

Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2023/2024

Fachbericht

Makrozoobenthos und Jungfische

Untersuchungen November 2023 bis Oktober 2024



Im Auftrag des
Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Impressum

Auftraggeber:	Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern und Gewässerschutzfachstellen der Kantone AG, BL, BS, TG, SH und ZH		
Auftragnehmer:	HYDRA AG, Hafenstrasse 48, 8280 Kreuzlingen		
Bericht:	Dr. John Hesselschwerdt, Pauline App, Niklas Bosch, Sarah Oexle und Peter Rey		
Bearbeiter:	Feldarbeiten:	Dr. John Hesselschwerdt, Pauline App, Niklas Bosch, Christian Lott, Miriam Weber, Timo Basen, Jephtha Gössner, Sarah Oexle: HYDRA AG	
	MZB Bestimmung und Auswertung:	Uta Mürle (HYDRA Öschelbronn); Pauline App (HYDRA AG)	
Begleitung:	Yael Schindler Wildhaber, BAFU, Abteilung Wasser; Fachexperten der kantonalen Gewässerschutzfachstellen AG, BL, BS, TG, SH, ZH		
Zitierung:	Hesselschwerdt J, App P, Bosch N & S Oexle 2025: Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2023/2024. Fachbericht.		
Fotos auf der Titelseite: (von oben links nach unten rechts)	Schwarzmundgrundel (<i>Neogobius melanostomus</i>) an der Untersuchungsstelle bei der Schweizerhalle; Zufluss der Aare in den Hochrhein; Hochrhein im Stadtgebiet Basel; Fluss-Kahnschnecke (<i>Theodoxus fluviatilis</i>).		
Bildnachweis:	Wenn nicht anders angegeben, alle Abbildungen und Fotos HYDRA		
Hinweis:	Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.		
© HYDRA August 2025			

Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2023/2024

Fachbericht

Makrozoobenthos und Jungfische

Untersuchungen November 2023 bis Oktober 2024

Inhalt

Zusammenfassung	6
1 Einleitung	7
1.1 Biologisches Langzeitmonitoring am Hochrhein	7
1.2 Charakteristik des Hochrheins	8
1.3 Probestellen, biologische Parameter und Untersuchungsmethoden	11
1.3.1 Probestellen	11
1.3.2 Umwelt-DNA (eDNA)	14
1.3.3 Jungfische	14
1.3.4 Äusserer Aspekt	15
1.3.5 Weitere biologisch relevante Parameter	15
2 Untersuchungskampagne 2023/2024 Makrozoobenthos und Jungfische	16
2.1 Abiotische Umgebungsbedingungen	16
2.1.1 Wassertemperaturen und Klimaerwärmung	16
2.1.2 Abflussregime	17
2.1.3 Wasserqualität - Chemie.....	17
2.2 Makrozoobenthos	20
2.2.1 Artenverteilung und Artenvielfalt.....	20
2.2.2 Besiedlungsdichten und Zusammensetzung Grossgruppen	21
2.2.3 Langzeitentwicklung Makrozoobenthos	22
2.2.4 Verbreitung wichtiger und typischer Taxa.....	23
2.2.5 Rote Liste-Arten.....	36
2.2.6 Das Makrozoobenthos als Indikator des Gewässerzustands.....	38
2.2.7 Neozoen.....	40
2.2.8 Methodendiskussion Taucherproben und Saisonalität	50
2.3 Jungfische	52
2.3.1 Historischer Fischbestand im Hochrhein	52
2.3.2 Vorkommen und Artenzusammensetzung	52
2.3.3 Rote Liste-Arten.....	54
2.3.4 Veränderung der Verbreitung von heimischen Jungfischen seit 2006.....	55
2.3.5 Ökologische Gilden	65
2.3.6 Gebietsfremde Fischarten	67
3 Zusammenfassung weiterer biologischer Untersuchungen.....	70
3.1 Planktische Algen	70
3.2 Aufwuchs und benthische Kieselalgen.....	72
3.3 Makrophyten (Wasserpflanzen).....	73
3.4 Fischmonitoring Baden-Württemberg.....	73
4 Schlussfolgerungen und Ausblick	75
4.1 Makrozoobenthos	75
4.2 Jungfische	76
4.3 Klimaerwärmung und Auswirkungen auf den Hochrhein.....	77
5 Literatur	79
A Anhang	82
HEM Hemishofen (SH/TG).....	82
RHE Rheinau (ZH/BW)	84
ELL Ellikon a. Rh. (ZH/BW).....	86
TÖS Tössegg (ZH/SH)	88
RIE Rietheim (AG/BW)	90
WAL Waldshut (AG/BW)	92
SIS Sisseln (AG/BW)	94
SHA Schweizerhalle-Pratteln (BL/BW).....	96
BAS Basel (BS)	98
MZB Taxaliste Mittelwerte Transekt.....	100
MZB Indices	105

Zusammenfassung

In den Jahren 2023/24 fanden im Hochrhein zum siebten Mal seit 1990 koordinierte Biologische Untersuchungen statt. Der vorliegende Bericht stellt schwerpunktmässig die Ergebnisse der Untersuchungen zur Besiedlung mit wirbellosen Kleinlebewesen, dem Makrozoobenthos, und der Jungfischbesiedlung dar. Zusätzlich werden weitere für den Hochrhein relevante biologische Erhebungen zusammengefasst.

Die Hauptuntersuchungen fanden dabei an denselben neun Flussquerschnitten wie während der Vorkampagnen statt. Das Makrozoobenthos wurde ufernah watend und taucher-gestützt von der Flusssohle gesammelt und anschliessend im Labor bestimmt. Die Jungfischbesiedlung wurde jeweils ufernah mittels Elektrobefischung erfasst. Für alle weiteren Daten wurde auf die entsprechenden Berichte der Anrainer zurückgegriffen.

Die Zusammensetzung des **Makrozoobenthos** im Hochrhein hat sich im Laufe der Zeit verändert, die Diversität hat abgenommen, die Dichte einzelner Grossgruppen zugenommen. Gebietsfremde Arten dominieren weiterhin die Benthosbiozönose. Bei den heimischen Arten spielen Wenigborster und Zweiflügler eine immer grössere Rolle. Insektenlarven wie Eintagsfliegen oder Köcherfliegen nehmen hingegen vor allem in ihrer Dichte seit Längerem ab. Dennoch sind weiterhin insgesamt 30 Rote Liste-Arten im Hochrhein beheimatet. Die zeitweilig in der Schweiz als ausgestoben geltende Köcherfliege *Brachycentrus subnubilus* breitet sich wieder aus. Die vom Aussterben bedrohte Gemeine Kahnschnecke (*Theodoxus fluviatilis*) tritt nicht nur als heimischer, sondern auch als gebietsfremder Genotyp im Hochrhein auf. Ebenfalls gebietsfremd und neu dazugekommen ist der Aufrechte Flohkrebs (*Crangony pseudogracilis*). Die 2017/18 noch in Massen aufgetrene Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) ist in ihren Dichten teilweise wieder etwas zurückgegangen. Insgesamt war der Anteil von Neozoen an der Gesamtdichte des Makrozoobenthos in den Hochrheinproben erstmals seit vielen Jahren rückläufig. Ihre höchsten Anteile von über 50% wurden in Waldshut und Basel erreicht. Der Vergleich von watenden Uferproben zu Taucherproben auf der Sohle hat gezeigt, dass beide Techniken relevante Teile der Besiedlung erfassen und nur in Kombination den Charakter einer Stelle ausreichend widerspiegeln können.

Die **Jungfischdichten** sind im Hochrhein gegenüber den früheren Untersuchungen deutlich zurückgegangen. Dies lag unter anderem am weitestgehenden Fehlen von früher regelmässig vorgefundenen Jungfischschwärmen. Nur in Sisseln hat die Fischdichte aufgrund des Massenvorkommens der gebietsfremden Schwarzmundgrundeln zugenommen. An den von ihnen dominierten Stellen hat die Artendiversität stark abgenommen, jedoch war auch insgesamt eine Abnahme der heimischen Arten sowie eine Zunahme an gebietsfremden Fischarten zu beobachten. Als negativ ist auch der Rückgang der stark gefährdeten Bachneunaugen und der vom Aussterben bedrohten Nasen und Aale einzustufen. Die grösste Abnahme der Dichten ist bei den heimischen Cypriniden zu beobachten. Bei den kälteliebenden Fischen haben die steigenden Wassertemperaturen vermutlich bereits zu einem weiteren Rückgang geführt. Ob die Äsche dauerhaft im Hochrhein überleben wird, ist fraglich. Erfreulich sind die Zunahmen des stark gefährdeten Bitterlings.

Die **Makrophyten**lebensgemeinschaft des Hochrheins wird für den IKS-Berichtszeitraum 2018/19 für den obren Abschnitt bis zur Einmündung der Aare mit «leichten Defiziten» und unterhalb mit «deutlichen Defiziten» bewertet. Ursache sind sowohl zu geringe Dichten wie Artenzahlen.

Der Mangel an **Geschiebe** im Hochrhein wurde durch unterschiedliche Massnahmen zwar verringert, limitiert aber weiterhin die Reproduktion vieler Fischarten und den Lebensraum zahlloser Wirbelloser.

Die chemische **Wasserqualität** hat sich im Hochrhein auf hohem Qualitätsniveau stabilisiert. Neu im Fokus sind Mikroverunreinigungen. Diese werden zwar nachgewiesen, es gab allerdings keine Grenzwertüberschreitungen.

Fortführung von mittler-
weile 34 Jahren Monitoring

Einbeziehung von weiteren
Ergebnissen der Anrainer

Diversität rückläufig,
vor allem Insektenlarven
betroffen

Weiterhin hohe Anzahl
Arten von Roter Liste und
zwei besonders bedrohte
Arten kehren zurück

Zahlreiche Neozoen domi-
nieren die Gesamtdichten

Starker Rückgang an
Fischdichte - vor allem
fehlen Jungfischschwärme

Schwarzmundgrundel
breitet sich weiter aus und
dezimiert heimische Arten

Klimaerwärmung dürfte
zu Verlust von Äsche und
Forelle führen

Makrophytenbestand
vor allem unterhalb Aare
defizitär

Geschiebemangel weiter
relevant

Wasserchemie auf hohem
Qualitätsniveau

1 Einleitung

1.1 Biologisches Langzeitmonitoring am Hochrhein

Seit 1990 werden am Hochrhein im 5-6-jährigen Turnus koordinierte Biologische Untersuchungen mit Beteiligung der zuständigen Fachstellen des Bundes, der Rheinanliegerkantonen und Baden-Württembergs durchgeführt. Dieses Programm liefert auch einen wichtigen Beitrag zu den biologischen Bestandsaufnahmen die im Rahmen des Rheinmonitorings der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) durchgeführt werden. Die Zielsetzungen der Programme und die sich daraus ableitenden Untersuchungen ähneln sich auf Schweizer und deutscher Seite. Auf deutscher Seite richtet sich die Gewässerbewertung seit 2000 an die Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), auf Schweizer Seite wurde vor allem Wert auf die Fortführung etablierter Methoden zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der seit 1990 vorliegenden Langzeitdaten gelegt [27],[28],[43].

Seit Beginn der Untersuchungen im Hochrhein wird das Makrozoobenthos (die Lebensgemeinschaft der Flusssohle) mit der gleichen methodischen Herangehensweise und mit Tauchereinsatz auch in der Aare [25], in der unteren Limmat [22] und in der Reuss [24] unterhalb des Vierwaldstättersees untersucht. Von 2009 bis 2015 erfolgte dies auch im Alpenrhein. Die Jungfischbesiedlung des Hochrheins wird seit 2006 untersucht.

Im Rahmen der Messkampagne 2023/2024 wurde der Probenahmeaufwand reduziert: Sowohl für Makrozoobenthos, als auch für Fische wurde jeweils eine Untersuchungskampagne im jeweils am besten geeigneten Zeitraum durchgeführt. Früher waren dies meist zwei Kampagnen. Zur Kontrolle, ob die Vergleichbarkeit mit den früheren Untersuchungen weiterhin gegeben ist, wurde an zwei Stellen (Ellikon und Schweizerhalle) nochmals mit zwei Untersuchungskampagnen (Herbst und Frühjahr) gearbeitet.

Bis einschliesslich der Untersuchungen 2012/2013 erschienen durch das Bundesamt für Umwelt gedruckte Berichte für Makrozoobenthos und ein zusammenfassender Kurzbericht, indem auch weiterführende Ergebnisse aus Schweiz und Deutschland aufgeführt waren. Über die Jungfischuntersuchung wurde ausführlich nur digital berichtet. Seit der Untersuchungskampagne 2017/2018 wird auf gedruckte Versionen verzichtet und alle drei Berichte werden zu einem Bericht zusammengefasst. Der vorliegende Bericht enthält im ersten Teil die Hauptkampagne Makrozoobenthos und Jungfische. Darauf folgend werden alle relevanten, weiteren Untersuchungsergebnisse zusammengefasst, die zum Veröffentlichungstermin vorlagen.

Monitoring biologischer Veränderungen und Besonderheiten

Im Langzeitmonitoring wird dokumentiert, ob, in welchem Masse und in welchen Zeiträumen es zu Veränderungen der Besiedlungsdichten und der Lebensgemeinschaften in den Flüssen kommt. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf veränderte Umgebungsbedingungen ziehen. Besonderen Einfluss haben hierbei die Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten aus anderen Flussgebieten, klimatische Veränderungen, Änderungen in der Nutzung (Hochrhein selbst und Einzugsgebiet), steigende oder sinkende Belastungen des Gewässers und Revitalisierungen.

Im Hochrhein werden neben dem Makrozoobenthos (Kap. 2.2) und den Fischen (Kap. 2.3), auch die Planktonalgen (Kap. 3.1), die Aufwuchs- und benthischen Kieselalgen (Kap. 3.2) sowie die Makrophyten (Wasserpflanzen, Kap. 3.3) erfasst. Zudem finden regelmässige Messungen der chemischen Wasserqualität und der Abflüsse statt (Kap. 2.1). Die seit Beginn des Hochrheinmonitorings gesammelten Daten erlauben eine Übersicht über die langfristigen biologischen Veränderungen im Rhein zwischen Bodensee und Basel. Bei manchen Parametern sind Vergleiche ab 1995 möglich, bei erst in jüngerer Zeit untersuchten Inhalten entsprechend kürzer. Im Lauf der Zeit kamen neue Aspekte wie die ufernahe Jungfischfauna hinzu, andere, wie die Ökomorphologie, werden nur noch am Rande behandelt.

Langzeitmonitoring seit 1990

Weitgehend unveränderte Probenahmemethode seit Beginn

Reduzierte Anzahl Untersuchungenstermine für 2023/2024

Geänderte Form der Berichte seit 2017/2018

Ziele des Langzeitmonitorings

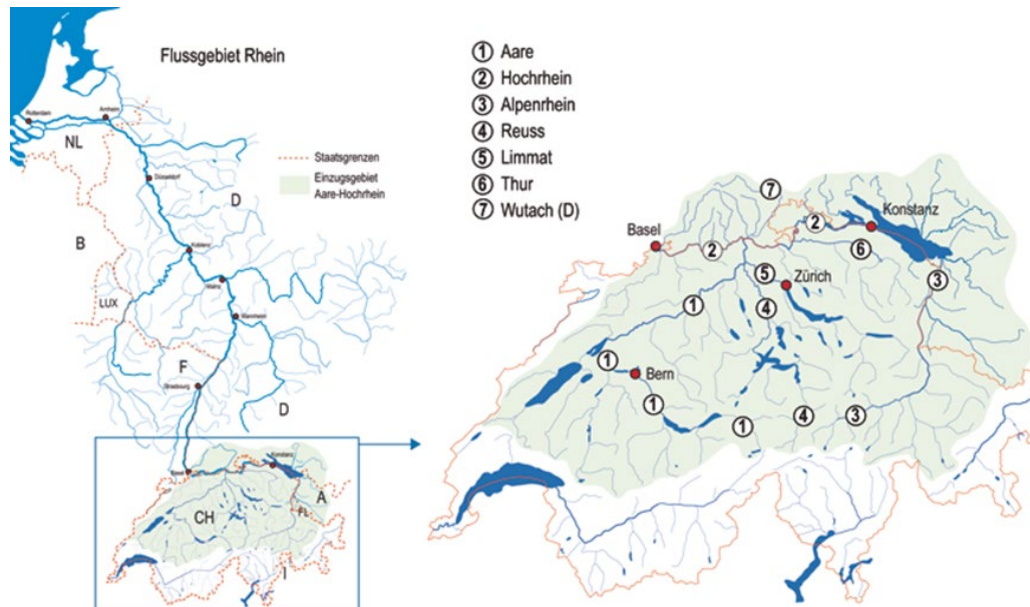
Vorliegendes Monitoring im Rahmen weiterer Untersuchungen im Hochrhein

1.2 Charakteristik des Hochrheins

Der Hochrhein ist der grösste Fluss der Schweiz und entwässert mit 35 500 km² rund zwei Drittel der Schweiz (Abb. 1.1). Allein 17 500 km² entfallen auf das Einzugsgebiet der Aare, die am Zusammenfluss mit dem Rhein ein tieferes Flussbett und in der Regel auch eine höhere Wasserführung hat. Zum oberen Rhein-Einzugsgebiet kommen dafür weitere Flusssysteme aus Baden-Württemberg, Bayern, Vorarlberg sowie aus einem kleinen Teil der italienischen Lombardei hinzu (Abb. 1.1). Einzelne Quellen im Einzugsgebiet entspringen in über 3 000 m Meereshöhe (z. B. Vorderrhein, Tödigletscher). Im Dreiländereck bei Basel, mit rund 250 m Meereshöhe dem tiefsten Punkt der Nordschweiz, verlässt dieses Wasser die Schweiz in Richtung Nordsee.

Abb. 1.1: Das Einzugsgebiet des Hochrheins

Das Flussgebiet Rhein mit seinen Schweizer Einzugsgebieten Aare, Alpenrhein und Hochrhein.



Wasserkraft beeinträchtigt die Längsdurchgängigkeit, Abflussdynamik und Geschiebetransport

Der Hochrhein weist elf Kraftwerkstufen auf (Abb. 1.2). Diese Staustufenketten wirken sich vor allem auf die biologische Systemdurchgängigkeit, die Abflusscharakteristik und den Geschiebetrieb aus; die Stauwurzeln reichen oft bis an die jeweils oberhalb liegende Staustufe heran. Der Abstand der Staustufen beträgt häufig weniger als 10 km Fließstrecke. Durch die Stauhaltungen werden zahlreiche Komponenten beeinflusst, neben den biologischen z. B. auch der Strömungscharakter, das Substrat der Sohle, die Wassertemperatur, der Sauerstoffgehalt und die Trübung.

Geschiebe im oberen Hochrhein natürlich gering, flussabwärts durch Wasserkraft beeinträchtigt

Der Seeabfluss des Bodensees führt zu einem natürlicherweise sehr geringen Geschiebetrieb im oberen Teil des Hochrheins. In diesem Bereich wird nur wenig Geschiebe aus dem Bodensee und von Erosionshängen zugetragen. Größere Geschiebequellen durch Zuflüsse existieren hier nicht. Der erste relevante Geschiebeeintrag kommt von der Thur, historisch waren zudem die Ufererosionen bei Rüdlingen sehr bedeutend [1]. Heute führen die Staubereiche zu einem starken Geschieberückhalt und damit einem Geschiebedefizit. Ein Teil dieser Defizite wird mittlerweile durch Geschiebezugaben unterhalb der Wehre verringert.

Unterteilung des Hochrheins in biozönotische Abschnitte

Der Hochrhein bündelt die biologischen und abiotischen Eigenschaften aus einem sehr heterogenen Einzugsgebiet von Gebirgsbächen über Mittelgebirgsflüsse bis hin zu grossen Voralpenseen. Dies und die Tatsache, dass sich der hydrologische und ökomorphologische Charakter mehrfach ändert (Abb. 1.2), legt eine Flusszonierung nach biozönotischen Gesichtspunkten in unterschiedliche Abschnitte nahe. Anthropogene Elemente, wie die Kraftwerkstufen und die damit zusammenhängenden Wechsel im Fließcharakter, beeinflussen eine solche Gliederung massgeblich. Nach biozönotischen Gesichtspunkten kann der Hochrhein in vier unterschiedliche Abschnitte gegliedert werden.

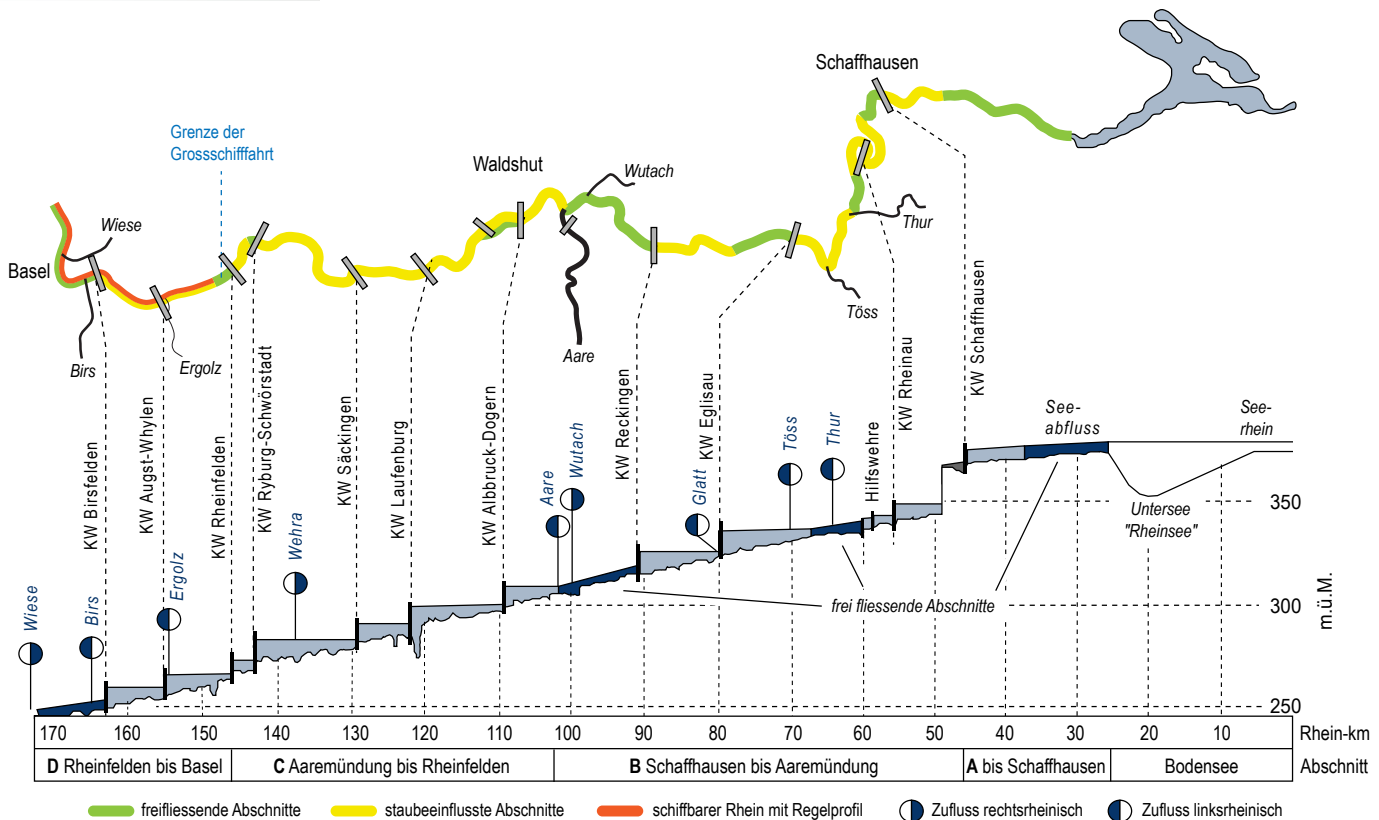


Abb. 1.2: Kraftwerkstufen im Hochrhein

A-D bezeichnen die auf Schweizer Seite seit 1995 verwendeten vier Hochrheinabschnitte mit unterschiedlicher Flusscharakteristik. Auf baden-württembergischer Seite werden am Hochrhein dagegen nur zwei «Wasserkörper» unterschieden (oberhalb- und unterhalb der Aareeintrömung).

Bodensee bis Rheinfall:
Freifliessend und noch relativ naturnah

Rheinfall bis Aare:
Zunehmend Staubereich

Abschnitt A vom Bodensee-Untersee bis zum Rheinfall Schaffhausen steht unter anderem bezüglich Nährstoffgehalt, Wassertemperaturen und fehlendem Geschiebetrieb überwiegend unter Einfluss des Seeabflusses. Ausserhalb grösserer Ortschaften besitzt der Hochrhein hier teilweise noch seinen natürlichen Charakter, bevor er im Staubereich des Kraftwerks bei Schaffhausen durch Rückstau und Verbauungen deutlich verändert wird. Zum Schutz gegen den Wellenschlag der Personenschifffahrt wurde früher weiträumig harter Uferverbau eingesetzt, der heute vermehrt durch naturnahe wellenstabile Kiesschüttungen ersetzt wird. In den letzten Jahrzehnten konnten so gut 30 km Uferlinie aufgewertet werden [12]. Eine Besonderheit des Hochrheins ist die Lage direkt unterhalb eines grossen Sees, dem Bodensee. Dadurch wird das Makrozoobenthos im Bereich des Seeabflusses von Arten dominiert, die in besonderem Masse den Eintrag von organischem Material und Plankton aus dem Bodensee-Untersee nutzen können. Freifliessende Flussabschnitte sind das bevorzugte Habitat strömungsliebender und strömungstoleranter Arten. Für Fische stellt dieser Abschnitt historisch eine typische Äschenregion dar. Abgesehen vom Aal, dessen Jungtiere offenbar selbst den Rheinfall überwinden können, war dieser Abschnitt nicht für Langdistanzwanderfische erreichbar. Die Planktondrift aus dem Bodensee ist eine wichtige Driftnahrung für Fischarten wie die Äsche. Zusätzlich hat der Bodensee einen gewissen Einfluss auf die Fischfauna des Hochrheins, da sich seentypische Fische von dort natürlicherweise in den Hochrhein ausbreiten können.

In **Abschnitt B**, vom Rheinfall bis zur Einmündung der Aare, besitzt der Hochrhein noch kurze Strecken mit naturnaher Strömungsvielfalt und Breitenvariabilität – wie z. B. um den Koblenzer Lauffen oberhalb der Aare-Mündung. Hier wechseln sich Stromschnellen mit tieferen Becken und naturnahen Fliessstrecken ab. Das Fliesskontinuum wird aber durch die Staustufen der Kraftwerke Rheinau, Eglisau und Reckingen mit bis über 10 km langen Rückstaubereichen und einer 4,3 km langen Ausleitungsstrecke (Rheinau) unterbrochen. Der natürliche Geschiebehauhalt wurde dadurch stark gestört. Mitgeführtes Geschiebe aus den Zuflüssen Thur, Töss und Wutach sedimentieren in den Stauwurzeln und unterbinden die Geschiebedynamik in den verbliebenen naturnahen Bereichen. Im Rahmen des «Masterplans Geschiebe» werden mittlerweile zunehmend Geschiebeumlagerungen aus den Staubereichen flussabwärts umgesetzt, wobei weiterhin Defizite bestehen bleiben.

[12]. In den Staubereichen kommen beim Makrozoobenthos zunehmend auch Stillwasserarten vor. Der gesamte Abschnitt entspricht bezüglich Fischen der Äschenregion. Der Zufluss der Thur stellt für Fische aufgrund des natürlichen Geschiebeeintrags zu vermehrt verfügbarem Kiessubstrat. Sehr typisch für diesen Abschnitt waren Wanderfischarten wie Lachs und Flussneunauge, aber auch Mitteldistanzwanderer wie die Nase waren sehr häufig. Heute sind diese Arten alle mehr oder weniger stark zurückgegangen und bedroht.

Abschnitt C: Unterhalb der Aare-Mündung bis Rheinfelden ändert sich der Fließcharakter des Hochrheins durch den Zufluss der Aare. In den meisten Zeiten wird die Abflussmenge des Hochrheins mehr als verdoppelt (die Aare führt durchschnittlich $550 \text{ m}^3/\text{s}$, der Hochrhein $450 \text{ m}^3/\text{s}$). Dieser Abschnitt ist durch die Staustufen Rheinfelden, Ryburg-Schwörstadt, Säckingen, Laufenburg und dem Werkkanal des Kraftwerks Albruck-Dogern stark geprägt. Ab der Aareeinmündung entspricht der Hochrhein einer Barbenregion. Hier waren historisch Alet und Barben dominant. Zahlreiche Langdistanzwanderfische drangen in historischer Zeit bis zu den Laufenburger Stromschnellen vor, die ab 1908 durch den Bau des Kraftwerks Laufenburg unwiederbringlich zerstört wurden. Diese Schnellen galten als natürliche Aufstiegsbarriere für den mittlerweile ausgestorbenen Atlantische Stör, auch für andere Arten stellten sie ein Wanderhindernis dar. Flussneunauge, Meerforelle und Lachs konnten die Laufen gesichert überwinden.

Abschnitt D: Unterhalb von Rheinfelden bis Basel ist der Hochrhein am stärksten beeinträchtigt. Er ist auch für Frachtschiffe schiffbar und durch ein Regelprofil charakterisiert. Dieser Abschnitt wurde natürlicherweise auch von den meisten Rheinfischarten erreicht.

Aare bis Rheinfelden:
Veränderter Abfluss durch
Aare und zunehmend
verbaut

Rheinfelden bis Basel:
Am stärksten verbaut und
für Frachtschiffe befahr-
bar

Abb. 1.4: Rheinabschnitte

Oben links: Abschnitt A (frei-
fließend bei Hemishofen)

Oben rechts: Abschnitt B (Stau-
Rekingen)

Unten links: Abschnitt C
(Einmündung der Aare in den
Hochrhein)

Unten rechts: Abschnitt D
(Stadtgebiet Basel)



1.3 Probestellen, biologische Parameter und Untersuchungsmethoden

1.3.1 Probestellen

Die Probestellen im Hochrhein liegen seit Beginn der Untersuchungsprogramme innerhalb derselben Flusstransekte und repräsentieren dabei Flussabschnitte unterschiedlichen Charakters (Abb. 1.5; Tab. 1.1; Tab. 1.2). Neben den Probestellen der Hauptkampagne von Makrozoobenthos und Jungfischen sind auch die Untersuchungsstellen des Monitorings von Baden-Württemberg aufgeführt.

Die neun Probenahmequerschnitte (Transekte) des Untersuchungsprogramms wurden ebenfalls seit 1990 beibehalten, da sie sich für den jeweiligen flussmorphologischen und

**Probestellen seit 1990
unverändert**

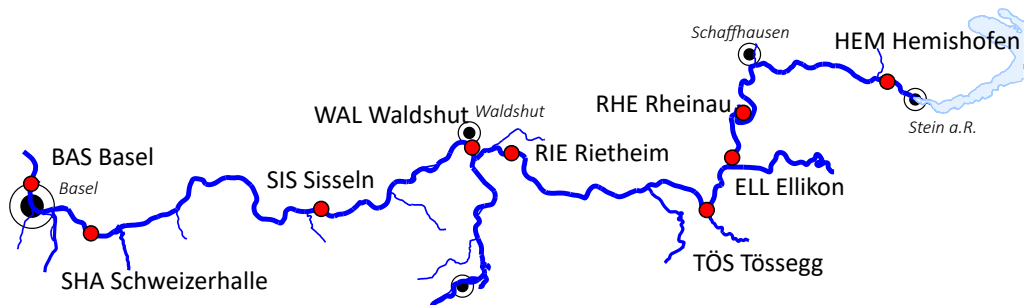
Tab. 1.1: Probestellen

Probestellen der biologischen Untersuchungen im Hochrhein (fett) sowie Mess- und Pegelstellen zur Erfassung von Hydrologie und Wasserqualität
MZB: Makrozoobenthos; F: Fische; HY: Hydrologie; CH: Chemie; P: Planktonalgen; BD: Benthische Diatomeen; PB: Phytobenthos

Probestelle		Parameter	Charakteristik	Abschnitt	
BER	Berlingen	P	Probenahmestelle See		Bodensee-Untersee
STE	Stein a.Rh.	CH, MP	Seeabfluss, teils verbaut; frei fliessend	A	Stein a. Rh. bis Wehr Schaffhausen Seeabfluss mit dominierendem Einfluss des Bodensees (Wasserführung, Temperatur, Plankton); schiffsinduzierter Wellenschlag; im Staubereich Schaffhausen fehlender Geschiebetrieb
HEM	Hemishofen	CH, P, BD, PB, MZB, MP, F	Seeabfluss natürlich; ungestört (frei) fliessend, stark strukturierte Sohle		
NEU	Neuhausen-Flurlingen	HY	Staubereich Schaffhausen		
NOH	Nohl	CH	stark strömend unterhalb Rheinfall		
RHE	Rheinau	BD, PB, MP, MZG, F	Staubereich (oberer Hilfsstau); kaum Strömung; verbaute Ufer	B	Wehr Schaffhausen bis Aaremündung Lange Strecken mit naturnahem Fliesscharakter abwechselnd mit Staubereichen, Rheinfall als natürliche Unterbrechung; geringe Geschiebeumlagerung wegen Stautufen und Geschieberückhalt in den Zuflüssen (Thur, Töss)
LOT	Lottstetten-Nack	BD, PB, MP	wenig verbaut; starke Strömung		
ELL	Ellikon	MZB, F	wenig verbaut; starke Strömung		
TÖS	Tössegg	MZB, F	Flussbett tief in Sedimentgestein eingeschnitten		
REK	Rekingen	CH	NAWA-Messstelle		
KÜS	Küssaberg	BD, PB, MP	flach durchströmtes Flussbett		
RIE	Rietheim	MZB, F	flaches, breites und turbulent durchströmtes Flussbett		
WAL	Waldshut	BD, PB, MP, MZB, F	direkt unterhalb der Aaremündung 2 Stromrinnen; rechts Flachufer		
SIS	Sisseln	MZB, F	Obergrenze Staubereich; gleichmässiger Querschnitt; Blockwurf	C	Aaremündung bis Rheinbrücke Rheinfelden Deutliche Charakteränderung aufgrund der hohen Wasserführung durch die Aare und der grösseren Eintiefung des Flussbettes. Starke anthropogene Beeinflussung durch die durchgehende Stautufenkette und den weitgehend harten Uferverbau
BSÄ	Bad-Säckingen	BD, PB, MP	gleichmässiger Querschnitt; Blockwurf		
RHE	Rheinfelden	HY	Unterhalb KW Rheinfelden		
BEU	Karsau Schloss Beugen	BD, PB, MP	gleichmässiger Querschnitt; Blockwurf		
SHA	Schweizerhalle	MZB, F	Regelquerschnitt; Ufer massiv verbaut	D	Rheinbrücke Rheinfelden bis Basel Schiffahrtsstrasse mit hart ausgebautem Regelprofil, Stautufen und starker Sohlenumlagerung durch Schiffsschrauben, schiffsinduzierter Wellenschlag.
WHY	Whylen	BD, PB, MP	Regelquerschnitt; Ufer massiv verbaut		
BAS	Basel	MZB, F	Frachthafen; intensive Schifffahrt; Regelquerschnitt; Ufermauern		
WEI	Weil a.Rh.	HY, CH, P	Gemeinsame Messstelle Schweiz/Baden-Württemberg		

biozönotischen Charakter grösserer zusammenhängender Hochrheinabschnitte als repräsentativ erwiesen haben. Im Anhang werden alle Querschnitte, ihre Lage und ihre morphologischen und ökologischen Besonderheiten sowie Kriterien des «Äusseren Aspekts» auf neun Tafeln vorgestellt.

Abb. 1.5: Probestellen
Lage der Probestellen der koordinierten biologischen Untersuchungen im Hochrhein seit 1990



Tab. 1.2: Untersuchungszeit
Probenahmezeitpunkte der Untersuchungskampagnen und Gesamtlänge der befischten Strecken

Probestelle	Datum MZB/eDNA	Datum Fische	Länge Bef.	Kanton/Land
HEM Hemishofen	2. April 2024	7. Oktober 2024	351m	TG/SH
RHE Rheinau	2. April 2024	7. Oktober 2024	259m	ZH/BW
ELL Ellikon	6. November 2023 3. April 2024	8. Oktober 2024	160m	ZH/BW
TÖS Tössegg	3. April 2024	8. Oktober 2024	223+91m	ZH/SH
RIE Rietheim	4. April 2024	11. Oktober 2024	322+81m	AG/BW
WAL Waldshut	1. April 2024	9. Oktober 2024	180m	AG/BW
SIS Sisseln	1. April 2024	9. Oktober 2024	307m	AG/BW
SHA Schweizerhalle	7. November 2023 5. April 2024	10. Oktober 2024	207m	BL/BW
BAS Basel	5. April 2024	10. Oktober 2024	305m	BS

Die Erfassung des Makrozoobenthos erfolgte weitestgehend nach der seit 1990 durch die Untersuchungen am Hochrhein etablierten Methode zur Untersuchung der grossen Flüsse der Schweiz [27],[28]. Gegenüber den früheren Untersuchungen ergaben sich im Lauf der Zeit kleine Änderungen: Seit der Untersuchungskampagne 2006/2007 wurde auf eine sommerliche Probenahme verzichtet. Seitdem werden Sommerarten daher nicht mehr oder zumindest nicht während ihres optimalen Vorkommens erfasst, was zu Fehlinterpretationen bezüglich eines Rückgangs dieser Arten führen kann. Seit Herbst 2023/2024 wurde auch die Herbstuntersuchung reduziert. In einem Testlauf wurden nur die Stellen Ellikon und Schweizerhalle zweimal im Jahr untersucht. Es soll geprüft werden, inwieweit diese Reduktion zu einer Verminderung der Datenqualität führt. Die vor allem für Wasserinsekten relevante Frühjahrsprobenahme fand und findet immer an allen Transekten statt.

Mit Ausnahme dieses begrenzten Informationsdefizits sind alle neuen Daten mit denen der früheren Kampagnen vergleichbar.

Ebenfalls zur Kampagne 2006/2007 wurde die Technik der Taucherprobenahme umgestellt. Seitdem werden die Taucher ufergestützt eingesetzt, davor erfolgte die Probenahme von einem Boot aus. Das geänderte Vorgehen besitzt logistische Vorteile, wirkt sich aber nicht auf die Qualität oder Zusammensetzung der Proben aus. Mit der Untersuchungskampagne 2017/2018 wurde die Keschergrosse für die Uferprobenahme auf die für das Modul MZB des Modul-Stufen-Konzepts (Schweiz) und EU-Wasserrahmenrichtlinie übliche Grösse von 25x25 cm angepasst. Als Ausgleich wurde die Teilprobenzahl von drei auf vier erhöht.

Pro untersuchtem Transekt werden jeweils fünf Proben gesammelt – drei von Arealen der tieferen Sohle mittels am Seil gesicherten Taucher sowie jeweils eine Probe vor dem linken und rechten Ufer mittels Kicksampling. Die Probenahme vom Flussgrund erfolgt mit einem schweren Unterwasser-Sampler (0,07m² Fläche) (Abb 1.6). Die flächenbezogenen

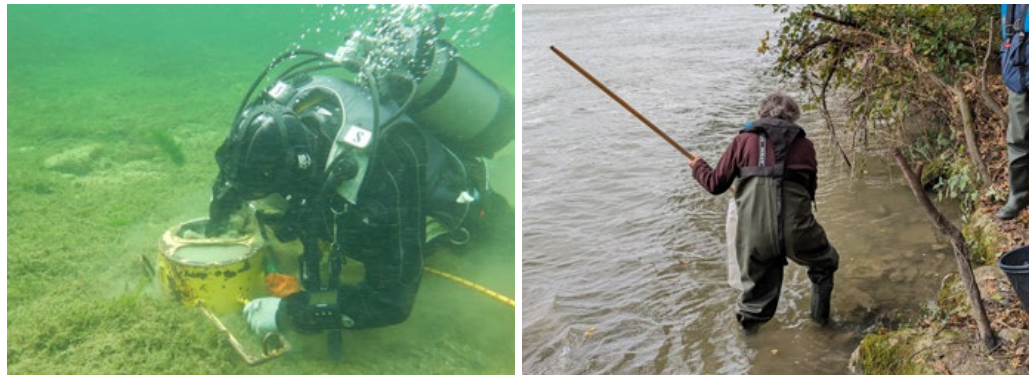
Methode besteht seit 1990

Vereinheitlichung der Probenahme zwischen Monitorings grosser Flüsse Deutschschweiz

Abb. 1.6: Probenahme Makrozoobenthos

Links: Taucherprobenahme mit Unterwassersampler

Rechts: Kicksampling bei den Uferproben



Probenahmen der Ufer werden per Kicksampling durchgeführt – in der Rinne tauchergestützt

MZB-Bestimmung möglichst bis auf die Art

Berechnung biologischer Indices anhand aktueller Zuordnungen auch für frühere Untersuchungen neu berechnet

Kein Bewertungsmodul für Grosse Flüsse vorhanden

Uferproben werden auf beiden Rheinseiten watend mit einem langstieligem Netzkesch (0,0625 m² Fläche) gesammelt. Das Probenmaterial wird noch im Feld aufgetrennt und so weit wie möglich von Steinen, Holz, Algen etc. befreit. Organismen, die später im fixierten Material nur schwer bestimmbar sind, werden einzeln abgelesen und separat erfasst. Der vor Ort nicht weiter bearbeitbare Teil der Probe wird in 70-prozentigem Alkohol fixiert und im Labor ausgelesen und vor allem bei EPT-Taxa möglichst bis zur Art bestimmt (EPT=Ephemeroptera, Plecoptera & Trichoptera). Das taxonomische Niveau der Bestimmung orientierte sich an der ursprünglich im Rahmen einer Expertengruppe «Makroinvertebraten» der IKSR vereinbarten Taxa-Liste. Die Individuenzahlen wurden jeweils auf Besiedlungsdichten pro 1 m² Untersuchungsfläche umgerechnet.

Zur Charakterisierung der Probestellen und Gewässerabschnitte wurden neben Besiedlungsdichten und Taxazahlen auch verschiedene Indices berechnet: Saprobienindex, biozönotische Region, bevorzugte Mikrohabitate und Ernährungstypen. Diese Indices beruhen auf der Zuordnung einzelner Organismen zu unterschiedlichen Ausprägungen eines Indikators und wurden mit der neuesten Version von PERLODES (App Version: 5.1.0) berechnet. Diese Zuordnungen sind im Lauf der Zeit für immer mehr Arten verfügbar, was vor allem auch Neozoen betrifft. Um eventuellen, mittlerweile geänderten Zuordnungen Rechnung zu tragen, wurden auch die Ergebnisse von 2006/2007 und 2017/2018 neu berechnet. Für die seit 2019 vom Bodensee in den Hochrhein eingetragene Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) ist in der Software noch keine Zuordnung des Ernährungstyps hinterlegt. Hier wurde manuell der Typ der Schwesterart Dreikantmuschel (*D. polymorpha*) verwendet. Aufgrund anderer Habitatansprüche konnte dies für andere Indices nicht umgesetzt werden.

Für das Makrozoobenthos in grossen Flüssen existiert bisher kein Bewertungsmodul nach dem Schweizer Gewässerschutzgesetz. Die bestehende Bewertungsmethode «Stufe F, Makrozoobenthos» ist nur in bewatbaren Gewässern anwendbar [7]. Eine geplante Entwicklung einer Bewertungsmethode für die grossen Flüsse der Schweiz anhand von Makrozoobenthos wurde aus finanziellen Gründen zwischenzeitlich wieder eingestellt [27],[28]. Aus diesem Grund kann lediglich eine gutachterliche Einschätzung abgegeben werden.

Entnahme von eDNA-Proben – Analyse noch ausstehend

Jungfische als Indikator für Artenspektrum und erfolgreicher Reproduktion

Erfassung mittels Elektrofischerei des Uferstreifens; Befischung teilweise bootsgestützt

Abb. 1.7: Befischung

Links: Elektrische Uferbefischung wattend

Rechts: Befischung vom Boot aus bei steilem Ufer

1.3.2 Umwelt-DNA (eDNA)

Ergänzend zur Beprobung des Makrozoobenthos wurden an jedem Transekt e-DNA-Proben entnommen. Für die Untersuchungskampagne 2024 finden sogar zwei Programme parallel statt:

- Ausführliche eDNA-Analyse durch die EAWAG (Proben an allen neun Transekten; 4x 2,0l Volumen pro Transekt)
- Überblicksmonitoring durch die Uni Duisburg für die IKSr (an vier Transekten; 1x 2,0l Volumen pro Transekt)

Die Auswertung dieser Proben erfolgt im Nachgang. Daher konnten deren Ergebnisse nicht im vorliegenden Bericht berücksichtigt werden.

1.3.3 Jungfische

Die Erfassung von Jungfischen ist eine effektive Möglichkeit, um für grosse Flüsse einen ersten Eindruck des vorkommenden Artenspektrums und der Reproduktion zu bekommen. Aufgrund der Grösse und Tiefe des Hochrheins ist eine quantitative Befischung nicht möglich.

Die ufernahen Jungfischuntersuchungen in der Schweiz wurden – wie bereits 2006/2007, 2011/2012 und 2017/2018 – mittels Elektrofischerei und jeweils ufernah mit einer Stangen-Anode durchgeführt. An verschiedenen Stellen wurde unterstützend ein Schlauchboot eingesetzt. Die Fische wurden auf Artniveau bestimmt und vermessen. An fischreichen Sonderstrukturen und bei Jungfischschwärmen wurden nicht alle Tiere, sondern nur ein Aliquot behändigt. Diese wurden artbestimmt, die Gesamtzahl der Fische abgeschätzt und die relative Häufigkeit der einzelnen Arten auf die Gesamtzahl hochgerechnet.



Um die Befischungsstrecken – und auch die Ergebnisse früherer Kampagnen – untereinander vergleichen zu können, wurden sämtliche Fangzahlen in Einheitsfänge (CPUE) pro 100 m befischte Strecke umgerechnet. Für die Zusammenfassung von Ergebnissen aus Teilstrecken an derselben Probestelle wurden anhand der relativen Länge der befischten Strecke gewichtete Mittelwerte der Einheitsfänge verwendet. Zur weiteren ökologischen Charakterisierung der einzelnen Fischarten im Fang einer Stelle wurden der Fischregionsindex, die Rheophilie und das benötigte Laichhabitat ermittelt [8]. Die den einzelnen Arten zugeordneten Werte wurden dabei jeweils anhand der Einheitsfänge gewichtet. Zusätzlich zu den systematischen Erhebungen wurden auch Fischbeobachtungen protokolliert, die in die Ergebnisdiskussion einfließen.

Die genauen befischten Strecken sind in den detaillierten Probestellenbeschreibungen im Anhang aufgeführt.

Unter anderem wegen der reduzierten Befischbarkeit des Hochrheins unterliegen auch die Ergebnisse entsprechenden Einschränkungen:

- Untersucht wurde nur der ufernahe Bereich. Daher sind gesicherte Aussagen nur zum Bestand flachwasser-/uferbewohnender Kleinfischarten oder zum Jungfischauftreten von Tief- und Freiwasserarten möglich.

Beschränkung auf Jungfische durch Grösse des Hochrheins bedingt

Keine Bewertungsmethode für Fische in grossen Flüssen vorhanden

Äusserer Aspekt nach Modul-Stufen-Konzept

Gewässerchemie soweit möglich nach MSK

Daten von Baden-Württemberg (WRRL) teilweise nur verzögert verfügbar

- Die Untersuchungen sind auf Jungfische und Kleinfische ausgerichtet, grosse Fische konnten nicht vollständig erfasst werden.
- Bei wirtschaftlich relevanten Arten können die Ergebnisse durch Besatzmassnahmen beeinflusst sein. Dies betrifft vor allem Bachforelle, Äsche, Aal, Zander, Hecht, Schleie und Karpfen.

Auch für Fische existiert keine geeignete Bewertungsmethode für grosse Flüsse. Zur ökologischen Charakterisierung der jeweils vorgefundenen Fischartengemeinschaft wurden die Zugehörigkeit zu ökologischen Gilden bestimmt und mehrere Indices berechnet: Ernährungstyp, präferiertes Laichsubstrat und Strömungspräferenz.

1.3.4 Äusserer Aspekt

Im Rahmen der Feldarbeiten Makrozoobenthos wurde auch der Äussere Aspekt nach Modul-Stufen-Konzept aufgenommen und ausgewertet [16]. Der Äusserer Aspekt umfasst einfach im Feld erkennbare Parameter zur menschlichen Beeinträchtigung eines Gewässers wie z. B. Abfälle (im Wasser und am Ufer), künstliche Trübung, Geruch. Weiter werden mit Sulfitablagerungen unter Steinen und dem Vorhandensein von heterotrophem Bewuchs zwei Parameter erfasst, die auf eine starke organische Belastung des Gewässers hinweisen.

1.3.5 Weitere biologisch relevante Parameter

Zur Ergänzung der von Schweizer Seite durchgeführten Erhebungen von Makrozoobenthos und Jungfischen werden die unter anderem im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie von Baden-Württemberg erfassten Parameter aufgeführt.

Entlang des Hochrheins wird an mehreren Standorten die **Gewässerchemie** untersucht. Zusammengefasst und dargestellt werden die Grundparameter wie Nährstoffe. Daten liegen für die drei NAWA-Messstellen Rekingen, Rheinfelden und Weila. Rh. und die kantonale Messtelle Nohl (Schaffhausen) vor. Weila. Rh. wird von der Schweiz und Deutschland gemeinsam betrieben. Die Bewertung der Konzentrationen erfolgt nach Modul-Stufen-Konzept [37].

Die folgenden Parameter werden grösstenteils seit Beginn der koordinierten Biologischen Untersuchungen am Hochrhein von Baden-Württemberg übernommen. Aufgrund des teilweise anderen Untersuchungssturnus und verzögerten Berichterstattung können nur die jeweils neuesten verfügbaren Daten dargestellt werden.

Die Erhebung des **Phytoplanktons** erfolgte nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie [45][49]. Hierzu wurden Schöpfproben an Stellen mit sehr guter Wasserdurchmischung genommen; 100 ml davon wurden zur späteren Bestimmung der Planktonorganismen mit Lugol'scher Lösung fixiert. Im Labor erfolgte die qualitative Erfassung der Taxa und die Quantifizierung der Planktonorganismen in Form von Zellzahlen. Biomassen einzelner Arten und Biovolumina wurden nach spezifischen Zellvolumen und Gewichten abgeschätzt. Planktische Kieselalgen wurden aus definierten Volumina filtriert und getrocknet untersucht.

Der **Algenaufwuchs** wurde nach Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie [49],[56] durch eine ufernahe Beprobung erfasst. Dabei werden benthische Diatomeen (Kieselalgen) getrennt vom restlichen Phytobenthos bearbeitet und beurteilt.

Die aktuelleren **Makrophytenkartierungen** (seit 2006) nach EU-Wasserrahmenrichtlinie werden watend vom Ufer aus nach der Methode des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz durchgeführt [49],[31]. Frühere Erhebungen erfolgten vom Boot aus mit Krauthaken [53],[54],[55].

Im Rahmen der WRRL-Untersuchungen von Baden-Württemberg wird die **Fischbesiedlung** mittels Streifenbefischung in der Fliessrinne untersucht (unveröffentlichte Daten).

2 Untersuchungskampagne 2023/2024 Makrozoobenthos und Jungfische

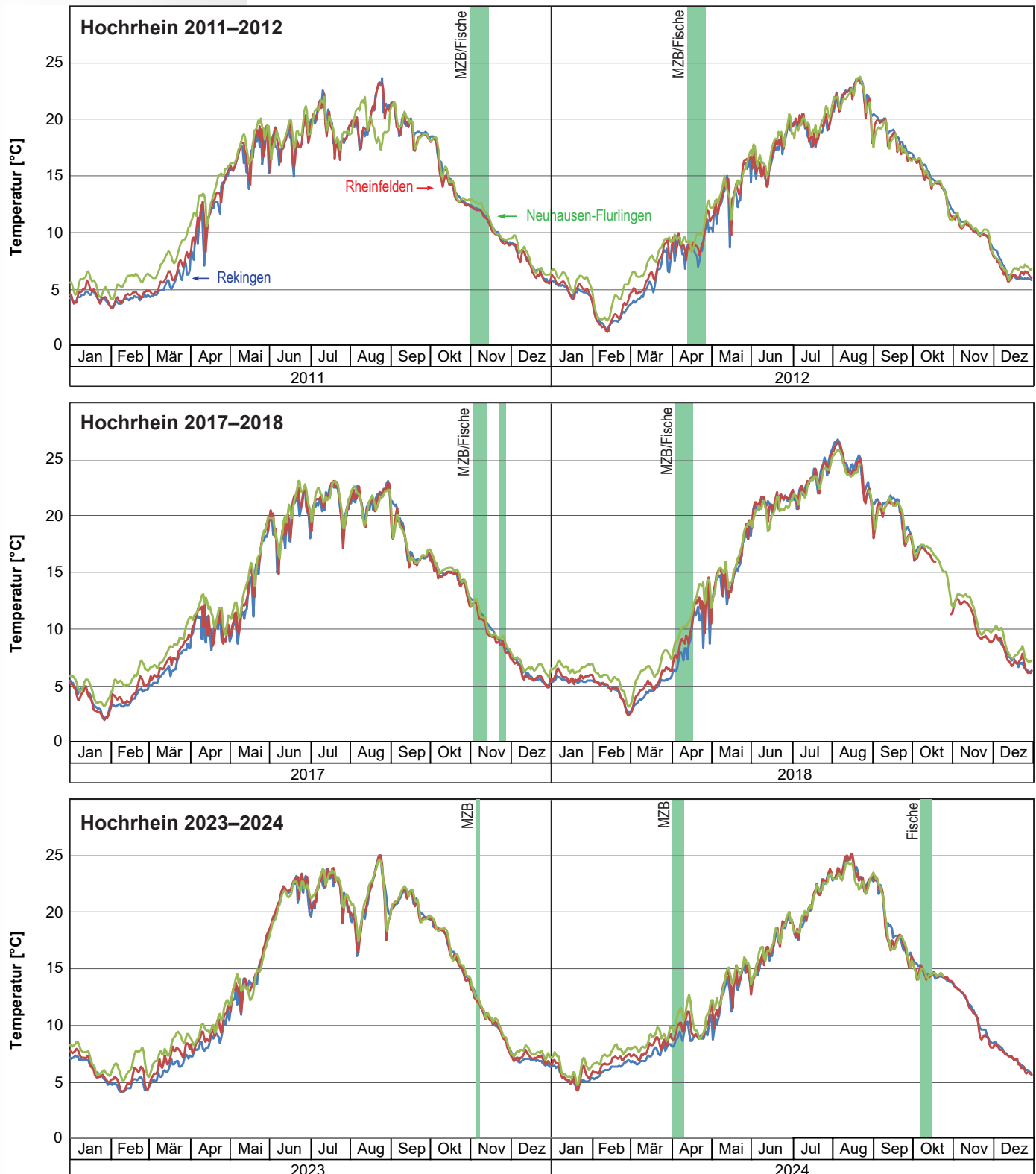
2.1 Abiotische Umgebungsbedingungen

2.1.1 Wassertemperaturen und Klimaerwärmung

Der Hochrhein weist zwischen Bodensee und Basel höchstens kleine Temperaturunterschiede auf. Im Winter kommt es im Rheinverlauf bis Rheinfelden zu einer Erwärmung von

Abb. 2.1: Wassertemperatur

Messwerte der offiziellen Pegelstationen. Senkrechte, grüne Balken: Zeiträume der jeweiligen Untersuchungskampagnen.



bis zu zwei Grad gegenüber derjenigen im oberen Hochrhein. Von Mai bis November sind die Temperaturen weitestgehend angeglichen (Abb. 2.1). Auch wenn die Wassertemperaturen während der letzten Untersuchungskampagnen nur 2018 höher als 25°C lagen, so wurden in den dazwischenliegenden Sommern einiger vergangener Jahre im Sommer immer wieder Temperaturen von deutlich über 25°C erreicht. Dadurch kam es wiederholt zu grossen Fischsterben wie 2003 und auch 2018. Hier waren vor allem die temperaturempfindlichen Äschen oberhalb des Zuflusses der Aare betroffen, deren Bestände erheblich dezimiert wurden. In den Folgejahren stiegen die Wassertemperaturen in den Sommermonaten häufig auf kritische Werte, blieben jedoch knapp unterhalb von 25°C wie 2023 und 2024 und ein weiteres grosses Fischsterben blieb aus. Durch den fortschreitenden Klimawandel erwartet man entsprechende Hitzephasen mit hohen Wassertemperaturen zukünftig häufiger.

Erschwerend kommt hinzu, dass Rückzugsgebiete für temperaturempfindliche Fischarten wie die Äsche und die Bachforelle, wie sie früher in den vielen von Grundwasser beeinflussten Auenbereichen existiert haben, heute weitgehend fehlen. Die entsprechenden Giessengewässer existieren in ihrer ursprünglichen Form und Funktion nicht mehr, sind zumindest selten geworden oder sind nicht durchgängig angebunden. Temperaturen um und über 20°C, die im Hochrhein über mehr als zwei Monate herrschen können, liegen über dem Lebensraumoptimum wärmeempfindlicher Arten und beeinflussen deren Populationsentwicklung in entscheidendem Masse.

Im Rahmen der Äschensterben von 2003 und 2018 wurde ein Massnahmenplan erarbeitet, um im oberen Hochrhein während Hitzeperioden kühle Rückzugsorte für Fische zu schaffen [21],[40]. So werden beispielsweise in den Mündungsbereichen kühlerer Zuflüsse Niedrigwasserrinnen und Rückhaltebecken für das kühlere Wasser angelegt, in die sich wärmeempfindliche Fische wie Äschen und Bachforellen zurückziehen können. Jedoch ist dies nur an wenigen und sehr kleinen Bereichen möglich.

2.1.2 Abflussregime

Die Aare beeinflusst als grösster Zufluss in entscheidendem Masse die Wasserführung im unteren Teil des Hochrheins, der Verlauf des Pegels Rheinfelden ist daher stark von ihr geprägt (Abb. 2.2). Oberhalb der Aaremündung ist der zeitliche Verlauf des Hochrheinabflusses, bedingt durch die Pufferwirkung des Bodensees, relativ konstant und zeigt nur selten grosse Abflussspitzen, die dann meist aus der Thur stammen und am Pegel Reckingen aufgezeichnet werden.

Während der Untersuchungskampagne 2023/2024 kam es kurz nach der ersten Makrozoobenthos-Untersuchung im Herbst/Winter 2023/2024 zu einem starken Hochwasser, nachdem im Sommer 2023 grösstenteils Niedrigwasser herrschte. In 2024 lag der Abfluss im Hochrhein auf durchschnittlichem bis erhöhtem Niveau, insbesondere in den Sommermonaten herrschte erneut länger andauerndes Hochwasser. In den Vorjahren kam es durch die klimawandelbedingten Hitzeperioden im Sommer mit langandauernden Dürrephasen dagegen meist zu ausgeprägtem Niedrigwasser.

2.1.3 Wasserqualität - Chemie

Unter den Standardparametern der stofflichen Belastung sind in biologischer Hinsicht vor allem Nährsalze und deren Abbauprodukte von Bedeutung. Phosphat und Gesamtphosphor sowie hohe Gehalte an Nitrat können zu Veralgung und Verkrautung des Gewässers führen. Nitrat kann darüber hinaus auch die Trinkwassernutzung beeinträchtigen. Ammonium und Nitrit können ab gewissen Konzentrationen als Fischgift wirken. Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) gilt als Indikator für die Summe der organischen Belastungen.

Zur vergleichenden Darstellung der Ergebnisse wurden alle verfügbaren Messdaten der offiziellen Messstellen im Hochrhein gesammelt und, wenn nicht bereits vorhanden, nach dem Modul-Stufen-Konzept (MSK) «Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer - Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe» ausgewertet.

In den letzten Jahren wurden die Messstationen im Hochrhein reduziert und die regelmäs-

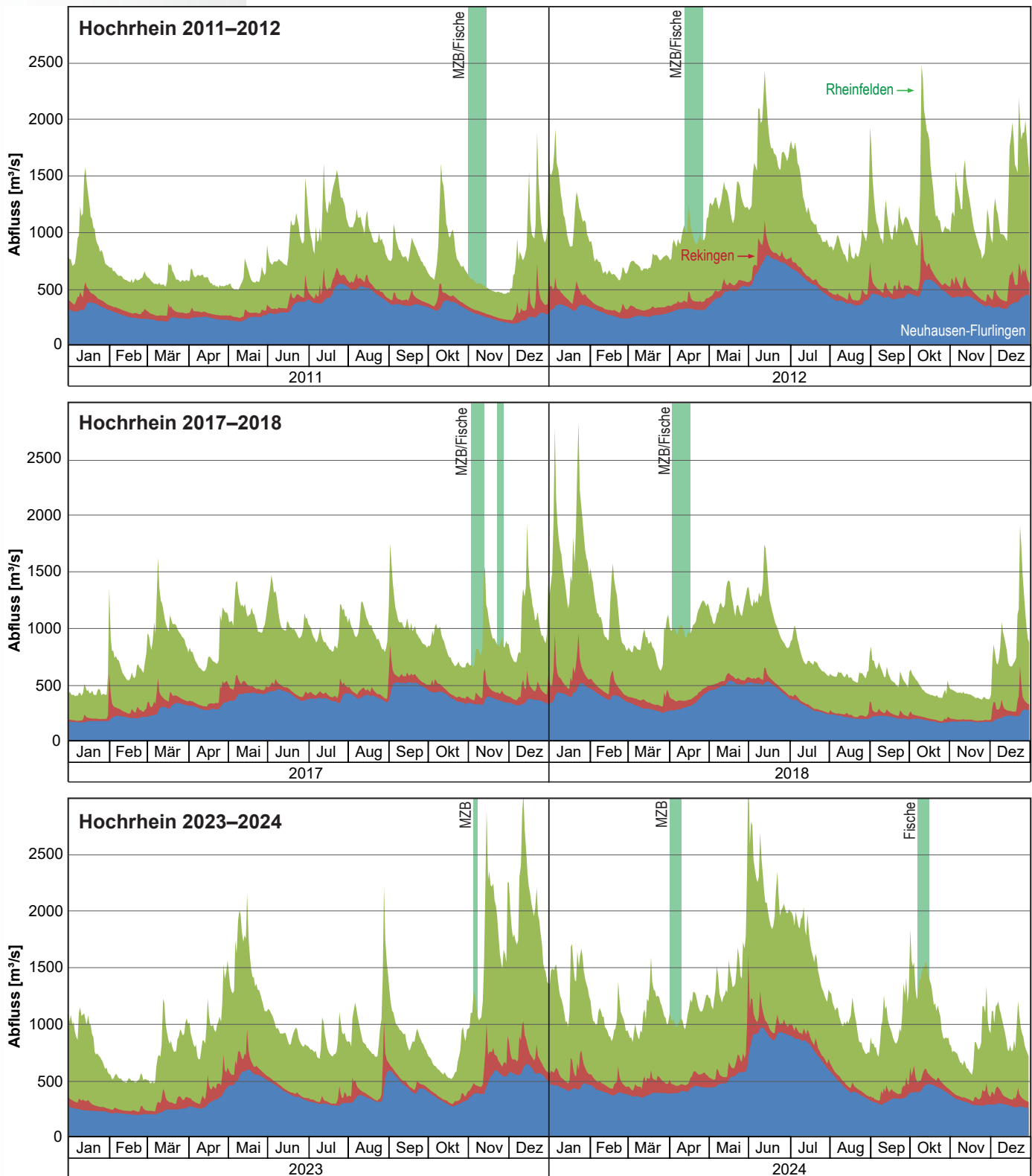


Abb. 2.2: Abflüsse

Messwerte der offiziellen Pegelstationen. Senkrechte, grüne Balken: Zeiträume der jeweiligen Untersuchungskampagnen.

sigen Messungen erfolgen akutell noch an den Messstellen Stein a. Rh., Rekingen und Weil a. Rh. des Messnetzes NAWA. Die Messstelle Weil a. Rh. wird von der Schweiz und Deutschland gemeinsam betrieben.

Insgesamt konnte die Wasserqualität des Hochrheins bereits in den 1970er bis 1990er-Jahren dank internationaler Anstrengungen stark verbessert werden. Aber auch in den letzten 20 Jahren zeigt sich noch eine kontinuierliche Verbesserung (Tab. 2.1). Gab es noch zu Anfang des Jahrtausends einzelne Überschreitungen, so wurden die Anforderungen an die Wasserqualität nach Gewässerschutzverordnung (GschV) bei den aktuell vorliegenden Bewertungen aus 2023 und 2024 an fast allen Messstellen erfüllt. Bei den meisten Para-

metern/Stellen war die Wasserqualität «sehr gut», nur wenige Parameter/Stellen wurden noch mit «gut» bewertet. In Weil a. Rh. erreichte die gemessene Gesamt-Phosphor-Konzentration in 2023 jedoch ein «unbefriedigend», die vermutlich auf die Trockenperiode und somit einer Aufkonzentrierung einzelner Messwerte zurückzuführen war.

Seit 2018 werden im Schweizer Langzeit-Monitoringprogramm «NAWA Trend» auch Mikroverunreinigungen untersucht. Die Bewertung erfolgt nach EU-RL 2012/39/EU, in der für die jeweiligen Stoffe Umweltqualitätsnormen festgelegt wurden. Bewertet wurden u. a. (Schwer)Metalle und Metalloide, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs), diverse Pflanzenschutzmittel und Polychlorierte Biphenole (PCBs). Die Messstelle Weila. Rh. erfasst das aus dem Hochrhein herausfliessende Wasser. Im Jahr 2023 wurden die Grenzwerte der Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnormen nicht überschritten oder lagen unterhalb der Bewertungsgrenze. Aus der Stoffgruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) wird bislang nur Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) gemessen. Auch hier wurden nur Werte unterhalb der Bewertungsgrenze erfasst. PFOS ist allerdings äusserst hydrophob und nur schwierig in Wasser messbar, daher werden sie im Rahmen des Messprogramms BIOTA auch in Tieren akkumuliert erfasst (Berichterstattung ausstehend).

Tab. 2.1: Wasserqualität

Beurteilung der Wasserqualität des Hochrheins nach Modul-Stufen-Konzept.

Datengrundlage: [13] und Vorabdaten «Nationale Beobachtung Oberflächengewässer NAWA».

Fluss-Abschnitt		A			B				C		D	
Messstelle		Stein a. Rh.	Hemishofen	Schaffhausen	Nohl	Ellikon	Tössegg	Reckingen	Koblentz	Albbruck-Kaiseraugst	Pratteln	Weil a. Rh.
Parameter	Jahre											
Ammonium	2001/2002											
	2006/2007											
	2011/2012											
	2017/2018											
	2023		-	-	-	-	-		-	-	-	
	2024		-	-	-	-	-		-	-	-	
Nitrit	2001/2002											
	2006/2007											
	2011/2012											
	2017/2018											
	2023		-	-	-	-	-		-	-	-	
	2024		-	-	-	-	-		-	-	-	
Nitrat	2001/2002											
	2006/2007											
	2011/2012											
	2017/2018											
	2023		-	-	-	-	-		-	-	-	
	2024		-	-	-	-	-		-	-	-	
Ortho-Phosphat	2001/2002											
	2006/2007											
	2011/2012											
	2017/2018											
	2023		-	-	-	-	-		-	-	-	
	2024		-	-	-	-	-		-	-	-	
Gesamt-Phosphor	2001/2002											
	2006/2007											
	2011/2012											
	2017/2018											
	2023		-	-	-	-	-		-	-	-	
	2024		-	-	-	-	-		-	-	-	
DOC	2001/2002											
	2006/2007											
	2011/2012											
	2017/2018											
	2023		-	-	-	-	-		-	-	-	
	2024		-	-	-	-	-		-	-	-	

2.2 Makrozoobenthos

Seltene oder schwer nachweisbare Arten

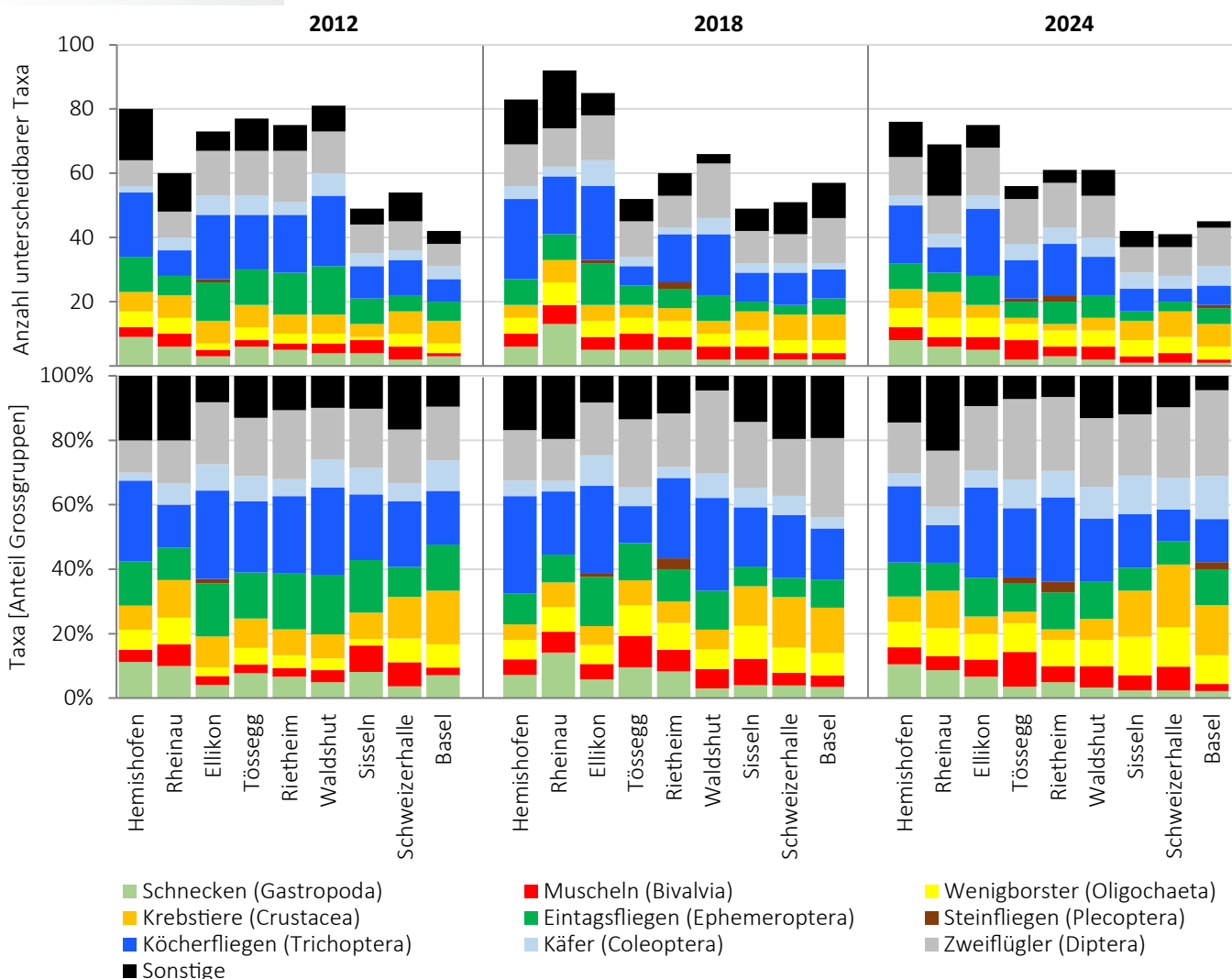
Im Rahmen der etablierten Probenahmetechnik für Makrozoobenthos (MZB) gibt es Arten, die nur schlecht erfasst werden. Diese sind entweder zu selten, zu verstreut, zu gross oder zu empfindlich, um in den Proben zuverlässig erfasst zu werden. Hierzu zählen z. B. Grosskrebse, ausgewachsene Grossmuscheln, Süsswasserpolyphen, Libellen, Schwämme und Moostierchen. Ihr Nachweis gelingt aber immer wieder durch gesonderte Aufsammlungen, durch Beobachtungen in Ufernähe oder durch Unterwasseraufnahmen im Rahmen der Untersuchung. Schwämme sind sowohl im Hochrhein als auch in der Aare in unterschiedlichen Dichten anzutreffen. Bei diesen lassen sich keine Individuen zählen, sondern nur die Ausmasse der Kolonien erfassen. Libellenlarven treten auf der Flusssohle nur in geringen Dichten auf, sodass sie in einzelnen Proben fehlen können, obwohl sie an der entsprechenden Stelle regelmässig vorkommen.

2.2.1 Artenverteilung und Artenvielfalt

Neben den natürlichen Schwankungen lassen sich Trends der Anzahl der unterscheidbaren Taxa des Hochrheins erkennen. Über die letzten Untersuchungskampagnen im Frühjahr gab es einen leichten Rückgang, vor allem im unteren Abschnitt des Hochrheins (Abb. 2.3). Während aller Kampagnen nahm die Anzahl Taxa entlang des Flusslaufs ab. Der Verlauf dieser Abnahme fiel in den drei Kampagnen unterschiedlich aus. Im Jahr 2012 war die Anzahl der Taxa an allen Probestellen im oberen und mittleren Teil des Hochrheins sehr ähnlich (ausgenommen Rheinau), erst im unteren Teil ab Sisseln ging die Anzahl der Taxa zurück. 2018 war dieser Rückgang bereits ab Tössegg erkennbar. Auch bei der Untersuchungskam-

Abb. 2.3: Anzahl unterscheidbarer Makrozoobenthos Taxa

Taxazahlen in den einzelnen Untersuchungstransekten und Anteile der gefundenen Grossgruppen im Hochrhein 2012, 2018 und 2024 (Frühjahr).



Anzahl MZB-Taxa nimmt
im Längsverlauf des Hoch-
rheins ab

pagne 2024 ist eine Abstufung zwischen den drei Abschnitten erkennbar: im oberen Teil (Hemishofen bis Ellikon) die höchste Anzahl Taxa, im mittleren Teil (Tössegg bis Waldshut) geringfügig weniger und im unteren Abschnitt (Sisseln bis Basel) die geringste Anzahl Taxa.

Die relativen Anteile der Grossgruppen bleiben über den ganzen Zeitverlauf ähnlich, der Artenrückgang betraf daher alle Gruppen. Tendenziell war bei Schnecken und Köcherfliegen ein stärkerer Rückgang zu beobachten.

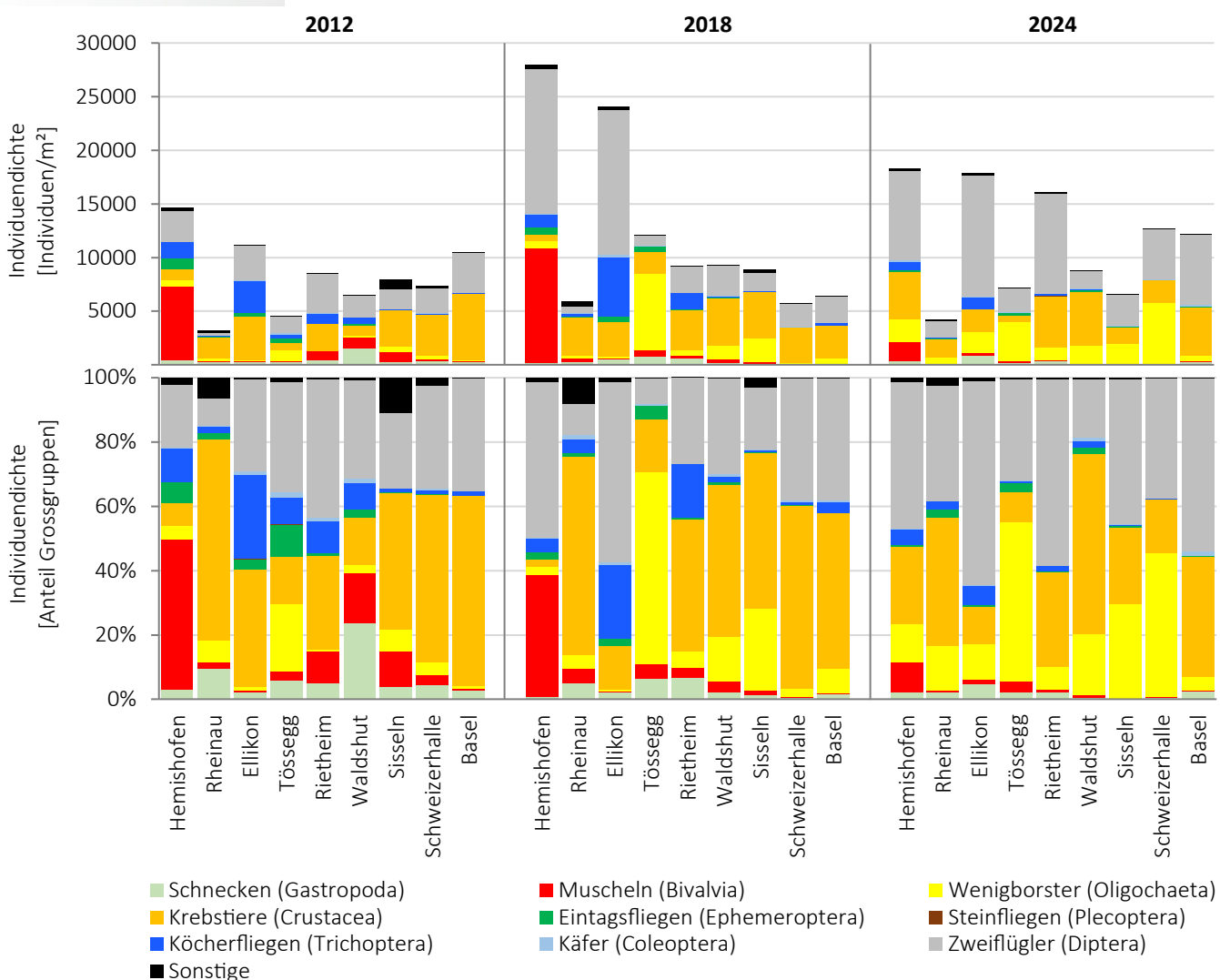
2.2.2 Besiedlungsdichten und Zusammensetzung Grossgruppen

Die Besiedlungsdichten von Makrozoobenthos können natürlicherweise zwischen einzelnen Jahren schwanken. Im Rahmen dieser üblichen Änderungen erscheinen die Besiedlungsdichten im Hochrhein seit 2012 weitestgehend stabil (Abb. 2.4). Allerdings stechen einige Grossgruppen an manchen Stellen besonders heraus. So haben beispielsweise die Zweiflügler bereits 2018 an einigen Stellen deutlich höhere Dichten erreicht als noch 2012. In der Kampagne von 2024 kamen noch weitere Probestellen mit einer erhöhten Anzahl Zweiflügler hinzu. Auch die Dichte an Wenigborstern ist seit 2012 an einigen Stellen angestiegen. Ein Rückgang ist vor allem bei den Muscheln in Hemishofen zu sehen. Nachdem dort zuerst die Zebrauschel (*Dreissena polymorpha*) und dann die Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) in sehr hohen Dichten auftraten, hat deren Anzahl bis 2024 lokal wieder abgenommen (Details siehe Kap. 2.2.7). Ein deutlicher Rückgang ist bei manchen Insektengruppen zu sehen. Auf Niveau der Grossgruppen wird eine Abnahme der Eintagsfliegen und Köcherfliegen deutlich, Steinfliegen sind am Hochrhein schon seit ca. 1995 selten. Der höchste Anteil an Köcherfliegen findet sich in Hemishofen und Ellikon. Damit können sich die meisten angestammten Arten in Bereichen halten, in denen noch eine grosse Vielzahl von Lebensräumen existiert.

MZB-Dichte im Mittel seit
2012 angestiegen, vor
allem bei «Würmern» und
Zweiflüglern

Abb. 2.4: Makrozoobenthos
Individuendichten

Individuendichten pro m² an
den einzelnen Untersuchungs-
transekten und Anteile der
gefundenen Grossgruppen im
Hochrhein 2012, 2018 und 2024
(Frühjahr).



Rückgang des MZB bei Sisseln vermutlich durch Schwarzmundgrundel

Auffällig ist ein Rückgang der Makrozoobenthos-Dichten in Sisseln. Eine plausible Ursache dafür dürften die eingewanderten Schwarzmundgrundeln (*Neogobius melanostomus*) sein, welche dort 2024 zum ersten Mal in sehr hohen Dichten auftraten und sich hauptsächlich von Makrozoobenthos ernähren. Diese Art breitet sich seit einigen Jahren von Basel aus im Hochrhein aus. Die noch 2017/2018 beobachteten, sehr hohen Dichte der Grundeln waren in Basel und Schweizerhalle während der letzten Untersuchung wieder etwas geringer und könnten dort 2024 zu einem Wiederanstieg der Gesamtdichte des Makrozoobenthos geführt haben.

2.2.3 Langzeitentwicklung Makrozoobenthos

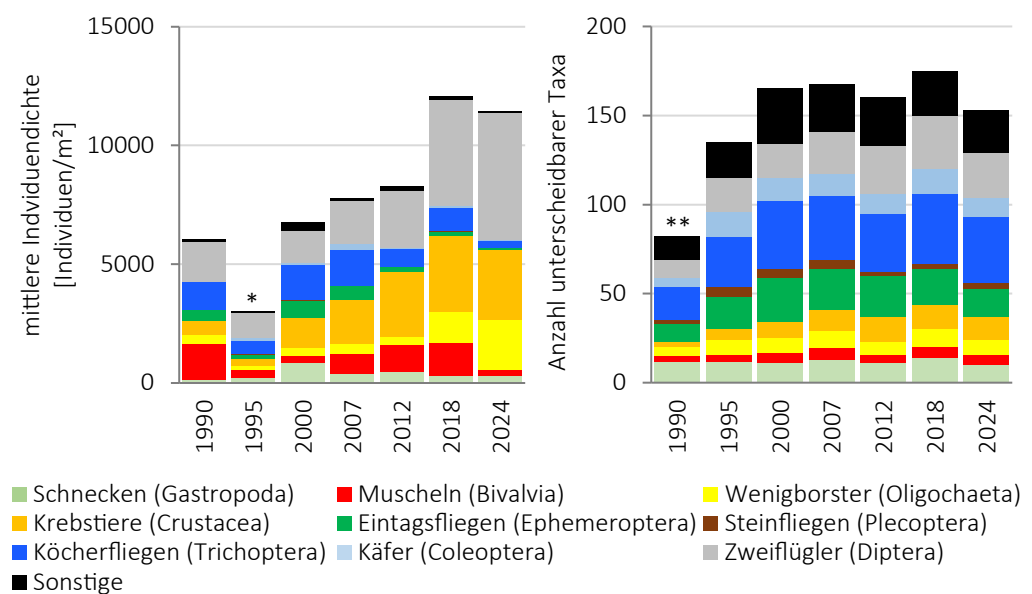
Aufgrund der langen Laufzeit des Hochrheinmonitorings lassen sich mittlerweile Ergebnisse von fast 35 Jahren vergleichen (Abb. 2.5). Verglichen wurden hierbei jeweils die Daten die im Spätwinter (1990/1995) oder Frühjahr (seit 2012) erhoben wurden. Im Jahr 2000 wurden nur die Taucherproben durch HYDRA untersucht (Januar), die Uferproben durch Baden-Württemberg (August). Für die Interpretation der Daten ist relevant, dass die Bestimmungstiefe im Jahr 1990 noch geringer war als in den Folgejahren.

Abb. 2.5: Makrozoobenthos Entwicklung Langzeit

Mittlere Individuendichten entlang des gesamten Hochrheins pro m² (links) und Anzahl unterscheidbarer Taxa (rechts) seit 1990.

*: Hochwasser kurz vor Probenahme

**: Bestimmungstiefe geringer als in Folgeuntersuchungen



Auf den ersten Blick erscheint die Entwicklung der Gesamtdichten seit 1990 positiv. Seit Beginn des Monitorings haben die Dichten meist allmählich zugenommen. Die geringen Dichten im Jahr 1995 lagen vermutlich an einem kräftigen Hochwasser im Winter 1994/1995 kurz vor der Untersuchungskampagne. Bei genauerer Betrachtung sieht man allerdings einen seit dem Jahrtausendwechsel bestehender Rückgang vieler Wasserinsekten, vor allem von Eintagsfliegen- und Köcherfliegenlarven sind betroffen. Ein Trend, der an anderen grossen Flüssen der Schweiz mittlerweile auch erkennbar ist.

Es lassen sich allerdings auch weitere Effekte ablesen. So hat die Dichte an Krebstieren seit 2000 deutlich zugenommen. Dies lag an der Einwanderung des invasiven Grossen Höckerflohkrebses (*Dikerogammarus villosus*), der seit 2000 in Schweizerhalle und Basel und ab 2006 im gesamten Hochrhein vorkam. Neozoische Muscheln machten bereits 1990 einen grossen Anteil der Dichte aus, damals war es die Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*), welche vor allem unterhalb des Abflusses des Bodensees, in Hemishofen, in sehr hohen Dichten vorkam. Dagegen sind die heutigen Dichten von Muscheln der Gattung *Dreissena* für den Hochrhein seit Jahrzehnten üblich. Deutlich zugenommen haben Wenigborster und Zweiflügler, beides Gruppen in denen viele Arten weiches Substrat bevorzugen. Dies könnte auf einen zunehmend hohen Anteil an Weichsubstrat im Hochrhein hinweisen.

Deutlich konstanter ist dagegen seit 2000 die Anzahl an unterscheidbaren Taxa. Die gerin-

ge Anzahl 1990 lag an der damals noch geringeren Bestimmungstiefe. Erfreulich ist, dass sich der Rückgang an Eintagsfliegen- und Köcherfliegenlarven bisher nur an den Dichten zeigt, die Artenzahl aber lange Zeit konstant blieb. Wobei sich mittlerweile bei den Eintagsfliegen ein negativer Trend abzuzeichnen scheint. Seit dem Jahrtausendwechsel abgenommen hat die Zahl der Steinfliegenarten. Eine Gruppe, die im Hochrhein seit Beginn des Monitorings nur selten vorkommt. Bei Wenigborstern und Zweiflüglern ist bisher keine Erhöhung der Taxazahl festzustellen, hier hat also nur deren Dichte zugenommen. Der Anstieg der Taxa von Krebstieren liegt hauptsächlich der Einwanderung von Neozoen zugrunde.

2.2.4 Verbreitung wichtiger und typischer Taxa

Schwämme (Porifera)

Schwämme sind regelmässig im Hochrhein zu finden, vor allem unterhalb der Einmündung der Aare ab Waldshut. Teilweise treten sie auch in hohen Dichten auf, wie 2024 in Waldshut und Schweizerhalle. Vermutlich handelt es sich im ganzen Hochrhein um die Art *Eunapius fragilis*, dieser besiedelt vor allem langsam fliessende bis stehende Gewässer und sein Verbreitungsgebiet reicht von der collinen bis hin zur submontanen Zone [41]. Dieser Schwamm setzt sich vor allem auf harten Substraten wie Steinen und Blöcken jeglicher Grösse fest.

Strudelwürmer (Turbellaria)

Strudelwürmer kommen hauptsächlich im oberen Teil des Hochrheins von Hemishofen bis Ellikon vor (Abb. 2.6). Über die letzten Jahre hat deren Dichte allerdings deutlich abgenommen. Auch im Bodensee wurde ein solcher Rückgang festgestellt, die Gründe dafür sind unklar. Häufige Vertreter im Hochrhein sind die Milchweisse Planarie *Dendrocoelum lacteum* und die aus Nordamerika stammende Tigerplanarie (*Girardia tigrina*).

Muscheln (Bivalvia)

Die Muscheln des Hochrheins werden hauptsächlich durch gebietsfremde Arten repräsentiert (Abb. 2.6 & 2.7). Vertreter sind die Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*), die Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*) und seit ein paar Jahren vor allem die Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*). Nachdem die Dichte der neozoischen Muscheln in den vergangenen Jahren angestiegen ist, hat seit der letzten Kampagne 2017/18 ein gewisser Rückgang stattgefunden (Details Kap. 2.2.7). Die heimische Erbsenmuschel *Pisidium* sp. kommt vor allem im oberen und mittleren Abschnitt des Hochrheins vor, die Individuendichten sind schwankend. Grossmuscheln sind im Hochrhein nur selten anzutreffen. In Tössegg hat sich eine Population der Gemeinen Flussmuschel *Unio crassus* gehalten, diese lebt dort bevorzugt im sandigen Substrat unter den Schiffsanlegern.

Schnecken (Gastropoda)

Die Anzahl an Schneckenarten nimmt im Laufe des Hochrheins ab. Während im oberen Teil bis Ellikon noch Vertreter der typischen Bodensee/Hochrheinfrauna wie *Bithynia tentaculata* und *Planorbis carinatus* vorkamen, fehlten sie im unteren Teil des Hochrheins (Abb. 2.7). Vor allem bei *B. tentaculata* war in den letzten Jahren eine Verkleinerung des Verbreitungsgebietes zu beobachten. Seit 2017/18 bleibt es unverändert, lediglich die Individuendichten sind gesunken. Auch die Dichten der Flussmützenschnecke (*Ancylus fluviatilis*) und vor allem deren Massenvorkommen haben seit den letzten beiden Kampagnen stark abgenommen, unterhalb des Zuflusses der Aare ist sie mittlerweile fast verschwunden. Spannend sind die Wiederfunde von *Theodoxus fluviatilis*. Über mehrere Jahre (ab ca. 2000) galt die Schnecke im Hochrhein als verschollen, wurde aber 2016 bei Schweizerhalle und Basel wiedergefunden. 2023 gelangen auch Nachweise bei Stein a.Rh. und Hemishofen. Die gefundenen Tiere in Schweizerhalle und Basel sahen jedoch etwas anders aus als die dort ursprünglich Heimischen und nach genetischen Untersuchungen stellte sich heraus, dass es unterschiedliche Genotypen von *T. fluviatilis* im Hochrhein gibt [15]. Die Thematik wird in Kapitel 2.2.5 «Rote Liste-Arten» ausführlicher behandelt.

Leichter Rückgang der
invasiven Quagga- und
Dreikantmuscheln

Einst verschollene Gemei-
ne Kahnschnecke breitet
sich wieder im Hochrhein
aus

«Würmer» nehmen im Hochrhein zu

Wenigborster, «Würmer» (Oligochaeta)

Der Anteil an «Würmern» an der Gesamtindividuendichte des Hochrheins ist in den letzten Jahren an vielen Stellen angestiegen. Sowohl *Stylodrilus heringianus*, als auch der aus Asien stammende Kiemenwurm *Brachniura sowerbyi* und die meist nicht auf die Art bestimmbaren Naididae/Tubificidae sind für den Anstieg verantwortlich. Am deutlichsten ist dieser in Schweizerhalle zu sehen, dort lagert sich vor allem im Uferbereich immer mehr für Würmer gut geeignetes Feinsubstrat ab, was 2024 zu Dichten von über 20 000 Würmern pro Quadratmeter in den Uferproben geführt hat. Auch die Anzahl verschiedener Taxa an den einzelnen Probestellen hat in den letzten Jahren zugenommen. Dabei sind keine neuen Neozoen hinzugekommen, es wurden lediglich bereits zuvor im Hochrhein vorkommende Arten wie *Branchiura sowerbyi* nachgewiesen.

Egel (Hirudinea)

Egel machen im Hochrhein nur einen kleinen Teil der Biozönose aus. Neben häufigen heimischen Arten wie *Erpobdella octoculata* und *Dina punctata* kommen auch Neozoen vor, wie zum Beispiel der Fischegel *Caspiobdella fadejewi*. Seit 2012 hat die durchschnittliche Dichte der Egel in geringem Mass abgenommen.

Krebstiere (Crustacea)

Bis 2017/18 machten die Krebstiere noch den höchsten Anteil an Individuen im Hochrhein aus, 2024 wurden sie allerdings von den Zweiflüglern an fast allen Probestellen übertroffen. Ein einschneidendes Ereignis für das Makrozoobenthos des Hochrheins war die Einwanderung des Grossen Höckerflohkrebses (*Dikerogammarus villosus*) zwischen 1997 und 1999. Durch sein invasives Verhalten hat er die heimischen Flohkrebse stark zurückgedrängt. Obwohl mittlerweile noch weitere gebietsfremde Flohkrebse in den Hochrhein eingewandert sind, kommt *D. villosus* weiterhin in hohen Dichten vor. Seit 2023 besiedelt der Flohkrebs *Crangonyx pseudogracilis* den Staubereich in Rheinau und in geringer Dichte auch Ellikon, eine Stillwasserart, die vermutlich aus dem Bodenseegebiet eingedrftet/-gewandert ist oder verschleppt wurde. Die Art wird sich wahrscheinlich auch im Hochrhein unauffällig verhalten. Heimische Flohkrebse sind nach ihrem starken Rückgang ebenfalls vor allem in Rheinau zu finden. Dort kommen sowohl noch *Gammarus pulex* als auch *Gammarus fossarum* vor. Das Verbreitungsgebiet von *G. fossarum* ist im Hochrhein noch etwas weitläufiger als das von *G. pulex*, nimmt aber tendenziell weiter ab (Abb. 2.8). Insgesamt werden die heimischen Flohkrebse von gebietsfremden Arten weiter zurückgedrängt. Neben Flohkrebse kommen auch verschiedene Asseln im Hochrhein vor. Eine in Massen auftretende Art ist die aus dem Schwarzmeergebiet stammende Donauassel *Jaera istri*, welche im Jahr 2000 angefangen hat, den Hochrhein von Basel/Schweizerhalle aus zu besiedeln. Bis zur letzten Kampagne 2017/18 reichte ihre Verbreitungsgrenze bis Rheinau, 2024 konnte sie erstmals in Hemishofen gefunden werden und zeigte dort bereits Massenvorkommen von stellenweise über 10 000 Individuen pro Quadratmeter.

Ephemeroptera (Eintagsfliegen)

Die Diversität an Eintagsfliegen im Hochrhein hat im Vergleich zur Kampagne 2011/12 abgenommen. Auch ihr Anteil an der Gesamt-Individuendichte ist zurückgegangen. Vor allem die für den Hochrhein typischen Arten der Gattung *Baetis* sind nur noch in geringerer Dichte zu finden (Abb. 2.9). Diese Arten sind strömungstolerant und waren bis zum Jahr 2000 noch weit im Hochrhein verbreitet, sind danach allerdings immer seltener geworden. Auch *Heptagenia sulphurea* ist stark zurückgegangen und erreicht bei weitem nicht mehr so hohe Dichten wie von 1990 bis 2006/07. Eine weitere für den Hochrhein typische Eintagsfliege ist *Potamanthus luteus*. Diese Fluss- und Stromart ist dort weiterhin verbreitet, allerdings in geringeren Dichten als früher. Bis zur Kampagne 2017/18 konnte ein Rückgang von *Serratella ignita* beobachtet werden. Diese Art ist ebenfalls typisch für den Hochrhein, kam 2024 allerdings wieder an mehr Stellen und mit einer maximalen Dichte von 44 Ind./m² in Basel vor.

Neuer Flohkrebs im Hochrhein: *Crangonyx pseudogracilis* in Rheinau und Ellikon

Donauassel breitet sich weiter aus, Massenvor- kommen rückläufig

Diversität und Dichte der Eintagsfliegen im Hoch- rhein nimmt ab

Steinfliegen (Plecoptera)

Die Funde von Steinfliegen im Hochrhein fallen allgemein eher spärlich aus, oft werden nur einzelne Tiere gefunden. Am häufigsten ist die Gattung *Leuctra*, diese kam 2024 in Basel, Rietheim und Tösseg vor. Zu Beginn des Hochrhein-Monitorings 1990 konnten noch regelmässig weitere Steinfliegen wie *Isoperla* sp. und *Perlodes* sp. gefunden werden, deren Nachweise fehlen allerdings in den vergangenen Jahren.

Libellen (Odonata)

Libellen kommen im Hochrhein nur vereinzelt vor, hauptsächlich im oberen und mittleren Abschnitt von Hemishofen bis Waldshut. Aufgrund ihrer natürlicherweise zerstreuten Verbreitung sind sie mit den dazu relativ kleinen Probestellen der MZB-Untersuchung allerdings nicht zuverlässig erfassbar. Die Anzahl Individuen ist in den letzten zwölf Jahren dennoch tendenziell angestiegen, von durchschnittlich zwei auf sieben Libellen pro Probestelle. Sowohl bei den Kleinlibellen als auch bei den Grosslibellen konnten verschiedene Arten gefunden werden. Die Kleinlibellen sind überwiegend Schlanklibellen (Coenagrionidae) und waren 2024 nur bei Ellikon und im Stillwasserbereich bei Rheinau zu finden. Im Stillwasser kam auch der Grosse Blaupfeil *Orthetrum cancellatum* vor. Am weitesten im Hochrhein verbreitet ist die Grosse Zangenlibelle *Onychogomphus forcipatus*, jedoch meistens mit nur wenigen Individuen pro Probestelle. Weitere Arten wurden zwar fliegend beobachtet, tauchten allerdings nicht in den Proben auf.

Wanzen (Heteroptera)

Im Hochrhein wurden insgesamt nur wenige Wanzen gefunden, hauptsächlich *Micronecta* sp. Diese kam vor allem im Stillwasser bei Rheinau vor. Die früher noch in hohen Dichten vorkommende Grundwanze *Aphelocheirus aestivalis* ist in ihrem Bestand und ihrer Verbreitung stark zurückgegangen, dies konnte auch in anderen Flüssen wie Reuss, Lorze und Aare beobachtet werden (Abb. 2.15; [22], [24]). Die räuberische Art lebt nah am Grund des Gewässers unter Steinen/Kies und bevorzugt beispielsweise in der Aare eher saubere und naturnahe Abschnitte.

Käfer (Coleoptera)

Insgesamt ist der Anteil von Käfern an der aktuellen Individuendichte des Hochrheins sehr gering. Ihre Diversität ist dagegen relativ hoch und hat in den letzten Jahren leicht zugenommen, im Gegensatz zum starken Rückgang anderer Insektengruppen. Typische Arten wie *Elmis maugetii* und *Esolus* sp. kommen weiterhin weit verbreitet vor, auch die Individuendichten sind lediglich kleinen Schwankungen unterlegen (Abb. 2.11). In den obersten Abschnitten des Hochrheins gingen die Dichten tendenziell zurück. Auch seltenere Arten wie *Riolus cupreus* oder *Stenelmis caniculata* sind im Hochrhein noch gelegentlich zu finden.

Köcherfliegen (Trichoptera)

Die Köcherfliegen sind zusammen mit den Dipteren die artenreichste Makrozoobenthosgruppe des Hochrheins. Sowohl ihre Artenvielfalt als auch ihre Dichte haben allerdings in den letzten 12 Jahren abgenommen (Abb. 2.12 bis 2.14). In den verschiedenen Abschnitten des Hochrheins kommen unterschiedliche Köcherfliegenarten vor. So sind beispielsweise Hydropsychiden besonders typisch für den durch den Bodenseeausschluss geprägten Abschnitt bei Hemishofen. Diese Köcherfliegen bauen Netze, mit denen sie ihre Nahrung fangen. Die im Hochrhein häufigsten Hydropsychiden sind *Hydropsyche incognita* und *Cheumatopsyche lepida*. Unterhalb von Waldshut sind insgesamt deutlich weniger Köcherfliegen anzutreffen als flussaufwärts. Dort kommen fast nur noch Hydroptiliden und Brachycentrus sp. vor. Bei letzteren handelt es sich sehr sicher um *Brachycentrus subnubilus* eine Art, die in der Schweiz als ausgestorben galt, aber bereits seit einigen Jahren auch im Hochrhein wieder vorkommt (weiterführende Informationen siehe Kapitel 2.2.5 «Rote Liste-Arten»). Eine Art ist nach wie vor in meist hohen Dichten in grossen Teilen des Hochrheins verbreitet: *Psychomyia pusilla*. Sie zeigte in den vergangenen Jahren stellenweise sogar Massenvorkommen. Die höchste Dichte 2024 wurde in Ellikon mit 1632 Ind./m² festgestellt.

Vermehrte Libellenfunde
im Hochrhein 2024

Die im Hochrhein ehemals
sehr artenreiche Gruppe
der Köcherfliegen nimmt
weiterhin in Diversität und
Dichte ab

Zweiflügler gewinnen an Bedeutung, vor allem Zuckmückenlarven

Zweiflügler (Diptera)

Der relative Anteil der Zweiflügler an der Benthosbiozönose nimmt im Hochrhein seit einiger Zeit zu. Ihre Dichten stiegen so stark an, dass sie die individuenreichste Makrozoobenthos-Gruppe im Hochrhein sind. Die festgestellte Diversität erhöhte sich dabei nur wenig. Vor allem einige Gruppen der Zuckmückenlarven treten seit 2018 vermehrt auf, darunter auch die Tanytarsini und Orthocladiinae, welche beide eine weite Bandbreite an Strömungen tolerieren. Ihr Anstieg hat hauptsächlich im oberen Teil des Hochrhens stattgefunden. Eine typische Zweiflügler-Familie in stark strömenden Bereichen sind die Simuliiden. Sie waren 2018 vor allem im Seeaufluss bei Hemishofen und im stärker strömenden Bereich bei Ellikon vorhanden. 2024 scheinen ihre Dichten dort jedoch massiv eingebrochen zu sein. Oft siedeln Simuliiden konzentriert auf einzelnen kleineren Flächen. Werden solche Flächen bei der Probenahme ganz oder nicht erfasst, kann auch dies zu starken Schwankungen der beobachteten Individuendichten führen.

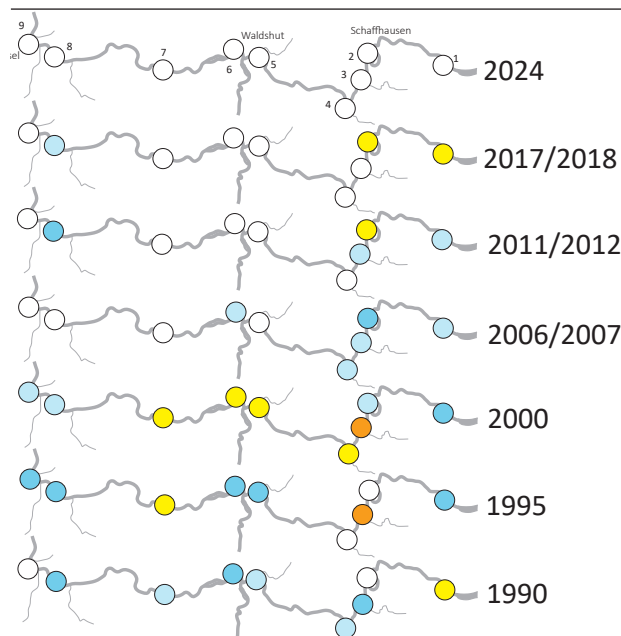
Verbreitung relevanter heimischer Taxa seit 1990

Im Folgenden werden die wichtigsten im Hochrhein im Jahr 2024 nachgewiesenen Taxa dargestellt (Sortierung Stamm/Klasse/Ordnung nach Komplexität der Baupläne). Dabei wird Ihre Verbreitung und Häufigkeit mit denen der Untersuchungen seit 1990 verglichen.

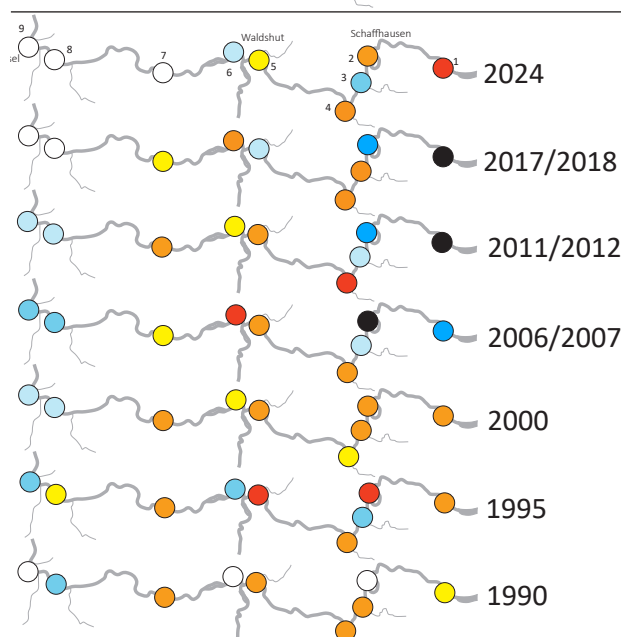
Abbildung 2.6: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrhens: Strudelwürmer (Turbellaria) und Muscheln (Bivalvia)

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Dendrocoelum lacteum
Milchweisse Planarie

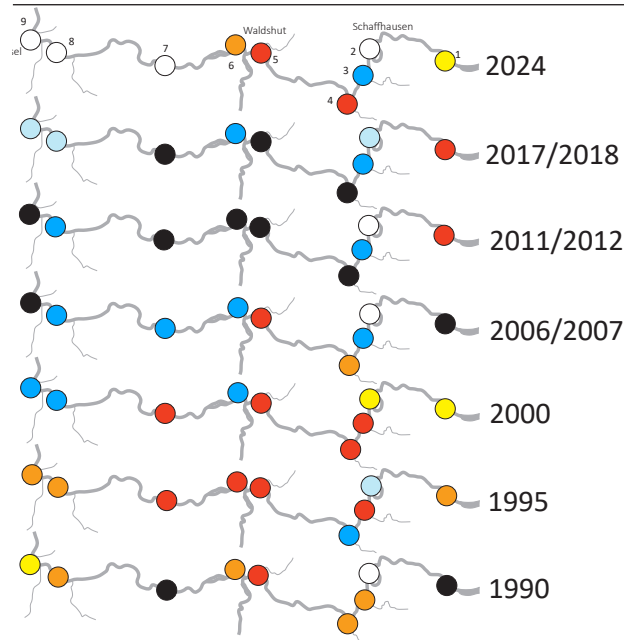


Pisidium spp.
Erbsenmuschel

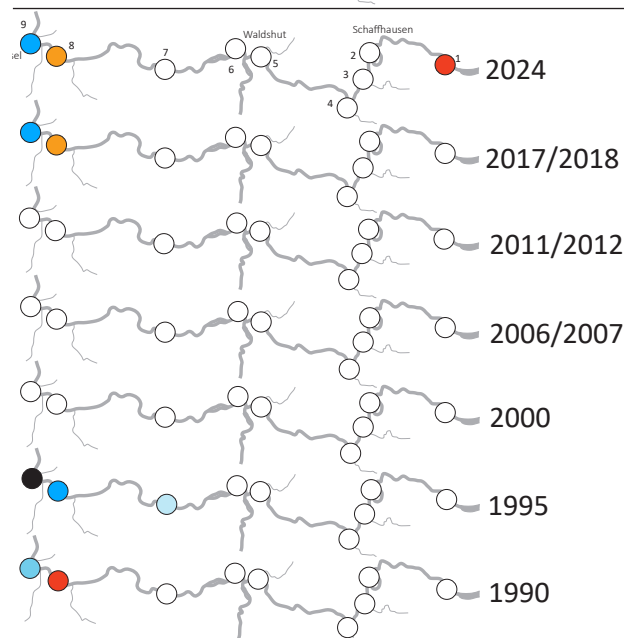
Abbildung 2.7: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins: Schnecken (Gastropoda)

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000

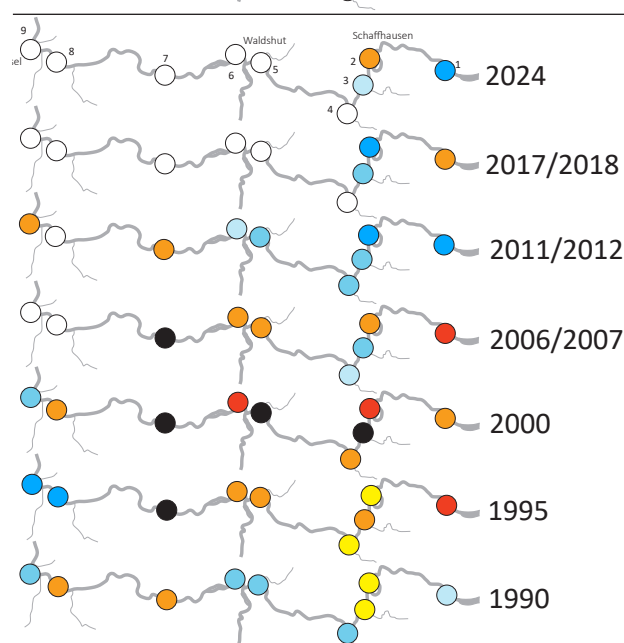


Ancyclus fluviatilis
Flussmützenschnecke



Theodoxus fluviatilis
Flusskahnschnecke

Vorkommen in Basel und Schweizerhalle seit 2017 vermutlich gebietsfremde Form (siehe Kapitel 2.2.7 «Neozoen»)

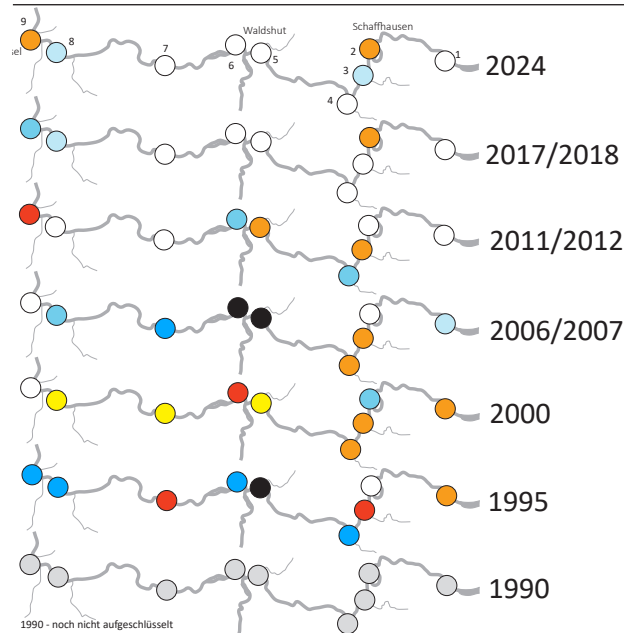


Bithynia tentaculata
Gemeine Schnauzenschnecke

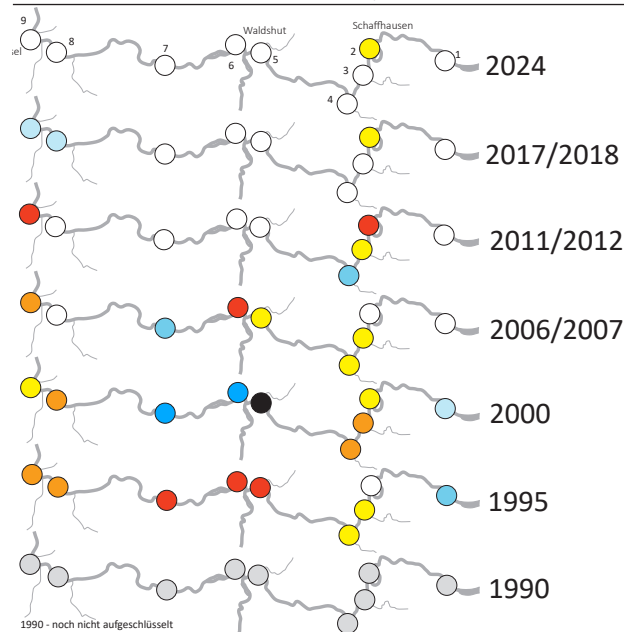
Abbildung 2.8: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins: Krebstiere (Crustaceen)

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

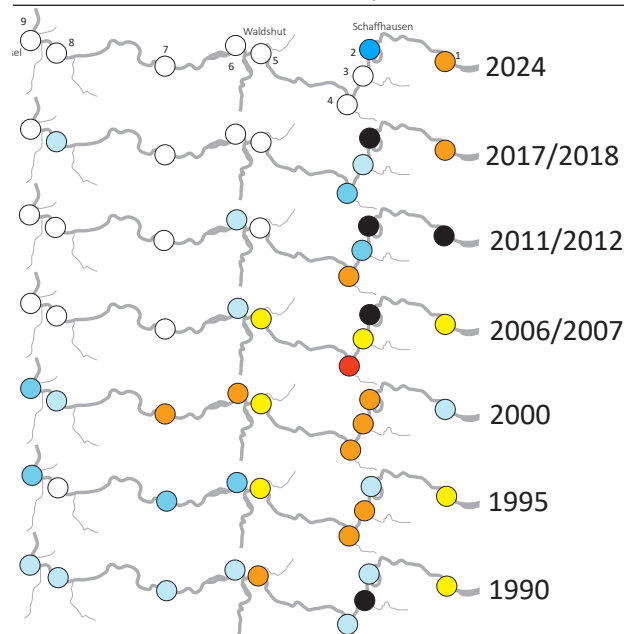
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Gammarus fossarum
Bachflohkrebs



Gammarus pulex

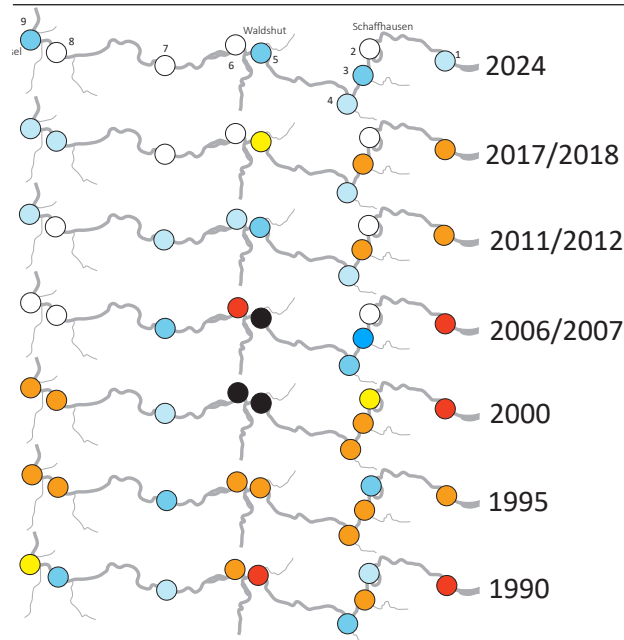


Asellus aquaticus
Wasserassel

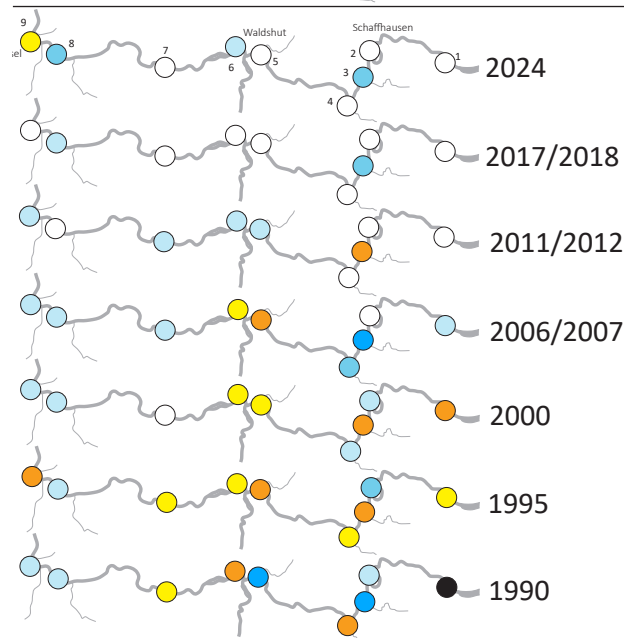
Abbildung 2.9: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins: Eintagsfliegen (Ephemeroptera) 1

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

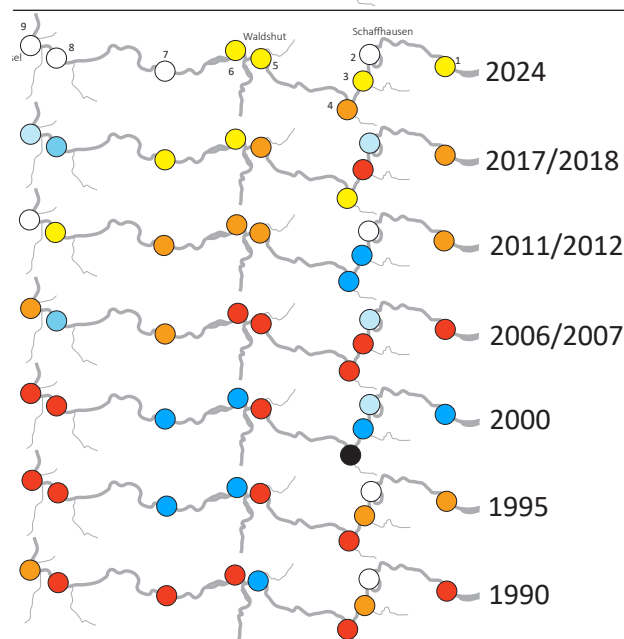
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Baetis spp.



Serratella ignita

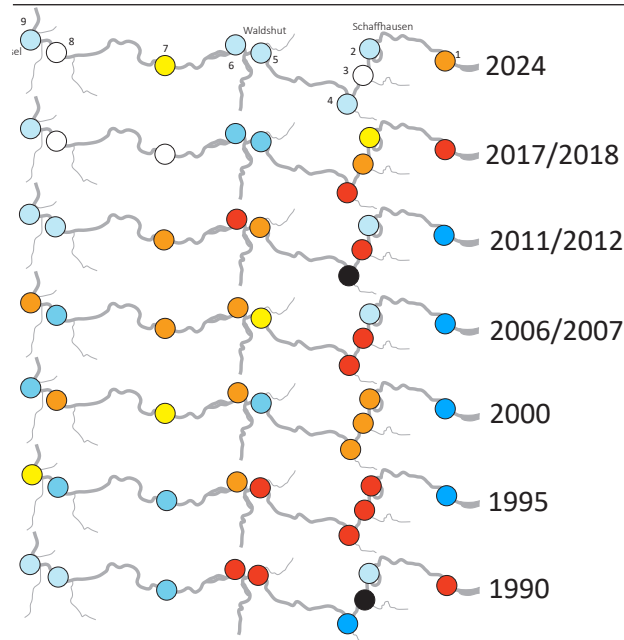


Heptagenia sulphurea

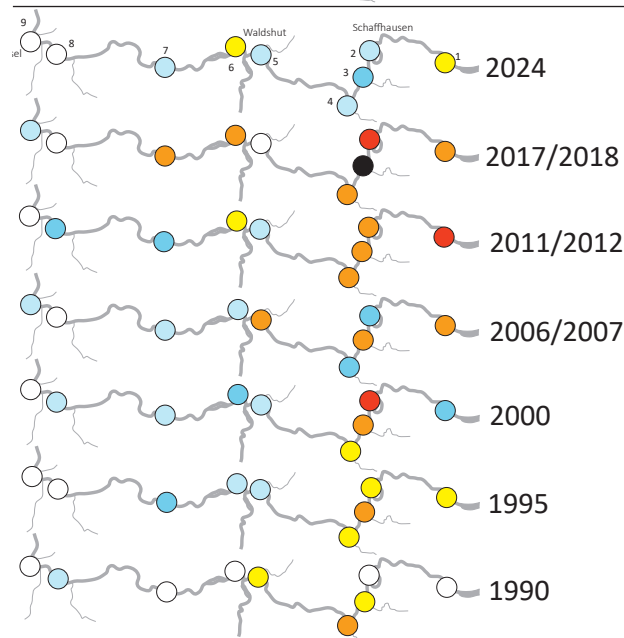
Abbildung 2.10: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins: Eintagsfliegen (Ephemeroptera) 2 und Steinfliegen

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

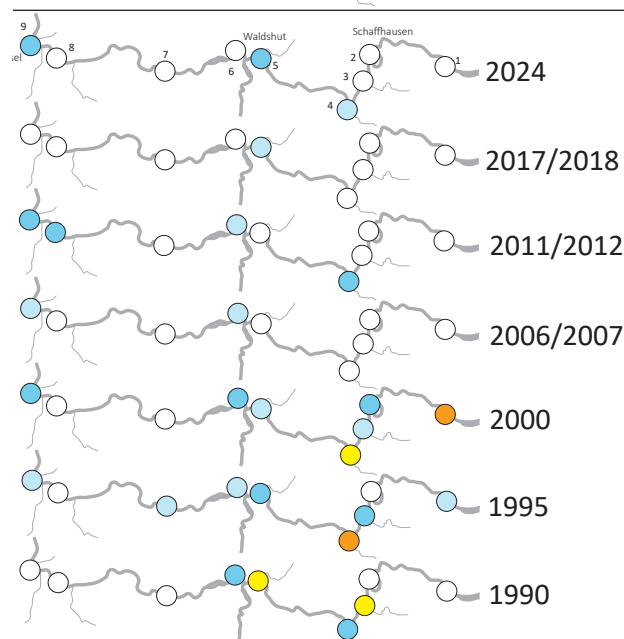
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Potamantus luteus



Ephemera danica

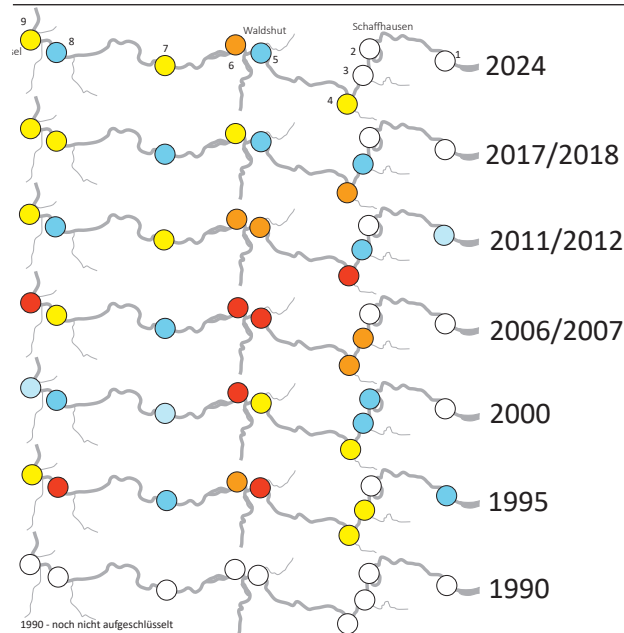


Leuctra spp.

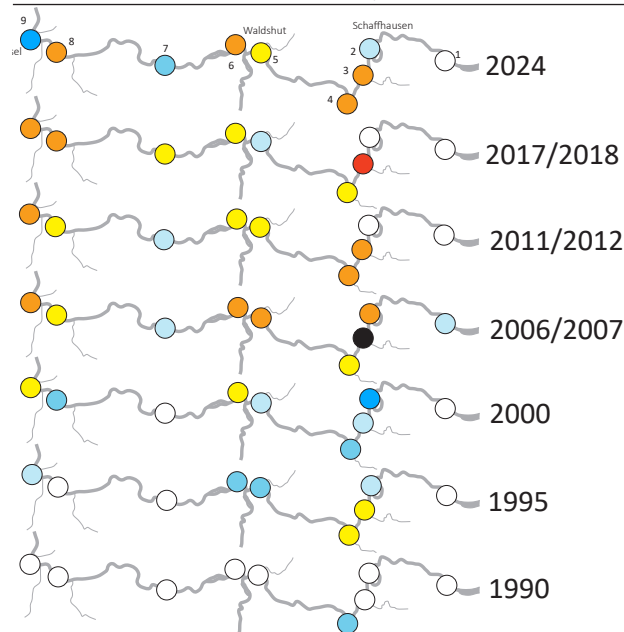
Abbildung 2.11: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins: Käfer (coleoptera)

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

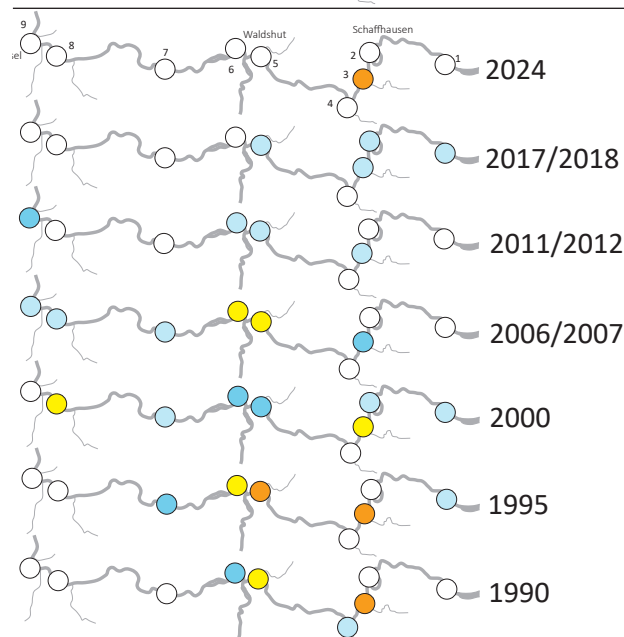
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Elmis maugetii



Esolus spp.

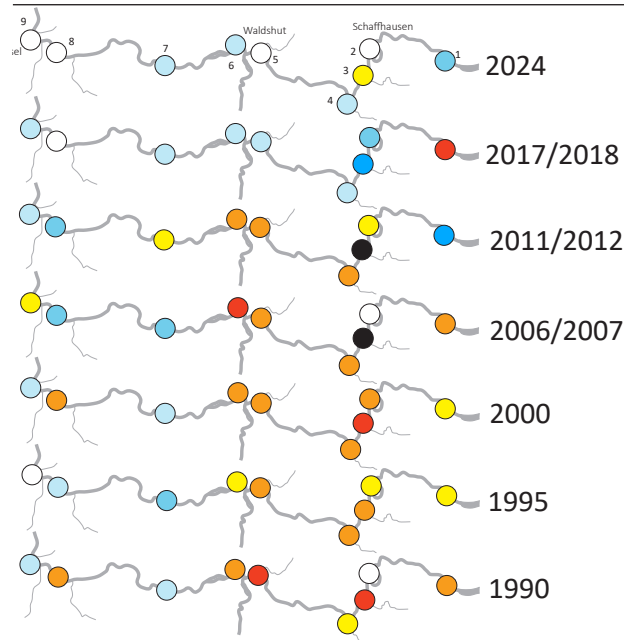


Stenelmis canaliculata

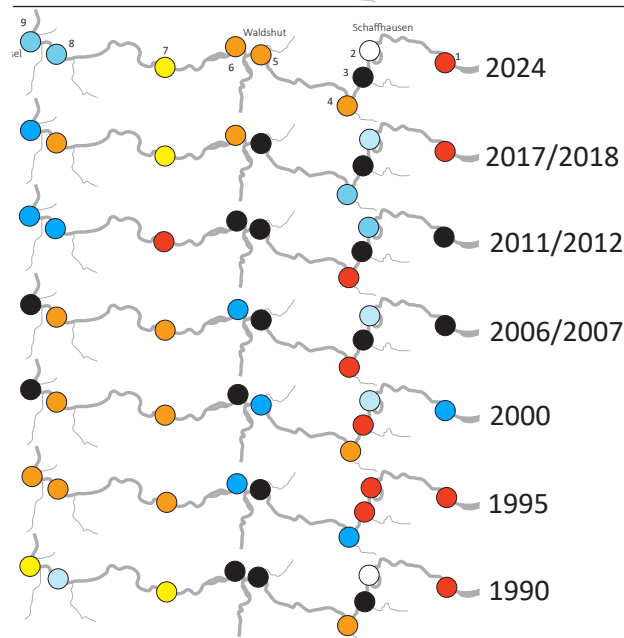
Abbildung 2.12: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins: Köcherfliegen (Trichoptera) 1

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

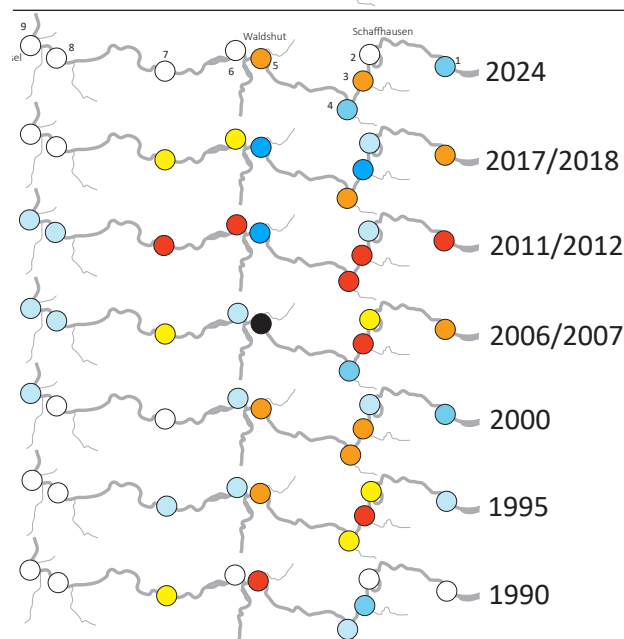
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Lepidostoma hirtum



Psychomyia pusilla



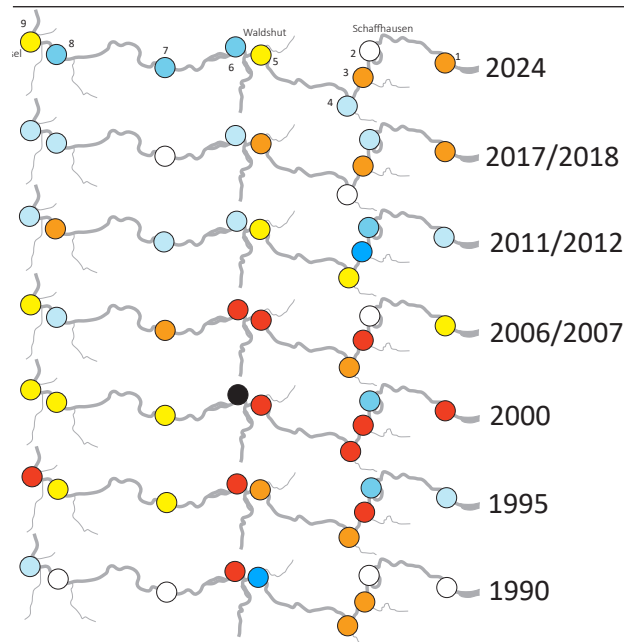
Goeridae (Goera, Silo)

Abbildung 2.13: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins:

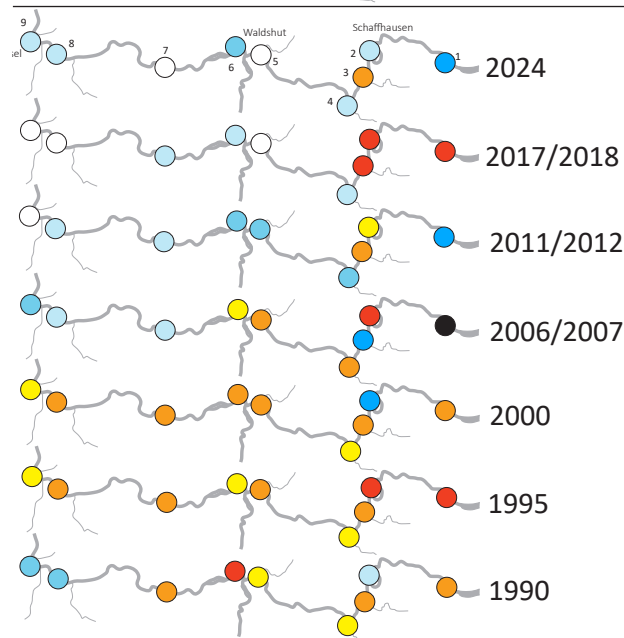
Köcherfliegen (Trichoptera) 2

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

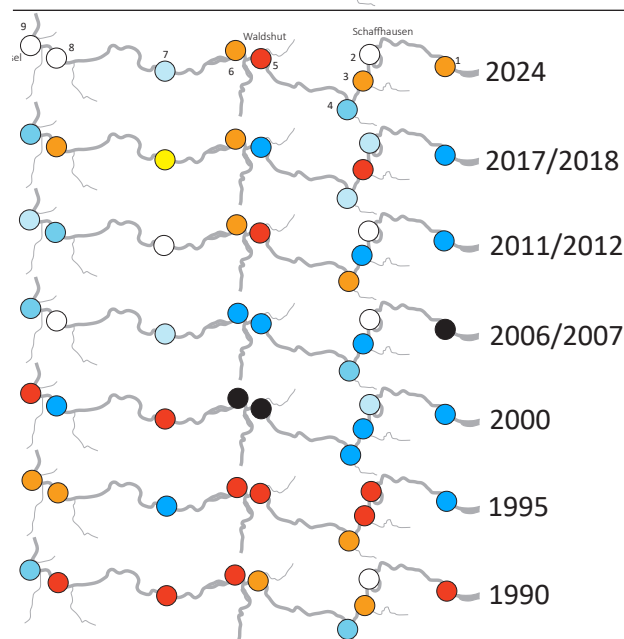
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Hydroptila spp.



Leptoceridae

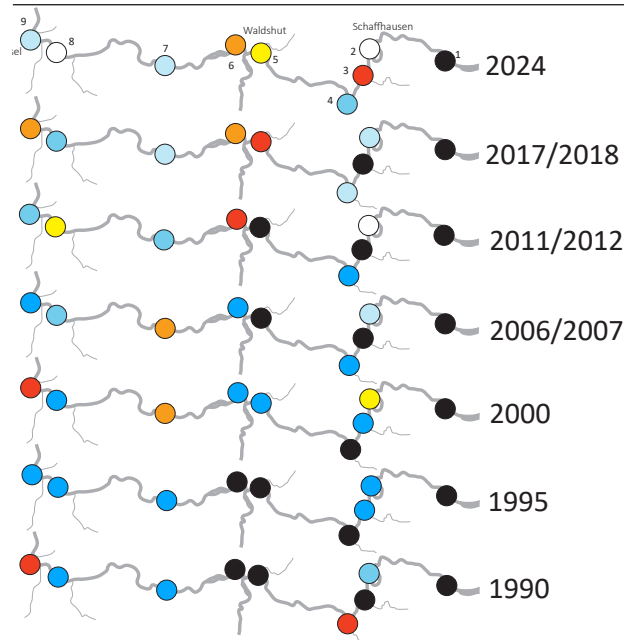


Cheumatopsyche lepida

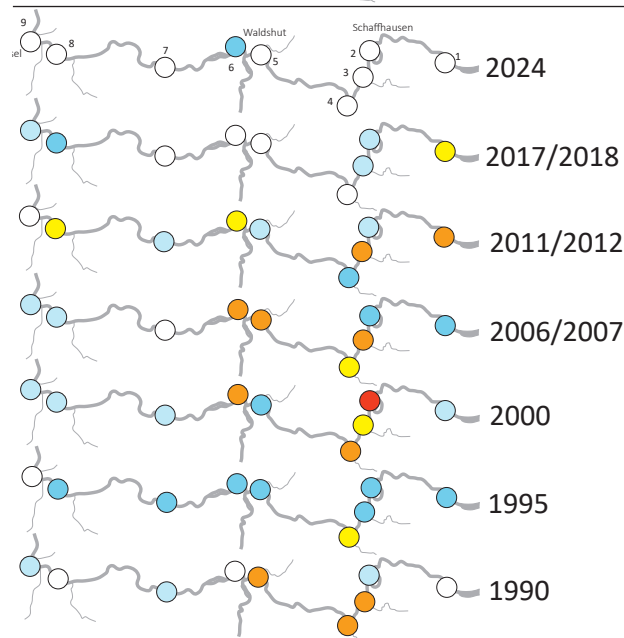
Abbildung 2.14: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins:
Köcherfliegen (Trichoptera) 3

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

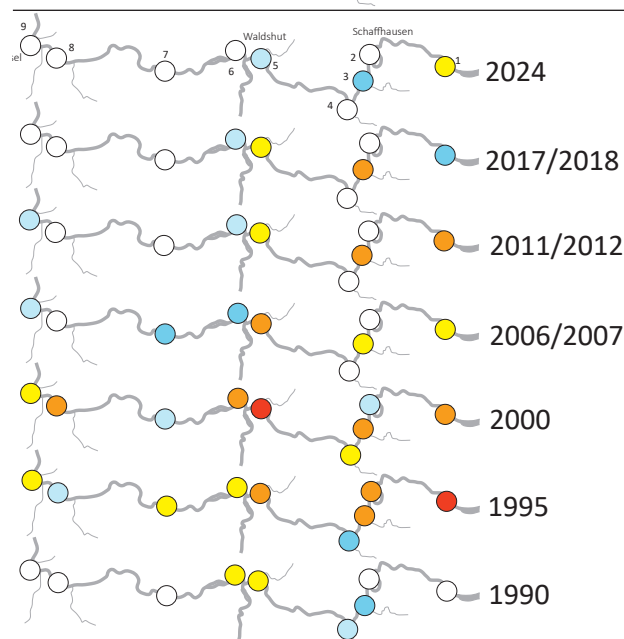
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Hydropsyche spp.



Polycentropus flavomaculatus

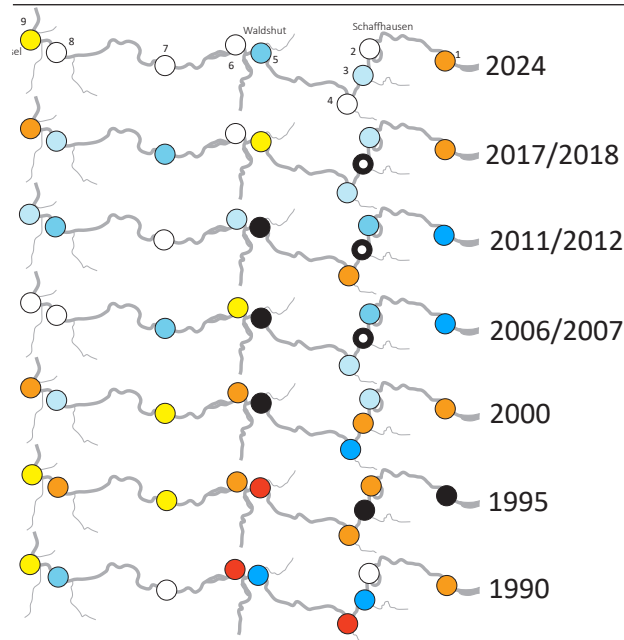


Rhyacophila sensu stricto

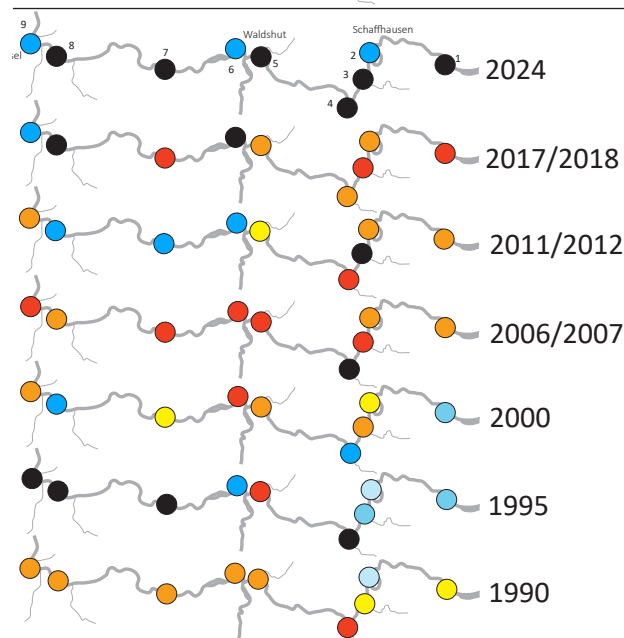
**Abbildung 2.15: Ausgewählte heimische Charakterarten des Hochrheins:
Zweiflügler und Wanzen**

Vergleich der maximalen
Besiedlungsdichten zwischen
1990 und 2024.

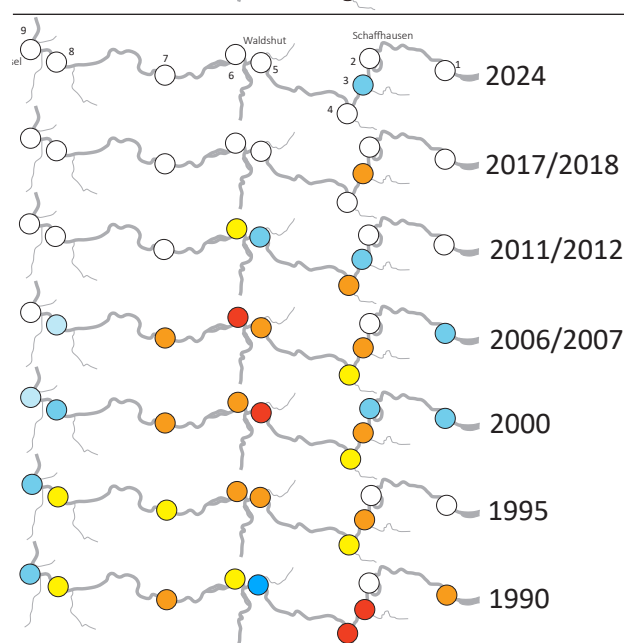
HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Simuliiden



Tanytarsini



Aphelocheirus aestivalis

Grundwanze

2.2.5 Rote Liste-Arten

Einige der im Hochrhein gefundenen Arten sind in den Roten Listen von Baden-Württemberg, ganz Deutschland und von der Schweiz aufgeführt [3],[4],[5],[14],[39],[20],[42],[51]. Da die Roten Listen teilweise schon einige Jahre nicht aktualisiert wurden, ist der Status mancher Arten diskutierbar (siehe Markierungen in Tab. 2.2).

Insgesamt wurden 2024 im Frühjahr 30 Arten der Roten Listen der Anrainer des Hochrheins gefunden. Manche dieser Arten kommen nur an einzelnen Stellen vor (bspw. *Valvata cristata* in Ellikon oder *Oecetis testacea* in Schweizerhalle), andere hingegen sind beinahe über den ganzen Hochrhein verbreitet (*Potamanthus luteus* und *Psychomyia pusilla*). In der vorherigen Kampagne (Frühjahr 2018) waren es ebenfalls 30 Arten.

Rote Liste-Arten halten sich gut im Hochrhein

Tab. 2.2: Rote Liste-Status, Vorkommen und Häufigkeitsklassen von MZB im Hochrhein 2024

Schweiz (CH):

RE – ausgestorben

CR – vom Aussterben bedroht

EN – stark gefährdet

VU – verletzlich

NT – potentiell gefährdet

Baden-Württemberg (BW):

0 – ausgestorben oder verschollen

1 – vom Aussterben bedroht

2 – stark gefährdet

3 – gefährdet

V – Vorwarnliste

Falls für einzelne Arten keine Rote Liste in BW existiert, wird auf die Liste von Deutschland zurückgegriffen.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000

Art		Rote Liste BW (DE)	Rote Liste CH	Mittlere Häufigkeitsklasse der Transekte									
				Hemishofen	Rheinau	Ellikon	Tössegg	Rietheim	Waldshut	Sisseln	Schweizerhalle	Basel	
<i>Pisidium amnicum</i>	Bivalvia		NT				II						
<i>Pisidium cf. henslowianum</i>	Bivalvia	V		I			I						
<i>Pisidium supinum</i>	Bivalvia		NT				II						
<i>Unio crassus*</i>	Bivalvia	1	CR				I						
<i>Planorbis carinatus</i>	Gastropoda	3		I	I	I							
<i>Theodoxus fluviatilis**</i>	Gastropoda		CR	IV							IV	V	
<i>Valvata cristata</i>	Gastropoda	V			I								
<i>Valvata piscinalis</i>	Gastropoda	V			I								
<i>Caenis pusilla</i>	Ephemeroptera	(0)	CR	III		I		I			I		
<i>Caenis rivulorum</i>	Ephemeroptera		EN						I				
<i>Ephemerella notata</i>	Ephemeroptera	(3)	CR	I		I		I					
<i>Potamanthus luteus</i>	Ephemeroptera	(3)		II	I		I	I	I	II		I	
<i>Torleya major</i>	Ephemeroptera		VU									I	
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Odonata	(V)							I				
<i>Leuctra braueri</i>	Plecoptera	(V)										I	
<i>Limnius volckmari/muelleri</i>	Coleoptera	(0/V)		IV		III	I	I	I	I	I	I	
<i>Macronychus quadrituberculatus</i>	Coleoptera	(3)										II	
<i>Riolus cf. cupreus</i>	Coleoptera	(V)						I	I	I		I	
<i>Stenelmis canaliculata</i>	Coleoptera	(2)				II							
<i>Agapetus laniger</i>	Trichoptera	2	VU			I							
<i>Brachycentrus subnubilus***</i>	Trichoptera	2	RE		IV	I	III	II	II	I	I	I	
<i>Glossosoma boltoni</i>	Trichoptera	2				I							
<i>Halesus cf. tessellatus</i>	Trichoptera		VU			I		I					
<i>Ithytrichia lamellaris/clavata</i>	Trichoptera	V/-	CR/EN						I				
<i>Lype reducta</i>	Trichoptera		NT					I					
<i>Mesophylax impunctatus</i>	Trichoptera	2			I	I							
<i>Oecetis testacea</i>	Trichoptera	2									I		
<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera	1		IV		VI	II	III	III	II	I	II	
<i>Setodes punctatus</i>	Trichoptera	1		I									
<i>Silo piceus</i>	Trichoptera		VU			III	I	I					
Anzahl Arten				9	5	12	9	10	8	5	6	9	

* Funde ausserhalb des quantitativen Monitorings

** Genotyp unklar ob heimisch oder Neozoon. Hemishofen: wahrscheinlich beide Typen, Schweizerhalle und Basel wahrscheinlich nur Neozoen (zugeordnet anhand Gehäusefärbungen).

*** Individuen waren aufgrund des Alters nicht auf Art bestimmbar, aber sehr wahrscheinlich *B. subnubilus*. In der Schweiz seit 2011 wieder zunehmend regelmässige Funde, daher nicht «ausgestorben».

Theodoxus fluviatilis wahrscheinlich nur in Hemishofen der heimische Genotyp

In den letzten Jahren haben einige Arten der Roten Listen im Hochrhein zugenommen. Vor allem die Dichten der **Gemeinen Kahnschnecke** (*Theodoxus fluviatilis*) haben stark zugenommen. Bei diesen Schnecken ist allerdings nicht eindeutig geklärt, ob die gefundenen Individuen dem heimischen Genotyp (F28) oder eingeschleppten Genotypen zugehörig sind, die aus dem Schwarzmeergebiet stammen. Mehrere der nachgewiesenen Individuen hatten Gehäusefärbungen, die von der der heimischen Individuen abweicht. Eine sichere Bestimmung kann allerdings nur durch genetischen Analysen erfolgen [15]. Anhand

der Gehäusefärbungen waren 2024 nur in Hemishofen Tiere dabei, die der Färbung von heimischen Schnecken zuzuordnen waren. Individuen in Schweizerhalle und Basel hatten ausschliesslich Färbungen, die auf einen gebietsfremden Ursprung hindeuten. In anderen aktuellen Studien zu den Populationen der Kahnschnecken im Rhein konnten sowohl heimische als auch eingewanderte Genotypen gefunden werden. Auch Hybriden der beiden Genotypen waren vorhanden, diese sind wahrscheinlich bereits 1-2 Generationen nach Einwanderung der neuen Genotypen entstanden. Der Anteil an den heimischen F28 Genotypen war letztendlich nur sehr gering. Es ist unwahrscheinlich, dass sich der heimische Genotyp von *T. fluviatilis* auf lange Sicht im Hochrhein halten kann [48]. Vor einigen Jahren wurde bereits ein starker Rückgang der heimischen Schnecke beobachtet, möglicherweise war sie nicht mehr an die vorherrschenden Umweltbedingungen angepasst. Eine Hybridisierung könnte zu einer besseren Anpassung der Art an die aktuellen Bedingungen geführt haben und dadurch auch eine langfristige Besiedlung des Hochrheins durch *T. fluviatilis* ermöglichen.

In Tössegg waren ausserhalb des quantitativen Monitorings mehrere Individuen der **Gemeinen Bachmuschel (*Unio crassus*)** zu finden. Diese leben bevorzugt im sandigen Bereich unterhalb der Schiffsanleger. Einige Individuen waren mit neozoischen Muscheln (*Dreissena rostriformis*) besetzt (Abb. 2.16 rechts). Sowohl in Baden-Württemberg als auch in der Schweiz ist die Art in den letzten Jahren stark zurückgegangen und mittlerweile vom Aussterben bedroht.

Grossmuschel *Unio crassus* bei Tössegg

Abb. 2.16: *Unio crassus*

Gemeine Bachmuschel (*Unio crassus*) in Tössegg 2024. Eine gefundene Muschel war mit einer adulten *Dreissena rostriformis* besiedelt.



Ehemals in der Schweiz ausgestorbene Köcherfliege *Brachycentrus subnubilus* wieder im Hochrhein und anderen grossen Flüssen

Eine besondere Art der Roten Liste der Schweiz ist die Köcherfliege ***Brachycentrus subnubilus***. Diese kam Anfang des 19. Jahrhunderts noch in den meisten grossen Flüssen des Mittellandes der Schweiz vor und konnte letztmals 1916 in Rheinau nachgewiesen werden [4]. In der Roten Liste wurde sie daher als ausgestorben deklariert (Stand 2010). Nachdem kurz darauf, im Jahr 2011, erstmals wieder ein Fund in der Thur im Toggenburg gelang, kamen weitere Fundmeldungen hinzu. Mittlerweile ist sie wieder in einigen Flüssen der Nord-Schweiz zu finden wie Hochrhein, Aare und Thur und scheint sich wieder auszubreiten [38],[25]. Auch Käferarten wie *Stenelmis caniculata* und *Macronychus quadrituberculatus* kommen seit 2017/18 häufiger im Hochrhein vor.

Neben der Ausbreitung von manchen Arten kamen auch neue Funde hinzu. So konnte zum Beispiel die Steinfliege *Leuctra braueri* zum ersten Mal im Rahmen des Hochrhein-Monitorings in Basel gefunden werden. Dieser Fund ist erfreulich, aber eher ungewöhnlich, da Basel stets einen sehr geringen Anteil an EPT-Arten aufweist. Bei den Köcherfliegen sind 2024 *Oecetis testacea* und *Ithytrichia lamellaris/clavata* neu hinzugekommen, erstere gilt in Baden-Württemberg als stark gefährdet. Die Art *I. lamellaris* ist in der Schweiz vom Aussterben bedroht, die Schwesterart *I. clavata* gilt bereits als ausgestorben, der Fund im Hochrhein bei Waldshut (Taucher Mitte) ist daher unerwartet.

Ein Rückgang der Dichten ist vor allem bei den Eintagsfliegen *Caenis pusilla* und *Potamantus luteus* zu beobachten. Beide Arten kamen 2012 und 2018 noch in sehr hohen Dichten von teilweise über 500 Ind./m² vor. 2024 hingegen lagen die Dichten beider Arten unter 50 Ind./m².

Nicht mehr zu finden waren die Köcherfliegen *Agapetus laniger* und *Mesophylax impunctatus*, diese kamen in den vergangen zwei Kampagnen noch in geringen Dichten vor. Ein vollständiger Verlust der beiden Arten im Hochrhein ist noch unwahrscheinlich, kann aber über die nächsten Jahre nicht ausgeschlossen werden.

Insgesamt ist im Hochrhein von 2012-2024 ein gutes Vorkommen von gefährdeten Arten zu beobachten.

2.2.6 Das Makrozoobenthos als Indikator des Gewässerzustands

Die grossen Flüsse der Schweiz nehmen für die Gewässerbewertung eine Sonderstellung ein, da nicht für alle Lebensgemeinschaften standardisierte Bewertungsmodul vorliegen. Dies betrifft unter anderem das Makrozoobenthos. Die bestehende Methode zur Bewertung von Makrozoobenthos [7] ist nur für bewatbare Gewässer vorgesehen und geeignet. Fliessgewässer wie der Hochrhein sind explizit ausgenommen. Daher lassen sich für grosse Flüsse derzeit noch keine einfachen standardisierten Gütebewertungen vornehmen. Davon unabhängig gibt es eine lange Erfahrung beim Monitoring des Makrozoobenthos grosser Flüsse der Schweiz, die auch in die mittlerweile gestoppte Entwicklung neuer Bewertungsmethoden eingehen sollte [28]. Im Folgenden wird auf einzelne Indikatoren/Metries eingegangen, die zur Beurteilung des Gewässerzustands herangezogen werden können.

Saprobienindex

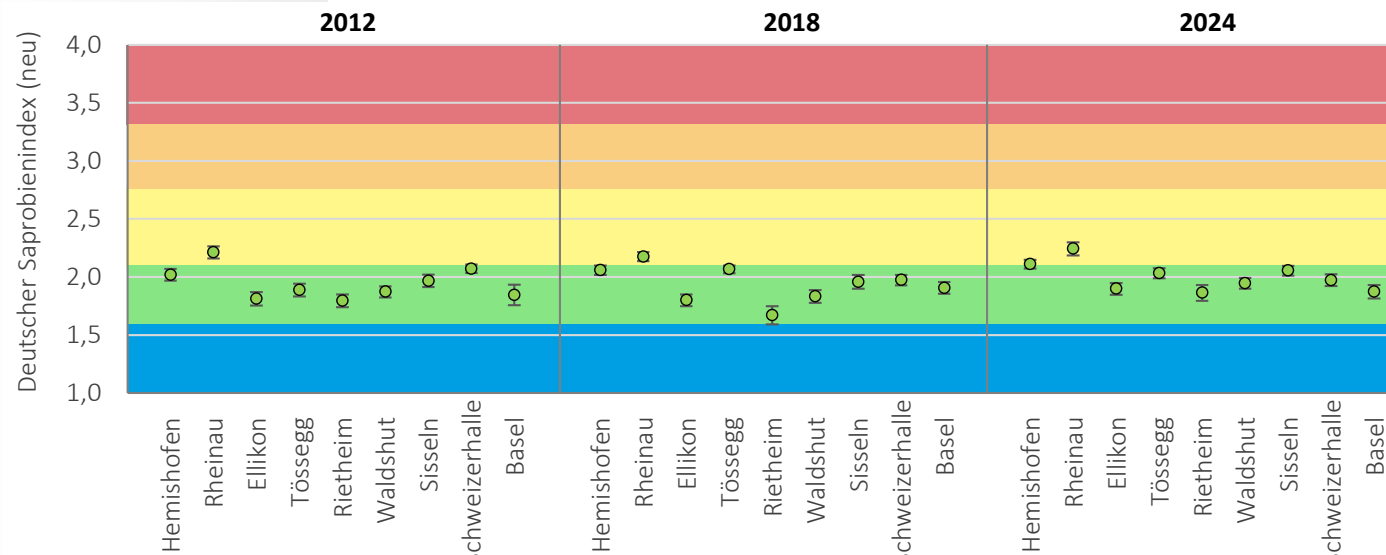
Der Saprobienindex soll die organische Belastung eines Fliessgewässers anhand der Benthosbesiedlung anzeigen. Er ist allerdings für die Beurteilung kleiner Flüsse entwickelt und zeigt auch teilweise andere Einflüsse an. So können Nutzungen, die ins Abflussgeschehen oder die Substratverhältnisse eingreifen, die Ergebnisse verschieben. Dies gilt insbesondere bei geringer organischer Gewässerbelastung, wenn anspruchsvolle Arten durch ungeeignetes Substrat, unregelmässige Wasserführung oder mangelnde Strömung an einer Besiedlung gehindert werden. Diese Einschränkungen können auch auf Abschnitte des Hochrheins zutreffen.

Abb. 2.17: Saprobienindex

«Deutscher Saprobienindex (neu)» mit Streuungsmass über die untersuchten Transekte im Hochrhein in den Jahren 2012, 2018 und 2024 (Frühjahr).

Farben: Bewertung nach Perloides (Gewässertyp 4, Grosse Flüsse des Alpenvorlandes)

blau: sehr gut
grün: gut
gelb:mässig
orange:unbefriedigend
rot: schlecht



Saprobienindex im Rhein durchschnittlich «gut».
Seeabfluss und Stillwasserbereich knapp «mässig»

Der durchschnittliche Saprobienindex im Hochrhein liegt bei den vergangenen drei Kampagnen knapp unter und um 2,0 (Abb. 2.17). Mangels Bewertungsmodul für die Schweiz wird auf die Bewertung mittels Perloides von Baden-Württemberg zurückgegriffen. Die Werte im Hochrhein liegen grösstenteils im «guten» Bereich. Im Jahr 2024 sind nur Rheinau mit 2,4 und Hemishofen mit 2,1 knapp «mässig». Generell am schlechtesten schneiden die Probestellen Hemishofen und vor allem Rheinau ab. Hemishofen ist durch den Seeausfluss des Bodensees geprägt und erreicht durch die so beeinflusste Artenzusammensetzung

natürlicherweise höhere Werte. Rheinau hingegen umfasst einen weitläufigen Stillwasserbereich, auch dieser führt zum Vorkommen von Arten, die für Fließgewässer teilweise eher untypisch sind und zu einem schlechteren Index führen. Ab Ellikon ist der Fließcharakter wieder ausgeprägter und führt zu einem niedrigeren Saprobienindex. Alle weiteren Stellen sind eher unauffällig und zeigen keine besonderen organischen Belastungen, wie zum Beispiel Einleitungen von Kläranlagen, an.

Biozönotische Region

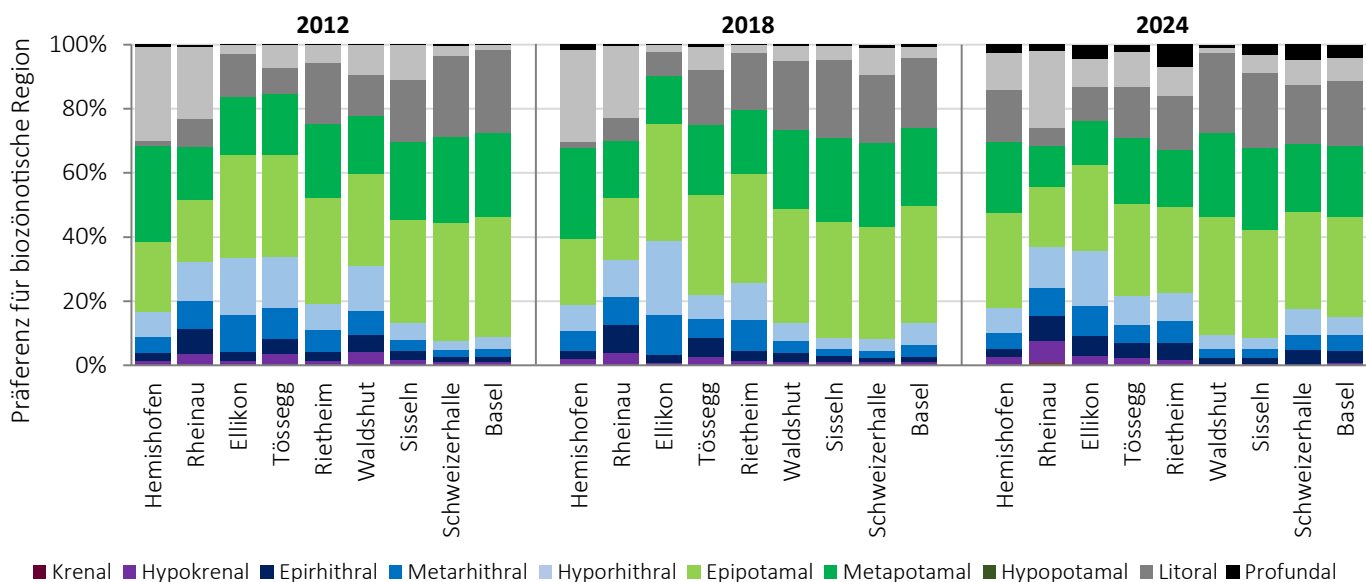
Im Längsverlauf eines Fließgewässers ändern sich typischerweise Höhenstufe, Gewässerbreite, Tiefe, Gefälle, Abfluss, Temperaturverhältnisse und weitere Parameter. Damit ändert sich auch die jeweils resultierende Flusscharakteristik und deren daran angepasste Lebensgemeinschaft. Dies hat zur Definition von aufeinander folgenden biozönotischen Regionen geführt. Diese übliche Abfolge kann dabei durch Seen, Gefällestufen, aber auch durch Eingriffe verändert sein. Begradigungen, Ausleitungen und Schwallenfluss führen zu einer Rhithralisierung der Gemeinschaft. Aufstauungen, ein Seeabfluss, organische Belastungen oder fehlende Geschiebedynamik führen dagegen zu einer Potamalisierung. Für die Charakterisierung eines Gewässerabschnitts werden die dort gefundenen Arten entsprechend ihrer Präferenzen für eine oder mehrere biozönotische Regionen nach einem 10-Punkte-System eingeordnet. Für einige Neozoen liegen noch keine Langzeiterfahrungen zur Einstufung bezüglich einzelner Gilden vor (bspw. *Crangonyx pseudogracilis* und *Proasellus coxalis*). Daher können grössere Vorkommen von solchen eventuell noch unpassend oder nicht eingestuften Arten zu Verschiebungen führen.

Insgesamt indiziert ein Grossteil des Makrozoobenthos des Hochrheins Präferenz für potamale Bereiche (Abb. 2.18). Ungewöhnlich sind die Ergebnisse der Stelle Rheinau. Dort wäre aufgrund des Stillwasserbereiches ein besonders hoher potamaler Anteil zu erwarten, 2018 und 2024 war aber auch der krenale/rhithrale Anteil erhöht. Neben der noch ungenauen Einstufung von Neozoen wird dieser Anteil vor allem durch Arten ausgemacht, die auch stärkere Strömungen tolerieren, wie beispielsweise der Flohkrebis *Gammarus roeselii*. Dieser macht einen hohen Anteil der Individuendichte in Rheinau aus und lässt sich biozönotische Regionen vom Hypokrenal bis hin zum Littoral zuordnen. Gleiches trifft auf die Zuckmückenlarve *Microtendipes* zu. Sie hat ihren Verbreitungsschwerpunkt zwar im Littoral, kann allerdings auch im Krenal vorkommen. Da in Rheinau die Besiedlungsdichte insgesamt geringer ist als an den anderen Stellen, kann die Auswertung der biozönotischen Region von höheren Vorkommen einzelner Arten stärker beeinflusst werden als an den anderen Stellen. Der Befund ist daher bei Rheinau als ein methodisches Artefakt anzusehen. Daneben sind seit 2012 im Hochrhein keine weiteren auffälligen Stellen zu erkennen.

Stillwasserbereich bei Rheinau überrascht mit höherem Anteil rhithraler Arten

Abb. 2.18 Biozönotische Region

Benthoszusammensetzung des Hochrheins nach Zugehörigkeit zu einer biozönotischen Region in den Jahren 2012, 2018 und 2024 (Frühjahr).



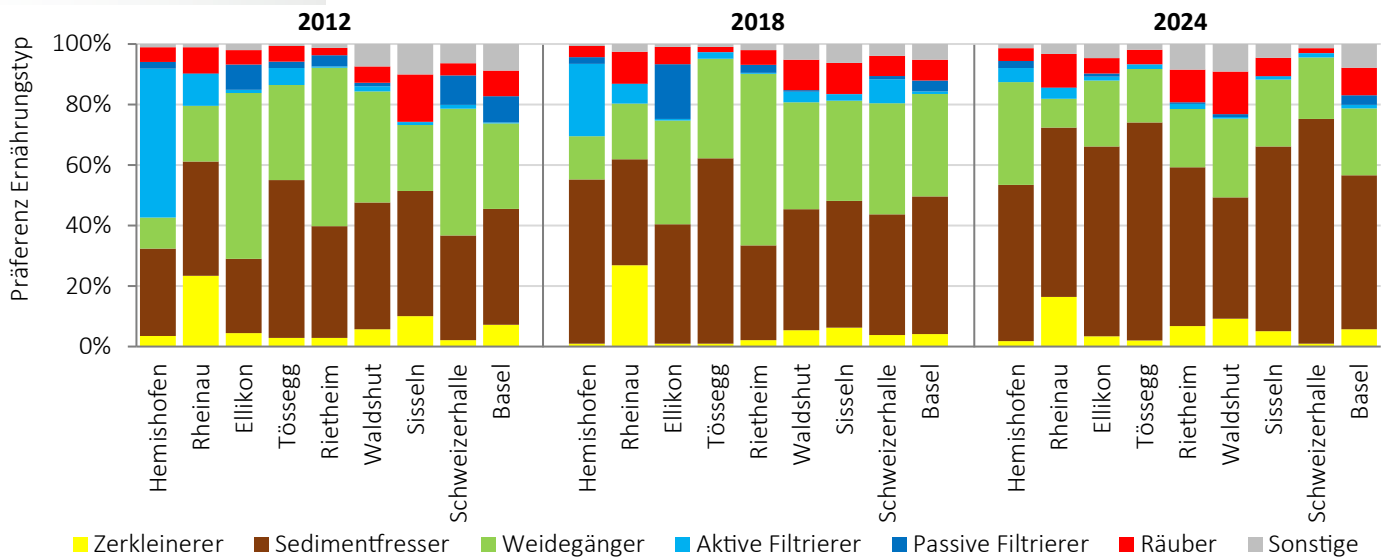


Abb. 2.19: Ernährungstypen
Benthoszusammensetzung
des Hochrheins nach Präferenz
für Ernährungstypen in den
Jahren 2012, 2018 und 2024
(Frühjahr).

**Keine Rhithralisierung des
Hochrheins, eher Zunahme
von Arten des Profundals**

**Sedimentfresser und
Weidegänger dominieren
die Ernährungstypen des
Hochrheins**

**20 verschiedene Neozoen
im Hochrhein, ihr Anteil an
der Dichte sinkt**

Aufgrund der Beeinflussung von Gewässern durch den Menschen (beispielsweise durch Kanalisierungen) kommt es in Fließgewässern oft zu einer «Rhithralisierung». Beim Hochrhein wäre dies für den kanalisierten unteren Teil möglich. In den letzten Jahren war dies für das MZB-Vorkommen nicht zu beobachten. Stattdessen hat 2024 ein Anstieg des Anteils potamaler Arten stattgefunden. Dieser wird vor allem durch einen grösseren Anteil von Wenigborstern und Zuckmückenlarven (zu Zweiflüglern) verursacht.

Ernährungstypen

Auch die in der Benthosbiozönose unterscheidbaren Ernährungstypen lassen Schlüsse auf die im Gewässer vorkommenden ökologischen Bedingungen zu. So gehören zum Rhithral viele typische Weidegänger, zum einen zahlreiche Eintagsfliegenarten, zum anderen auch Schnecken. Diese ernähren sich vom Algenaufwuchs auf Steinen. Ihr Anteil kann zurückgehen, wenn dünne Algenrasen durch lange fädige Algen verdrängt oder durch Sand und Feinmaterial überdeckt werden. Flohkrebse hingegen zerkleinern grobes organisches Material wie Blätter und gehören damit zur Gruppe der «Zerkleinerer». Für die Auswertung werden die meisten Arten nicht nur einem Typus, sondern entsprechend ihren Lebensgewohnheiten nach einem 10-Punkte-System mehrerer Typen zugeordnet.

Die häufigsten Ernährungstypen des Makrozoobenthos im Hochrhein sind Sedimentfresser und Weidegänger (Abb. 2.19). Insgesamt ist der relative Anteil an Sedimentfressern im ganzen Hochrhein gestiegen. Diese Entwicklung geht auch mit der Zunahme an Zuckmückenlarven und Wenigborstern einher, welche beide diesem Ernährungstyp zugehörig sind. Auffällig ist auch der hohe Anteil aktiver Filtrierer in Hemishofen, der bis 2024 aber deutlich abgenommen hat. Die aktiven Filtrierer werden und wurden dort hauptsächlich durch Muscheln der Gattung *Dreissena* ausgemacht. Die derzeitige Abnahme des Ernährungstyps ist daher auch auf den Rückgang der Dichte dieser Arten zurückzuführen. In Rheinau war der Anteil an Zerkleinerern im Vergleich zum restlichen Hochrhein während aller Kampagnen erhöht. Dort kommen aufgrund des Stillwasser-Charakters bestimmte Arten wie der Flohkrebs *Gammarus roeselii* häufiger vor als im restlichen Hochrhein. Dieser macht in Rheinau einen grossen Anteil der Zerkleinerer aus.

2.2.7 Neozoen

Bereits seit 1995 haben sich vermehrt gebietsfremde Arten im Hochrhein etabliert. Im Rahmen der Untersuchungskampagne 2024 wurden 20 verschiedene wirbellose Neozoen-Arten nachgewiesen, eine vergleichbare Zahl wie in den vorhergehenden zwei Untersuchungskampagnen. Die häufigsten Gruppen waren Schalentiere (Schnecken und Muscheln) und Krebstiere. Im Jahr 2024 konnten einzelne dieser Neozoen nicht mehr in den Hochrhein-Proben gefunden werden, die zuvor noch vorhanden waren. Darunter fallen

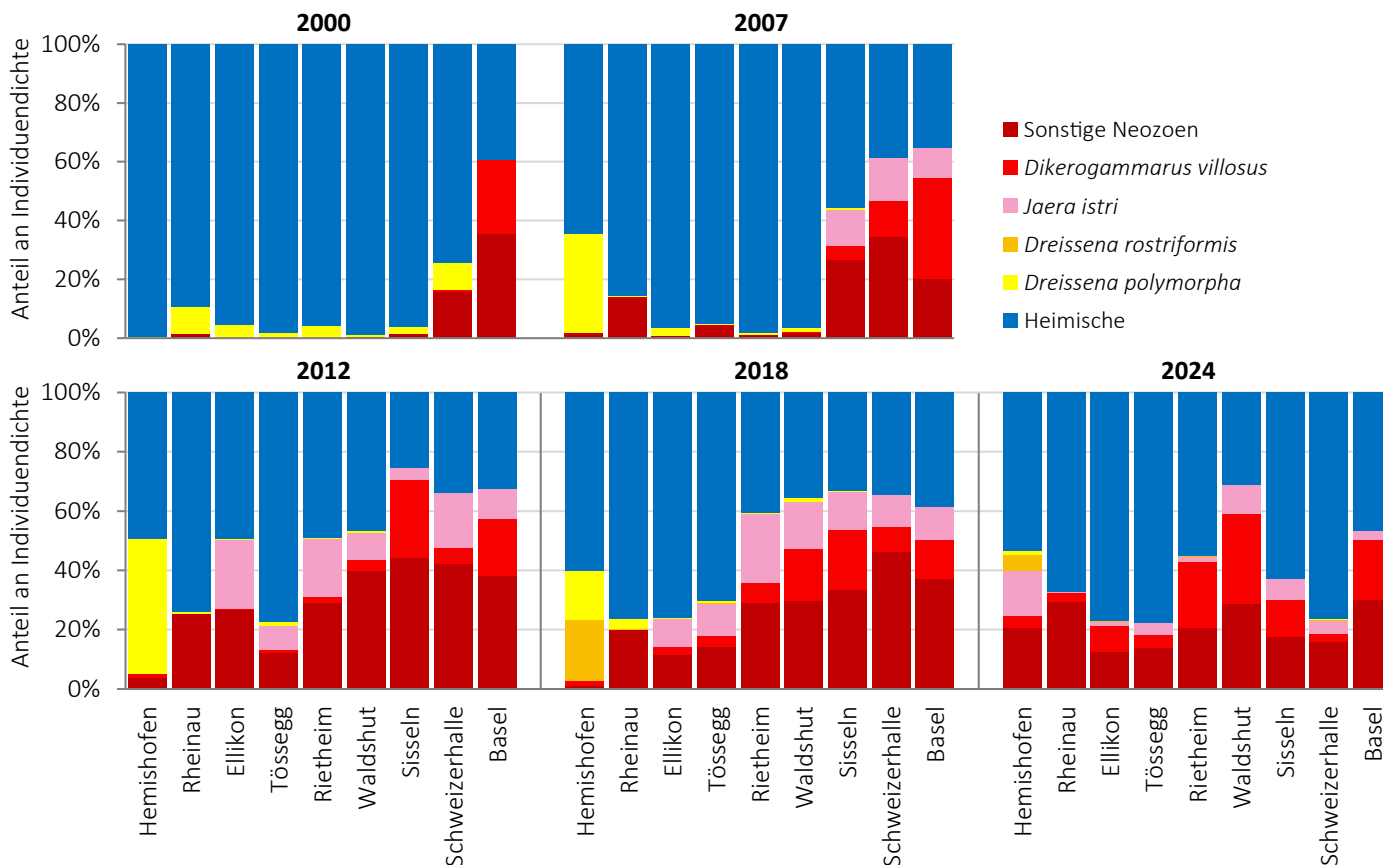


Abb. 2.20: Anteil Neozoen

Anteil von angestammten Arten und Neozoen an den Individuendichten im Hochrhein in den Jahren 2012, 2018 und 2024 (Frühjahr).

unter anderem die **Gefleckte Schwebegarnele** (*Katamysis warpachowskyi*) oder die **Italienische Sumpfdeckelschnecke** (*Viviparus ater*). Beide auch schwer zu beprobenden Arten waren auch bereits zuvor selten und unauffällig im Hochrhein.

Während der Anteil von Neozoen an der Gesamtbesiedlungsdichte des Hochrheins in den letzten Jahren immer weiter angestiegen war, scheint er 2024 wieder leicht rückläufig (Abb. 2.20). Neben der Abnahme von Neozoen kann auch eine Zunahme heimischer Arten das relative Verhältnis zwischen beiden verschieben. So ist die Dichte der heimischen Wenigborster in Schweizerhalle auf 2024 im Vergleich zu 2018 sehr stark angestiegen und führte lokal zum relativen, nicht aber tatsächlichen «Rückgang» von Neozoen an diesem Transekt. Ein weiterer Grund für den Rückgang von Makrozoobenthos-Neozoen unterhalb von Waldshut könnten die eingewanderten Schwarzmundgrundeln sein. Diese leben bodenassoziiert auf steinigem Untergrund und ernähren sich vor allem von Makrozoobenthos und Jungfischen. Da sie zudem im bevorzugten Habitat vor allem von Flohkrebse leben, konnten sie deren Bestand sicher beeinflussen. Dort vorkommende Flohkrebse sind fast ausschliesslich neozoischen Ursprungs.

Die mittleren Dichten der **Donauassel** (*Jaera istri*) waren von den hohen Dichten 2018 auf 2024 wieder rückläufig (Gesamter Hochrhein 2018: 1368 Ind./m²; 2024: 797 Ind./m²). Die nur wenige Millimeter grosse Assel kommt bereits seit über 25 Jahren im Hochrhein vor und tritt im Hochrhein an den meisten Stellen in enormen Dichten auf. In einer früheren Kampagne (2011/12) wurde sie an einzelnen Stellen in mittleren Dichten von über 10 000 Ind./m² gefunden (Abb. 2.23 zeigt maximale Dichten pro Transekt). Im Frühjahr 2024 waren ihre mittleren Dichten an den meisten Probestellen deutlich geringer. Lediglich in Hemishofen gab es noch Massenvorkommen (3359 Ind./m²). An dieser Stelle trat sie 2024 dafür zum ersten Mal im Rahmen des MZB-Monitorings auf. Bei der Einwanderung einer gebietsfremden Art in ein neues Gebiet durchläuft sie meist verschiedene Phasen. Eine davon ist die Massenvermehrung an der Ausbreitungsfront (siehe Hemishofen 2024), welche beispielsweise aufgrund fehlender Räuber oder Konkurrenten stattfinden kann. Danach pendelt sich die Population meist auf einem niedrigeren Niveau ein. Diese Phase könnte bei allen anderen

Donauassel erreicht erstmals Hemishofen, ihre Massenvorkommen gehen zurück

Stellen bereits erreicht sein. Allerdings unterliegen die Dichten von Neozoen natürlichen Schwankungen, daher kann ein erneuter Anstieg der Donauassel-Dichten an den verschiedenen Stellen des Hochrheins nicht ausgeschlossen werden. Unklar ist, ob die Besiedlung in Hemishofen durch einen Aufstieg von Rheinau aus geschehen ist, oder ob sie über den Bodensee kamen. Im Seerhein bei Konstanz wurde sie im Frühjahr 2024 im Rahmen des Neozoenmonitorings der IGKB ebenfalls zum ersten Mal festgestellt, bei den Uferproben im gesamten Untersee allerdings nicht.

Der zwischen 1997 und 1999 eingewanderte **Grosse Höckerflohkrebs** (*Dikerogammarus villosus*) kommt weiterhin in hohen Dichten und im gesamten Hochrhein verbreitet vor. Vor allem in Rietheim, Waldshut und Basel machte er 2024 einen grossen Anteil des Makrozoobenthos aus und erreichte Dichten von bis zu 4 356 Ind./m². Durch sein invasives Verhalten hat er das heimische Makrozoobenthos zurückgedrängt [22],[46].

Ein weiteres im Jahr 2000 aufgetauchtes Neozoon ist der **Kleine Höckerflohkrebs** (*Dikerogammarus haemobaphes*). Mittlerweile sind keine Funde mehr von *D. haemobaphes* im Hochrhein zu verzeichnen, möglicherweise konnte er sich letztendlich nicht etablieren oder er wurde, wie auch die heimischen Flohkrebse, durch *D. villosus* wieder zurückgedrängt.

Der **Granataugen-Flohkrebs** (*Echinogammarus ischnus*) kam bis 2018 für mehrere Jahre nur in Basel und Schweizerhalle vor. Bis 2024 breitete er sich weiter aus und besiedelt den Hochrhein nun von Basel bis zur Einmündung der Aare in Waldshut. In der Aare ist er seit 2022 zu finden. Seit 2021 hat *E. ischnus* auch den Bodensee erreicht und sich in diesem stark ausgebreitet, eine ähnliche Entwicklung wird daher auch für den oberen Teil des Hochrheins erwartet. Es ist möglich, dass die heimischen Flohkrebse durch seine Ausbreitung noch weiter unter Druck gesetzt werden.

Insgesamt kommen im Hochrhein drei verschiedene **Schlickkrebse** vor: *Chelicorophium robustum*, *Chelicorophium sowinskyi* und *Chelicorophium curvispinum*. Alle drei Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt von Basel bis Schweizerhalle und haben sich vermutlich vom Oberrhein her ausgebreitet. Obwohl in Sisseln schon gelegentlich Exemplare gefunden wurden, scheinen sie bisher nicht weiter im Hochrhein aufzusteigen. Vor allem *C. robustum* hatte einen starken Anstieg der Dichten von 2018 zu 2024. Danach hat sich ein Gleichgewicht zwischen *C. robustum* und *C. sowinskyi* eingestellt. *C. curvispinum*, als erster Vertreter seit 1995 im Hochrhein nachgewiesen, kommt im Hochrhein nur noch selten vor.

Neu hinzugekommen im Hochrhein ist der **Aufrechte Flohkrebs** (*Crangonyx pseudogracilis*), eine das Stillwasser bevorzugende Art, die bereits seit einigen Jahren im Bodenseegebiet (Bodensee und teilweise umliegende Seen) und auch in anderen Seen der Schweiz vorkommt (z.B. Greifensee, Pfäffikersee). Der Anstieg des Neozoen-Anteils in Rheinau wurde von dieser Art verursacht. In den meisten Gewässern tritt er letztlich nur in geringen Dichten auf und verhält sich unauffällig, eine ähnliche Entwicklung wird auch im Hochrhein erwartet.

Die erstmals 2017 im Hochrhein nachgewiesene **Quagga-Muschel** (*Dreissena rostriformis*) hat diesen vom Bodensee aus besiedelt und bereits in anderen Gewässern ein hoch invasives Verhalten gezeigt. Wie erwartet, kam es auch im Hochrhein innerhalb eines Jahres zu einer schnellen Ausbreitung und lokalen Massenvorkommen, vor allem in Hemishofen. Diese zeitweise sehr hohen Dichten waren auf 2024 zwar rückläufig, von 5718 Ind./m² im Jahr 2018 auf zuletzt 1238 Ind./m², gleichzeitig stellen Auflandungen von leeren Muschelschalen ebenfalls in Hemishofen ein zunehmend grosses Problem dar. Mittlerweile wird sogar die Schifffahrt beeinträchtigt. Ob der beobachtete Rückgang an lebenden Tieren Bestand hat oder eine kurzzeitige Schwankung darstellt werden zukünftige Untersuchungen zeigen. Eine ähnliche Verteilung der Muscheldichten im Längsverlauf des Hochrheins wurde zuvor auch schon bei ihrer Schwesterart der **Dreikantmuschel** (*Dreissena polymorpha*) beobachtet. Muscheln der Gattung *Dreissena* breiten sich über freischwimmende Larven aus, die in Flüssen sehr schnell verdriftet werden. Daher sind hohe Dichten in Fliessgewässern fast

**Granataugen-Flohkrebs
breitet sich von Basel aus
bis Waldshut**

**Aufrechter Flohkrebs neu
im Hochrhein bei Rheinau
und Ellikon**

**Beobachtete Dichte anle-
benden Quagga-Muscheln
in Hemishofen in 2024
geringer als 2018**

immer nur möglich wenn es einen regelmässigen Zulauf von Larven aus angeschlossenen Stillgewässern mit Muschelbesiedlung gibt. Im Hochrhein scheint diese Larvenfracht vor allem aus dem Bodensee zu stammen, flussabwärts von Hemishofen wurden sie überall seltener gefunden. Die höchste mittlere Dichte erreichte die Quagga-Muschel unterhalb Hemishofen im Jahr 2024 mit 51 Ind./m² in Schweizerhalle.

Die aus Südostasien stammende **Asiatische Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*)** besiedelt den Hochrhein bereits seit 1995. Seitdem hat sie sich kontinuierlich flussaufwärts ausgebreitet und 2024 erstmals Hemishofen erreicht. Alternativ kann sie auch vom Bodensee eingewandert sein. Ihre früheren Massenvorkommen sind zurückgegangen. Ihren Verbreitungsschwerpunkt hat sie mittlerweile im oberen und mittleren Hochrhein.

Eine Besonderheit im Hochrhein ist die **Gemeine Kahnschnecke (*Theodoxus fluviatilis*)**. Seit ca. 2004 galt sie dort als verschollen. Mittlerweile besiedelt sie erneut sowohl die untersten Stellen Basel und Schweizerhalle, als auch die oberste Stelle am Bodenseeaussfluss bei Hemishofen. Seit ihrer Rückkehr in den Hochrhein vor wenigen Jahren konnten heimische aber auch gebietsfremde Genotypen aus dem Schwarzmeergebiet nachgewiesen werden [15],[48]. Anhand der Schalenfärbung konnten die Individuen in Basel und Schweizerhalle ausschliesslich eingewanderten Genotypen zugeordnet werden, in Hemishofen kam grösstenteils der heimische Genotyp vor (siehe auch Kapitel 2.2.5 «Rote Liste-Arten»).

Neben den beschriebenen, oft invasiv auftretenden Arten gibt es auch zahlreiche gebietsfremde Arten, die sich relativ unauffällig in die heimische Lebensgemeinschaft eingefügt haben.

Die **Spitze Blasenschnecke (*Haitia acuta/heterostropha*)** kommt bereits seit dem 19. Jahrhundert in der Westschweiz vor und zeigte bisher keine Auffälligkeiten. Die hinsichtlich Wasserqualität sehr tolerante Schnecke war zweitweise weit über den Hochrhein verbreitet, kam 2024 allerdings nur noch in geringen Dichten in Hemishofen und Rheinau vor.

Schon vor Beginn des regelmässigen Hochrhein Monitorings 1990 erreichte die **Neuseeländische Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*)** diesen und breiteten sich dort aus. Sie füllte eine zuvor nicht genutzte ökologische Nische aus und bildete schnell Massenvorkommen (Besiedlungshöhepunkt 2011/12). Sie scheint allerdings keinen negativen Einfluss auf andere Arten ausgeübt zu haben. Zwischenzeitlich gingen ihre Dichten wieder etwas zurück. 2024 kam sie im Hochrhein nur von Sisseln bis Hemishofen vor.

Der aus dem Schwarzmeergebiet stammende **Süswasser-Borstenwurm (*Hypania invalida*)** erreichte den Hochrhein um das Jahr 2000. Er bevorzugt langsam fliessenden Gewässerabschnitte und baut dort seine Wohnröhren aus Feinsubstrat. Seine beobachtete Verbreitungsgrenze lag bisher bei Sisseln, 2024 konnte er allerdings erstmals in einer Taucherprobe bei Waldshut nachgewiesen werden. Insgesamt sind die Dichten jedoch etwas zurückgegangen. *H. invalida* zeigte weder im Hochrhein noch in anderen Gewässern (z.B. Bodensee seit 2020 [2]) ein auffälliges Verhalten.

Der im Feinsubstrat lebende Kiemenwurm ***Branchiura sowerbyi*** wird seit Beginn des Hochrheinmonitorings in den 1990er-Jahren im oberen und mittleren Hochrhein beobachtet. Nachdem er sich zwischenzeitlich bis Basel ausgebreitet hatte, hat sich sein Verbreitungsgebiet danach auf den Abschnitt von Hemishofen bis Sisseln eingegrenzt, daran hat sich auch 2024 nichts geändert.

Der parasitisch lebende Fischegel ***Caspiobdella fadejewi*** ist seit den 2000er-Jahren im Hochrhein zu finden. Meist trat er nur an wenigen Stellen und in sehr geringen Dichten auf. Auch in anderen Gewässern der Schweiz, wie beispielsweise der Aare, wurde er bereits nachgewiesen und war bisher überall unauffällig.

Auch der Bestand weiterer Neozoen ist zurückgegangen, darunter zum Beispiel die sich allgemein unauffällig verhaltende **Tigerplanarie (*Dugesia tigrina*)** oder die hauptsächlich im Stillwasser bei Rheinau vorkommende Assel ***Proasellus coxalis***. Auch die zwischenzeitlich in mittleren und teils hohen Dichten (Rheinau) vorkommende Schwebegarnele ***Limnomysis benedeni*** kommt nur noch vereinzelt vor. Die beiden letzten Arten besiedeln normalerweise

Kahnschnecken in Basel und Schweizerhalle vermutlich ausschliesslich gebietsfremder Genotyp

Süswasser-Borstenwurm breitet sich aus, aber geringere Dichten als 2018

Auch Dichte anderer Neozoen teilweise rückläufig

se vor allem Stillgewässer. Auch die Bestände des seit Jahrzehnten in Süddeutschland etablierten **Fluss-Flohkrebs (*Gammarus roeselii*)** sind weiterhin im Hochrhein am Sinken.

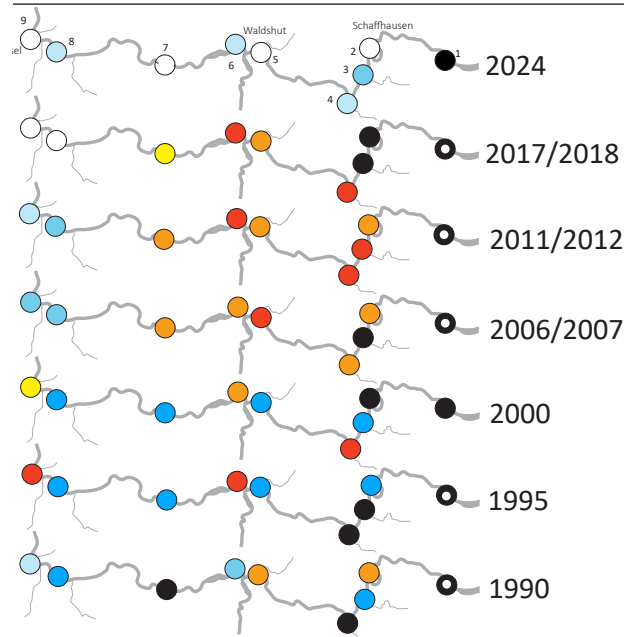
Verbreitung relevanter gebietsfremder Taxa seit 1990

Im Folgenden werden ausgewählte, im Hochrhein im Jahr 2024 nachgewiesene Neozoen dargestellt. Dabei wird ihre Verbreitung und Häufigkeit mit denen der Untersuchungen seit 1990 verglichen. Die Dichten der jeweils besprochenen Taxa werden in Häufigkeitsklassen dargestellt.

Abbildung 2.21: Wichtige Neozoen im Hochrhein: Muscheln (*Bivalvia*)

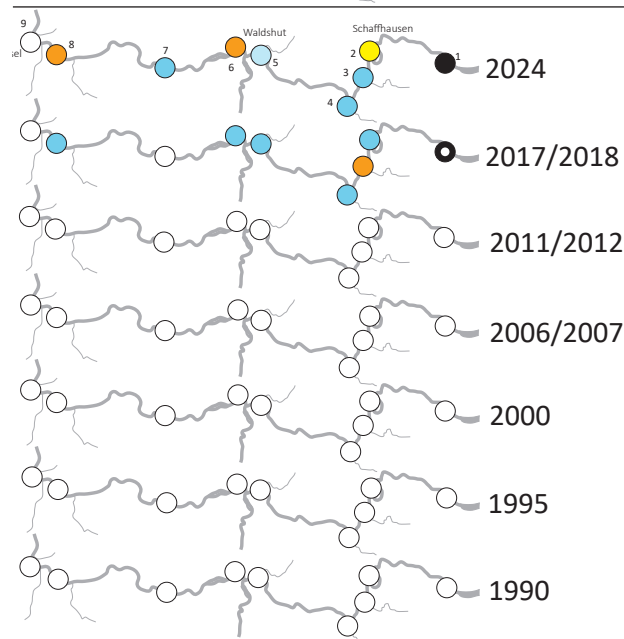
Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Dreikantmuschel
Dreissena polymorpha

stark invasiv



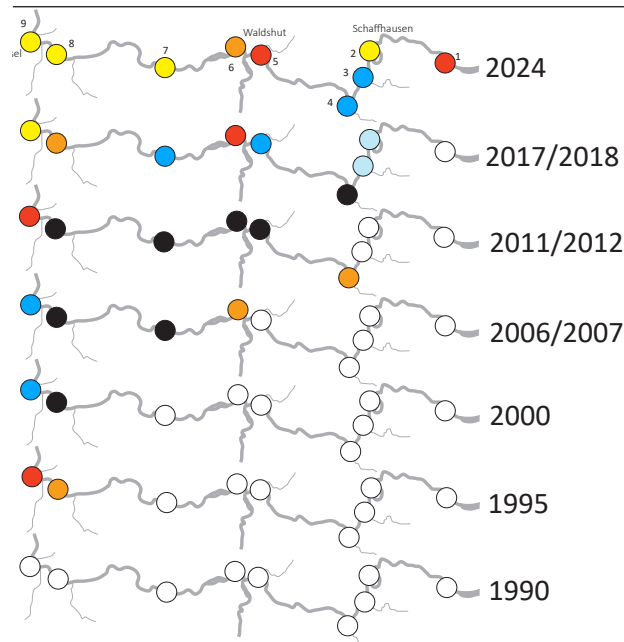
Quagga-Muschel
Dreissena rostriformis bugensis

stark invasiv

Abbildung 2.22: Wichtige Neozoen im Hochrhein: Muscheln (Bivalvia II)

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



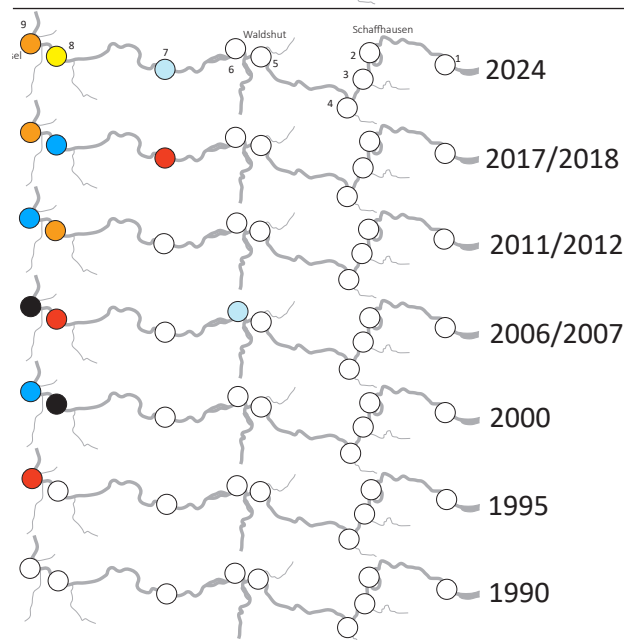
Asiatische Körbchenmuschel
Corbicula fluminea

stark invasiv

Abbildung 2.23: Wichtige Neozoen im Hochrhein: Krebstiere (Crustacea) 1

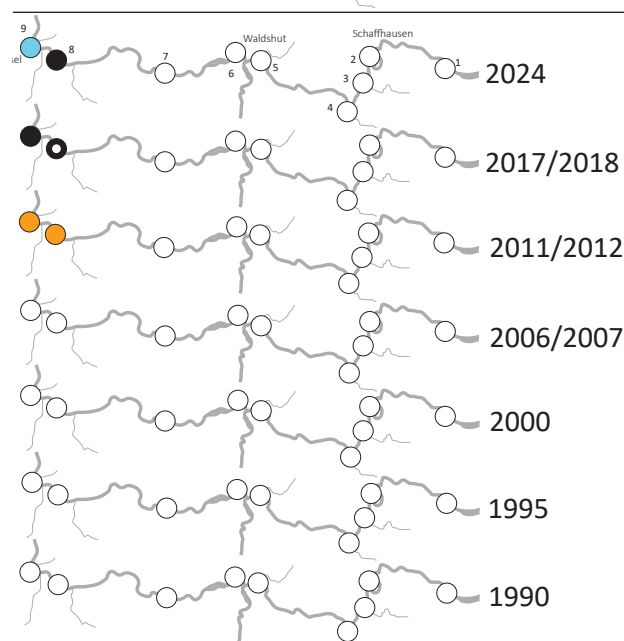
Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Chelicorophium curvispinum/sowinskyi
Schlickkrebse

invasiv



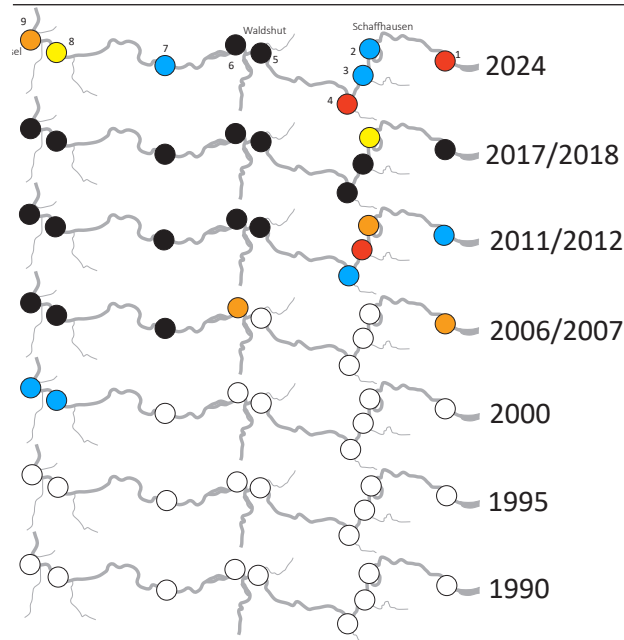
Chelicorophium robustum
Schlickkrebse

invasiv

**Abbildung 2.24: Wichtige
Neozoen im Hochrhein:
Krebstiere (Crustacea) 2**

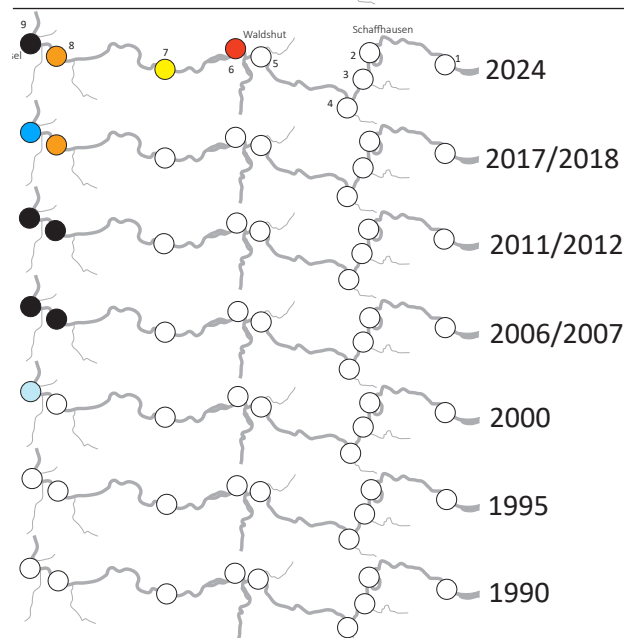
Vergleich der maximalen
Besiedlungsdichten zwischen
1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



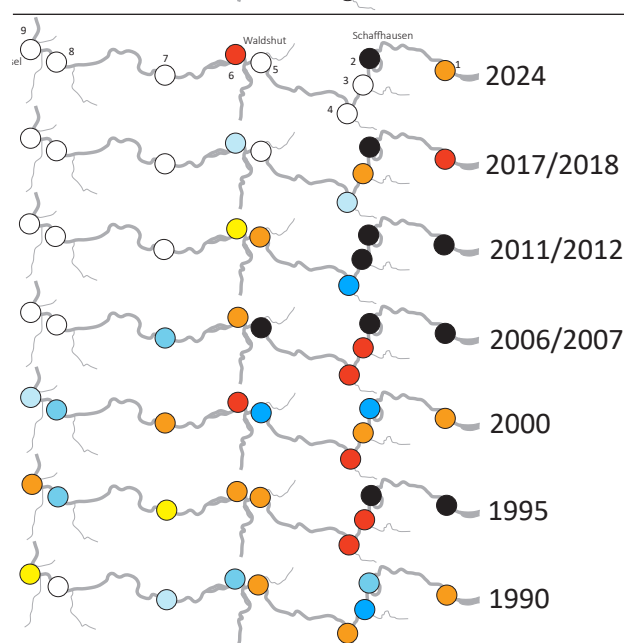
Groscher Flohkrebis
Dikerogammarus villosus

stark invasiv



Echinogammarus ischnus
Granataugen-Flohkrebis

stark invasiv



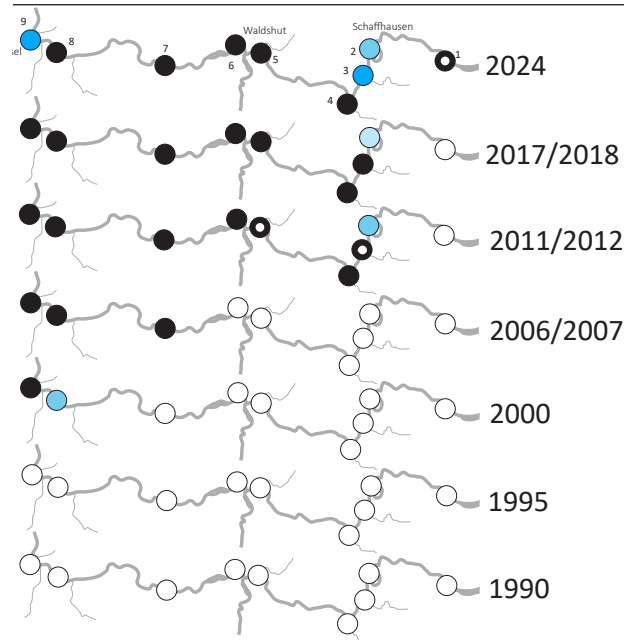
Gammarus roeselii
Fluss-Flohkrebis

invasiv

Abbildung 2.25: Wichtige
Neozoen im Hochrhein:
Krebstiere (Crustacea) 3

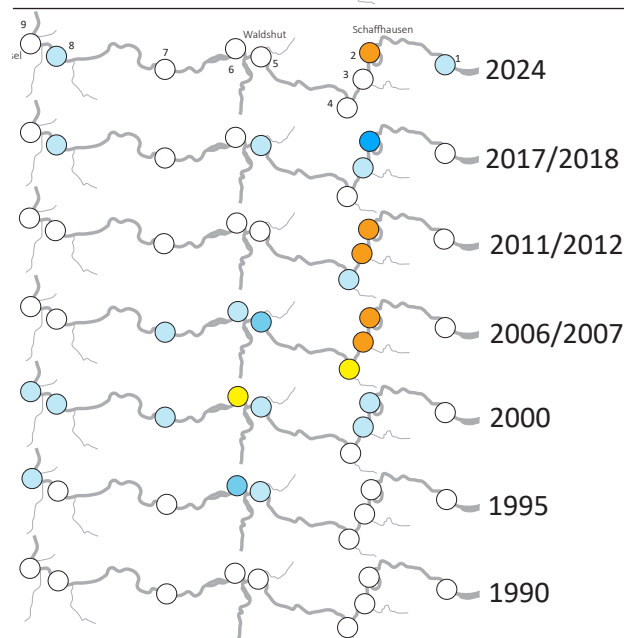
Vergleich der maximalen
Besiedlungsdichten zwischen
1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



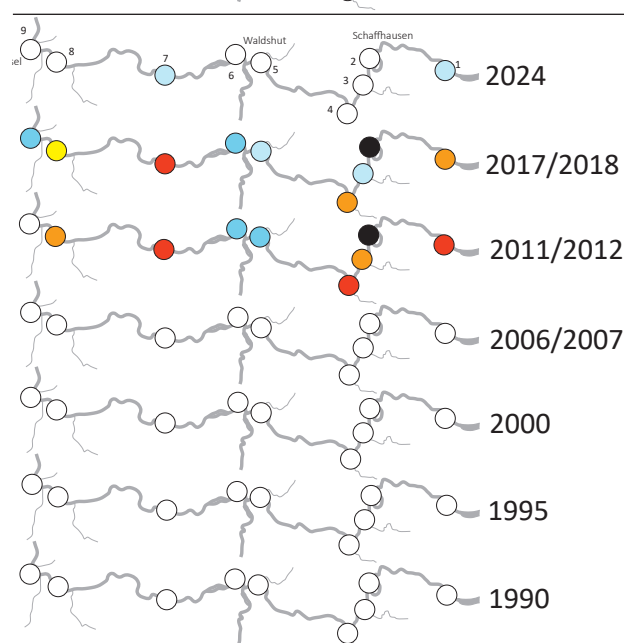
Jaera sarsi (istri)
Donauassel

teilweise invasiv



Proasellus coxalis

teilweise invasiv



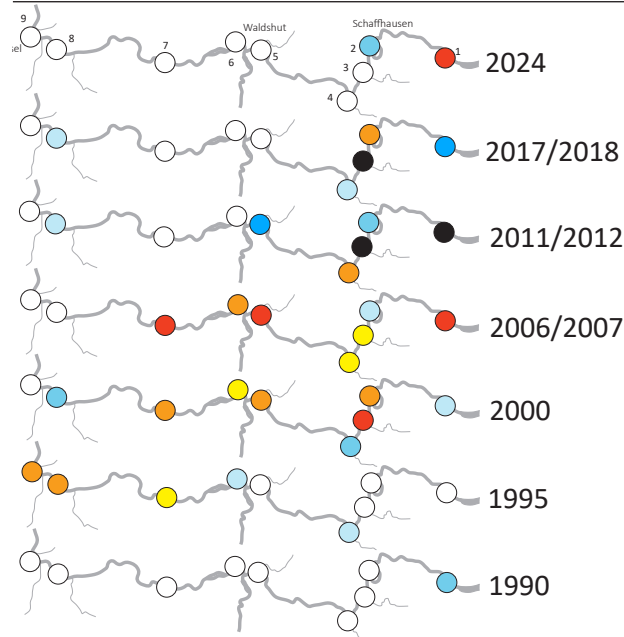
Limnomysis benedeni
Donau-Schwebegarnele

teilweise invasiv

**Abbildung 2.26: Wichtige
Neozoen im Hochrhein:
Planarien (Strudelwürmer)**

Vergleich der maximalen
Besiedlungsdichten zwischen
1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



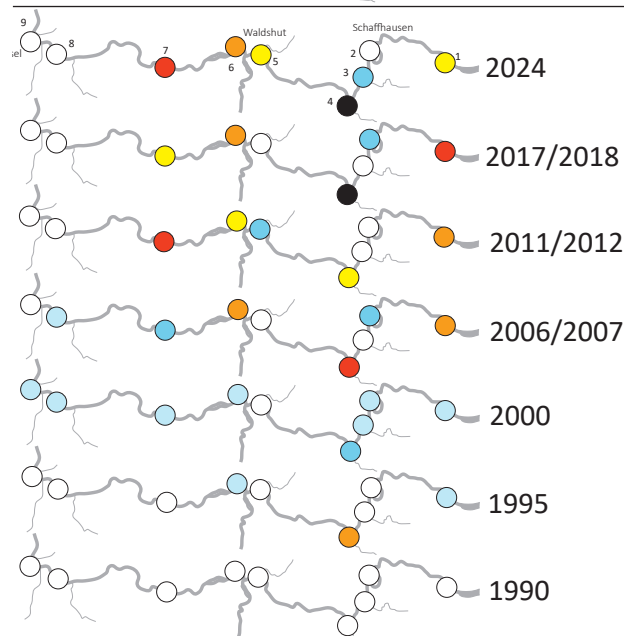
Girardia (Dugesia) tigrina
Tigerplanarie

teilweise invasiv

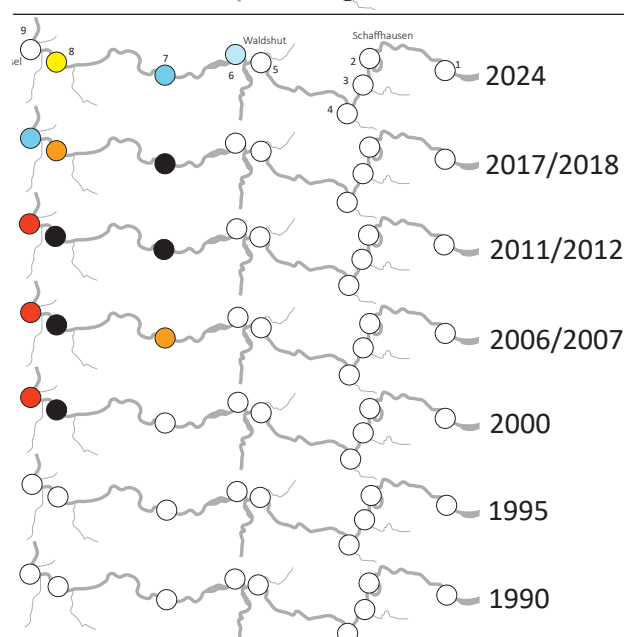
**Abbildung 2.27: Wichtige
Neozoen im Hochrhein:
«Würmer»**

Vergleich der maximalen
Besiedlungsdichten zwischen
1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Branchiura sowerbyi
Kiemenwurm

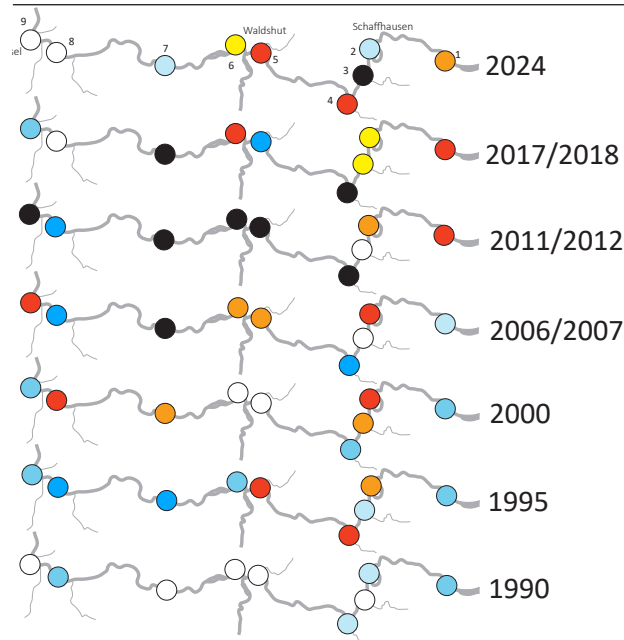


Hypania invalida
Süßwasser-Borstenwurm

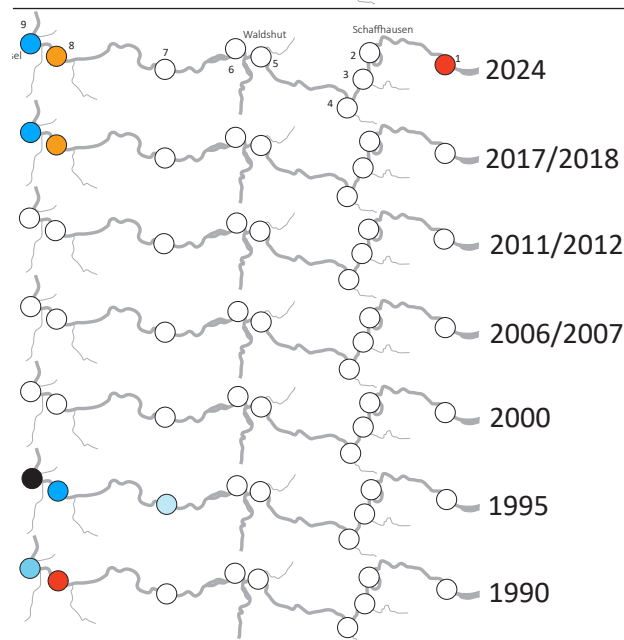
Abbildung 2.28: Wichtige Neozoen im Hochrhein: Schnecken (Gastropoda)

Vergleich der maximalen Besiedlungsdichten zwischen 1990 und 2024.

HK	Individuen/m ²
I	1-10
II	11-20
III	21-50
IV	51-200
V	201-500
VI	501-1000
VII	1001-10 000
●	>10 000



Potamopyrgus antipodarum
Neuseeländische Sumpfdeckelschnecke



Theodoxus fluviatilis
Flusskahnschnecke

Vorkommen in Hemihofen 2024
vermutlich zumindest teilweise heimische Form

2.2.8 Methodendiskussion Taucherproben und Saisonalität

Im Rahmen des Monitorings des Hochrheins, aber anderer grosser Flüsse der Schweiz, wird versucht, sowohl die gesamte benetzte Fläche der einzelnen Flüsse, als auch die vorhandene Biodiversität möglichst gut zu erfassen. Letztendlich sollen die eingesetzten Mittel aber auch effektiv eingesetzt werden.

Das erste Ziel wird durch eine Probenahme des Makrozoobenthos auch im nicht-watbaren Bereich der Flüsse erreicht, da dieser den grössten Flächenanteil im Flussquerschnitt einnimmt. Die Artenvielfalt von aquatischen Invertebraten wird meist im Frühjahr untersucht, vor dem Schlupf der meisten Wasserinsekten. Zu diesem Zeitpunkt sind die meisten Insektenlarven gross genug zur Bestimmung und noch im Gewässer. Einige Arten schlüpfen allerdings später im Jahr. Zur vollständigen Erfassung der Biodiversität sind daher auch mehrere Probenahmen im Jahr sinnvoll. Auch im Hochrhein wurden deshalb bisher zwei Kampagnen durchgeführt: Frühjahr und Herbst.

Informationsgewinn Taucherproben

Die Taucherproben dienen somit primär der Erfassung der Besiedlung auf der grössten Fläche innerhalb des Flussquerschnitts: der tiefen Sohle. Neben den Besiedlungsdichten werden allerdings auch Arten erfasst, die in ufernahen Proben fehlen. Somit wird auch die gesamte Biodiversität besser wiedergegeben.

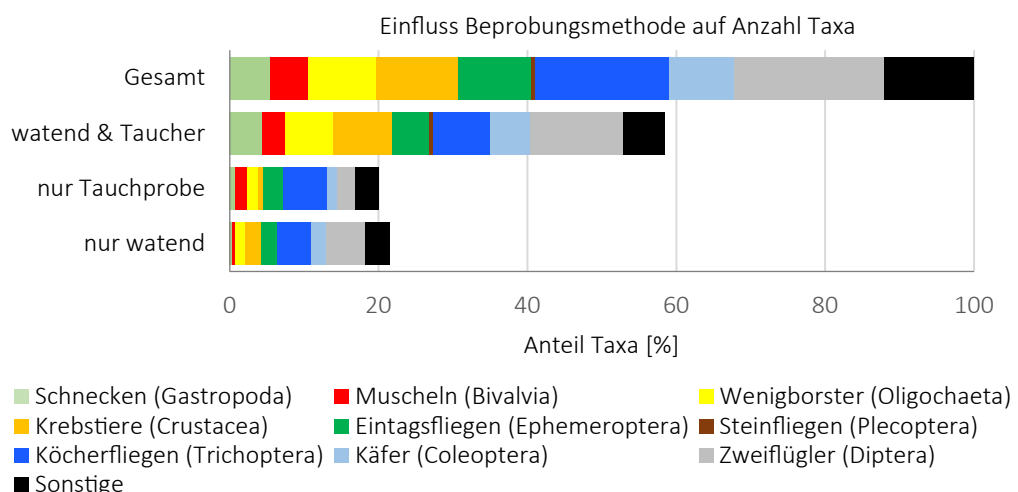
Anhand der Ergebnisse der Untersuchungskampagne im Frühjahr 2024 wurde analysiert, in welchem Masse die beiden Untersuchungsmethoden (Taucher/watend Ufer) zur erfassten Artenvielfalt am Hochrhein beitragen (Abb. 2.29). Insgesamt konnten 20% der Taxa ausschliesslich in Taucherproben festgestellt werden, darunter auch viele Insekten. Demgegenüber wurden auch knapp über 20% der Arten nur in den Uferproben gefunden. Je nach Probestelle variieren diese Anteile, so konnten beispielsweise in Hemishofen nur 9% zusätzliche Taxa durch die Taucherproben gefunden werden, in Tössegg waren hingegen 36% aller Taxa ausschliesslich in den Taucherproben vorhanden. Bei den Uferproben reicht diese Spanne von 12% zusätzlichen Taxa in Sisseln bis zu 33% in Rheinau.

Neben der allgemeinen Information der Besiedlung der Sohle lässt sich ein wichtiger Teil der Biodiversität somit nur mittels Taucherproben erfassen.

Sowohl Uferproben als auch Taucherproben tragen relevant zur Erfassung der Artenvielfalt bei

Abbildung 2.29: Einfluss Probenahmetechnik

Anteil der im Rahmen des Hochrheinmonitorings 2024 gefundenen Taxazahlen, die nur in den Taucherproben (Taucher exklusiv) und nur watend am Ufer (watend exklusiv) gefunden wurden.



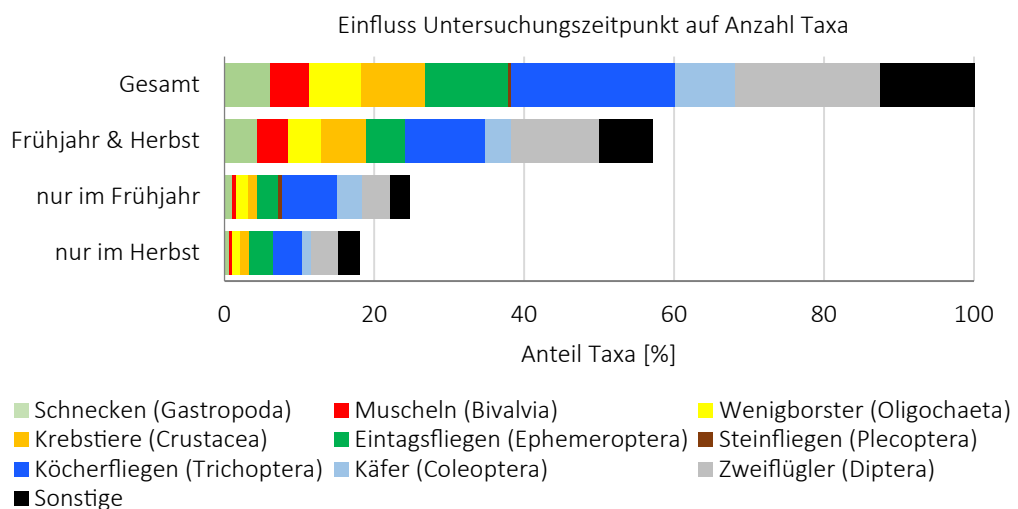
Vergleich Frühjahr/Herbst

Der Vergleich des Einflusses des Probenahmezeitpunkts, bzw. der Anzahl der Probenahmezeitpunkte wurde anhand der Daten der Untersuchungskampagne 2017/18 durchgeführt. Bei dieser Kampagne wurden noch alle Probestellen sowohl im Frühjahr als auch im Herbst untersucht. Somit konnten alle Transekte in den Vergleich aufgenommen werden.

Die Auswertungen der Daten aus den Kampagnen 2017 (Herbst) und 2018 (Frühjahr) haben ergeben, dass sowohl durch die Frühjahrsprobenahme, als auch durch die Probenahme im Herbst zahlreiche Taxa vorkamen, die jeweils nur in einer dieser Jahreszeiten erfasst werden konnten (Abb. 2.30). Pro Transekt waren im Mittel 25% der Taxa nur in den Frühjahrsproben enthalten, die Spanne reicht von 14% bis 37%. Mit im Mittel 18% (7-33%) war der Anteil an Arten die nur in der Herbstprobe vorkamen etwas geringer. Dies passt zur Erwartung, dass die meisten Wasserinsekten im Frühjahr besser zu erfassen sind.

Abbildung 2.30: Einfluss Probenahmezeitpunkt

Anteil der im Rahmen des Hochrheinmonitorings 2024 gefundenen Taxazahlen, die nur im Frühjahr (Frühjahr exklusiv) und nur im Herbst (Herbst exklusiv) gefunden wurden.



Einige Arten konnten jeweils nur im Frühjahr oder Herbst nachgewiesen werden

Mehr Arten nur im Frühjahr

Der grösste Unterschied im Jahresverlauf ist bei den Köcherfliegen zu sehen. Deren Lebenszyklus basiert meist auf einer Reproduktion im Frühjahr/Frühsummer und damit gut bestimmbar während des Frühjahrs. Die Eintagsfliegen haben im Frühjahr und Herbst einen ähnlich hohen Anteil an Taxa die nur zu diesem Zeitpunkt erfasst werden konnten. Bei dieser Gruppe sind zahlreiche «Herbstarten» bekannt. Allerdings sind hier die Unterschiede zwischen den einzelnen Probestellen deutlich grösser als bei den anderen Grossgruppen. Grossgruppen wie Schnecken, Muscheln oder Würmer weisen dagegen weniger bis keine Saisonalität auf, ihre Anteile an den zusätzlichen Taxa unterscheiden sich zwischen den Probenahmezeitpunkten kaum.

2.3 Jungfische

2.3.1 Historischer Fischbestand im Hochrhein

Im Zuge der intensiven Regulierung und Querverbauung des Rheins durch den Menschen ist die morphologische Vielfalt und Durchgängigkeit verloren gegangen und dementsprechend hat sich auch die Fischfauna stark verändert. In den letzten 150 Jahren sind im Hochrhein die Flussneunaugen (*Lampetra planeri*) sowie fünf anadrome Arten (Laichwanderung aus dem Meer) ausgestorben oder gelten/galten hier als verschollen: Atlantischer Lachs (*Salmo salar*), Atlantischer Stör (*Accipenser sturio*), Maifisch (*Alosa alosa*), Meerforelle (*Salmo trutta trutta*) sowie Meerneunaue (*Petromyzon marinus*). Die errichteten Wasserkraftwerke behindern deren (Laich-) Wanderungen und schränken darüber hinaus auch den Geschiebetransport ein. Das daraus entstehende Defizit an geeigneten Laichflächen und Laichsubstrat erschwert die Reproduktion vieler Fischarten, der Wellenschlag der Schifffahrt führt abschnittsweise zum Stranden von Fischbrütlingen. Eine zunehmende Bedrohung für die heimische Fischfauna stellen aber vor allem invasive Arten sowie der voranschreitende Klimawandel dar.

2.3.2 Vorkommen und Artenzusammensetzung

Aufgrund der Grösse des Hochrheins würden umfassende Bestandserhebungen einen sehr hohen Aufwand benötigen bzw. sind methodisch nicht umsetzbar. Das jeweils aktuelle Fischartenspektrum lässt sich am vollständigsten durch Aufstiegskontrollen an den Kraftwerkstufen abbilden (Tab. 2.3, [50]). Das durchgeführte Jungfischmonitoring ermöglicht dagegen eine mit geringem Aufwand zu treffende Aussage über die meisten vorkommenden Fischarten und deren autochthone Reproduktion (siehe auch Kapitel 1.3.3). Belastbare Aussagen zur Dichte grosser, adulter Fische sind damit allerdings nicht möglich.

Im Oktober 2024 wurden im Rahmen der Jungfischuntersuchung insgesamt 14 539 Fische nachgewiesen. Unter den drei Fischarten mit den über den ganzen Hochrhein ermittelten höchsten Dichten waren zwei, die im Hochrhein aktuell invasiv wirken und jeweils sogar erst einen Teil der Probestellen besiedeln: Schwarzmundgrundel (42%) und Blaubandbärbling (10%). Allgemein besitzen noch zahlreiche weitere Arten ein invasives Potential (z. B. Kesslergrundel oder Sonnenbarsch), verhalten sich zum jetzigen Zeitpunkt im Hochrhein jedoch relativ unauffällig. Die häufigste heimische Art war mit 17% der Alet.

Die nachgewiesenen 30 Fisch-, zwei Krebs und eine Neunaugenart entsprechen nur noch ca. zwei Dritteln des historisch und aktuell bekannten Artenspektrums (Tab. 2.2). Von den 30 Fischarten gelten 22 als heimisch, sechs als (möglicherweise) gebietsfremd und zwei als invasiv. Die vorgenommene Einstufung wird in Kapitel 2.3.6 «gebietsfremde Fischarten» näher erläutert.

Bei den Elritzen bestehen aktuell noch taxonomische Unstimmigkeiten bezüglich des Namens, es handelt sich aber um die heimische Art. Nach genetischen Analysen von Belegexemplaren der Elritze in Museen könnte die in der Schweiz vorkommende Elritze eventuell einer anderen Art zugehörig sein. Bis zur Klärung wird hier weiter der bisherige wissenschaftliche Name angenommen und geführt.

Das nachgewiesene Arteninventar stimmte zum Grossteil mit dem der letzten Kampagne 2017/2018 überein, allerdings ist die festgestellte Artenzahl seit Beginn der Untersuchungen 2006 am sinken. Strömer, Bachforelle sowie der Lachs konnten nicht mehr nachgewiesen werden. Äschen und Kaulbarsche wurden zuletzt 2012 gefunden, Moderlieschen im Jahr 2006.

Die Ergebnisse aus dem Jahr 2024 zeigen im Vergleich zu früheren Jahren einen tendenziellen Rückgang in der Artendiversität sowie deutliche Rückgänge in der Individuendichte einzelner Fischarten. Schneider, Nasen und Groppen, die in früheren Kampagnen in stellenweise grossen Dichten vorkamen, konnten 2024 nur noch in einzelnen oder wenigen Exemplaren nachgewiesen werden. Häufiger und verbreiteter waren wärmeliebende Arten wie Bitterlinge, Welse und Schleien. Blaubandbärblinge waren stellenweise häufig, bei Elli-

In den letzten 150 Jahren
6 Arten ausgestorben

Kraftwerke und andere
Nutzungen Ursache

Methodische Einschränkungen
aufgrund der
Gewässergrösse

Über die Hälfte invasive
Blaubandbärblinge und
Schwarzmundgrundeln

Taxonomie Elritze
schweizweit aktuell in
Abklärung

Rückgang der Artenzahl

Abnahme der Dichten von
Kaltwasserarten

Höchste Dichten der
Schwarzmundgrundel in
Sisseln

Häufigkeitsklassen I kein Nachweis II >0–5 Ind./100 m III >5–25 Ind./100 m IV >25–200 Ind./100 m V >200–1000 Ind./100 m VI >1000 Ind./100 m		Art	möglicherweise gebietsfremd (m)	Jungfischuntersuchung 2024 (Indiv./100m ohne Schwärme)										weitere Quellen zu Vorkommen im Hochrhein				
				Hemishofen	Rheinau	Ellikon	Tössegg	Rietheim	Waldshut	Sisseln	Schweizerhalle	Basel	KBU 2017/2018	KBU 2011/2012	KBU 2006/2007	BW FFS 2023/24	Fischaufstiegskontrollen 2016/2017	
Bachneunauge	<i>Lempetra planeri</i>					0,64	0,25											
Aal	Jungfischuntersuchung 2024			6,17	0,91	5,1	0,74		0,65	1,94								
Aland	<i>Leuciscus idus</i>																	
Alet	<i>Squalius cephalus</i>		99,3	61,3	69,4	60,8	22,6	129	178	111								
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>																	
Bachforelle	<i>Salmo trutta fario</i>																	
Barbe	<i>Barbus barbus</i>		50,7	8,49	24,8	103	25,8	71,7	18,9	4,36	9,5							
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>				1,21	26,1	4,96	3,89		0,97								
Blaubandbärbling	<i>Pseudorasbora parva</i>	g			93,6	4,46	6,7	1,67										
Blicke	<i>Blicca bjoerkna</i>																	
Brachse	<i>Abramis brama</i>							3,89										
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>		3,02		0,3	64	0,5	3,34		9,19								
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>		5,37	4,24	11,8		0,25	7,78										
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	g			3,03	2,23	0,74											
Goldfisch	<i>Carassius auratus auratus</i>	g																
Groppe	<i>Cottus gobio</i>		7,05				1,74											
Gründling	<i>Gobio gobio</i>			4,63	4,54	6,69	13,6	12,2										
Güster	<i>Blicca bjoerkna</i>																	
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>					0,64		1,11										
Hecht	<i>Esox lucius</i>			2,7		1,27	0,25	1,11										
Karassche	<i>Carassius carassius</i>																	
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>					1,91	0,25											
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	m																
Kesslergrundel	<i>Ponticola kessleri</i>									1,94	0,33							
Lachs	<i>Salmo salar</i>																	
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>		0,67		0,3			1,11										
Moderlischen	<i>Leucaspis delineatus</i>																	
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>				1,21	0,32												
Rapfen	<i>Aspius aspius</i>	m									1,64							
Regenbogenforelle	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	g						0,56										
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>				3,94			9,45										
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>			0,77	6,06													
Schleie	<i>Tinca tinca</i>			171	0,61	33,8	3,47	1,11	0,65	0,97								
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>		63,1	0,77	2,42	17,5	31,5	0,56										
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>				32,1			76,7		23,7								
Schwarzmundgrundel	<i>Neogobius melanostomus</i>	g							1420	377	303							
Schwarzfeder	<i>Scardinius hesperidicus</i>	g																
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	g			0,61	3,82	6,45	15,6	1,3		0,66							
Steinbeisser	<i>Cobitis bilineata</i>	m					1,49	1,11										
Stichling	<i>Gasterosteus sp.</i>	m	1,01		9,09	4,78	1,74	2,78										
Strömer	<i>Telestes souffia</i>																	
Trüsche	<i>Lota lota</i>							1,11										
Wels	<i>Silurus glanis</i>		4,7	1,54	1,21	14,3	0,99	8,34	5,85	0,48								
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	g																
Edelkrebs	<i>Astacus astacus</i>																	
Kambersch	<i>Faxonius (Orconectes) limosus</i>	g				2,23												
Signalkrebs	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	g				0,64												

Tab. 2.3: Fische und Krebse im Hochrhein

Verbreitung entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024, Einstufung ob gebietsfremd und Ergebnisse weiterer Untersuchung am Hochrhein.

Rot: Gebietsfremd oder möglicherweise gebietsfremd (siehe Kap. 2.3.3 & 2.3.6).

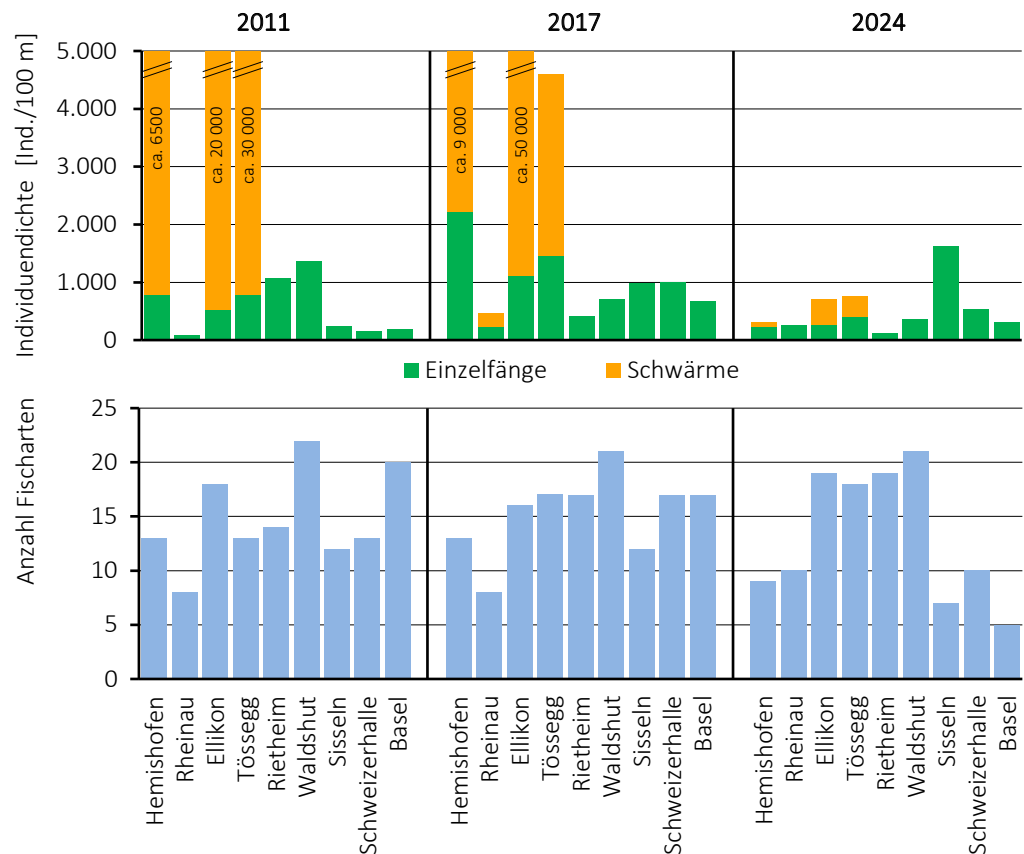
kon sogar aspektbildend. Hier dürften sie sich aus den dichten Beständen in den Thurauen rekrutieren. Die höchsten Fischdichten im Jahr 2024 erreichte die Schwarzmundgrundel in Sisseln, Schweizerhalle und Basel. In deutlich geringeren Dichten folgen Alet in Sisseln (178 Ind./ha) sowie Schleien in Rheinau (171 Ind./ha).

Die Fischdichten variieren zudem stark im Längsverlauf vom Bodensee bis Basel, von 124 Ind./100 m in Rietheim bis 1626 Ind./100 m in Sisseln (Abb. 2.31). Die teilweise sehr hohen Jungfischdichten früherer Kampagnen waren überwiegend auf das Vorhandensein grosser Jungfischschwärme zurückzuführen; diese fehlten 2024 jedoch weitgehend. Bis auf Sisseln waren die Fischdichten 2024 an allen Stellen geringer als noch 2017. Die grössten

Abb. 2.31: Individuendichten und Artenzahlen

Oben: Individuendichten von Jungfischen im Längsverlauf des Hochrheins seit 2011

Unten: Artenzahlen von Jungfischen im Längsverlauf des Hochrheins seit 2011



Einbruch der Artendiversität in Sisseln, Schweizerhalle und Basel

Abnahmen gab es in Hemishofen, Tössegg und Ellikon. Die relativ hohe Fischdichte in Sisseln war auf das massenhafte Vorkommen der Schwarzmundgrundel zurückzuführen. Sisseln, bzw. das Unterwasser der Kraftwerkstufe Laufenburg, könnte aktuell noch das obere Ausbreitungsende der Schwarzmundgrundel im Hochrhein sein. Entsprechende Massenvermehrungen am Ausbreitungskopf werden bei invasiven Arten oft beobachtet.

Die Artenzahlen sind im Mittel ähnlich wie in den früheren Untersuchungsjahren, im Detail gibt es dagegen Änderungen. Neben den regelmässigen Fluktuationen scheint die Artenzahl vor allem flussabwärts von Waldshut deutlich abgenommen zu haben. Besonders auffällig ist dies ab Schweizerhalle. Bei Basel wurden von 17 Arten im Jahr 2017 in 2024 nur noch fünf Arten nachgewiesen, davon die Barbe als einzige heimische Art. Auf der anderen Seite wurden von Rheinau bis Rietheim mehr Arten als 2017 angetroffen, die Zunahme ist jedoch hauptsächlich auf neu hinzugekommene Neozoen zurückzuführen.

2.3.3 Rote Liste-Arten

Von den insgesamt 30 Fischarten und einer Rundmäulerart werden in der Schweiz elf mit einem Gefährdungsstatus höher als «nicht gefährdet» geführt (Tab. 2.4) [11]. Im benachbarten Baden-Württemberg wird auch für sieben Arten ein Gefährdungsstatus vergeben.

Die meisten bedrohten Fischarten wurden im Jahr 2024 in Rietheim gefunden (neun der elf Arten). Dort ist die Lebensraumvielfalt für Fische aufgrund der Auenreaktivierung «Chly Rhy» besonders hoch. Generell zeigt sich eine Häufung bedrohter Arten im Mittellauf. Unterhalb der Aaremündung, bzw. dort, wo die Schwarzmundgrundel bereits verbreitet ist, wurden die wenigsten gefährdeten Arten gefangen.

Der vom Aussterben bedrohte Aal wurde fast im gesamten Verlauf in geringen Dichten nachgewiesen. Die Vorkommen sind allerdings langfristig rückläufig. Die Bestände der Nase sind seit der letzten Kampagne 2017/18 stark zusammengebrochen. Sie liess sich nur noch an den Stellen nachweisen, an denen sie früher Massenvorkommen zeigte: Ellikon und Tössegg. Dieser Befund hängt wahrscheinlich mit einer Veränderung der Reproduktion in den Unterläufen von Thur und Töss zusammen. Im restlichen Verlauf des Hochrheins

Arten der Roten Liste vor allem im mittleren Teil des Hochrheins

Bestandsrückgang der vom Aussterben bedrohten Nase, Zunahme beim stark gefährdeten Bitterling

Tab. 2.4: Rote Liste-Status, Vorkommen und Häufigkeitsklassen von Jungfischen im Hochrhein 2024

Schweiz (CH):
RE – ausgestorben
CR – vom Aussterben bedroht
EN – stark gefährdet
VU – verletzlich
NT – potentiell gefährdet
Baden-Württemberg (BW):
0 – ausgestorben oder verschollen
1 – vom Aussterben bedroht
2 – stark gefährdet
3 – gefährdet
V – Vorwarnliste

*) Vermutlich zumindest streckenweise gebietsfremd

Häufigkeitsklassen	
I	kein Nachweis
II	>0–5 Ind./100 m
III	>5–25 Ind./100 m
IV	>25–200 Ind./100 m
V	>200–1000 Ind./100 m
VI	>1000 Ind./100 m

Stichling vermutlich gebietsfremd

Rückgang bei Dichten der Bachneunaugen

Bestände Aal

Art		Rote Liste BW	Rote Liste CH	Mittlere Häufigkeitsklasse der Transekte									
				Hemishofen	Rheinau	Ellikon	Tössegg	Rietheim	Waldshut	Sisseln	Schweizerhalle	Basel	
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	2	CR		II	I	I	I		I	I		
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	3	EN				I	I					
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	3	NT	III	II	II	III	III	III	II	I	II	
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	2	EN			I	III	I	I		I		
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	V	NT	II				I					
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>		NT				I	I					
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	2	CR			I	I						
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>		NT	III	I	I	II	III	I				
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	3	VU			III			III		II		
Steinbeisser*	<i>Cobitis bilineata</i>	2	EN					I	I				
Anzahl Arten				4	3	7	8	9	6	2	4	1	

gelangen keine Nachweise. Erfreulich ist die leichte Zunahme der Verbreitung des stark gefährdeten Bitterlings. Bachneunaugen sind dagegen rückläufig. Das Bachneunauge wurde noch vor einigen Jahren über einen grossen Teil des Hochrheins stellenweise häufig gefunden. Der vulnerable Schneider kommt an weniger Stellen als 2017 vor, jedoch erreicht er an zwei von drei Stellen die mittlere Häufigkeitsklasse.

Etwas komplexer ist die Situation bei zwei Arten, deren Status im Hochrhein vermutlich gebietsfremd sein dürfte:

- Der im Hochrhein als gebietsfremd geführte Italienische Steinbeisser wird in der Schweiz als stark gefährdet eingestuft, da die Bestände in seinem vermutlich alleinigen natürlichen Verbreitungsgebiet südlich der Alpen bedroht sind. Für einzelne Flüsse der Nordschweiz ist fraglich, ob er dort eventuell auch schon vor 1492 vorkam und dann als heimisch gelten würde. Der Italienische Steinbeisser ist in der Unteren Aare seit Jahren häufig, im Hochrhein kommt er vor allem im Bereich um die Aaremündung vor.
- Laut der Roten Liste der Schweiz geht der aktuelle Gefährdungsstatus des heimischen Stichlings (*G. gymnurus*) aus der Hybridisierung mit dem als in der Schweiz als nicht heimisch kategorisiertem *G. aculeatus* hervor [11]. Im 19. Jahrhundert wurde *G. gymnurus* im Hochrhein bei Basel nachgewiesen, in den letzten koordinierten biologischen Untersuchungen seit 2006 dann im gesamten Hochrhein nur noch *G. aculeatus*. Da noch nicht klar ist um welche Genotypen von *G. aculeatus* es sich aktuell im Hochrhein handelt oder ob nur ein als *G. gymnurus* beschriebener Typus/Art im unteren Hochrhein heimisch war bleibt der Gefährdungsstatus diskutierwürdig. Die während der Untersuchungen 2024 gefundenen Stichlinge waren höchstwahrscheinlich gebietsfremd und werden hier daher nicht als Rote Liste-Art, sondern als gebietsfremd in Kapitel 2.3.6 geführt.

2.3.4 Veränderung der Verbreitung von heimischen Jungfischen seit 2006

Als letzte der ehemals drei heimischen Rundmaularten waren die **Bachneunaugen (*Lampetra planeri*)** bis 2012 noch weit und im Mittellauf sogar in höheren Dichten verbreitet. In den letzten zwölf Jahren haben die nachgewiesenen Dichten abgenommen und 2024 gelangen insgesamt nur drei Fänge in Rietheim und Tössegg. Auch wenn die tatsächlichen Bestände vermutlich höher sind – diese Art lässt sich mit Elektrofischerei nur erschwert nachweisen – ist ein negativer Langzeittrend der Dichte dieser stark gefährdeten Art zu beobachten.

Die Fänge des katadromen **Aals (*Anguilla anguilla*)**, welcher zur Reproduktion in die Saragossasee vor Florida zurückkehrt, sind seit 2006 zurückgegangen. Im Jahr 2024 wurde er nur noch an sechs der neun Stellen nachgewiesen und weniger häufig als noch zuvor [17]. Bei der Abwärtswanderungen über zahlreiche Wasserkraftwerke kommt es zu einer hohen Mortalitätsrate mit starkem Einfluss auf die natürlichen Bestände. Die abwandernden, adulten «Blankaale» dürften von Besatztieren im Bodensee abstammen, bei jüngeren Aalen sollte es sich dagegen um natürliche Einsteiger handeln.

Alet häufigste heimische Fischart

Der **Alet (*Squalius cephalus*)** zählt zu den häufigsten Fischarten des Hochrheins, er kam in der Vergangenheit an allen Untersuchungsstellen vor und trat vor allem ab Tössegg flussaufwärts massenhaft auf. Auch 2024 zählte er zu den häufigsten Fischarten und war nur in Rietheim in geringeren Dichten vorhanden. Die 2024 nachgewiesenen Dichten sind bis auf Rheinau allerdings an allen Stellen geringer als noch 2017. Der Bestandsrückgang ergibt sich vor allem aus dem Fehlen grosser Jungfischschwärme mit hohem Alet-Anteil in der aktuellen Untersuchung.

Nach hitzebedingten Äschensterben keine Nachweise mehr

Die letzten Nachweise der **Äsche (*Thymallus thymallus*)** gelangen 2012. In den Jahren 2003 und 2018 kam es aufgrund der hohen Wassertemperaturen im Sommer zu massenhaften Äschensterben, welche die Bestände stark dezimierte. Anmerkung: Weil sich in der Regel nur Äschen-Jungfische ufernah aufhalten, lassen sich mit der angewandten Methode nur ausnahmsweise auch grössere Individuen erfassen.

Weiterer Rückgang der Bachforelle

Auch Nachweise der wärmesensiblen **Bachforelle (*Salmo trutta*)** blieben im Jahr 2024 aus. Darüber hinaus erhöht sich bei steigenden Wassertemperaturen das Risiko, dass bei ihnen der PKD (proliferative kidney disease) ausbricht. Im Jahr 2017 wurde die Art noch an fünf Stellen, zuvor sogar an sieben Stellen nachgewiesen. Diese Nachweise waren allerdings unter anderem auch auf zuvor erfolgte Besatzmassnahmen zurückzuführen (z.B. Ellikon). Im Rahmen der Befischungen der Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg gelangen einzelne Fänge der Bachforelle 2023/2024 im Hochrhein.

Bestände der weit verbreiteten Barben stabil

Die **Barbe (*Barbus barbus*)** kam 2024 als einzige Fischart an allen neun Untersuchungsstellen vor. Unabhängig von natürlich erklärbaren Bestandsschwankungen ist ein deutlicher Rückgang der Dichte in Hemishofen erkennbar. Andererseits wurde sie neu in Rheinau gefunden. Barben sind relativ tolerant gegenüber höheren Wassertemperaturen und können bei bestehender Durchgängigkeit weite Strecken zurücklegen. Ihre Bestände erholen sich derzeit wieder in mehreren Schweizer Fliessgewässern.

Neue Fundorte und höhere Dichten des Bitterling

Der für die Reproduktion auf Grossmuscheln angewiesene **Bitterling (*Rhodeus amarus*)** wies in Tössegg mit 26 Ind./100 m die grösste Dichte auf. Geeignete Vorkommen von Grossmuscheln muss es aber unter anderem auch in Rietheim und Waldshut geben, da er dort ebenfalls vorgefunden wurde. Neu gegenüber den früheren Untersuchungen sind die Nachweise aus Schweizerhalle und Ellikon.

Brachsen nur noch in Waldshut nachgewiesen

Die in der Vergangenheit weit verbreiteten **Brachsen/Brachsmen (*Abramis brama*)** konnten nur noch in Waldshut nachgewiesen werden. Da sie sehr tolerant gegenüber Umwelteinflüssen sind, fehlen plausible Erklärungen für den Rückgang. An den von der Schwarzmundgrundel dominierten Stellen fehlten die Nachweise 2024.

Vor allem im Unterlauf weniger Elritzen

In Tössegg erreichte die **Elritze (*Phoxinus phoxinus*)**, wie schon 2017, ihre höchste Dichte, war insgesamt jedoch weniger häufig als noch zuvor. Vor allem unterhalb des Zuflusses der Aare war ein Rückgang zu verzeichnen.

Die Dichten des **Flussbarschs (*Perca fluviatilis*)** sind vergleichbar zu 2017, mit den höchsten Werten bei Ellikon. An den von der Schwarzmundgrundel dominierten Stellen fehlten die Nachweise 2024.

Rückgang der Groppe

Die **Groppe (*Cottus gobio*)** konnte nur noch an zwei Stellen und dort in geringeren Dichten als noch zuvor festgestellt werden. Von Sisseln flussabwärts kommt es zur Konkurrenzsituation mit der Schwarzmundgrundel und mittlerweile fast im gesamten Hochrhein mit dem sich ausbreitenden Wels. Die kälteliebende Kleinfischart hat möglicherweise auch schon unter den steigenden Wassertemperaturen des Hochrheins gelitten.

Der **Gründling (*Gobio gobio*)**, welcher für die Reproduktion auf sandigen Boden angewiesen ist, findet offenbar zwischen Rheinau und Waldshut geeignete Habitate. Der Langzeittrend der Dichten deutet auf einen starken Rückgang hin, vor etwa 20 Jahren kam er noch allen Untersuchungsstellen vor. Das Verschwinden im Unterlauf kann möglicherweise ebenfalls mit der invasiven Ausbreitung der Schwarzmundgrundel in Verbindung gebracht werden.

Die Dichten des **Hasels (*Leuciscus leuciscus*)** haben stark abgenommen und Nachweise konnten 2024 nur noch in Tössegg und Waldshut erbracht werden. Der Hasel stellt in je-

weils entsprechender Grösse ein typisches Beutefischchen für Wels, Schwarzmundgrundel oder den Kormoran dar. Dies gilt in unterschiedlichem Masse auch für die anderen Cyprinidenarten.

Der fischfressende **Hecht (*Esox lucius*)** wurde 2024 hauptsächlich im Mittellauf und am häufigsten in Rheinau gefunden. Die aktuellen Dichten waren geringer als bei den letzten Untersuchungen. Insgesamt wurde nur etwa ein Zehntel der Fangzahl von 2017 erreicht.

Karpfen (*Cyprinus carpio*) gab es wie bereits 2017 in Rietheim (6 Individuen) und Tössegg (1 Individuum). Erneute Funde an den früheren Fangorten Basel und Schweizerhalle fehlten.

Lachse (*Salmo salar*) wurden 2024 keine mehr gefunden. Die vier Junglachse im Smoltstadium, die 2012 und 2017 in Basel gefangen wurden, stammen aus Besatzmassnahmen zur Wiederansiedlung des Lachses im Rhein.

Noch einmal abgenommen haben die Dichten sowie die Anzahl der Stellen, an denen die **Laube (*Alburnus alburnus*)** nachgewiesen wurde. Auch hier kann die Zunahme von Prädatoren (u.a. Schwarzmundgrundel und Wels) ein möglicher Grund für den Rückgang sein. Bereits 2017 waren die Bestände rückläufig.

Vorkommen und Bestände der **Nase (*Chondrostoma nasus*)** sind stark rückläufig. 2024 wurde sie nur in der Nähe der Tössmündung gefangen – zuvor war sie noch an den meisten Untersuchungsstellen präsent. Teilweise sogar in sehr hohen Dichten aufgrund ähnlicher, grossräumiger Rückgänge gilt sie als vom Aussterben bedroht (siehe auch Kap. 2.3.3).

Ein starker Rückgang der Dichten ist auch beim **Rotaue (*Rutilus rutilus*)** zu beobachten. 2024 wurde es nur noch in geringen Dichten in Ellikon sowie in Waldshut gefunden, wohingegen es 2017 noch an allen Stellen nachgewiesen wurde. Ähnlich wie bei anderen Kleinfischen und Cypriniden fehlt das Rotaue im unteren Abschnitt des Hochrheins, wo die Fischfauna von der Schwarzmundgrundel dominiert wird.

Demgegenüber hat die **Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)** zugenommen. Zusätzlich zu erneuten Nachweisen in Rheinau wurden im Jahr 2024 auch in Ellikon Rotfedern gefangen. Diese stillwasserliebende Art dürfte von dem staubedingten Seecharakter in Rheinau und von höheren Wassertemperaturen profitieren.

Sowohl im Jahr 2017 als auch 2024 wurden die höchsten Dichten von **Schleien (*Tinca tinca*)** in Rheinau erreicht, sie kam aber auch an zahlreichen weiteren Stellen vor. Die für die Fortpflanzung und Nahrungssuche auf Wasserpflanzen angewiesene Schleie findet in Rheinau und in Tössegg entsprechende Habitate vor.

Eine gravierende Abnahme bei den ermittelten Dichten zeigte die **Schmerle (*Barbatula barbatula*)**. Nicht nur im von invasiven Grundeln besiedelten Unterlauf ist seit 2017 ein deutlicher Rückgang zu beobachten. Dies betrifft auch die oberen Abschnitte des Hochrheins, wo die Dichte an Welsen zugenommen haben, welche durch Prädation einen negativen Einfluss auf die Schmerlenbestände haben könnten.

Die Verbreitung des **Schneiders (*Alburnoides bipunctatus*)** geht seit Beginn des Jungfischmonitorings allmählich zurück. Bei den Dichten ist ein leichter Zuwachs seit 2017 zu verzeichnen.

Als Cyprinide mit hohen Lebensraumansprüchen kam der **Strömer (*Telestes souffia*)** 2006/2007 noch häufig vor, danach gelangen nur noch Einzelnachweise. 2024 gelangen keine Nachweise mehr.

Die kälteliebende **Trüsche (*Lota lota*)** wurde früher noch an mehreren Stellen, im Jahr 2017 nur in Rheinau und im Jahr 2024 dann erstmals mit dem Fang von zwei Individuen in Waldshut nachgewiesen.

Der **Wels (*Silurus glanis*)**, der Längen von über 2 m erreicht, hat sich stark im Hochrhein ausgebreitet und fehlte 2024 nur noch in Basel. Die höchsten Dichten erreicht er mit 14,3 Ind./100 m in Tössegg. Insgesamt wurden fünf Mal mehr Welse gefangen als noch 2017, der im Jungfischmonitoring bisher grösste war mit ca. 1,40 m im Jahr 2017 in Rietheim.

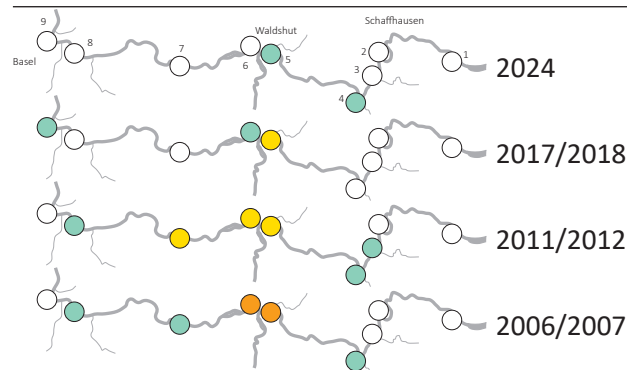
Hecht vor allem bis Aare,
Rückgang in Rheinau

Stark rückläufige Bestände
der Nase

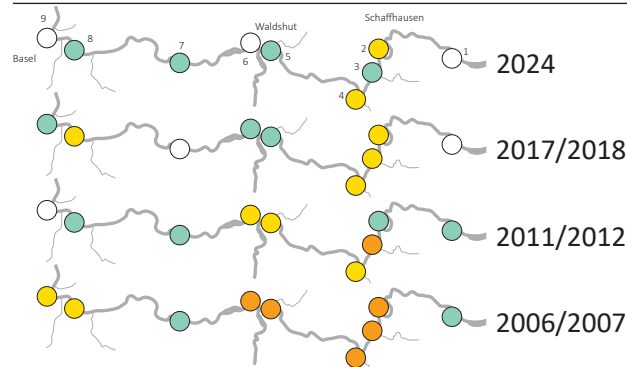
Rotfedern wieder an mehr
Stellen gefunden

Abb.2.32: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

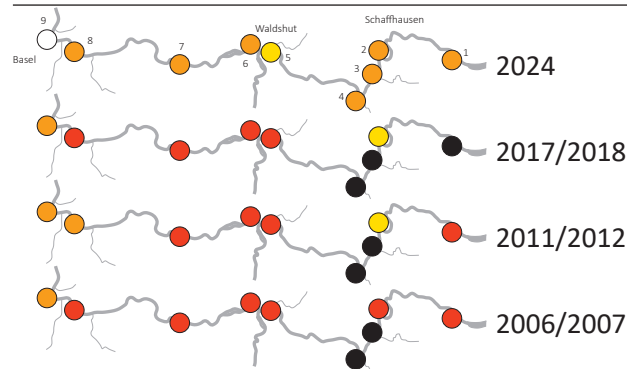
Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024



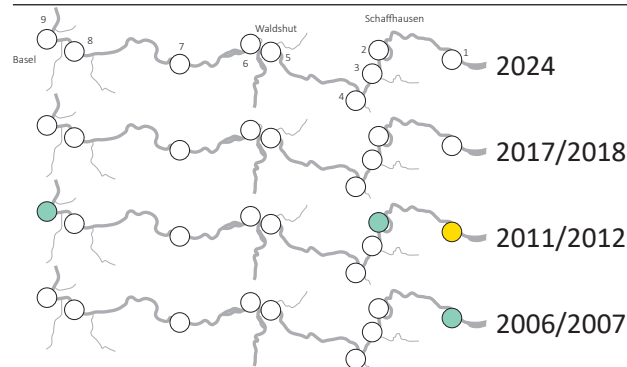
Bachneunauge
Lampetra planeri



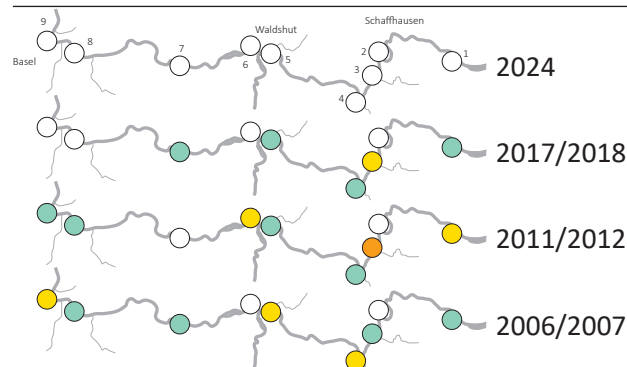
Aal
Anquilla aquilla



Alet
Squalius cephalus



Äsche
Thymallus thymallus



Bachforelle
Salmo trutta



Abb.2.33: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024

Rot: gebietsfremd

*) Taxonomie aktuell im Umbruch.

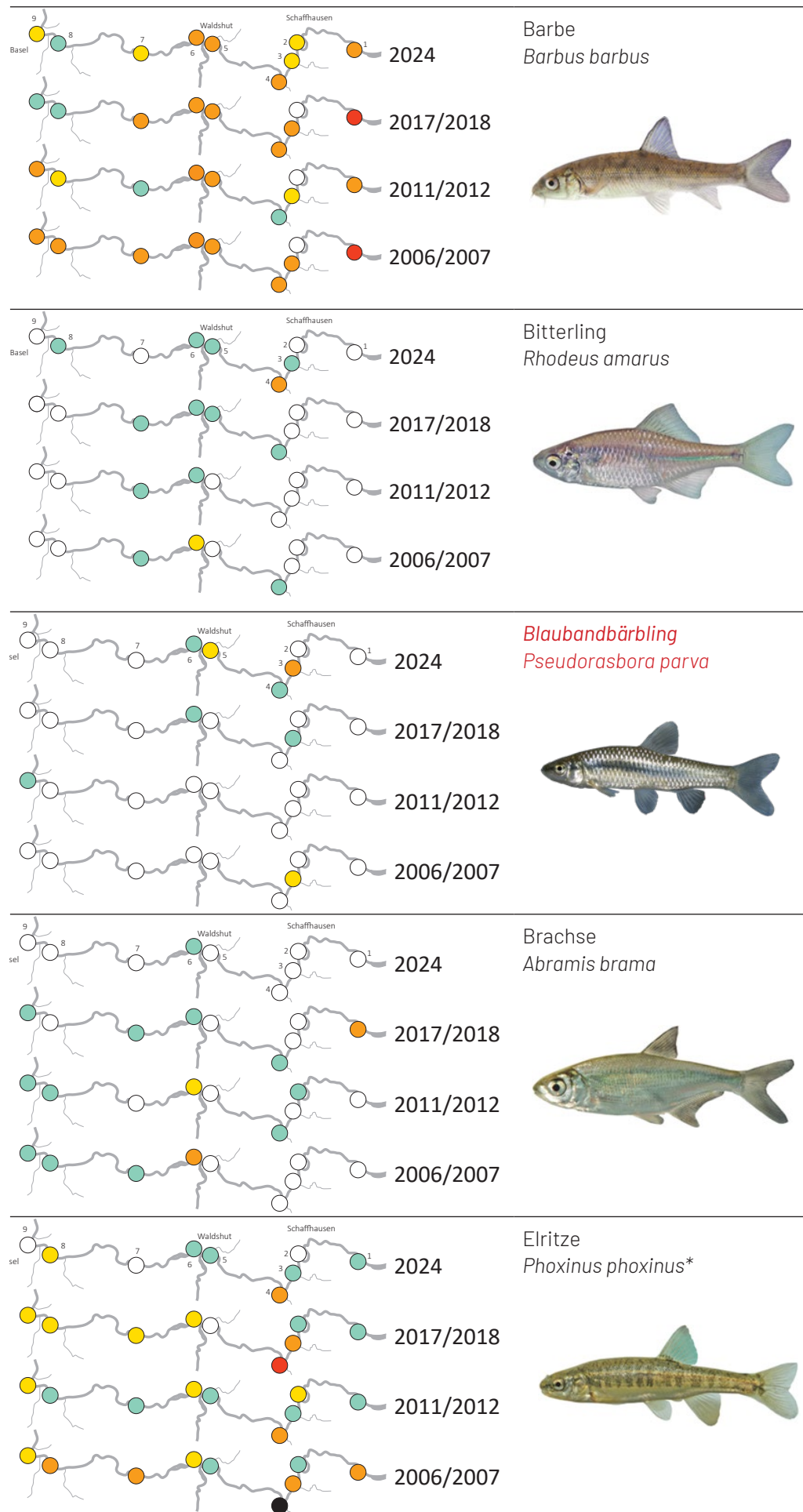
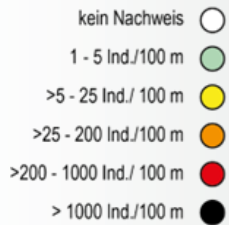
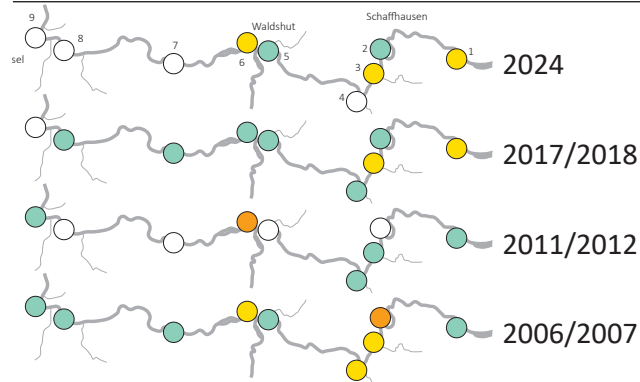
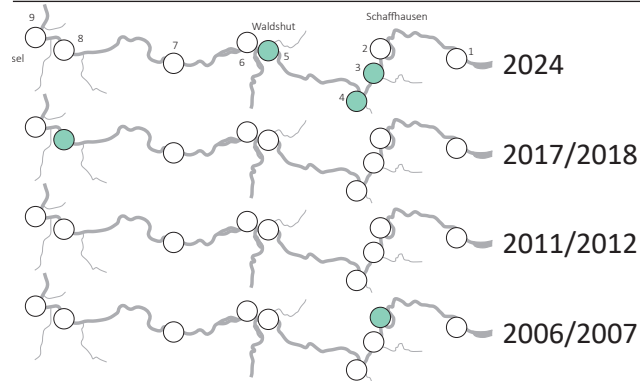


Abb. 2.34: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

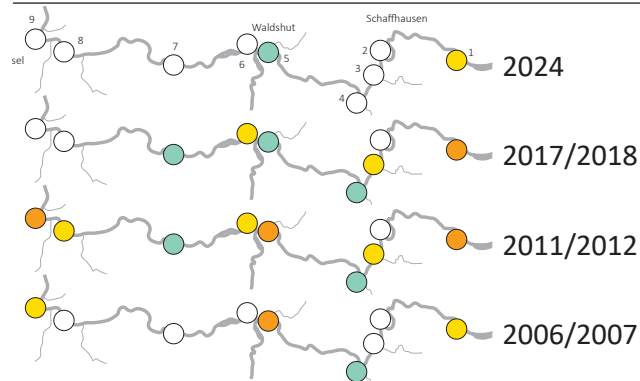
Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024



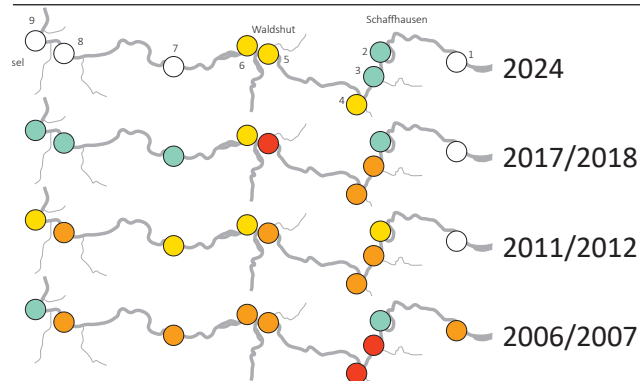
Flussbarsch
Perca fluviatilis



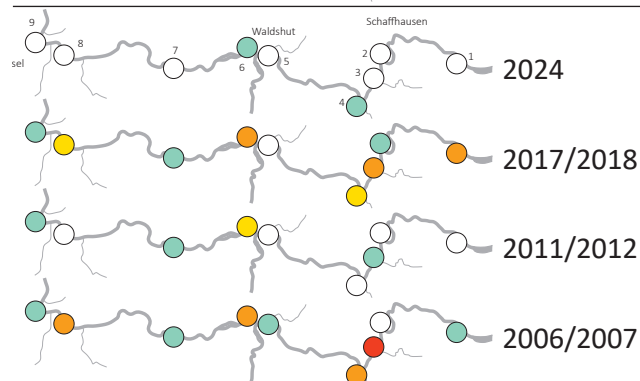
Giebel/Goldfisch
Carassius gibelio/auratus



Groppe
Cottus gobio



Gründling
Gobio gobio



Hasel
Leuciscus leuciscus



Abb. 2.35: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024

Rot: gebietsfremd

*: genauer Status siehe 2.3.6
«gebietsfremde Arten»

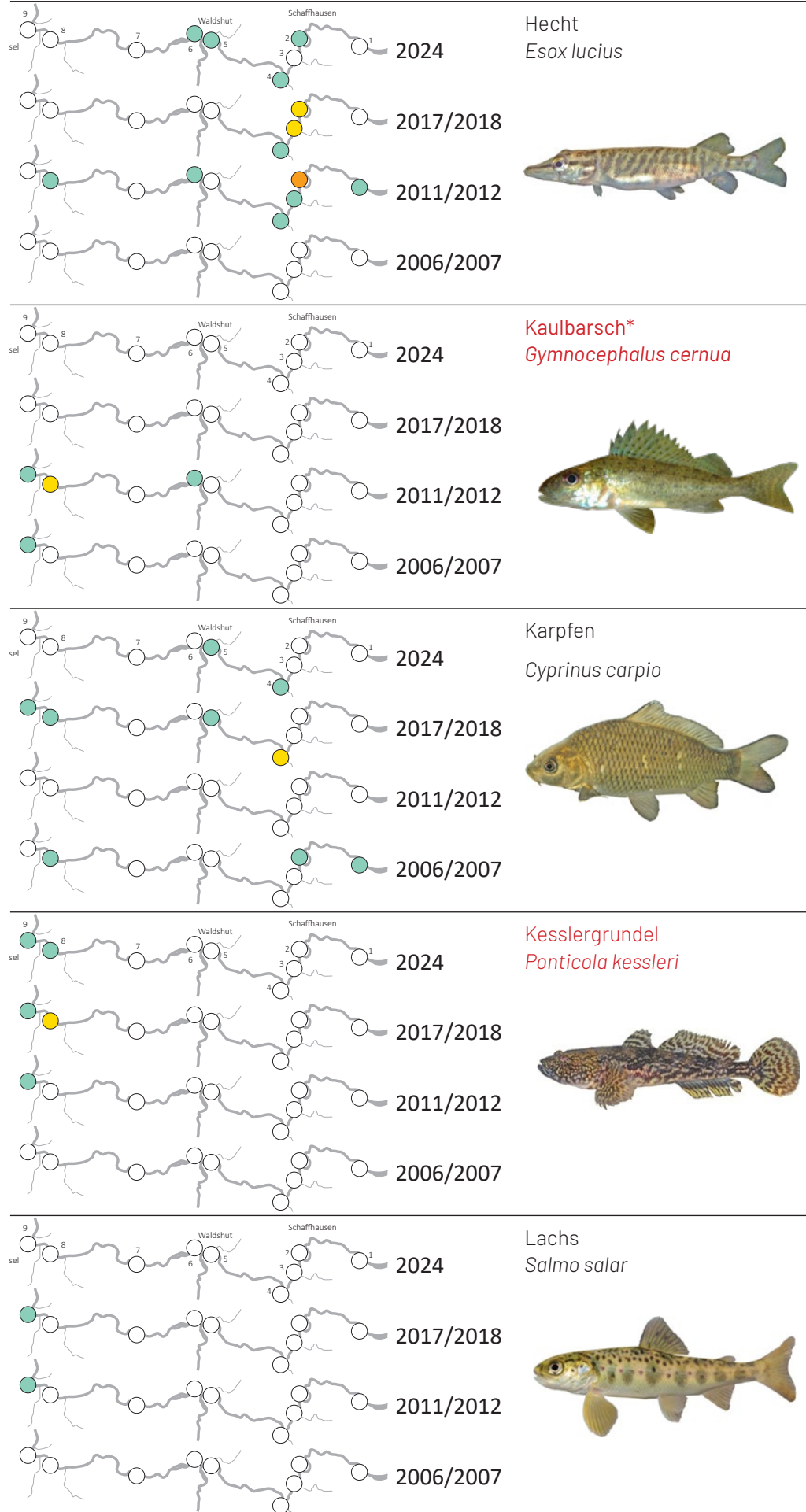


Abb. 2.36: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024

Rot: gebietsfremd

*: genauer Status siehe 2.3.6
«gebietsfremde Arten»

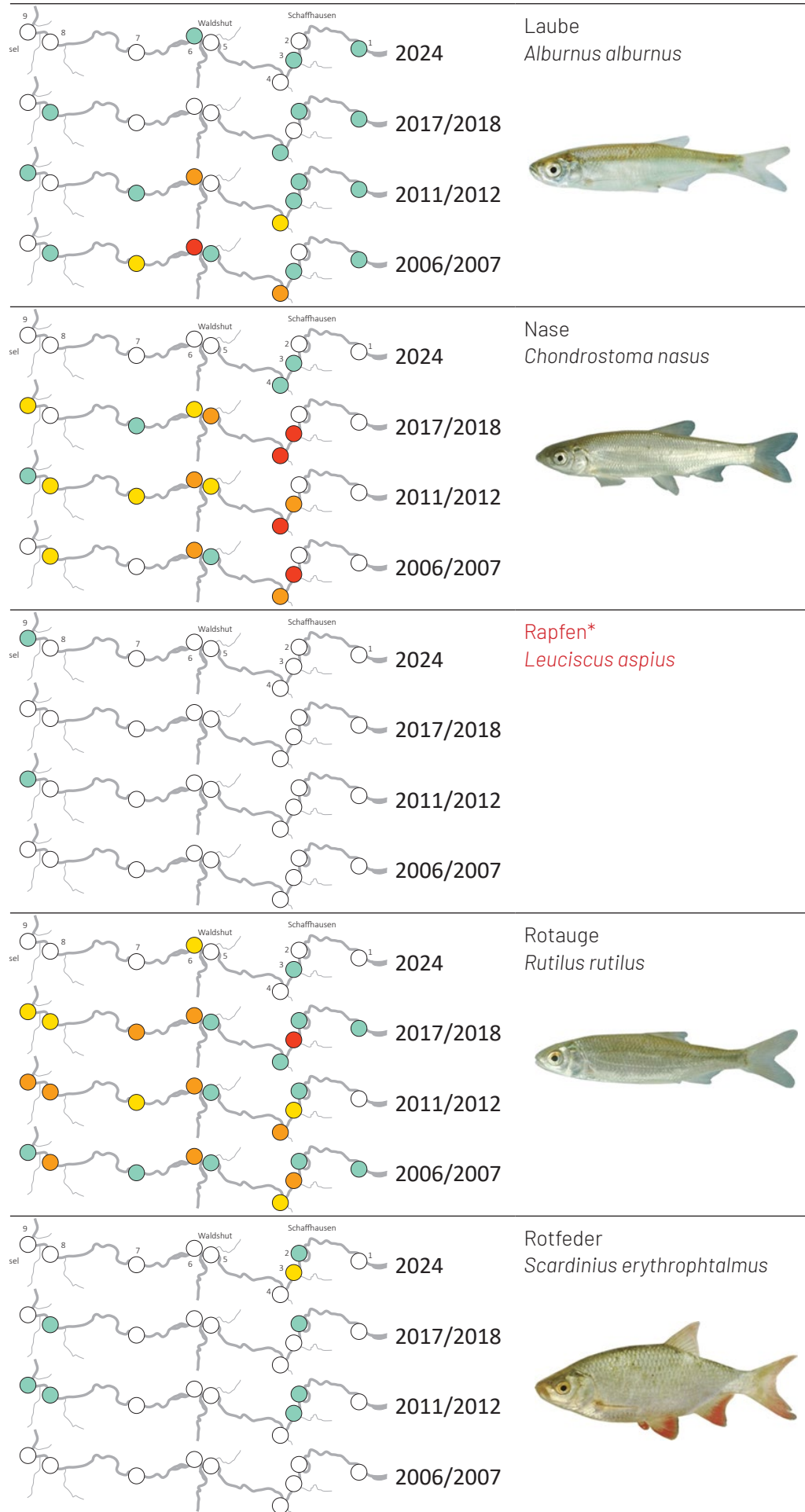
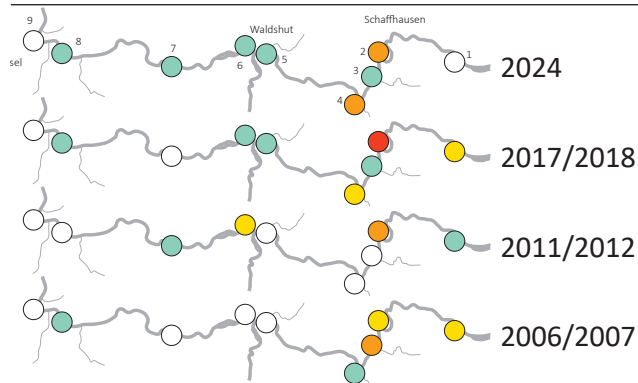
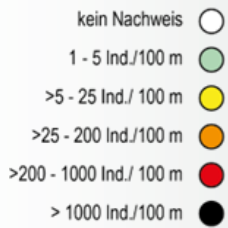


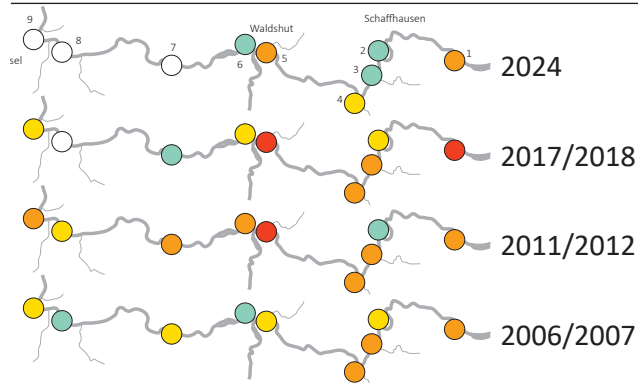
Abb. 2.37: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024

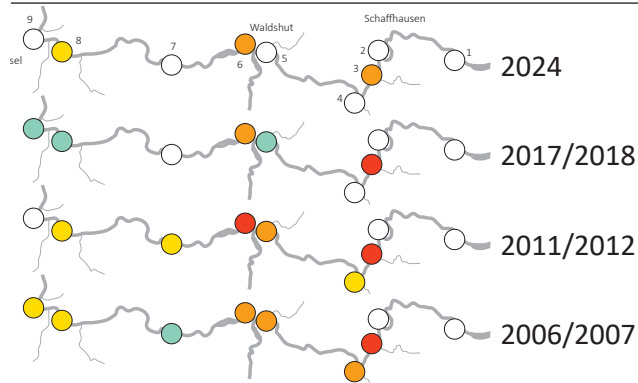
Rot: gebietsfremd



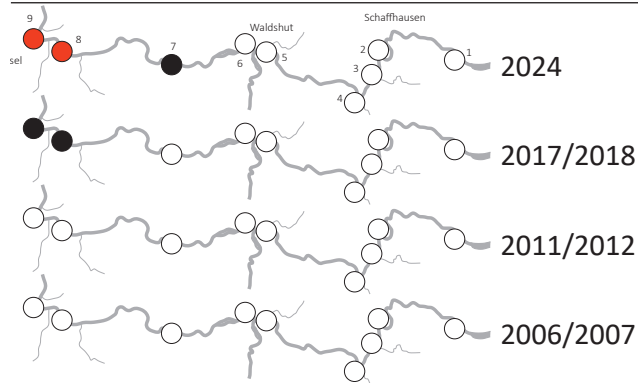
Schleie
Tinca tinca



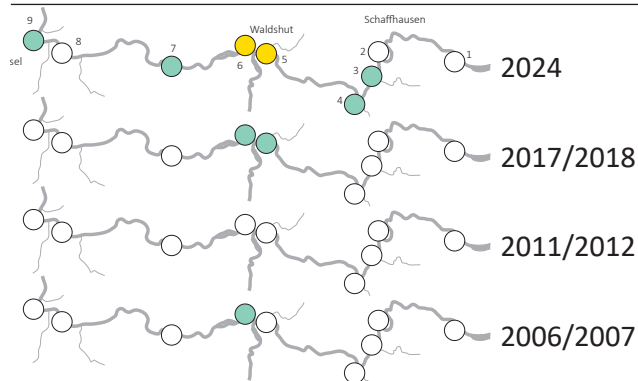
Schmerle
Barbatula barbatula



Schneider
Alburnoides bipunctatus



Schwarzmundgrundel
Neogobius melanostomus



Sonnenbarsch
Lepomis gibbosus

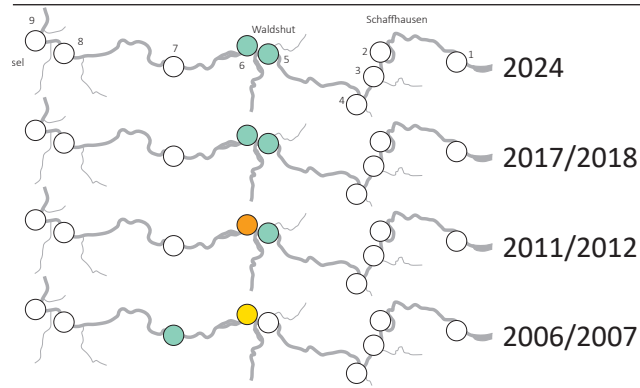


Abb. 2.38: Verbreitung und Häufigkeitsklassen Fische

Entlang des Hochrheins während der Jungfischuntersuchungen im Oktober 2024

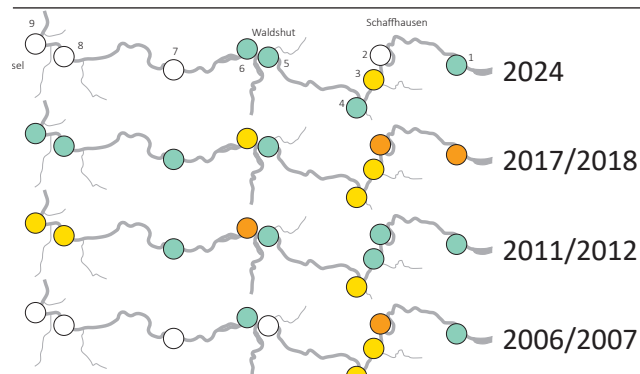
Rot: Neozoe

*: genauer Status siehe 2.3.6 «gebietsfremde Arten»

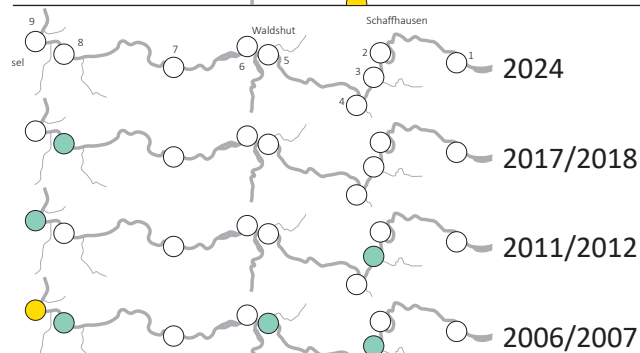


Italienischer Steinbeisser*
Cobitis bilineata

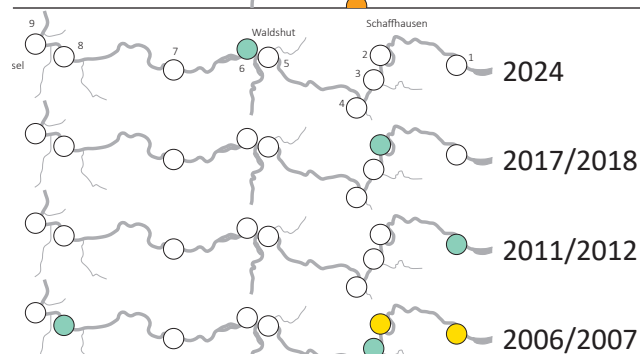
Vormals als *C. taenia* bestimmte Individuen zählen nach neuesten Untersuchungen im Hochrhein zumindest seit mindestens 2013 zu *C. bilineata*



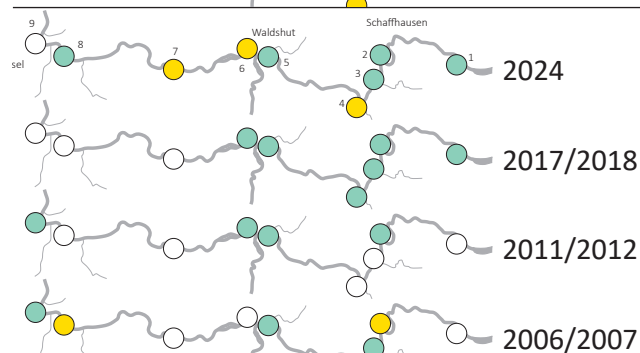
Stichling*
Gasterosteus sp.



Strömer
Telestes souffia



Trüsche
Lota lota



Wels
Silurus glanis



Fischbesiedelung lässt Rückschlüsse auf Habitateigenschaften zu

Im Längsverlauf eines Fließgewässers ändert sich die Morphologie sowie die Fischbesiedelung

Fischfauna zeigt Potamalisierung des Hochrheins

2.3.5 Ökologische Gilden

Fische, die bestimmte Lebensraumanprüche teilen, können gemeinsamen Gilden oder funktionellen Gruppen zugeordnet werden. Die Zuordnung der Fischfauna nach solchen Gruppen kann auf Unterschiede im Lebensraumangebot, den physikalischen Eigenschaften der Umgebung oder dem Nahrungsangebot hinweisen. Verschiedene Arten sind bezüglich dieser Umgebungsfaktoren unterschiedlich tolerant, sie können deshalb verschiedenen Ausprägungen einer funktionellen Gruppe anteilig zugeordnet werden. Anders als bei dem Makrozoobenthos wird für Fische aber meist ein vereinfachtes System angewendet, das jeder Art nur eine Ausprägung zuordnet. Diese vereinfachte Zuordnung kann bereits beim starken Rückgang einer früher häufigen Art zu deutlichen Verschiebungen der Gesamtaussage einzelner Parameter führen. Für die vorliegende Auswertung wurde die Zuordnung genutzt, die der Funktionskontrolle für Revitalisierungen des BAFU zugrunde liegt [8].

Fischregion

Ein Fließgewässer ändert seinen Charakter von der Quelle flussabwärts. Beim Start im Gebirge ist es normalerweise nährstoffarm, steil, stark strömend und dauerhaft sauerstoffreich, im Längsverlauf wird es immer grösser, weniger steil, der Nährstoffgehalt nimmt zu, das Sohlsubstrat verfeinert sich und die Wassertrübung nimmt zu. Verschiedene Fischarten haben sich an die Lebensbedingungen bestimmter Flussabschnitte/Fischregionen angepasst, die jeweilige Leitart ist für die Fischregion namensgebend. Der Fischregionsindex einer Probestelle wird anhand der Fangdaten und dem Vorkommen der dafür typischen Fischarten ermittelt. Er erlaubt eine Beurteilung, inwieweit die Fischbesiedelung des untersuchten Gewässers der Besiedlung im ursprünglichen Zustand entspricht. Für den Hochrhein liegt der Referenzzustand bei einem Wert um 5,5, was der Äschenregion (Hyporhithral) entspricht.

Noch 2006 und 2011 lag der Fischregionsindex im Hochrheinverlauf zwischen 5,5 und 6,5 und damit überwiegend hyporhithral (Abb. 2.39). Die davon abweichenden erhöhten Werte wurden vor allem im Staubereich Rheinau (Stillwassercharakter) und vom Zufluss der Aare flussabwärts beobachtet. Zwischenzeitlich ist der Wert insgesamt angestiegen und lag 2024 fast durchgehend über 6,0. Damit repräsentiert die Fischbesiedelung des Hochrheins mittlerweile eher die Barbenregion (Epipotamal). Im Staubereich von Rheinau liegt der Fischregionsindex noch deutlich höher (6,8) und nähert sich der Brachsenregion an. Tendenziell steigt der Fischregionsindex also sowohl im Verlauf des Hochrheins als auch in der Langzeitbetrachtung. Dies deckt sich mit den Beobachtungen zur biozönotischen Region beim Makrozoobenthos (Kap. 2.2.7).

Abb. 2.39: Fischregionsindex

Fischregionsindex entlang des Hochrheins seit 2006 (jeweils Herbstkampagnen).

- 3: Obere Forellenregion/
Epirithral
- 4: Untere Forellenregion/
Metarithral
- 5: Äschenregion/
Hyporhithral
- 6: Barbenregion/
Epipotamal
- 7: Brachsenregion/
Metapotamal
- 8: Kaulbarsch-Flunderregion/
Hypopotamal

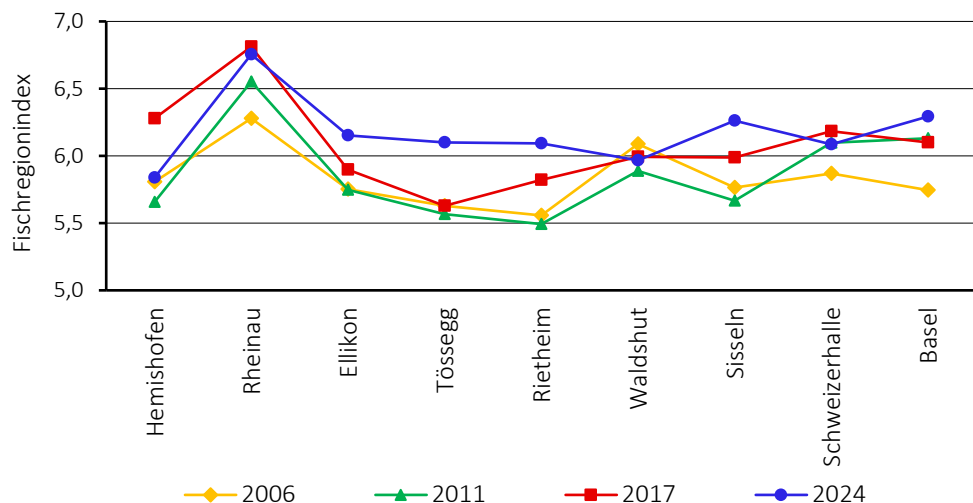
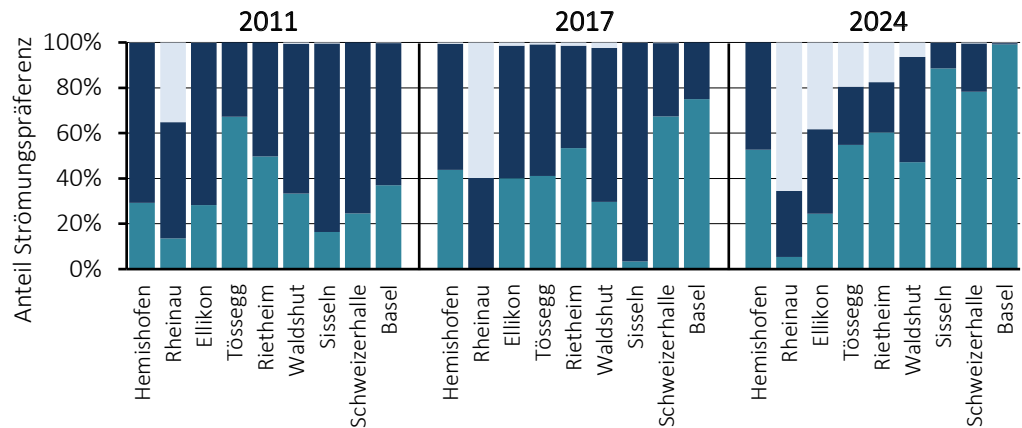
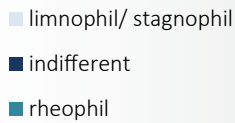


Abb. 2.40: Strömungspräferenz

Präferenz der Fische für Strömungstypen im Hochrhein seit 2011.



**Im Ober- und Unterlauf
zunehmend Stillwasser-
Arten**

Strömungstypen

Der von den einzelnen Fischarten präferierte Strömungstyp zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Untersuchungsstellen und -jahren (Abb.2.40). Während in früheren Kampagnen limnophile/stagnophile (stillwasserliebende) Arten mit wenigen Ausnahmen nur im Staubereich bei Rheinau angetroffen wurden, stieg deren Anteil zwischen 2017 und 2024 an verschiedenen Stellen stark an. Dies ist vor allem auf die Zunahme der Dichten von Schleien und Blaubandbärblingen zurückzuführen. An den drei untersten Stellen wird die Fischgemeinschaft 2024 von den strömungsliebenden (rheophilen) Grundeln dominiert.

Laichhabitat

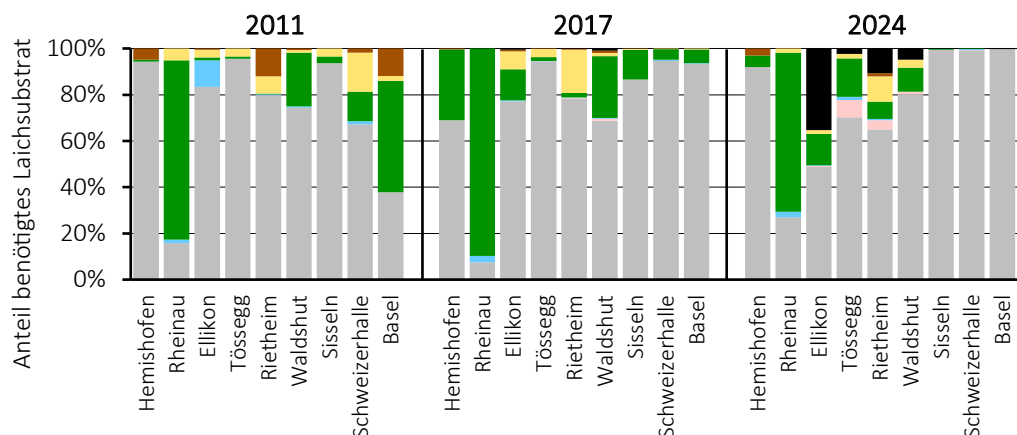
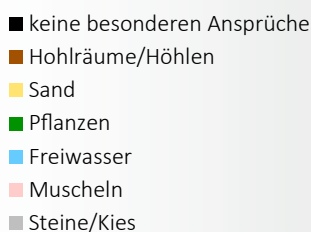
Für den Erhalt der Art ist das Vorhandensein geeigneter Fortpflanzungsmöglichkeiten eine entscheidende Habitatbedingung. Lithophile Fischarten wie Alet, Barben, Schmerlen oder diverse Grundelarten sind auf Steine sowie lockeren und gut durchströmten Kies angewiesen, damit die Eier oder Larven sich im Kieslückensystem entwickeln können. In den Unterläufen von Flüssen fühlen sich hingegen überwiegend phytophile Arten (Flussbarsch, Rotaugen, Steinbeisser, Wels usw.) wohl, die an die dort vorliegenden Begebenheiten angepasst sind und ihre Eier beispielsweise an Wasserpflanzen oder anderen Unterwasserstrukturen anheften. Die gebietsfremden Sonnenbarsche und Blaubandbärblinge gelten als polyphile Laicher und haben keine besonderen Ansprüche. Einige andere Arten haben wieder spezielle Reproduktions-Ansprüche, wie die Groppe, die unter Steinen in geschützten Spalten oder Höhlen ablaicht (speleophil), oder der Bitterling, der in Grossmuscheln ablaicht (ostracophil). Der auf Sand laichende Gründling (psammophil) vertritt eine Gilde, die eher in den Flussmittel- oder Unterläufen häufiger ist.

Die kieslaichenden Arten dominieren, wie für den Hochrhein typisch, an acht der neun Stellen (Abb. 2.41). Nur im Staubereich Rheinau überwiegt der Anteil der phytophilen Arten, repräsentiert durch die vielen Schleien und Hechte. Die Hauptänderung gegenüber der Voruntersuchungen war im Jahr 2024 der gestiegene Anteil an Arten ohne Präferenzen, vor allem in Ellikon und Riethelm und aufgrund der gestiegenen Dichten der Sonnenbarsche

**Hauptsächlich Kieslaicher,
mehr Bitterlinge sowie
polyphile Laicher wie Son-
nenbarsche und Blauban-
därblinge**

Abb. 2.41: Laichhabitat

Präferenz der von Fischen genutzten Laichhabitate im Hochrhein seit 2011.



und Blaubandbärblinge. Die zweite und erfreuliche Änderung ist der deutlich gestiegene Anteil an Bitterlingen in Tössegg und Rietheim. Bitterlinge benötigen für die Reproduktion Grossmuscheln. Zumindest in Tössegg wurden auch zahlreiche *Unio crassus* beobachtet. Die auf Sand laichenden Gründlinge sind nur noch an weniger Stellen präsent, die grössten Anteile erreichen sie wie bereits 2017 in Rietheim. Wie schon 2017 zeigt sich die Dominanz der kieslaichenden Grundeln an den untersten drei Probestellen.

Ernährungstypen

Auch die Anteile der Fischgemeinschaft bezüglich der Ernährungstypen ermöglicht Rückschlüsse auf die genutzten Habitaten.

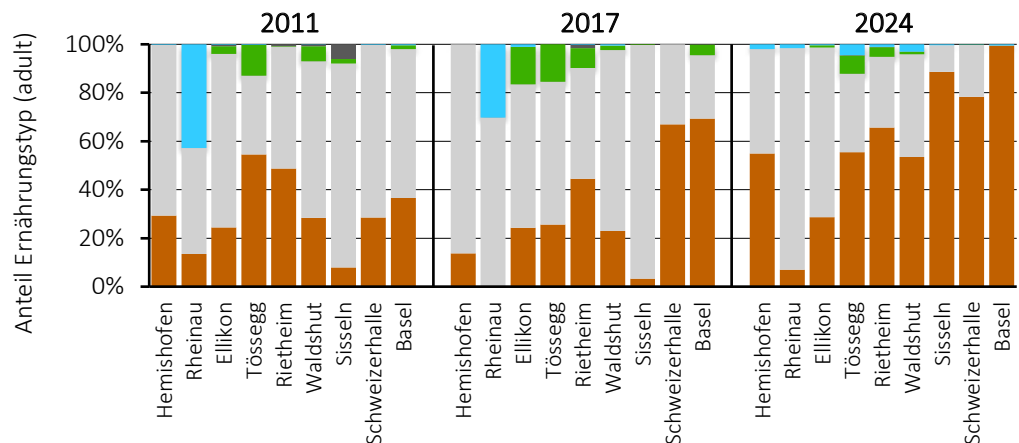
Im Hochrhein zeigen sich allerdings nur wenige Unterschiede, da es nur wenige Nahrungsspezialisten gibt und die meisten Fische Allesfresser sind oder sich von Makrozoobenthos ernähren (Abb. 2.42). Die früher in Rheinau häufigen piscivoren Fische (hier Hechte) sind auf 2024 stark zurückgegangen. Hechte sind aber auch entlang des ganzen Hochrheins weniger geworden. Die Anteile der detritivoren Bachneunaugen sind verschwindend gering und weiter rückläufig. Pflanzenfresser kamen in allen drei Untersuchungsjahren im Mittellauf am meisten vor, die grössten Anteile fanden sich stets in Tössegg, da dort die meisten Bitterlinge und Nasen gefangen wurden.

Allesfresser und insectivore Arten dominieren, Abnahme der anderen Ernährungstypen

Abb. 2.42: Ernährungstypen

Präferenz der Fische für Ernährungstypen im Hochrhein seit 2011.

■ Plankton
■ Fische
■ Allesfresser
■ Pflanzen
■ Detritus
■ Makrozoobenthos



2.3.6 Gebietsfremde Fischarten

Eindeutig als gebietsfremd können alle Fischarten eingestuft werden, die nicht auf ursprünglichen Wasserwegen in den Hochrhein eingewandert sein können wie verschiedene Grundeln aus der Pontokaspis-Region, der aus Ostasien stammende Blaubandbärbling oder der nordamerikanische Sonnenbarsch. Das betrifft auch Arten, die aus benachbarten Flusssystemen oder unterhalb liegenden Rheinabschnitten stammen, aber erst durch direkte oder indirekte Einwirkung des Menschen Migrationsgrenzen überwinden und sich so weiterverbreiten konnten. Der Rheinfall bei Schaffhausen bildet und bildete ein unüberwindbares Aufstiegshindernis für alle Rheinfischarten ausser dem Aal. Ein weiteres selektives Wanderhindernis im Hochrhein bildeten aber auch die Laufenburger Laufen. Diese grosse Stromschnelle konnte von manchen schwimmstarken Arten und Individuen sicher (z. B. Lachs), von anderen höchstens ausnahmsweise überwunden werden. Die Entscheidung, welche Arten oberhalb von Laufenburg als gebietsfremd eingestuft werden müssen, kann deshalb nicht eindeutig getroffen werden. Hierzu fehlen teilweise auch historische Angaben. Bei Arten wie dem Rapfen, dessen historisches, sicheres Verbreitungsgebiet (bis Oberrhein) nicht durch Migrationshindernisse vom Hochrhein getrennt war, kann keine eindeutige Einstufung erfolgen. Bei anderen, wie dem Stichling und dem Italienischen Steinbeisser, finden derzeit noch wissenschaftliche Abklärungen über deren Herkunft statt.

Auf Basis dieser Überlegungen wurden alle Fischarten, deren historische Verbreitung im Hochrhein oder in einzelnen seiner Abschnitte nicht eindeutig ist, als «möglichweise

Tab. 2.5: Einstufung historisches Vorkommen

Bei einzelnen Fischarten ist entweder die historische Ausbreitungsgrenze im Hochrhein oder das grundsätzliche historische Vorkommen unsicher.
*Stichlinge im Hochrhein vermutlich *G. aculeatus* und damit gebietsfremd

Fischart	Unterhalb Laufenburg	Oberhalb Laufenburg	Oberhalb Rheinfall Schaffhausen
Kaulbarsch <i>Gymnocephalus cernua</i>	heimisch	möglicherweise gebietsfremd	gebietsfremd
Rapfen <i>Aspius aspius</i>	möglicherweise gebietsfremd	möglicherweise gebietsfremd	gebietsfremd
Stichling <i>Gasterostorus gymnotus</i> *	heimisch	möglicherweise gebietsfremd	gebietsfremd
Italienischer Steinbeisser <i>Cobitis bilineata</i>	möglicherweise gebietsfremd	möglicherweise gebietsfremd	gebietsfremd

gebietsfremd» eingestuft (Tab. 2.5). Damit werden, unter anderen aufgrund aktueller wissenschaftlicher Abklärungen bisherige eindeutige Einstufungen aus offiziellen Veröffentlichungen noch einmal hinterfragt [9].

Zunahme von gebietsfremden Arten

Bereits vor der ersten Kampagne 2006/2007 gab es im Hochrhein Nachweise von gebietsfremden Arten wie Blaubandbärblingen, Sonnenbarschen oder Giebeln [19]. Insgesamt wurden seitdem acht gebietsfremde, drei möglicherweise gebietsfremde und zwei invasive Arten nachgewiesen.

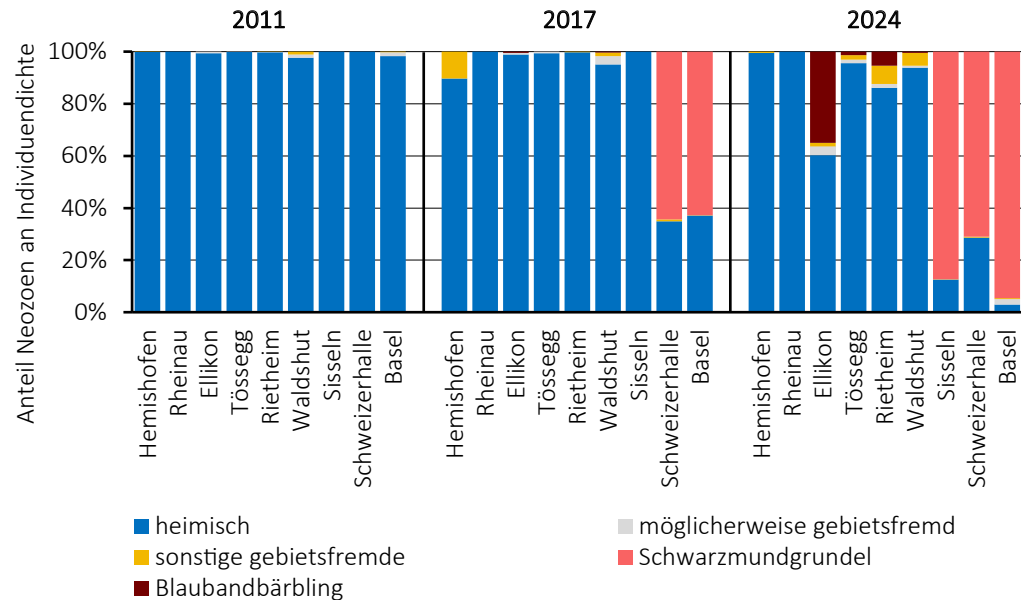
Bereits von 2011 bis 2017 hatte der Anteil an gebietsfremden Arten vor allem durch die invasiven Schwarzmundgrundeln in Schweizerhalle und Basel zugenommen (Abb. 2.43). Der relativ hohe Anteil von Neozoen 2017 in Hemishofen kam durch den Fang von über 500 Stichlingen zustande. Die Dominanz der Schwarzmundgrundeln im Unterlauf weitete sich bis 2024 bis nach Sisseln aus. Die scheinbare «Zunahme» der Neozoen in Schweizerhalle und Basel liegt an einem Rückgang der heimischen Fischarten, der stärker war als der geringere Rückgang der Grundeln. In Ellikon machten die invasiven Blaubandbärblinge 2024 etwa 35 % des nachgewiesenen Fischbestands aus.

Zwei Arten wirken im Hochrhein invasiv

Im Hochrhein zeigen daher aktuell vor allem Schwarzmundgrundel und Blaubandbärbling ein invasives Verhalten.

Abb. 2.43: Neozoen

Anteil an gebietsfremden und möglicherweise gebietsfremden Fischarten im Hochrhein seit 2011.



Ausbreitung des invasiven Blaubandbärblings

Der ursprünglich aus Ostasien stammenden **Blaubandbärblings** (*Pseudorasbora parva*) wurde weltweit vor allem über Aquarienbesitzer verbreitet. Im Hochrhein wurde er im Rahmen dieses Monitorings erstmals 2006 bei Ellikon gefunden. Seitdem hat sich die Verbreitung langsam aber stetig vergrößert, mittlerweile auf den gesamten Bereich zwischen Ellikon und Waldshut. In Ellikon erreicht er 2024 auch die höchste Dichte (94 Ind./100 m). Im Jahr 2012 wurde ein Individuum isoliert in Basel festgestellt.

Der **Giebel (*Carassius gibelio*)** wurde in Ellikon und Rietheim festgestellt, dafür nicht mehr in Schweizerhalle. In Rheinau wurde 2007 ein juveniler **Goldfisch (*Carassius auratus*)** gefangen.

Der oberhalb von Laufenburg als möglicherweise gebietsfremd eingestufte **Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*)** kam 2024 nur mit drei Individuen in Waldshut vor. Unterhalb von Laufenburg, also im wahrscheinlich ursprünglichen Verbreitungsgebiet, wurde der erste Kaulbarsch des Monitorings 2006 in Basel gefunden. Weitere Nachweise [32] gelangen 2011 und 2012 in Basel und Schweizerhalle.

Die im Schwarzmeerraum beheimatete **Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*)** wurde erstmals 2011 in Basel nachgewiesen und 2017 dann auch flussaufwärts in Schweizerhalle. Auch wenn bisher nur Nachweise an diesen beiden Stellen erbracht wurden, gilt die weitere Ausbreitung flussaufwärts als wahrscheinlich. Die festgestellten Dichten der Kesslergrundel sind geringer und ihre Ausbreitung weniger invasiv als die der Schwarzmundgrundel. An dernorts kann die Kesslergrundel allerdings auch stark invasiv auftreten [32].

Rapfen (*Leuciscus aspius*) sind im Oberrhein heimisch, für den Hochrhein gelten sie allerdings als möglicherweise gebietsfremd. Bereits 2011 wurden in Basel zwei Individuen gefangen, im Jahr 2024 nochmal fünf Individuen. Ein Bestand grösserer Individuen über Birsfelden hinaus wurde bereits 2017 seitens der kantonalen Fischereiaufsicht gemeldet [pers. Mitteilung].

Die über die Donau eingewanderte **Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*)** wurde im Rahmen des Monitorings erstmals 2017 in Basel und Schweizerhalle nachgewiesen. Die Art hat den Bereich aber schon seit 2012 besiedelt [26]. Wie so oft, wenn eine invasive Art ein neues Gebiet erreicht, stiegen die Bestände schnell an und die Grundeln erreichten sehr hohe Dichten. Bis 2024 hatte sie sich weiter flussaufwärts bis Sisseln ausgebreitet und erreichte jetzt dort mit 1420 Ind./100 m die höchsten Dichten. In Schweizerhalle und Basel sind die Dichten etwas rückläufig. Eine weitere Ausbreitung flussaufwärts ist sehr wahrscheinlich [52]. Im Rahmen des Monitorings der Fischereiforschungsstelle von Baden-Württemberg wurde sie 2018 oberhalb von Rheinfelden nachgewiesen [32]. Es ist zu beobachten, dass die Fischartenzahl und die Fischdichte anderer Arten im Unterlauf des Hochrheins zeitversetzt mit der Besiedelung durch die Schwarzmundgrundel rapide abgenommen hat. Ähnliche Effekte sind bei einer weiteren Ausbreitung im ganzen Hochrhein zu erwarten.

Der aus Nordamerika stammende und vor allem durch Aquarienhaltung eingeschleppte **Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*)** wurde erstmals in Einzelnachweisen 2006 und 2007 in Waldshut gefunden. Auch 2017 beschränkten sich die Nachweise auf wenige Individuen in Rietheim und Waldshut. Im Jahr 2024 kam er dort in mittleren Dichten vor und hat sich weiter flussauf- und flussabwärts ausgebreitet. 2024 gelang auch ein Nachweis in Basel. Eine weitere, allmähliche Ausbreitung ist wahrscheinlich.

Der **Italienische Steinbeisser (*Cobitis bilineata*)** wurde hauptsächlich in Waldshut und vereinzelt in Rietheim nachgewiesen. Vermutlich wandert er auch aus der Aare ein, wo die Bestände in den letzten Jahren stark gewachsen sind [25]. Neben einem Einzelfund in Sisseln im Jahr 2006 wurden 2006 und 2007 mehrere Exemplare in Waldshut nachgewiesen. Der erste Steinbeisser in Rietheim wurde 2011 gefangen, was eine Ausbreitung seit 2006 von Waldshut flussaufwärts nahelegt.

Die im Hochrhein gefundenen Stichlinge (***Gasterosteus* sp.**) sind vermutlich gebietsfremd. Sicher heimisch wären Stichlinge der Art *G. gymnurus* unterhalb von Laufenburg (Tab. 2.5). Im 19. Jahrhundert wurde *G. gymnurus* im Hochrhein bei Basel nachgewiesen. Laut der Roten Liste der Schweiz gilt der heimische *G. gymnurus* aufgrund der Gefahr einer Hybridisierung mit dem als in der Schweiz als nicht heimisch kategorisiertem *G. aculeatus* als gefährdet. In den letzten koordinierten biologischen Untersuchungen seit 2006 wurde im gesamten Hochrhein nur noch *G. aculeatus* beobachtet.

Bisher keine weitere Ausbreitung der Kesslergrundel

Ausbreitung der Schwarzmundgrundel mit massenhaften Vorkommen in Sisseln

Von der Aare her breitet sich der Italienische Steinbeisser flussaufwärts aus

3 Zusammenfassung weiterer biologischer Untersuchungen

Aufgrund methodischer Umstellungen in Baden-Württemberg und die daraus folgenden Anpassungen und Kalibrierungen der Auswertungsmethoden, liegen für planktische und benthische Algen keine aktuelleren Ergebnisse seit der letzten Berichtslegung zur Untersuchungskampagne 2017/18 vor.

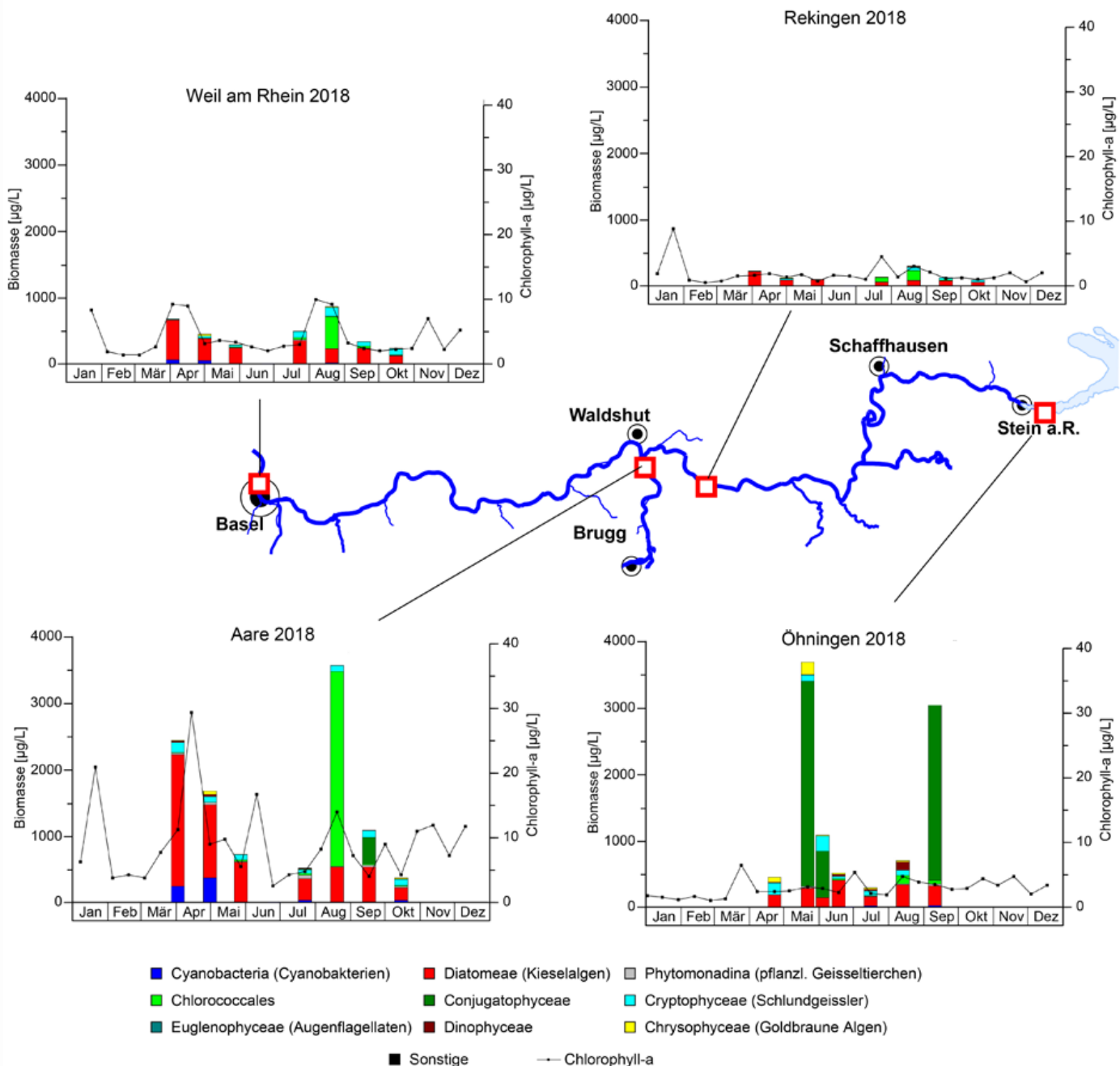
3.1 Planktische Algen

In Flüssen spielt das Phytoplankton eine geringere Rolle als in Seen. Durch den regelmäßigen Abfluss wird Plankton laufend verdriftet und kann meist keine sich erhaltenden Populationen bilden.

Gegenüber der Berichterstattung zum Hochrhein-Monitoring 2017/2018 liegen keine aktuelleren, veröffentlichten Untersuchungsergebnisse vor. Daher werden weiterhin die Ergebnisse für das Phytoplankton bis 2018 dargestellt. Hierzu liegen Daten von drei Messkam-

Abb. 3.1: Zusammensetzung und Biomasse des Phytoplanktons

Anteile der häufigsten Gruppen sowie des jeweiligen Chlorophyllgehalts der Proben im Hochrhein 2018 [47].



pagnen und vier Probestellen vor. Die drei Probestellen im Hochrhein werden im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) erhoben [47]. Aufgrund des grossen Einflusses der Aare werden diese durch eine Probestelle in der Schweiz an der Aare kurz vor deren Einmündung in den Hochrhein ergänzt. Die oberste Messstelle im Hochrhein liegt noch im Bodensee bei Öhningen und zeigt an, welche Planktonorganismen in welcher Menge aus dem See in den Hochrhein eingetragen werden. Der nächste Messpunkt liegt bei Reckingen und repräsentiert den Rheinabschnitt vom See bis zur Aaremündung. Der Abschnitt unterhalb der Aaremündung wird durch eine Probestelle unterhalb des Rheinknies bei Basel in Weil vertreten. Die Messstelle an der Aare zeigt den Phytoplanktoneintrag durch die Aare bei Felsenau, der stark durch den Staubereich Klingnau geprägt wird.

Die Plankton-Zusammensetzung im Hochrhein wird in entscheidendem Masse durch den Bodensee, die Abschwemmung von Aufwuchsalgen und den Eintrag aus der Aare beeinflusst. Eine Planktonproduktion im Fluss selbst ist nur in geringerem Masse möglich (Abb. 3.1).

Der Index des biologischen Zustands des Phytoplanktons ist vor allem ein Anzeiger für die Trophie eines Gewässers. Seine Werte sind im Hochrhein seit Beginn der Erhebungen so gut wie unverändert (Tab. 3.1). Die Bewertung ist direkt unterhalb des Seeabflusses bei Öhningen «gut», an allen anderen Stellen «sehr gut». Die leichte Abwertung bei Öhningen geht vor allem auf den Einfluss des Bodensees zurück, in dem eine andere Artenzusammensetzung vorkommt. Die dargestellte Bewertung des biologischen Zustands erfolgte – wie in den Voruntersuchungen – nach dem Bewertungsverfahren PhytoFluss 2.2 (Tab. 3.1). Das damals noch in der Prüfphase befindliche PhytoFluss-Verfahren 4.0 wurde testweise angewandt. Dabei würde die Stelle bei Öhningen nicht mehr durch den Seeabfluss abgewertet – der Index wäre sogar noch besser als im restlichen Hochrhein. Mittlerweile hat das Verfahren die Testphase verlassen.

Tab. 3.1: Ökologische Qualität Phytoplankton

Vergleich der Bewertung der durch Baden-Württemberg erhobenen Daten [47].

Probestelle	Jahr	Ökologische Qualität, Gesamtindex Phytoplankton
Seeabfluss bei Öhningen	2006	2,02
	2012	2,05
	2018	2,03
Hochrhein bei Reckingen	2006	1,27
	2012	1,36
	2018	1,34
Oberrhein bei Weil	2006	1,36
	2012	1,29
	2018	1,37
Aare bei Felsenau	2006	1,37
	2012	1,24
	2018	1,32

Im Hochrhein waren die Chlorophyll a-Konzentrationen durchgehend sehr niedrig, sogar die Maxima liegen noch unterhalb von 10 µg/l (Abb. 3.1). Dies entspricht den sehr guten Ergebnissen bezüglich der Nährstoffsituation im Hochrhein. Die Phytoplanktongesellschaften waren in allen Flussabschnitten im Jahresmittel von Kieselalgen dominiert. Danach folgten die Chlorophyceae (Grünalgen) und dann oft die Cryptophyceae. Im Hochrhein gehören die häufigsten Arten zu den Cryptophyceae wie z. B. *Rhodomonas lacustris* var. *lacustris*. In der Aare bildete die chlorococcale Grünalge *Coelastrum polychordum* eine Planktonblüte im August und war in Folge auch im Jahresmittel die häufigste Art. In der Summe waren die Kieselalgen in Rhein und Aare die biomassereichste Gruppe.

3.2 Aufwuchs und benthische Kieselalgen

Der Aufwuchs der Flusssohle setzt sich aus vielen verschiedenen Organismengruppen zusammen: Bakterien, Pilzen, tierischen Einzellern (Protozoen) und Algen. Er bildet wichtige Lebensraumstrukturen, trägt einen wesentlichen Teil zur Selbstreinigung des Fließgewässers bei und ist Nahrung für viele kleine und grössere Tiere. Den Hauptanteil des Aufwuchses bilden meist festsitzende Algen, sowohl einzellige wie auch mehrzellige, krustenförmige oder fädige Formen, die zu verschiedenen taxonomischen Gruppen zählen (z. B. Grün-, Rot- und Goldalgen und Kieselalgen). Ihre Artenzusammensetzung wird durch das Licht- und Strukturangebot, durch die Geologie des Einzugsgebiets (Kalk- oder Urgestein), durch die Strömung sowie durch den Nährstoffgehalt und andere Stoffe im Wasser bestimmt. Das Arteninventar und seine relative Zusammensetzung im Aufwuchs geben deshalb wichtige Hinweise zur Bewertung der biologischen Gewässerqualität [49].

Im Hochrhein wurden im Rahmen der letzten Messprogramme an acht Stellen Aufwuchs- und Kieselalgenproben im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) untersucht [56]. Auch für benthische Diatomeen liegen noch keine aktuelleren, veröffentlichten Ergebnisse als für das Jahr 2015 vor. Anhand der ermittelten Gesamtartenzahlen, Artenzusammensetzungen und Häufigkeiten wurde eine Bewertung der biologischen/ökologischen Gewässerqualität gemäss der EU-Wasser-rahmenrichtlinie (EU-WRRL) mittels des Auswertungstools Phylib vorgenommen.

Abb. 3.2: Benthische Kieselalgen

Anhand von benthischen Kieselalgen (Diatomeen) indizierte ökologische Qualität im Hochrhein im Jahr 2015 (nach Methode Phylib SCHAUMBURG et al. 2012) [49], [56].

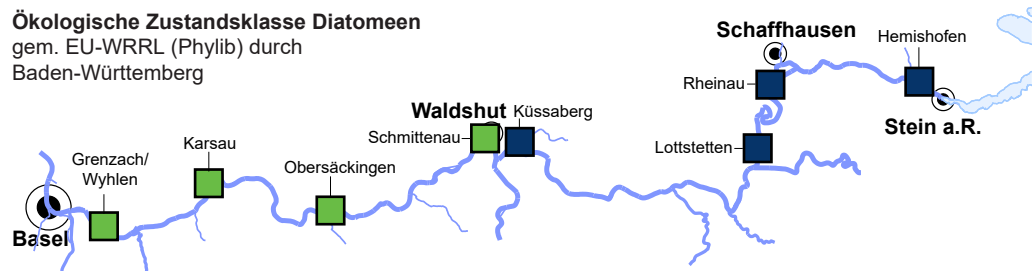
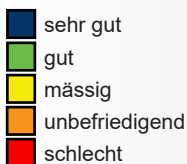
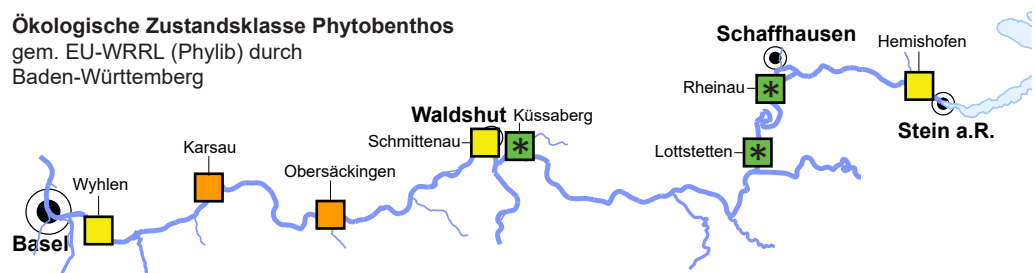


Abb. 3.3: Phytobenthos

Anhand von Phytobenthos (ohne Diatomeen) indizierte ökologische Qualität im Hochrhein im Jahr 2015 (nach Methode Phylib SCHAUMBURG et al. 2012) [49], [56].



*: Gutachterliche Abwertung empfohlen

Die Bewertung der benthischen Kieselalgen war 2015 für den gesamten Hochrhein «gut» bis «sehr gut», wobei die Aarenmündung den Hochrhein auch diesbezüglich zweiteilt (Abb. 3.2). Alle oberhalb gelegenen Stellen sind «sehr gut», die unterhalb gelegenen etwas schlechter. Dies betrifft auch die um die Aarenmündung und nahe beieinander liegenden Stellen Küssaberg und Schmittenuau. Im Rahmen der Untersuchung 2012 waren die Bewertungen gleichmässiger über den Hochrhein verteilt. Auffällig ist die knapp oberhalb der Aarenmündung gelegene Stelle Küssaberg. 2012 gab es für diese Stelle die damals am ganzen Hochrhein schlechteste Bewertung mit «mässig» – bis 2015 hatte sich diese auf «sehr gut» verbessert.

Das restliche Phytobenthos zeigt am Hochrhein einen deutlich schlechteren Zustand an. Hier reichen die Bewertungen von «gut» bis «unbefriedigend», wobei die nach Leitfaden mit «gut» bewerteten Stellen aus Sicht der Autoren aus gutachterlicher Sicht noch abgewertet werden müssten (Abb. 3.3). Hier zeigt der Hochrhein also auf der ganzen Linie Defizite – bei Karsau und Obersäckingen sogar umfangreiche.

3.3 Makrophyten (Wasserpflanzen)

Der Begriff «Makrophyten» ist ein praxisbezogener Sammelbegriff für eine Gruppe von Wasserpflanzen, zu denen höhere Wasserpflanzen, Armleuchteralgen und Wassermoose gezählt werden. Wenn Makrophyten in dichteren Beständen oder als «Polster» wachsen, sind sie bedeutende Lebensraumstrukturen für Fische und wirbellose Kleinlebewesen. Einige Fischarten legen ihren Laich an Wasserpflanzen ab.

Nach einer langjährigen Untersuchungslücke werden Makrophyten im Hochrhein seit 2006 wieder regelmässig an einzelnen Probestellen untersucht. Bezüglich eines Bewertungssystems von Makrophyten im Rhein bestehen aktuell noch Defizite. Für den Rhein fehlen entsprechende Bewertungsmodule für Deutschland. Für die Berichterstattung der IKSR zum Berichtsjahr 2018/2019 wurde daher auf eine gutachterliche Einschätzung zurückgegriffen [31]. Neuere oder detaillierte Auswertungen liegen bisher nicht vor.

Die gutachterliche Bewertung führte oberhalb des Zuflusses der Aare (Stein, Ettikon) zur Einschätzung «mit leichten Defiziten», unterhalb zu «mit deutlichen Defiziten» (Sisseln, Pratteln-Wyhlen). Die Hauptdefizite liegen dabei in der zu geringen Artenzahl, begrenzter Bedeckung und schlechter Bewertung der Gütezeiger (Tab.3.2).

Gegenüber den früheren Berichtszeiträumen schwankte die Bewertung teilweise stark. So wurden die Makrophyten 2006/07 noch als «gut ausgebildet» eingestuft, 2012/13 wurden «deutliche Defizite» bis «sehr starke Defizite» festgestellt. 2018/19 wurde wieder etwas besser bewertet. Die Änderungen lagen teilweise am Einfluss von Hochwassern, aber auch an zwischenzeitlich geänderten Untersuchungsmethoden.

Tab. 3.2: Makrophyten

Gutachterliche Einschätzung der Makrophytenbesiedlung für das Berichtsjahr 2018/19 der IKSR [31].

- 1: idealtypisch ausgeprägt
- 2: gut ausgeprägt
- 3: mit leichten Defiziten
- 4: mit deutlichen Defiziten
- 5: mit sehr starken Defiziten

Stelle	Bewertung				Gesamteinschätzung
	Wuchsformen	Artenzahl	Gütezeiger	Deckung	
Stein	2	3	2	3	3
Ettikon	2	3	2	3	3
Sisseln	3	4	4	4	4
Pratteln-Wyhlen	4	4	4	4	4

3.4 Fischmonitoring Baden-Württemberg

Baden-Württemberg führt im Hochrhein regelmässig Bootsbefischungen nach Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie durch (WRRL-Monitoring). Diese gehen primär in die rheinweiten Bewertungen der IKSR ein. 2023/2024 wurden dabei insgesamt 28 Fischarten nachgewiesen (Vorabinformation durch die Fischereiforschungsstelle Langenargen; Tab. 3.3). Im Fang dominierten Alet (44,1 %), Barbe (15,7 %) und Schwarzmundgrundel (13,6 %), darauf folgten Laube (4,1 %), Schleie (3,4 %), Rotaugen (3,3 %), Schneider (2,7 %), Brachse (2,5 %), Bitterling (2,1 %), Flussbarsch (1,3 %), Gründling (1,2 %) und Nase (1,1 %). Die relativen Häufigkeiten der anderen Arten lagen mit <1 % im Bereich sporadischer Begleitarten. Damit ergeben sich teilweise auffällige Unterschiede gegenüber den Ergebnissen des Jungfischmonitorings.

Für 20 der 28 gefundenen Arten konnten auch 0+ Jungfische gefangen werden und somit die Reproduktion dieser Arten im Hochrhein nachgewiesen werden.

Bei den nachgewiesenen mittels Bootsbefischung erfassten 28 Arten gab es 25 Überschneidungen mit den Ergebnissen des Jungfischmonitorings (Kapitel 2.3; 30 Fischarten und eine Neunaugenart). Zusätzlich wurden mit Bachforelle, Kaulbarsch und Moderlieschen noch drei weitere Arten im WRRL-Fischmonitoring gefunden. Kaulbarsche wurden auch im Rahmen der Jungfischuntersuchungen am Hochrhein bis 2011/12 immer wieder und auch in der Aare festgestellt. Von den im Jungfischmonitoring häufig vorkommenden Arten wurden dafür einzelne Arten nicht von Baden-Württemberg festgestellt: Die Kesslergrundel und der Italienische Steinbeisser.

Beide Arten sind bodenlebensfähig und daher mit Bootsbesamungen vor allem in der Strömung nicht so einfach erfassbar.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich Jungfischuntersuchungen im Uferbereich und Bootsbesamungen gut ergänzen können. Beide Untersuchungen 2023/2024 zusammengefasst konnten im Hochrhein 33 Arten nachgewiesen werden (siehe auch Tab. 2.3 in Kapitel 2.3).

Tab. 3.3: Fische IKS-Monitoring Hochrhein

Ergebnis von elektrischen Bootsbesamungen, durchgeführt von Baden-Württemberg

blau: Art vorhanden

+: Nachweis 0+ Jungfische

Art/Probestelle		oberhalb Bad Säckingen	unterhalb Rheinfelden	oberhalb Rheinfelden	Kadelburg	Hohentengen
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>					
Bachforelle	<i>Salmo trutta</i>					+
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	+	+	+	+	+
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	+	+	+	+	+
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>				+	+
Blaubandbärbling	<i>Pseudorasbora parva</i>				+	
Brachse	<i>Abramis brama</i>		+	+		+
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	+	+	+	+	+
Dreist. Stichling	<i>Gasterosteus gymnaurus</i>					
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i> *					+
Giebel/Goldfisch	<i>Carassius (auratus) gibelio</i>					+
Groppe	<i>Cottus gobio</i>				+	
Gründling	<i>Gobio gobio</i>					
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>					+
Hecht	<i>Esox lucius</i>	+		+		
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>					
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>					
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>					+
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	+			+	+
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	+	+			
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+				+
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	+	+	+		+
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>					
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>				+	+
Schwarzmundgrundel	<i>Neogobius melanostomus</i>					
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>					
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>		+			+
Wels	<i>Silurus glanis</i>			+	+	+

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

4.1 Makrozoobenthos

Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos im Hochrhein ist stetig im Wandel. Nachdem die Anzahl unterscheidbarer Taxa und deren Dichten von 2012 auf 2018 zugenommen hat, ist sie bis 2024 wieder gesunken. Der Rückgang war vor allem bei den Eintagsfliegen und Köcherfliegen zu sehen, dies könnte u.a. auch dem allgemeinen Insektenrückgang geschuldet sein, der in den letzten Jahren an Land beobachtet wird und sich mittlerweile wohl auch im Wasser abzeichnet. Dieser wird durch den Einsatz von Pestiziden und durch Eingriffe des Menschen in die Natur verursacht, sei es durch den aktiven baulichen Eingriff in Gewässer (bspw. Kanalisierungen) oder durch die Nutzung des gewässernahen Raumes, z. B. als landwirtschaftliche Flächen oder durch Versiegelung.

Bezogen auf einzelne Probestellen können Schwankungen der Taxazahlen und der Individuendichten über die Zeit durch verschiedene weitere Faktoren erklärt werden. Eine wichtige Rolle spielen dabei invasive Arten, die sowohl heimische als auch andere gebietsfremde Arten verdrängen können und vor allem in den ersten Jahren ihres Erscheinens Massenentwicklungen zeigen. Perspektivisch wird die Ansiedlung weiterer, aus wärmeren Gebieten stammenden Neozoen, durch ansteigende Wassertemperaturen aufgrund der Klimaerwärmung begünstigt. Auch 2023, im Vorjahr der Hauptuntersuchung, haben die Temperaturen an einzelnen Tagen bereits kritische Werte erreicht, was vor allem Wasserinsekten, die kühlere Wassertemperaturen benötigen, beeinflussen könnte. Hitzeperioden gehen meist auch mit Niederwasserperioden einher, gleichzeitig werden starke Regenfälle zunehmen und zu Hochwassern führen wie im Winter 2023/24. Solche Ereignisse wirken sich ebenfalls auf das Makrozoobenthos aus, sowohl durch das Trockenfallen von ufernahen Besiedlungsflächen, als auch durch Verdriften der dort lebenden Arten bei Hochwasser.

Gerade durch Einmündungen anderer grosser Flüsse wie der Aare, der Thur oder dem direkt oberhalb liegenden Bodensee können immer wieder neue Arten in den Hochrhein gelangen. Neu im Hochrhein ist der Aufrechte Flohkrebs (*Crangonyx pseudogracilis*). Andere Neozoen, wie die Donauassel (*Jaera istri*) oder der Granataugen-Flohkrebs *Echinogammarus ischnus*, haben sich mittlerweile weiter im Hochrhein ausgebreitet. Einer solchen Verbreitung kann vor allem in vernetzten Fließgewässern nicht entgegengewirkt werden. Die 2017/18 in Hemishofen noch massenhaft vorkommende Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) ist dort in ihrer Dichte wieder tendenziell zurückgegangen. Auch gebietsfremde Arten sind natürlichen Schwankungen unterlegen. Der Rückgang der Quagga-Muschel kann damit auch eine Phase ihres Etablierungsprozesses sein (Einpandeln der Population nach anfänglicher Massenvermehrung) oder unbekannten äusseren Umständen geschuldet sein.

Ein für den Hochrhein neues Phänomen ist die Hybridisierung heimischer mit gebietsfremden Genotypen derselben Art. Die zwischenzeitlich im Hochrhein verschollene Art *Theodoxus fluviatilis* kehrte in den Hochrhein zurück und bildete mit einem zusätzlichen eingeschleppten, gebietsfremden Genotyp Hybride. Beide Genotypen unterscheiden sich auch meist optisch geringfügig. Diese Hybridisierung gefährdet den Erhalt des heimischen Genotyps. Der zeitweilige Verlust der Art und das gleichzeitige Wiederauftreten mit der Einschleppung des gebietsfremden Genotypen könnte auch ein Hinweis darauf sein, dass der Hybride Eigenschaften aufweist die für die geänderten Umweltbedingungen im Hochrhein besser geeignet sind [15]. Möglicherweise werden auch weitere solcher Entwicklungen auch in den kommenden Jahren stattfinden. Diese betreffen nicht nur den Hochrhein, sondern alle aquatischen und terrestrischen Systeme.

Neben den klimatischen Einflüssen kann auch die Veränderung des verfügbaren Lebensraumes oder der Nahrung das Makrozoobenthos beeinflussen. Ein Anstieg der Dichten fand vor allem bei den Wenigborstern statt. Diese «Würmer» leben bevorzugt in feinen Substraten wie Sand oder Schlamm. Vor allem an den Probestellen im unteren Hochrhein scheint

Makrozoobenthos im Hochrhein im stetigen Wandel

Klimaerwärmung und Extremereignisse beeinflussen das Makrozoobenthos

Neue gebietsfremde Arten im Hochrhein

Hybridisierung von heimischen und gebietsfremden Kahnschnecken

über die Zeit vermehrt Feinsubstrat zugenommen zu haben, das jetzt mehr geeigneten Lebensraum für Wenigborster und auch für Zuckmückenlarven anbietet. Der Anstieg dieser Gruppen hat sich auch im zunehmenden Anteil von Arten gezeigt, die ihren Vorkommensschwerpunkt sonst eher im Hypopotamal haben.

Die Verbreitung von Arten der Roten Listen entlang des Hochrheins geht zurück, sie halten sich vor allem in Bereichen, die einen natürlichen Strömungscharakter behalten haben. Dies waren 2024 vor allem der Bereich von Ellikon bis Waldshut. Die gefährdeten Arten sind meist Spezialisten mit besonderen Ansprüchen an ihren Lebensraum, die vor allem durch menschliche Eingriffe in das Gewässer immer seltener erfüllt sind.

Die verschiedenen Makrozoobenthosarten bevorzugen verschiedene Habitate, dies spiegelt sich auch in ihrer Verteilung zwischen Uferbereich und Sohle des Hochrheins wider. Ca. 40% aller gefundenen Taxa kamen entweder ausschliesslich am Ufer (20%; watende Probenahme) oder ausschliesslich auf der Sohle (20%; Taucherprobenahme) vor. Daher ist eine Beprobung mit beiden Techniken nötig, um die Artenvielfalt einer Stelle abzubilden. Eine Beprobung der tieferen Sohle rechtfertigt sich auch vor allem dadurch, da sie den grössten Teil der Gerinnefläche einnimmt und nur ein kleiner Teil des Flussquerschnittes dem bewatbaren Flachwasserbereich entspricht. Ohne die Proben von der Sohle würde ein Grossteil der eigentlichen Fläche des Flusses also nicht repräsentiert werden.

Die Reduktion der Probenahmeterminen innerhalb einer Kampagne führte zu einer weniger detaillierten Betrachtung der saisonalen Änderungen des Makrozoobenthos. Der Vergleich der Herbst- und Frühjahrprobenahme der Untersuchungskampagne 2017/18 ergab, dass einige Arten des Makrozoobenthos nur zu bestimmten Jahreszeiten im Hochrhein vorkommen. Wie erwartet, liessen sich die meisten Arten im Frühjahr erfassen, ein gewisser Anteil der Artenvielfalt war allerdings nur im Herbst erkennbar. Der Anteil an Taxa, die nur zu einem Probenahmezeitpunkt vorkamen, unterschied sich jedoch stark zwischen den Stellen. Zur Ermittlung eines kompletteren Artenspektrums müsste weiterhin auch eine Herbstprobenahme stattfinden. Letztendlich ist hier eine Abwägung nötig, inwieweit der Zugewinn an Information den nicht unerheblichen Zusatzaufwand einer doppelten Untersuchung rechtfertigt.

4.2 Jungfische

Die Jungfischdichten sind gegenüber den Voruntersuchungen deutlich zurückgegangen. Dabei hätten die hohen Wasserstände über den Sommer 2024 durch mehr überflutete Uferflächen auch zu höheren Jungfischdichten führen können. Letztendlich waren die festgestellten Fischdichten 2024 an acht der neun Stellen niedriger als noch 2017. Die Hauptursache für den Rückgang war das weitestgehende Fehlen der sonst üblichen grossen Jungfischschwärme im Jahr 2024. Nur in Sisseln waren sie aufgrund des neuen Massenvorkommens der Schwarzmundgrundeln an diesem Ort höher. Über den gesamten Hochrhein betrachtet war die Schwarzmundgrundel mit 42% die häufigste Art, gefolgt von Alet (17%) und dem Blaubandbärbling (10%). Dieser grosse Anteil der invasiven Schwarzmundgrundel ist besonders auffällig, da diese Art nur an den drei untersten Stellen vorkam und trotzdem die Gesamtzahlen des ganzen Hochrheins dominieren.

Die im Jahr 2024 nachgewiesenen 30 Fisch-, zwei Krebs und eine Neunaugenart entsprechen fast zwei Dritteln des historisch und aktuell bekannten Artenspektrums – seit 2006 ist jedoch ein leichter Rückgang der festgestellten Artenzahl zu verzeichnen. Strömer, Bachforelle sowie Lachs konnten zuletzt 2017/2018 nachgewiesen werden, die Äsche 2012. Durch die Untersuchungen von Baden-Württemberg nach WRRL kommen noch drei weitere Arten hinzu.

Im Vergleich mit früheren Jahren zeigen sich einige Unterschiede in der Zusammensetzung der Artengemeinschaft. An den untersten drei Stellen hat die Artendiversität stark abgenommen, vermutlich aufgrund der invasiven Ausbreitung der Schwarzmundgrundel. In Basel wurden 2017 noch 17 Arten nachgewiesen (15 heimische, 2 gebietsfremde) und 2024 dann nur noch fünf (1 heimische, 4 gebietsfremde). Auch an einigen anderen Stellen haben

Arten der Roten Liste vor allem an Stellen mit natürlichem Strömungscharakter

Nur kombinierte Beprobung von Ufer und Sohle kann tatsächliche Besiedlung widerspiegeln

Die meisten Arten im Frühjahr zu finden, manche nur im Herbst

Überwiegend deutlich geringere Fischdichten

Rückgang der Artendiversität

Vermutlich durch Invasion der Schwarzmundgrundel weniger Fischarten

**Weniger heimische
Fischarten und Rückläufige
Dichten bedrohter Arten
und Cypriden**

**Klimaerwärmung bedroht
Kaltwasserarten**

**Positive Entwicklung bei
Bitterlingen**

Anzahl und Dichten an heimischen Arten abgenommen und die der Neozoen zugenommen. Neben der Schwarzmundgrundel zeigt sich aktuell noch der Blaubandbärbling im Hochrhein als invasiv. Weitere Arten mit invasivem Potential (z.B. Kesslergrundel, Sonnenbarsch) kommen nur in geringen Dichten vor und beeinflussen die Fischfauna im Hochrhein bisher zumindest nur gering.

Die Bestände der stark gefährdeten Bachneunaugen und der vom Aussterben bedrohten Nasen und Aale haben weiter abgenommen. Die grösste Abnahme der Dichte seit 2017 war bei den heimischen Cypriniden (Alet, Hasel, Nasen, Brachsen, Rotaugen) zu beobachten, wohingegen die grössten Zunahmen bei den invasiven Schwarzmundgrundeln und Blaubandbärblingen sowie den wärmeliebenden Sonnenbarschen, Welsen und Schleien festgestellt wurden.

Bei den kaltstenothermen Arten (Äsche, Bachforelle, Bachneunauge, Elritze, Groppe und Strömer) dürfte es unter anderem aufgrund der steigenden Wassertemperaturen zu einem weiteren Rückgang der Dichten gekommen sein. Die gemessenen Wassertemperaturen waren zwischen den Untersuchungskampagnen zeitweise kritisch hoch. Vor allem für die Äsche ist fraglich, ob sie mit der Klimaerwärmung im Hochrhein (vgl. Kap. 4.3) dauerhaft überleben kann. Erfreulich ist einzig die Zunahme des stark gefährdeten Bitterlings. Er hat sowohl an Dichte als auch Verbreitung zugenommen. Da zur Fortpflanzung auf Grossmuscheln angewiesen ist, deutet dies auf einzelne Grossmuschelvorkommen im Hochrhein hin, die bisher noch nicht bekannt sind.

4.3 Klimaerwärmung und seine Auswirkungen auf den Hochrhein

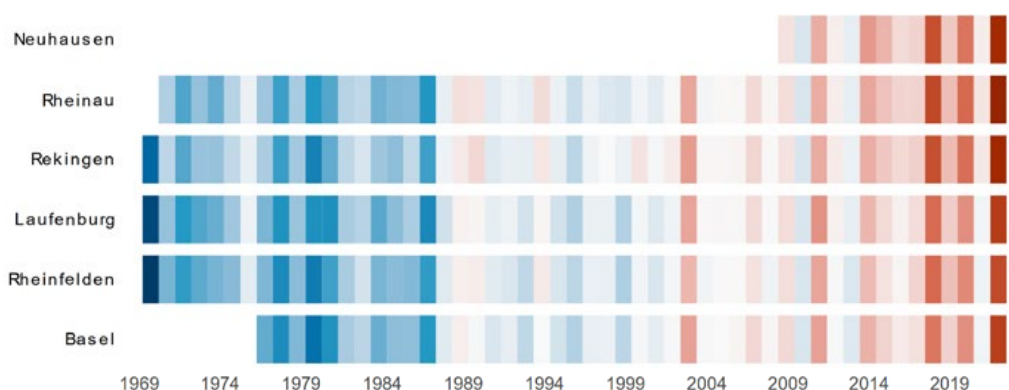
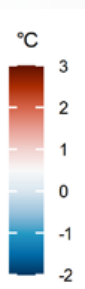
Bisherige Entwicklung im Hochrhein

Die Klimaerwärmung verursacht neben einer langfristigen Erwärmung und Verschiebungen im saisonalen Niederschlagsregime (Klima) auch zu immer häufigeren Wetterextremen wie Hitze- und Dürreperioden im Sommer oder heftige Starkregenereignisse. Diese Einflüsse sind im gesamten Rheineinzugsgebiet bereits sehr deutlich zu beobachten.

Seit Beginn der kontinuierlichen Messungen um 1970 sind die Wassertemperaturen im Hochrhein bis heute angestiegen. Dabei hat sich der Erwärmungstrend in den letzten zwei Jahrzehnten stark beschleunigt und verläuft schneller als linear [35]. Diese Temperatur-

**Abb. 4.1: «Climate stripes
Hochrhein**

Wassertemperaturen an der Messtationen im Hochrhein dargestellt als Differenz der Jahresmittel zum Referenzjahr 2010 (aus [35]).

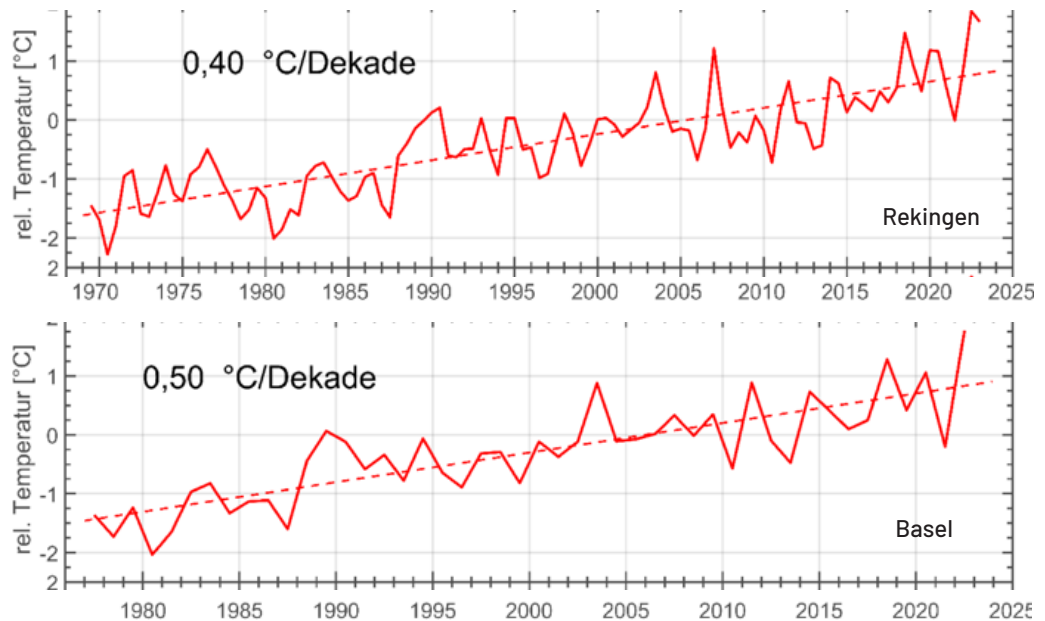


entwicklung lässt sich an allen Messtellen gleichermassen beobachten (Abb. 4.1). In Rekingen wurde bereits ein Anstieg von 1,7°C zwischen 1978 bis 2011 gemessen [30]. Mit neuen Daten ergänzt, stieg die Wassertemperatur im Mittel um +0,4°C pro Dekade an. In Basel liegt die Erwärmung sogar bereits bei +0,5°C pro Dekade (Abb. 4.2, [35]).

Dabei beeinflussen die Veränderungen im Abflussregime durch sich verändernde Niederschlagsmengen, aber insbesondere die steigenden Wassertemperaturen die angestammte Gewässerbiozönose stark. Für besonders temperaturempfindliche Fischarten wie die Äsche oder Bachforelle sind auch die immer häufigeren Hitzeperioden in den Sommermonaten problematisch. In diesen Hitzeperioden werden immer häufiger die für diese

Abb. 4.2: Erwärmung Wasser

Entwicklung der Wassertemperatur im Hochrhein an den Messtationen Rekingen und Basel. Dargestellt als relative Jahresdurchschnittstemperatur (Differenz der Absoluttemperatur und Durchschnittstemperatur 1990-2020) mit linearem Trend pro Dekade. Bearbeitet aus [35].



Fischarten kritischen Temperaturschwellenwerte von 22 °C bzw. 25 °C erreicht oder überschritten. Je nach Dauer dieser Hitzephasen führt dies zu einzelnen Todesfällen oder gar Massensterben in den Populationen wie zuletzt 2003 und 2018. In den letzten heissen Sommern wie 2022 war die Hitzewelle kürzer und ein Massensterben bei den Äschen blieb aus. Wobei die Fischereibehörden auch davon ausgehen, dass dies mitunter auch an der nur noch geringen Populationsgrösse der Äschen liegt und etwaige Mortalitätsraten dadurch schwerer zu erkennen sind [34].

Aussichten für die Zukunft

Für das Rhein-Einzugsgebiet wurden Szenarien zur weiteren zukünftigen Klima- und Abflussentwicklung erstellt [33]. Die Modelle zeigen, dass die Erwärmung der Luft- und Wassertemperaturen ohne tiefgreifende Klimaschutz- und Emissionseinsparmassnahmen weiter fortschreiten wird. Bis Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) wird in allen meteorologischen Jahreszeiten ein Temperaturanstieg um +1 bis +2,5 °C erwartet, bis Ende des Jahrhunderts (2071-2100) könnten sogar +3 bis +5 °C erreicht werden. Der stärkste Anstieg wird dabei in den Sommer- und Herbstmonaten erwartet mit einer Zunahme der heissen Tage (>30 °C), während im Winter immer weniger Frost- und Eistage auftreten werden. Entsprechende Temperaturen werden kaltstenotermie Fischarten wie Äsche und Bachforelle nicht überstehen können. Auch wenn Makrozoobenthos insgesamt auf eine reine Temperaturerhöhung weniger kritisch reagiert, so dürften solche Erwärmungen zu negativen Auswirkungen führen.

Bei den prognostizierten Niederschlagsmengen wird es Verschiebungen zwischen den meteorologischen Jahreszeiten kommen. Diese Verschiebung wird bereits jetzt beobachtet. Während es im Sommer insgesamt zu Abnahmen kommt, wird es im Winter und Frühling mehr flüssige Niederschläge geben (auch durch fehlenden Schneefall). Insgesamt werden moderate Anstiege der jährlichen Niederschlagsmengen erwartet. Gegen Ende des Jahrhunderts können die saisonalen Abnahmen bzw. Zunahmen bis zu 20% ausmachen. Für Fliessgewässer kritischer sind oft einzelne Wetterextreme. Bei den Niederschlagsereignissen wird dabei von häufigeren extremen Starkregenereignissen ausgegangen, ebenso aber auch eine Zunahme von Trockenperioden ohne Niederschläge, die oftmals mit Hitzeperioden zusammenfallen wird erwartet.

5 Literatur

- [1] Abegg J, Kirchhofer A & Rutschmann P (2013): Masterplan – Massnahmen zur Geschieberegativierung im Hochrhein.
- [2] App P, Hesselschwerdt J & Rey P (2024): Wirbellose Neozoen im Hochrhein – Untersuchungsjahre 2004-2022. Blauer Bericht der IGKB Nr. 62.
- [3] Arbeitsgruppe Mollusken BW (2008): Rote Liste und Artenverzeichnis der Schnecken und Muscheln Baden-Württembergs. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 12.
- [4] BAFU (2012): Rote Listen Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen – Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [5] BAFU (2012): Rote Liste Weichtiere (Schnecken und Muscheln). Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1216.
- [6] BAFU (2019): Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [7] BAFU (2019): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässern (IBCH_2019). Makrozoobenthos – Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [8] BAFU (2019): Indikator-Set 7 – Fische. In: Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft. Bern. Steckbrief 7, V1.03.
- [9] BAFU (2021): Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei, Anhang 1.
- [10] BAFU (2022): Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Übersicht über die gebietsfremden Arten und ihre Auswirkungen. 1. aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2006. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2220.
- [11] BAFU (2022): Rote Liste der Fische und Rundmäuler. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU); info fauna (CSCF). Aktualisierte Ausgabe 2022. Umwelt-Vollzug Nr. 2217.
- [12] BAFU/RPF (Hrsg.) (2022): Gewässerökologie Hochrhein 2020. 20 Jahre länderübergreifende Zusammenarbeit. Bilanz und Ausblick.
- [13] BAFU (2022): Gewässer in der Schweiz. Zustand und Massnahmen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 2207.
- [14] BAFU (2023): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2023. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [15] Baur B, Müller P, Steinmann P, Landert P (2022): Invading non-native populations replace native ones of the endangered freshwater snail *Theodoxus fluviatilis* in the river Rhine. European Journal of Environmental Sciences 12(1), S. 389-392.
- [16] Binderheim E & Gögge W (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [17] Dönni W, Maier K-J & Vincentini H (2001): Bestandsentwicklung des Aals (*Anguilla anguilla*) im Hochrhein. Mitteilungen zur Fischerei N. 69.
- [18] Dönni W & Ninck-Spaling L (2019): Management der Fischbestände im Hochrhein. Strategieplan 2025. Internationale Fischereikommission Hochrhein.
- [19] Guthruf J (2008): Fischeaufstieg am Hochrhein. Koordinierte Zählung 2005/06. Umwelt-Wissen Nr. 8010. Bern.
- [20] Haybach A (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) Deutschlands. – In: Ries M, Balzer S, Gruttke H, Haupt H, Hofbauer N, Ludwig G & Matzke-Hajek G (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 5: Wirbellose Tiere (Teil 3). – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (5).

- [21] Herrmann P & Gründler S (2003): Das Äschensterben 2003 – Vorschläge zur Erhöhung der Überlebenschancen von Salmoniden namentlich der Äschen im Rhein bei hohen Wassertemperaturen zwischen Stein a. Rhein und EWS. Überarbeitete Version 2009; Stand vom 7.8.2018.
- [22] Hesselschwerdt J & Mürle U (2021): Biologische Untersuchung der Limmat zwischen Zürichsee und Aare. Fachbericht Makroinvertebraten, Untersuchungen März 2020.
- [23] Hesselschwerdt J & Rey P (2021): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2017/2018. Zusammenfassender Bericht.
- [24] Hesselschwerdt J (2022): Biologische Untersuchung Mittelland-Reuss und Untere Lorze 2021. Fachbericht Makroinvertebraten inkl. Libellen. Untersuchungen März 2021.
- [25] Hesselschwerdt J, App P, Bosch, N (2023): Biologische Untersuchung Aare zwischen Bielersee und Rhein 2022. Fachbericht.
- [26] Holm P, Hirsch P, Adrian-Kalchhauser I & N'Gyuen A (2016): Nicht-heimische Grundelarten in der Schweiz. Massnahmen zur Eindämmung und zur Schadensminimierung. Zwischenbericht 2015. Universität Basel.
- [27] HYDRA (2017): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fliessgewässer Teil 1: Erhebungsmethode Makroinvertebraten Hochrhein. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [28] HYDRA (2017): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fliessgewässer Teil 2: MSK-Bewertungsmethode Makroinvertebraten in grossen Fliessgewässern; Methodenevaluation, Konzeptvorschlag. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [29] Interkantonales Labor (2024): Zustand Oberflächengewässer im Kanton Schaffhausen. Nährstoffe (2019-2022) und Mikroverunreinigungen (2020-2022).
- [30] IKSr (2013): IKSr-Fachbericht Nr. 209: Darstellung der Entwicklung der Rheinwassertemperaturen auf der Basis validierter Temperaturmessungen von 1978 bis 2011.
- [31] IKSr (2020): IKSr-Fachbericht Nr. 274: Makrophytenverbreitung im Rhein 2018/2019.
- [32] IKSr (2020). IKSr-Fachbericht Nr. 279: Fische im Rhein 2018/2019,
- [33] IKSr (2024): IKSr-Fachbericht Nr. 297: Klimawandelbedingte Abflussszenarien für das Rheineinzugsgebiet.
- [34] IKSr (2024): IKSr-Fachbericht Nr. 299: Bericht zum Niedrigwasser- und Dürreereignis des Jahres 2022.
- [35] IKSr (2024): IKSr-Fachbericht Nr. 301: Entwicklung der Rheinwassertemperaturen von 1978 bis 2023.
- [36] Kirchhofer A & Guthruf J (2002): Äschenpopulationen von nationaler Bedeutung. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 70. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [37] Liechti P (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [38] Lubini V (2018): Projekt Hochwasserschutz und Auenlandschaft Thurmündung – Erfolgskontrolle aquatische Wirbellose.
- [39] Maier J-K (2005): Rote Liste und Artenverzeichnis der Köcherfliegen Baden-Württembergs. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 8.
- [40] Mosberger B & Stoll M (2018): Äschen Notfallkonzept: Erfahrungen im Hitzesommer 2018.
- [41] Mildner P, Weissmair W, Bergthaler G J (2001): Ein Nachweis von *Eunapius fragilis* (Leidy, 1851) (Porifera: Spongillidae) in 1.840 m Meereshöhe. Carinthia II, S. 389-392.

- [42] Reusch H, Weinzierl A & Enting K (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste der Steinfliegen (Plecoptera) Deutschlands. – In: Ries M, Balzer S, Gruttke H, Haupt H, Hofbauer N, Ludwig G & Matzke-Hajek G (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 5: Wirbellose Tiere (Teil 3). – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(5).
- [43] Rey P, Ortlepp J (1997): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 1995; Makroinvertebraten. Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- [44] Rey P, Ortlepp J (2002): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2000; Makroinvertebraten. – Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- [45] Rey P, Hesselschwerdt J, Werner S (2016): Koordinierte biologische Untersuchungen an Hochrhein und Aare 2001 bis 2013 – Zusammenfassender Kurzbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1619.
- [46] Rey P, Mürle U, Ortlepp J, Hesselschwerdt J, Unger B (2016): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/2012; Makroinvertebraten – Bericht i.A. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [47] Riedmüller U, Höfer R & Hoehn E (Vorabversion 2019): Phytoplankton in Flüssen des Landes Baden-Württemberg und deren Bewertung nach EG-WRRL. Untersuchungen der Jahre 2005 bis 2018.
- [48] Rusterholz H-P, Baur B (2025): Cryptic invasion and intraspecific hybridisation in the freshwater snail *Theodoxus fluviatilis* in the river Rhine. *Limnologica* 112, S. 126247.
- [49] Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D, Vogel A, Gutowski A (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG- Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos, Phylib. Stand Januar 2012. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- [50] Schwewers U, Adam B (2020): Pit-Tagging Hochrhein. Abschlussbericht im Auftrag des Eidgenössischen Bundesamtes für Umwelt, Abt. Fischdurchgängigkeit.
- [51] Spitzenberg D, Sondermann W, Hendrich L, Hess M & Heckes U (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der wasserbewohnenden Käfer (Coleoptera aquatica) Deutschlands. – In: Gruttke H, Balzer S, Binot-Hafke M, Haupt H, Hofbauer N, Ludwig G, Matzke-Hajek G & Ries M (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(4).
- [52] Thiel-Egeter C & Gouskov A (2019): Risikoanalyse Schwarzmeergrundeln – Ausbreitung in Schweizer Gewässern. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- [53] Wächter K (2000): Auswertung der dritten Makrophyten-Grobkartierung in Rhein, Aare und Reuss 1996–1998 sowie Vergleich mit den Inventaren von 1984–1986 und 1990–1992. Bericht z.H. Verband Aare-Rheinwerke, Baden.
- [54] Wächter K (2000): Makrophyten-Grobkartierung in Rhein, Aare und Reuss 1996–1998. Zusammenfassender Kurzbericht z.H. Verband Aare-Rheinwerke, Baden.
- [55] Wächter K (2006): Stichprobenweise Erfassung der Makrophyten und der Fädigen Algen im Hochrhein.
- [56] Werum M (2016): Diatomeen WRRL-Monitoring 2015–2018. Los 1(35 Messstellen).

HEM Hemishofen (SH/TG)

Koordinaten CH1903+: 2 704 350, 1 281 400



Hochrhein auf Höhe Hemihofen flussabwärts.

Charakterisierung der Probestelle

Die Stelle liegt am Beginn des Hochrheinabschnitts A, nur 3 km unterhalb des Bodenseeabflusses beim Strandbad Hemishofen. Der hier 160 -210 m breite Fluss fließt in weiten Windungen und wird von einem 10-50 m breiten Ufersaum begleitet. Das rechtsufrige Hinterland ist landwirtschaftlich genutzt, das linke Ufer ist bis zur Terrassenkante natürlich verblieben. Die Siedlung Hemishofen reicht mit einigen Gärten bis dicht an den Rhein, hier ist das Ufer mit Mauern und Blöcken gesichert. Am Strandbad herrscht in den warmen Monaten Badebetrieb mit Trittbelastungen der Flachwasserbereiche des rechten Ufers.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss wird vom Wasserstand des Bodensees bestimmt.

Gerinnemorphologie weitgehend natürlich mit gewundenem Flusslauf, ausgeprägter Strömungsrinne und Flachwasserbereichen.

Ufermorphologie vielfältig und naturnah; Verbauungen fast nur im Siedlungsbereich.

Vernetzung quer nur im Bereich der Ufermauern eingeschränkt; längs zwischen Bodensee und KW Schaffhausen keine Hindernisse

Geschiebe durch Seeabfluss natürlich gering.

Sohlsubstrat natürlich, teilweise biogene Kalkbildung

Lebensraumvielfalt ist mit den meisten erwarteten Wasser- und Uferlebensräumen ausgeprägt

Biologische Besonderheiten

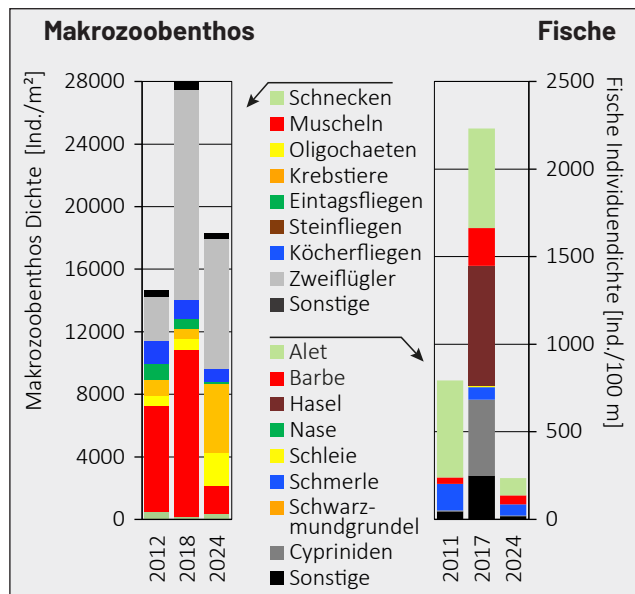
Makrozoobenthos: Hemishofen hat die grösste Diversität und Dichte an Makrozoobenthos von allen Stellen im Hochrhein. Die hohe Dichte wird vor allem durch die Quagga-Muschel (*D. rostriformis*) verursacht, deren Bestand gegenüber 2018 sogar noch abgenommen hat. An gebietsfremden Arten neu hinzugekommen sind

Übersicht



● Uferprobe ● Sohle Taucher — Fische (Elektrofischen)

	1: Ufer links	5: Ufer rechts		
Wassertiefe	0,1-0,8 m	0,1-1,4 m		
Strömung	0,0-0,8 m/s	0,0-0,15 m/s		
	2: Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re	
Wassertiefe	4,0 m	2,4 m	1,4 m	
Strömung	1,2 m/s	0,4 m/s	0,15 m/s	
Entf. zum Ufer	67 m (re)	53 m (re)	45 m (re)	



die Körbchenmuschel (*C. fluminea*) und die Donauaassel (*J. istri*), welche bereits zuvor den restlichen Hochrhein besiedelt haben. Seit 2023 sind erstmals Individuen der Gemeinen Kahnschnecke (*T. fluviatilis*) zu finden. Diese entsprachen vermutlich sowohl dem zwischenzeitlich verschwundenen, heimischen als auch dem gebietsfremden Genotyp aus dem Schwarzmeergebiet.

Fische: Verglichen mit den anderen Stellen am Hochrhein ist die Fischdichte in Hemishofen gegenüber 2017 am stärksten zurückgegangen. Vor allem die zuvor dominierenden Schwärme von Kleinfischen fehlten. Erfreulich waren die höchsten Dichten von Groppen und Schmerlen im gesamten Hochrhein. Bis jetzt wurden noch keine invasiven Arten nachgewiesen.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	2		1		2	
Makrophyten/Moose		1	2	3	1	
Verschlämmung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	2	1	1	2	1	natürlich: Seeabfluss
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	1	1		2		
Steine 63 mm - 200 mm	2		1	1	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2	1	1	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1	2	2	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1		1		1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	2	1	1	2	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		2	1		1	^A Dreissena
Sonstiges						

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer natürlich am Prallhang; unter Wasser Steine bis Blöcke mit teilweise dichtem Bewuchs mit fädigen Algen.



5 Rechtes Ufer grösstenteils fest verbaut; Flachwasserzone teils Hinterwasser mit dominierenden Steinen und viel Feinsediment.



2 Taucher: Tiefe Sohle dicht mit Muschelschill (*Dreissena*) bedeckt; dazwischen steinig.



3 Taucher: Kiesiges Substrat mit teilweise dichten Makrophytenbeständen; auch Muschelschill.



4 Taucher: Kiesig-steinige Sohle mit vielen Makrophyten bereits im Frühjahr.

RHE Rheinau (ZH/BW)

Koordinaten CH1903+: 2 688 150, 1 278 375



Durch Hilfswehre aufgestauten Restwasser der Rheinschleife bei Rheinau mit Klosterinsel im Hintergrund; flussaufwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Die Probestelle liegt in der stark gewundenen, durch Hilfswehre aufgestauten Rheinschleife Rheinau. Das rechte Ufer besteht aus bewaldeten Steilhängen, am linken befinden sich durch einen Randstreifen abgetrennte landwirtschaftliche Nutzflächen. Die ursprünglich schnell und turbulent fließende und tief in den Fels eingeschnittene Rheinschleife wurde durch den Kraftwerksbau (1952-1957) und den folgenden Einstau stark verändert. Der Aufstau erlaubt das Aufkommen ausgedehnter Makrophytenbestände. Die Uferzone des linken Ufers bietet mit Rohrglanzgras und Schilf und Brombeeren zahlreiche Unterstände für Jungfische.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss ist Restwasserabfluss durch Kraftwerkbetrieb.

Gerinnemorphologie: Der Gewässerverlauf ist natürlich, die ursprüngliche Reliefdynamik (Lauffen) ging durch Verbau und Sedimentablagerungen verloren.

Ufermorphologie: Weite Teile mit Ufersicherungen.

Vernetzung: Quervernetzung weitgehend gut. Längsbewegung sowohl stromauf wie stromab unterbunden.

Sohlsubstrat: Feinsedimente überdecken die ursprünglich steinig-felsige Sohle.

Geschiebe: Die ursprünglich ausgeprägte Erosionsstrecke hat sich zu einer Sedimentationsstrecke gewandelt.

Lebensraumvielfalt: Der Abschnitt entspricht weitestgehend einem Stillgewässer mit einer gewissen Vielfalt.

Biologische Besonderheiten

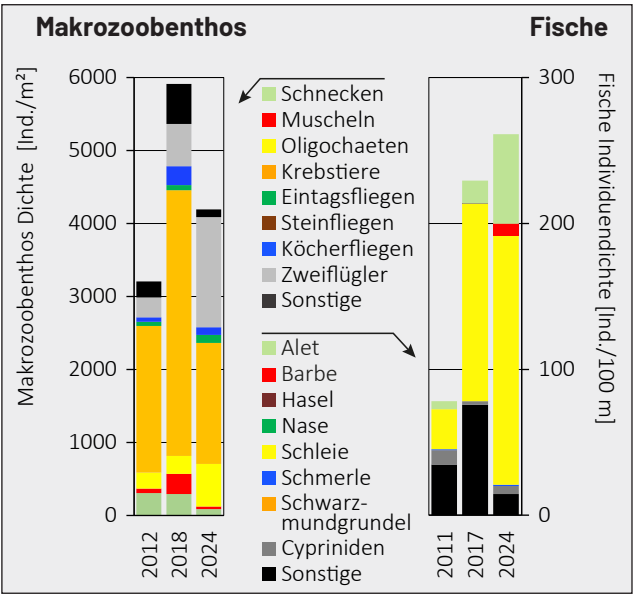
Makrozoobenthos: In Rheinau ist die Dichte des Makrozoobenthos am geringsten entlang des ganzen Hochrheins. Durch den Stillwasserbereich kommen auch andere Arten als andernorts vor, meist in geringeren Dichten. Neu hinzugekommen ist die Stillwasserart *Crangonyx pseudogracilis*, diese stammt aus Nordame-

Übersicht



● Uferprobe ● Sohle Taucher — Fische (Elektrofischen)

	1: Ufer links	5: Ufer rechts		
Wassertiefe	0,1-0,8 m	0,1-0,4 m		
Strömung	0,0-0,05 m/s	0,0-0,05 m/s		
	2: Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re	
Wassertiefe	2,0-2,2 m	2,2-2,5 m	3,0 m	
Strömung	0,05 m/s	0,1 m/s	0,3 m/s	
Entf. zum Ufer	38 m (li)	62 m (li)	85 m (li)	



rika und wurde 2023 erstmals im Hochrhein nachgewiesen. Auch heimische Flohkrebse kommen in Rheinau noch in grösseren Dichten vor. Der Saprobienindex ist in Rheinau gegenüber dem restlichen Hochrhein deutlich erhöht und sogar nur noch «mässig».

Fische: Der staubedingte Stillwassercharakter führt zur Ansiedlung von vielen Stillwasserarten. Die Fischgemeinschaft wird von Schleien und Hechten dominiert. Gegenüber 2017 neu sind Funde von Barben. Auch neu sind die Funde von Bitterlingen, was auf die Existenz von für ihre Fortpflanzung nötigen Grossmuscheln hinweist. Es wurden keine gebietsfremden Arten festgestellt.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	2	2	3	2	1	
Makrophyten/Moose		1	2	1	1	
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	2	3	3	2	2	anthropogen, Stau
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	1		2	2	1	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	1	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	3	2			2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	2		2	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1			1		
Sand 0,063 mm - 2 mm	2			1	1	
Schluff < 0,063 mm	1	2	2	1	1	
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		2	1		1	Schalen <i>Dreissena</i>
Sonstiges	1				1	Laub

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1: Vor Wiese kurz steil abfallendes Ufer. Im Hochrhein teilweise mit fädigen Algen bewachsene Kiessohle.



5: Rechtes Ufer meist naturnah vor bewaldetem Steilhang. Hochrhein kiesig-steinig mit Laub.



2 Taucher: Stenig-kiesige Sohle des Hochrheins in 2 m Wassertiefe mit meist lose aufliegender Algenschicht.



3 Taucher: Auch in 2,5 m Tiefe noch stark veralgelt, hier meist festgewachsene Algen.



4 Taucher: Erst mitten im Fluss ist die Sohle direkt erkennbar, weiter viele fädige Algen.

ELL Ellikon a. Rh. (ZH/BW)

Koordinaten CH1903+: 2 686 950, 1 272 500



Hochrhein bei Ellikon flussabwärts mit Blick entlang dem linken Kiesflachufer.

Charakterisierung der Probestelle

Die Stelle liegt mitten im Hochrheinabschnitt B direkt auf Höhe der Ortschaft Ellikon, wenige hundert Meter oberhalb der Einmündung der Thur. Das flach auslaufende linke Ufer grenzt an landwirtschaftliche Flächen und Siedlung. Das gegenüberliegende Ufer geht von einem Flach- zu einem Steilufer mit Abbruchkante über und ist überwiegend bewaldet. Im Dorfbereich finden sich stellenweise Ufermauern. Das Querprofil ist natürlich und flachgründig.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss: Dynamik noch gedämpft vom Bodensee.

Gerinnemorphologie: Oberhalb Ellikon naturnah, zur Thurmundung mittlerweile breit revitalisiert. Tiefenvariabilität gut ausgeprägt.

Ufermorphologie: Flachufer und steile Erosionsufer. Letztere sind teilweise durch harte Ufersicherungen verbaut.

Vernetzung: Gute Quervernetzung, auch mit der Thur und den revitalisierten Thurauen. Längs: Durch die nahezu undurchgängige Kraftwerksanlage Rheinau nach flussaufwärts, durch den noch unsanierten Fischeaufstieg in Eglisau teilweise auch noch flussabwärts abgeschnitten.

Sohlsubstrat: Überwiegend steinig-kiesiges Substrat.

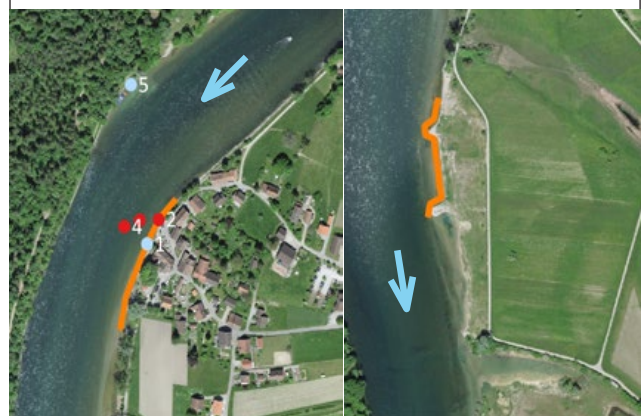
Geschiebe: Natürlicherweise oberhalb der Thur noch geringe Dynamik; Einträge allenfalls aus Ufererosion.

Lebensraumvielfalt: Im Umfeld hohe Vielfalt an aquatischen Lebensräumen und Auenelementen.

Biologische Besonderheiten

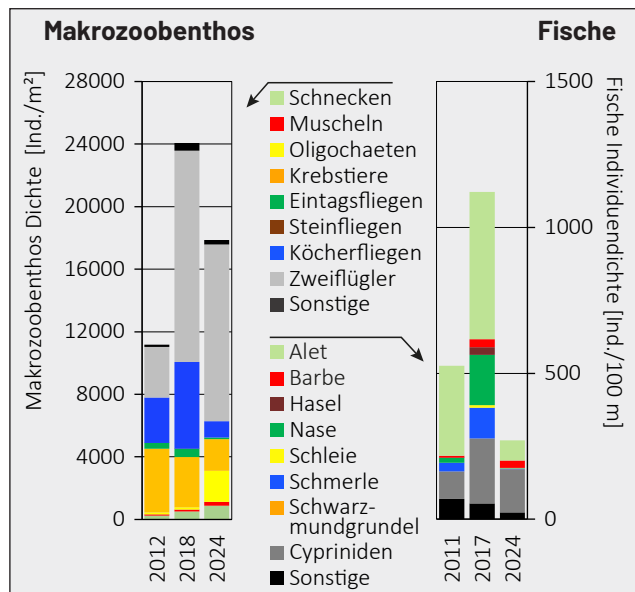
Makrozoobenthos: In Ellikon sind die meisten Arten der Roten Listen im Hochrhein zu finden. Der stark strömende Bereich bietet vor allem verschiedenen Insektenlarven einen guten Lebensraum. Es wurden auch die höchsten Dichten der in der Schweiz zeitweise als ausgestoben geführten Köcherfliege *Brachycentrus*

Übersicht



● Uferprobe ● Sohle Taucher — Fische (Elektrofischen)

	1: Ufer links	5: Ufer rechts		
Wassertiefe	0,1–0,6 m	0,1–0,85 m		
Strömung	0,0–0,6 m/s	0,0–0,45 m/s		
	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher	
Wassertiefe	1,2 m	0,8 m	1,6 m	
Strömung	0,1 m/s	0,6 m/s	1,1 m/s	
Entf. zum Ufer	4 m (li)	26 m (li)	38 m (li)	



subnubilus und der als verletzlich geltenden *Silo piceus* gefunden. Insgesamt hat die Dichte der Köcherfliegenlarven sowie auch der Krebstiere im Vergleich zu 2018 allerdings deutlich abgenommen. Erfreulich ist ein Vorkommen der in der Schweiz vom Aussterben bedrohten Eintagsfliege *Caenis pusilla*.

Fische: Vermutlich aus den flussabwärts liegenden Thuraun hat sich der Blaubandbärbling bis nach Ellikon ausgebreitet und erreichte dort mittlerweile die höchsten Dichten im Hochrhein. Von den ehemals zahlreichen Nasen, Gründlingen und Schmerlen konnten nur noch wenige Individuen nachgewiesen werden. Neu konnten der Bitterling sowie die gebietsfremden Arten Sonnenbarsch und Giebel festgestellt werden.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen			2	2	2	
Makrophyten/Moose						
Verschlämmung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	2	1	1	1	Hinterwasser
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	1	1	1	1		
Steine 63 mm - 200 mm	2	1	2	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2	1	2	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1	2	2	2	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1		1			
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	2	1			
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges						

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1: Renatiertes, linkes Ufer unterhalb des Ortsbereichs Sisseln. Unter Wasser meist kiest, teilweise sandig mit überschwemmtem Gras.



5: Rechtes Ufer naturnah vor Steilhang. Sohle fast durchgehend steinig-kiesig mit einzelnen überschwemmten Gräsern.



2 Taucher: Mit Sand bedeckter, kolmattierter Grobkies in Ufernähe im Hinterwasser der Fähranlage.



3 Taucher: Steinig-kiesige Sohle mit mittlerem Bewuchs von fädigen Algen.



4 Taucher: Steinig-kiesige Sohle mit höherem Bewuchs an fädigen Algen.

TÖS Tössegg (ZH/SH)

Koordinaten CH1903+: 2 684 075, 1 267 475



Einmündung der Töss in den Hochrhein mit revitalisiertem Delta und Ausflugsbereich inkl. Fähranleger.

Charakterisierung der Probestelle

Das Tössegg befindet sich an der Mündung der Töss in den Hochrhein. Der Rhein ist hier tief in das Umland eingeschnitten, die steilen Ufer sind fast durchgehend bewaldet. Das linke Ufer des Hochrheins (Prallhang) ist oberhalb der Tössmündung mit Blockwurf und einem Passagierhafen verbaut, unterhalb der Probestelle befindet sich das revitalisierte Mündungsdelta der Töss mit vorgelagerter Insel, die bei Hochwässern überspült wird. Das restliche linke Ufer ist teilweise durchlässig mit Naturmaterial befestigt.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss ist vom Bodenseeabfluss und vom Zufluss der Thur bestimmt; Töss dagegen meist unbedeutend.

Gerinnemorphologie: Natürlich mit geringer Breitenvariabilität aber beträchtlicher Tiefe.

Ufermorphologie: Blockwurf und Mauern in den genutzten Uferbereichen (Fähr- und Bootsbetrieb).

Vernetzung: Quer: Ausserhalb der Verbauungen ungestört. Längs: Flussaufwärts bis an die Hilfswehre des KW Rheinau uneingeschränkt, rheinabwärts nur bis zum KW Eglisau.

Sohlsubstrat: Nur geringe Vielfalt. Die Uferbereiche zeigen vielfach Ablagerungen feiner Sedimente.

Geschiebe: Eintrag durch Töss und Thur, Weitertransport durch Lage im Rückstaubereich des KW Eglisau reduziert.

Lebensraumvielfalt: Im Gewässer eingeschränkt; in den natürlichen Ufer- und Auenbereichen vielfältig.

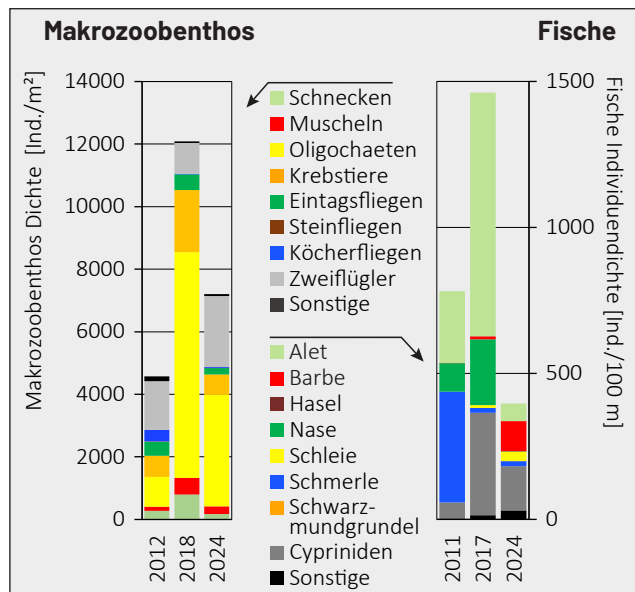
Biologische Besonderheiten

Makrozoobenthos: Die Probestelle Tössegg bietet geeignete Habitate für Grossmuscheln wie *Unio crassus*. In dem sandigen Boden kommen auch Rote Liste-Arten der Gattung *Pisidium* vor. 2024 war Tössegg die Probestelle mit dem geringsten Anteil an Neozoen.

Übersicht



	1: Ufer links	5: Ufer rechts	
Wassertiefe	0,1–1,0 m	0,1–0,6 m	
Strömung	0,0 m/s	0,0–0,1 m/s	
	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher
Wassertiefe	1,7 m	3,4 m	5,0 m
Strömung	0,3 m/s	0,7 m/s	0,7 m/s
Entf. zum Ufer	13 m (li)	52 m (li)	78 m (li)



Fische: In Tössegg sind die Fischdichten seit 2017 um etwa zwei Drittel zurückgegangen. Dies liegt hauptsächlich an geringen Fangzahlen von Alet, Gründling, und Schneider. Auch die früher häufigen und aus der Töss einwandernden Nasen fehlten im Fang fast komplett. Zugenommen haben die Dichten der Barben und Schleien. Neu nachgewiesen wurden der Karpfen und Welse sowie die gebietsfremden Sonnenbarsche, Blaubandbärblinge und Giebel. Nachdem der Bitterling 2017 das erste Mal gefunden wurde, ist die Dichte stark angestiegen und erreicht in Tössegg die höchsten Werte des gesamten Hochrheins. Auch Welse und Elritzen kommen hier in höchsten Dichten vor. Zudem wurden mehrere Exemplare der gebietsfremden Kamber- und Signalkrebse gefunden.

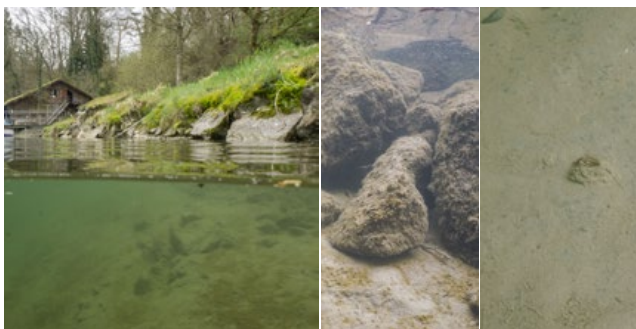
Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	1	1	1		1	
Makrophyten/Moose		1				
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	1	2	3	1	nat.: Rückstau Delta
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%

Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels		2				
Blöcke > 200 mm	2				1	
Steine 63 mm - 200 mm	2		2	1	1	
Grobkies 20 mm - 63 mm			3	3		
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm			1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm				1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm				1		
Schluff < 0,063 mm	2	3			3	
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter				1		Schalen <i>Corbicula</i>
Sonstiges				1		Totholz

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer: Grosse Blöcke als Uferverbau gehen im Bereich des Bootsanlegers direkt in Sand/Schluff über.



5 Rechtes Ufer: Naturufer mit stellenweise leichter Befestigung vor bewaldetem Steilhang. Sohle kiesig mit teilweise Schluff.



2 Taucher: Tiefgründig weiches, schluffiges Substrat.



3 Taucher: Durchgehend etwas kolmatierter Grobkies.



4 Taucher: Durchgehend stark kolmatierter Grobkies (Rückstau durch Töss-Delta).

RIE Rietheim (AG/BW)

Koordinaten CH1903+: 2 662 550, 1 273 600



Hochrhein bei Rietheim flussaufwärts betrachtet mit wiederhergestellter Aue «Chly Rhy» am linken Ufer.

Charakterisierung der Probestelle

Die oberhalb der Stromschnellen «Koblenzer Laufen» gelegene Stelle liegt in einem freifliessenden Bereich. Das natürliche Querprofil ist mit 200m sehr breit und flach. Im linken Uferbereich wurde im Bereich einer früheren Aue eine neue mit Seitengerinnen und Stillwasserarmen angelegt («Chly Rhy»). Die grösste Flussinsel hat sich bereits vor 50 Jahren natürlich im Hochrhein gebildet.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss: Durch Bodensee, Thur und Töss bestimmter naturnaher Abflussverlauf.

Gerinnemorphologie: grossräumig durch Uferverbauungen festgelegt, nur im Bereich «Chly Rhy» variabel.

Ufermorphologie: Teils durch Blockwurf verbaut. Im Bereich der Renaturierung gemischt: Nur wenige Abschnitte Naturufer, Rest noch befestigt oder zugelassene Uferanrisse.

Vernetzung: Quer: Übergang Gerinne zu Ufer rechts mässig, links teils sehr gut; Zuflüsse durchgängig angeschlossen. Längs: Flussab bis KW Albbruck, flussauf bis zum KW Rekingen durchgängig.

Sohlsubstrat: Grosse Vielfalt mit Blöcken, Lehmuferr (Uferanriss), Kiessohle, Sandablagerungen und Totholz.

Geschiebe: Durch Geschieberückhalt in den oberhalb gelegenen Staubereichen eingeschränkt, nur teilweise durch Geschiebezugaben ausgeglichen.

Lebensraumvielfalt: linksufrig vielfältige Lebensräume.

Biologische Besonderheiten

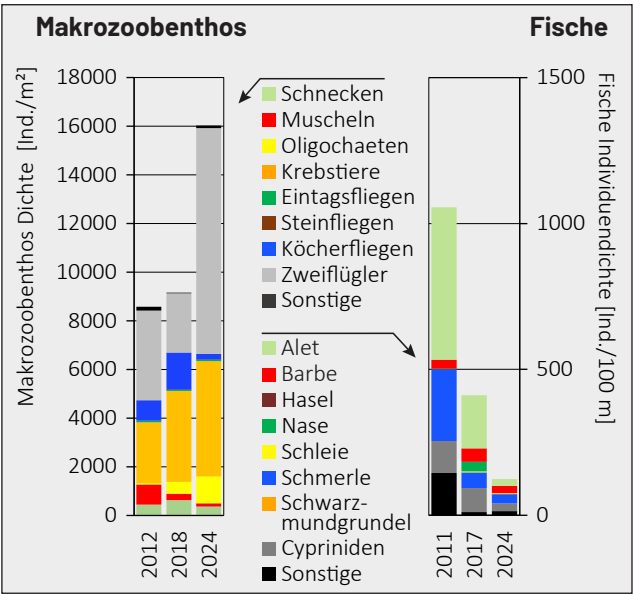
Makrozoobenthos: In Rietheim hat sich die Dichte des Makrozoobenthos im Zeitraum der letzten drei Kampagnen beinahe verdoppelt. Der Anstieg hat vor allem bei den Krebstieren und Zuckmücken (Gruppe der Diptera) stattgefunden. Für die hohe Dichte der Krebstiere sind ausschliesslich der invasive Grosse Höckerflohkrebs

Übersicht



● Uferprobe ● Sohle Taucher — Fische (Elektrofischen)

	1: Ufer links	5: Ufer rechts		
Wassertiefe	0,1–0,8 m	0,1–0,6 m		
Strömung	1,0 m/s	0,1–1,0 m/s		
	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher	
Wassertiefe	1,4 m	1,7 m	2,1 m	
Strömung	0,8 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	
Entf. zum Ufer	18 m (li)	31 m (li)	39 m (li)	



(*Dikerogammarus villosus*) und die ebenfalls invasive Donauassel (*Jaera istri*) verantwortlich. Der Anteil heimischer Arten ist hier höher als an allen anderen Probestellen.

Fische: Mit gerade einmal 124 Ind./100 m wurde in Rietheim 2024 die geringste Fischdichte gefunden. Wie auch an anderen Stellen, haben die Fangzahlen von Alet, Gründling und Groppe abgenommen. Im Gegensatz zur letzten Kampagne fehlten Nasen, Schneider und Rotaugen vollständig im Fang. Neu nachgewiesen wurden dafür Hechte, Stichlinge, invasive Blaubandbärblinge und Giebel. In Rietheim kamen die meisten der Arten der Roten Liste vor, die mit einem Gefährdungsstatus höher als «nicht gefährdet» eingestuft sind.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	2	2	2	2	1	
Makrophyten/Moose						
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	2	1	1	1	1	nat.: Hinterwasser
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	1	1	1	1	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	2	1	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	3	3	3	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1	1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1				1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	1	1	1	1	
Schluff < 0,063 mm	2					
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter	1					<i>Corbicula</i> , <i>Dreissena</i>
Sonstiges	1	1			1	Laub, Totholz

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer: Renaturierung Flachufer (teils auch steile Teile). In Ufernähe teilweise Senken mit Schluff, sonst überwiegend kiesig.



5 Rechtes Ufer: Mit Blöcken befestigt und anfangs steil abfallend. Darauf folgt Kiessohle.



2 Taucher: Grobkies/Steine mit vielen fädigen Algen.



3 Taucher: Grobkies/Steine mit vielen fädigen Algen.



4 Taucher: Grobkies/Steine mit vielen fädigen Algen.

WAL Waldshut (AG/BW)

Koordinaten CH1903+: 2 659 050, 1 273 200



Hochrhein bei Waldshut mit Zufluss der Aare (Bild unten). Rhein fließt von rechts nach links, Probestellen liegen im Bild links.

Charakterisierung der Probestelle

Die Probestelle Waldshut-Felsenau liegt im Bereich des Zusammenflusses von Hochrhein und Aare. Im Querprofil lassen sich noch die Rinnen beider Flüsse unterscheiden. Zur Wasserführung trägt die tiefer eingegrabene Aare meist mehr bei als der Rhein. Beide Ufer sind durch Blockwurf gesichert, das Hinterland wird durch Landwirtschaft und Siedlungsinfrastruktur genutzt. Die Probestellen auf der Flusssohle und am rechten Ufer liegen im Bereich der Stauwurzel des KW Albbruck-Doggern. Die linke Uferprobestelle (Felsenau) repräsentiert die Besiedlung der Aare in ihrem Mündungsbereich.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss: Durch den Zufluss der Aare dominiert.

Flussmorphologie: Unterhalb der Aaremündung Verlauf strickt reguliert.

Ufermorphologie: Rechts verbaut und steil; links hinter Blockwurf teilweise noch Naturufer.

Vernetzung: Quer: Beschränkt, Übergänge zum Ufer abrupt oder gestört. Längs: Stromab durch das KW Albbruck-Doggern eingeschränkt, stromauf längere durchgängige Strecke bis KW Rekingen; in der Aare nur bis zum Wehr des KW Klingnau durchgängig.

Sohlsubstrat: Im Uferbereich geringe Substratvielfalt, oft Sedimentation.

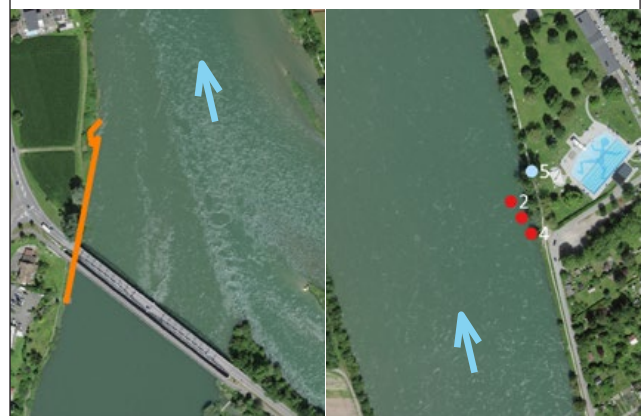
Geschiebe: Stark reduziert (durch Stau Klingnau auch aus Aare); mässige Einträge aus der Wutach.

Lebensraumvielfalt: Uferlebensräume stark reduziert.

Biologische Besonderheiten

Makrozoobenthos: Neu hinzugekommen ist der ebietsfremde Süßwasser-Borstenwurm *Hypania invalida*, dessen Verbreitungsgebiet sich bisher nur von Basel bis nach Sisseln erstreckte. Trotz des hohen Anteils an Neozoen ist es die letzte Stelle im Verlauf des Hochrheins mit verhältnismässig hoher Diversität an Arten

Übersicht



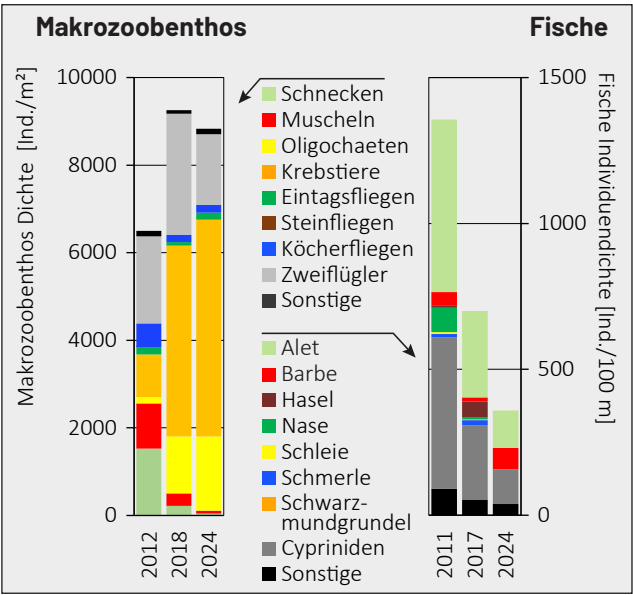
Uferprobe

Sohle Taucher

Fische(Elektrofischen)

	1: Ufer links	5: Ufer rechts	
Wassertiefe	0,1-1,0 m	0,1-1,2 m	
Strömung	0,6 m/s	0,6 m/s	

	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher
Wassertiefe	5,2 m	3,1 m	1,9 m
Strömung	1,5 m/s	0,9-1,0 m/s	0,6-0,7 m/s
Entf. zum Ufer	16 m (re)	11 m (re)	4 m (re)



von Makrozoobenthos. In Waldshut wurden Larven zweier Libellen gefunden: Die gebänderte Prachtlibelle *Calopteryx splendens* und Gemeine Keiljungfer *Gomphus vulgatissimus*. Libellen lassen sich mittels MZB-Standardmethode nicht zuverlässig erfassen.

Fische: Im Jahr 2024 wurden in Waldshut die ersten Brachsen und Regenbogenforellen im ganzen Hochrhein seit 2006 gefangen. Mehrere Arten wie der Schneider, die Laube und der gebietsfremde Sonnenbarsch erreichten hier die insgesamt höchsten Dichten. Ein Anstieg der Dichten gab es bei Barben, ein Rückgang bei Hasel und Rotaugen. Erfreulicherweise wurden hier erstmals der seltenen Trüsche gefunden, welche für die Reproduktion Wassertemperaturen unter 5°C benötigt.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	2	1	1	1	1	
Makrophyten/Moose	1					
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	2	2	2	2	2	Geschiebedefizit/Verbau
Feststoffe/Abfälle	2	2	2	2	2	Abfälle
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels	1					
Blöcke > 200 mm	2	3	1	2	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	1	2	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	1	2	2	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm		1	1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm			1	1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1		1	1	1	
Schluff < 0,063 mm	1				1	
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges	1				1	Totholz, Wurzeln

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer: Uferbefestigung mit Blöcken am Aareufer in Felsenau.



5 Rechtes Ufer: Mit Blöcken befestigtes, steil abfallendes Ufer. In Fernnähe teilweise freiliegende Wurzeln.



2 Taucher: Überwiegend Steine und Kies, viele Abfälle vorhanden (Fahrrad, Munition...).



3 Taucher: Überwiegend steinig-kiesig mit teilweise Blöcken. Auch viele Abfälle.



4 Taucher: Blöcke mit Steinen und etwas Kies. Auch viele Abfälle.

SIS Sisseln (AG/BW)

Koordinaten CH1903+: 2 641 750, 1 267 350



Hochrhein bei Sisseln flussaufwärts betrachtet mit Blick auf den Pontonierverein Sisseln.

Charakterisierung der Probestelle

Die Probestelle liegt am Pontonierverein Sisseln zwischen den Kraftwerksstufen Laufenburg und Säckingen im Hochrheinabschnitt C. Das regulierte Querprofil weist steile, befestigte Ufer auf: rechtsufrig mit Blocksatz, links teilweise zusätzlich mit einer Ufermauer. Abgesehen von der Siedlungsfläche Sisseln wird das Hinterland landwirtschaftlich genutzt. Der Flussabschnitt wird vom Pumpspeicherbetrieb der Schluchseewerk AG beeinflusst: Die Bewirtschaftung des Rückstaus führt zu periodischen Wasserstandswechseln von wenigen Zentimetern bis zu einem Meter.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss: Die Stauraumbewirtschaftung führt zu wechselnden Wasserständen und damit Abflüssen.

Gerinnemorphologie: Zwischen KW Laufenburg und KW Bad Säckingen Regelprofil.

Ufermorphologie: Beide Ufer sind steil und verbaut.

Vernetzung: Durch harten Verbau stark eingeschränkt. Längs durch die angrenzenden Kraftwerke behindert.

Sohlsubstrat: Ufernah sandige, in der Tiefe monoton kiesige Sohle; z.T. anstehender Fels.

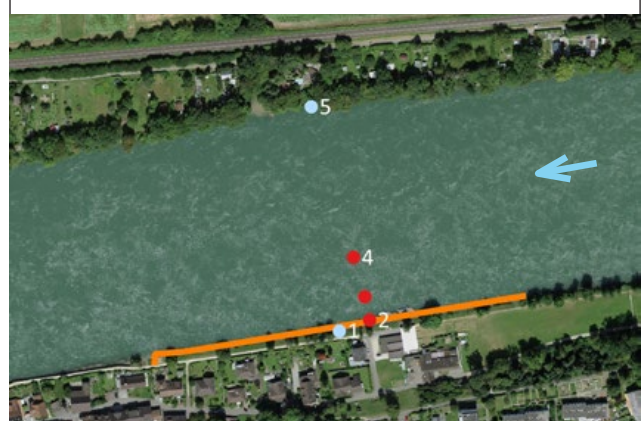
Geschiebe: Rückhalt durch Kraftwerke teilweise durch Zuanben ausgeglichen; keine seitlichen Einträge durch Ufererosion.

Lebensraumvielfalt: Sohlhabitate beeinträchtigt (reduziertes Geschiebe, Kolmatierung), Uferhabitate stark defizitär.

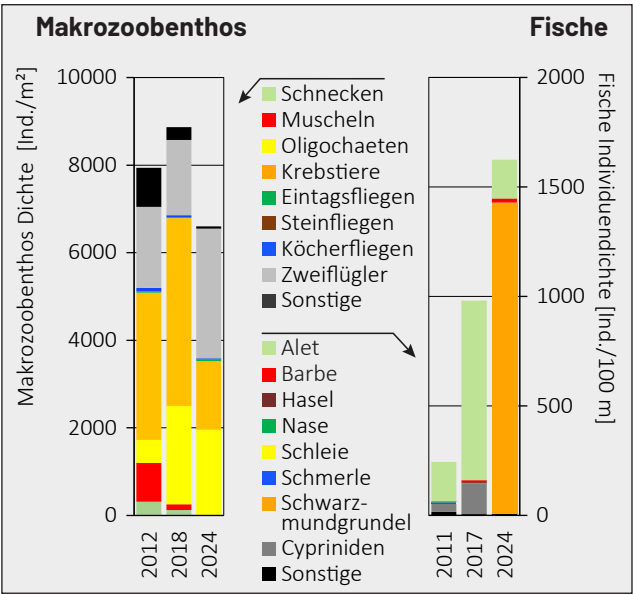
Biologische Besonderheiten

Makrozoobenthos: Im Vergleich zu 2018 hat die Dichte des Makrozoobenthos in Sisseln leicht abgenommen, der Rückgang betraf hauptsächlich die Krebstiere. Hier konnten auch nur die wenigsten Arten der Roten Listen gefunden werden, die in Deutschland gefährdete Eintagsfliege *Potamathus luteus* trat allerdings wieder ver-

Übersicht



 Uferprobe	 Sohle Taucher	 Fische (Elektrofischen)	
	1: Ufer links		5: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–1,1 m		0,1–1,2 m
Strömung	0,15 m/s		0,0–0,4 m/s
	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher
Wassertiefe	1,8 m	3,5 m	5,3 m
Strömung	0,4 m/s	0,55 m/s	0,55 m/s
Entf. zum Ufer	3 m (li)	18 m (li)	55 m (li)



mehrt auf. Aufgrund der Wasserstandsschwankungen fallen im Uferbereich regelmässig Tiere trocken.

Fische: In Sisseln dominiert die neu eingewanderte und invasive Schwarzmundgrundel die Fischgemeinschaft mit 87% der Gesamtdichte. Mit 1420 Ind./100 m erreicht sie hier innerhalb ihrer Art auch die höchste Dichte im Hochrhein – jedoch auch artübergreifend ist dies der zweithöchste Wert, der jemals ermittelt wurde. Mit grossem Abstand folgen der Alet (178 Ind./100 m) und die Barbe (19 Ind./100 m). Ausser der Schwarzmundgrundel wurden der Sonnenbarsch, der Wels und der Aal in Sisseln nachgewiesen. Nach 2011 gelangen auch wieder Nachweise der Schleie.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	1				1	
Makrophyten/Moose				1	1	
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	1	2	2	1	Geschiebedefizit
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels	2					
Blöcke > 200 mm	2	2	1	2	1	
Steine 63 mm - 200 mm	2			2	1	
Grobkies 20 mm - 63 mm			2		1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm		1	1			
Feinkies 2 mm - 6,3 mm		1				
Sand 0,063 mm - 2 mm	2	3	3	1		
Schluff < 0,063 mm	1				2	
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges					1	Totholz

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer: Bis auf ca. 0,5m Tiefe mit lockerer Mauer befestigt, darunter vor allem grössere Steine bis Blöcke.



5 Rechtes Ufer: Bis in ca. 30cm Tiefe locker gemauerter Verbau, daran anschliessend Steine mit Sand.



2 Taucher: Blöcke mit Steinen und viel dazwischenliegender Sand.



3 Taucher: Zwischen Sand dominiert Grobkies, teilweise Blöcke.



4 Taucher: Vor allem Blöcke und Steine mit etwas Sand.

SHA Schweizerhalle-Pratteln (BL/BW)

Koordinaten CH1903+: 2 618 575, 1 264 650



Hochrhein bei Schweizerhalle flussabwärts betrachtet mit Blick auf die Salinen.

Charakterisierung der Probestelle

Die Probestelle Schweizerhalle-Pratteln liegt zwischen langgezogenen Schlingen. Der Rhein ist hier 200 m breit und durch das Kraftwerk Birsfelden eingestaut. Das Profil ist stark reguliert, beide Ufer sind mit Ufermauern verbaut oder mit Blocksatz gesichert. Das rechte Ufer ist von einem Waldstreifen gesäumt, am linken liegen parkähnliche Gärten oder Siedlungsgebiet. Ähnlich wie in Sisseln fällt das Ufer schnell ab.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss: Naturnah, teilweise durch die flussauf- und abwärts liegenden Kraftwerke beeinflusst.

Gerinnemorphologie: Im ganzen Abschnitt zwischen KW Augst-Wyhlen und KW Birsfelden Regelprofil mit konstanter Flussbreite und gerader Linienführung.

Ufermorphologie: Beide Ufer sind hart und steil verbaut.

Vernetzung: Quer fehlend oder oft unterbrochen; Sohle häufig verdichtet, so dass kein besiedelbarer Lückerraum besteht. Längs: durch die angrenzenden Kraftwerks- und Schleusenanlagen eingeschränkt.

Sohlsubstrat: Durch Uferverbau und reduziertem Geschiebetrieb deutlich eingeschränkte Substratvielfalt.

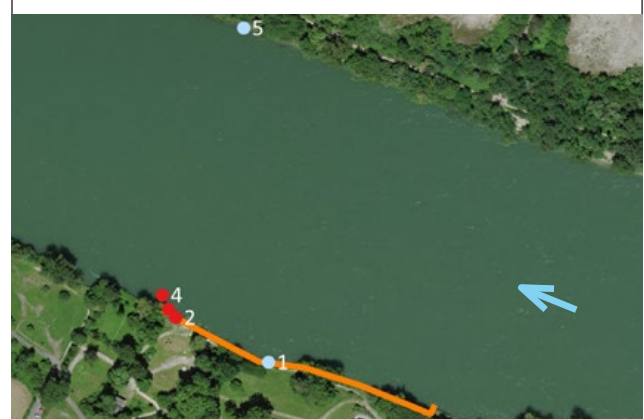
Geschiebe: Oberhalb gelegene Kraftwerke halten Geschiebe zurück; Einträge durch Seitenerosion fehlen.

Lebensraumvielfalt: Die Uferhabitate sind stark beeinträchtigt und höchstens in einem schmalen Band ausgeprägt. Auf umlagerungsstabilem Substrat ist Besiedlungspotential vorhanden.

Biologische Besonderheiten

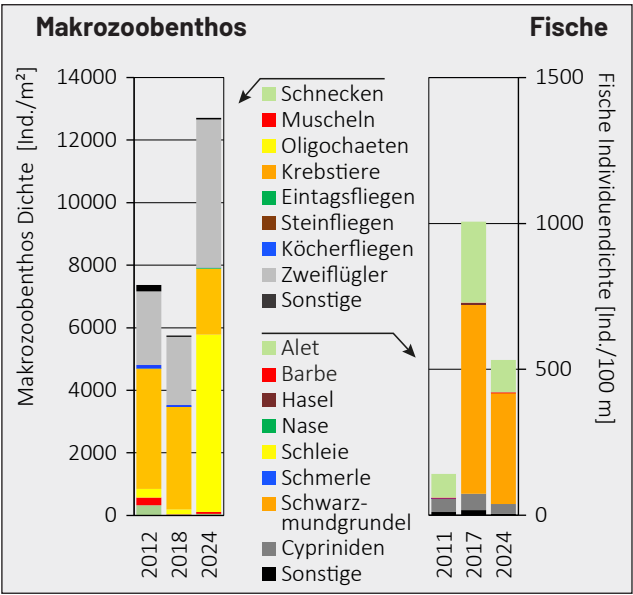
Makrozoobenthos: Im Vergleich zu 2018 ist die Dichte des Makrozoobenthos angestiegen., dabei ist der Anteil von Neozoen stark gesunken. Beides liegt hauptsächlich am jetzt häufigeren Vorkommen von Wenigborstern, welche bevorzugt im Feinsubstrat am Ufer leben. Der Anstieg der Gesamtdichte könnte auch durch

Übersicht



● Uferprobe ● Sohle Taucher — Fische (Elektrofischen)

	1: Ufer links	5: Ufer rechts		
Wassertiefe	0,1–1,2 m	0,1–1,0 m		
Strömung	0,0–0,1 m/s	0,0–1,0 m/s		
	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher	
Wassertiefe	3,4 m	4,7 m	5,9 m	
Strömung	0,2 m/s	0,5 m/s	0,4 m/s	
Entf. zum Ufer	1 m (li)	3 m (li)	9 m (li)	



die zeitweilige Abnahme von Schwarzmundgrundeln begünstigt sein. Die in der Schweiz vom Aussterben bedrohte Gemeine Kahnschnecke (*Teodoxus fluviatilis*) kam wie auch bereits 2018 vor, es handelt sich jedoch wahrscheinlich ausschliesslich um gebietsfremde Genotypen.

Fische: Die Fischfauna in Schweizerhalle besteht trotz Rückgang der Schwarzmundgrundeln immer noch zum grössten Teil aus ihnen (71%). Wie auch 2017 wurden die eingewanderten Kesslergrundel gefunden. Diverse Arten von Cypriniden (Laube, Strömer, Nase, Hasel) fehlten bei der aktuellen Kampagne wohingegen die Schleie, der Wels und erfreulicherweise auch der Bitterling neu dazu kamen.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	1	2	2	1	1	
Makrophyten/Moose		1		1		
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	2	2	2	1	Geschiebedefizit
Feststoffe/Abfälle	1	2	2	1	2	Abfälle
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels				1	1	
Blöcke > 200 mm	2	2	3	2		
Steine 63 mm - 200 mm	1	3	1	1		
Grobkies 20 mm - 63 mm	1	2	1	2	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1		1		1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1					
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	1	1	2		
Schluff < 0,063 mm	3				3	
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges						

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer: Meist steil in die Tiefe abfallend. An wenigen Flachstellen viel Feinsediment/Schluff zwischen Blöcken.



5 Rechtes Ufer: Uferlinie unterhalb von steilem Hang; unter Wasser Kies und Blöcke auf Sand. Wenige fädige Algen.



2 Taucher: Überwiegend Steine mit einigen Blöcken mit viel Algenbewuchs.



3 Taucher: Blöcke mit etwas Kies; überwachsen mit Algen und vielen Schwämmen.



4 Taucher: Anstehender Fels und sehr grosse Blöcke mit dazwischenliegendem Grobkies.

BAS Basel (BS)

Koordinaten CH1903+: 2 611 000, 1 268 620



Hochrhein im Stadtgebiet von Basel flussaufwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Die mitten im Stadtgebiet Basel liegende Stelle ist typisch für den Bereich des Übergangs von Hochrhein zu Oberrhein. Der hier 180 m breite Rhein ist an beiden Ufern komplett mit Mauern verbaut. Das Hinterland ist weiträumig versiegelt. Am linken Ufer befinden sich Anleger für grosse Fahrgastschiffe.

Zustand der Ökosystembausteine

Abfluss: Weitgehend unbeeinflusst.

Gerinnemorphologie: Flusslauf mit Regelprofil; im Rheinknie mit Prall- und Gleithangstruktur.

Ufermorphologie: Ufer durchgehend hart verbaut und meist steil abfallend. An der Innenkurve schmale, z.T. aufgeschüttete, dem verbauten Ufer vorgelagerte Kiesflächen.

Vernetzung: Quer: Fast völlig fehlend. Längs: Durch die angrenzenden Kraftwerksanlagen (Birsfelden, Kembs) eingeschränkt.

Sohlsubstrat: Überwiegend steinig-kiesig. Durch Uferverbau und fehlenden Geschiebetrieb eingeschränkte Substratvielfalt. Vielerorts Zivilisationsabfälle.

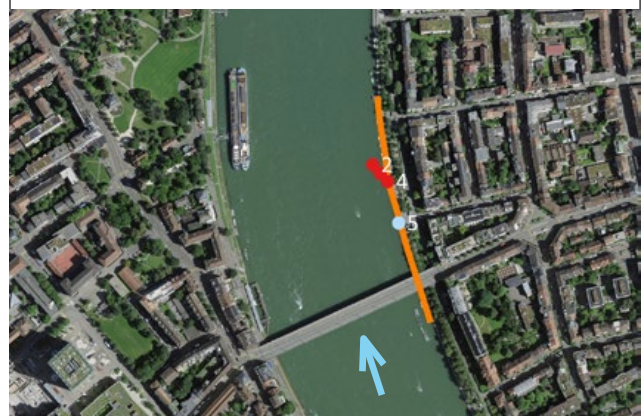
Geschiebe: Trotz Geschiebezugaben im Hochrhein noch deutlich reduzierte Dynamik durch Rückhalt an den stromauf liegenden Kraftwerksanlagen und fehlende Seitenerosion.

Lebensraumvielfalt: Es fehlen typische Uferhabitate. Die Sohlhabitate zeigen ufernah eine gewisse Vielfalt. In der Fahrrinne Störungen durch beständige Umlagerung.

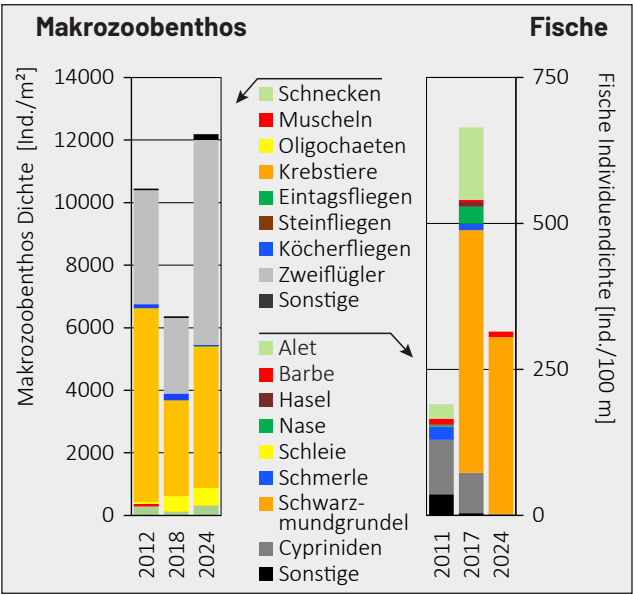
Biologische Besonderheiten

Makrozoobenthos: In Basel ist die Dichte des Makrozoobenthos von 2018 auf 2024 nach einem vorherigen Rückgang wieder angestiegen. Obwohl der Anteil von Insekten am Makrozoobenthos in Basel sehr gering ist, sticht vor allem die verhältnismässig hohe Dichte an *Esolus*-Larven (Käfer) heraus. Auch kamen ausschliess-

Übersicht



● Uferprobe ● Sohle Taucher ——— Fische(Elektrofischen)			
	1: Ufer links		5: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1-1,0 m		0,1-0,6 m
Strömung	0,25 m/s		0,35 m/s
	2: Taucher	3: Taucher	4: Taucher
Wassertiefe	1,9 m	1,7 m	1,6 m
Strömung	1,1 m/s	0,8 m/s	0,7 m/s
Entf. zum Ufer	12 m (re)	8 m (re)	5 m (re)



lich dort die Rote Liste-Arten *Leuctra braueri* (Steinfliege) und *Torleya major* (Eintagsfliege) vor.

Fische: Die Barbe war die einzige heimische Fischart, die in Basel gefangen wurde, 2017 waren es noch 15 heimische Arten. Hinzu kam der hier möglicherweise gebietsfremde Rapfen sowie die gebietsfremde Kesslergrundel und der erstmalig nachgewiesene Sonnenbarsch. Mit 96% dominiert die invasive Schwarzmundgrundel jedoch den Fischbestand klar. Vermutlich aufgrund dieser Dominanz und der damit einhergehenden Konkurrenz ist das ehemalige Artenreichtum stark zurückgegangen. Ähnliche Muster sind auch in Schweizerhale zu beobachten, wo die Schwarzmundgrundel ebenfalls die häufigste Fischart war.

Äusserer Aspekt	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
Bewuchs fädige Algen	1	1	2	2	2	
Makrophyten/Moose		1	1			
Verschlammung	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	2	2	2	2	2	Geschiebedefizit
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge	1				1	

Bewuchs/Besiedlung: 1: >0 bis <10 % (Bedeckung), 2: 10-50%, 3: >50%
Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	1: li	2	3	4	5: re	Erläuterungen
anstehender Fels	1				1	
Blöcke > 200 mm	1	2	1			
Steine 63 mm - 200 mm	3	2	2	2	3	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2	2	2	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1	1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1	1	1	1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	1	2	1		
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges						

Stufe 1: >0 bis <10% (Bedeckung), Stufe 2: 10 bis 50%, Stufe 3: >50% der Fläche



1 Linkes Ufer: Fester Verbau durch Mauer mit senkrechter Betonkannte. Steinige Sohle an Prallhang umgelagert und kaum mit Algen.



5 Rechtes Ufer: Fester Verbau durch Mauer mit senkrechter Betonkannte zur stark veralgten, steinigen Sohle.



2 Taucher: Kolmatierter Grobkies bis Blöcke und geringer Bewuchs mit fädigen Algen.



3 Taucher: Grobkies/Steine fest kolmatiert mit vielen fädigen Algen.



4 Taucher: ufernah ebenfalls kolmatierte Sohle mit Grobkies und Steinen.

MZB Taxaliste Mittelwerte Transekt

Individuen/m ²	HK
1 bis 9	I
10 bis 50	II
51 bis 100	III
101 bis 250	IV
251 bis 500	V
501 bis 1000	VI
> 1000	VII
> 10 000	VII+

	02.04.2024	Hemishofen	02.04.2024	Rheinau	06.11.2023	Ellikon	03.04.2024	Ellikon	03.04.2024	Tössegg	04.04.2024	Rietheim	01.04.2024	Waldshut	01.04.2024	Sisseln	07.11.2023	Schwiezerhalle	05.04.2024	Schwiezerhalle	05.04.2024	Basel
mittlere Individuendichte für die jeweiligen Transekte pro m²																						
Porifera																						
<i>Eunapius fragilis</i>													X						X		X	
Turbellaria																						
<i>Turbellaria</i> Gen. sp.	2			1																		
<i>Dendrocoelum lacteum</i>				2																		
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>																	1	1				
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	7	2	2	1																		
<i>Dugesiidae</i> Gen. sp.		3		1																		
<i>Girardia tigrina</i>	58	5	23																			
<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	9	1																				
Nemathelminthes																						
<i>Nematoda</i> Gen. sp.	86	2	9	165	9	87	22	28	8	12	42											
Bivalvia																						
<i>Corbicula fluminea</i>	144	6	121	244	206	108	44	9	8	5	10											
<i>Dreissena polymorpha</i>	296		1	3	1	0	1	0		1									1			
<i>Dreissena rostriformis</i>	1238	7	1	3	2	1	19	4	44	51												
<i>Pisidium amnicum</i>					11																	
<i>Pisidium</i> cf. <i>henslowanum</i>	1				2																	
<i>Pisidium</i> sp.	80	23	4	6	15	10	3															
<i>Pisidium supinum</i>					9																	
<i>Sphaeriidae</i> Gen. sp.		1	1		1	1	2															
Gastropoda																						
<i>Ancylus fluviatilis</i>	11		166	210	65	142	26															
<i>Bithynia tentaculata</i>	182	73	4	1																		
<i>Haitia acuta/heterostropha</i>	6	3	1																			
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1																					
<i>Physidae</i> Gen. sp.			9																			
<i>Planorbis carinatus</i>	8	3	2	5																		
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	18	1	38	645	88	222	15	1														
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> f. <i>carinata</i>	1				16	5	1	1														
<i>Radix balthica</i>	37		17	11		1																
<i>Radix</i> sp.	7		10	2																		
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	98																40	50	309			
<i>Valvata cristata</i>		6																				
<i>Valvata piscinalis</i>		2																				
Polychaeta																						
<i>Hypania invalida</i>													1	3	2	10						
Oligochaeta																						
<i>Oligochaeta</i> Gen. sp.	6	27											9		2							
<i>Branchiura sowerbyi</i>	15		8	3	261	8	32	76														
<i>Criodrilus lacuum</i>	9	41		33	10																1	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	11	2	12	34	0	4	1	1														
<i>Enchytraeidae</i> Gen. sp.				1	10														1			
<i>Haplotaxis gordioides</i>																	3	9	28			
<i>Lumbriculus variegatus</i>	26	102																				
"Megadriles"	21	13	34	1		3	1	1	4	9	2											
<i>Propappus volki</i>			2																			
<i>Spirosperma ferox</i>	0	10																				
<i>Stylaria lacustris</i>	75	1	3	13									3				2					
<i>Stylodrilus heringianus</i>	145	9	99	268	161	160	50	7	3												21	
<i>Stylodrilus</i> sp.	297	26	7	592	403	380	456	25	8	33	259											
<i>Tubificidae/Naididae</i> Gen. sp.	1531	351	96	1033	2719	557	1140	1834	136	5617	242											

Individuen/m ²	HK
1 bis 9	I
10 bis 50	II
51 bis 100	III
101 bis 250	IV
251 bis 500	V
501 bis 1000	VI
> 1000	VII
> 10 000	VII+

	02.04.2024	Hemishofen	02.04.2024	Rheinau	06.11.2023	Ellikon	03.04.2024	Ellikon	03.04.2024	Tössegg	04.04.2024	Rietheim	01.04.2024	Waldshut	01.04.2024	Sisseln	07.11.2023	Schwiezerhalle	05.04.2024	Schwiezerhalle	05.04.2024	Basel
mittlere Individuendichte für die jeweiligen Transekte pro m²																						
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	1																					
<i>Dina punctata</i>	12	2	3	6	12	1	4	1														
Erpobdellidae Gen. sp.			33																			
<i>Erpobdella octoculata</i>	46	3																				
<i>Glossiphonia complanata</i>		2																				
<i>Helobdella stagnalis</i>	24	1																				
<i>Piscicola geometra</i>		2					1															
CRUSTACEA: Amphipoda																						
Amphipoda Gen. sp.				1	1																	
<i>Chelicorophium curvispinum</i>													2		49	21	33					
<i>Chelicorophium robustum</i>															371	524	11					
<i>Chelicorophium sowinskyi</i>													2		611	536	10					
<i>Chelicorophium</i> sp.													1		1		10					
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>		434	2	2																		
<i>Dikerogammarus</i> sp. juv.	886	3		1213	186	3392	2103	731									342	3144				
<i>Dikerogammarus villosus</i>	96	133	2047	519	175	964	1548	275	33	16	89											
<i>Echinogammarus ischnus</i>									61	17	51	29	721									
<i>Gammarus fossarum</i>		27		1													2	11				
<i>Gammarus pulex</i>		10																				
<i>Gammarus fossarum/pulex</i>		23		1																		
<i>Gammarus roeselii</i>	19	737								57												
<i>Asellus aquaticus</i>	31	250	1																			
<i>Jaera istri</i>	3359	4	436	291	292	383	1179	533	636	646	487											
<i>Proasellus coxalis</i>	1	37	1														2					
<i>Limnomysis benedeni</i>	2		3										2		6							
Ephemeroptera																						
<i>Baetis fuscatus/scambus</i>				2	1																4	
<i>Baetis vardarensis</i>	1						4															
<i>Cloeon dipterum</i>		6	1																			
<i>Caenis horaria</i>		10																				
<i>Caenis luctuosa</i>	10	86	106	23																		
<i>Caenis luctuosa/macrura</i>	1																					
<i>Caenis macrura</i>	51	2	268	42	187	42	139	21		19	16											
<i>Caenis pusilla</i>	22		3	3		1												1				
<i>Caenis</i> sp.									1	1												
<i>Caenis rivulorum</i>									2													
Ephemerellidae Gen. sp.	1																					
<i>Ephmerella mucronata</i>	0								1													
<i>Ephemerella notata</i>	3			4		2																
<i>Serratella ignita</i>				9					1									3	12			
<i>Torleya major</i>																					1	
<i>Ephemera danica</i>	15	1	6	4	2	1	8	1														
<i>Ephemera</i> sp.		1																				
<i>Ecdyonurus venosus</i> -Gr.			3	1																		
<i>Ecdyonurus</i> sp.			8																			
<i>Heptagenia sulphurea</i>	19		23	7	13	10	8															
Leptophlebiidae Gen. sp.			3																			
<i>Potamanthus luteus</i>	20	1	4		2	1	1	17													1	
Odonata																						
<i>Anax</i> sp.		1																				
<i>Calopteryx splendens</i>									1													
Coenagrionidae Gen. sp.		35	2	1																		
<i>Enallagma cyathigerum</i>		1																				
Gomphidae Gen. sp.	2		2	1																		
<i>Gomphus vulgatissimus</i>									1													
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	1	1	1	1	2				1													
Libellulidae Gen. sp.		8																				
<i>Orthetrum cancellatum</i>		2																				

Individuen/m ²	HK
1 bis 9	I
10 bis 50	II
51 bis 100	III
101 bis 250	IV
251 bis 500	V
501 bis 1000	VI
> 1000	VII
> 10 000	VII+

	02.04.2024	Hemishofen	02.04.2024	Rheinau	06.11.2023	Ellikon	03.04.2024	Ellikon	03.04.2024	Tössegg	04.04.2024	Rietheim	01.04.2024	Waldshut	01.04.2024	Sisseln	07.11.2023	Schwierzhalle	05.04.2024	Schweizerhalle	05.04.2024	Basel
mittlere Individuendichte für die jeweiligen Transekte pro m²																						
<i>Brachyptera risi</i>											1											
<i>Leuctra braueri</i>																					2	
<i>Leuctra</i> sp.									2		3											
Heteroptera																						
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>						3																
<i>Micronecta</i> sp.			22		4	2		3		1		6		2								
Coleoptera																						
Donaciinae Lv	19																					
<i>Dryops</i> sp. Lv	1				9	6																
<i>Platambus maculatus</i> Lv					1																	
<i>Stictotarsus</i> sp. Lv			1																			
<i>Elmis</i> sp. Lv									1			7							1		2	
<i>Elmis</i> cf. <i>maugettii</i> Lv									13		8	37		8					4		11	
<i>Elmis maugettii</i> Ad													1									
<i>Esolus</i> sp. Lv			1		14	37		16		13		34		6		1		18		107		
<i>Esolus</i> sp. Ad						1														1		
<i>Esolus parallelepipedus</i> Ad					1	2																
<i>Limnius perrisi</i> Lv													1						1			
<i>Limnius volckmari/muelleri</i> Lv	63				37	41		2		2		6		2		4		3		2		
<i>Limnius volckmari/muelleri</i> Ad	9				1	2																
<i>Macronychus quadrituberculatus</i> Lv																					13	
<i>Oulimnius</i> sp. Lv														1					1			
<i>Oulimnius</i> cf. <i>tuberculatus</i> Lv			1					1		1		7		2					2		3	
<i>Riolus</i> cf. <i>cupreus</i> Lv					1					1		4		2							4	
<i>Riolus</i> sp. Lv					1			1		1												
<i>Stenelmis canaliculata</i> Lv					8	14																
<i>Stenelmis canaliculata</i> Ad						2																
<i>Halipus</i> sp. Lv			2																			
Hydraenidae Gen. sp.					1																	
Trichoptera																						
Brachycentridae Gen. sp. Pu						57		2		27		11		2					1		1	
<i>Brachycentrus subnubilus</i>					70												4					
Agapetinae Gen. sp.											1	1										
<i>Agapetus</i> sp.								1						1								
<i>Agapetus laniger</i>						1																
<i>Agapetus ochripes</i>	2				2	7				10		7										
<i>Glossosoma boltoni</i>						2																
Goeridae Gen. sp. Pu											6											
<i>Goera pilosa</i>	2					2		2		20												
<i>Silo nigricornis</i>					1																	
<i>Silo piceus</i>					11	29				4												
<i>Agraylea multipunctata</i>			8																			
<i>Agraylea sexmaculata</i>			75			1																
<i>Agraylea</i> sp. Pu						1																
<i>Hydroptila</i> sp.	29				17	41		1		15		5		6					3		17	
Hydroptilidae Gen. sp.	5																	1			2	
<i>Ithytrichia lamellaris/clavata</i>													1									
<i>Orthotrichia</i> sp.					1																	
Hydropsychidae Gen. sp. Pu	10																					
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	37				97	62		3		101		65		1								
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	231				2			1														
<i>Hydropsyche exocellata</i>	22				5	4				1												
<i>Hydropsyche incognita</i>	125				51	50				3		11		1								
<i>Hydropsyche incognita/pellucidula</i>						35		2		3		7									1	
<i>Hydropsyche</i> cf. <i>pellucidula</i>										1												
<i>Hydropsyche siltalai</i>					35	13				1		12									1	

Individuen/m ² HK		mittlere Individuendichte für die jeweiligen Transekte pro m ²										
		02.04.2024 Hemishofen	02.04.2024 Rheinau	06.11.2023 Ellikon	03.04.2024 Ellikon	03.04.2024 Tössegg	04.04.2024 Rietheim	01.04.2024 Waldshut	01.04.2024 Sisseln	07.11.2023 Schwiizerhalle	05.04.2024 Schweizerhalle	05.04.2024 Basel
1 bis 9 I	<i>Lepidostoma hirtum</i>	9		4	6	1		3	1			
10 bis 50 II	<i>Athripsodes cf. albifrons</i>	39			1	1		2				2
51 bis 100 III	<i>Athripsodes cinereus</i>	113		4	19							
101 bis 250 IV	<i>Athripsodes sp.</i>	0		2	1			2				
251 bis 500 V	<i>Ceraclea dissimilis</i>	1			0							
501 bis 1000 VI	<i>Mystacides azurea</i>	17	6	30	10							
> 1000 VII	<i>Mystacides sp.</i>	16	1	89	7							
> 10 000 VII+	<i>Oecetis notata</i>	25		10						1		
	<i>Oecetis testacea</i>										1	
	<i>Setodes punctatus</i>	2										
	<i>Anabolia nervosa</i>		3				1					
	<i>Drusus annulatus</i>						1					
	<i>Glyptothaelius pellucidus</i>		1									
	<i>Halesus cf. tessellatus</i>				1		1					
	<i>Halesus radiatus</i>							1				
	<i>Halesus sp.</i>							1				
	<i>Limnephilini</i>		2									
	<i>Limnephilus lunatus</i>		1									
	<i>Mesophylax impunctatus</i>		4		4							
	<i>Cynurus trimaculatus</i>					1						
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	6										
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>							2				
	<i>Lype reducta</i>						1					
	<i>Psychomyia pusilla</i>	85		518	680	17	36	50	17	1	4	10
	<i>Tinodes waeneri</i>	2	6	3	1							
	<i>Rhyacophila sensu stricto</i>	9			4		1					
	Chironomidae Gen. sp. Pu				697	81	1084	117	185		315	446
	Chironomini	129	359	6	501	508	33	84	850	48	2159	110
	<i>Chironomus acutiventris</i>					71						
	<i>Chironomus plumosus</i> -Gr.		32									
	<i>Chironomus riparius</i> -Gr.		36			68		14	143	15	42	
	<i>Coryoneura sp.</i>			1								
	Diamesinae	71	6	60		23	1376	39	46	1	236	322
	<i>Microtendipes pedellus/chloris</i> -Gr.	1349	314		73	42	6	8				13
	Orthocladinae	6233	52	210	7428	328	5962	1019	598	79	840	5283
	<i>Prodiamesa olivacea</i>		6		94	26		7	17	263	190	
	<i>Stenochironomus sp.</i>		1		6		5	3				
	Tanypodinae	54	413		56	395	58	56	10	4	71	52
	Tanytarsini	378	269	94	1708	718	735	260	1108	122	873	307
	sonstige Diptera											
	<i>Antocha sp.</i>	4		13	9		1	1				1
	<i>Atherix ibis</i>					1						
	Ceratopogoninae	1	3	1	2	3	4	2	1		4	1
	<i>Chelifera sp.</i>				1	2	2					
	Clinocerinae Gen. sp.						1					
	<i>Dasyhelea sp.</i>						0					1
	<i>Dicranota sp.</i>				1		0					
	<i>Hemerodromia sp.</i>	18		3	3	4	3			1	1	3
	<i>Phaenobezzia sp.</i>		16									
	Psychodidae Gen. sp.											2
	<i>Simulium erythrocephalum</i> Pu	2										
	<i>Simulium lineatum</i> Pu	34										
	<i>Simulium sp. Lv</i>	16		6	2		3					7
	Stratiomyidae Gen. sp.							1				
	<i>Tabanus sp.</i>	1		14	4	1	1	1				

Individuen/m ²	HK
1 bis 9	I
10 bis 50	II
51 bis 100	III
101 bis 250	IV
251 bis 500	V
501 bis 1000	VI
> 1000	VII
> 10 000	VII+

	02.04.2024	Hemishofen	02.04.2024	Rheinau	06.11.2023	Ellikon	03.04.2024	Ellikon	03.04.2024	Tössegg	04.04.2024	Rietheim	01.04.2024	Waldshut	01.04.2024	Sisseln	07.11.2023	Schwiezerhalle	05.04.2024	Schweizerhalle	05.04.2024	Basel
mittlere Individuendichte für die jeweiligen Transekte pro m ²																						
Lepidoptera																						
<i>Acentria ephemerella</i>	1		1																			
Bryozoa																						
<i>Cristatella mucedo</i> Statoblasten	9																					
Diverse																						
Hvdracarinae Gen. sp.		1													2							

MZB Indices

	Hemishofen	Rheinau	Ellikon	Tössegg	Rietheim	Waldshut	Sisseln	Schweizerhalle	Basel
	02.04.2024	02.04.2024	03.04.2024	03.04.2024	04.04.2024	01.04.2024	01.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Deutscher Saprobienindex									
Saprobienindex	2,11	2,24	1,90	2,03	1,86	1,95	2,05	1,97	1,87
Streuungsmaß	0,04	0,06	0,05	0,04	0,07	0,05	0,04	0,05	0,06
Abundanzsumme	156	73	112	73	77	92	46	47	66
Anzahl Indikatortaxa	51	33	45	33	34	37	22	21	25
Präferenz für Biozönotische Regionen (eingestufte Taxa)									
[%] Zonation Krenal	0,04	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
[%] Zonation Hypokrenal	0,95	3,30	0,75	0,55	0,35	0,26	0,05	0,03	0,17
[%] Zonation Epirhithral	1,02	3,79	1,42	1,09	1,18	0,70	0,39	0,47	0,68
[%] Zonation Metarhithral	1,86	4,02	2,25	1,42	1,38	1,08	0,46	0,52	0,99
[%] Zonation Hyporhithral	3,00	6,27	4,07	2,17	1,87	1,86	0,69	0,85	1,07
[%] Zonation Epipotamal	11,43	8,86	6,41	6,82	5,65	14,93	6,11	3,19	6,07
[%] Zonation Metapotamal	8,40	6,10	3,28	4,99	3,76	10,51	4,68	2,21	4,27
[%] Zonation Hypopotamal	6,31	2,71	2,49	3,79	3,54	10,00	4,35	1,96	3,89
[%] Zonation Littoral	4,34	11,45	2,11	2,64	1,90	0,79	1,00	0,80	1,44
[%] Zonation Profundal	1,00	0,96	1,03	0,52	1,47	0,34	0,57	0,50	0,79
Habitatpräferenz (eingestufte Taxa)									
[%] Habitat Argylal	23,73	7,14	33,53	9,69	33,01	9,85	11,44	10,59	30,61
[%] Habitat Pelal	0,08	0,45	0,08	0,56	0,05	0,32	0,07	0,03	0,03
[%] Habitat Psammal	6,84	15,08	5,71	11,07	1,75	3,14	11,19	13,09	1,75
[%] Habitat Akal	1,15	2,34	2,47	3,27	1,22	2,42	0,34	0,19	0,98
[%] Habitat Lithal	8,37	4,07	5,38	4,21	2,45	3,15	0,91	0,90	3,31
[%] Habitat Phytal	10,68	25,67	11,39	2,87	10,99	3,91	4,18	4,03	10,24
[%] Habitat POM	3,30	4,00	1,20	1,20	0,54	0,78	0,16	0,47	0,68
[%] Habitat Andere	8,79	0,38	10,16	1,22	10,72	2,88	2,54	2,32	10,22
Ernährungstypen (eingestufte Taxa)									
[%] Ernährung Zerkleinerer	1,62	13,50	2,87	1,79	5,79	8,80	4,17	0,75	5,40
[%] Ernährung Sedimentfresser	46,37	45,96	53,17	62,46	45,13	38,48	50,23	61,26	48,11
[%] Ernährung Weidegänger	30,58	7,85	18,44	15,28	16,64	24,94	18,15	16,73	20,90
[%] Ernährung aktive Filtrierer	4,19	3,02	1,10	1,31	1,44	0,44	0,74	1,12	1,11
[%] Ernährung passive Filtrierer	2,06	0,01	0,86	0,07	0,38	0,94	0,17	0,12	3,04
[%] Ernährung Räuber	3,81	9,10	4,34	4,17	9,32	13,45	5,03	1,34	8,57
[%] Ernährung Andere	1,26	2,75	3,98	1,67	7,31	8,79	3,73	1,12	7,41

