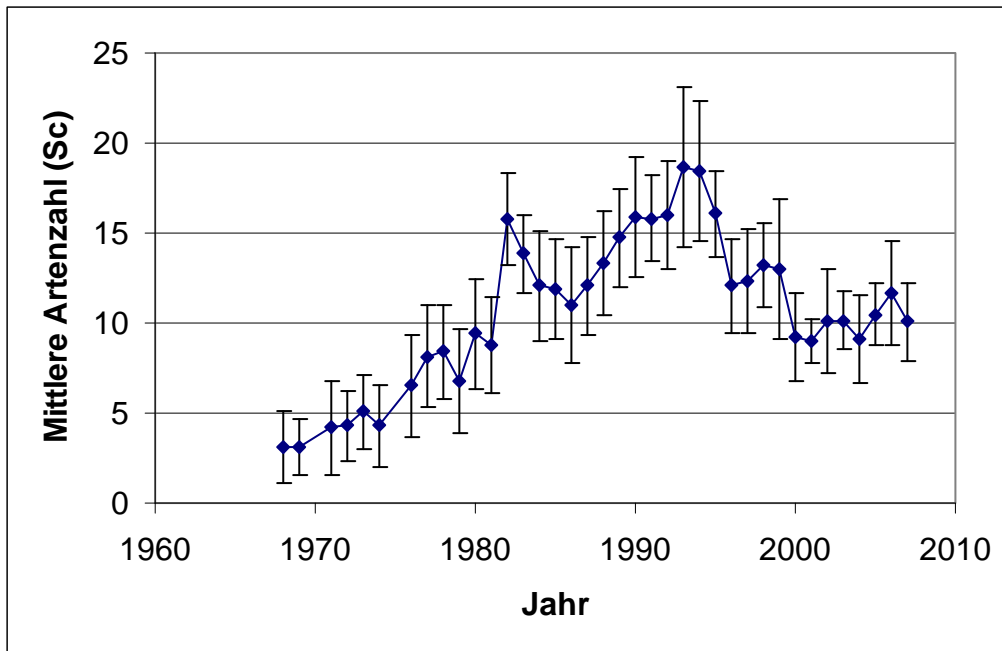


Abb. 7: Mittlere Artenzahl 1968 – 2006 am Niederrhein.

Zunahme der Artenzahl bis Anfang der 90er Jahre, bedingt durch Anstieg des Sauerstoffgehalts und Abnahme der Schadstoffbelastung; danach verstärkte Ausbreitung von Neozoen auf Kosten rheintypischer Arten

In den letzten 15 Jahren ist die Gesamtartenzahl im schiffbaren Rhein relativ konstant. Allerdings ist die mittlere Artenzahl pro Untersuchungsstelle seit 1995 rückläufig. Eine Ursache dafür sind vermutlich die Neozoen als biologischer Stressor. Der Mangel an geeigneten Habitaten im Fluss selber verhindert zudem die Rückkehr und räumliche Ausbreitung einer rheintypischen Benthosfauna. So kommen viele der um 1900 im Rhein belegten Insektenarten, wie die typische Rheineintagsfliege *Oligoneuriella rhenana*, bis heute höchstens in den Zuflüssen des Rheins vor, da sie im Hauptstrom keine geeigneten Lebensräume vorfinden.

Teil II-D dieses Berichts legt die Untersuchungsergebnisse für das Makrozoobenthos detailliert dar.

3.5 Fische

Das Arteninventar im Rhein ist nahezu vollständig: Inklusive der 3 vorkommenden Forellenvarianten und der eingeschleppten Arten wurden 67 Fischarten nachgewiesen. Damit kommen wieder alle historisch verbreiteten Arten vor, mit Ausnahme des Atlantischen Störs. Als neue nicht heimische Fischart ist seit den letzten Erhebungen im Jahr 2000 die Schwarzmundgrundel hinzugekommen. Neu in der Artenliste ist auch der Wolfsbarsch, der gelegentlich aus der Nordsee in Flussmündungen einwandert. Nicht mehr nachgewiesen wurden nach den Erhebungen in 2000 die Arten Hausen, Seesaibling und Silberkarpfen. Relativ anspruchslose Arten (Rotauge, Brachsen, Döbel, Flussbarsch, Ukelei, Kaulbarsch) dominieren. Der räuberische Rapfen hat deutlich zugenommen und sich räumlich ausgebreitet.

Die meisten Fischarten finden sich im Oberrhein und im Deltarhein inklusive IJsselmeer, wo auch einige marine Arten sowie Brackwasserarten vorkommen. Die wenigsten Arten finden sich – auch natürlich bedingt - im Alpenrhein. Jedoch lässt sich weder im Stromverlauf, noch in der Entwicklung seit Mitte der 1990er Jahre eine deutliche Tendenz der Artenzahl beobachten.

Die zahlreichen staugeregelten Bereiche im Rhein und in den meisten Nebenflüssen weisen als Lebensraum für die Fischfauna erhebliche Defizite gegenüber den freien Fließstrecken auf. Im Alpenrhein sind der Gewässerausbau, das im Rahmen der

Wasserkraftnutzung zur Stromproduktion veränderte Abflussregime (Sunk-Schwall-Betrieb) sowie die Abtrennung der Zuflüsse und des Unterlaufes limitierende Faktoren für die Fischfauna. Im staugeregelten Alpenrhein, Hochrhein und südlichen Oberrhein fehlen Habitate für strömungsliebende (rheophile) Arten. Die Häufigkeiten und Biomassen sind durchweg relativ niedrig. Im Hochrhein stehen die Bestandsrückgänge von Äsche und Nase stellvertretend für die mangelhafte Habitatqualität für rheophile Arten.

Für Arten, die in Kies und krautigen Bereichen ablaichen oder einen Teil ihres Lebenszyklus (Jungfischstadium) in Altarmen und pflanzenreichen Stillgewässern verbringen, fehlen weiterhin Habitate (lateral angebundene Auen- und Seitengewässer, überflutete Bereiche, Strukturen im Hauptstrom). Entsprechend gering sind die Individuenzahlen vorrangig bei phytophilien und stagnophilen Arten (u. a. Rotfeder, Hecht, Schleie, Karausche, Schlammpeitzger) sowie bei dem an Großmuschelbestände gebundenen Bitterling.

Im Stromabschnitt Iffezheim – Gamsheim hat die Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit dazu geführt, dass ehemals verschollene anadrome Wanderfische (Lachs, Meerforelle, Meer- und Flussneunauge, sporadisch der Maifisch) wieder vorkommen.

Die aktuelle Wasserqualität des Rheins ist für die Fischfauna kein limitierender Faktor. Lokal können allerdings höhere Wassertemperaturen, Feinsedimenteinträge und Einleitungen eine Belastung für die Fische darstellen.

Wanderfische

Die Gewässersysteme, die hinsichtlich ihrer Durchgängigkeit saniert wurden, weisen fast alle einen positiven Trend bei der Zahl der aus dem Meer rückkehrenden Salmoniden sowie der Naturvermehrung von Lachsen auf. Die Hauptreproduktionsgebiete liegen derzeit im Wupper-Dhünn-System, im Siegsystem, in der Ahr (vermutlich), im Saynbachsystem sowie in der Bruche (Illsystem). In 2007/2008 wurde erstmals auch eine umfangreiche Reproduktion für die Wisper (Mittelrhein) dokumentiert. Für einige Gewässersysteme des Nieder- und Mittelrheins (Sieg, Saynbach, ggf. Ahr und Wisper) ist davon auszugehen, dass zwischen 5 und 20% der Rückkehrer der Jahre 2007 und 2008 von im Freiland geborenen Wildlingen abstammen.

Die Meerforelle reproduziert vermutlich in den gleichen Habitaten wie der Lachs und profitiert von allen Maßnahmen zur Verbesserung von deren Erreichbarkeit und Qualität. Laichgruben des Meerneunauges wurden u. a. im Illsystem, in Wieslauter, Murg, Wisper, Saynbach, Nette sowie im Sieg- und Wupper-Dhünn-System gefunden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit reproduziert die Art auch im Oberrhein im Hauptstrom (bis Staustufe Straßburg). Reproduktions- und Jungfischnachweise des Maifischs fehlen; die Art scheint sich aufgrund der geringen Individuenzahlen nicht eigenständig zu etablieren. Umfangreiche Besatzmaßnahmen finden seit 2008 im Oberrhein (Hessen), im Niederrhein sowie in der Sieg (NRW) im Rahmen eines EU-LIFE-Projekts statt und der Maifisch wird von den bereits erfolgten und laufenden Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und zur Verbesserung der Habitate in diesen Gewässern ebenso profitieren wie die anderen Wanderfische, so dass mittelfristig von einer nachhaltigen Wiedereinführung der Art im Rheinsystem ausgegangen werden kann.

Die Bestände des Aals sind sehr stark zurückgegangen. Seit Beginn der 1980er Jahre ist der Zuzug der Glasaale an die europäischen Küsten auf wenige Prozent des langjährigen Mittelwertes zurückgegangen. Die Ursachen für diesen starken Rückgang sind vielfältig: Habitatverlust durch Gewässerausbau, Einschränkung des Aufstiegs durch Querbauwerke, Verlust von abwandernden Blankaalen an Wasserkraftwerken und Parasiten (*Anguillicola crassus*), Fischerei auf Glasaale, Gelbaale, Blankaale etc. Auch Veränderungen im marinen Lebensraum, vermutlich hervorgerufen durch den Klimawandel, können sich negativ auf die Population des europäischen Aals auswirken. Teil II-E dieses Berichts legt die Untersuchungsergebnisse für die Fischfauna detailliert dar.



Abb. 8: Meerneunauge. Foto: U. Weibel

4. Ausblick

Um den erreichten ökologischen Zustand des Rheins zu überwachen und den Erfolg der geplanten Maßnahmen zu dokumentieren, bleibt die kontinuierliche Überwachung der biologischen Qualitätskomponenten weiterhin unverzichtbar.

Der Zyklus des Rheinmessprogramms Biologie (bisher: alle 5 Jahre) wird mit den nach Wasserrahmenrichtlinie geforderten Untersuchungen (alle 6 Jahre) in folgender Weise harmonisiert: Eine ausführliche Berichterstattung in der vorliegenden Weise soll künftig alle 6 Jahre erfolgen. In diese Berichte fließen alle Daten über die biologischen Qualitätskomponenten ein, die – je nach nationalen oder WRRL-Vorgaben – jährlich oder alle 3 Jahre erhoben wurden. Da die Abfluss- und Witterungsverhältnisse von Jahr zu Jahr deutlich differieren, sollten die Behörden der Staaten bzw. Länder/Regionen im Rheineinzugsgebiet jedoch für alle biologischen Qualitätskomponenten Daten aus einem Kalenderjahr (i. e. 2012) zur Verfügung stellen. So würde eine bessere Vergleichbarkeit gewährleistet.

5. Literatur

- CHRISTMANN, K.-H. (2008): „Das Phytoplankton im Rhein 2006/2007“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-A)
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung, Nr. 81, , S. 5-20
- EUROPÄISCHES PARLAMENT UND EUROPÄISCHER RAT: Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik – Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 327/1, 22.12.2000
- HOFMANN, G. (2008): „Benthische Diatomeen des Rheins in den Jahren 2006 bis 2008“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-C)
- IKSR (Hrsg.) (2008): Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein - International koordinierter Entwurf (Teil A = übergeordneter Teil)
- IKSR (Hrsg.) (2006): Biotopverbund am Rhein – Bericht und Atlas
- IKSR (Hrsg.) (2004): Rhein & Lachs 2020 – Programm für Wanderfische im Rheinsystem
- IKSR (2006): Bericht über die Koordinierung der Überblicksüberwachungsprogramme gem. Artikel 8 und Artikel 15 Abs. 2 WRRL in der IFGE Rhein. PLEN-CC 06-06d rev. 04.12.06
- SCHNEIDER, Jörg; BRENNER, Tomás (2008): „Monitoring Rheinfischfauna - Qualitätskomponente Fische 2006/2007“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-E)
- SCHÖLL, Franz (2008): „Das Makrozoobenthos des Rheins 2006/2007“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-D)
- VAN DE WEYER, Klaus (2008): „Makrophytenverbreitung im Rhein“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-B)

Anhang

Tab. 1: Probenahmestellen im Rheinhauptstrom und beprobte biologische Qualitätskomponenten

Rhein- abschnitt	Flusskilometer		Messstelle / -strecke	Zuständigkeit	Biologische Qualitätskomponente				
	von	bis			Phyto- plankton	Makro- phyten	Phytoben- thos (benth. Diatomeen)	Makrozo- benthos	Fische
Vorder- und Hinterrhein			Hinterrhein Bonaduz / Plazas	CH				2006	
Vorder- und Hinterrhein			Vorderrhein oberhalb Ilanz	CH				2006	
Vorder- und Hinterrhein			Vorderrhein oberhalb Reichenau	CH				2006	
Alpenrhein			Reichenau-Plessur	CH					2006
Alpenrhein			Oidis-Mastrils	CH					2006
Alpenrhein			Landquart-Ellhorn	CH					2006
Alpenrhein			Ellhorn-Buchs	CH / FL					2006
Alpenrhein			Buchs-III	CH / FL					2006
Alpenrhein			Diepoldsau - Mündung Bodensee	CH / A					2006
Alpenrhein			Alpenrhein bei Haldenstein	CH				2006	
Alpenrhein			Mastrlser Auen	CH				2006	
Alpenrhein			Triesen	FL / CH				2006	
Alpenrhein			Bangs	A / CH				2006	
Alpenrhein			Fussach	A / CH				2006	
Bodensee		0,0	Bodensee	A / CH / D				2006	
Hochrhein		23,0	Öhningen (Unterseeabfluss)	D-BW	2006				
Hochrhein	26,0	29,0	Stein am Rhein/Wagenhausen	CH / D-BW		2006	2007		
Hochrhein		30,0	Hemishofen	CH / D				2006	2006
Hochrhein		56,3	Rheinau (Stau)	CH / D-BW				2006	
Hochrhein		56,3	Rheinau	CH					2006
Hochrhein		57,0	Jestetten	D-BW			2007		
Hochrhein		64,0	Ellikon/Rüdlingen (Thurmündung)	CH / D-BW		2006		2006	2006
Hochrhein		71,0	Tössegg	CH				2006	2006
Hochrhein		82,0	Hohentengen	D-BW					2006
Hochrhein		90,1	Reckingen	CH	2006				
Hochrhein		98,2	Rietheim, "Alt Rhi"	CH / D				2006	2006
Hochrhein		100,0	Waldshut (Aare-Mündung)	CH	2006			2006	2006
Hochrhein	120,0	126,0	Laufenburg/Sisseln	CH / D-BW		2006	2007	2006	2006
Hochrhein	153,0	153,3	unterhalb Rheinfelden	D-BW			2007		2006
Hochrhein		158,0	Pratteln/ Schweizerhalle	CH				2006	2006
Hochrhein		158,4	oberhalb Pratteln, Einleitung ARA Rhein	CH / D-BW				2006	
Hochrhein		168,2	Basel	CH / D-BfG				2006	
Hochrhein		170,0	Basel	CH					2006
Oberrhein		170,0	Basel	D-BfG				2006	
Oberrhein		171,5	Basel	D-BfG				2006	
Oberrhein	171,0	173,0	Basel /Weil	D-BW	2006				
Oberrhein	174,0	174,0	Märkt (Restrhein)	D-BW		2006			
Oberrhein		174,5	Märkt (Restrhein)	D-BW				2006	
Oberrhein		183,0	Kembs	F	2006		2006	2006	
Oberrhein		192,0	Alt-/Restrhein bei Hombourg	F					2006
Oberrhein	199,0	199,0	Neuenburg, Restrhein	D		2006	2006	2006	
Oberrhein		218,0	Breisach, Restrhein	D-BfG				2006	
Oberrhein		220,0	Breisach	D-BfG				2006	
Oberrhein		225,0	Breisach/Vogelgrün, Restrhein	CH / D-BW	2006				
Oberrhein		227,0	Biesheim (nördl. Neuf-Brisach)	F					2006
Oberrhein	236,1	239,0	Breisach/Vogelgruen (Jechtingen)	D-BW					2006
Oberrhein		249,0	Schoenua (Le Schaftheu)	F					2006
Oberrhein		252,0	Alt-/Restrhein Sundhouse (bei Mulhouse)	F					2006
Oberrhein		258,0	Rhinau	F	2006		2006, 2007	2006	2006
Oberrhein		272,0	Schwanau	D-BW		2006	2006		
Oberrhein		272,5	Ottenheim (Restrhein-Schlinge)	D-BW				2006	
Oberrhein		291,0	Kehl/ Marlen (Restrhein-Schlinge)	D		2006	2006	2006	
Oberrhein		310,0	Gamsheim	F	2006		2006, 2007	2006	2006
Oberrhein	313,0	316,0	Grauelsbaum	D-BfG				2006	
Oberrhein	317,0	318,0	Grauelsbaum	D-BW		2006	2006	2006	
Oberrhein	319,5	323,0	Rastatt/Iffezheim (Greffern)	D-BW					2006
Oberrhein		341,0	Rastatt-Plittersdorf oberhalb Murg-Mündung	D-BW					2006
Oberrhein		345,0	Steinmauern	D-BW		2006	2006		
Oberrhein		350,0	Lauterbourg / Karlsruhe	D / F	2006			2006	
Oberrhein		354,0	Neuburg, Landesgrenze	D-RP				2006	
Oberrhein	360,0	363,0	Karlsruhe	D-BfG				2006	
Oberrhein	361,0	361,5	Karlsruhe	D-BW	2006	2006	2006	2006	
Oberrhein		372,0	Leimersheim	D-RP				2006	
Oberrhein		418,0	Alzey	D-BfG				2006	
Oberrhein		419,0	Rheingönheim	D-RP				2006	
Oberrhein	426,0	435,3	Mannheim	D-BW		2006	2006		2006
Oberrhein		435,5	Frankenthal-Petersau	D-BfG				2006	
Oberrhein		435,7	Kirchgartshausen	D-BW				2006	
Oberrhein		443,0	Ibersheim	D-HE			2006		
Oberrhein		443,3	Worms	D-RP	2006				
Oberrhein		448,0	Worms	D-BfG, D-RP				2006	
Oberrhein	450,0	450,0	Rheindürkheim (oberhalb)	D-HE		2006			
Oberrhein	456,0	457,0	Biblis	D-HE		2006		2006	
Oberrhein		462,0	Eich Fähre (zw. Worms u. Oppenheim)	D-RP			2008		
Oberrhein		465,0	Biebesheim	D-HE			2006		
Oberrhein	468,0	474,0	Stockstadt	D-HE				2006	
Oberrhein	477,0	477,0	Schusterwörth	D-HE		2006			
Oberrhein	479,0	479,0	Oppenheim	D-HE			2008		
Oberrhein		479,5	Oppenheim	D-BfG				2006	
Oberrhein		488,0	Astheim	D-HE			2006		
Oberrhein	490,0	490,0	Langenaue	D-HE		2006			
Oberrhein	492,0	496,0	Ginsheim	D-BfG, D-HE				2006	
Oberrhein		497,0	Mainmündung bei Bischofsheim	D-RP	2006				
Oberrhein	496,0	504,0	Mainz	D-RP, D-HE	2006		2006	2006	
Oberrhein	509,0	509,0	Eitville	D-HE		2006	2006		
Oberrhein	509,0	511,0	Mainz bis Eitville	D-BfG, D-HE				2006	
Oberrhein	512,0	512,7	Heidenfahrt	D-RP		2006	2006, 2008		

Forts. Tab. 1: Probenahmestellen im Rheinhauptstrom und beprobte biologische Qualitätskomponenten

Rhein- abschnitt	Flusskilometer		Messstelle/ -strecke	Zuständigkeit	Biologische Qualitätskomponente				
	von	bis			Phyto- plankton	Makro- phyten	Phytoben- thos (benth. Diatomeen)	Makrozo- benthos	Fische
Mittelrhein		530,0	Nahe bei Grolsheim	D-RP	2006				
Mittelrhein		533,0	Trechtingshausen	D-RP			2006	2006	
Mittelrhein	490,0	540,0	Mainz bis Bingen	D-RP					2006
Mittelrhein	538,0	540,0	Lorch, oberhalb Mündung Wisper	D-HE				2006	
Mittelrhein		542,0	Bacharach	D-RP		2006	2006, 2008		
Mittelrhein		546,0	Kaub	D-BFG				2006	
Mittelrhein		546,0	Kaub, Kauber Wasser	D-RP				2006	
Mittelrhein		555,0	Loreley	D-BFG				2006	
Mittelrhein		586,0	Lahn-mündung bei Lahnstein	D-RP	2006				
Mittelrhein		590,0	Koblenz, oberhalb Moselmündung	D-BFG	2006			2006	
Mittelrhein		590,0	Koblenz, oberhalb Moselmündung	D-RP					2006
Mittelrhein		592,0	Koblenz, Moselmündung	D-BFG	2006				
Mittelrhein		592,0	Koblenz, Moselmündung	D-BFG, D-RP				2006	
Mittelrhein		593,5	Koblenz, unterhalb Moselmündung	D-BFG				2006	
Mittelrhein		620,0	Brohl	D-BFG					
Mittelrhein		640,0	Honnet	D-NRW			2007		
Niederrhein	640,0	642,0	Bad Honnet	D-NRW	2006			2006	
Niederrhein	643,5	644,0	Königswinter	D-NRW					2006
Niederrhein		654,0	Bonn	D-BFG				2006	
Niederrhein	651,7	658,5	Bonn	D-NRW					2006
Niederrhein	663,0	665,0	Niederkassel	D-NRW		2008	2006, 2007		2006
Niederrhein		680,0	Köln-Rodenkirchen	D-NRW			2007		
Niederrhein		681,0	Köln-Westhoven (oberhalb), rechts	D-NRW				2006	
Niederrhein		696,0	Köln-Niehl	D-BFG				2006	
Niederrhein	672,6	696,0	Köln-Niehl	D-NRW					2006
Niederrhein		701,0	Köln - Merkenich, links	D-NRW				2006	
Niederrhein		703,0	Mündung Wupper (bei Opladen)	D-NRW	2006				
Niederrhein	702,0	703,7	Leverkusen	D-NRW					2006
Niederrhein	709,8	715,9	Monheim	D-NRW					2006
Niederrhein		723,0	Siegmündung	D-NRW	2006				
Niederrhein		734,0	oberhalb Neuss - Grimlinghausen, links	D-NRW				2006	
Niederrhein	725,0	740,0	Neuss-Zons (Steiger) bis Düsseldorf	D-NRW			2007		
Niederrhein		740,0	Düsseldorf	D-BFG				2006	
Niederrhein		735,0	Düsseldorf-Flehe	D-NRW	2006				
Niederrhein	722,2	756,3	Düsseldorf	D-NRW					2006
Niederrhein	758,0	758,4	Meerbusch/Nierst	D-NRW		2008	2006, 2007		
Niederrhein		764,0	Duisburg-Mündelheim, rechts gg.über Krefeld	D-NRW				2006	
Niederrhein		765,0	Uerdingen	D-NRW				2006	
Niederrhein		780,0	Ruhrmündung (Duisburg-Ruhrort)	D-NRW	2006				
Niederrhein		781,0	Duisburg-Homberg	D-NRW			2007		
Niederrhein		787,5	Homberg, links	D-NRW				2006	
Niederrhein		792,0	Orsoy, links	D-NRW				2006	
Niederrhein	775,0	795,5	Duisburg	D-NRW	2006	2008	2006, 2007	2006	2006
Niederrhein		798,0	Emschermündung	D-BFG				2006	
Niederrhein	805,0	812,9	Voerde	D-NRW					2006
Niederrhein		815,0	Lippemündung bei Wesel	D-NRW	2006				
Niederrhein	820,8	821,3	Wesel	D-NRW					2006
Niederrhein	829,0	846,0	Rees	D-NRW				2006	2006
Niederrhein		850,0	Emmerich	D-BFG				2006	
Niederrhein	854,0	855,0	Emmerich	D-NRW		2008	2006, 2007		2006
Deltarhein		860,0	Spijkседijk	NL				2006	
Niederrhein	862,5	865,0	Kleve - Bimmen/Lobith	D-NRW	2006		2007	2006	2006
Deltarhein		885,0	Velp	NL				2006	
Deltarhein	879,0	891,0	Nederrijn	NL					2004-2006
Deltarhein		912,0	Remmerden/Rhena	NL				2006	
Deltarhein		945,0	Lek, Hagestein Boven Sluis (bei Vianen)	NL			2007		
Deltarhein		951,0	Loevestein/Vuren	NL				2006	
Deltarhein		885,0	Waal (Bovenwaal)	NL					2004-2007
Deltarhein	966,0	976,0	Waal (Nieuwe Merwede)	NL		2008	2007	2006	2004-2006
Deltarhein		982,0	Opperduit/Lekkerkerk	NL				2006	
Deltarhein	990,0	991,0	Heinenoord	NL				2006	
Deltarhein		990,0	Ketelmeer West	NL				2006	
Deltarhein	982,0	992,0	Oude Maas	NL		2007	2007		2004-2006
Deltarhein	990,0	1002,0	IJssel / Zwolle, Kampen	NL			2007	2006	2004-2006
Deltarhein			IJsselmeer	NL	2006	2007	2007	2006	2006/2007
Deltarhein		1017,0	Maassluis	NL	2006				
Deltarhein			Egmond	NL				2006	
Deltarhein			Dovebalg	NL				2006	
Deltarhein			Piet Scheveplaat raai 601, station 10	NL				2006	
Deltarhein			Waddenkust 4 km	NL				2006	
Deltarhein			Waddenkust 8 km	NL				2006	

Anmerkung: Die Kilometrierung des Alpenrheins unterhalb Reichenau erfolgt gemäß der internationalen Rheinregulierung (IRR, Staatsvertrag Österreich-Schweiz) und weicht von der Kilometrierung des Rheins unterhalb des Bodensees ab; sie ist deshalb hier nicht aufgeführt.