



Rhein-Messprogramm Biologie 2006/2007 Teil II-B (Teilkompartment Makrophyten)

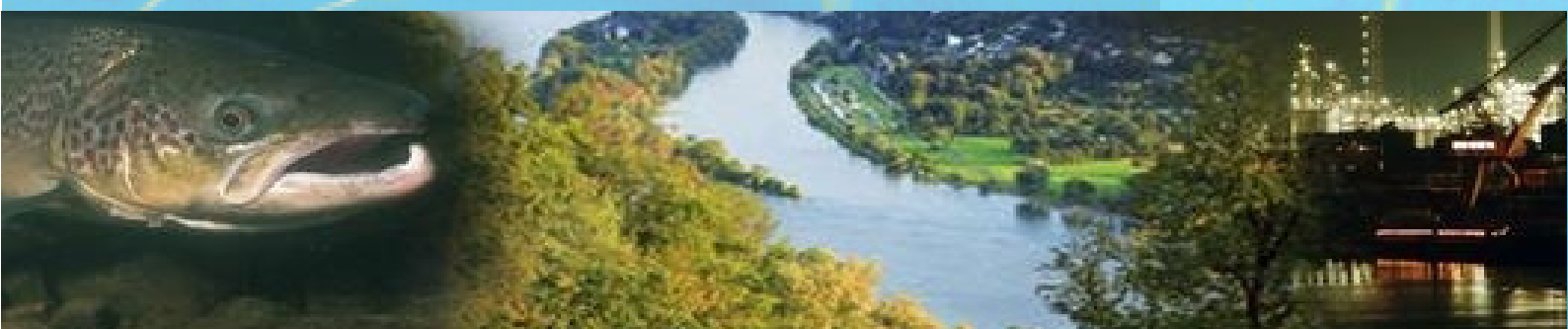
Makrophytenverbreitung im Rhein

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Bericht Nr. 170



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 3-935324-87-1

© IKSr-CIPR-ICBR 2009

Rhein-Messprogramm Biologie 2006/2007, Teil II-B
(Teilkompartiment Makrophyten)

Makrophytenverbreitung im Rhein

Bearbeitung: Dr. Klaus van de Weyer, Dipl.-Biol. Elke Becker (GIS), lanaplan



Zusammenfassung	3
1. Einleitung	4
2. Methoden	4
2.1 Untersuchungsumfang	4
2.2 Methodik	6
3. Ergebnisse.....	6
3.1 Artenbestand	6
3.2 Artenzahl aquatischer Makrophyten	7
3.3 Gesamtdeckung aquatischer Makrophyten.....	8
3.4 Anzahl der Wuchsformen der Makrophyten	8
3.5 Vorkommen verschiedener taxonomischer Gruppen aquatischer Makrophyten	9
3.6 Verbreitung ausgewählter Arten.....	9
4. Bewertung.....	14
4.1 Nationale Bewertungsverfahren	14
4.1.1 Schweiz.....	14
4.1.2 Deutschland	14
4.1.3 Frankreich.....	14
4.1.4 Niederlande.....	14
4.2 Methodische Anmerkungen.....	15
4.3 Bewertungsergebnisse - Ersteinschätzung	16
5. Literatur	18
Tab. 4: Gesamtdeckung, Artenzahl, Wuchsformen und Vorkommen ausgewählter aquatischer Makrophytengruppen in den Rheinabschnitten	21
Tab. 5: Vorkommen ausgewählter Makrophytenarten in den Rheinabschnitten	22

Zusammenfassung

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 Armelechteralgen.

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 (Armelechteralgen).

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. Der Makrophyten-Bestand ist gut ausgebildet. 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 als "gut" bewertet, während eine andere Stelle aufgrund geringer Anzahl an Wuchsformen und geringer Bedeckung als "schlecht" bewertet wurde. Trotz des dortigen Vorkommens von Armelechteralgen, welche 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.

1. Einleitung

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 der natürlichen Bedingungen im Fließgewässer. So können Eingriffe in das Abflussregime, wie z.B. Potamalisierung und Stau, indiziert werden. Die Ausprägung der Makrophytenvegetation spiegelt auch deutlich die strukturellen Bedingungen im Gewässer, wie z.B. Substratdiversität und -dynamik oder den Verbauungsgrad der Ufer und zum Teil auch der Gewässersohle wider.

Der vorliegende Bericht beleuchtet die folgenden Fragestellungen:

- Feststellung der großräumlichen Verteilung der Makrophyten im Rheinhauptstrom
- ökologische (Teil-)Bewertung des Rheins (soweit bereits möglich)
- Abschätzung des Ausmaßes der Eutrophierung des Rheins

2. Methoden

2.1 Untersuchungsumfang

Die Untersuchung umfasst alle 17 Abschnittstypen des Rheinhauptstroms zwischen Bodenseeauslauf und der Einmündung in die Nordsee (IKSR 2004). In jedem der 17 Abschnittstypen wird mindestens ein Untersuchungsbereich (Besiedlungsflächen oder potenzielle Besiedlungsflächen) ausgewählt.

Die Untersuchungen erfolgen durch die jeweils zuständigen Behörden (vgl. Teil I, Kap. 2). Tab. 1 gibt eine Übersicht auf die Untersuchungsstellen, die Zuständigkeiten der Nationen bzw. Länder sowie Monat/Jahr der jeweiligen Untersuchungen. Hierzu liegen unveröffentlichte Daten bzw. Berichte vor, die ausgewertet wurden. Wegen der Heterogenität der Daten in den verschiedenen Jahren wurden auch einzelne Datensätze aus dem Jahr 2008 ausgewertet.

Aus praktischen Gründen konnten die folgenden Probestellen, die für das Rhein-Messprogramm (IKSR 2006) vorgesehen waren, in 2007 nicht beprobt werden: 148-Rheinfeld, 217-Breisach und Restrhein, 248-Weisweil (alle drei Deutschland), 174-Kembs (Frankreich).

Tab. 1: Übersicht auf die Untersuchungsstellen, die Zuständigkeiten der Nationen bzw. Länder und Monat/Jahr der jeweiligen Makrophyten-Untersuchungen

Rhein-km	Untersuchungsstelle	Nation/Land	Untersuchungsdatum
	Hochrhein		
26-29	Stein am Rhein/ Wagenhausen	CH und D-BW	Sep 06
64	Ellikon/ Rüdlingen	CH und D-BW	Sep 06
102-126	Laufenburg/Sisseln	CH und D-BW	Sep 06
	Oberrhein		
174	bei Märkt (Restrhein)	D-BW	Sep 06
199	Neuenburg, Restrhein	D-BW	Sep 06
272	bei Schwanau	D-BW	Sep 06
291	bei Kehl	D-BW	Sep 06
317	Grauelsbaum, Stauhaltung, rechtes Ufer	D-BW	Sep 06
345	bei Steinmauern	D-BW	Sep 06
361	Karlsruhe	D-BW	Okt 06
435	bei Mannheim	D-BW	Okt 06
450	oberhalb Rheindürkheim	D-He	Aug 06
456	Biblis	D-He	Aug 06
477	Schusterwörth	D-He	Aug 06
490	Langenaue	D-He	Aug 06
509	oh Eltville	D-He	Aug 06
512	Heidenfahrt	D-RP	Sep 06
	Mittelrhein		
542	Bacharach	D-RP	Sep 06
	Niederrhein		
665	Niederkassel	D-NRW	Jul 08
758	Nierst	D-NRW	Jul 08
775	Duisburg-Walsum	D-NRW	Jul 08
855	Emmericher Waard	D-NRW	Jul 08
	Deltarhein		
	NL94_4 Oude Maas - Nederrijn	NL	Jul 07
	NL93_8 Waal-Nederrijn	NL	Jul 07
	NL-92 Ijsselmeer	NL	Jul 07

CH: Schweiz, D-BW: Baden-Württemberg (Deutschland), D-HE: Hessen (Deutschland)
D-RP: Rheinland-Pfalz (Deutschland), D-NRW: Nordrhein-Westfalen (Deutschland), NL: Niederlande

2.2 Methodik

Die Methoden sind im Rheinmessprogramm der IKSR (2006) beschrieben. Die Strategien für die Probenahme von Makrophyten sind in den jeweiligen Verfahrensanleitungen der beteiligten Nationen beschrieben (AFNOR 2003, SCHAUMBURG et al. 2006, VAN DER MOLEN & POT 2007, s. a. EN 14184). Die zu untersuchenden Makrophytengruppen umfassen höhere Pflanzen (Spermatophyta und Pteridophyta), Armelechteralgen (Characeae) und Moose (Bryophyta). Die Nomenklatur folgt einer unveröffentlichten Liste, die für die IKSR erarbeitet wurde (VAN DE WEYER & COOPS 2006). Die Untersuchung der Makrophytenbestände soll abhängig von den Abflussverhältnissen, d.h. bei Mittel- bis Niedrigwasser, einmal im Jahr zwischen Mitte Juni und Ende September erfolgen. Wegen der stark schwankenden Jahresabflüsse wird die Untersuchung jährlich empfohlen (IKSR 2006).

3. Ergebnisse

3.1 Artenbestand

Insgesamt wurden 36 aquatische Makrophyten nachgewiesen (s. Tab. 2). Hierbei handelt es sich um 23 höhere Pflanzen, acht Moose und fünf Armelechteralgen. Die meisten Nachweise gelangen von *Potamogeton pectinatus* (13), gefolgt von *Myriophyllum spicatum* (12) und *Fontinalis antipyretica* (10).

Tab. 2: Nachweise von aquatischen Makrophyten im Rahmen des Rhein-Messprogramms

Höhere Pflanzen:	Nachweise
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	2*
<i>Azolla filiculoides</i>	1
<i>Butomus umbellatus</i>	1
<i>Ceratophyllum demersum</i>	4
<i>Elodea canadensis</i>	3
<i>Elodea nuttallii</i>	6
<i>Glyceria fluitans</i>	3
<i>Lemna minor</i>	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	12
<i>Najas marina</i>	2
<i>Nasturtium officinale</i>	1
<i>Nuphar lutea</i>	1
<i>Nymphaea alba</i>	1
<i>Polygonum amphibium</i>	1
<i>Potamogeton crispus</i>	3
<i>Potamogeton nodosus</i>	5
<i>Potamogeton pectinatus</i>	12
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	6
<i>Potamogeton pusillus</i>	1

<i>Ranunculus fluitans</i>	6
<i>Sparganium emersum</i>	2
<i>Spirodela polyrhiza</i>	1
<i>Zannichellia palustris</i>	2

*Bei *Alisma plantago-aquatica* ging aus den Daten nicht immer eindeutig hervor, ob die Art aquatisch oder helophytisch wuchs.

Moose:	
<i>Amblystegium tenax</i>	1
<i>Cinclidotus danubicus</i>	1
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	2
<i>Cinclidotus riparius</i>	5
<i>Cratoneuron filicinum</i>	1
<i>Fontinalis antipyretica</i>	10
<i>Leptodictyum riparium</i>	1
<i>Hygrohypnum luridum</i>	1

Armluchteralgen:	
<i>Chara globularis</i>	1
<i>Chara contraria</i>	2
<i>Chara vulgaris</i>	2
<i>Chara aspera</i>	1
<i>Nitella mucronata</i>	1

3.2 Artenzahl aquatischer Makrophyten

Abb. 1 und Tab. 4 zeigen die Artenzahl aquatischer Makrophyten im Verlauf des Rheinstromes. Im Hochrhein ist die Makrophytenvegetation mit 10-14 Arten artenreich. Im weiteren Verlauf ist eine Abnahme festzustellen. Im Oberrhein schwanken die Artenzahlen zwischen 4 und 10. Ab Rhein-Kilometer 345 nimmt die Artenzahl deutlich ab, bei Rhein-Kilometer 456 befindet sich die erste Probestelle, an der keine aquatischen Makrophyten nachgewiesen wurden. Eine Ausnahme bilden die Probestellen Heidenfahrt (Oberrhein, km 512) und Bacharach (Mittelrhein, km 542) mit 5 bzw. 9 aquatischen Makrophyten. Im Bereich des Nieder- und Deltarheins wurden nur 1-3 Arten nachgewiesen, im IJsselmeer 4.

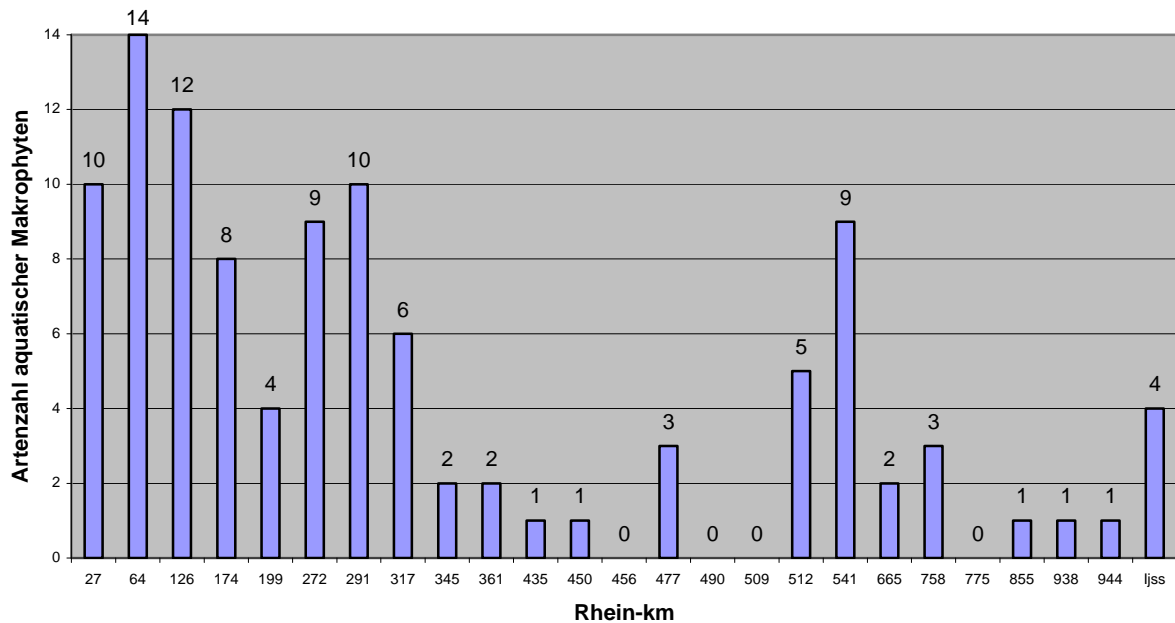


Abb. 1: Artenzahl aquatischer Makrophyten im Verlauf des Rheinstromes

3.3 Gesamtdeckung aquatischer Makrophyten

Die Gesamtdeckung der Makrophyten ist ein Kriterium, das beim niederländischen Bewertungsverfahren für Flüsse verwendet wird (VAN DER MOLEN & POT 2007). Bei LANUV NRW (2008) wird die Gesamtdeckung aquatischer Makrophyten ebenfalls berücksichtigt. Tab. 4 zeigt eine Auswertung in Hinblick auf die Gesamtdeckung aquatischer Makrophyten im Verlauf des Rheinstromes. Die Probestellen bis zum Rhein-Kilometer 345 zeichnen sich durch gut ausgebildete Makrophyten-Bestände aus. Dies trifft auch für die Bereiche Schusterwörth (km 477), Heidenfahrt (Oberrhein, km 512) und Bacharach (Mittelrhein, km 542) zu. Eine geringe Bedeckung weisen im Jahr der Probenahme Abschnitte am Oberrhein (Karlsruhe bis Oberdürenheim, km 361-450) und am Nieder- bzw. Deltarhein (Niederkassel bis Oude Maas, km 665-944) auf. In einigen Abschnitten am Oberrhein wurden keine aquatischen Makrophyten nachgewiesen (Biblis, 456 und Langenaue bis oh Eltville, km 490-509) und auch im Deltarhein (Waal) und im IJsselmeer war die Bedeckung sehr gering.

3.4 Anzahl der Wuchsformen der Makrophyten

Die Verwendung von Wuchsformen aquatischer Makrophyten hat eine lange Tradition und geht auf Arbeiten von DEN HARTOG & SEGAL (1964) zurück, s. a. WIEGLEB (1991). Die Zahl der Wuchsformen aquatischer Makrophyten wird als Kriterium bei verschiedenen Bewertungsverfahren berücksichtigt (LANUV NRW 2008, VAN DER MOLEN & POT 2007). Für eine ausführliche Beschreibung der Wuchsformen sei auf LANUV NRW (2008) verwiesen. Abb. 2 und Tab. 4 zeigen die Wuchsformen der Makrophyten im Verlauf des Rheinstromes. Wie bei den Artenzahlen finden sich die höchsten Werte bis zum Rhein-Kilometer 317, bei Heidenfahrt (Oberrhein, km 512) und Bacharach (Mittelrhein, km 542). Alle anderen Probestellen weisen nur wenige (1-2) bzw. keine Wuchsformen auf.

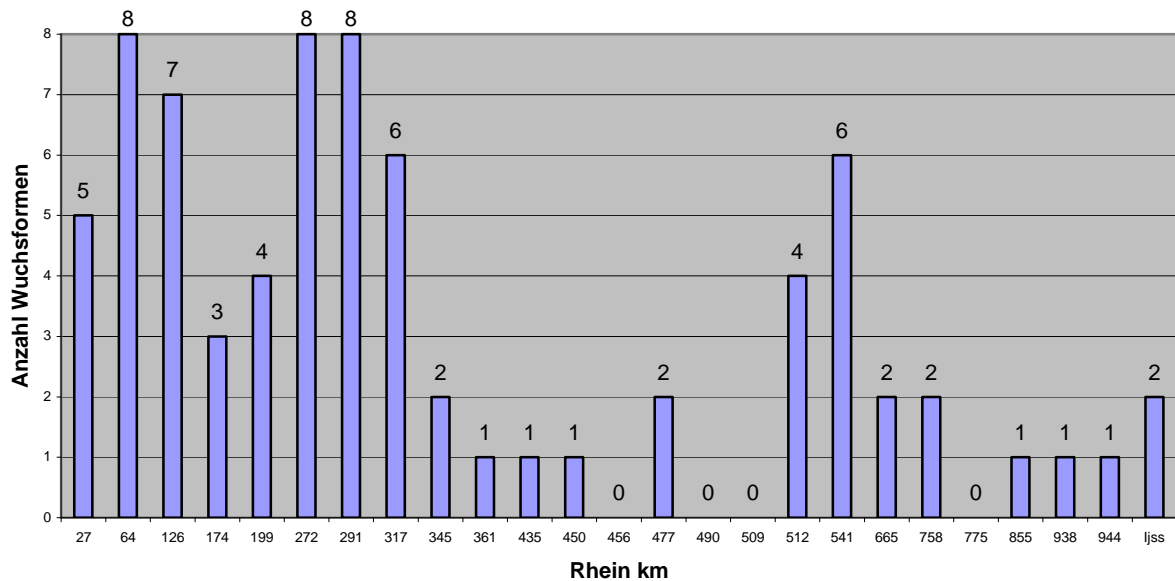


Abb. 2: Anzahl der Wuchsformen der Makrophyten im Verlauf des Rheinstromes

3.5 Vorkommen verschiedener taxonomischer Gruppen aquatischer Makrophyten

Tab. 4 zeigt eine Auswertung in Hinblick auf Vorkommen verschiedener taxonomischer Gruppen aquatischer Makrophyten im Verlauf des Rheinstromes. Aquatische Moose (Bryophyta) wurden im Hoch-, Ober- und Mittelrhein nachgewiesen. In zwei Probestellen dominieren Moose (Märkt, km 194 und Steinmauern, km 345). Aquatische Moose sind auf lagestabile Hartsubstrate angewiesen, die meisten Arten bevorzugen sehr starke Strömung, in denen höhere Pflanzen nicht mehr siedeln können. Im Rahmen anderer Untersuchungen (FRAHM 1997) gelangen weitere Nachweise von Wassermoose, die vielfach auch oberhalb der Mittelwasserlinie siedeln können (vgl. LUA NRW 2003).

Armleuchteralgen (Characeae) beschränken sich mit einer Ausnahme auf den Hochrhein, wo sie an der ersten Probestelle (Stein, km 27) dominieren, sowie auf das IJsselmeer. Die meisten Vertreter dieser Gruppe dienen als Bioindikatoren für niedrige Trophiegehalte (GUTOWSKI et al. 1998, KOHLER 1982, KRAUSE 1981, 1997, SCHNEIDER 2000, VAN RAAM 1998).

Höhere aquatische Pflanzen (Spermatophyta & Pteridophyta) finden sich in allen Abschnitten des Rheinstroms.

3.6 Verbreitung ausgewählter Arten

3.6.1 *Ranunculus fluitans*

Ranunculus fluitans ist eine Art der rhithralen Fließgewässer und typisch für die schnell fließenden Abschnitte im Rheinstrom. Vom Hochrhein wurden Massenentwicklungen dieser Art beschrieben (HUBER 1976).

Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. Nachweise liegen für den Hochrhein (Ellikon und Sisseln), drei Probestellen des Oberrheins (bei Märkt, Neuenburg, Steinmauern) sowie den Mittelrhein (Bacharach) vor. Im Niederrhein kommt *Ranunculus fluitans* aktuell nicht vor, ist jedoch historisch belegt und wäre aufgrund der Standorteigenschaften zu erwarten (LUA NRW 2005).



Abb. 3: *Ranunculus fluitans* (Foto: K. van de Weyer)

3.6.2 *Potamogeton nodosus*

Potamogeton nodosus ist eine typische Art potamaler Fließgewässer und typisch für die langsam fließenden Abschnitte im Rheinstrom. Im Niederländischen wird die Art als „Rivierfonteinkruid“ bezeichnet. Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass die Art in den Niederlanden, aber auch in Nord- und Westdeutschland ihren Verbreitungsschwerpunkt in den großen Flüssen und Strömen sowie deren Auen hat. Diese Art ist Bestandteil des guten ökologischen Potenzials des Niederrheins (LUA NRW 2005).

Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. *Potamogeton nodosus* wurde in jeweils zwei Abschnitten des Ober- und Niederrheins sowie im Mittelrhein nachgewiesen. Ältere Nachweise liegen auch aus dem Deltarhein vor (COOPS et al. 1993).



Abb. 4: *Potamogeton nodosus* (Foto: K. van de Weyer)

3.6.3 *Chara vulgaris*

Chara vulgaris gehört zur Gruppe der Armleuchteralgen (Characeae). Sie gehört innerhalb der Characeae zu den Arten, die eine leichte Eutrophierung ertragen (KRAUSE 1981, 1997). Sie findet sich in oligo-, meso- und eutrophen Gewässern. Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. Die Vorkommen beschränken sich auf die beiden obersten Probestellen im Hochrhein, wo sie zusammen mit *Chara contraria* und *Chara globularis* auftritt. In der Probestelle Stein dominieren diese Arten. Ihr Vorkommen ist in Zusammenhang mit den großflächigen Beständen von Armleuchteralgen im Bodensee zu sehen (vgl. SCHMIEDER 1999, 2004). Im IJsselmeer kommt mit *Chara aspera* eine weitere Armleuchteralgenart vor.



Abb. 5: *Chara vulgaris* (Foto: H. Stark)

3.6.4 *Potamogeton perfoliatus*

Potamogeton perfoliatus gehört zur Gruppe der Großlaichkräuter (Magnopotamiden). Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in meso- bis eutrophen Gewässern. Bei stärkerer Eutrophierung verschwindet diese Art, dies ist aus verschiedenen Fließgewässern belegt (LANUV NRW 2008, SCHÜTZ et al. 2008). Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. Die Vorkommen beschränken sich auf den Hochrhein und den oberen Abschnitt im Oberrhein (bis km 291).

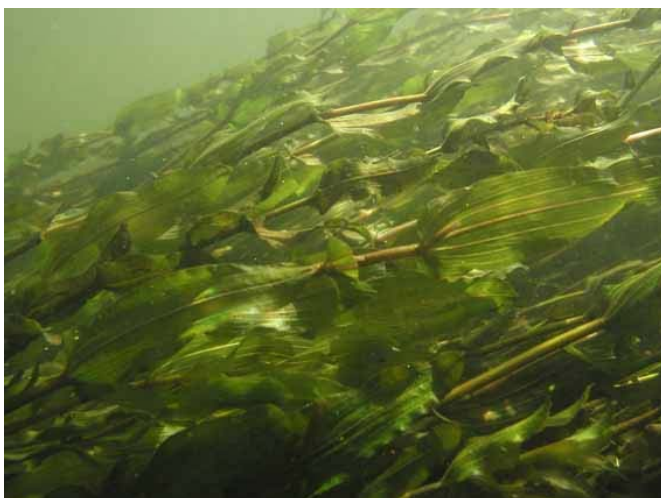


Abb. 6: *Potamogeton perfoliatus* (Foto: K. van de Weyer)

3.6.5 *Potamogeton pectinatus*

Potamogeton pectinatus gehört zur Gruppe der Kleinlaichkräuter (Parvopotamiden). Diese Art ist euryök und besiedelt oligo-, meso-, eu- und polytrophe Still- und Fließgewässer. Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. *Potamogeton pectinatus* wurde in allen Abschnitten des Rheins (vom Hoch- bis zum Deltarhein inkl. IJsselmeer) nachgewiesen.



Abb. 7: *Potamogeton pectinatus* (Foto: K. van de Weyer)

3.6.6 *Elodea nuttallii*

Elodea nuttallii ist ein Neophyt, der seit Mitte des letzten Jahrhunderts in Mitteleuropa nachgewiesen wurde und sich rasant ausgebreitet hat (IEEP 2008, POT 2003, THIEBAUT 2007, VAN DE WEYER & HUSSNER 2008). Bezüglich des Kalkgehaltes und der Trophie ist diese Art indifferent. Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. *Elodea nuttallii* wurde im Hoch-, Ober- und Mittelrhein nachgewiesen.



Abb. 8: *Elodea nuttallii* (Foto: K. van de Weyer)

3.6.7 *Fontinalis antipyretica*

Fontinalis antipyretica ist ein Wassermoos und kommt in Still- wie auch Fließgewässern vor. Bezüglich des Kalkgehaltes und der Trophie ist diese Art indifferent. Tab. 5 zeigt die Verbreitung im Rheinstrom. *Fontinalis antipyretica* wurde im Hoch-, Ober- und Mittelrhein sowie im Deltarhein nachgewiesen. Darüber hinaus liegen weitere Nachweise von OESAU (1999) und FRAHM & ABTS (1993) vor; möglicherweise liegen einige dieser Funde oberhalb der Mittelwasserlinie.



Abb. 9: *Fontinalis antipyretica* (Foto: K. van de Weyer)

3.6.8 *Cinclidotus riparius*

Cinclidotus riparius ist ein kalkliebendes Wassermoos und erträgt nach FRAHM & ABTS (1993) und NEBEL & PHILIPPI (2000) Verschmutzung. Nach MEINUNGER & SCHRÖDER (2007) kommt diese Art in Deutschland „auf Steinen an kalkreichen, größeren Fließgewässern um die Mittelwasserlinie“ vor. Die Verbreitungskarten von FRAHM & ABTS (1993), MEINUNGER & SCHRÖDER (2007), NEBEL & PHILIPPI (2000) und OESAU (1999) zeigen eine durchgehende Verbreitung von *Cinclidotus riparius* im Rhein. Im Rahmen des Rhein-Messprogramms (s. Tab. 5) wurde diese Art jedoch nur jeweils zweimal vom Hoch- und Oberrhein nachgewiesen. Anzumerken bleibt, dass alle *Cinclidotus*-Arten auch oberhalb der Mittelwasserlinie vorkommen (LUA NRW 2003).

4. Bewertung

4.1 Nationale Bewertungsverfahren

Ein einheitliches Bewertungsverfahren liegt für die Makrophyten im Rheinstrom nicht vor.

4.1.1 Schweiz

Das Modul "Makrophyten" des Schweizer "Modul-Stufen-Konzepts zur Bewertung des Zustands der Fließgewässer" ist zurzeit in Bearbeitung (<http://www.modul-stufen-konzept.ch>).

4.1.2 Deutschland

Aus Deutschland liegen bisher nur „Biozönotische Leitbilder und das höchste ökologische Potenzial für den Rhein“ (LUA NRW 2005) vor. Sowohl landesspezifische (z.B. LANUV NRW 2008) als auch das nationale Bewertungsverfahren (Schaumburg et al. 2006) berücksichtigen nicht den Rhein.

Für den Oberrhein liegt für die Makrophyten in Rhein-angebundenen Nebengewässern ein Vorschlag für die Bewertung nach EG-WRRL von VAN DE WEYER et al. (2008) vor. Aufgrund historischer Daten wurden Leitbilder entwickelt. In die Bewertung fließen die Parameter Anzahl der Wuchsformen, Vollständigkeit des lebensraumtypischen Artinventars sowie die untere Makrophyten-Tiefengrenze (Wassertiefe, bis zu der Makrophyten wachsen) ein.

4.1.3 Frankreich

Das Bewertungsverfahren für Makrophyten ist in Frankreich noch nicht abgeschlossen.

4.1.4 Niederlande

Bei den Makrophyten werden in den Niederlanden 5 Wuchsformen unterschieden, für die auf der Grundlage der Abundanz jeweils ein Teil-EKR-Wert (ecologisch qualiteits ratio) ermittelt wird. Hierbei werden nicht nur aquatische Makrophyten, sondern auch Helophyten (Sumpfpflanzen) berücksichtigt. Die Abundanzwerte aller Wuchsformen werden gemittelt zum Parameter "Abundanz/ Wuchsformen" und dieser mit dem Parameter "Artenzusammensetzung" zum EKR-Wert für das Teilkompartment "Makrophyten" verrechnet. Wasserlinsen und Fadenalgen werden nicht in die Berechnung des Mittelwertes einbezogen, wenn ihr Teil-EKR-Wert 0,6 oder mehr beträgt. Das Phytobenthos wird hinzugerechnet und der endgültige EKR-Wert für das Kompartiment "Makrophyten/Phytobenthos" als Mittelwert aus diesen drei Parametern berechnet. Für natürliche Gewässer (sowohl Süß- als auch Salzwasser) wird die EKR-Skala in 5 gleiche Klassen (1 = sehr gut, 0,2 = schlecht) aufgeteilt. Für die als „erheblich verändert (HMWB)“ eingestuften Rheinabschnitte gelten abweichende Klassengrenzen (vgl. VAN DER MOLEN & POT 2007).

4.2 Methodische Anmerkungen

Da nicht an allen Probestellen Grünalgen erfasst wurden, konnten diese im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung nicht berücksichtigt werden. Auch die Datenlage für die durchflossenen Nebengewässer ist nicht einheitlich, daher werden sie auch nicht in die Auswertung einbezogen.

Die vorliegenden Daten zeigen zum Teil eine Diskrepanz zwischen den im Rahmen des Rhein-Messprogramms nachgewiesenen Arten und Nachweisen von Makrophyten aus anderen Untersuchungen. So konnten verschiedene höhere aquatische Makrophyten im Rahmen des Rhein-Messprogramms nicht nachgewiesen werden. Für diese Arten liegen aber Nachweise im Rahmen anderer Untersuchungen vor (Übersicht und Zitate in LUA NRW 2005, s. a. Tab. 3). Dies trifft auch für einige Moose zu (vgl. Kap. 3.5.8).

Tab. 3: Höhere aquatische Makrophyten, die im Rahmen des Rhein-Messprogramms nicht nachgewiesen wurden, für die aber Nachweise im Rahmen anderer Untersuchungen vorliegen (LUA NRW 2005)

Hochrhein	<i>Potamogeton nodosus</i> , <i>P. lucens</i> , <i>Hippuris vulgaris</i>
Oberrhein	<i>P. x angustifolius</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i> , <i>Callitriche sp.</i>
Mittlerhein	<i>Myriophyllum verticillatum</i>
Niederrhein	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Deltarhein	<i>Potamogeton nodosus</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. crispus</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Elodea canadensis</i> , <i>Ranunculus circinatus</i> , <i>R. aquatilis</i>

Es bliebe zu prüfen, ob an allen Untersuchungsstellen geeignete Standorte ausgewählt wurden. Am besten geeignet sind strömungsberuhigte Bereiche, die sich z.B. in Bühnenzwischenräumen finden (s. Abb. 10, 11, s. a. VAN DE WEYER 2008).



Abb. 10, 11: Geeignete Bereiche für Makrophyten im Rhein: Bühnenzwischenräume bei Bacharach (km 542, links) und Nierst (km 758, rechts) (Fotos: K. van de Weyer)

Die starken Unterschiede der Abflüsse können zu starken Schwankungen bei den Makrophyten im Vergleich mehrere Jahre führen. Dies trifft nicht nur für den Rheinstrom, sondern auch für die angebundenen Nebengewässer zu (VAN DE WEYER et al. 2008). Die Ergebnisse können auch durch die Untersuchungsmethode beeinflusst werden. So ist die Zahl der nachgewiesenen Arten bei Tauchuntersuchungen in der Regel höher als bei Untersuchungen vom Boot aus (VAN DE WEYER 2007).



Abb. 12, 13: Die Erhebungen der Makrophyten in Rheinland-Pfalz erfolgten durch Taucher (links: Rhein bei Bacharach, rechts: Rhein bei Heidenfahrt) (Fotos: LANAPLAN)

4.3 Bewertungsergebnisse - Ersteinschätzung

Nachfolgend soll auf Grundlage der vorliegenden Daten eine grobe Ersteinschätzung des Rheins auf Grundlage der aquatischen Makrophyten gegeben werden.

Im **Hochrhein** sind alle drei Probestellen arten- und wuchsformenreich. Die Makrophyten-Bestände sind gut ausgebildet und beinhalten Arten, die gegenüber stärkerer Eutrophierung empfindlich sind (Characeae, *Potamogeton perfoliatus*). Der Zustand kann als gut bezeichnet werden.

Im **Oberrhein** zeichnen sich die obersten Abschnitte bis zum Rhein-Kilometer 317 ebenfalls durch arten- und wuchsformenreiche Ausbildungen aus. Die Makrophyten-Bestände sind gut ausgebildet und beinhalten vereinzelt Arten, die gegenüber stärkerer Eutrophierung empfindlich sind (Characeae, *Potamogeton perfoliatus*). Der Zustand kann als gut bezeichnet werden. Dies trifft auch für den untersten Abschnitt (Heidenfahrt, km 542) zu. Die dazwischen liegenden Abschnitte weisen geringe Artenzahlen auf und sind arm an Wuchsformen, einige Abschnitte sind frei von Makrophyten. Es bliebe zu klären, ob methodische Gründe hierbei eine Rolle spielen (s. Kap. 4.1).

Im **Mittelrhein** wurde nur eine Probestelle untersucht, die arten- und wuchsformenreich ist. Der Makrophyten-Bestand ist gut ausgebildet. Es fehlen hingegen Arten, die gegenüber stärkerer Eutrophierung empfindlich sind (Characeae, *Potamogeton perfoliatus*).

Im **Niederrhein** sind alle vier Probestellen arten- und wuchsformenarm und weisen geringe Deckungen auf. Es fehlen Arten, die gegenüber stärkerer Eutrophierung empfindlich sind (Characeae, *Potamogeton perfoliatus*).

Im **Deltarhein** ist eine der IKSR-Probestellen (Waal) arm an Arten und Wuchsformen und die Bedeckung ist gering; die Stelle wurde nach nationaler Bewertung als "schlecht" eingestuft. Die IKSR-Probestelle "Oude Maas" hingegen ist artenreich (Helophyten) und der Bestand ist gut ausgebildet; die Stelle wurde deshalb – wie viele andere Probestellen im Deltarhein auch - mit "gut" bewertet. Arten, die gegenüber stärkerer Eutrophierung empfindlich sind, wurden nur im IJsselmeer nachgewiesen (Characeae). Wegen der geringen Bedeckung und der geringen Anzahl an Wuchsformen wurde das IJsselmeer dennoch als "schlecht" bewertet. Im **Wattenmeer** ist das Seegrasvorkommen zu gering; der Zustand wird deshalb als schlecht eingestuft.

Fazit

Vor allem die unteren Rheinabschnitte weisen strukturelle Defizite auf, die das Aufkommen von Makrophyten erschweren (fehlende strömungsberuhigte Bereiche, Wellenschlag, starke Wasserstandsschwankungen; vgl. Teil I, Kap. 4 "Maßnahmen").

5. Literatur

AFNOR 2003: Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) : 1-28, NF T 90-395, Octobre 2003, ISSN 0335-3931

COOPS, H., F. M. ZANT, & R. W. DOEF 1993: Het voorkomen van Rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus* Poir.) in Nederland. Gorteria 19: 44-52

EN 14184: 2003 Water quality - Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters

FRAHM, J. P. 1997: Zur Ausbreitung von Wassermoosen am Rhein (Deutschland) und an seinen Nebenflüssen seit dem letzten Jahrhundert. Limnologica 27: 251-261

FRAHM, J.-P. & W. ABTS 1993: Veränderungen in der Wassermoosflora des Niederrheins 1972-1992. Limnologica 23: 123-130

GUTOWSKI, A., HOFMAN, G., LEUKART, P., MELZER, A., MOLLENHAUER, M., SCMEDTJE, U., SCHNEIDER, S., TREMP, H. 1998: Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Heft 4/98: 501 S.

HARTOG, DEN, SEGAL, S. 1964: A new classification of the waterplant communities. Acta Bot. Neerlandica 13: 367-393

HUBER, M. (1976): Die Verkräutung des Hochrheins unter besonderer Berücksichtigung von *Ranunculus fluitans* LAM. - Dipl. Arb. Univ. Zürich: 147 S.

IEEP (Institute for European Environmental Policy) 2008: Technical Support To EU Strategy On Invasive Alien Species (IAS). Service contract N° 070307/2007/483544/MAR/B2
IKSR 2004: Entwicklung einer (Abschnitts-) Typologie für den natürlichen Rheinstrom: 34 S. & Anhang, Bericht 147d

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

KOHLER, A. 1982: Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. Decheniana-Beihefte 26: 31-42

KRAUSE, W. 1969: Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene. Archiv Hydrobiologie, Supplement 35: 202-235

KRAUSE, W. 1981: Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. Limnologica 13: 399-418, Berlin

KRAUSE, W. 1997: Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18. - G. Fischer, Jena/Stuttgart /Lübeck/Ulm: 202 S.

LANUV NRW 2008: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LANUV Arbeitsblatt 3: 78 S. & Anhang, Recklinghausen. www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla3/arbla3start.htm

LUA NRW 2003: Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzgewässer für die Ufer- und Auenvvegetation des Rheins in Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 40: 75S. www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk40/merk40start.htm

LUA NRW 2005: Biozönotische Leitbilder und das höchste ökologische Potenzial für Rhein und Weser in Nordrhein-Westfalen. LUA NRW, Merkblätter 49: 122 S. <http://www.lua.nrw.de/veroeffentlichungen/merkbl/merk49/merk49start.htm>

MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. 2007: Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. 3 Bände, hrsg. von O. DÜRHAMMER für die Regensburger Botanische Gesellschaft, Regensburg

MOLEN, D. VAN DER, POT, R. 2007: Referenties en concept-maatlaten voor rivieren voor de Kaderrichtlijn Water, update Februari 2007, STOWA, Rapportnr. 2004-43

NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.) 2000: Die Moose Baden-Württembergs, Band 1: 512 S., Ulmer, Stuttgart

OESAU, A. 1999: Zur Verbreitung und Soziologie von Wassermoosen im Rhein zwischen Worms und Bingen. Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 9: 7-19

POT, R. 2003: Veldgids water- en oeverplanten. KNNV-uitgeverij, Utrecht & Stowa, Utrecht

POTTGIESSER, T., KAIL, J., HALLE, M., MISCHKE, U., MÜLLER, A., SEUTER, S., WEYER, K. VAN DE & C. WOLTER (2008): Morphologische und biologische Entwicklungspotenziale der Landes- und Bundeswasserstraßen im Elbegebiet. Endbericht PEWA II - Das gute ökologische Potenzial: Methodische Herleitung und Beschreibung. Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin (SenGesUmV): 234 Seiten. www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/wrrl/de/potentiale.shtml

RAAM, J. VAN 1998: Handbook Kranswieren: 200 pp. & bijlagen, Chara boek, Hilversum

SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. 2006: Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos, Stand Januar 2006

SCHMIEDER, K. 1999: Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 46: 171 S.

SCHMIEDER, K. 2004: Die Characeen des Bodensees. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 179-194

SCHNEIDER, S. 2000: Entwicklung eines Makrophytenindex zur Trophieindikation in Fließgewässern: 182 S. & Anhang, Shaker, Aachen

SCHÜTZ, W., VEIT, U., KOHLER, A. 2008: The aquatic vegetation of the Upper Danube river – past and present. Large Rivers Vol. 18 : 167-191. (Fundam. Appl. Limnol./Arch Hydrobiol. Suppl. 162)

THIEBAUT, G. 2007: Non-indigenous aquatic and semiaquatic plant species in France. In: Gherardi, F. (ed.): Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution and threats, Vol. 2, Springer, The Netherlands

WEYER, K. VAN DE 2007: Die Bedeutung von Tauchuntersuchungen bei der Erfassung von Makrophyten in Seen und Fließgewässern. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 2006 (Dresden): 708-713, Werder 2007

WEYER, K. VAN DE 2008: Aquatische Makrophyten in Fließgewässern des Tieflandes – Mögliche Maßnahmen zur Initiierung der Strahlwirkung. Deutscher Rat für Landespflege 81: 67-70

WEYER, K. VAN DE, COOPS, H. 2006: Aquatic Macrophytes Of the Main Channel Of River Rhine (Phanerogames, Bryophyta, Charophyta), IKSR, unveröff.

WEYER, K. VAN DE, HUSSNER, A. 2008: Die aquatischen Neophyten Deutschlands. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 2007 (Münster): 225-228

WEYER, K. VAN DE, WANNER, S., PRAWITT, O. 2008: Bewertungsverfahren für Rhein-angebunde Gewässer auf Grundlage der Makrophyten. Wasser und Abfall, 11: 16-19

WIEGLEB, G. 1991: Die Lebens- und Wuchsformen der makrophytischen Wasserpflanzen und deren Beziehungen zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung der Arten. Tuexenia 11: 135-147

ANHANG

Tab. 4: Gesamtdeckung, Artenzahl, Wuchsformen und Vorkommen ausgewählter aquatischer Makrophytengruppen in den Rheinabschnitten

Rheinabschnitt	Gesamtdeckung	Artenzahl	Wuchsformen	Characeae	aquatische Moose	Pteridophyta & Spermatophyta
Hochrhein	> 2%	> 10	> 6			
Oberrhein	0 bis > 2%	0 bis 10	0 bis > 6			
Mittelrhein	> 2%	9 bis 10	3 bis 4			
Niederrhein	0% bis sehr gering	0 bis 4	3 bis 4			
Deltarhein	0% bis sehr gering	0 bis 2	0 bis 4			
IJsselmeer	nahezu 0%	4	2			

Tab. 5: Vorkommen ausgewählter Makrophytenarten in den Rheinabschnitten

Rheinabschnitt	<i>Ranunculus fluitans</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>	<i>Chara vulgaris</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Elodea nutallii</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i>	<i>Cinclidotus riparius</i>
Hochrhein	2		2	3	3	2	3	2
Oberrhein	3	2		3	3	3	6	2
Mittelrhein	1	1			1	1	1	
Niederrhein		2			1			
Deltarhein					1		1	
IJsselmeer					1			
Anzahl Fundstellen gesamt	6	5	2	6	10	6	11	4