

# Wasserpflanzen des (Kinzig)-Schutter-Unditz-Fließgewässer-Systems in der Oberrheinebene

WOLFGANG SCHÜTZ, KATRIN WUCHTER, MARKUS RÖHL & KONRAD REIDL

## Kurzfassung

Gegenstand dieser Studie ist die Verbreitung der aquatischen Makrophyten im (Kinzig)-Schutter-Unditz-Fließgewässer-System in der Offenburger Oberrheinebene (Baden-Württemberg). In den untersuchten Gewässern kamen 23 Arten vor, je 17 in Schutter (unterhalb Lahr) und Unditz. *Nuphar lutea*, *Potamogeton pectinatus* und *Sparganium emersum* waren die häufigsten Arten. In der Schutter war *Potamogeton nodosus* die dominierende Art. In vielen Abschnitten der Schutter, der Unditz und einiger ihrer Zuflüsse war eine Massentwicklung von Wasserpflanzen zu beobachten, begünstigt durch eine überwiegend schwache Strömung, fehlende bis mäßige Beschattung durch Ufergehölze und eine meist geringe Tiefe. Ein beschränkender Einfluss der hohen Schwebstoff-Fracht der Schutter auf die Entwicklung der makrophytischen Vegetation war nicht feststellbar. Das Arteninventar der untersuchten Fließgewässer besteht durchweg aus eutraphenten Arten, die sich in der Mehrzahl durch folgende Eigenschaften auszeichnen: perennierende Lebensform, Rhizom als Speicherorgan, schnelles Wachstum, hohe Austauschrate der Assimilationsorgane, Konzentration der Biomasse an der Wasseroberfläche. Im Schwarzwald weit verbreitete Weichwasser-Arten sind weder im Unterlauf der im Schwarzwald entspringenden Schutter noch in den anderen untersuchten Fließgewässern vertreten. Vergleiche mit anderen Fließgewässer-Systemen belegen den bestimmenden Einfluss von geologischem Untergrund, Gefälle und Strömung auf die Zusammensetzung und Struktur der aquatischen Vegetation. Es ist anzunehmen, dass der Artenreichtum und der Anteil eutrophierungs- und störungsempfindlicher Arten infolge menschlicher Einflüsse zurückgegangen ist.

## Abstract

An account is given of the distribution of aquatic macrophytes in the (Kinzig)-Schutter-Unditz river system in the "Offenburger Oberrheinebene" (Baden-Württemberg, Germany). Overall, 23 species were found, with each 17 in the Schutter river (downriver of the city of Lahr) and the Unditz river, respectively. The most abundant species in the waters investigated were *Nuphar lutea*, *Potamogeton pectinatus* and *Sparganium emersum*. *Potamogeton nodosus* was the dominating species in the Schutter. A mass development of macrophytes was evident in many stream sections of the Schutter, the Unditz and some of their tributaries, favoured by low stream velocities, poor shading by riparian woodland and low water depth. A high load of suspended matter in the Schutter had no visible effect on the development of the macrophyte vegetation. The aquatic flora

of the investigated river system consists exclusively of eutraphent species, which are in the majority of cases characterized by the following traits: perennial life form, rhizomatic storage organ, fast growth, high turnover-rates of the assimilation organs, and concentration of biomass at or near the water surface. Comparisons with river systems in other landscapes prove the determining influence of underlying bedrock, slope and stream velocity on the composition and structure of the aquatic vegetation. Species which are typically growing in soft water, and which are widely distributed in the Black Forest, were neither present in the lower reaches of the Schutter (having its source in the Black Forest) nor in any other of the investigated running waters. It is likely that the proportion of species susceptible to eutrophication and disturbance has declined due to anthropogenic influences.

## Autoren

Dr. WOLFGANG SCHÜTZ, Im Jägeracker 28, D-79312 Emmendingen, Tel.: 07641/935286, Fax: 07641/935285; E-Mail: wolf.schuetz@gmx.de

KATRIN WUCHTER, Schelmenwasen 4-8, D-72622 Nürtingen, Tel.: 07022/404-220, Fax: 07022/404-209; E-Mail: katrin.wuchter@hfwu.de

Dr. MARKUS RÖHL, Schelmenwasen 4-8, D-72622 Nürtingen, Tel.: 07022/404-215, Fax: 07022/404-209; E-Mail: markus.roehl@hfwu.de

Prof. Dr. KONRAD REIDL, Schelmenwasen 4-8, D-72622 Nürtingen, Tel.: 07022/404-174, Fax: 07022/404-209; E-Mail: konrad.reidl@hfwu.de

## 1 Einleitung

Nur wenige Gebiete wurden botanisch so ausdauernd und eingehend studiert wie die Aue des Oberrheins zwischen Basel und Mannheim. Dies gilt auch für die zahlreichen Gewässer mit ihrer artenreichen submersen Flora, die bereits von LAUTERBORN (1910) vor 100 Jahren eindrücklich beschrieben und deren Veränderung durch den Ausbau des Oberrheins umfassend dokumentiert wurde (KRAUSE 1971).

Außerhalb dieser rheinnahen Zone sind unsere Kenntnisse der Gewässervegetation allerdings auch heute noch begrenzt. Insbesondere die Flora und Vegetation der zahlreichen Fließgewässer und Gräben zwischen alluvialer Aue und Schwarz-

waldrand haben kaum je das Interesse der Botaniker erregt. Der Grundgedanke, sich vertiefend mit der Gewässervegetation im Gebiet zu befassen, ergab sich mit der Beauftragung der ARGE FFH-Management (bestehend aus dem Büro für Tier- und Landschaftsökologie, Dr. JÜRGEN DEUSCHLE und dem Institut für Umweltplanung, Prof. Dr. KONRAD REIDL) zur Erstellung des Natura-2000-Managementplans (MaP) „Untere Schutter und Untitz“ (umfasst u.a. das FFH-Gebiet 7513-341) durch das Regierungspräsidium Freiburg, Ref. 56 – Naturschutz und Landschaftspflege im Jahr 2011. Die im Rahmen des Auftrags durchgeführten Fließgewässer-Kartierungen veranlassten uns, über die Erfassungen zum Natura-2000-MaP hinausgehende Untersuchungen zu tätigen. Das Gebiet gehört zum Ortenaukreis, der ungefähr in der Mitte der Oberrheinebene zwischen Basel und Mannheim liegt und sich zu großen Teilen mit dem Schutter-Untitz-(Kinzig)-Wasserkörper deckt (RP Freiburg 2005).

Die Untersuchungen umfassen neben Schutter und ihrem Nebenfluss Untitz Gräben und Bäche (Bruchgraben, Dorfbach, Mittelbach, Kammach, Tieflachkanal, Pfitzengraben, Muserebach, Scheidgraben, Neuer Graben), deren Wasserführung und Dimensionen groß genug sind, um eine permanente Besiedlung durch Wasserpflanzen zu ermöglichen. Aus Vergleichsgründen wird zudem kurz auf die makrophytische Vegetation der Kinzig eingegangen, soweit diese bekannt ist. Unsere Absicht war es, über die Identifikation und Bewertung des Lebensraumtyps (LRT 3260) im Rahmen eines MaP hinaus die Kenntnis der Vegetation und Flora der Fließgewässer in Baden-Württemberg zu erweitern und durch eine weitgehend lückenlose Kartierung die Grundlage für spätere Wiederholungskartierungen des Schutter-Untitz-Systems zu schaffen.

Weiterhin vergleichen wir die Fließgewässer-Vegetation des (Kinzig)-Schutter-Untitz-Systems mit der Fließgewässer-Vegetation anderer Landschaften in Baden-Württemberg und benachbarten Regionen, verbunden mit einer Gewichtung der für die Zusammensetzung und Struktur der makrophytischen Vegetation und Flora maßgeblichen Faktoren.

## 2 Geologie und Hydrologie des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet ist Teil der Offenburger Rheinebene und weist mit Meereshöhen zwi-

schen 133 und 160 Meter über NN nur geringe Höhenunterschiede auf. Hydrologisch gehört es zum (Kinzig)-Schutter-Untitz-Wasserkörper (Nr. 32-05-or3) mit einer Länge des Gewässernetzes von 101 km und einem Einzugsgebiet von 234 km<sup>2</sup> Größe (RP Freiburg 2005). Im Schuttertal westlich von Lahr besteht der Untergrund aus Flussbettsedimenten.

Die Talablagerungen bestehen aus groben Kiesen mit kiesigem Sand und wechselnden Schluff-, Stein- und Blockgehalten. Das schlecht sortierte Material stammt ausschließlich aus dem Schwarzwald. Die Mächtigkeit der Flussbettsedimente und Sande beträgt wenige Meter (Rp Freiburg 2005). Das unmittelbare Einzugsgebiet der Fließgewässer wird in der Regel intensiv ackerbaulich oder als Grünland genutzt. Im FFH-Gebiet „Untere Schutter und Untitz“ sind allerdings auch großflächige Extensivgrünlandstrukturen erhalten geblieben.

## 3 Gewässer

Die **Schutter** entspringt am Hünersedel oberhalb von Schweighausen im Mittleren Schwarzwald in 680 Meter Höhe und mündet nach 56 km bei Kehl in die Kinzig (Abb. 1). Bis Lahr ist die Schutter ein silikatischer Mittelgebirgsfluss, der unterhalb von Lahr in die Rheinebene übergeht. Das Talbodengefälle der Schutter zwischen der Ortschaft Schuttern und der Mündung beträgt 0,075 %, die Entfernung zur Mündung noch 28 km. Mit dem Eintritt in die Rheinebene nimmt die bisher rhithrale Schutter, die dabei ihre Richtung von Westen nach Norden ändert, über weite Strecken den Charakter eines potamalen Tieflandflusses mit schwacher Strömung und überwiegend schlammiger Sohle an. Besonders ausgeprägt ist dieses Erscheinungsbild zwischen Hugsweier und Kittersburg. Unterhalb von Kittersburg zeigt die Schutter allerdings wieder einen stärker rhithralen Charakter, da Strecken mit feinkiesigem Untergrund und schnellerer Strömung wieder zunehmen.

Die mittlere Wasserführung (bezogen auf eine 50-jährige Periode zwischen 1970 und 2009) am Pegel Lahr beträgt 1,4 m<sup>3</sup>/s, die Extreme schwanken zwischen einem Niedrigwasser-Abfluss von 254 l/s und einem Hochwasser-Abfluss von 70,4 m<sup>3</sup>/s (LUBW 2012). Das Wasser der Schutter ist durch eine hohe Fracht an Schwebstoffen, die wahrscheinlich zu großen Teilen aus einer lebhaften Seitenerosion der Ufer stammen, mehr oder weniger dauerhaft eingetrübt.

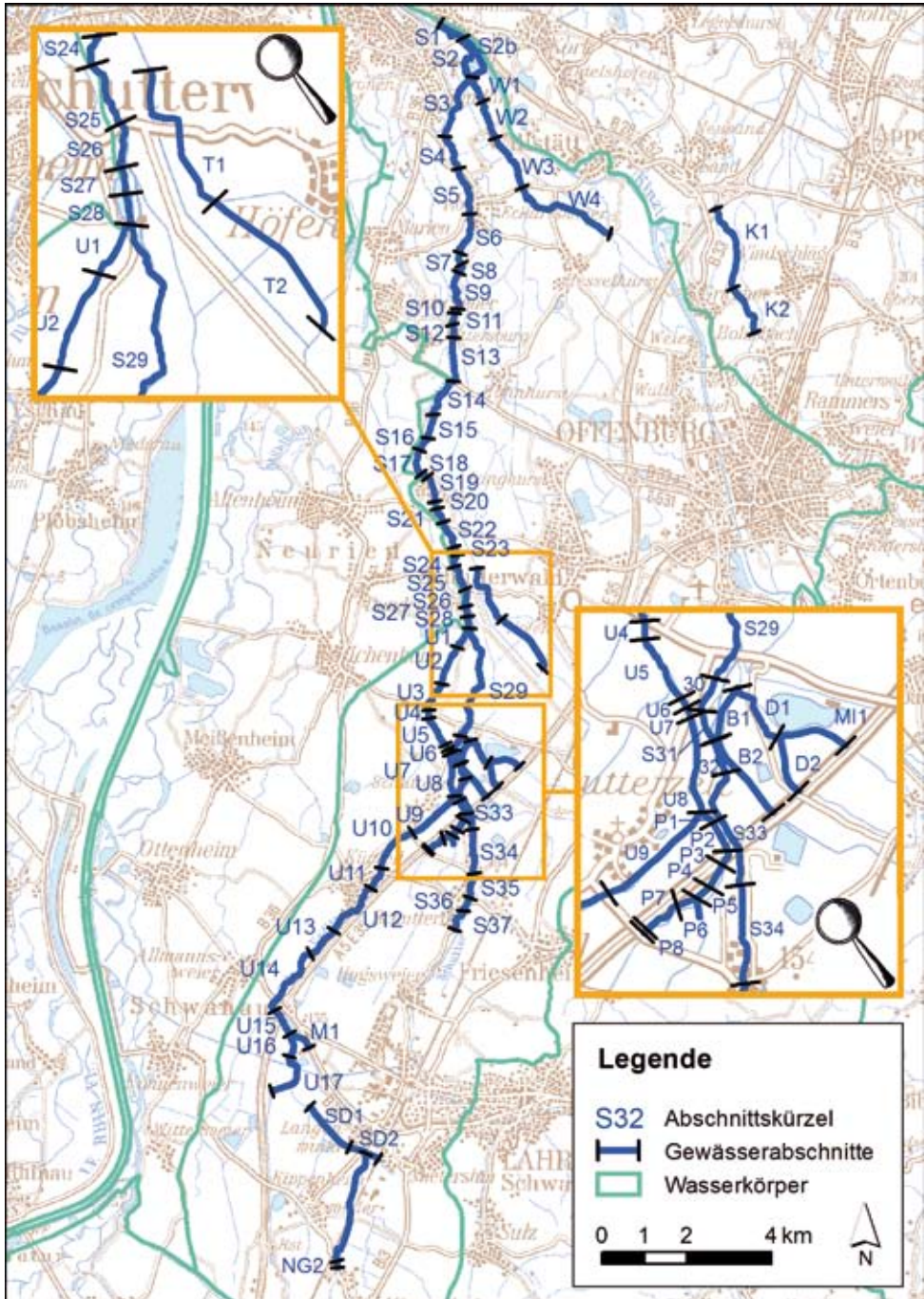


Abbildung 1. Lage der untersuchten Fließgewässer in der Offenburger Rheinebene. B = Bruchgraben, D = Dorfbach, K = Kammbach, M = Muserebach, MI = Mittelbach, NG = Neuer Graben, P = Pfitzengraben, S = Schutter, SD = Scheidgraben, T = Tieflachkanal, U = Unditz, W = Waldbach. – Grafik: KATRIN WUCHTER.

Die Breite der Schutter beträgt im oberen kartierten Drittel ungefähr 5 Meter und erreicht im unteren Drittel Werte um die 10 Meter, streckenweise auch bis über 15 Meter.

Das Wasser der Schutter wurde früher zur Wiesenbewässerung genutzt. Bauwerke und Wiesenwässerungssysteme sind zum Teil heute noch erkennbar. Das Wasser wurde oberhalb von Mühlen (Schutterzeller Mühle, Dundenheimer Mühle, Kittersburger Mühle) oder an Wäseerwehren aufgestaut.

Die **Unditz** entspringt etwa 1,0 km nordwestlich von Mahlberg auf etwa 162 Meter ü. NN und mündet nach 20,2 km bei der Dundenheimer Mühle (Abb. 1) auf 147 Meter ü. NN in die Schutter.

Das Talbodengefälle der Unditz beträgt ca. 0,06 %. Ihre Breite ist im oberen Drittel sehr gering (1-2 Meter) und erreicht erst im unteren Drittel Werte zwischen 4 und 6 Meter. Der überwiegend begradigte Oberlauf liegt fast immer trocken und ähnelt mehr einem Wassergraben als einem Bach.

Bei den weiteren untersuchten Bächen bzw. Gräben handelt es sich um Zuflüsse zur Schutter und zur Unditz. Der längste unter ihnen ist der Waldbach, der kurz vor dem Regulierungsbauwerk beim Baggersee in die Schutter mündet. Weitere Zuflüsse sind Bruchgraben, Dorfbach, Mittelbach, Kammbach und Tieflachkanal. In die Unditz münden Scheidgraben, Muserebach und Pfitzengraben (Abb. 1).

Die untersuchten Gewässer weisen durchweg erhebliche hydromorphologische Belastungen auf. Schutter, Unditz und ihre Zuflüsse sind, wie viele weitere Nebengewässer des Rheins, signifikant morphologisch verändert (RP Freiburg 2005). Nicht nur die Kinzig, sondern auch die Schutter wurden aus Hochwasserschutzgründen massiv begradigt und ausgebaut. Nach der Einteilung anhand der Gewässerstrukturkartierung liegt der Grad der Veränderung zwischen „erheblich“ und „vollständig“, wobei letztere Einstufung vor allem die mit einem Doppeltrapezprofil versehene Kinzig betrifft (RP Freiburg 2005).

Bereits um 1820 wurde mit der Regulierung der Kinzig begonnen, und in den folgenden 40 Jahren wurde diese weitgehend fertiggestellt. Um 1850 wurden erste Maßnahmen an der Schutter vorgenommen. Ende des 19. Jh. führten erhebliche Schäden durch Hochwässer zu einer weiteren Regulierung und Verbreiterung des Schutterbetts. 1932-1935 wurde der Schutter-Entlastungskanal gebaut, der in Lahr über ein Abschlagbauwerk von der Schutter abzweigt und

auftretende Hochwässer direkt dem Rhein zuleitet (RP Freiburg 2005).

Seit 2003 werden abschnittsweise Maßnahmen zur Renaturierung durchgeführt. Renaturierte Strecken befinden sich bei Müllen und zwischen Eckartsweier und an der Schuttermündung (RP Freiburg 2005).

### 3.1 Belastung und Chemismus

Die Gewässergüte von Schutter und Kinzig lässt sich im Untersuchungsgebiet dem mäßig belasteten Bereich zuordnen (Stufe 2), die Unditz ist mäßig bis kritisch belastet (Stufe 2-3) (LUBW 2012). Beachtenswert ist, dass die Gewässergüte vor allem der Schutter sich im Vergleich zu den 1970er und 1980er Jahren, in denen sie den Stufen 3 bis 5 zugeordnet war, deutlich verbessert hat.

Die Bewertung nach WRRL ergab für die Module „Phytobenthos und Makrophyten“ im Jahr 2010 für Schutter und Unditz die Einstufung „unbefriedigend“, für die Kinzig bei Bühl und unterhalb Kehl die Einstufung „mäßig“ (LUBW 2010, unveröff. Daten).

Die Mittelwerte für  $\text{PO}_4\text{-P}$  und  $\text{NH}_4\text{-N}$  in der Schutter (in Willstätt nahe der Mündung nur für 2004, in Lahr nur für den Zeitraum 2005-2010 verfügbar) liegen in Willstätt bei 0,05 bzw. bei 0,33 mg/l (nach Eliminierung eines Ausreißers nach oben nur noch bei 0,06 mg/l), in Lahr bei 0,04 bzw. bei 0,03 mg/l. Die Leitfähigkeit steigt von ca. 190  $\mu\text{S/cm}$  in Lahr bis auf ca. 400  $\mu\text{S/cm}$  nahe der Mündung, die Säurekapazität (bis pH 4,3) gleichlaufend von 1,3 auf 2,9 mmol/l. Im Gegensatz zur Schutter ist die Kinzig in Offenburg mit einem Wert von ca. 0,8 mmol/l noch als Weichwasserfluss zu bezeichnen, jedoch nicht mehr in Kehl mit stark schwankenden Jahresmittelwerten zwischen 1,1 und 1,8 mmol/l (LUBW 2012).

Für die Unditz und die untersuchten Zuflüsse liegen keine chemischen Messwerte vor. Nach eigenen Messungen am 31.8.2011, die fast zeitgleich an zwei nahe gelegenen Stellen in Schutter und Unditz durchgeführt wurden, lagen die Werte nahe der Schutterzeller Mühle bei 508  $\mu\text{S/cm}$  in der trüben Schutter und bei 727  $\mu\text{S/cm}$  in der klaren Unditz. Messungen am 9.9.2011 an gleicher Stelle ergaben einen Wert für die Unditz von 689  $\mu\text{S/cm}$ , was diese eindeutig als Hartwasserfluss ausweist.

Größter Einleiter von Abwässern im Untersuchungsgebiet ist die SKA Friesenheim (EGW 29.500), die ihre Abwässer unterhalb von Schuttern in die Schutter einleitet.

Die Schutter ist ein sommerwarmer Fluss, dessen Temperatur-Jahresamplitude in Lahr noch knapp unter 20 °C liegt, in Willstätt aber deutlich mehr als 20 °C erreicht (LUBW 2012).

#### 4 Methode

Für die Kartierung wurde die Methode nach KOHLER & JANAUER (1995) verwendet, die eine möglichst lückenlose Erfassung des ganzen Flusslaufes vorsieht. Die Fließgewässer wurden mit einem Schlauchboot befahren und, wo dies nicht möglich war, zu Fuß abgegangen. Zu Bestimmungszwecken wurden Pflanzen bei Bedarf mit einem ausziehbaren Rechen entnommen. Während der Kartierung wurde das Fließgewässer in Abschnitte eingeteilt und die Menge der vorkommenden Arten mit Hilfe einer 5-teiligen Skala geschätzt:

- 1 – sehr selten
- 2 – selten
- 3 – zerstreut
- 4 – häufig
- 5 – sehr häufig, massenhaft

Zusätzlich wurde die Gesamtdeckung der Makrophyten (in % der bedeckten Sohlfläche) für jeden Abschnitt geschätzt. In Tab. 1 angegeben ist zudem die Wuchsform der Makrophyten. Kriterien für die Einteilung in Abschnitte waren markante

Änderungen in der Artenzusammensetzung, der Fließgeschwindigkeit, der Sohlbeschaffenheit, der Beschattung und der Wassertiefe sowie der Zuflüsse einschließlich der Einleitungsstellen von Abwässern. Wenn über längere Strecken keine Änderung der Umweltfaktoren oder des Makrophytenbewuchses auftrat, wurden auch leicht wiederauffindbare Punkte im Gelände (v.a. Brücken) als Grenzen verwendet.

Die Kartierung wurde zwischen Juli und August 2011 durchgeführt, der Pflanzengraben wurde im August 2013 kartiert.

#### 5 Ergebnisse

##### 5.1 Schutter

Die Schutter wurde in 38 Abschnitte eingeteilt, deren Länge, bei einem Median von 607 Metern, zwischen 134 und 2954 Meter liegt (Abb. 1). Insgesamt wurden 17 Arten gefunden, zusätzlich zwei Moose, die aber nur an einer einzigen Stelle vorkamen und zudem auf eingebrachten Blöcken wuchsen. Zwei Abschnitte waren ohne Makrophytenbewuchs, das Maximum lag bei 8 Arten je Abschnitt und damit nahe am Median mit 6 Arten/Abschnitt (Tab. 2).

Obwohl das Wasser der Schutter durch die hohe Fracht an Feinsedimenten fast immer stark eingetrübt ist, begünstigen schwache Strömung,

Tabelle 1. Wuchsformen der in den untersuchten Gewässern vorkommenden Arten.

B = Batrachide	Makrophyten mit Schwimm- und Unterwasserblättern, letztere zerteilt oder unzerteilt
C = Ceratophyllide	Pleustophyten mit großen, zerteilten Unterwasserblättern
E = Elodeide	Kleinblättrige untergetauchte Makrophyten mit wirteligen Sprossen, Blätter unzerteilt
G = Graminoide	Süßgräser
Herb = Herbide	Kräuter
L = Lemnide	Pleustophyten mit kleinen, blattähnlichen Schwimmsprossen
M = Myriophyllide	Untergetauchte Makrophyten mit beblätterten Sprossen, Blätter zerteilt
N = Nymphaeide	Schwimblattgewächse mit breiten Blättern
Pep = Peplide	Makrophyten mit länglichen oder spatelförmigen Blättern, letztere eine endständige Rosette bildend
Ppot = Parvopotamide	Untergetauchte Makrophyten mit unzerteilten, ganzrandigen Blättern (Kleilaichkrautartige)
V = Vallisneride	Makrophyten mit grundständigen, aber lang flutenden Blättern

Tabelle 2. Verbreitung der Makrophyten in der Schutter. Häufigkeitsangaben: 1 – sehr selten, 2 – selten/spärlich, 3 – zerstreut, 4 – häufig, 5 – sehr häufig, massenhaft. Die Wuchsformen sind in Tabelle 1 beschrieben. In Abschnitt S1 kommen zusätzlich die Moose *Rhynchosstegium riparioides* und *Fontinalis antipyretica* in geringer Menge auf einem eingebrachten Flussbaustein kurz vor der Mündung in die Kinzig vor.

Abschnitts-Nr.	Schutter																			
	Wuchsform	S1	S2	S2b	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Abschnittslänge (m)		862	1510	1251	1678	886	1203	296	1056	234	1050	134	303	323	1067	1059	613	379	623	157
<i>Callitriche obtusangula</i>	Pep	.	.	3	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	2	.	.	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	2	2	1	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elodea canadensis</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Elodea nuttallii</i>	E	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	L	.	2	3	2	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna minuscula</i>	L	.	1	2	2	.	1	1	2	2	2	.	1	2	1	1	.	.	1	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	M	1	2	1	.	2	3	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	2	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	Herb	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	N	.	.	.	.	.	.	.	2	3	4	3	.	.	2	3	.	.	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	Ppot	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	3	4	.	5	3	3	2	3	2	3	.	.	2	5	5	4	.	2	5
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ppot	4	3	.	2	3	3	.	4	1	4	.	.	.	3	2	4	.	.	.
<i>Ranunculus fluitans</i>	M	4	3	.	3	4	4	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	Herb	2	.	.	3	1	2	2	2	.	2	.	.	2	2	2	1	.	2	5
<i>Sparganium emersum</i>	V	.	.	.	.	1	2	2	2	2	3	2	1	4	4	3	2	2	2	3
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	L	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Zannichellia palustris</i>	Ppot																			1
Deckung (%)		60	40	100	60	60	40	60	50	10	70	5	1	25	80	70	30	3	1	80
Artenzahl		6	7	6	8	8	7	7	8	7	8	3	1	4	7	8	7	3	4	4

Abschnitts-Nr.	Wuchs- form	Schutter																			
		S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	
Abschnittslänge (m)		642	175	363	682	201	307	634	448	251	287	2954	377	358	378	1347	1093	601	343	538	
<i>Callitriche obtusangula</i>	Pep	.	.	.	2	2	3	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Elodea canadensis</i>	E	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Elodea nuttallii</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lemna minor</i>	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lemna minuscula</i>	L	2	1	1	2	2	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	M	1	.	1	2	2	.	.	1	.	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Myosotis scorpioides</i>	Herb	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nuphar lutea</i>	N	.	2	1	4	2	5	4	3	3	2	3	.	3	.	.	.	.	.	.	
<i>Potamogeton crispus</i>	Ppot	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	4	2	3	5	3	3	2	3	.	5	5	3	5	2	5	.	4	.	3	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ppot	3	2	1	3	3	4	.	1	.	4	.	.	.	.	.	.	1	.	.	
<i>Ranunculus fluitans</i>	M	.	1	.	.	1*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rorippa amphibia</i>	Herb	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	
<i>Spartanium emersum</i>	V	2	2	1	4	3	3	3	3	.	4	2	1	3	.	.	.	.	.	.	
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	L	2	1	1	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Zannichellia palustris</i>	Ppot	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Deckung (%)		50	10	25	80	25	90	30	25	10	80	70	5	90	1	70	0	30	0	20	
Artenzahl		7	8	8	8	8	7	4	6	2	8	4	2	3	1	2	0	2	0	1	

geringe bis mäßige Beschattung und die meist geringe Tiefe eine Massenentwicklung von Wasserpflanzen. Die Deckung der Makrophyten, deren maximale Biomasse zum Untersuchungszeitpunkt recht gut erfasst wurde, wies, bei einem Mittelwert von ca. 40 %, Werte zwischen 0 und 100 % auf.

Bereits zwischen Hugsweier und Schuttern, oberhalb der durchgehend kartierten Strecke, bietet die ca. 5 Meter breite, träge fließende Schutter mit ihren von Schilf gesäumten, unbefestigten Ufern ein ausgeprägt potamales Erscheinungsbild. Als einzige Wasserpflanze besiedelte *Potamogeton nodosus* die fast durchgehend schlammbedeckte Sohle. Zwischen den meist recht ausgedehnten Herden dieses recht großwüchsigen Laichkrauts waren aber immer wieder kürzere Strecken ohne submersen Bewuchs eingeschaltet. Nur an einer Stelle im Ortsbereich Schuttern (S35) war mit *Potamogeton pectinatus* eine weitere Art vorhanden, die aber nur mit wenigen Schwaden vorkam. Unterbrochen und ersetzt durch Mauern, Gärten, gemähte Böschungen und Gehölze werden die Uferschilfbestände im Ortsbereich Schuttern, die sich unterhalb des Ortes wieder einstellen und fast ununterbrochen die Ufer über den gesamten Abschnitt S33 hin einnehmen. In diesen meist gering beschatteten Abschnitten erreichte auch *Potamogeton nodosus*, der sich nach einer längeren, makrophytenfreien Strecke exakt unterhalb der Kläranlage Friesenheim wieder einstellte, als immer noch einzig vorkommender Hydrophyt hohe Deckungswerte. Kaum noch besiedelt war der Fluss im folgenden Abschnitt (S32), der durch ein Waldstück fließt. Im anschließenden Abschnitt, der im Rückstau des Schutterzeller Mühlenwehrs liegt, gesellten sich in der wiederum wenig beschatteten, wieder dicht bewachsenen Schutter mit *Sparganium emersum* und *Nuphar lutea* zwei weitere Arten zu der Hauptart *Potamogeton nodosus* hinzu, die über lange Strecken dessen stete Begleiter blieben. Etwas weiter flussabwärts, unterhalb der Straßenbrücke (Landstraße K5332), trat erstmals *Myriophyllum spicatum* am Beginn des Abschnitts S29 in einer flach überströmten Strecke mit kiesiger Sohle auf.

Unterbrochen wird das homogene Bild der sich durch ein weitläufiges Wiesengelände gemächlich fließenden, dicht mit Wasserpflanzen bewachsenen Schutter durch ein Wehr mit nachfolgendem kleinem, mit großen Flussbausteinen gesichertem Absturz bei der Dundenheimer Mühle. Etwas weiter flussabwärts mündet die

Unditz ein, gleichzeitig kamen mehrere Arten (*Callitriche obtusangula*, *Lemna minuscula*) neu hinzu, wodurch sich die Artenzahl in diesem recht kurzen Abschnitt auf acht erhöhte (Tab. 2). Auch *Potamogeton pectinatus*, der bisher nur an einer Stelle vertreten war, trat zum ersten Mal in großer Menge auf und blieb bis zur Mündung eine wichtige Komponente der submersen Vegetation.

In den folgenden Abschnitten wechseln Beschattung und Vegetationsbedeckung häufig, besonders in beschatteten Strecken ging die Artenzahl zurück und *Nuphar lutea* trat stark in den Vordergrund (S27). Ab hier sind auch vermehrt erosive, teils durch Viehtritt bedingte Uferabbrüche und Schäden durch die Unterhöhlung der meist steilen Ufer durch Bisamratten und Nutrias zu beobachten.

Im weiteren Verlauf traten erstmals die in der Schutter seltene *Elodea canadensis* und *Potamogeton crispus*, der in Abschnitt S24 sein einziges, spärliches Vorkommen hatte, sowie die weiter verbreitete, auf der Wasseroberfläche in großen Herden treibende Wasserlinse *Spirodela polyrhiza* auf, die in Abschnitt S23 hinzukam.

Oberhalb Müllen folgt ein bisher noch von Wasserpflanzen dünn besiedelter Abschnitt (S21), der an den Mäandern und an den (wahrscheinlich eingebrachten) teils recht imposanten Teppichen von *Rorippa amphibia* als renaturierte Strecke zu erkennen ist. *Rorippa amphibia* in den folgenden beiden Abschnitten ebenfalls weit verbreitet.

Zum Teil beschattet und stark eingetrübt und nur sehr spärlich von Wasserpflanzen besiedelt war die Strecke zwischen Müllen und Rohrburger Mühle (S17, S16). Die Deckung der Hydrophyten nahm in den folgenden beiden Abschnitten rasch wieder zu, mit einer auffälligen, Krautstau hervorrufenden Massenentwicklung von *Potamogeton nodosus*, während *Nuphar lutea* im meist gering beschatteten, nun ca. 10 Meter breiten Fluss seltener wurde.

Das schattentolerante *Sparganium emersum*, das bereits in S13 häufig war, löste im stärker beschatteten Abschnitt S12 die bis dahin vorherrschende Art *Potamogeton nodosus* ab. Abschnitt S11, unterhalb des Ausleitungskanals zur Kittersburger Mühle beginnend, weicht in seinen Eigenschaften erheblich von den anderen Fließstrecken der Schutter-Abschnitte ab, da hier in der durch Auegehölze beschatteten Schutter bei plötzlich erhöhter Fließgeschwindigkeit zahlreiche Büschel der fädigen Grünalge *Cladophora*



*ra glomerata* die flach überströmte kiesige Sohle besiedelten. Die hier fast gänzlich fehlenden Höheren Wasserpflanzen stellten sich im folgenden, kaum beschatteten, aber ebenfalls schnell fließenden Abschnitt unterhalb der Einmündung des alten Mäanderbogens, der als Ausleitungskanal zur Kittersburger Mühle fungiert, rasch wieder ein. Die hier noch ca. 7 Meter breite Schutter weitet sich bei stark nachlassender Fließgeschwindigkeit bald erheblich auf und erreicht in dem durch einen Auwald beschatteten Abschnitt S8 streckenweise eine Breite von 15 Metern.

Ein erheblicher Wechsel in der Zusammensetzung der submersen Vegetation war oberhalb Eckartsweier (S6) zu beobachten, da hier *Ranunculus fluitans*, von zwei Einzelfunden weiter flüßaufwärts abgesehen, zum ersten Mal und gleich aspektbildend auftrat. *Ranunculus fluitans* blieb bis zur Mündung ein bestimmendes floristisches Element und bezeichnet den Übergang von einer potamal geprägten zu einer eher für das Hyporhithral typischen Vegetation, der soziologisch dem Übergang vom Sparganio-Potametum pectinatum zum Ranunculetum fluitantis sparganietosum entspricht. Die Veränderung ist verbunden mit einer durchschnittlich höheren Fließgeschwindigkeit als bisher und dem vermehrten Auftreten einer kiesigen Sohle bei überwiegend geringer Beschattung.

Flach, langsam bis mäßig schnell fließend, meist kaum beschattet und mit kiesigem Grund präsentierte sich die im Westen an Eckartsweier vorbeifließende Schutter, mit den im Fluss verteilten Schwaden von *Ranunculus fluitans*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton nodosus* und *P. pectinatus*.

Ungefähr 1 km unterhalb Eckartsweier erschien in einem Abschnitt (S4) mit ruhiger Strömung erstmalig das für stehende, eutrophe Gewässer typische *Ceratophyllum demersum*, das bis zur Mündung Teil der submersen Vegetation blieb. Die Ufer sind hier, wie auch in vielen der oberen Abschnitte, meist steil und fast durchgehend mit Bissam- und Nutriabauten durchsetzt.

Leichte Verschwenkungen mit mehreren kleinen, von *Rorippa amphibia* besiedelten Buchten kennzeichnen den Beginn einer renaturierten Strecke (S3), die sich nach der Unterführung unter einem Dammweg westlich des Baggersees in den Johannitermatten fortsetzt. Die dem früheren Lauf nachempfundene, mäandrierende Fließstrecke (S2) wurde zwischen 2003 und 2006 ausgehoben und ist heute dicht mit Wasserpflanzen besiedelt. Die Deckung der Makrophyten lag in

diesem untersten Viertel der Schutter unterhalb Eckartsweier meist um die 50%, die Artenzahl pro Abschnitt zwischen 6 und 8 Arten (Tab. 2). Das ältere begradigte, direkt am Kinzig-Damm verlaufende Schutterbett (S2b) wurde durch ein Regulierungsbauwerk (Stahlwand) abgetrennt. In dem nunmehr fast stehenden, sommerwarmen Wasser war *Elodea nuttallii* massenhaft entwickelt, auch *Callitriche obtusangula* war häufig. Günstig scheinen auch die Wuchsbedingungen für *Lemna* spp. und die eutraphente Netzalge *Hydrodictyon reticulatum* zu sein, deren Bestände im Sommer 2011 ebenfalls stark entwickelt waren. Ebenfalls reaktiviert wurde die alte Mündung in die Kinzig, die ca. 500 Meter unterhalb der alten Mündung liegt. Die alte Mündung wurde mit Sohlpflaster versehen und mit einem Weiden-Wäldchen bepflanzt. Im alten Bett (S1) mit teils steilen Prallufeln und zunehmend höheren Fließgeschwindigkeiten dominierten *Ranunculus fluitans* und *Potamogeton pectinatus*. Kurz vor der Mündung stürzt das Wasser sogar über einen kleinen, mit großen Flussbausteinen befestigten Katarakt. Auf diesen Steinen hatten die beiden Moose *Fontinalis antipyretica* und *Rhynchostegium riparioides* ihren einzigen Wuchsort im Unterlauf der Schutter.

Die Struktur der makrophytischen Vegetation in den mittleren und unteren Abschnitten der Schutter ist geprägt durch eine vorherrschende Art, mehrere häufige, aber weniger weit verbreitete Arten und eine größere Zahl seltener Arten mit geringer Verbreitung.

Bemerkenswert ist der Reichtum an Wuchsformen, von denen nicht weniger als 11 Typen in der Schutter vorkommen, oft bis zu 6 Typen innerhalb eines Abschnitts (Tab. 2). Fast alle Wuchsformen sind nur mit einer oder zwei Arten vertreten. Am weitesten verbreitet und oft massenhaft entwickelt war *Potamogeton nodosus*, eine Art, die neben Unterwasserblättern in der Schutter regelmäßig auch Schwimmblätter ausbildet und daher zu den Batrachiden gerechnet wird (Abb. 2). Erhebliche Mengenanteile an der Vegetation haben auch *Nuphar lutea*, eine Nymphaeide, die ebenfalls oft mit Schwimmblättern anzutreffen war, die Parvopotamide *Potamogeton pectinatus* und die Vallisneride *Sparganium emersum*. Im Unterlauf war zusätzlich die Batrachide *Ranunculus fluitans* häufig. Selten in größerer Menge anzutreffen, aber noch weit verbreitet, waren *Myriophyllum spicatum* und *Callitriche obtusangula*, die der myriophylliden bzw. der pepliden Wuchsform zuzurechnen sind.

Zu diesen im Sediment wurzelnden Arten gesellen sich als weitere Lebensformen die auf der Wasseroberfläche treibenden Lemniden (Wasserlinsen) *Lemna minuscula*, *L. minor* und *Spirodela polyrhiza*. Am weitesten verbreitet war der in der Rheinebene seit mehreren Jahrzehnten häufige Neophyt *Lemna minuscula*, während die einheimische *L. minor* und die größere *Spirodela polyrhiza* deutlich seltener angetroffen wurden. Schwach im Sediment verwurzelte, daher gegen starke Strömung wenig widerständige Arten hatten eine geringe Verbreitung, waren aber doch mit drei Arten vertreten. Dazu sind die beiden Elodeiden *Elodea nuttallii* und *E. canadensis* zu rechnen, sowie die sich mit Sprossabsenkern im Grund verankernde *Ceratophyllum demersum* im Unterlauf. Eine Ausnahme macht der stillgelegte alte Unterlauf, in welchem *E. nuttallii* massenhaft entwickelt war. Graminiden und Herbiden spielen eine untergeordnete Rolle, was wohl vor allem mit fehlenden Siedlungsmöglichkeiten zwischen den meist steilen Ufern und den dichten Hydrophytenbeständen im tieferen Wasser zu erklären ist. Die bei weitem häufigste Art dieser Gruppe ist die Herbeide *Rorippa amphibia*, die in den renaturierten und ausgeweiteten Abschnitten der unteren Schutter neue Wuchsorte in den neu entstandenen kleinen Buchten vorfindet. Wassermoose kamen, abgesehen von einigen Exemplaren auf einigen großen, künstlich eingebrachte Flussbausteinen kurz vor der Mündung in die Kinzig nicht vor. Auch fädige Grünalgen (*Cladophora* spp., *Vaucheria* spp.) spielen in der Schutter, abgesehen von einem kurzen, stark beschatteten, flach überströmten und von *Cladophora glomerata* besiedelten Abschnitt (S11) und dem stillgelegten früheren Mündungsabschnitt (S2b), keine Rolle.

## 5.2 Unditz

Die Unditz hat in ihrem Unterlauf, welcher fast parallel zur Schutter verläuft, Züge eines rithral geprägten, größeren Tieflandbaches. Durch ihr klareres Wasser, niedrigere Wassertemperaturen und eine höhere Leitfähigkeit unterscheidet sich die Unditz merklich von der Schutter. Ihre Breite ist im oberen Drittel sehr gering und erreicht erst im unteren Drittel Breiten zwischen 3 und 6 Metern. Die in 17 Abschnitte zwischen 115 und 1860 Meter Länge eingeteilte Unditz (ohne Oberlauf zwischen Quelle und Limbruch) beherbergte 17 Makrophyten-Arten (Abb. 1). Durchschnittlich kamen bei einer mittleren Abschnittslänge von 755 Metern (Median) vier

Arten (Median) je Abschnitt vor (Tab. 3). Abgesehen vom langen, meist trockenliegenden Oberlauf waren 2 Abschnitte ohne Makrophytenbewuchs, das Maximum lag bei 11 Arten in 2 benachbarten Abschnitten (U2, U3) im Unterlauf. Die Deckung der Wasserpflanzen je Abschnitt schwankte zwischen 0 und 80 %.

Der lange, grabenartige Oberlauf (U17) ist begradigt, anfangs kaum einen Meter breit, und liegt bis weit hinter die Autobahnraststätte Mahlberg meist trocken. Eine Besiedlung mit Makrophyten setzt erst nach dem Austritt aus einem größeren Waldgebiet (U16) ein. Nur wenige Exemplare von *Nuphar lutea* und *Callitriche obtusangula* wuchsen auf der lehmigen, teils von Feinkies überlagerte Sohle des von hohen, steilen Ufern begrenzten Baches. Makrophyten in größerer Menge traten erstmals im Abschnitt U10 auf und zwar nach dem Zufluss des dauerhaft Wasser führenden Muserebaches (M1). Die submerse Vegetation setzte sich fast ausschließlich aus *Callitriche obtusangula* und dem spärlich vorhandenen *Potamogeton berchtoldii* (U9) zusammen, die jedoch bald nach der Unterführung der Unditz unter die A5 wieder verschwanden. Der begradigte Abschnitt zwischen B36 und A5 (U9) war nicht besiedelt, ebenso der unterhalb der Straßenbrücke über die B36 folgende, fast 2 km lange Abschnitt U14, der durch einen bachbegleitenden Auenwaldstreifen beschattet wird. Als erste echte Wasserpflanze nach dieser pflanzenleeren Strecke erschien *Nuphar lutea*, welche die nächsten 2,4 km des flachen, 2-3 Meter breiten Baches in wechselnder Dichte besiedelte. Kurz darauf kam als einziger, nur spärlich vertretener Begleiter im nach wie vor mäßig bis stark beschatteten Bach die halb untergetaucht wachsende Herbeide *Myosotis scorpioides* hinzu. Auf der Höhe von Kürzell, mit dem Eintritt ins Offenland, trat auch *Callitriche obtusangula* wieder auf (U11). Der nächste Abschnitt (U10) fiel, obwohl unbeschattet, vor allem durch seine sehr spärliche submerse Vegetation auf, was wahrscheinlich auf den Fraß durch den hier ansässigen Bissam zurückzuführen ist.

Eine starke Zunahme der Deckung, zunächst nur von *Nuphar lutea*, war im südöstlich von Schutterzell verlaufenden, strikt begradigten und wenig beschatteten Abschnitt U9 zu beobachten. Die bisher bescheidene Zahl von zwei Arten erhöhte sich nach dem Zutritt des größeren, permanent wasserführenden Pflanzengrabens von Osten auf neun. Unter den neu hingekommenen Arten waren allerdings mit *Elodea canadensis*



Abbildung 2. Dichter Bestand von *Potamogeton nodosus* in der Schutter bei Schutterzell. – Foto: WOLFGANG SCHÜTZ.

*sis* und *Mentha aquatica* nur zwei, die sowohl im Graben als auch in der Unditz oberhalb des Grabens vorkamen. *Berula erecta*, *Sparganium emersum*, *Lemna minor* und *Potamogeton pectinatus* waren weder im untersuchten Grabenabschnitt (W1) noch in der Unditz zu finden. Ab hier bleiben auch Deckung und Artenzahl, außer in dem stark beschatteten Abschnitt U6, fast durchgehend auf einem hohen Niveau.

Unterhalb der Schutterzeller Mühle folgen kürzere Abschnitte mit wechselnder Dominanz einzelner Arten aufeinander. In einer beschatteten Strecke (U6) war *Nuphar lutea* häufig, es folgen schwach beschattete Strecken, in denen sich *Callitriche obtusangula* und *Berula erecta* als vorherrschende Arten abwechselten (U5), dann wieder Strecken, in denen *Potamogeton pectinatus* und *Sparganium emersum* vorherrschten (U3, U4). Die Fließgeschwindigkeiten sind hier überwiegend langsam, schneller fließende Stre-

cken zeichnen sich oft durch eine *Berula erecta*-Massenentwicklung aus. Die Sohle ist überwiegend feinkiesig bis schlammig, die Ufer des über weite Strecken begrädigten Baches sind meist steil und teilweise erodiert. An neuen Arten kamen im artenreichen Abschnitt U3 *Myriophyllum spicatum* sowie eine morphologisch unklare Wasserpest-Art, die *Elodea nutallii* zugeordnet wurde, und an einer einzigen Stelle wenige Pflanzen von *Potamogeton nodosus* hinzu.

Der Abschnitt U2 ist mit 11 Arten ebenso artenreich, was z.T. mit der Einnischung von amphiphytischen Arten in Teillebensräume zu erklären ist. Am steilen, fast senkrechten Westufer bilden sich öfter kleine Abbrüche, die im Wasser bevorzugt von Amphiphyten besiedelt werden. *Berula erecta*, *Myosotis scorpioides*, besonders aber *Mentha aquatica* bildeten im flachen Wasser auf diesen Abbrüchen oft große Herden. Auch *Sparganium emersum*, etwas seltener *Nastur-*

Tabelle 3. Verbreitung der Makrophyten in der Unditz und ihren Zuflüssen. Häufigkeitsangaben: 1 – sehr selten, 2 – selten/spärlich, 3 – zerstreut, 4 – häufig, 5 – sehr häufig, massenhaft. Die Wuchsformen sind in Tabelle 1 beschrieben.

Abschnitts-Nr.	Wuchsform	Unditz																
		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17
Abschnittslänge (m)		576	940	751	191	759	118	115	1038	1332	1184	566	1459	830	1856	590	684	1334
<i>Agrostis stolonifera</i>	G	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berula erecta</i>	Herb	1	3	3	.	3	1	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Callitriche obtusangula</i>	Pep	1	3	3	3	5	1	2	2	.	.	2	.	.	.	4	2	.
<i>Elodea canadensis</i>	E	.	1	.	2	2	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elodea nuttallii</i>	E	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	G	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	L	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna minuscula</i>	L	2	2	2	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i>	Herb	2	4	.	.	3	.	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	M	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	Herb	2	3	3	3	2	.	3	3	3	.	2	.	1	.	2	.	.
<i>Nasturtium officinale</i>	Herb	.	1	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	N	3	5	3	.	3	4	3	3	5	2	3	2	4	.	.	1	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	G	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.
<i>Potamogeton berchtholdii</i>	Ppot	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ppot	.	2	4	3	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spartanium emersum</i>	V	2	3	4	5	.	.	4	4	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Herb	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	Herb	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deckung (%)		15	70	70	80	70	15	80	50	80	1	10	1	30	0	30	2	1
Artenzahl		7	11	11	7	9	3	7	9	2	2	4	1	2	0	4	3	0

Abschnitts-Nr.	Wuchsform	Pflanzengraben + Zufluss													Muserebach		Scheidgraben		Der neue Graben	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Z	M1	SD1	SD2	NG1	NG2					
164	349	159	256	178	208	431	39	197	591	1308	792	2786	203							
<i>Agrostis stolonifera</i>	G	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Berula erecta</i>	Herb	.	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Callitriche obtusangula</i>	Pep	3	5	5	4	4	5	4	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Elodea canadensis</i>	E	4	3	3	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Elodea nuttallii</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Glyceria fluitans</i>	G	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Lemna minor</i>	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Lemna minuscula</i>	L	.	1	2	3	4	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Mentha aquatica</i>	Herb	3	4	4	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Myosotis scorpioides</i>	Herb	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Nasturtium officinale</i>	Herb	3	2	2	1	.	2	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Nuphar lutea</i>	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Phalaris arundinacea</i>	G	.	1	2	1	.	2	1	.	2	3	2	.	4	4	.	.	.		
<i>Potamogeton berchtholdii</i>	Ppot	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ppot	.	3	2	3	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Sparganium emersum</i>	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.		
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Herb	.	1	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Veronica beccabunga</i>	Herb	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
Deckung (%)		90	95	95	95	95	95	95	80	.	.	.	.	10	20	.	.	.		
Artenzahl		5	9	7	7	3	4	3	6	3	1	.	.	2	1	.	.	.		

*tium officinale* und *Veronica anagallis-aquatica*, kamen in diesen Beständen vor. Das tiefere Wasser des hier ca. 4-6 Meter breiten Baches war hingegen bevölkert von *Nuphar lutea*, *Sparganium emersum* und seltener von *Potamogeton pectinatus* und *Callitriche obtusangula* (Tab. 3). Die überwiegend an weitflächige Wiesen angrenzenden Ufer teilen sich Schilfbestände, kleinere Gehölze, sowie Seggen (*Carex acutiformis*, *C. gracilis*), Hochstauden (*Epilobium hirsutum*, *Filipendula ulmaria*, *Solidago canadensis*, *Urtica dioica*), *Phalaris arundinacea* und gelegentlich kleine Bestände von *Glyceria maxima*. Im letzten, durch einen Auenwald stark beschatteten Abschnitt vor der Mündung schließlich nahmen Deckung und Artenzahl ab. Gegen die Mündung hin fällt die zunehmende Mächtigkeit der Feinsedimentauflage auf, die durch den Rückstau der Schutter verursacht wird.

Ähnlich wie in der Schutter ist die Struktur der makrophytischen Vegetation in der Unditz geprägt durch eine dominierende und mehrere weniger häufige Arten. In der räumlichen Abfolge ist eine allmähliche Zunahme von den fast einartigen, allerdings erst im Mittellauf einsetzenden *Nuphar lutea*-Beständen zu struktur- und artenreichen Gesellschaften im Unterlauf zu beobachten. Traten auf kurzen Strecken im Oberlauf zusätzliche Arten auf, handelte es sich fast stets um die annuellen Pionierarten *Callitriche obtusangula* und das schmalblättrige Laichkraut *Potamogeton berchtholdii*.

Bemerkenswert ist der Reichtum an Wuchsformen, von denen nicht weniger als 10 Typen in der Unditz vorkamen, oft bis zu 8 verschiedene Typen innerhalb eines Abschnitts. Vorherrschende Wuchsform, obwohl fast ausschließlich nur mit einer Art (*Nuphar lutea*) vertreten, ist die der Nymphaeiden. Auch andere Wuchsformen sind nur mit einer Art vertreten, aber zum Teil häufig und weit verbreitet, wie die Wuchsform der Pepliden mit *Callitriche obtusangula* und die der bandblättrigen Vallisneriden mit *Sparganium emersum*. Weit mehr Anteil an der Vegetation als in der Schutter hatten dagegen mit *Mentha aquatica*, *Berula erecta* und *Veronica anagallis-aquatica* die amphiphytisch wachsenden Kräuter (Herbiden), einen deutlich geringeren die durch ihre geteilten Blätter charakterisierten, submers wachsenden Myriophylliden. Wie auch in der Schutter wurden in der Unditz keine makroskopisch auffälligen Bestände fädiger Grünalgen angetroffen, auch Wassermoose kamen nicht vor.

### 5.3 Bäche und Gräben

Neben vielen, nur periodisch wasserführenden Gräben gibt es im Untersuchungsgebiet auch mehrere Bäche und Gräben mit permanenter Wasserführung. Viele dieser Gewässer waren ohne submerse Vegetation, wiesen aber oft eine dichte, die Sohle bedeckende Sumpfpflanzen-Vegetation auf, sofern sie nicht stark durch Gehölze beschattet wurden. Dicht von aquatischen Makrophyten besiedelt waren dagegen nur ein Zufluss zur Schutter und einige kleine Zuflüsse zur Unditz (Tab. 3 und 4).

Sechs Makrophyten-Arten wuchsen im **Waldbach**, einem 2 bis 4 Meter breiten und abschnittsweise stark begradigten Nebenfluss der Schutter, dieser kurz vor ihrer Mündung in die Kinzig von Osten her zufließend. Streckenweise wird der Bach von einem Auenwald begleitet, der das Fließgewässer stark beschattet. Die entsprechenden Abschnitte (W1, W3) waren nur spärlich durch Hydrophyten besiedelt. Der zweite Abschnitt (W2) ist durch einen Wechsel von schwach beschatteten und offenen Teilabschnitten geprägt. Hier war der Deckungsgrad mit 70 % hoch, vorherrschend war *Potamogeton nodosus*, gefolgt von den beiden schmalblättrigen Laichkraut-Arten *Potamogeton berchtholdii* und *P. pectinatus* (Tab. 4). Der Oberlauf (W4) führte zum Zeitpunkt der Kartierung im Sommer 2011 kein Wasser und war bis auf wenige wassergefüllte Gumpen im Bachbett mit *Nuphar lutea* ohne Wasserpflanzen. Der 1 bis 2,5 Meter breite **Bruchgraben**, ein östlicher Schutterzufluss, wurde nur innerhalb des FFH-Gebietes untersucht. Der obere Abschnitt (B1) lag trocken, im meist stark beschatteten unteren Abschnitt (B2) kamen *Berula erecta*, *Lemna minor* und *Nuphar lutea* im sehr langsam fließenden bis stehenden Wasser vor.

Der 2 Meter breite **Dorfbach**, ebenfalls nur teilweise untersucht, wurde im nördlichen Teil renaturiert (D1). Da Gehölze das Gewässer stark beschatteten, lag die Deckung der Makrophyten bei nur 10 %. Mit *Elodea canadensis* und *Veronica beccabunga* kamen nur 2 Arten submers wachsend vor. Der ca. 2 bis 4 Meter breite, bis zu 2 Meter eingetiefte **Mittelbach** (M1), ein Zufluss des Dorfbaches, wird nahezu auf seiner gesamten untersuchten Länge von einem lückigen Auenwald begleitet. Er war mit nur 2 Arten (*Lemna minor*, *Elodea canadensis*) ebenfalls sehr artenarm. Der 2 bis 4 Meter breite **Tieflochkanal** wurde innerhalb des Naturschutzgebietes „Unterwassermatten“ untersucht. Der nördliche, kaum beschattete Abschnitt (T1) wies eine De-

Tabelle 4. Verbreitung der Makrophyten in den kleineren Zuflüssen der Schutter. Die Wuchsformen sind in Tabelle 1 beschrieben.

Abschnitts-Nr.	Wuchsform	Waldbach				Bruchgraben		Dorfbach	
		W1	W2	W3	W4	B1	B2	D1	D2
Abschnittslänge (m)		691	992	1432	2651	600	993	778	620
<i>Berula erecta</i>	Herb	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Callitriche obtusangula</i>	Pep	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elodea canadensis</i>	E	1	2	2	.	.	.	2	2
<i>Elodea nuttallii</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	L	.	.	.	.	.	4	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	M	.	1	1	.	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	N	.	.	.	1	.	2	.	.
<i>Potamogeton berchtholdii</i>	Ppot	1	2	2	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	1	4	3	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ppot	1	2	2	.	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	Herb	1	2	2	.	.	.	2	2
Deckung (%)		2	70	30	1	trocken	20	10	10
Artenzahl		5	6	6	1	0	3	2	1

Abschnitts-Nr.	Wuchsform	Mittelbach	Kammbach		Tieflochkanal	
		MI1	K1	K2	T1	T2
Abschnittslänge (m)		794	2094	1245	1534	1588
<i>Berula erecta</i>	Herb	.	.	.	2	.
<i>Callitriche obtusangula</i>	Pep	.	.	.	3	1
<i>Elodea canadensis</i>	E	2	2	3	.	.
<i>Elodea nuttallii</i>	E	.	2	3	.	.
<i>Lemna minor</i>	L	4	.	.	.	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	M	.	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	H	.	.	.	.	1
<i>Nuphar lutea</i>	N	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton berchtholdii</i>	Ppot	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	.	.	.	2	1
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ppot	.	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	Herb	.	.	.	2	1
Deckung (%)		25	2	20	20	2
Artenzahl		2	2	2	4	5

ckung von 20 % auf, die von wenigen Arten gebildet wurde, unter denen *Callitriche obtusangula* die häufigste war (Tab. 4). Im südlichen Abschnitt (T2) ist die Beschattung deutlicher ausgeprägt, und die Deckung der 4 vorkommenden Makrophyten war mit 2 % sehr gering. Der ca. 2 Meter breite **Kammbach** befindet sich als einziges untersuchtes Gewässer nördlich der Kinzig bei Griesheim (Abb. 1). Im 30 bis 40 cm tiefen Wasser des begradigten und mit einem trapezförmigen Kastenprofil ausgestatteten Grabens kamen nur *Elodea canadensis* und *E. nuttallii* vor.

Unter den Unditz-Zuflüssen waren **Scheidgraben** und **Neuer Graben**, obwohl streckenweise kaum beschattet, arm an submersen Makrophyten (Tab. 3). *Sparganium emersum* und *Callitriche obtusangula* kamen nur im unteren Abschnitt des ca. 3 Meter breiten Scheidgrabens, der im Waldgebiet Limbruch in die Unditz mündet, vor. Die oberen Abschnitte des Scheidgrabens und der gesamte Neue Graben, der in Langenwinkel in den Scheidgraben mündet, waren nur von überwiegend emers wachsenden Helophyten besiedelt. Regelmäßig traten *Iris pseudacorus* und vor allem *Phalaris arundinacea* auf. *Phragmites australis* war am Neuen Graben die dominierende Art.

Im Gegensatz dazu waren der untere Abschnitt des Muserebaches und der Pfitzengraben dicht bewachsen und mit 6 bzw. 10 Arten deutlich artenreicher. Im unbeschatteten, begradigten Unterlauf des kleinen **Muserebaches** kamen in den untersten 200 Metern Fließstrecke neben der dominierenden *Callitriche obtusangula* auch *Potamogeton berchtoldii*, *Mentha aquatica* und drei z.T. submers wachsende Gräser vor, die der Vegetation einen Mischcharakter zwischen helophytischer und submerser Vegetation verliehen (Tab. 3). Der durch einige Ufergehölze und Schilfbestände nur gering beschattete, 2 bis 3 Meter breite und 50 cm tiefe **Pfitzengraben** war geprägt durch fast durchgehend dichte submers Bestände, vorwiegend gebildet von *Callitriche obtusangula*, dem sich streckenweise *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus*, *Nasturtium officinale* und *Mentha aquatica* als kodominante Arten zugesellten. Von der langsamen Strömung begünstigt, traten in einigen Abschnitten auch *Lemna minuscula* und die fädigen Grünalgen *Vaucheria* und *Cladophora glomerata* in größeren Mengen auf (Tab. 3). Mit Artenzahlen zwischen 3 und 9 Arten je Abschnitt war der Pfitzengraben artenreicher als andere Nebengewässer von Schutter und Unditz.

Ohne Makrophyten, aber periodisch dicht besiedelt durch fädige Grünalgen der Gattungen *Cladophora* und *Rhizoclonium* ist der Schutter-Entlastungskanal.

#### 5.4 Kinzig

Wesentlich größere Dimensionen als ihr Nebenfluß Schutter weist die 93 km lange Kinzig auf, deren makrophytische Vegetation im Unterlauf nur stichprobenartig untersucht wurde und daher nicht tabellarisch dargestellt wird.

Die Kartierung von jeweils 100 Meter langen Strecken oberhalb des Untersuchungsgebietes bei Biberach und Bühl im Jahr 2010 ergaben in dem schnell fließenden Gewässer einen geringen Besatz mit Makrophyten. Einzige Höhere Wasserpflanze war *Ranunculus peltatus*, die mit geringer Deckung die Sohle besiedelte. Wassermoose waren mit mehreren Arten (*Hygrohypnum ochraceum*, *Cinclidotus riparius*, *Amblystegium fluviatile*, *Fontinalis antipyretica*, *Rhynchostegium riparioides*) auf den Flussbausteinen am Ufer und auf großen Steinen im Flussbett in der Kinzig bei Biberach noch reichlich vertreten, in Bühl jedoch nur noch spärlich und mit weniger Arten auf den Ufersteinen. Zwischen Willstätt und Sundheim kamen folgende Arten in der Kinzig vor: *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Sparganium emersum*, *Elodea canadensis* und *E. nuttallii*. Die Dichte der Makrophyten-Bestände war, soweit dies vom Ufer aus zu beurteilen war, gering. In der breiten und aufgrund des Rückstaus durch den Rhein kaum noch fließenden Kinzig bei Kehl wuchsen 2010 ebenfalls *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Sparganium emersum* und *Elodea canadensis*, die vorherrschende, dichte Bestände bildende Art war jedoch *Elodea nuttallii*. Kurz vor der Mündung in den Rhein, und aus diesem wohl eingewandert, siedelte zudem das submers wachsende Brunnenmoos *Octodiceria fontanum* auf den Ufersteinen.

## 6 Diskussion

### 6.1 Regionale Unterschiede

Mehrere weiträumig angelegte Studien belegen regionale Unterschiede der Fließgewässer-Vegetation, die sich nicht zuletzt in der Einteilung der Fließgewässer in verschiedene Makrophyten-Typen im Rahmen der Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) wiederfinden (SCHAUMBURG et al. 2004). Aus dem Vergleich des Arteninventars und der



Vegetationsstruktur mit anderen Gebieten lassen sich nicht nur regionaltypische Eigenheiten ableiten, sondern auch Faktoren erkennen, die für diese Unterschiede maßgeblich sind (WIEGLEB 1981, SCHÜTZ 1992, 1995).

Landesweite, zeitlich weit zurückreichende Untersuchungen wurden vor allem in Großbritannien durchgeführt (BUTCHER 1933, HOLMES et al. 1999, WHITTON et al. 1998). Sie betonen die primäre Abhängigkeit der Fließgewässer-Vegetation von Gefälle, Höhenlage und Geologie. Vergleichbare flächendeckende Untersuchungen größerer Gebiete folgten seit den 1970er Jahren auch in Deutschland von WEBER-OLDECOP (1977) und WIEGLEB (1981) in Niedersachsen und von SCHÜTZ (1990, 1992) in Baden-Württemberg. Zum direkten Vergleich mit dem (Kinzig)-Schutter-Unditz-Fließgewässer-System bieten sich besonders mehrere Fließgewässer-Systeme mit vergleichbaren Dimensionen in Süd- und Mittel-Deutschland an, deren submerse Vegetation gut untersucht ist (WORBES 1979, KRAUSE 1979, HILGENDORF & BRINKMANN 1980, MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982, SCHÜTZ 1990, 1992). Der durch Unterschiede in Gefälle, Höhenlage und Geologie bedingte Wechsel der makrophytischen Vegetation lässt sich bereits sehr deutlich bei einem Vergleich mit dem östlich benachbarten Schwarzwald erkennen. Viele der in den Schwarzwaldbächen und -flüssen weit verbreiteten Arten lassen sich in den Unterläufen von Schutter und Kinzig nicht mehr nachweisen, auch in der Unditz und den anderen kleinen Nebengewässern des untersuchten Gebietes in der Rheinebene sucht man sie vergeblich. Nach Untersuchungen des Erstautors ist der Oberlauf der Schutter östlich der Stadt Lahr ein fast ausschließlich von Wassermoosen besiedelter kleiner Fluss. Besonders häufig ist hier das kalkscheue Wassermoose *Amblystegium fluviatile*. Auch in der Kinzig bei Biberach sind typische Moose kalkarmer Gewässer (*Amblystegium fluviatile*, *Hygrohypnum ochraceum*) noch gut entwickelt, etwas weiter flussabwärts, unterhalb Bühl, aber nur noch sehr spärlich vertreten. Der im Schwarzwald recht häufige *Ranunculus peltatus* wurde ebenfalls vom Erstautor noch in der Kinzig bei Bühl, aber nicht mehr im Untersuchungsgebiet gefunden, *Callitriche hamulata* und *C. stagnalis*, nach MONSCHAU-DUDENHAUSEN (1982), SCHWABE (1987) und Erhebungen des Erstautors im Schwarzwald weit verbreitet, kamen im Untersuchungsgebiet ebenfalls nicht vor.

Im Norden bietet erst die von MONSCHAU-DUDENHAUSEN (1982) untersuchte Alb Vergleichsmög-

lichkeiten. In diesem Schwarzwaldfluss nördlich des Untersuchungsgebietes lässt sich ein Artenwechsel von der Weich- zur Hartwasserflora, der mit einer Zunahme von Leitfähigkeit und Kalkgehalt einhergeht, beim Eintritt in die Rheinebene beobachten (MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982). Die makrophytische Vegetation der bis Karlsruhe noch schnell fließenden Alb ist artenarm und wird von rheophilen Arten beherrscht. Neben *Ranunculus fluitans* sind vor allem die Weichwasser-Arten *Ranunculus peltatus* und *Callitriche hamulata* häufig. Erst ab dem Rheinhafen Karlsruhe ändern sich mit der Abnahme der Fließgeschwindigkeit (und dem Übergang vom Rhithron zum Potamon) Artenzusammensetzung und Vegetationsstruktur durch das Hinzutreten mehrerer eutraperher Arten (*Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton nodosus*, *Butomus umbellatus*, *Polygonum amphibium*) zu dem bisher vorherrschenden *Ranunculus fluitans*. Dieser Wechsel, der sich auch in einer deutlichen Zunahme der Artenzahl widerspiegelt, ist nicht nur der Zunahme des Kalkgehaltes, sondern auch einer Abnahme der Strömung zu verdanken, die es strömungsempfindlichen Arten mit schwacher Verankerung im Sediment erlaubt, sich dauerhaft anzusiedeln und auszubreiten. Bemerkenswert ist überdies, dass einige dieser in der Rheinebene weit verbreiteten Arten (*Sagittaria sagittifolia* und *Butomus umbellatus*) in Kinzig, Schutter und Unditz fehlen, was auf eine geographische Verbreitungslücke hindeutet (SCHÜTZ 1991).

Die 23 Wasserpflanzenarten des (Kinzig)-Schutter-Unditz-Fließgewässer-Systems kommen auch in der westlich angrenzenden alluvialen Rheinaue vor, die sich hinsichtlich Höhenlage, Gefälle und Karbonatgehalt der Gewässer nicht wesentlich von denen des erstgenannten Systems abhebt. Die Gewässer der Rheinaue sind allerdings wesentlich artenreicher, da hier zusätzlich zahlreiche Characeen-Arten, mehrere großblättrige Laichkräuter und einige weitere Arten (z.B. *Hippuris vulgaris*, *Sagittaria sagittifolia*) auftreten (SCHÜTZ 1993). Die größere Vielfalt der Flora ergibt sich hier vor allem aus der größeren Anzahl (hydrologisch) verschiedener Gewässertypen mit unterschiedlichen hydrochemischen Eigenschaften (KRAUSE 1971). Vor allem fehlt im (Kinzig)-Schutter-Unditz-Gebiet der Typ des Gießens, der klaren, nährstoffarmen Quellabläufe, dem bevorzugten Wuchsort zahlreicher oligo- bis mesotraphenter Characeen und Phanerogamen wie *Groenlandia densa* und *Hippuris vulgaris*. Auch die in den meist langsam fließenden, sommerwarmen Altrheinen beheimat-

teten großblättrigen Arten (*Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *Sagittaria sagittifolia*) fehlen in Schutter und Unditz.

Wie sieht es aber in den südlich und nördlich angrenzenden Naturräumen aus, die ebenfalls von aus dem Schwarzwald kommenden, in den Rhein abfließenden Flüssen durchquert werden? Nach Beobachtungen des Erstautors sind Dreisam, Elz und Glotter, die drei Hauptflüsse des Freiburger Beckens, bis weit in die Unterläufe hinein nur spärlich besiedelt, überwiegend durch Wassermoose, gelegentlich durch *Ranunculus peltatus* und *Callitriche* spp. Abgelöst werden sie in den unteren Abschnitten, bei nachlassenden, Geschiebe-Transport und geringeren Fließgeschwindigkeiten, von einer artenarmen *Ranunculus fluitans*-Gesellschaft, die sich überwiegend aus Massenbeständen von *Ranunculus fluitans* mit geringen Anteilen von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus peltatus* zusammensetzt. Über die Vegetation und Flora der südlich angrenzenden Fließgewässer liegen dagegen kaum Informationen vor.

Vergleichsweise geringe Übereinstimmungen gibt es mit den gut untersuchten Fließgewässern der Schwäbischen Alb (SCHÜTZ 1992). Obwohl die im (Kinzig)-Schutter-Unditz-System vorkommenden Arten dort, abgesehen von *Potamogeton nodosus*, keineswegs fehlen, weichen Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse in den kalkreichen Fließgewässern der Alb erheblich von denen in Schutter und Unditz ab. Wir finden auf der Alb vorwiegend rhithral geprägte, rheophile *Ranunculus*-Gesellschaften: in den Ober- und Mittelläufen das durch die weit verbreiteten, im Schutter-Unditz-System fehlenden bzw. seltenen Arten *Ranunculus trichophyllus* und *Berula erecta* charakterisierte *Ranunculo-Sietum* und in den Unterläufen und der Donau die von *Ranunculus fluitans* dominierte Gesellschaft des *Ranunculetum fluitantis*. Dabei fällt, bei abnehmendem Gefälle, eine von Westen nach Osten zunehmende Artenzahl und eine zunehmende Bedeutung potamaler, aber rheotoleranter Arten (*Sparganium emersum*, *Elodea* ssp., *Nuphar lutea*) auf, die mit der von potamalen Arten geprägten Vegetation von Schutter und Unditz eine zunehmend größere Ähnlichkeit aufweist. Unterschiede ergeben sich auch im Verbreitungsmuster mancher Arten. So kommt *Potamogeton nodosus* in den Fließgewässern der Schwäbischen Alb und Oberschwabens nicht vor. *Callitriche obtusangula* ist nur auf der Ostalb im Fließgewässer-System der Brenz und, jedoch selten, in der unteren Donau vertreten.

Wenn Gefälle, Höhenlage und Geologie vorrangig die Ausprägung der Fließgewässer-Vegetation eines Naturraumes bestimmen, sollte sich daher auch in weiter entfernten Gebieten mit vergleichbarer Geologie und Hydromorphologie eine ähnliche Artenzusammensetzung und Vegetationsstruktur in den Fließgewässern wiederfinden. Vergleichsmöglichkeiten bieten sich mit zwei eingehend untersuchten Fließgewässer-Systemen der hessischen Mittelgebirgslandschaften an, die eine ähnliche Gefälle-Entwicklung wie Kinzig und Schutter, mit einer starken Abflachung der Gefällekurve im Mittel- und Unterlauf aufweisen. Es handelt sich um die von HILGENDORF & BRINKMANN (1980) untersuchte Nidda und die von WORBES (1979) und KRAUSE (1979) kartierte Fulda. Auch hier wird die typische Weichwasserflora der kalkarmen Oberläufe vollständig abgelöst von potamalen, eutraphenten Arten in den Mittel- und Unterläufen, deren Arteninventar große Ähnlichkeit mit dem der Schutter und der unteren Kinzig aufweist. Die über weite Strecken dominanten Arten in diesen Flüssen und den größeren ihrer Nebenflüsse waren *Sparganium emersum*, *Potamogeton pectinatus*, *Nuphar lutea* und *Ranunculus fluitans*, im Fulda-Unterlauf zusätzlich *Potamogeton nodosus* und *Myriophyllum spicatum*. Beide Gewässer waren zum Zeitpunkt ihrer Untersuchung stark eutrophiert und wiesen über weite Strecken eine Massenentwicklung der oben erwähnten Arten auf, sofern Wassertiefe und Beschattung dies zuließen (KRAUSE 1979, WORBES 1979). Große Ähnlichkeiten gibt es auch mit der Vegetation vieler potamaler Fließgewässer in Norddeutschland (WIEGLEB 1981, GARNIEL 2000).

## 6.2 Umweltfaktoren und Vegetationsstruktur

Neben dem Karbonatgehalt werden heute überwiegend Strömung und Licht als entscheidende Umweltfaktoren angesehen, welche Artenzahl, Struktur und Zusammensetzung der makrophytischen Vegetation in Fließgewässern (lowland rivers) bestimmen (BUTCHER 1933, FRANKLIN et al. 2008, SCHÜTZ 1992). Nährstoff-Konzentrationen und Fließgewässer-Management sind als untergeordnete Faktoren zu sehen, die allerdings in bestimmten Fällen prägende Bedeutung erlangen können (CARBIENER et al. 1990, JANAUER 1981, KOHLER et al. 1971, 1974). Dabei ist zu beachten, dass alle genannten Faktoren nie isoliert betrachtet werden sollten (FRANKLIN et al. 2008). Die aus dem geringen Gefälle resultierenden geringen bis mäßigen Fließgeschwindigkeiten sind in Schutter und Unditz mit Sicherheit kein

beschränkender Faktor für die Entwicklung und Ausbreitung von Makrophyten, könnten allerdings in Form periodisch hoher Abflüsse in der Kinzig eine solche Wirkung ausüben.

Unter diesen Umständen und entscheidend für die beobachteten Massenentwicklungen von Wasserpflanzen ist daher das Lichtangebot, zumal die gegenwärtige trophische und saprobielle Belastung der untersuchten Fließgewässer weit unter derjenigen liegt, bei der eine Makrophyten-Verödung beobachtet werden kann (KÖHLER 1975, SCHÜTZ 1992, 1995). Das Lichtangebot in einem Fließgewässer hängt ab von der Beschattung durch Ufergehölze, der Wassertiefe und Trübung. Die Beschattung der Schutter und des Unditz-Unterlaufes ist nur auf kürzeren Strecken so stark, dass sie einen gravierenden Rückgang der Makrophyten verursacht. Prägend ist dieser Umweltfaktor allerdings im schmalen Oberlauf der Unditz und in den gering dimensionierten Zuflüssen von Schutter und Unditz.

Der Oberlauf der Unditz und Teile des Waldbaches sind auch deswegen fast makrophytenfrei, weil sie über weite Strecken ein anthropogen übertiefes Bett aufweisen, was zu einer starken Beschattung der submersen Vegetation führt. Diese Erscheinung ist auch in einigen Abschnitten der Schutter zu beobachten, hat aber wegen deren größerer Gewässerbreite nur geringe Auswirkungen auf die Makrophyten. Keinen oder einen nur lokal begrenzten Einfluss hat die Wassertiefe, die in allen untersuchten Gewässern zu gering ist, um das Vorkommen von Makrophyten auf die flachen Uferzonen zu beschränken. Eine überwiegend geringe Wassertiefe scheint in der Schutter bis auf wenige Abschnitte, in denen Wassertiefen über einem Meter auftreten, die nachteiligen Wirkungen der hohen Schwebstofffrachten zu kompensieren.

Da aber der Lichtkompensationspunkt für die Photosynthese bei fast allen Höheren Wasserpflanzen in Fließgewässern mit anhaltenden anthropogenen Trübungen bereits wenige Dezimeter unterhalb der Wasseroberfläche erreicht wird (REMY 1993), führt dies zu einer positiven Auslese von Taxa, deren physiologische und morphologische Eigenschaften an diese Bedingungen am besten angepasst sind (RIIS 2006). Der durch die Schwebstoffe bereits in geringen Tiefen verursachte Lichtmangel kann ausgeglichen werden durch schnellen Wuchs und eine Konzentration der photosynthetisch aktiven Biomasse auf die oder nahe der Wasseroberfläche. Arten mit Schwimmblättern haben einen Konkur-

renzvorteil, ebenso großwüchsige mehrjährige Arten, die ihre Reserven in Rhizomen speichern. Im Gegensatz zu einjährigen Arten, die sich durch Samen oder Turionen fortpflanzen, können sie aufgrund ihrer größeren Reserven auch bei schlechten Lichtbedingungen aus größeren Tiefen an die Wasseroberfläche wachsen. Typische, in den von uns untersuchten Fließgewässern häufige Vertreter mit diesen Eigenschaften sind *Potamogeton nodosus*, *Nuphar lutea* und *Potamogeton pectinatus*, letzterer allerdings ohne die Fähigkeit zur Bildung von Schwimmblättern.

Auch die Morphologie der Assimilationsorgane und die Geschwindigkeit, mit der diese ersetzt werden, können für die Verteilung und Häufigkeit von Arten in langsam fließenden Gewässern mit hoher Trübstoff-Fracht von entscheidender Bedeutung sein, denn der Umfang von Detritus-Auflagerungen variiert mit der Blattmorphologie. REMY (1993) konnte anhand einer vergleichenden Untersuchung von *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus* zeigen, dass eine Auflagerung durch die dicht stehenden Fiederblätter von *Myriophyllum spicatum* begünstigt wird, während die glatten, einfachen und schmalen Blätter von *Potamogeton pectinatus* kaum beeinträchtigt werden. *Potamogeton pectinatus* nutzt zudem den Vorteil einer hohen Austauschrate der Assimilationsorgane, was einer Besiedlung und damit einer Einschränkung der Photosynthese durch das aufwachsende Epiphyton entgegenwirkt. Auch *Sparganium emersum* gedeiht gut in schwebstoffreichen, eutrophen Fließgewässern, da aus dem basalen Meristem laufend neue Blätter gebildet und gleichzeitig die alten Blätter abgestoßen werden (WIGGERS-NIELSEN et al. 1985, SAND-JENSEN et al. 1989). Das Verbreitungsbild von *Myriophyllum spicatum* in der Schutter lässt sich recht gut mit dessen Empfindlichkeit gegen Auflagerungen erklären, da die rein submers wachsende Art nur in den wenigen, flachen Strecken mit mäßiger Strömung höhere Deckungsgrade erreicht. Schnelles Wachstum, die Bildung ausgedehnter Rhizomgeflechte und hohe Austauschraten von Assimilationsorganen tragen zu einer allgemein guten Resistenz der obengenannten Arten gegen Störungen (d.h. Vernichtung eines Teiles der Pflanzenmasse, z.B. durch Mahd) bei.

RIIS & SAND-JENSEN (2001) konnten nachweisen, dass in dänischen Fließgewässern störungsresistente Arten in den letzten 100 Jahren erheblich zugenommen haben. Auch in den Fließgewässern Schleswig-Holsteins hat eine auffällige Zu-

nahme räumungs- und schattentoleranter Arten stattgefunden, insbesondere von *Sparganium emersum*, *Elodea canadensis*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton pectinatus* und *Callitriche platycarpa* (GARNIEL 2000). RIIS & SAND-JENSEN (2001) nennen *Sparganium emersum*, *Potamogeton pectinatus* und *Callitriche* spp. als Nutznießer einer intensivierten Gewässer-Unterhaltung, die wir wohl auch für Schutter, Unditz und ihre Zuflüsse als gesichert annehmen können. Möglicherweise ist die extreme Artenarmut im obersten Teil der kartierten Schutter die Folge einer intensiven „Grabenpflege“, die nur *Potamogeton nodosus* übriggelassen hat.

### 6.3 Referenzzustand

Das beträchtliche Ausmaß anthropogener Veränderungen, denen die von uns untersuchten Gewässer ausgesetzt waren, lässt die Frage nach dem „ursprünglichen“ Zustand oder „Referenzzustand“ aufkommen. Da es weder schriftliche ältere Angaben zur submersen Flora des Untersuchungsgebietes, noch Herbarbelege von Wasserpflanzen aus Schutter und Unditz in den Landesherbarien von Baden-Württemberg gibt, muss der Referenzzustand oder das „Leitbild“ indirekt aus dem Gewässertyp, Vergleichen mit nicht oder kaum anthropogen beeinflussten Referenzgewässern und dem Wissen über den Verlauf von Veränderungen der Fließwasser-Vegetation in Abhängigkeit von Eutrophierung und Gewässerausbau erschlossen werden (SCHÜTZ et al. 2008).

Nach der biocoenologischen LAWA-Fließgewässertypologie von POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2004) ist die Schutter oberhalb des Untersuchungsgebietes ein silikatischer Mittelgebirgsfluss (Typ 9 nach WRRL), der unterhalb von Lahr vom Mittelgebirge ins Tiefland übergeht und damit seinen Charakter ändert. Nach einer in Grundzügen von WIEGLEB (1981) entwickelten und von VAN DE WEYER für die WRRL bearbeiteten vegetationskundlichen Typologie (auf floristisch-soziologischer Grundlage) für Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen (VAN DE WEYER 2001) kommt für diesen „Tieflandfluss“-Typus (Typ 19 nach WRRL), dem auch die Unditz zuzurechnen ist, eine wuchsformenreiche *Sparganium emersum*-Gesellschaft (*Sparganio-Potamogetonum pectinati*) als Leitbild in Frage. Als regionale Besonderheit kann das Vorkommen von *Potamogeton nodosus* in der Schutter gelten, dessen Verbreitungsschwerpunkt in Südwest-Deutschland in der Oberrheinebene liegt und dessen Häufigkeit nach Westen hin zunimmt. In Frankreich ist die

Art weit verbreitet und dort typisch für epi-potamale Fließstrecken, oft zusammen mit *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* und *Nuphar lutea* (DANDY 1980).

Für die untere Kinzig ist wohl eine *Ranunculus fluitans*-Gesellschaft als Leitbild anzunehmen, wie sie ähnlich in den Nachbarflüssen der Freiburger Bucht (Elz, Glotter, Dreisam) existiert.

Von diesem Leitbild einer wuchsformenreichen *Sparganium emersum*-Gesellschaft mit *Potamogeton nodosus* in den träge fließenden Strecken bzw. dem „Myriophylliden-Typ“ in den flach überströmten, schneller fließenden Abschnitten mit *Ranunculus fluitans* und *Myriophyllum spicatum* als Leitarten scheint die rezente submerser Vegetation der Schutter und ihrer Nebenflüsse (v.a. der Unditz) nicht allzu weit entfernt zu sein. Vergleiche zwischen historischen Angaben und rezenter Flora vieler Fließgewässer anderer Gebiete (SCHÜTZ 1995, SCHÜTZ et al. 2008) legen allerdings nahe, dass es auch im (Kinzig)-Schutter-Unditz-System infolge von Gewässerausbau und Eutrophierung zu beträchtlichen Änderungen der submersen Vegetation und zum Verlust von Arten gekommen ist. Auch ein Vergleich mit der aquatischen Vegetation langsam fließender, geringeren anthropogenen Veränderungen ausgesetzter Fließgewässer in Mittel- und Westeuropa lässt einen Rückgang der Diversität vermuten. KLEIN et al. (2000) fanden in einer nur 10 km langen Fließstrecke der oberen Saar und einem begleitenden Kanal an der deutsch-französischen Grenze nicht weniger als 35 Arten Höherer Wasserpflanzen, dazu 7 Moosarten und eine Armeleuchteralge. Neben den weit verbreiteten Arten, die auch in den von uns untersuchten Gewässern dominierten (*Myriophyllum spicatum*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton pectinatus*, *Sparganium emersum*) kamen in der langsam fließenden Saar auch viele seltene Taxa vor. Besonders auffallend war eine große Zahl breitblättriger Laichkräuter, die von RIIS (2006) als oligo- bis mesotraphent und/oder als störungsempfindlich eingestuft wurden (z.B. *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Groenlandia densa*). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sowohl die Artenzahlen als auch der Anteil störungs- und eutrophierungsempfindlicher Arten in Schutter und Unditz, evtl. auch in ihren breiteren Zuflüssen, zurückgegangen ist.

### Dank

Wir danken dem Regierungspräsidium Freiburg, Ref. 56, für die freundliche Unterstützung, namentlich CLAUDIA LEITZ und MARKUS WINZER.

**Literatur**

- BUTCHER, R. W. (1933): Studies on the ecology of rivers. I. On the distribution of macrophytic vegetation in the rivers of Britain. – *Journal of Ecology* **21**: 58-91.
- CARBNIER, R., TREMOLIERES, M., MERCIER, J. L. & ORTSCHIED, A. (1990): Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). – *Vegetatio* **86**: 71-88.
- DANDY, J. E. (1980): Potamogeton L. – In: GASKELL, T. & TUTIN, D. u.a. (eds.): *Flora Europaea*. Bd. 5: S. 7-11; Cambridge University Press.
- GARNIEL, A. (2000): Schutzkonzept für gefährdete Wasserpflanzen der Fließgewässer und Gräben Schleswig-Holsteins. Teil B – Fließgewässer. – 354 S.; Studie im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein.
- HILGENDORF, B. & BRINKMANN, W. (1980): Artenspektrum, regionale Verteilung und Stoffgehalt der Makrophyten-Vegetation im Flußsystem der Nidda (Hessen). – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* **8**: 335-341.
- HOLMES, N., BOON, P. & ROWELL, T. (1999): Vegetation communities of British rivers - a revised classification. – 36 S.; Joint Nation Conservation Committee.
- JANAUER, G. (1981): Die Zonierung submerser Wasserpflanzen und ihre Beziehung zur Gewässerbelastung am Beispiel der Fische (Niederösterreich). – *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* **120**: 73-98.
- KLEIN, J. P., WOLFF, P. & WEICHERDING, F.-J. (2010): La végétation aquatique de la Sarre à Sarreguemines. – *L.A.S.E.R Lorraine Atlas, Suivi, Etudes et Recherches* **6**: 3-15.
- KOHLER, A. (1975): Submerse Makrophyten und ihre Gesellschaften als Indikatoren der Gewässerbelastung. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwest-Deutschland **34**: 149-159.
- KOHLER, A., BRINKMEIER, R. & VOLLRATH, H. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* **45**: 5-36.
- KOHLER, A. & JANAUER, G. A. (1995): Zur Methodik der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. – In: STEINBERG, C., BERNHARDT, H. & KLAPPER, H. (Hrsg.) – *Handbuch angewandte Limnologie*: S. 1-22; Ecomed-Verlag, VIII-1.1.3.
- KOHLER, A., VOLLRATH, H. & BEISL, E. (1971): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). – *Archiv für Hydrobiologie* **69**: 333-365.
- KRAUSE, A. (1979): Zur Kenntnis des Wasserpflanzenbesatzes der westdeutschen Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar. – *Decheniana* **132**: 15-28.
- KRAUSE, W. (1971): Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinaue – Die Äschenregion. – *Archiv für Hydrobiologie Supplement-Band* **37**: 387-465.
- LAUTERBORN, R. (1910): Die Vegetation des Oberrheins. – *Verhandlungen des Naturhistorischen Medizinischen Vereins Heidelberg*, N.F. **10**: 450-502.
- LUBW (Landesanstalt Für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (2012): Jahresdatenkatalog Fließgewässer: <http://jdkfkg.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/300/>.
- MONSCHAU-DUDENHAUSEN, K. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren in Fließgewässern dargestellt am Beispiel der Schwarzwaldflüsse Nagold und Alb. – Beihefte zu den Veröffentlichungen – Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg **28**: 1-118.
- POTTGIESSER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2004): Fließgewässersertypologie Deutschlands. S. 1-16. – In: STEINBERG, C., BERNHARDT, H., KLAPPER, H. (Eds.). *Handbuch Angewandte Limnologie VIII-2.1*: 1-16.
- REMY, D. (1993): Licht als begrenzender Faktor für die Verbreitungsmöglichkeit von Makrophyten in unterschiedlichen Gewässertypen. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* **22**: 285-288.
- RIIS, T. (2006): Water plants past and present. – In: SAND-JENSEN, K., FRIBERG, N., MURPHY, J. (Eds.), *Running Waters. Historical development and restoration of lowland Danish streams*: 105-113; National Environmental Research Institute, Denmark.
- RIIS, T. & SAND-JENSEN, K. (2001): Historical changes in species composition and richness accompanying perturbation and eutrophication of Danish lowland streams over 100 years. – *Freshwater Biology* **46**: 269-280.
- RP Freiburg (Regierungspräsidium Freiburg) (2005): EG-Wasserrahmenrichtlinie – Bericht zur Bestandsaufnahme. Teilbearbeitungsgebiet 32, Kinzig. – Textband und Karten.
- SAND-JENSEN, K., JEPPESEN, E., NIELSEN, K., VAN DER BIJL, L., HJERMIND, L., WIGGERS-NIELSEN, L. & MOTH IVERSEN, T. (1989): Growth of macrophytes and ecosystem consequences in a lowland danish stream. – *Freshwater Biology* **22**: 15-32.
- SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2004): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. – *Schlussbericht*. – 635 S.; Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.), München.
- SCHÜTZ, W. (1990): Vegetation und Flora der Fließgewässer der Schwäbischen Alb. – *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde Württemberg* **145**: 221-237.
- SCHÜTZ, W. (1991): Abschlußbericht zum Raumordnungsverfahren Wyhl – Weisweil. Untersuchungen zur Gewässer- und Röhrichvegetation. – 96 S.; Untersuchung im Auftrag der LfU Baden-Württemberg (unveröff.).
- SCHÜTZ, W. (1992): Ökologie, Struktur und Verbreitung der Fließwasserflora Oberschwabens und der Schwäbischen Alb. – 195 S.; *Dissertationes Botanicae* **192**, Stuttgart (Cramer).

- SCHÜTZ, W. (1993): Verbreitung und floristisch-ökologische Zonierung der Wasserpflanzen in der badischen Oberrheinaue nach dem Bau des Rheinseitenkanals. – Berichte des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim **2**: 139-158.
- SCHÜTZ, W. (1995): Vegetation of running waters in south-west Germany – pristine conditions and human impact. – Acta Botanica Gallica **142**: 571-584.
- SCHÜTZ, W., VEIT, U. & KOHLER, A. (2008): The aquatic vegetation of the Upper Danube river – past and present. – Archiv für Hydrobiologie **166**: 167-191.
- SCHWABE, A. (1987): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. – 368 S.; Dissertationes Botanicae **102**, Stuttgart (Cramer).
- VAN DE WEYER, K. (2001): Klassifikation der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. – 106 S.; Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Merkblätter 30; Essen.
- WEBER-OLDECOP, D. W. (1977): Fließgewässertypologie in Niedersachsen auf floristisch-soziologischer Grundlage. – Göttinger Floristische Rundbriefe **10**: 73-79.
- WIEGLEB, G. (1981): Struktur, Verbreitung und Bewertung von Makrophytengesellschaften niedersächsischer Fließgewässer. – Limnologica **13**: 427-448.
- WIGGERS-NIELSEN, L., NIELSEN, K., SAND-JENSEN (1985): High rates of production and mortality of submerged *Sparganium emersum* R. during its short growth season in a eutrophic danish stream. – Aquatic Botany **22**: 325-334.
- WHITTON, B. A., BOULTON, P. N. G., CLEGG, E. M., GEMMELL, J. J., GRAHAM, G. G., GUSTAR, R. & MOORHOUSE, T. P. (1998): Long-term changes in macrophytes of British rivers: 1. River Wear. – Science of The Total Environment **210**: 411-426.