



Biologische Untersuchung der Biber bei Buch und Ramsen Wirbellosen – Lebensgemeinschaft Gewässeruntersuchung vom 22. Juni 2015



Abb. 1: Probestelle Biber 2 unterhalb Ramsen im Juni 2015.

Gutachter: BNÖ – *Büro für Nutzung und Ökologie der Binnengewässer*

Dipl. Biol. Ursula Riedmüller

Erlenweg 13

D-79822 Titisee-Neustadt

Tel. 0049 7651 93 66 64

Fax 0049 7651 93 66 65

bnoe@gewaesserfragen.de

Mitarbeit: Dipl. Biol. Roland Höfer

beauftragt durch

INTERKANTONALES LABOR

LEBENSMITTELKONTROLLE APPENZEL AUSSERRHODEN APPENZEL INNERRHODEN GLARUS SCHAFFHAUSEN
UMWELTSCHUTZ SCHAFFHAUSEN

Titisee, im März 2016

Inhalt:

1	Veranlassung und Methoden	1
2	Beschreibung der Gewässer und Probenahmestellen	1
3	Ergebnistabellen der biologischen Untersuchungen	4
4	Ergebnisdiskussion und Zusammenfassung.....	8
5	Glossar	11
6	Literatur.....	12
6.1	Allgemeine Literatur	12
6.2	Bestimmungsliteratur	13
7	Anhang Methoden und Bewertungsgrundlagen	14
7.1	Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos	14
7.2	Deutsches Bewertungsmodul Perloides und SPEAR-Bioindikationsverfahren	14

1 Veranlassung und Methoden

Im Auftrag des Interkantonalen Labors Schaffhausen (IKL) wurde die Biber auf Höhe von Buch sowie unterhalb von Ramsen (s. Abb. 2) hinsichtlich ihrer Wirbellosenbesiedlung (Makrozoobenthos) untersucht. Ziel der Untersuchung war die Bestandsaufnahme der Artengemeinschaft zur Ermittlung etwaiger stofflicher Belastungen durch Siedlungsentwässerung und den umliegenden, landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen.

Zur Auswertung der Artenlisten werden u. a. das Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos mit dem Schweizer Index auf Basis der Wirbellosenfauna der Bachsohle (→ IBCH) und das EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)-konforme deutsche PERLODES-Verfahren angewendet. Die Methoden sind im Anhang (Kap. 7) genauer beschrieben. Begleitend zu den biologischen Untersuchungen am 22. Juni 2015 fanden Sondenmessungen der physikalisch-chemischen Parameter (Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und pH-Wert) statt.

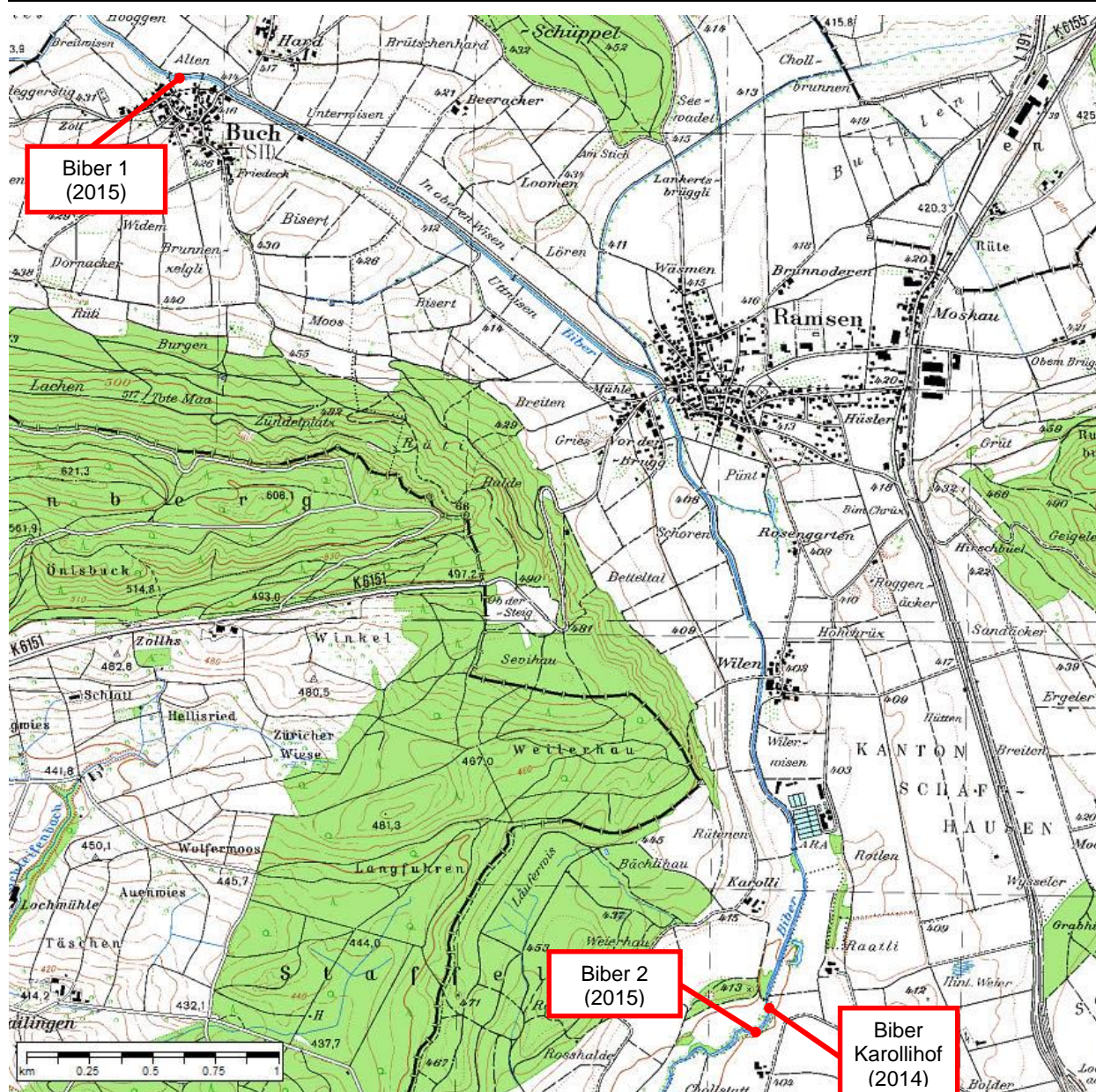
Die Ergebnisse der Probestelle unterhalb von Ramsen werden auch im Vergleich zu den Ergebnissen der nahe gelegenen Probestelle "Biber Karollihof" aus dem Frühjahr 2014 (siehe Riedmüller & Höfer 2014) dargestellt und diskutiert.

2 Beschreibung der Gewässer und Probenahmestellen

Die Biber entspringt auf deutschen Gebiet südwestlich von Engen am Bisberg auf über 700 m ü. NN und durchfließt dann in vorwiegend südöstlicher Richtung den Hegau. Die obere Probestelle (s. Abb. 1) liegt auf Höhe von Buch (CH), wo sich die Biber bereits etwa 500 m Fließstrecke auf Schweizer Gebiet befindet. Die untere Probestelle liegt im Unterlauf der Biber unterhalb von Ramsen und rund 1 km oberhalb der Mündung in den Hochrhein bei Rheinklingen.

Tab. 1: Kurzbeschreibung und typologische Ansprache der Biber im untersuchten Abschnitt.

Merkmal	Beschreibung
Untersuchtes Gewässer	Biber
Hydrologisches Regime	pluvial
Höhenlage des untersuchten Abschnitts	400-420 m ü. NN
Gewässerstruktur (Kurzansprache) im untersuchten Abschnitt	weitgehend begradigtes Gewässer in landwirtschaftlichem Umfeld mit lückiger Gehölzgalerie, lediglich an der unteren Probestelle ab Karollihof bis zu Mündung in den Hochrhein naturnah mit standorttypischen dichten Gehölzen, schmalen Auebereichen, z.T. meterhohen Uferabbrüchen und gewundenem Längsverlauf
Strömung	vorwiegend turbulent fliessend
Fliessgewässertyp	Typ 3.2: kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes (gemäss überarbeiteter typologischer Einstufung der LUBW im Jahr 2015 für die Biber bis zur Mündung in den Hochrhein)
Typologie deutscher Fließgewässer von Pottgiesser & Sommerhäuser (2008) für die Anwendung des WRRL-Verfahrens PERLODES	


Abb. 2: Lage der Probenahmestellen in der Biber in den Jahren 2014 und 2015. (Topografische Karte 1:25.000, LGL BW 2009). (Biber 2 liegt 5 km unterhalb Biber 1)

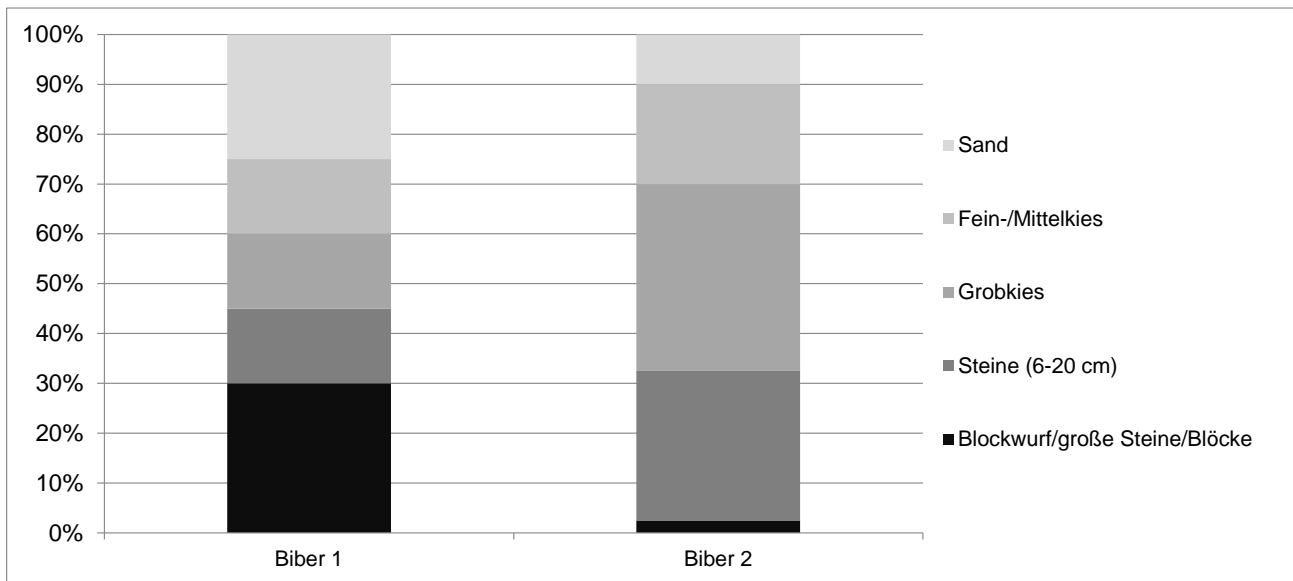


Abb. 3: Zusammensetzung des mineralischen Sohlsubstrats an den Probestellen in der Biber, 22.06.2015.

Die Zusammensetzung des Sohlsubstrats ist an den Probestellen recht unterschiedlich. Bei Buch (obere Probestelle) dominieren mit Sand und Kies eigentlich kleinere Substratgrößen und die großen Blöcke sind vermutlich künstlich eingebracht. An der unteren Probestelle besteht eine "natürliche" Substratsortierung mit wenig großen Steinen und einer Dominanz von kleineren Steinen und Grobkies.

Eine Verallgung der Steinoberflächen konnte an beiden Probestellen nicht gefunden werden. Bei Buch bedeckten Wasserpflanzen (Laichkräuter) zu rund 5% die Sohle. Vereinzelt lag dort Müll im Gewässer.

Im unteren Untersuchungsabschnitt waren Fischschwärme (Döbel und evtl. Bachforellen) gesichtet worden. Im Vorjahr (Riedmüller & Höfer 2014) waren Groppen und deren Naturverlaichung nachgewiesen worden. Die Stein-Kies-Bänke sind tiefgründig locker und nicht verbacken und als Laichsubstrat für Kies-laichende Fische wie u.a. Bachforellen und Lachse gut geeignet.

Tab. 2: Physikalisch-chemische Messungen am 22. Juni 2015 an den Probestellen in der Biber.

Kenngroße	Biber 1	Biber 2
Uhrzeit (MESZ)	15:15	11:50
Wassertemperatur (°C)	15,9	15,5
Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)	620	667
pH-Wert	8,3	8,3
Sauerstoffgehalt (mg/L)	11,1	11,0
Sauerstoffsättigung (%)	118	114

Wetter: zunächst heiter und trocken, am Nachmittag kurze Schauer und zuziehend, Lufttemperatur ca. 21°C.

Wasserführung: augenscheinlich etwas unter Mittelwasser, leicht getrübt durch geringe Niederschläge in der vorangegangenen Nacht.

Die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Messungen am Untersuchungstag (s. Tab. 2) lassen folgende Rückschlüsse zu: Die Wassertemperaturen waren mit rund 16°C trotz des milden Wetters kühl und charakterisieren ein sommerkühles Mittelgebirgsgewässer. Die Leitfähigkeiten von 620 und 667 µS/cm kennzeichnen den kalkreichen Untergrund im Einzugsgebiet und begründen die typologische Einstufung als karbonatisches Fließgewässer. Die Zunahme der Leitfähigkeit von der oberen zur unteren Probestelle könnte auf zusätzliche Stoffeinträge aus den landwirtschaftlichen Flächen herrühren. Die leichte Sauerstoff-Übersättigung von 114% bzw. 118% ist als Folge des sonnigen Frühsommerwetters anzusehen und spricht zunächst nicht für bedeutende Belastungen mit biologisch leicht abbaubaren organischen Stoffen oder algenverfügbaren Nährstoffen.

3 Ergebnistabellen der biologischen Untersuchungen

Tab. 3: Kenngrössen der Ergebnisse aus unterschiedlichen Bewertungsverfahren der biologischen Untersuchungen der **Biber im Juni 2015** an zwei Probestellen. (Deutsches Bewertungsverfahren mit den Modulen Saprobielle Qualität und Allgemeine Degradation als Fließgewässertyp 3.2, Schweizer Modul-Stufen-Konzept mit dem Makrozoobenthos-Index IBCH sowie SPEAR-Toxizitätsindices aus Asterics/Perlores Vers. 4.0.4, Juli 2014.)

	Kenngrösse	Probestelle Biber 1	Probestelle Biber 2
	Individuen pro m ²	1.238	934
	Anzahl Taxa	38	40
		Bewertungsmodul Saprobienindex	
Saprobie	Anzahl Indikator taxa	24	27
	Summe Häufigkeitsklassen*	58	64
	Saprobienindex	1,78	1,83
	Saprobielle Qualitätsklasse	gut	gut
	Bewertungsmetric	Bewertungsmodul Allgemeine Degradation (Bewertungszahlen von 0 bis 1 Erläuterung in Tab. 8)	
Allgemeine Degradation	Summe Häufigkeitsklassen*	38	47
	German Fauna Index	0,92	0,82
	Rheoindex (HK)	1,00	1,00
	EPT-Taxa (% HK)	0,37	0,55
	Anzahl EPTCBO-Taxa	0,56	0,64
	Bewertungszahl gesamt	0,78	0,77
	Qualitätsklasse	gut	gut
	Gesamtbewertung	gut	gut
	Kenngrösse	Schweizer Makrozoobenthos-Index IBCH	
IBCH	Summe Taxa	22	24
	höchste Zeigergruppe (IG, 1-9)	7	7
	Diversitätsklasse (DK, 1-14)	7	7
	IBCH-Wert	13 gut(-mässig)	13 gut(-mässig)
		Toxizitätsindices SPEAR-Verfahren	
SPEAR	SPEAR _{pesticide}	30	39
	Bewertung SPEAR _{pesticide}	mässig	gut
	SPEAR _{organic}	-0,46	-0,50
	Bewertung SPEAR _{organic}	degradiert	degradiert

HK = Häufigkeitsklassen, Ind. = Individuen, Farbgebung gemäss Tab. 7 und Tab. 8. Erläuterung der Bewertungsmetrics s. Glossar und Kästen unten

*Für eine gültige und "gesicherte" Ermittlung des Saprobienindex und des German Fauna Index muss die Summe der Häufigkeitsklassen der jeweiligen Indikator taxa grösser als 20 sein.

Tab. 4: Vergleich der Bewertungs-Kenngrößen für den unteren Abschnitt der Biber in den Jahren 2014 (Karollihof) und 2015 (Biber 2). (Deutsches Bewertungsverfahren mit den Modulen Saprobienindex und Allgemeine Degradation für den Fließgewässertyp 3.2, Schweizer Modul-Stufen-Konzept mit dem Makrozoobenthos-Index IBCH sowie SPEAR-Toxizitätsindices aus Asterics/Perlodes Vers. 4.0.4, Juli 2014.).

	Kenngrösse	Probestelle Biber Karollihof (14.03.2014)	Probestelle Biber 2 (Juni 2015)
	Individuen pro m ²	526	934
	Anzahl Taxa	37	40
		Bewertungsmodul Saprobienindex	
Saprobie	Anzahl Indikatortaxa	27	27
	Summe Häufigkeitsklassen*	55	64
	Saprobienindex	1,78	1,83
	Saprobielle Qualitätsklasse	gut	gut
	Bewertungsmetric	Bewertungsmodul Allgemeine Degradation (Bewertungszahlen von 0 bis 1 Erläuterung in Tab. 8)	
Allgemeine Degradation	Summe Häufigkeitsklassen*	43	47
	German Fauna Index	0,91	0,82
	Rheoindex (HK)	0,83	1,00
	EPT-Taxa (% HK)	0,70	0,55
	Anzahl EPTCBO-Taxa	0,56	0,64
	Bewertungszahl gesamt	0,80	0,77
	Qualitätsklasse	gut	gut
	Gesamtbewertung	gut	gut
	Kenngrösse	Schweizer Makrozoobenthos-Index IBCH	
IBCH	Summe Taxa	23	24
	höchste Zeigergruppe (IG, 1-9)	7	7
	Diversitätsklasse (DK, 1-14)	7	7
	IBCH-Wert	13 (gut-mässig)	13 gut(-mässig)
		Toxizitätsindices SPEAR-Verfahren	
SPEAR	SPEAR _{pesticide} (sensitive Taxa %)	39	39
	Bewertung SPEAR _{pesticide}	gut	gut
	SPEAR _{organic}	-0,44	-0,50
	Bewertung SPEAR _{organic}	degradiert	degradiert

HK = Häufigkeitsklassen, Ind. = Individuen, Farbgebung gemäss Tab. 7 und Tab. 8. Erläuterung der Bewertungsmetrics s. Glossar und Kästen unten

*Für eine gültige und "gesicherte" Ermittlung des Saprobienindex und des German Fauna Index muss die Summe der Häufigkeitsklassen der jeweiligen Indikatortaxa grösser als 20 sein.

Tab. 5: Taxaliste und gefundene Individuenzahlen (Ind./1,25 m²) des Makrozoobenthos an den zwei Probestellen in der Biber am 22. Juni 2015.

Taxon	Probestelle Biber 1	Probestelle Biber 2	Deutsche Bezeichnung*
Hirudinea			Egel
<i>Erpobdella octoculata</i>	1	2	Hundeegel
<i>Piscicola geometra</i>		2	Fischegel
Ephemeroptera			Eintagsfliegen
<i>Baetis alpinus</i>	11		Eintagsfliegen (Larven)
<i>Baetis fuscatus</i>		26	
<i>Baetis rhodani</i>	297	130	
<i>Baetis vardarensis</i>		10	
<i>Caenis luctuosa</i>	22	90	
<i>Ecdyonurus</i> sp.	9		
<i>Ephemerella danica</i>	32	12	
<i>Serratella ignita</i>	107	250	
Coleoptera			Käfer
<i>Elmis aenea</i> Ad.	6		Hakenkäfer
<i>Elmis maugetii</i> Ad.	54	40	
<i>Elmis maugetii</i> Lv.	13	4	
<i>Elmis rietscheli</i> Lv.	2	3	
<i>Esolus parallelepipedus</i> Ad.	36	6	
<i>Esolus parallelepipedus</i> Lv.	2	1	
<i>Elodes</i> sp.		1	Sumpfkäfer
<i>Halipus</i> sp.	1		Wassertreter
<i>Limnius perrisi</i> Ad.	2		Hakenkäfer
<i>Limnius volckmari</i> Ad.	10	2	
<i>Limnius volckmari</i> Lv.		5	
<i>Oulimnius tuberculatus</i> Ad.	40	73	
<i>Oulimnius tuberculatus</i> Lv.	3		
<i>Riolus cupreus</i>	8	6	
<i>Staphilinidae</i>	1		Kurzflügler
Trichoptera			Köcherfliegen
<i>Athripsodes albifrons</i>	4		Köcherfliegen (Larven)
<i>Athripsodes bilineatus</i>	2		
<i>Athripsodes</i> sp.	2	1	
<i>Ceraclea dissimilis</i>	1	3	
<i>Glossosoma boltoni</i>	1	95	
<i>Hydropsyche instabilis</i>		1	
<i>Hydropsyche siltalai</i>		3	
<i>Hydropsyche</i> sp.		2	
<i>Hydroptila</i> sp.	1		
<i>Lepidostoma hirtum</i>		4	
<i>Odontocerum albicorne</i>		1	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		2	
<i>Rhyacophila dorsalis</i> ssp.	6	27	
Crustacea			Krebse
<i>Gammarus fossarum</i>	263	7	Bachflohkrebs
Gastropoda			Schnecken
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		81	Neuseeländische Zwergdeckelschnecke



Taxon	Probestelle	Probestelle	Deutsche
Probestelle	Biber 1	Biber 2	Bezeichnung*
Plecoptera			Steinfliegen
<i>Leuctra geniculata</i>	9	50	
Hydrachnidia			Wassermilben
Hydrachnidia Gen. sp.	512	251	Wassermilben
Oligochaeta			Wenigborster
<i>Eiseniella tetraedra</i>	1	7	Regenwürmer
<i>Haplotaxis gordioides</i>	1		
Wenigborster undet.	8	31	Wenigborster unbest.
Diptera			Zweiflügler
<i>Ceratopogonidae</i>	1	2	Gnitzen (Larven)
Chironomidae Gen. sp.	66	64	Zuckmücken (Larven)
Chironomini Gen. sp.		4	
Tanypodinae Gen. sp.	33	20	
<i>Dicranota</i> sp.	13	5	Stelzmücken (Larven)
<i>Limnophora</i> sp.		1	Echte Fliegen (Larven)
Tabanidae Gen. sp.	1		Bremsen (Larven)
<i>Tipula</i> sp.		2	Schnaken (Larven)
<i>Simulium (Simulium)</i> sp.	79		Kriebelmücken (Larven)
<i>Simulium (Wilhelmia)</i> sp.	397	91	
<i>Syrphidae</i> Gen. sp.	1		Schwebfliegen (Larven)

*Viele Wirbellosenarten besitzen keinen deutschen Artnamen.

4 Ergebnisdiskussion und Zusammenfassung

Im Auftrag des Interkantonalen Labors Schaffhausen (IKL) wurden am 22. Juni 2015 in der Biber bei Buch und unterhalb von Ramsen eine Untersuchung der Wirbellosenbesiedlung durchgeführt. Ziel der Untersuchung war die Bestandsaufnahme der Artengemeinschaft in Bezug auf Belastungen aus den umliegenden Siedlungen und landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen. Der Probenahmezeitpunkt wurde auf den Juni gelegt, um die SPEAR-Indices anzuwenden, welche auf Basis der Artenzusammensetzung der Wirbellosen toxische Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln anzeigen können. Der untere Abschnitt war am 14. März 2014 schon einmal untersucht worden. Die Ergebnisse werden im Bericht nochmals aufgeführt und vergleichend diskutiert.

Der Gewässertyp der Biber wurde von der deutschen **Landesanstalt für Umwelt und Messungen in Baden Württemberg (LUBW)** bislang als Fliessgewässertyp 3.2 ("kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes") geführt. Dieser Typ lag den Auswertungen des Jahres 2014 zu Grunde (s. Riedmüller & Höfer 2014). Im Jahr 2015 wurde eine Revision der Typologie veröffentlicht (LUBW 2015), welche die Biber als Typ 3.1 "Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes" einstuft. Da jedoch das Typkriterium Einzugsgebietsgrösse "10-100 km²" für den Typ 3.1 mit rund 140 km² oberhalb von Buch bzw. 164 km² unterhalb Ramsen überschritten wird, wurde für die vorliegende Auswertung entschieden, dass wiederum der Gewässertyp 3.2 zur Anwendung kommt. Im Vergleich stellte sich zudem heraus, dass die Indikatorlisten des Typs 3.2 mit der gefundenen Fauna stimmiger arbeiten.

Zur Auswertung der Artenlisten werden u. a. das EG-Wasserrahmenrichtlinie-konforme (WRRL) deutsche Perlodes-Verfahren (Asterics 2014) sowie das Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos mit dem Schweizer Index auf Basis der Wirbellosenfauna der Bachsohle (→ IBCH) angewendet. Die Methoden sind im Anhang (Kap. 7) genauer beschrieben. Begleitend zu der biologischen Untersuchung am 22. Juni 2015 fanden Sondenmessungen der physikalisch-chemischen Parameter (Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und pH-Wert) statt.

Ergebnisdarstellung und Diskussion (mit Bezug auf die Tab. 2 bis Tab. 6 und die Abb. 3)

Das **Sohlsubstrat** wird im oberen Abschnitt abgesehen von wahrscheinlich künstlich eingebrachten grossen Blöcken durch feineres Substrat – Sand und Feinkies – dominiert. Im unteren Abschnitt sind kleinere und grössere Steine zwischen 2 und 20 cm am häufigsten und Sand/Feinkies bedecken nur zu 30% die Sedimentoberfläche. Nährstoffbelastungen-anzeigende Fadenalgen konnten an keiner der Probestellen nachgewiesen werden. Oben traten in geringem Mass flutende Wasserpflanzen (Laichkraut, 5% Deckung) auf.

Die Wassertemperaturen waren mit rund 16°C trotz des mildwarmen Wetters kühl und charakterisieren ein sommerkühles Mittelgebirgsgewässer. Die Leitfähigkeiten von 620 und 667 µS/cm kennzeichnen den kalkreichen Untergrund im Einzugsgebiet und begründen die typologische Einstufung als karbonatisches Gewässer. Die leichte Sauerstoff-Übersättigung von 114% bzw. 118% ist als Folge des sonnigen Frühsommerwetters anzusehen und spricht zunächst nicht für bedeutende Belastungen mit biologisch leicht abbaubaren organischen Stoffen oder algenverfügbaren Nährstoffen.

An den beiden Probestellen in der Biber wurden insgesamt **57 verschiedene Wirbellosentaxa** nachgewiesen. Bei Buch wurden 38 und unterhalb Ramsen 40 Taxa gefunden. Die Individuendichten liegen oben mit 1.240 Ind./pro m² etwas höher als an der Probestelle Biber 2 mit 930 Ind./pro m². Dies ist im Wesentlichen auf das häufigere Vorkommen der belastungstoleranten Eintagsfliege *Baetis rhodani*, den oftmals partikuläre Belastungen anzeigenden Kriebelmücken und auf die mit 260 Ind. auftretenden Bachflohkrebse zurückzuführen.

Der **Schweizer Wirbellosen-Index IBCH** ermittelt an beiden Probestellen mit einem IBCH von 13 den Übergangsbereich zwischen "guter" und "mässiger" Qualität (vgl. Tab. 7).

Der **deutsche Saprobienindex** zeigt mit 1,77 zu 1,83 eine geringfügige Verschlechterung um 0,05 Indexeinheiten auf. Diese kann u.a. unter Berücksichtigung der Artenliste und der Unterschiede in der Substratzusammensetzung nicht als signifikante Verschlechterung interpretiert werden. Beide Indices liegen in der Mitte der "guten" Zustandsklasse.

Im deutschen Bewertungsmodul "**Allgemeine Degradation**" schneiden die Probestellen mit kleinen Unterschieden in den Einzelmetrics mit 0,77 und 0,78 "gut" mit Tendenz zu "sehr gut" ab (Grenze bei 0,80). Massgebend für das gute Abschneiden sind die beiden Teilmetrics German Fauna- und Rheo-Index, welche beide in der "sehr guten" ökologischen Zustandsklasse liegen. Das Vorkommen der EPT-Taxa wird in beiden Teilabschnitten deutlich schlechter mit "unbefriedigend" (oben) und "mässig" (unten) bewertet. Die Erwartung an die Artenvielfalt der EPTCBO-Taxa konnte in der Biber bei Buch ebenfalls nicht erfüllt werden und die Bewertung fällt "mässig" aus. An der unteren Probestelle lag die Anzahl dieser Taxa etwas höher und es wurde der "gute" Zustand erreicht. Die Artenvielfalts-Metrics zeigen neben stofflichen auch gewässerstrukturelle Defizite an und deren schlechteres Abschneiden im Fall der Probestelle bei Buch ist sicherlich ein Hinweis auf die Längs- und Querverbauung und deren negative Auswirkung auf die Habitatvielfalt.

Insbesondere der **SPEAR_{pesticide}-Index** zeigt für die Probestelle bei Buch mit der Bewertungszahl 30 und der Zustandsklasse "mässig" schlechtere Verhältnisse an als für die Probestelle unterhalb Ramsen, wo mit 39 der "gute" Zustand ermittelt wird. Der Unterschied entspricht einer ganzen Zustandsklasse und kann als deutlich angesehen werden. Der negative Einfluss von Xenobiotika bzw. Pflanzenschutzmitteln scheint bei Buch rund 5 km oberhalb von der Probestelle Biber 2 höher zu sein.

In der **Artenliste** fallen im Vergleich "oben versus unten" folgende Besonderheiten auf: Einige strömungsliebende Bergbachtaxa gehen zurück, z.B. einige Eintagsfliegen von Oberläufen wie *Baetis alpinus* und *Ecdyonurus* oder die Hakenkäfer *Elmis aenea* und *Limnius perisi*. Dagegen treten verschiedene Taxa des Bergbachunterlaufs unterhalb von Ramsen hinzu oder werden häufiger wie die Köcherfliege *Glossosoma boltoni* (s. u.a. Waringer & Graf 2011) oder die Eintagsfliegenarten *Baetis fuscatus* und *vardarensis* sowie *Serratella ignita*. Hinzu tritt auch die aus dem Hochrhein eingewanderte faunenfremde Art *Potamopyrgus antipodarum*, die Neuseeländische Zwergdeckelschnecke, welche eher in wärmeren langsamer fliessenden Unterlaufgewässern vorkommt. Für eine höhere Belastung bei Buch spricht das nahezu massenhafte Vorkommen (fast 500 Individuen s. Tab. 5) der Partikel-filtrierenden Kriebelmücken (*Simulium*). Sie filtern organische Partikel aus der fliessenden Welle, bevorzugen deshalb Gewässer mit guter Strömung (s. Schmedtje et al. 1996) und können bei Massenvorkommen partikuläre organische Einträge anzeigen.

Der **Vergleich der Untersuchungen März 2014 versus Juni 2015** ergibt keine grossen Unterschiede. Die März-Beprobung wird im deutschen Bewertungssystem insgesamt etwas günstiger im Schweizer Verfahren dagegen identisch bewertet. Eine Bewertung auf Basis der Frühjahrsbesiedlung fällt in der Regel besser aus, da die Fauna mit dem Winter eine wasserreiche und somit günstige Zeit hatte und viele oft gut eingestufte Insektenlarven noch nicht ausgeflogen sind.

Von der LUBW (2014) wurden im Jahr 2012 und 2013 sowohl in der Biber als auch im Gottmadinger Dorfbach (= Riederbach), einem Nebenfluss der Biber mit Einmündung oberhalb von Buch auf deutschem Gebiet, Untersuchungen der Wirbellosen, der Höheren Wasserpflanzen und Kieselalgen zur Bewertung nach EG-WRRL durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 6 zusammengestellt.

Das Abflussverhältnis zwischen Biber und Gottmadinger Dorfbach/Riederbach ist am Zusammenfluss etwa 2 : 1. Der Riederbach, der sein Einzugsgebiet ausschliesslich auf deutschem Gebiet besitzt, stellt ein belastetes Fließgewässer dar (Messwerte "Gottmadinger Dorfbach" von IKL SH 1973-2014). Sowohl Nährstoffe als auch organische Belastungen können zeitweise stark ansteigen, z.B. mit Spitzenwerten des Gesamtposphors von über 200 µg/L sowie des Nitratstickstoff von über 10 mg/L. Der Mittelwert des Gesamtposphors von 2010 bis Anfang 2014 liegt in der Biber oberhalb Riederbachmündung bei 55 µg/L, im Riederbach doppelt so hoch bei 114 µg/L (Analytik von IKL SH

Anzahl EPTCBO-Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata): Summe Taxazahl der Eintags-, Stein und Köcherfliegen, Käfer, Weichtiere und Libellen. Der Metric bewertet im Typ 3.2 zwischen 10 und 35 Taxa.

EPT-Taxa: Ein Metric des deutschen Asterics-Verfahrens auf Basis von Häufigkeitsklassen (HK) der Taxa Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen).

German Fauna Index: Grundlage des "Deutschen Fauna Index" sind artspezifische Bewertungen, welche für die verschiedenen Fließgewässertypen angepasst wurden. Die Werte liegen zwischen -2 = Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit stark degradiert Morphologie vorkommen) und +2 = Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit naturnaher Morphologie vorkommen.

Metric: Masszahl

SPEAR_{pesticides}: Index, der episodische Belastung durch Pestizide bzw. organische Schadstoffe anzeigen soll.

1973-2014). Während die Biber bei "Thayngen Zoll" nach Schweizer und deutscher Bewertung mit der Kenngrösse Gesamtposphor noch im "guten" Zustand ist (Liechti 2010, LAWA 2007), befindet sich der Riederbach im "mässig und schlechteren" (DE) bis "unbefriedigenden" Zustand (CH).

Tab. 6: Ergebnisse des biologischen Monitorings der LUBW (DE) in den Jahren 2012/2013 und zum Vergleich die vorliegenden Ergebnisse Biber 1 und 2 im Jahr 2015 (zur besseren Vergleichbarkeit wurde für Biber 1/2 ebenfalls der Typ 3.1 für die Bewertung angewendet, oh = oberhalb, uh = unterhalb).

Probestelle	BI002.00	BI004.00	BI003.00	Biber 1	Biber 2
Lage der Probestelle	Biber oh Riederbach	Biber uh Riederbach	Riederbach uh Hilzingen	Biber bei Buch	Biber uh Ramsen
Fließgewässertyp DE	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Wirbellose Tiere	13.05.2013			22.06.2015	
Anzahl Taxa	51	38	48	38	40
Saprobienindex	1,85	1,88	1,93	1,78	1,83
Allgemeine Degradation	0,73	0,67	0,58	0,65	0,56
Gesamtbewertung	gut	gut	mässig	gut	mässig
Kieselalgen	05.09.2012				
Referenzartensumme %	48,6		42,6		
Trophieindex	2,5		2,7		
Kieselalgenindex gesamt	gut		mässig		
Höhere Wasserpflanzen	05.09.2012				
Bewertung Wasserpflanzen	mässig		unbefriedig.		
Handlungsbedarf gemäss LUBW	ja		ja		

Die biologischen Bewertungen im Gebiet (s. Tab. 6) zeigen für die Wirbellosenbewertung (alle Probestellen als Typ 3.1 bewertet) zumindest im Riederbach Handlungsbedarf an. Die pflanzlichen Komponenten Makrophyten und Kieselalgen, welche z.T. eng mit der Nährstoffbelastung und der Gewässerstruktur und Strömung korreliert sind (vgl. Borchardt et al. 2013), indizieren sowohl für die Biber unterhalb Bietingen als auch für den Riederbach Defizite, welche gemäss WRRL Handlungsbedarf auslösen. Der bereits abgeleitete Massnahmenkatalog auf deutschem Gebiet umfasst sowohl Verbesserungen in der Regenwasserbehandlung (in Hilzingen) als auch Verbesserungen der Gewässerdurchgängigkeit und Struktur im Bereich Gottmadingen (Massnahmendokumentation DE auf <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16139/>).

In **Zusammenschau** aller Parameter und Bewertungskenngrössen wird die Biber als Typ 3.2 anhand der Wirbellosen Tiere als "gut" mit Tendenz zu "mässig" bewertet. Sie entwickelt sich unterhalb der Riederbachmündung zu einem kleinen Fluss mit einem zunehmenden Anteil an Bergbachunterlaufarten. Trotz "guten" Abschneidens sind vor allem an der Probestelle bei Buch Belastungszeiger gefunden worden, welche Hinweise auf stoffliche Einträge geben. Der SPEAR_{pesticide}-Index springt an dieser Stelle ebenfalls an und zeigt einen negativen Einfluss von Xenobiotika. Die Probestelle unterhalb Ramsen ist diesbezüglich unauffällig, wies aber wie im Vorjahr nur eine ungewöhnlich geringe Anzahl an Bachflohkrebsen auf. Eine Ursache dafür ist nicht abzuleiten.

Insbesondere durch den Zufluss des Riederbachs werden episodisch Nährstoffe und organische Belastungen eingetragen. Als Quellen sind Mischwasserentlastungen und Abschwemmung von landwirtschaftlichen Flächen wahrscheinlich. Die auf deutschem Gebiet stattgefundenen Untersuchungen der pflanzlichen Komponenten Höhere Wasserpflanzen und Kieselalgen zeigen "mässige" bis "unbefriedigende" Zustände an. Verbesserungsmassnahmen im Riederbach sind umgesetzt oder in Planung. Ob diese für die stoffliche Verbesserung des Gewässers und im weiteren für die Biber ausreichen, um den "guten" Zustand zu erreichen, muss sich zeigen. Verbesserungsmassnahmen in der Biber müssen in beiden Ländern erfolgen. Auf deutschem Gebiet ist die Herstellung der Durchgängigkeit in Planung. Die stofflichen Defizite hängen sicherlich teilweise mit der Landwirtschaft zusammen. Hier sind der verminderte Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowie die Einhaltung von ausreichend breiten Uferschutzstreifen zielführend.

5 Glossar

- Asterics.** Software für die Bewertung der Organismengruppe Makrozoobenthos in natürlichen Fließgewässern gemäss EU-Wasserrahmenrichtlinie, welche von einigen EU-Staaten gemeinsam entworfen wurde und welche anhand eines **multimetrischen Index (MMI)** das Mass der anthropogenen Degradation ermittelt. (Name des Entwicklungsprojektes ist **AQEM**). Für Deutschland steht ein erweitertes Auswertemodul mit dem Namen **Periodes** zur Verfügung. Information und Download-Möglichkeit der aktuellsten Version des Programms auf www.fliessgewaesserbewertung.de.
- Benthos.** Gesamtheit der in der Bodenzone von Gewässern lebenden Organismen - benthisch lebend.
- Biozönose.** Artengemeinschaft.
- DIN-Arten.** Arten, die in der DIN 38 410 mit einem Saprobiewert (= Vorkommens-Schwerpunkt hinsichtlich des Faktors Wassergüte) und der Gewichtung (= Treue des Vorkommens) aufgeführt sind. Die im Programm Asterics/Periodes durchgeführte Berechnung des Saprobienindex entspricht dem revidierten DIN-Verfahren (2004) nach DIN 38 410.
- EPT-Taxa** auf Basis von Häufigkeitsklassen (HK). Der Metric berechnet die relative Abundanz der **Ephemeroptera**-, **Plecoptera**- und **Trichoptera**-Taxa (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) auf der Grundlage von Häufigkeitsklassen.
- Anzahl EPTCBO-Taxa** (**Ephemeroptera**, **Plecoptera**, **Trichoptera**, **Coleoptera**, **Bivalvia**, **Odonata**): Summe Taxazahl der Eintags-, Stein und Köcherfliegen, Käfer, Weichtiere und Libellen. Der Metric-Wert nimmt mit zunehmender Belastung ab und bewertet im Typ 3.2 zwischen 10 und 35 Taxa.
- Fließgewässertypen.** Zur Bewertung wurde für die deutschen Fließgewässer eine Typologie erarbeitet, welche nach den Kriterien Ökoregion, Geologie, Sohlbeschaffenheit, Einzugsgebietsgrösse sowie ggf. besondere Randbedingungen wie z. B. Seeausfluss 24 Fließgewässertypen unterscheidet. Die Gewässer-Bewertung gemäss Wasserrahmenrichtlinie erfolgt typspezifisch, was bedeutet, dass die Typansprache in hohem Masse bewertungsrelevant ist.
- German Fauna Index Mittelgebirgsflüsse.** Grundlage des „Deutschen Fauna Index“ sind artspezifische Bewertungen, welche darüber hinaus noch für die verschiedenen Fließgewässertypen angepasst wurden. Die Werte liegen zwischen -2 (= Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit stark degradiert Morphologie vorkommen) und +2 (= Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit naturnaher Morphologie vorkommen).
- Häufigkeitsklassen (HK).** Den bei der biologischen Gewässergüteuntersuchung ermittelten Individuenzahlen werden für die Bestimmung vieler Indices Häufigkeitsklassen von 1 bis 7 zugeordnet. Diese gehen als Gewichtungskriterium in die Index-Berechnung (meist gewichtete Mittelwerte) mit ein. Bei manchen Indices wird die Summe der Häufigkeitsklassen als Gültigkeitskriterium eingesetzt. So z. B. gilt der Saprobienindex als statistisch abgesichert, wenn die Summe der Häufigkeitsklassen grösser als 20 ist. Bei den typspezifischen German Fauna-Indices sollte mindestens ein Wert von 15 (Tiefeland) bzw. 20 (Mittelgebirge/Alpen) erreicht werden.
- Makrozoobenthos.** Mit dem blossen Auge erkennbare tierische Organismen der Gewässersohle (grösser als 2 mm, nach anderer Auffassung grösser als 1 mm).
- Rheoindex nach Banning.** Der Index gibt das Verhältnis der rheophilen (strömungsliebenden) und rheobionten (an Strömung gebundene) Taxa eines Fließgewässers zu den Stillwasserarten und Ubiquisten an und zeigt Störungen auf, die sich durch die Veränderung des Strömungsmusters (z. B. durch Ausbau, Aufstau oder Schwallbetrieb) in der Biozönose der Mittelgebirgsbäche einstellen.
- Saprobie.** Summe der heterotrophen Bioaktivität der Organismengruppen Bakterien, Pilze und Tiere in einem Gewässer. Gegenbegriff zur **Trophie**, welche das Ausmass der pflanzlichen Produktion eines Gewässers beschreibt. Der **Saprobienindex** ist eine Kenngrösse, die auf Basis der Bioindikation mit Makrozoobenthosorganismen das Ausmass der organischen Belastung bzw. von Sauerstoff zehrenden Prozessen anzeigen soll.
- SPEAR_{organic}.** Zeigt die kontinuierliche Belastung mit organischen Schadstoffen (Xenobiotika wie Tenside oder Pestizide) an. Das verwendete biologische Merkmal ist die physiologische Empfindlichkeit gegenüber organischen naturfremden Chemikalien.
- SPEAR_{pesticides}.** Zeigt die episodische Belastung durch organische Schadstoffe wie u. a. Pestizide an. Die folgenden biologischen Merkmale werden verwendet: (1) physiologische Empfindlichkeit gegenüber organischen Schadstoffen, (2) Generationszeit, (3) Anwesenheit aquatischer Lebensabschnitte zur Zeit der Pestizid-Anwendung und (4) das Wiedererholungspotenzial.
- Taxon.** Bezeichnung für die Einheiten oder Organismengruppen im biologischen System der Pflanzen und Tiere, z. B. Familie, Art oder Gattung sind Taxa.
- Xenobiotika.** Künstlich hergestellte, chemische Stoffe, die dem biologischen Stoffkreislauf von Organismen fremd sind z. B. Farbstoffe, Pestizide, Tenside, Pharmaka, Konservierungsmittel und chlorierte Lösungsmittel. X. sind teilweise biologisch nur schwer abbaubar und können toxische Wirkung besitzen.

6 Literatur

6.1 Allgemeine Literatur

- Asterics (2014): Asterics European stream assessment program (Version 4.0.4, Stand Juli 2014). Deutsches Modul "Periodes". <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>.
- Beketov, M., Foit, K., Schäfer, R., Schriever, C., Sacchi, A., Capri, E., Biggs, J., Wells, C., Liess, M. (2009): SPEAR indicates pesticide effects in streams - comparative use of species - and family-level biomonitoring data. *Environmental Pollution* 157: 1841-1848.
- Beketov, M.A., Liess, M. (2008): An indicator for effects of organic toxicants on lotic invertebrate communities: independence of confounding environmental factors over an extensive river continuum. *Environ. Pollution* 156: 980-987.
- Borchardt, D., Büttner, O., Völker, J., Dietrich, D., Weitere, M. (2013): Eutrophierungsbedingte Defizite in Tieflandfließgewässern – Ursachen und Wirkungszusammenhänge – unter Einbeziehung der Ergebnisse aus den Mittelgebirgsprojekten. Endbericht des Helmholtz Zentrums für Umweltforschung in Magdeburg. Im Auftrag des LANUV Nordrhein-Westfalen. 104 S. zzgl. Anhänge.
- DIN 38410 (2004): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M 1). DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag Berlin.
- EG (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Okt. 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 23.10.2000. L 327/1.
- Haase, P., Sundermann, A. (2004): Standardisierung der Erfassungs- und Auswertungsmethoden von Makrozoobenthosuntersuchungen in Fließgewässern. Forschungsinstitut Senckenberg Abschlussbericht 2. Projektjahr. 93 S.
- Haase, P., Sundermann, A. (2011): Operationale Taxaliste für Fließgewässer in Deutschland. Forschungsinstitut Senckenberg. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>.
- LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2007): Background Levels and Benchmarks Regarding Physicochemical Components. Aus: LAWA AO Framework Concept Monitoring. Part B: Assessment Principles and Method Descriptions. Stand März 2007 – Verfasser: Dr. Frotscher-Hoof.
- LGL BW (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, Hrsg.) (2009): Amtliche topographische Karten 1:25.000, Baden-Württemberg. CD-ROM, Version 3.
- Liechti, P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern. 44 S.
- Liess, M., Schäfer, R., Schriever, C., (2008). The footprint of pesticide stress in communities - species traits reveal community effects of toxicants. *Science of the Total Environment* 406: 484-490.
- Liess, M., Von der Ohe, P. (2005): Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24, 954-965.
- LUBW (2014): Auswertung des landesweiten Monitorings 2012 und 2013 von MuP (Makrophyten und Phytobenthos) und MZB (Makrozoobenthos). Excel-Tabellen mit Probestellen und Wasserkörperbewertung mit den Biokomponenten. Bearbeitungsstand 09.07.2014.
- LUBW (Stand 2014 und 2015): Biozönotisch bedeutsame Gewässertypen in Baden-Württemberg. Karte 4.1. <http://udo-projekte.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- Meier, C., Böhmer, J., Rolauffs, P. & Hering, D. (2012): Kurzdarstellungen „Bewertung Makrozoobenthos“ & „Core Metrics Makrozoobenthos“. www.fliessgewaesserbewertung.de.
- Meier, C., Haase, P., Rolauffs, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A. & Hering, D. (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-WRRL. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de> (Stand Mai 2006).
- Pottgiesser, T., Sommerhäuser, M. (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen. Umweltbüro Essen im Auftrag des Umweltbundesamtes und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Steckbriefe und Begleittext.
- Riedmüller, U. & Höfer, R. (2014): Biologische Untersuchung der Biber unterhalb von Ramsen – Wirbellosen-Lebensgemeinschaft. Im Auftrag des Interkantonalen Labors Lebensmittelkontrolle AR AI GL SH und Umweltschutz SH. 14 S., 2014.
- Stucki, P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- Stucki, P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- Von der Ohe, P. (2005): Ecological Risk Assessment of Organic Pollutants with Regard to their Direct and Indirect Effects on Stream-Dwelling Macroinvertebrates of Small Headwater Streams. Dissertation an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig. Kumulative Arbeit. 109 S. zzgl Anhänge.
- Von der Ohe, P., Liess, M. (2004): Relative sensitivity distribution of aquatic invertebrates to organic and metal compounds. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 150–156.

6.2 Bestimmungsliteratur

- Bauernfeind, E. (1994): Bestimmungsschlüssel für die Österreichischen Eintagsfliegen. Insecta Ephemeroptera 1. Teil. Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien. 92 S.
- Bauernfeind, E. (1995): Bestimmungsschlüssel für die Österreichischen Eintagsfliegen. Insecta Ephemeroptera 2. Teil. Österreichisches Nationalkomitee der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, 96 S.
- Bauernfeind, E., Humpesch, U.H. (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 239 S.
- Bellmann, H. (1993): Libellen – beobachten - bestimmen. Naturbuch Verlag Augsburg, 274 S.
- Eggers, T.O., Martens, A. (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustaceae) Deutschlands. *Lauterbornia* Heft 42: 1-70 zzgl. Nachtrag 2004.
- Eiseler, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. – *Lauterbornia* 53: 1-112.
- Eiseler, B. (2010): Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14. Hrsg. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. 181 S.
- Eiseler, B., Hess, M. (2013): Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (2). LANUV-Arbeitsblatt 20. Hrsg. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. 288 S.
- Franke, U. (1979): Bildbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellenlarven (Insecta: Odonata). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) 33: 1-17.
- Freude, H., Harde, K. W. & Lohse, G. A. (Hrsg.) (1962 – 1983): Die Käfer Mitteleuropas, Bände 1 - 11. - Goecke & Evers Verlag, Krefeld.
- Glöer, P., Meier-Brook, C. (2003): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, 13. neubearbeitete Auflage, 134 S.
- Haybach, A. & Belfiore, C. (2003): Bestimmungsschlüssel für die Larven der Gattung *Electrogena*. Zurwerra & Tomka 1985 in Deutschland (Insecta: Ephemeroptera: Heptageniidae). – *Lauterbornia* 46: 83-87.
- Klausnitzer, B. (1996). Käfer im und am Wasser. 2. überarb. Aufl., Die Neue Brehm Bücherei Bd. 567, Spektrum Akademischer Verlag.
- Lohse, G. A. & Lucht, W. H. (Hrsg.) (1989 – 1994): Die Käfer Mitteleuropas, Bände 12 - 14 (Supplementband 1 - 3 mit Katalogteil). - Goecke & Evers Verlag, Krefeld.
- Lohse, S. (2004): Bestimmungsschlüssel der für Deutschland relevanten Untergruppen der Gattung *Rhithrogena* EATON (Ephemeroptera, Heptageniidae) in Anlehnung an die Operationelle Taxaliste für Fließgewässer in Deutschland. – Methodenstandardisierung Makrozoobenthos: 1-2.
- Neu, P.J. & Tobias, W. (2004): Die Bestimmung der in Deutschland vorkommenden Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera). – *Lauterbornia* 51: 1-68
- Neu, P.J. (2002): Die Identifizierung der Larven der in Mitteleuropa vorkommenden Arten der *Hydropsyche pellucidula*-Gruppe nach morphometrischen Merkmalen (Trichoptera, Hydropsychidae). – www.trichoptera-rp.de/bestimmung.
- Pankow, W. (1979): Beitrag zur Kenntnis der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Elmis* Latreille (Coleoptera, Elminthidae). *Entomologische Zeitschrift*, Stuttgart, 89 (16): 182-191.
- Pitsch, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung–Schriftenreihe d. Fachbereichs Landschaftsentwicklung - Sonderheft 8. 316 S.
- Reynoldson, T.B., Young, J.O. (2000): A key to the freshwater Triclad of Britain and Ireland with notes in their ecology. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 58: 1-72.
- Schmedtje, U. & Kohmann, F. (1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). – Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 2/88, 2. überarbeitete Auflage.
- Seitz, G. (1998): Bestimmungsschlüssel für die Präimaginalstadien der Kriebelmücken Deutschlands (Stand 01.11.1998). – in: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Dienstbesprechung Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung 1998. Materialien Nr. 77: 140 – 154. München.
- Studemann, D., Landolt, P., Sartori, M., Hefti, D., Tomka, I. (1992): Ephemeroptera. Schweizerische entomologische Gesellschaft, *Insecta Helvetica*, Fauna, 9, 171 S.
- Sundermann, A., Lohse, S. (2006): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Zweiflügler (Diptera) in Anlehnung an die Operationelle Taxaliste. Methodenstandardisierung Makrozoobenthos. Forschungsinstitut Senckenberg. Internetveröffentlichung www.fliessgewaesserbewertung.de. 20 S.
- Waringer, J. & Graf, W. (2011): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben. 468 S.
- Wozniczka, A., Gromisz, S., Wolnomiejski, N. (2011): *Hypania invalida* (Grube, 1960), a polychaete species new for the southern Baltic estuarine area: the Szczecin Lagoon and the River Odra mouth. Aquatic invasions, Volume 6, Issue 1: 39-46.
- Zwick, P. (2004): A key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Methodenstandardisierung Makrozoobenthos. Forschungsinstitut Senckenberg. Methodenstandardisierung Makrozoobenthos. Internetveröffentlichung www.fliessgewaesserbewertung.de. 38 S.

7 Anhang Methoden und Bewertungsgrundlagen

7.1 Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos

In der Bearbeitungsstufe F des Modul-Stufen-Konzepts, welches gemeinsam von BAFU, EAWAG und kantonalen Behörden entwickelt wurde, sollen Fließgewässer des Landes flächendeckend und überblickshaft untersucht und bewertet werden. Eines der biologischen Bewertungskriterien ist die Wirbellosenfauna der Bachsohle (Makrozoobenthos → IBCH, s. auch Tab. 7). Diese Organismengruppe wird als "integrierendes Überwachungsinstrument" angesehen (Stucki 2010), anhand dessen über die anthropogenen Belastungen hinsichtlich Wasserqualität, Morphologie und Hydrologie interpretierende und bewertende Aussagen möglich sind. Des Weiteren kann zur Bewertung das Modul "Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe" zur Beurteilung angewandt werden (Liechti 2010).

Die Berechnung des IBCH wurde auf Basis der bezüglich der beprobten Fläche etwas umfangreicheren Probenahme nach AQEM/Star (Probenahme s. www.fliessgewaesserbewertung.de) und der entsprechenden Taxalisten durchgeführt. Hinsichtlich der beprobten Habitate und der Zielsetzung der Probenahme insgesamt besteht kein Unterschied zwischen deutscher (AQEM/Star) und Schweizer Methode (Stucki 2010), so dass die Übernahme der Listen als zulässig angenommen werden kann. Zur Ermittlung des IBCH müssen die für das deutsche Bewertungsverfahren differenzierter ermittelten Taxa z.T. auf Familienebene aufsummiert werden.

Tab. 7: Ableitung der Bewertungsklasse anhand des Schweizer Index IBCH (Stucki 2010).

Schweizer Indices zur Fließgewässerbewertung					
Index/Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
IBCH (Wirbellose)	17-20	13-16	9-12	5-8	0-4

7.2 Deutsches Bewertungsmodul Perloides und SPEAR-Bioindikationsverfahren

Die Beprobung im Gelände erfolgte nach der AQEM/STAR-Methode (www.fliessgewaesserbewertung.de) und berücksichtigt DIN (Deutsche Industrienorm) 38410 (2004), Haase & Sundermann (2004) sowie Meier et al. (2006 und 2012). Alle 20 Teilproben (Fläche jeweils 25 x 25 cm) wurden im Gelände lebend sortiert. Belegexemplare wurden in Ethanol konserviert und für die Artbestimmung ins Labor mitgenommen. Die Artdetermination erfolgte unter Berücksichtigung der Operationalen Taxaliste von Haase & Sundermann (2011).

Die Berechnung des Saprobienindex erfolgt auf Basis der Artenlisten und gemäss des Makrozoobenthos-EG-WRRL-Verfahren (Meier et al. 2006, Meier et al. 2012, Asterics/Perloides Version 4.0.4) und wird gewässertypspezifisch durchgeführt. Ebenso die Bewertung mit dem Modul Allgemeine Degradation, welches für den hier vorliegenden Typ 3.1 die Einzelmetrics German Fauna Index Typ 3.1, die Summe der Häufigkeitsklassen der EPT-Taxa, den Rheoindex sowie Anzahl EPTCBO-Taxa berücksichtigt. Eine Beschreibung der Einzelmetrics ist im Glossar enthalten.

Des Weiteren wurden zwei Indices der **SPEAR-Bioindikationsverfahren** (SPEAR = "species at risk") angewandt. Im Rahmen von Forschungsprojekten zur Erarbeitung des SPEAR-Konzepts wurden biologische Indices entwickelt (www.systemecology.eu/SPEAR/index.php), die auf Basis des Vorkommens und der Häufigkeit von Makrozoobenthosarten in Fließgewässern auf die Stressoren Pestizide und organische Schadstoffe (z. B. Petrochemikalien und Tenside) hinweisen (u. a. Beke-tov et al. 2008/2009, Liess et al. 2008). Die Indices sollen weitgehend unabhängig von Effekten im

Fliessgewässerkontinuum und Gewässertyp-unabhängig reagieren. Das heisst, jeder Fliessgewässertyp in Mitteleuropa kann mit derselben Indexberechnung bewertet werden und es besteht nach den Autoren eine hohe Sicherheit der Unabhängigkeit des Ergebnisses von einem möglichen Typ- oder Charakterwechsel des Gewässers im Längsverlauf.

Tab. 8: Grundlagen der Bewertung nach dem deutschen Verfahren PERLODES: Index-Bereiche der Qualitätsklassen für Saprobie und Allgemeine Degradation. Bewertung mit den SPEAR-Indices nach u. a. Beketov et al. (2008 und 2009).

Saprobie (Fliessgewässertyp 3.2: Grundzustand 1,45)					
Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Saprobienindex	< 1,60	> 1,60 – 2,10	> 2,10 – 2,75	> 2,75 – 3,35	> 3,35
Saprobie (Fliessgewässertyp 3.1: Grundzustand 1,35)					
Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Saprobienindex	< 1,45	> 1,45 – 2,00	> 2,00 – 2,65	> 2,65 – 3,35	> 3,35
Allgemeine Degradation					
Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Bewertungszahl	> 0,8 – 1,0	> 0,6 – 0,8	> 0,4 – 0,6	> 0,2 – 0,4	≤ 0,2 – 0,0
SPEAR-Indices (gewässertyp- und ökoregionsunabhängig)					
Qualitätsklasse	exzellent	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Bewertungszahl SPEAR _{pesticide} (sensitive Taxa %)	≥ 44	< 44 – 33	< 33 – 22	< 22 – 11	< 11
Bewertungszahl SPEAR _{organic} (häufigkeitsgewichteter Mittelwert der Taxon-Sensitivität)	-0,4 bis +2,0	-2,5 bis -0,4 (degradiert)			

Während der SPEAR_{pesticides}-Index (s. Tab. 8) besser auf episodische Belastungen reagieren soll (Liess & Von der Ohe 2005), indiziert der SPEAR_{organic} kontinuierliche Belastungen (Von der Ohe & Liess 2004/2005). Insgesamt zeigen beide Indices das Vorkommen bzw. den Rückgang von physiologisch empfindlichen Taxa an (Herr Liess, mündl. Mitt.).

(Bei der Berechnung der Indices auf Basis von Probenbefunden geht bei beiden genannten Indices die Abundanz der Taxa als logarithmisch transformierte Grösse – $\log(\text{Abundanz}+1)$ – sowie der Taxon-Score bzw. eine "Sensitivitätszahl" (binäre Grösse: 0 = nicht sensitiv gegenüber Pestiziden oder 1 = sensitiv gegenüber Pestiziden) in eine gewichtete Mittelwertbildung ein.)