RKR2020 – Umweltplanung Modul 2

Fachbericht Makrophyten

Anlage D7.10

14.12.2018

Berichtverfasser:

BNGF GmbH

im Rahmen der

Arbeitsgemeinschaft Bosch & Partner / BNGF

Im Auftrag von

Kraftwerk Reckingen AG

RKR
KRAFTWERK RECKINGEN AG

RKR2020 – Umweltplanung Modul 2

Fachbericht Makrophyten
Anlage D7.10

Projektleitung: Dr. Kurt Seifert, Klaus Müller-Pfannenstiel

Bearbeitung: Dipl. Biol. Benedikt Beck (Kartierungsbüro Beck)
M. Sc. Matthias Abele
Dipl. Biol. Antonia Scherz

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung 1
2. Methodik 2
2.1 Untersuchungsgebiet 2
2.2 Kartierung 4
2.3 Bewertung des LRT 3260 5
2.4 Bewertung des Ökologischen Zustands nach dem PHYLIB-Verfahren 7
3. Stand des Wissens 10
4. Artenspektrum und -vorkommen 12
5. Bewertung des LRT 3260 15
5.1 Arteninventar 16
5.2 Habitatstrukturen 18
5.3 Beeinträchtigungen 18
5.4 Zusammenfassende Bewertung 18
6. Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB 19
7. Zusammenfassung 23
8. Literaturverzeichnis 24

Anhang

Anhang 1: Fotodokumentation Makrophytenkartierung

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1: Bewertungskriterien für den LRT 3260 in Baden-Württemberg (LUBW 2014)..... 6
Tab. 2: Kohler Skala zur Häufigkeitsschätzung mit der für die Berechnungen benötigten Quantitäten 6
Tab. 3: Algorithmen für die Gesamtbewertung (Quelle: Beschlüsse der Arbeitsgemeinschaft „Naturschutz“ der Landes- Umweltministerien (2006)) 7
Tab. 4: Abschnitte im Oberwasser (OW) und Unterwasser (UW) des Kraftwerks Reckingen zur Bewertung des ökologischen Zustands mit Angabe der Flusskilometer (F-km)..... 8
Tab. 5: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen und ungesichertem Modul Diatomeen: karbonatisch-rhitral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge (MRK). Quelle: SCHAUMBURG et al. 2012..... 9
Tab. 6: Liste der nachgewiesenen Arten der Samenpflanzen mit wissenschaftlichen Namen, deutschem Namen, dem Rote-Liste-Status in Baden-Württemberg (RL BW, Breunig und Demuth 1999) sowie dem Rote-Liste-Status in der Schweiz (RL CH, Moser et al. 2002); * = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet, VU = verletzlich, EN = stark gefährdet; k.A. = keine Angabe; häufige Arten sind hervorgehoben.. 12
Tab. 7: Liste der nachgewiesenen Arten der Moose mit deutschem Namen, wissenschaftlichem Namen, dem Rote-Liste-Status in Baden-Württemberg (RL BW, Sauer und Ahrens 2006) sowie dem Rote-Liste-Status in der Schweiz (RL CH, Schnyder et al. 2004) 13
Tab. 8: Liste der nachgewiesenen Arten der Armleuchteralgen mit deutschem Namen, wissenschaftlichem Namen, dem Rote-Liste-Status in Baden-Württemberg (RL BW, Korsch et al. 2013) sowie dem Rote-Liste-Status in der Schweiz (RL CH, Auderset Joye und Schwarzer 2012) 14
Tab. 9: Nachweise der für den LRT 3260 relevanten Makrophytenarten in den Flächen 2, 3 und 4 des FFH-Gebiets „Hochrhein östlich Waldshut“ 17
Tab. 10: Übersicht über die Einzelbewertungen und Gesamtbewertungen des Erhaltungszustands des LRT 3260 der Erfassungseinheiten im FFH-Gebiet „Hochrhein östlich Waldshut“ und im gesamten Untersuchungsgebiet..... 18
Tab. 11: Quantitäten und Indikatorwerte (I) der Makrophytenarten in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes..... 21

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1: Übersicht des Untersuchungsgebiets (Rhein im Bereich KW Eglisau bis zur Einmündung der Aare) von Ost nach West und des FFH-Gebiets „Hochrhein östlich Waldshut“ (Teilflächen mit Rheinwasserfläche); Pink-gestrichelter Umgriff: FFH-Gebietsteilfläche; Beige Flächen: Wasserflächen des Hochrheins innerhalb der FFH-Gebietsteilflächen. 4
Abb. 2: Ausschnitt aus den auf Basis der Freilandaufnahmen abgegrenzten Vegetationseinheiten (dunkelgrün) hier im Bereich Bad Zurzach (CH) und Küssaberg (DE). 5
Abb. 3: Teilflächen des FFH-Gebietes „Hochrhein östlich Waldshut“ Maßstab: 1:100.000 15
Abb. 4: Bewertung des Moduls Makrophyten (M_{MP}) bei ungesichertem Modul Diatomeen und Phytobenthos nach PHYLIB (Schaumburg et al. 2012) in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes mit Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen für den Typ MRK in den Mittelgebirgen. 19
Abb. 5: Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes mit Angabe der Flusskilometer; Maßstab 1:100.000 20

Allgemeine Hinweise zur Flusskilometrierung:

1. Die Begriffe Flusskilometer (F-km) und Rheinkilometer (Rhein-km) werden synonym verwendet.

2. Im Untersuchungsgebiet des Projektes RKR2020 im Hochrhein liegen mehrere Systeme der Flusskilometrierung nebeneinander vor:

   a) Zurzacher Beschluss: Für den Standort der Hochrheinkraftwerke existiert noch die alte Kilometrierung gemäß Zurzacher Beschluss von 1990. Der Standort des RKR liegt gemäß Zurzacher Beschluss bei F-km 90,53, gemäß Kilometrierung nach LUBW 2010 bei F-km 90,1.

   b) LUBW 2010: Für die Maßnahmenplanungen in den Anlagen D8, D9 und D13.01 bis D13.12 wurden die Kilometrierungsdaten des amtlichen Digitalen Wasserwirtschaftlichen Gewässernetzes (AWGN) der LUBW (Stand 2010) verwendet.

   c) Für die Kartierungen und die zugehörigen Fachberichte (Anlagen D7.01 bis D7.05, D7.08 bis D7.13) wurde anhand der F-km Punkte in der Landeskarte 1:25.000 des Schweizer Bundesamts für Landestopografie (swisstopo) eine eigene Flussachse konstruiert (siehe Anlage D7.01 – Fachbericht Fischfauna, Anhang 15 – Übersichtsplan). Die Kilometrierungsdaten in den Fachberichten und den zugehörigen Kartenanhängen beziehen sich auf diese Flussachse und weichen an einigen Stellen von den vollen F-km-Punkten nach swisstopo und LUBW 2010 ab (bis ca. ± 0,1 km).

1. Einleitung

Am 16.03.1926 wurde der Kraftwerk Reckingen AG das Recht verliehen, eine Wasserkraftanlage am Hochrhein bei Reckingen (Rhein-km 90,53 gemäß Zurzacher Beschluss bzw. F-km 90,1 gemäß LUBW 2010) zu errichten und zu betreiben. Die derzeit gültige Konzession endet am 10.10.2020.

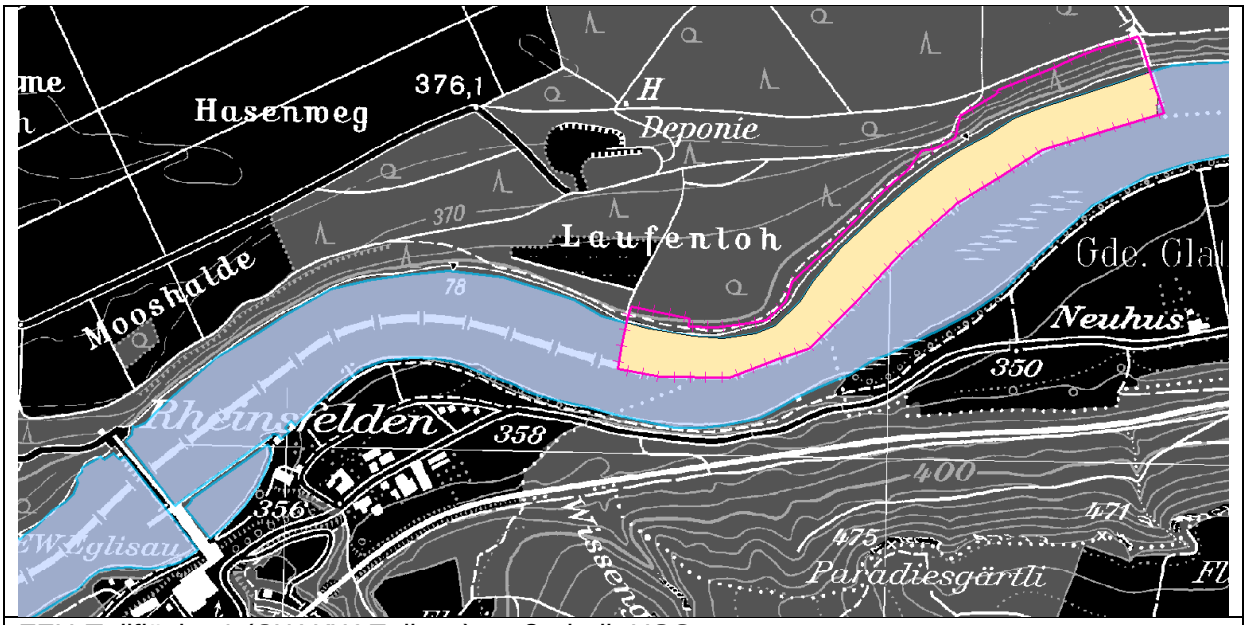
Im Zuge der Erstellung des Genehmigungsantrages wurde die BNGF GmbH beauftragt, unter anderem Bestandserhebungen und -bewertungen der Makrophyten im Untersuchungsgebiet durchzuführen. In diesem Zusammenhang wurde der Erhaltungszustand des FFH-Anhang-I-Lebensraumtyps 3260 („Fließgewässer der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis“) für die einzelnen (innerhalb und außerhalb des Untersuchungsgebietes liegenden) Teilflächen des FFH-Gebiets „Hochrhein östlich Waldshut“ sowie das gesamte FFH-Gebiet bewertet. Die Bewertung erfolgte gemäß dem Bewertungsschema des Handbuchs zur Erstellung von FFH-Managementplänen in Baden-Württemberg. Weiterhin wurde der ökologische Zustand des Rheins im Untersuchungsgebiet gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für die Qualitätskomponente der Makrophyten in definierten Untersuchungsabschnitten ermittelt (PHYLIB-Verfahren). Auf der Schweizer Seite sind keine Schutzgebiete betroffen.

2. Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet

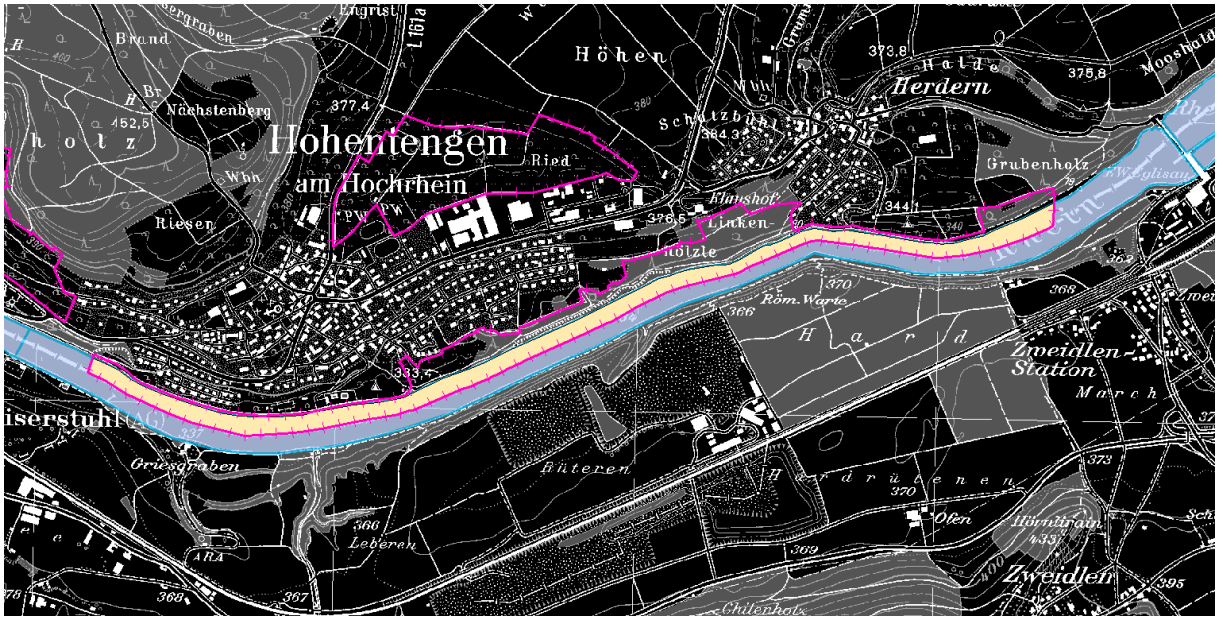
Das Untersuchungsgebiet (UG) erstreckt sich von F-km[1] 78,6 (Kraftwerk Eglisau) flussab bis F-km 98,5 kurz vor dem Kadelburger bzw. Koblenzer Lauffen.

Innerhalb des USG liegen drei Teilflächen[2] des FFH-Gebietes „Hochrhein östlich Waldshut“ mit Anteil an der Wasserfläche des Rheins. Eine weitere FFH-Gebietsteilfläche liegt kurz oberhalb des Kraftwerks Eglisau sowie eine weitere Teilfläche unterhalb der Koblenzer Laufen im Bereich kurz vor der Aaremündung. Insgesamt gibt es also fünf FFH-Gebietsteilflächen, die jeweils Wasserfläche des Rheins überspannen (Abb. 1). Die FFH-Teilflächen außerhalb des UG wurden nicht eigens untersucht. Diese sind den FFH-Teilflächen innerhalb des UG in abiotischer Hinsicht (Ausprägung der Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Substraten) sehr ähnlich, sodass diese mit Bezug auf die untersuchten Teilflächen im UG analog bewertet werden können.

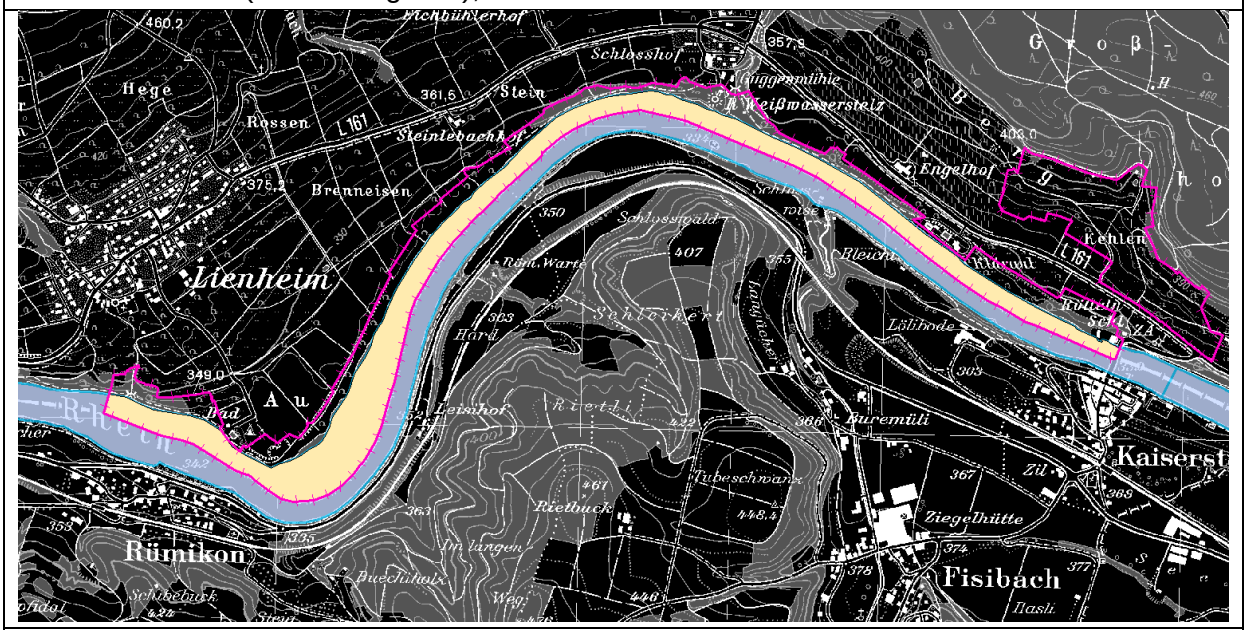


FFH-Teilfläche 1 (OW KW Eglisau); außerhalb USG

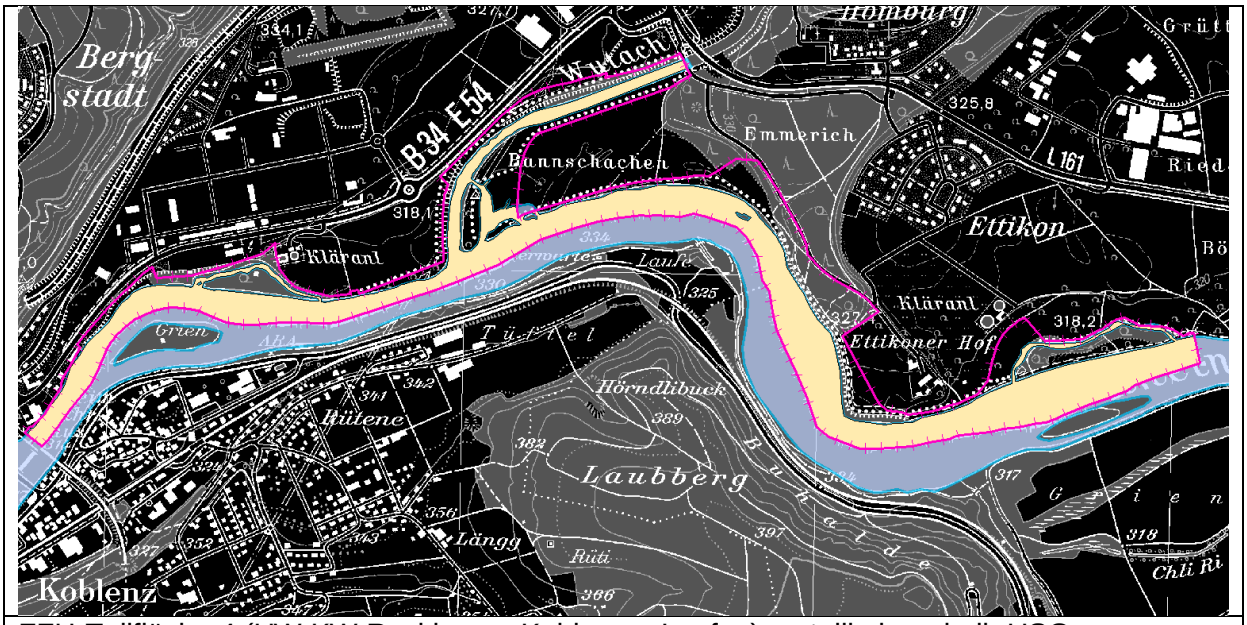
[1] F-km: Flusskilometer
[2] In einem Fall nur anteilig.



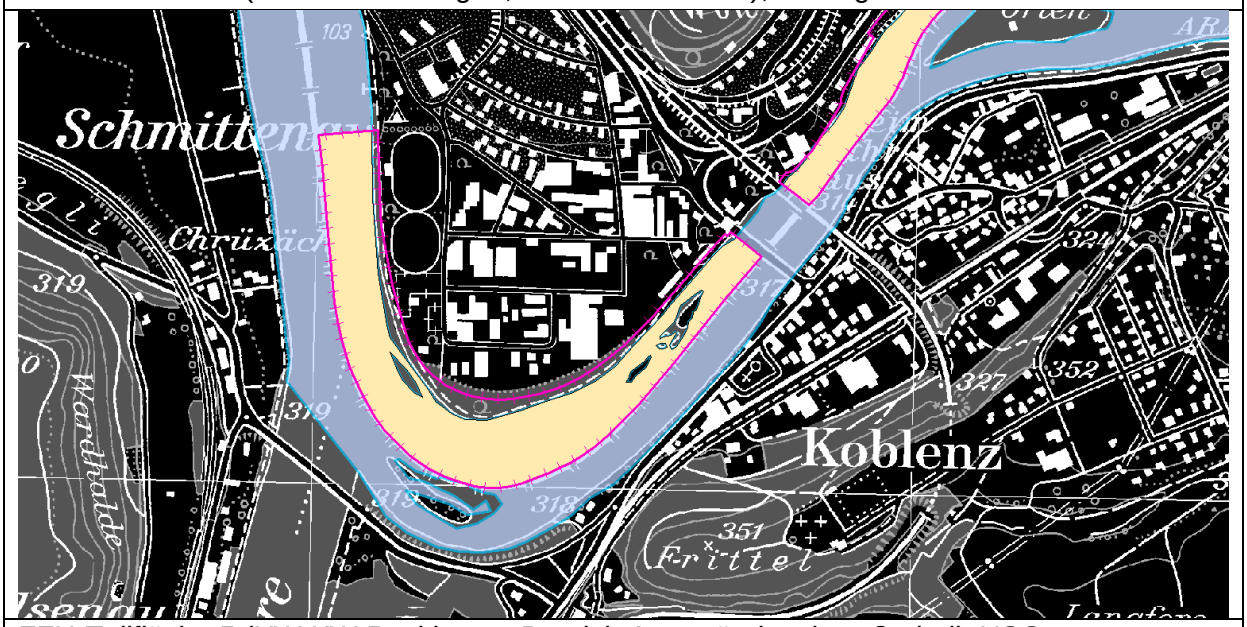
FFH-Teilfläche 2 (UW KW Eglisau); innerhalb USG



FFH-Teilfläche 3 (OW KW Reckingen); innerhalb USG



FFH-Teilfläche 4 (UW KW Reckingen; Koblenzer Laufen); anteilig innerhalb USG



FFH-Teilfläche 5 (UW KW Reckingen; Bereich Aaremündung); außerhalb USG

Abb. 1: Übersicht des Untersuchungsgebiets (Rhein im Bereich KW Eglisau bis zur Einmündung der Aare) von Ost nach West und des FFH-Gebiets „Hochrhein östlich Waldshut“ (Teilflächen mit Rheinwasserfläche); Pink-gestrichelter Umgriff: FFH-Gebietsteilfläche; Beige Flächen: Wasserflächen des Hochrheins innerhalb der FFH-Gebietsteilflächen.

2.2 Kartierung

Die Kartierung der für die Bewertung des LRT 3260 („Fließgewässer der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis“) und auch für die Bewertung des ökologischen Zustands nach dem PHYLIB-Verfahren relevanten Makrophytenbestände erfolgte durch eine Kombination aus Bootskartierung mit dem Aquascope und Bestandsaufnahmen mittels Rechen, Schnorcheln und Tauchen. Die Bestände wurden bis zur Mittelwasserlinie erfasst, so dass auch zum Kartierungszeitpunkt trockengefallene Flächen mit sichtbaren Restbeständen an Makrophyten

aufgenommen wurden. Die Datenerhebung erfolgte Ende August 2015 und konnte bei optimalen Bedingungen (Niedrigwasser und hervorragender Sichtigkeit) durchgeführt werden.

Abgrenzbare Vegetationseinheiten wurden mit Hilfe von GPS (3 m Genauigkeit) und Luftbildern im Maßstab 1:5.000 flächig aufgenommen (Abb. 2). Für jede Vegetationsfläche wurde die Gesamtdeckung geschätzt sowie die vorkommenden Arten vermerkt. Für jede Art wurde zusätzlich eine Häufigkeitsschätzung nach der Kohler Skala (Tab. 2) pro Fläche durchgeführt. Die Berechnung der Flächen erfolgte nach einer Digitalisierung der Freilanddaten in einem Geoinformationssystem im Bezugssystem DHDN / Gauss-Krüger Zone 3 (EPSG31467).

Abb. 2: Ausschnitt aus den auf Basis der Freilandaufnahmen abgegrenzten Vegetationseinheiten (dunkelgrün) hier im Bereich Bad Zurzach (CH) und Küssaberg (DE).

2.3 Bewertung des LRT 3260

Für die Ermittlung des Erhaltungszustandes des LRT 3260 in den einzelnen FFH-Teilflächen wurde für die untersuchten Teilflächen FFH2–4 das entsprechende Bewertungsschema des Handbuchs zur Erstellung von Managementplänen in Baden-Württemberg (LUBW 2014, Tab. 1) und die dort aufgeführte Methodik bzw. Bewertungskriterien verwendet.

Tab. 1: Bewertungskriterien für den LRT 3260 in Baden-Württemberg (LUBW 2014)

Arteninventar	**A**	**B**	**C**
Lebensraumtypisches Artenspektrum	nahezu vollständig vorhanden	eingeschränkt vorhanden	deutlich verarmt
Störungszeiger, z.B. Eutrophierungszeiger	keine oder nur in nicht beeinträchtigender Menge	in beeinträchtigender Menge	in stark beeinträchtigender Menge
Bemerkung	Der Parameter wird in Abhängigkeit von Bestandsgröße und natürlichem Standortpotential betrachtet		
Habitatstrukturen	**A**	**B**	**C**
Gewässergüte	Gewässergüteklasse I und I–II (Rhithral), I–II (Potamal)	Gewässergüteklasse II (Rhithral), zumindest abschnittsweise II–III (Potamal)	Gewässergüteklasse zumindest abschnittsweise II–III und schlechter (Rhithral), überwiegend II–III und schlechter (Potamal)
Gewässermorphologie (Ufer, Gewässerbett, -verlauf, Längs- und Querprofil) und Gewässerdynamik (Abflussregime, Sedimentfracht, Erosion, Sedimentation)	weitgehend natürlich	verändert	stark verändert
Beeinträchtigungen	**A (keine/gering)**	**B (mittel)**	**C (stark)**
Es werden nur Beeinträchtigungen berücksichtigt, die nicht schon unter den Parametern „Lebensraumtypisches Artinventar“ oder „Lebensraumtypische Habitatstrukturen“ Berücksichtigung finden			

Für die Bewertung des Kriteriums „Arteninventar“ wurden die bei der Kartierung ermittelten Häufigkeiten der einzelnen Arten entsprechend Tab. 2 in Quantitäten umgewandelt.

Tab. 2: Kohler Skala zur Häufigkeitsschätzung mit der für die Berechnungen benötigten Quantitäten

Kohler-Skala	**Häufigkeitsstufe**	**Quantität**
Sehr selten	1	1
Selten	2	8
Verbreitet	3	27
Häufig	4	64
Massenhaft	5	125

Um die Mengenunterschiede (die Quantität ist eine Näherung zur tatsächlich vorkommenden Pflanzenmenge) der einzelnen Arten zueinander in einer Teilfläche zu verdeutlichen, wurde die über die Fläche gewichtete, mittlere Quantität in einem Abschnitt angegeben (Berechnung nach Formel 1): Dazu wurde die Quantität einer bestimmten Art in einer abgegrenzten Vegetationseinheit innerhalb der jeweiligen Teilfläche (z.B. FFH-Teilfläche 1) mit der Fläche der Vegetationseinheit multipliziert. Dies wurde für alle Vegetationseinheiten der entsprechenden Teilfläche mit dem Vorkommen der bestimmten Art vorgenommen und die Ergebnisse aufsummiert. Anschließend wurde das Gesamtergebnis durch die Summe der Flächen aller Vegetationseinheiten der Teilfläche dividiert.

Formel 1: Formel zur Berechnung der mittleren Quantität einer Art

$$\frac{\sum Q_i * A_j}{\sum A_{ges}}$$

Erläuterungen:
Qi: Quantität einer bestimmten Art i in Fläche j;
Aj: Fläche mit Vorkommen einer bestimmten Art i
A_{ges}: Gesamtfläche mit Vegetation des LRT 3260

Die für die drei Bewertungskriterien (Arteninventar, Habitatstrukturen, Beeinträchtigungen) vergebenden Kategorien (A, B, C) wurden für jede Fläche zu einem Gesamtwert zusammengefasst. Hierbei waren folgende Algorithmen anzuwenden:

Tab. 3: Algorithmen für die Gesamtbewertung (Quelle: Beschlüsse der Arbeitsgemeinschaft „Naturschutz" der Landes- Umweltministerien (2006))

	A	A	A	A	A	B	B
	B	A	B	C	A	B	C
	C	B	B	C	C	C	C
Gesamtbewertung	**B**	**A**	**B**	**C**	**B**	**B**	**C**

Die FFH-Teilflächen außerhalb des USG (FFH1 und 5) wurden nicht eigens untersucht. Diese sind den FFH-Teilflächen innerhalb des USG in abiotischer Hinsicht (Ausprägung der Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Substraten) sehr ähnlich, sodass für diese mit Bezug auf die untersuchten Teilflächen im USG analog eine Gesamtbewertung vorgenommen werden konnte.

Für die Gesamtbewertung des FFH-Gebietes wurden die Bewertungen der Einzelflächen entsprechend ihrer Flächenanteile gemäß den Handlungsanweisungen einbezogen. Dabei ist die Bewertung der Teilfläche mit mehr als 50 % Anteil an der Gesamtfläche ausschlaggebend für das gesamte betrachtete Gebiet.

(Die gebietsspezifische Auslegung des lebensraumtypischen Artinventars und der anderen Bewertungsparameter werden in Kap. 5 näher ausgeführt.)

2.4 Bewertung des Ökologischen Zustands nach dem PHYLIB-Verfahren

Zur Bewertung des Ökologischen Zustands wurde die Teilkomponente Makrophyten herangezogen. Wie in Bericht D2.2 (Kap. 3.1.2) angemerkt und näher ausgeführt, ist nur von einer geringfügigen Reaktion der Teilkomponente Phytobenthos auf den Faktor „Stau und Kraftwerksbetrieb" auszugehen. Eine Untersuchung derselben wurde deswegen nicht gesondert vorgenommen.

Zunächst wurde für den Hochrhein im Untersuchungsgebiet der entsprechende Fließgewässertyp gemäß der Verfahrensanleitung Phylib[3] bestimmt. Im vorliegenden Fall ist der Fließgewässertyp MRK (karbonatisch-rhitral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-)Alpen) heranzuziehen. Für die weitere Bewertung und die Ermittlung eines Bewertungsindex (den sog. Referenzindex) wurden die erfassten Makrophytenarten gemäß einer typspezifischen Indikatorliste drei unterschiedlichen Artengruppen zugeordnet. Die Taxa dieser Artengruppen kommen entweder

[3] Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (SCHAUMBURG et al. 2012)

überwiegend im Referenzzustand (Artgruppe A), über mehrere/alle Zustandsstufen verteilt (Artgruppe B) oder überwiegend an degradierten Probestellen (Artgruppe C) vor.

Zu besseren Erfassung und Bewertung wurden ergänzend zum normalen Vorgehen bei der Aufnahme der Makrophytenvegetation nach dem PHYLIB-Verfahren die Daten der flächigen Kartierung (abgrenzbare Vegetationsflächen) verwendet. Das Untersuchungsgebiet wurde hierbei in insgesamt zehn Untersuchungsabschnitte unterteilt (Tab. ***4***). Im letzten Abschnitt des Unterwassers (UW4) wurden Vegetationsflächen in den altarmähnlichen Strukturen der neu angelegten Flächen beim Chly Rhy[4] und der deutschen Seite nicht in die Bewertung mit einbezogen.

Tab. 4: Abschnitte im Oberwasser (OW) und Unterwasser (UW) des Kraftwerks Reckingen zur Bewertung des ökologischen Zustands mit Angabe der Flusskilometer (F-km)

Abschnitt	Anfang	Ende
OW1	ca. F-km 78,9	F-km 80
OW2	F-km 80	F-km 82
OW3	F-km 82	F-km 84
OW4	F-km 84	F-km 86
OW5	F-km 86	F-km 88
OW6	F-km 88	F-km 90
UW1	ca. F-km 90,2	F-km 92
UW2	F-km 92	F-km 94
UW3	F-km 94	F-km 96
UW4	F-km 96	ca. F-km 98,4

Durch die Kartierung des LRT 3260 lag eine, das gesamte Untersuchungsgebiet umfassende, flächige Aufnahme der Makrophytenbestände vor. Im Gegensatz zum stichprobenartigen Ansatz des PHYLIB-Verfahrens wurde deshalb das Untersuchungsgebiet in Abschnitte aufgeteilt und auf Basis der vorhandenen Daten Häufigkeitsschätzungen für die Makrophytenarten nach der Kohler-Skala für den jeweiligen Abschnitt vergeben. Die vom Standardverfahren abweichende Methode bezieht, im Vergleich zu den minimal zu untersuchenden 100 m des Gewässers, alle im betrachteten Abschnitt erfaßten Pflanzenvorkommen mit ein. Vor allem im Hinblick auf die über große Strecken sehr spärlichen und verstreuten Makrophytenbestände wird so die Qualität der Bewertung verbessert. Eine dem Verfahren entsprechende Auswahl von repräsentativen Abschnitten hätte bei der gegebenen Kenntnis der gesamten Vegetation zu Kompromissen geführt und eine subjektive Abwägung der einzelnen Vorkommen gegeneinander erfordert.

Die so erlangten Häufigkeitsschätzungen wurden gemäß dem PHYLIB-Verfahren anschließend in Quantitäten umgerechnet (Tab. 2).

Mit den Quantitäten der vorgefundenen Arten berechnet sich der Referenzindex (RI) wie folgt:

Formel 2: Berechnung des Referenzindex nach dem PHYLIB-Verfahren (SCHAUMBURG et al. 2012)

[4] Neu angelegtes Seitengewässer auf Schweizer Seite

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

RI = Referenzindex
QAi = Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe A
QCi = Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe C
Qgi = Quantität des i-ten Taxons aller Gruppen
nA = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe A
nC = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe C
ng = Gesamtzahl der Taxa aller Gruppen

Damit der berechnete RI als gesichert gelten kann, müssen drei Kriterien erfüllt sein:

- Die Gesamtquantität aller submersen Arten muss über 17 liegen
- Es müssen mindestens zwei submerse und indikative Arten vorkommen
- Der Anteil indikativer Arten muss über 75 % liegen

Der RI wird zur Bewertung des ökologischen Zustands in das Modul Makrophytenbewertung (M_{MP}) umgerechnet und kann so Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

Formel 3: Umrechnung des RI in das Modul Makrophytenbewertung (SCHAUMBURG et al. 2012)

$$M_{MP} = \frac{(RI_{FG} + 100) * 0{,}5}{100}$$

M_{MP} = *Modul Makrophytenbewertung*
RI_{FG} = *typbezogener berechneter Referenzindex*$_{Fließgewässer}$

Der Wert des M_{MP} wird abschließend einer ökologischen Zustandsklasse zugeordnet (Tab. 5).

Tab. 5: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen und ungesichertem Modul Diatomeen: karbonatisch-rhitral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge (MRK). Quelle: SCHAUMBURG et al. 2012

Ökol. Zustandsklasse	Bezeichnung	Indexgrenzen (MRK)
1	sehr gut	1,00–0,70
2	gut	0,69–0,50
3	mäßig	0,49–0,25
4	unbefriedigend	0,24–0,03
5	schlecht	0,02–0,00

Hierbei werden die Indexgrenzen zur Bewertung bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesicherten Modul Phytobenthos ohne Diatomeen herangezogen[5], da zu diesen beiden Komponenten keine Daten erhoben wurden (Erläuterung hierzu siehe Anlage D2.2 – Fachbericht Wasserrahmenrichtlinie, Kapitel 3.1.2). In kartographischen Darstellungen wird der entsprechende Farbcode für die Zustandsklassen verwendet.

[5] Die Wasserrahmenrichtlinie sieht die gesamte Organismengruppe „Makrophyten & Phytobenthos“ (bestehend aus den Teilmodulen Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen) als eine biologische Komponente zur Bewertung des Gewässerzustands vor (SCHAUMBURG et al., 2012). Eine Bewertung des ökologischen Zustands ausschließlich basierend auf dem Makrophyten wäre im Sinn der WRRL nur bei ungesicherten Ergebnissen der beiden anderen Teilmodule Phytobenthos ohne Diatomeen und Diatomeen zulässig.

3. Stand des Wissens

Ursprünglich war der Hochrhein zwischen dem Bodenseeausfluss bei Stein am Rhein und Basel ein schnell fließender Gewässerabschnitt der Äschenregion (Maurer et al. 1993). Die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) weist dem Hochrhein zwischen dem Rheinfall bei Schaffhausen und Basel im ursprünglichen Zustand eine Fließgewässertypologie eines Engtalflusses mit hohen Fließgeschwindigkeiten, geringer Hochwasserdynamik und fehlenden Auenwäldern zu (Pottgieser und Halle 2004). Ende des 19 bis Mitte des 20 Jahrhunderts wurden hier insgesamt elf Wasserkraftwerke errichtet, wodurch ca. 80 % des Hochrheins unter den Einfluss von Stauhaltungen geriet (Maurer et al. 1993).

Für den Hochrhein typisch sind Gesteinsschwellen, wie der Rheinfall bei Schaffhausen oder der am westlichen Ende des Untersuchungsgebietes anschließende Kadelburger bzw. Koblenzer Lauffen. Diese Schwellen weisen einen reichen Bewuchs mit aquatischen Moosen auf. Charakteristische Arten für die Bereiche bis zur Mittelwasserlinie im Gebiet waren bzw. sind vor allem *Amblystegium fluviatile, A. tenax, Cinclidotus danubicus, C. riparius, Fissidens crassipes, F. grandifrons, F. rufulus, Fontinalis antipyretica, Leptodictyum riparium, Octodicercas fontanum* und *Platyhypnidium riparoides* (Ahrens et al. 2000; Philippi 1961; Bergamini et al. 2007).

Cinclidotus danubicus und *Fissidens grandifrons* werden hierbei als dominante Arten in dauerhaft überfluteten Bereichen beschrieben (Philippi 1961; Bergamini et al. 2007). Letztere Art ist allerdings am Hochrhein nach 1959 nicht mehr nachgewiesen worden und es existieren nur noch sehr vereinzelte Vorkommen. Die Art wird deswegen als vom Aussterben bedroht betrachtet, was vor allem auf die Faktoren Gewässerverschmutzung und -ausbau zurückgeführt wird. (Frahm 2009; Urmi et al. 2007; Ahrens et al. 2000). *C. danubicus* ist nach wie vor häufig und scheint sich im Rhein weiter auszubreiten (Frahm 1997).

Für die Vorkommen von Moosen und anderen Wasserpflanzen im Rhein existieren mittlerweile systematische Untersuchungen der IKSR für den gesamten Flussverlauf (van de Weyer 2009, 2015). Im ersten Untersuchungsdurchgang 2006/07 gehörten dabei alle drei am Hochrhein betrachteten Abschnitte (F-km 26–29, 64, 120–126) mit zehn bis 14 Arten zu den artenreichsten im ganzen Rheinverlauf und wiesen einen Makrophyten-Deckungsgrad von 2–5 % auf. Im zweiten Durchgang 2012/13 konnte allerdings nur jeweils eine Art bei einer Gesamtdeckung von < 2 % nachgewiesen werden, was auf Hochwässer und ungünstige Abflusssituationen zurückgeführt wurde. Für die Hochrheinabschnitte wurden unter anderem Nachweise von *Ranunculus fluitans, Chara vulgaris, Potamogeton perfoliatus, P. pectinatus, Elodea nuttallii, Fontinalis antipyretica* und *Cinclidotus riparius* angeführt. Im Rahmen des Messprogramms erfolgte zudem eine gutachterliche Ersteinschätzung der Makrophytenbestände auf Basis des ökologischen Potentials, die für 2006/07 als „gut ausgebildet“ und für 2012/13 als „mit starken Defiziten“ bewertet wurden.

Bezüglich der Vorkommen des LRT 3260 im Untersuchungsgebiet wurden bereits Aufnahmen und Bewertungen auf der deutschen Rheinseite im Rahmen der Erstellung eines Managementplans für das FFH-Gebiet „Hochrhein östlich Waldshut“ durchgeführt (BRINKMANN et al. 2009). Insgesamt umfasste die durch den Lebensraumtyp besiedelte Fläche 29,6 ha des gesamten FFH-Gebietes, was einem Anteil von 11 % entspricht. Drei der sechs Teilflächen des FFH-Gebietes mit Vorkommen des LRT 3260 liegen zumindest teilweise im aktuell untersuchten Gewässerabschnitt (Kap. 5). Als lebensraumtypische Arten wurden *Elodea nuttallii, Ranunculus fluitans, Groenlandia densa, Potamogeton crispus, P. perfoliatus, Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum, Sparganium emersum* und *Fontinalis antipyretica* nachgewiesen. Insgesamt wurde der Erhaltungs-

zustand des LRT 3260 für alle Teilflächen und das gesamte FFH-Gebiet von Amtswegen mit B („gut“) bewertet.

4. Artenspektrum und -vorkommen

Im Rahmen der Vegetationsaufnahmen von BNGF im Rhein konnten 17 Samenpflanzen, sieben Moose und drei Armleuchteralgen nachgewiesen werden (Tab. 6 bis Tab. 8).

Unter den **Samenpflanzen** waren viele weit verbreitete Arten vertreten. Größere Bestände wurden vor allem durch *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Ranunculus fluitans* und *Zannichellia palustris* gebildet. Die übrigen Arten kamen meist nur vereinzelt oder lokal häufig als Begleiter vor. Wegen der durchwegs guten Sichtigkeit des Wassers wäre prinzipiell eine Besiedlung durch Wasserpflanzen in größere Tiefen möglich. Im stark staubeeinflussten Rheinabschnitt des Kraftwerks Reckingen wurden so durch *Potamogeton pectinatus* maximale Tiefen von 4,5 m erreicht. Meistens beschränkte sich der Bewuchs durch Höhere Pflanzen jedoch auf relativ feinsedimentreiche Bereiche an der Uferbank, im Strömungsschatten von Buhnen und Kiesbänken oder altarmähnliche Bereiche. Abhängig von der Strömungstoleranz kamen *Potamogeton pectinatus* und *Zannichellia palustris* bevorzugt in schwach strömenden bis fast stehenden Bereichen vor. *Potamogeton perfoliatus* besiedelte auch Bereiche mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten. *Ranunculus fluitans* konnte mitunter auch in stark strömenden Abschnitten auf Kiesbänken oder im Uferverbau in geringen Häufigkeiten dokumentiert werden. *Myriophyllum spicatum* war fast überall vertreten, dichte Bestände beschränkten sich aber auf Bereiche mit geringen Strömungsgeschwindigkeiten. Hier war die Art oft mit *Potamogeton pectinatus* vergesellschaftet.

Tab. 6: Liste der nachgewiesenen Arten der Samenpflanzen mit wissenschaftlichen Namen, deutschem Namen, dem Rote-Liste-Status in Baden-Württemberg (RL BW, Breunig und Demuth 1999) sowie dem Rote-Liste-Status in der Schweiz (RL CH, Moser et al. 2002); * = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet, VU = verletzlich, EN = stark gefährdet; k.A. = keine Angabe; häufige Arten sind hervorgehoben

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL BW	RL CH
Butomus umbellatus	Schwanenblume	*	VU
Callitriche spec.	Wasserstern	k.A.	k.A.
Ceratophyllum demersum	Rauhes Hornblatt	*	VU
Elodea canadensis	Kanadische Wasserpest	Neophyt	(LC)
Elodea nuttallii	Schmalblättrige Wasserpest	Neophyt	(LC)
Groenlandia densa	Fischkraut	2	NT
Myriophyllum spicatum	Ähriges Tausendblatt	*	NT
Myriophyllum verticillatum	Quirliges Tausendblatt	V	NT
Potamogeton crispus	Krauses Laichkraut	*	LC
Potamogeton nodosus	Knoten-Laichkraut	*	VU
Potamogeton pectinatus	Kamm-Laichkraut	*	LC
Potamogeton perfoliatus	Durchwachsenes Laichkraut	*	LC
Potamogeton pusillus	Zwerg-Laichkraut	*	VU
Potamogeton x angustifolius	Schmalblättriges Laichkraut	V	EN
Ranunculus circinatus	Spreizender Hahnenfuß	3	EN
Ranunculus fluitans	Flutender Hahnenfuß	*	NT
Zannichellia palustris	Sumpf-Teichfaden	*	VU

Erläuterung:
* = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet, VU = verletzlich, EN = stark gefährdet; k.A. = keine Angabe; häufige Arten sind hervorgehoben

In Baden-Württemberg gelten die meisten Arten der vorgefundenen Samenpflanzen als ungefährdet. Mit *Potamogeton x angustifolius* und *Myriophyllum verticillatum* stehen zwei Arten auf der Vorwarnliste. *Groenlandia densa* und *Ranunculus circinatus* gelten als stark gefährdet bzw. gefährdet. In der Schweiz sind nur drei Arten als ungefährdet, vier Arten als potentiell gefährdet und fünf Arten als verletzlich eingestuft. *Potamogeton x angustifolius* und *Ranunculus circinatus* werden als stark gefährdet bewertet. Zusätzlich waren mit *Elodea canadensis* und *E. nuttallii* zwei neophytische Arten aus Nordamerika vertreten, die schon seit langem in Europa häufig und weit verbreitet sind.

Bezüglich der **Moose** wurden ausschließlich weit verbreitete Fließgewässerarten vorgefunden. Von den sieben Moosarten kamen nur *Cinclidotus danubicus* und der *Amblystegium tenax* in größeren Häufigkeiten im Untersuchungsgebiet vor. Die übrigen Arten wurden nur sporadisch aufgefunden. *Fontinalis antipyretica* bildete allerdings lokal größere Bestände aus. Der Bewuchs mit Moosen beschränkte sich auf stark strömende Abschnitte mit grobem Steinsubstrat, das entweder aus größeren Steinen oder Blöcken in der Fließrinne, anstehendem Fels oder dem Steinverbau entlang der Ufer bestand. *Cinclidotus danubicus* besiedelte hier flächenmäßig die größten Bereiche und war vom Uferverbau über Brückenpfeiler oder Bunkerwände bis zur Flussmitte vertreten. Es erreichte aber nur auf stark angeströmten Steinschüttungen oder großen Felsbrocken größere Häufigkeiten. In den relativ flachen Strömungsbereichen wurde bei passendem Substrat die ganze Flussbreite bei einer aktuellen Wassertiefe von 2–3 m besiedelt. Im Oberwasser wurden an sehr großen Felsbrocken am Prallufer maximale Besiedlungstiefen bis 5 m festgestellt. *Amblystegium tenax* kam bevorzugt auf Beton- und Steinverbau um die Mittelwasserlinie vor. Bei dem vorgefundenen Wasserstand lagen allerdings alle Vorkommen oberhalb des Wasserspiegels. Alle vorgefundenen Moose gelten in beiden Ländern als ungefährdet.

Tab. 7: Liste der nachgewiesenen Arten der Moose mit deutschem Namen, wissenschaftlichem Namen, dem Rote-Liste-Status in Baden-Württemberg (RL BW, Sauer und Ahrens 2006) sowie dem Rote-Liste-Status in der Schweiz (RL CH, Schnyder et al. 2004)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL BW	RL CH
Cinclidotus danubicus	Donau-Gitterzahnmoos	*	LC
Cinclidotus riparius	Zungenblättriges Gitterzahnmoos	*	LC
Amblystegium tenax	Wasser-Stumpfdeckelmoos	*	LC
Platyhypnidium riparoides	Mäusedornmoos	*	LC
Leptodictyum riparium	Ufermoos	*	LC
Fontinalis antipyretica	Gemeines Brunnenmoos	*	LC
Fissidens crassipes	Dickstieliges Spaltzahnmoos	*	LC

Erläuterung:
* = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet, VU = verletzlich, EN = stark gefährdet; k.A. = keine Angabe; häufige Arten sind hervorgehoben

Die Artengruppe der **Armleuchteralgen** war mit drei Arten vertreten, wovon jedoch keine größere Häufigkeiten erreichte. Von *Nitella spec.* wurde nur ein einzelnes Exemplar in schlechtem Zustand gefunden, weswegen keine Bestimmung auf Artniveau erfolgen konnte. Die beiden *Chara*-Arten gehören zu den am weitesten verbreiteten Vertretern der Gattung und werden entsprechend meist als ungefährdet eingestuft. In der Schweiz gilt *Chara vulgaris* allerdings als verletzlich.

Tab. 8: Liste der nachgewiesenen Arten der Armleuchteralgen mit deutschem Namen, wissenschaftlichem Namen, dem Rote-Liste-Status in Baden-Württemberg (RL BW, Korsch et al. 2013) sowie dem Rote-Liste-Status in der Schweiz (RL CH, Auderset Joye und Schwarzer 2012)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL BW	RL CH
Chara globularis	Zerbrechliche Armleuchteralge	*	LC
Chara vulgaris	Gewöhnliche Armleuchteralge	*	VU
Nitella spec.	Glanzarmleuchterlage	k.A.	k.A.

Erläuterung:
* = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet, VU = verletzlich, EN = stark gefährdet; k.A. = keine Angabe; häufige Arten sind hervorgehoben

5. Bewertung des LRT 3260

Der Anteil der FFH-Flächen am Untersuchungsgebiet beträgt nur 23,3 % (Abb. 3).

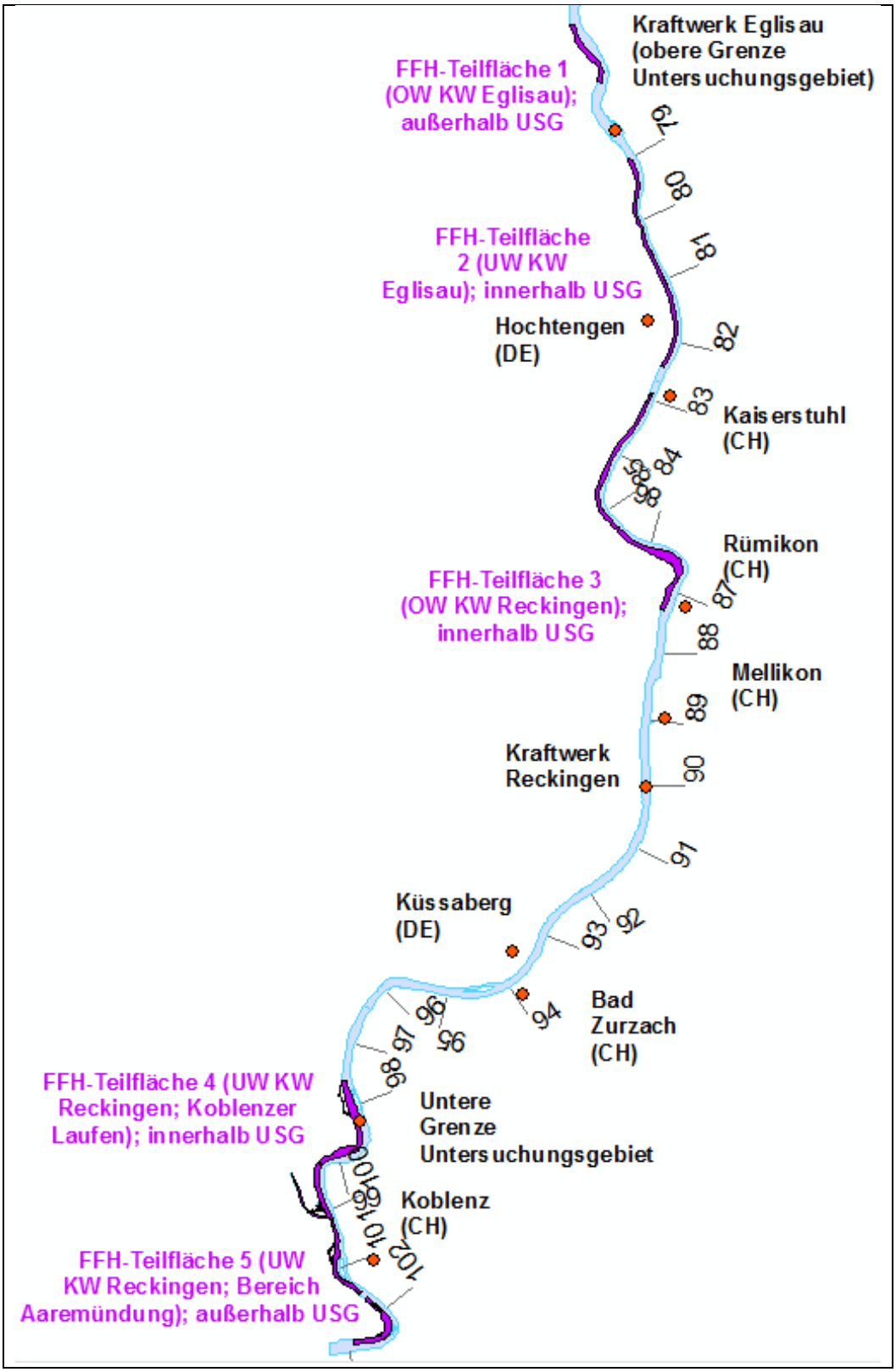


Abb. 3: Teilflächen des FFH-Gebietes „Hochrhein östlich Waldshut“ Maßstab: 1:100.000

Anhand der aktuellen Daten können dagegen insgesamt 80,7 % der Fläche des Untersuchungsgebietes als LRT 3260 ausgewiesen werden[6]. Die Bewertung des Erhaltungszustands des LRT wird aber (wie bereits beschrieben) lediglich für das FFH-Gebiet vorgenommen. Untersucht wurden insbesondere die FFH-Teilflächen FFH-2, 3 und 4. Die FFH-Teilflächen 1 und 5 (bzw. auch Anteile der Teilfläche 4) befinden sich außerhalb des Untersuchungsgebiets. Bzgl. ihrer abiotischen Ausprägung sind diese Teilflächen allerdings untersuchten Teilflächen sehr ähnlich, sodass nachfolgend eine Analogiebewertung für diese vorgenommen wird.

5.1 Arteninventar

Insgesamt ist die Artenvielfalt in allen Flächen für den Rhein relativ hoch (s. Kap. 3). Das Bewertungsschema für den LRT 3260 in Baden-Württemberg (LUBW 2014) sieht eine gutachterliche Einschätzung des standorttypischen Arteninventars vor und stellt eine Kurzliste für rhithrale und potamale Ausprägungen des LRT zur Verfügung, die aber nicht alle vorgefundenen Arten umfasst. Die einzelnen Arten müssen also im Hinblick auf den ursprünglich rhithralen Charakter des Untersuchungsgebietes unterschiedlich bewertet werden. Als typisch wird das Vorkommen der im Gebiet charakteristischen Moosflora sowie eher rhithraler Arten, vor allem *Ranunculus fluitans,* gewertet (Typ 1).

Viele Arten sind entweder Spezialfälle in Fließgewässern (Characeen) oder weder besonders typisch für rhithrale Verhältnisse noch starke Eutrophierungszeiger (Typ 2). Die letzte Artengruppe (Typ 3) wird durch eher für potamale Verhältnisse (mit geringer Strömungsgeschwindigkeit) typische Arten gebildet, die zudem in den meisten Fällen ausgewiesene Eutrophierungszeiger sind. Ein vermehrter Anteil und vor allem große Häufigkeiten dieser Arten werden als untypisch gewertet.

Die Zuordnung der einzelnen nachgewiesenen Arten zu den verschiedenen Typen zusammen mit den Quantitäten sind in Tab. 9 dargestellt.

[6] Ausgenommen waren gemäß der Kartieranleitung für den LRT 3260 des Handbuchs zur Erstellung von Managementplänen in Baden-Württemberg nur einzelne Strecken mit weniger als 1 % Anteil des LRT auf einer Länge von über 500 m und die stark verbauten Bereiche im Unterwasser der Kraftwerke Eglisau und Reckingen.

Tab. 9: Nachweise der für den LRT 3260 relevanten Makrophytenarten in den Flächen 2, 3 und 4 des FFH-Gebiets „Hochrhein östlich Waldshut“

Art	Typ	FFH2	FFH3	FFH4
Amblystegium tenax	1	2		0
Callitriche spec.	1			
Cinclidotus danubicus	1	11		25
Cinclidotus riparius	1	0		7
Fissidens crassipes	1			
Fontinalis antipyretica	1	5		7
Groenlandia densa	1	0		
Platyhypnidium riparoides	1	1		1
Ranunculus fluitans	1	1	6	1
Chara globularis	2			
Chara vulgaris	2			
Leptodictyum riparius	2	1		1
Myriophyllum spicatum	2	2	21	1
Myriophyllum verticillatum	2			
Nitella spec.	2			
Potamogeton perfoliatus	2	9	1	1
Potamogeton x angustifoli	2	0	0	
Ranunculus circinatus	2			
Butomus umbellatus	3	1	3	1
Ceratophyllum demersum	3			
Elodea canadensis	3	0	0	
Elodea nuttallii	3	0	1	0
Potamogeton crispus	3	0	1	0
Potamogeton nodosus	3	0	5	
Potamogeton pectinatus	3	5	88	4
Potamogeton pusillus	3		2	
Zannichellia palustris	3	0	13	
Artenanzahl		18	12	13

Erläuterungen:
Typ 1: typische Arten für rhithrale Gewässer, Typ 2: Sonderfälle und unspezifische Arten, Typ 3: potamale Arten oder Störungs- und Eutrophierungszeiger; angezeigte Zahlenwerte entsprechen der mittleren Quantität in den Teilflächen mit einem Vorkommen des LRT 3260, 0 = vorhanden, aber eine Quantität <0,5.

Das Arteninventar in den Flächen FFH2 und FFH4 wurde mit A bewertet. Diese Flächen entsprachen im Wesentlichen den stark strömenden Abschnitten des Untersuchungsgebietes. Es kamen vor allem Arten des Typs 1 vor. Arten des Typs 3 erreichten keine großen Häufigkeiten. In der Fläche FFH3, die den durch das KW Reckingen stark staubeeinflussten Rheinabschnitt repräsentiert, waren keine Arten des Typs 1 nachzuweisen. Arten des Typs 3 waren dagegen zahlreich vertreten sowie z.B. die dominierende Art *Potamogeton pectinatus*. Daraus ergab sich eine Bewertung mit C (Tab. 10).

5.2 Habitatstrukturen

Für das gesamte Untersuchungsgebiet sind Beeinträchtigungen der Habitatstrukturen durch den Aufstau des Gewässers und Uferbefestigungen gegeben. Genauso allgemeingültig ist die durchweg gute Gewässergüte der Klasse I–II (gering belastet) im gesamten Hochrhein bis zur Mündung der Wutach (LUBW 2005). Für FFH2 und 4 wurde der Erhaltungszustand der Habitatstrukturen deshalb mit B bewertet. FFH3 ist abweichend von den mit B bewerteten Flächen durch eine sehr geringe Fließgeschwindigkeit, geringe Wasserstandsschwankungen und erhöhte Sedimentation zusätzlich beeinträchtigt und wurden deshalb mit C bewertet (Tab. ***10***).

5.3 Beeinträchtigungen

Die meisten Beeinträchtigungen wurden bereits mit dem Arteninventar und den Habitatstrukturen abgehandelt. Zusätzlich findet im gesamten Untersuchungsgebiet eine Nutzung der Gewässerfläche durch Freizeitaktivitäten und Motorbootsverkehr statt. Zudem wird auch das direkte Gewässerumfeld regelmäßig genutzt. Die Beeinträchtigungen wurden deswegen für alle Erfassungseinheiten mit B bewertet (Tab. ***10***).

5.4 Zusammenfassende Bewertung

In der folgenden Tabelle sind die Einzelbewertungen für die FFH-Teilflächen[7] und die jeweilige Gesamtbewertung angegeben. Aus den Einzelbewertungen der Flächen des FFH-Gebietes „Hochrhein östlich Waldshut“ ergibt sich ein Flächenanteil i.H.v. 61,5 % der mit B bewerteten Teilflächen. Dies führt zu einer Gesamtbewertung des LRT 3260 im FFH-Gebiet mit B (gut). Somit konnte die amtliche Bewertung des LRT 3260 bezogen auf das Gesamt-FFH-Gebiet bestätigt werden.

Tab. 10: Übersicht über die Einzelbewertungen und Gesamtbewertungen des Erhaltungszustands des LRT 3260 der Erfassungseinheiten im FFH-Gebiet „Hochrhein östlich Waldshut“ und im gesamten Untersuchungsgebiet

Fläche	Arteninventar	Habitat-strukturen	Beeinträchti-gungen	Gesamt	aquat. Teilfläche bzw. Flächenanteil je FFH-Teilfläche
FFH1	n.a	n.a	n.a	C*	7,2 ha / 7,1%
FFH2	A	B	B	B	17,4 ha / 17,1%
FFH3	C	C	B	C	32,0 ha / 31,4%
FFH4	A	B	B	B	35,3 ha / 34,7%
FFH5	n.a	n.a	n.a	B*	9,9 ha / 9,7%
FFH[1] gesamt	**-**	**-**	**-**	**B**	**101,8 ha / 100 %**

Erläuterung:
n.a. nicht aufgenommen
Bewertung*: Flächen auf Basis der abiotischen Situation und der Ähnlichkeit zu untersuchten Teilflächen bewertet.
[1] bezogen auf das gesamte FFH-Gebiet

[7] Die Teilflächen FFH1 und 5 wurden dabei analog zu abiotisch vergleichbaren Teilflächen bewertet.

6. Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB

Die Untersuchungsabschnittbezogene Bewertung dient nicht der Zustandsbewertung des gesamten Flusswasserkörpers, sondern soll die Unterschiede der einzelnen Abschnitte im Untersuchungsgebiet darstellen.

Im **Oberwasser** des Kraftwerks Reckingen wurden sechs Abschnitte basierend auf der flächigen Vegetationskartierung bewertet. Zusammen decken sie mit Ausnahme der stark verbauten Bereiche in Kraftwerksnähe das gesamte Oberwasser ab (Abb. 5). Der erste Gewässerabschnitt (OW1) entspricht dem stark strömenden Teil des Unterwassers des Kraftwerks Eglisau und erreichte die ökologische Zustandsklasse 2 („gut“). In den drei folgenden Abschnitten (OW2 bis OW4) wurde der ökologische Zustand mit der Klasse 3 („mäßig“) bewertet. OW4 wies hierbei genau den Grenzwert zur nächstschlechteren Zustandsklasse auf. In den letzten beiden Abschnitten (OW5 und OW6) wurde ein ökologischer Zustand der Klasse 4 („unbefriedigend“) errechnet. Alle Abschnitte erfüllten die Sicherungskriterien für den Fließgewässertyp MRK und die Bewertungen können so als gesichert gelten. Der Abschnitt OW6 erreichte mit einer geringen gesamten Pflanzenmenge von 18 allerdings nur knapp das Sicherungskriterium.

Im **Unterwasser** wurden vier Abschnitte bewertet, die zusammen das gesamte Unterwasser abdecken. Für den Abschnitt UW1 wurde ein guter Zustand errechnet. Die restlichen Abschnitte im Unterwasser wiesen einen mäßigen Zustand auf. Allerdings liegen die Werte nahe der Grenze zum guten Zustand (Abb. 4). Alle Bewertungen für diese Abschnitte können hierbei wegen der Erfüllung der Kriterien als gesichert gelten.

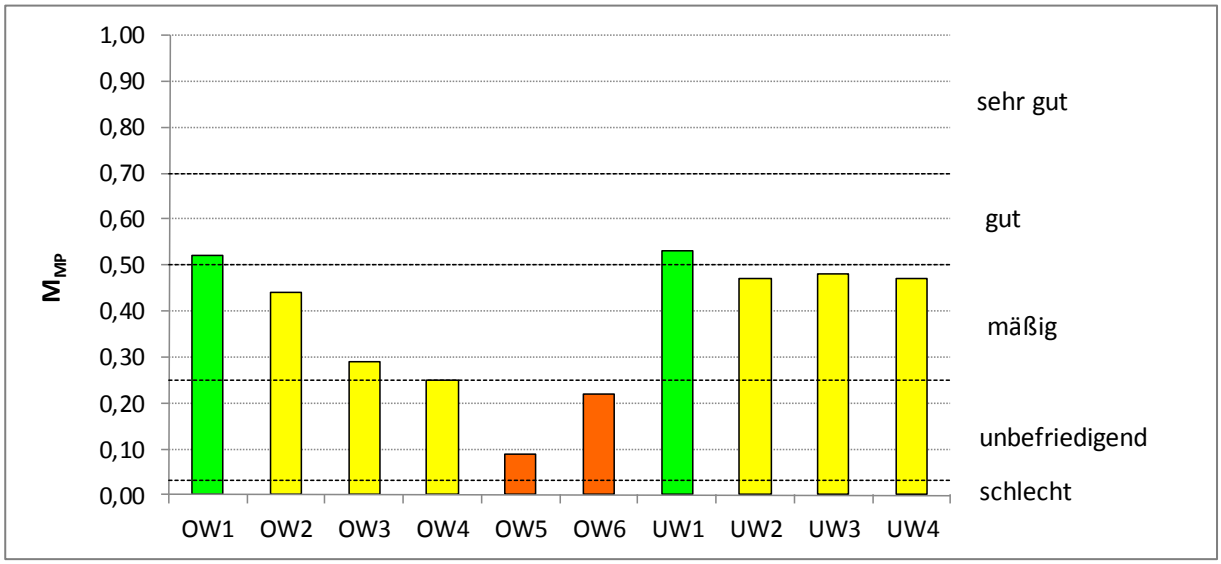


Abb. 4: Bewertung des Moduls Makrophyten (M_{MP}) bei ungesichertem Modul Diatomeen und Phytobenthos nach PHYLIB (Schaumburg et al. 2012) in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes mit Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen für den Typ MRK in den Mittelgebirgen.

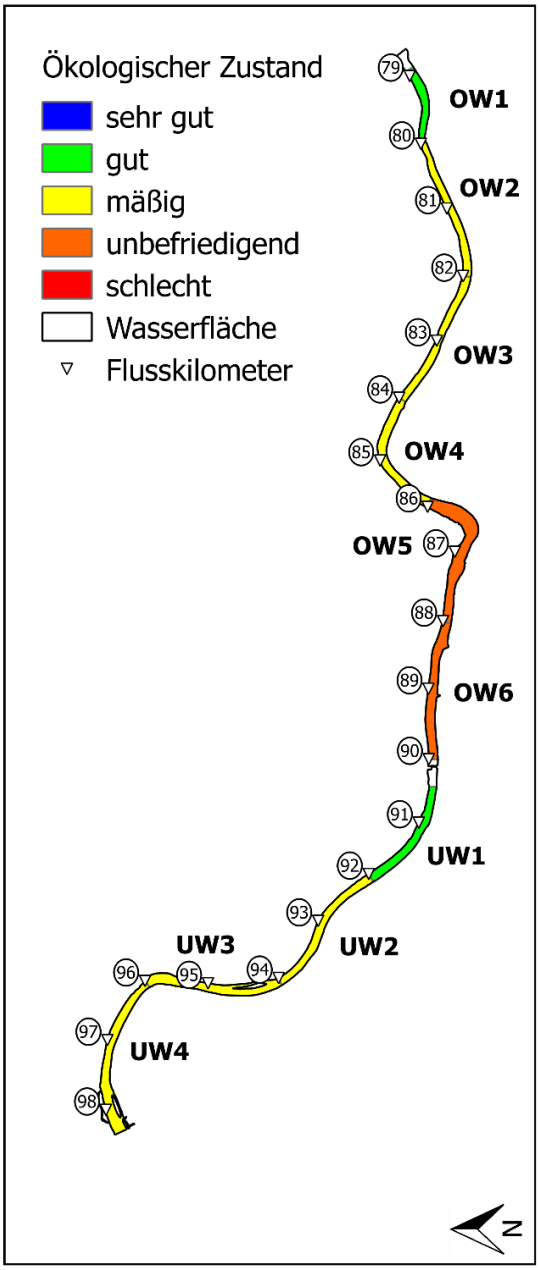


Abb. 5: Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes mit Angabe der Flusskilometer; Maßstab 1:100.000

Die schlechteren Bewertungen in den stromab gelegenen Flächen des Oberwassers des Kraftwerks Reckingen beruhen auf zunehmend hohen Anteilen an Störungszeigern (Tab. 11). Insgesamt kann die abnehmende Fließgeschwindigkeit hin zum Kraftwerk Reckingen als bestimmender degradierender Faktor angenommen werden. Die Referenzarten des Fließgewässertyps MRK sind im Wesentlichen aus strömungsliebenden bzw. -toleranten Arten, zu großen Teilen aus Moosen, zusammengesetzt. In Fließgewässern verbreitete Moosarten sind in vieler Hinsicht von der Strömung abhängig. Die Turbulenz des Wassers sorgt für eine ständig hohe CO_2-Versorgung und die vorherrschende Erosion begünstigt grobes, mineralisches Substrat, wodurch günstige Bedingungen für Moose entstehen. In diesem Punkt wirkt sich ein stark angeströmter Uferverbau aus Blockschüttungen sogar positiv aus. Bei abnehmender Fließgeschwindigkeit findet eine verstärkte Sedimentation statt, die eutraphenten Arten bzw.

Störungszeigern wie *Potamogeton pectinatus* oder *Zannichellia palustris* geeignete Habitate in Form von feinsediment- und nährstoffreichen Flächen zur Verfügung stellt. Während der Untersuchung konnte zudem eine verstärkte Veralgung der Moose mit abnehmender Fließgeschwindigkeit beobachtet werden. Weiterhin nehmen im Stauraum Wasserstands-schwankungen deutlich ab, wodurch bestimmte Moosarten zunehmend ausgeschlossen werden, die zumindest zeitweise auf ein Trockenfallen ihres Wuchsortes angewiesen sind.

Tab. 11: Quantitäten und Indikatorwerte (I) der Makrophytenarten in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes

Art	I	OW1	OW2	OW3	OW4	OW5	OW6	UW1	UW2	UW3	UW4
Fontinalis antipyretica	A	8	8	1	1			8	8	8	8
Chara globularis	A	1									
Groenlandia densa	A	1							1		1
Cinclidotus danubicus	B	27	8					27	27	27	8
Cinclidotus riparius	B	1	1					8	8	1	8
Fissidens crassipes	B			1							
Amblystegium tenax	B	1	1	1				8	8	8	8
Platyhypnidium riparoides	B	1	1					1	8	8	1
Myriophyllum spicatum	B	1	1	1	8	8	8	1	1	1	8
Potamogeton perfoliatus	B	1	8	8	1	1		1	8	1	8
Ranunculus circinatus	B					1					
Ranunculus fluitans	B	1		1	1	8		1	8	1	8
Leptodictyum riparium	C	1	1	1				1	1	8	1
Butomus umbellatus	C	1	1	1	1	8	1	1	1	1	
Ceratophyllum demersum	C	1				1					
Elodea canadensis	C	1			1	8		1	1		1
Elodea nuttallii	C	1			1	8		1	1		1
Potamogeton crispus	C	1	1		1	1			1	1	1
Potamogeton nodosus	C		1			8			1		
Potamogeton pectinatus	C	1	8	8	8	27	8	1	8	1	8
Potamogeton pusillus	C					8					
Zannichellia palustris	C	1	1	1	1	8	1		1		1
Nitella spec.	X					1					
Potamogeton x angustifolius	X			1	1						

Erläuterungen:
A = Referenzart, B = Begleiter, C = Störungszeiger, X= ohne Indikatorwert für den Fließgewässertyp MRK (Schaumburg et al. 2012)

Für die Bewertung der strömungsreichen Abschnitte wirkt sich aus, dass *Cinclidotus danubicus* in der aktuellen Fassung des PHYLIB-Verfahrens nur als Begleit- und nicht als Referenzart für den Fließgewässertyp MRK eingestuft ist. Die Art könnte nach der vorliegenden Literatur (Kap. 3) durchaus als Referenzart im Gebiet gelten. Dadurch würden die Abschnitte OW1, OW2 und alle im Unterwasser liegenden Abschnitte eine Zustandsklasse besser bewertet. Jedoch würde sich dadurch keine Verbesserung für die am schlechtesten bewerteten Abschnitte ergeben. Insgesamt betrachtet, spiegeln die mit dem Verfahren erzielten Ergebnisse die Situation nachvollziehbar wieder.

Die nächste amtliche Monitoringprobestelle für Makrophyten befindet sich im Rhein im Bereich der Wutachmündung bei Tiengen. Derzeit werden die Markrophytenbestände des Flusswasserkörpers Hochrhein zwischen Eschenzer Horn und Aaremündung auf Basis dieser Messstelle mit „gut“ bewertet. Entlang des gesamten Flusswasserkörpers werden insgesamt vier Stellen im Hinblick auf diese Bioqualitätskomponente beprobt und im Gesamtergebnis zuletzt 2012 ein guter Zustand festgestellt.

7. Zusammenfassung

Im August 2015 wurde eine flächige Aufnahme der Makrophytenvegetation im Bereich zwischen dem Kraftwerk Eglisau bis zum Beginn des Kadelburger bzw. Koblenzer Lauffen bei Flusskilometer 98,5 vorgenommen. Dabei konnten 17 Arten der Samenpflanzen, sieben Moose und drei Armleuchteralgen nachgewiesen werden.

Die Bewertung des Erhaltungszustandes des LRT 3260 (FFH-Lebensraumtyp 3260, Fließgewässer mit flutender Wasservegetation) für die Flächen des FFH-Gebietes „Hochrhein östlich Waldshut“ ergab eine Gesamtbewertung der Stufe B („gut“). Als mindernde Faktoren für Teilbewertungen waren vor allem die Dominanz von Störungszeigern, Auswirkungen des Gewässerausbaus und der verringerten Strömungsgeschwindigkeit im (stark) staubeeinflussten Bereich sowie die übrige Gewässernutzung maßgeblich.

Zusätzlich erfolgte eine **Bewertung des ökologischen Zustands gemäß der EU-WRRL** von sechs Abschnitten im Oberwasser und vier Abschnitten im Unterwasser nach dem **PHYLIB-Verfahren**. Im Oberwasser wurde ein Abschnitt als „gut“, drei Abschnitte als „mäßig“ und zwei Abschnitte als „unbefriedigend“ bewertet. Im Unterwasser wurde ein Abschnitt mit „gut“ und drei Abschnitte mit „mäßig“ bewertet. Als wesentlicher degradierender Faktor kann die verringerte Strömungsgeschwindigkeit im (stark) staubeeinflussten Bereich und die damit zusammenhängende Veränderung in der Artenzusammensetzung gesehen werden. Der untersuchte Abschnitt bildet den gesamten Flusswasserkörper „2-01, Hochrhein ab Eschenzer Horn bis oberh. Aare“ nicht repräsentativ ab, weshalb von der amtlichen Bewertung für den gesamten Flusswasserkörper ausgegangen wird. Die amtliche Bewertung der Bioqualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos bezieht sich auf vier Untersuchungsstellen entlang des gesamten Flusswasserkörpers und konnte bei der letzten Untersuchung einen guten Zustand feststellen.

8. Literaturverzeichnis

Ahrens, M.; Holz, I.; Schoepe, G. (2000): Allgemeiner Teil u. Spezieller Teil: (Bryophytina I, Andreaeales bis Funariales). Stuttgart: Ulmer (Die Moose Baden-Württembergs, Bd. 1 - 3 / Hrsg. von M. Nebel und G. Philippi ; Band 1).

Auderset Joye, D.; Schwarzer, A. (2012): Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Hg. v. Bundesamt für Umwelt. Bern (Umwelt-Vollzug, 1213).

Bergamini, A.; Müller, N.; Peintinger, M.; Schnyder, N.; Stofer, S. (2007): Die Wassermoosflora des Rheinfalls bei Schaffhausen im Vergleich zu den 1930er Jahren. In: *Botanica Helvetica* (117), S. 202–207.

Breunig, T.; Demuth, S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württembergs. Hg. v. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Brinkmann, R.; Hunger, H.; Schiel, F. J. (2009): Managementplan für das FFH-Gebiet "Hochrhein östlich Waldshut". Hg. v. Regierungspräsidium Freiburg.

Frahm, J. P. (1997): Zur Ausbreitung von Wassermoosen am Rhein (Deutschland) und an seinen Nebenflüssen seit dem letzten Jahrhundert. In: *Limnologica* (27 (2)), S. 251–261.

Frahm, J. P. (2009): Das nördlichste Vorkommen von Fissidens grandifrons in Europa. In: *Archive for Bryology* (44).

Korsch, H.; Doege, A.; Raabe, U.; van de Weyer, K. (2013): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. 3. Fassung, Stand Dezember 2012. Hg. v. Thüringische Botanische Gesellschaft e.V.

Beschlüsse der Arbeitsgemeinschaft „Naturschutz“ der Landes-Umweltministerien (LANA, 2006)

LUBW (2005): Gewässergütekarte Baden-Württemberg 2004. 1. Auflage. Hg. v. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.

LUBW (2014): Handbuch zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Version 1.3. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Stuttgart.

Maurer, V.; Sieber, U.; Gerster, S. (1993): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1990. Teil IV: Zusammenfassender Kurzbericht. Hg. v. BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Schriftenreihe Umwelt, 197).

Moser, D. M.; Gygax, A.; Bäumler, B.; Wyler, N.; Palese, R. (2002): Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz. Farn- und Blütenpflanzen. Hg. v. BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Vollzug Umwelt).

Philippi, G. (1961): Die Wassermoosflora am Hochrhein zwischen Reckingen und Waldshut. Sonderdruck. In: *Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg* (27/28).

Pottgieser, T.; Halle, M. (2004): Entwicklung einer (Abschnitts-) Typologie für den natürlichen Rheinstrom. -Endbericht-. Hg. v. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR). Koblenz (Bericht 147d).

Sauer, M.; Ahrens, M. (2006): Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose Baden-Württembergs. Stand 2005. Hg. v. LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.

Schaumburg, J.; Schranz, C.; Stelzer, D.; Vogel, A.; Gutowski, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos - PHYLIB. Stand Janunar 2012. Hg. v. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Schnyder, N.; Bergamini, A.; Hofmann, H.; Müller, N.; Schubiger-Bossard, C.; Urmi, E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz. Moose, Ausgabe 2004. Hg. v. BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Vollzug Umwelt).

Urmi, E.; Schubiger-Bossard, C.; Schnyder, N.; Müller, N.; Küchler, M.; Hofmann, H.; Bisang, I. (2007): Zwei Jahrhunderte Bestandesentwicklung von Moosen in der Schweiz. Retrospektives Monitoring für den Naturschutz: Haupt.

van de Weyer, K. (2009): Makrophytenverbreitung im Rhein. Hg. v. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR). Koblenz (Rheinmessprogramm Biologie 2006/2007, Bericht 170).

van de Weyer, K. (2015): Makrophytenverbreitung im Rhein 2012/2013. Hg. v. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR). Koblenz (Bericht 225).