KANTON solothurn

Kanton Bern
Canton de Berne

KANTON AARGAU

Biologische Untersuchung Aare zwischen Bielersee und Rhein 2022

Fachbericht

Makroinvertebraten inkl. Libellen und Jungfische

Untersuchungen März bis Oktober 2022

Hydra AG - Oktober 2023

Impressum

Auftraggeber:	**Kanton Aargau**, Abteilung für Umwelt, Departement Bau, Verkehr und Umwelt Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau, Lukas DeVentura	
	Kanton Solothurn, Amt für Umwelt, Abteilung Wasser Werkhofstrasse 5, 4509 Solothurn, Sabine Flury	
	Kanton Bern, Bau- und Verkehrsdirektion, Amt für Wasser und Abfall, Gewässer- und Bodenschutzlabor Schermenweg 11, 3014 Bern, Kristina Rehberger	
	Dieses Projekt wurde realisiert mit Unterstützung des Bundesamt für Umwelt (BAFU)	
Auftragnehmer:	HYDRA AG, Hauptstrasse 48, 8020 Kreuzlingen	
Bericht:	Dr. John Hesselschwerdt, Pauline App und Niklas Bosch	
Bearbeiter:	Feldarbeiten:	Dr. John Hesselschwerdt, Johannes Ortlepp, Pauline App, Boris Unger, Dorothea Makarow, Niklas Bosch: HYDRA AG
		AquaPlus AG, Gotthardstrasse 30, CH-6300 Zug (Äusserer Aspekt)
	MZB Bestimmung und Auswertung:	Uta Mürle: HYDRA Öschelbronn; Pauline App: HYDRA AG
	Libellen:	Dr. John Hesselschwerdt, Pauline App, Sarah Oexle: HYDRA AG
Fotos auf der Titelseite: (von oben links nach unten rechts)	Aareknie bei Aarburg; Taucherprobenahme in Brugg; Weibchen einer Grossen Königslibelle *(Anax imperator)* bei der Eiablage im Restwasserabschnitt «Villnachern» der Aare; Nebenarm mit Kolk im Restwasserabschnitt «Villnachern»	
Bildnachweis:	Wenn nicht anders angegeben, alle Abbildungen und Fotos HYDRA	

Biologische Untersuchung Aare zwischen Bielersee und Rhein 2022

Fachbericht

Makroinvertebraten inkl. Libellen und Jungfische

Untersuchungen März bis Oktober 2022

Inhalt

Zusammenfassung 6

1 Einleitung 7

2 Untersuchungen 8

2.1 Untersuchungsperimeter 8
2.3 Abfluss- und Temperaturverlauf 11
2.4 Methode Makrozoobenthos 13
2.5 Methode Libellen 14
2.6 Methode Jungfische 15

3 Ergebnisse und Beurteilung Makrozoobenthos 16

3.1 Makrozoobenthos Vorkommen und Artenzusammensetzung 16
3.2 Verbreitung wichtiger und typischer Taxa 17
3.4 Das Makrozoobenthos als Indikator des Gewässerzustands 26
3.5 Neozoen 28
3.6 Libellen 34

4 Ergebnisse und Beurteilung Jungfische 37

4.1 Vorkommen und Artenzusammensetzung 37
4.2 Rote Liste-Arten 39
4.3 Verbreitung Fischarten 40
4.4 Ökologische Gilden 44

5 Schlussfolgerungen 47

5.1 Makrozoobenthos 47
5.2 Jungfische 48

6 Literatur 49

A Anhang 50

POR Nidau-Port (BE) 50
ARC Arch (BE/SO) 52
FLU Flumenthal (SO) 54
WAN Wangen (BE) 56
WYN Wynau (BE/SO) 58
AAB Aarburg (SO/AG) 60
OLT Olten (SO/AG) 62
WIZ Winznau (SO) 64
R-A Rupperswil-Auenstein (AG) 66
VIL Villnachern (AG) 68
BRU Brugg (AG) 70
STI Stilli (AG) 72
FEL Felsenau (AG) 74
Taxaliste Mittelwerte Transekt 76
Indices 80

Zusammenfassung

Fortführung von mittlerweile 20 Jahren Monitoring

Die biologischen Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Hochrhein setzen das seit mittlerweile 20 Jahren durchgeführte Monitoring fort. Seit 2001/2002 werden Makrozoobenthos und Kieselalgen untersucht, seit 2012 auch die Jungfischbesiedlung, bei der aktuellen Kampagne kam ein Sonderprogramm zur Erfassung von Libellen hinzu.

Einfluss des wasserreichen, kühlen Sommers 2021 und des Hitzesommers 2022 erkennbar

Die Biologie der Aare wird unter anderem durch die Hydrologie geprägt. Im Vorjahr der Makrozoobenthosuntersuchungen gab es starke und ungewöhnlich lang andauernde Sommerhochwasser, die zudem zeitweise Feinsediment entlang der Aare verteilten. Hinzu kamen Winterhochwasser, jeweils im Januar 2021 und 2022. Gleichzeitig war die Wassertemperatur im Sommer 2021 sehr kühl, was die Ergebnisse der Hauptkampagne im März 2022 geprägt haben könnte. Bis zur Jungfischuntersuchung im November 2022 folgte dagegen ein heisser Sommer mit sehr niedriger Wasserführung. Entsprechende Hitzesommer werden aufgrund der Klimaerwärmung zukünftig häufiger werden.

Starker Rückgang von Makroinvertebraten (Dichten und Taxazahlen)

Die Besiedlung mit Makrozoobenthos hat sich gegenüber den früheren Untersuchungen deutlich verringert, wobei die Dichten bereits von 2002 nach 2012 stark abgenommen hatten. Dieser Trend setzte sich bis 2022 fort. Noch gravierender ist der Rückgang der gefundenen Artenzahl, dies besonders bei Wasserinsekten (v.a. Eintagsfliegen, Köcherfliegen und Käfern). Positiv ist die Ausbreitung der vor wenigen Jahren noch in der Schweiz vermeintlich ausgestorbenen Eintagsfliege *Brachycentrus subnubilis*.

Gebietsfremde Arten haben stark zugenommen und beeinträchtigen angestammte Lebensgemeinschaft

Der Anteil gebietsfremder Arten hat deutlich zugenommen, auf ca. 20–30% der Gesamtdichten. Ganz besonders hoch ist der Anteil bei Nidau, hier sind über 95% der Individuen vom Bielersee eingebrachte Quagga-Muscheln (*Dreissena rostriformis bugensis*). An der restlichen Aare haben vor allem die Dichte des räuberischen Grossen Höckerflohkrebses *(Dikerogammarus villosus)* in den letzten zehn Jahren stark zugenommen, welcher negativ auf die heimische Lebensgemeinschaft einwirkt. Zwei der neu hinzugekommenen invasiven Neozoen, Granataugen-Flohkrebs *(Echinogammarus ischnus)* und *E. trichiatus* könnten zu einem noch verstärkten Druck auf die heimische Lebensgemeinschaft führen. In der Limmat ist der dort eingeschleppte *E. ischnus* vermutlich für einen Teil des Rückgangs des MZB der letzten Jahre verantwortlich.

Rückgang durch mehrere Faktoren verursacht

Der 2022 beobachtete Rückgang des Makrozoobenthos in der Aare hat vermutlich mehrere Ursachen: Die zunehmende Auswirkung von Neozoen, Faktoren die bereits global zu einem Rückgang von terrestrischen Insekten führeh und kurzfristig die vielen Hochwasser im Jahr 2021 mit ihrer Sedimentfracht, die zu einem zeitweisen Lebensraumverlust geführt haben dürften. Zusätzlich wirkt die Klimaerwärmung zunehmend auf die Aare ein.

Indizierte Gewässerqualität (Saprobie) weiterhin «gut»

Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos kann als Indikator für den Gewässerzustand dienen. So zeigte sie 2022 eine gute Gewässerqualität (Saprobie) an. Gegenüber 2012 und 2002 scheint sich der Gewässercharakter zunehmend in Richtung Potamal (Fluss-Unterlauf) zu verschieben.

Libellen in vielen Arten vertreten - Dichten allerdings durch Habitatmangel beeinträchtigt

Im Libellenmonitoring wurden erfreuliche 18 Arten festgestellt, bei zehn gelang auch der Reproduktionsnachweis in der Aare. Bei Flumenthal wurde eine Exuvie der vom Aussterben bedrohten Gelben Keiljungfer *(Gomphus simillimus)* gefunden. Die früher bedrohte Kleine Zangenlibelle *(Onychogomphus forcipatus)* ist mittlerweile die häufigste Grosslibellenart. Die Libellendichten sind dagegen aufgrund von Habitatmangel entlang der Aare reduziert.

Dichte an Jungfischen hat zugenommen aber weiterhin durch Strukturarmut reduziert

Die Jungfischdichten haben gegenüber 2012 von Olten flussaufwärts zugenommen, sind aber weiterhin durch die Strukturarmut beeinträchtigt. Insgesamt machen sich die ausserhalb der Restwasserstrecken fehlenden, ruhigen Flachwasserbereiche bemerkbar. Die Artenzahlen pro Stelle sind leicht gestiegen. Das bedrohte Bachneunauge hat leicht zugenommen, der Bitterling kommt wegen dem Fehlen von Grossmuscheln nur bei Arch vor.

Klimaerwärmung könnte zu Verlust von Äsche und Forelle führen

Die an kühle Gewässer angepassten Fischarten Äsche und Bachforelle stehen stark unter Druck. Die besonders empfindliche Äsche könnte durch die Klimaerwärmung ganz Verschwinden.

1 Einleitung

Ausgangslage

Das 2002 begonnene Langzeitmonitoring wurde 2022 mit geringen Modifikationen wiederholt

In den Jahren 2001/2002 fanden die ersten koordinierten biologischen Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein statt. Basis für die damals festgelegten Untersuchungsinhalte war eine Literaturstudie, in der die bis dato vorliegenden Kenntnisse zur Biologie der Aare zusammengestellt wurden [ORTLEPP & GERSTER 1998]. Im Jahr 2022 fand das Monitoring mittlerweile zum dritten Mal als Zusammenarbeit der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn und Aargau statt [ORTLEPP & REY 2003; REY et al 1013]. Ausgehend von der Untersuchung des Makrozoobenthos (MZB) und der Kieselalgen kamen 2012 die Jungfischbesiedlung, 2022 der Schwerpunkt Libellen und ebenfalls 2022 die eDNA-Untersuchung auf Neozoa hinzu. 2012 wurden einmalig auch die Sonderaspekte Saisonalität und Restwasser untersucht. Das damalige Sonderprogramm Restwasser ging 2022 in eine dauerhafte erweiterte Untersuchung dieser Bereiche über. Das Probestellennetz blieb gegenüber den Voruntersuchungen bis auf die Erweiterung um zwei Stellen gleich. Im Zuge einer Vereinheitlichung der Vorgehensweise auch an anderen grossen Flüssen wie der Limmat und der Aare wurden die Probenstellenauswahl und die Untersuchungsmethodik leicht angepasst [DEVENTURA 2021, HYDRA 2017a]

Zielsetzung

Schwerpunkt war die Erhebung der in der Bodenzone lebenden Organismen

Die koordinierte Untersuchungskampagne 2022 sollte den biologischen Zustand der Aare erfassen. Schwerpunkt der Untersuchung war wie bereits 2012 die möglichst umfassende Dokumentation des benthischen Organismenbestands: Makrozoobenthos, Kieselalgen und Algenaufwuchs mit zusätzlichem Schwerpunkt Jungfische. Die seit 2002 weitestgehend gleichgebliebene Untersuchungsmethode sollte – zusätzlich zur Erfassung der unterschiedlichen Besiedlung im Längsverlauf und aufgrund unterschiedlicher Strukturen – darüberhinaus auch langfristige Änderungen offenlegen.

Untersuchungen

Die umfangreichen Erhebungen werden von einer Arbeitsgemeinschaft geleistet

Die unterschiedlichen biologischen Komponenten wurden dabei von mehreren Auftragnehmern bearbeitet. Aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit biologischen Untersuchungen von grossen Flüssen wurden folgende Firmen als Arbeitsgemeinschaft mit der Durchführung beauftragt:

- HYDRA AG, Kreuzlingen: Makrozobenthos, Jungfische, Libellen, Probenahme und zusammenfassende Berichterstattung eDNA und Tauchprobenahme Kieselalgen
- AquaPlus AG, Zug: Kieselalgen, Aufwuchs, Äusserer Aspekt
- SimplexDNA AG, Winterthur: Laboranalytik und Bericht eDNA

Hydra hat seit den 1990er Jahren spezifische tauchergestützte Untersuchungsmethoden an Rhein und Aare entwickelt und wurde seitdem durch Bund und Kantone für die biologische Untersuchung mehrerer grosser Flüsse der Schweiz herangezogen. Dadurch kann eine einheitliche Beurteilung dieser Gewässerkategorie erfolgen.

Die Firma AquaPlus bringt vor allem ihre Erfahrung als Spezialistin für die Bewertung der Wasserqualität mittels Kieselalgen und ihre Kenntnisse des Gewässereinzugsgebiets in die Arbeitsgemeinschaft ein.

SimplexDNA ist ein Spin-Off der ETH Zürich und führt seit 2021 Untersuchungen von eDNA unter anderem für die öffentliche Hand in der Schweiz durch.

Die Berichterstattung erfolgt in getrennten Fachberichten

Die Firmen Hydra, AquaPlus und SimplexDNA erstellen jeweils einen eigenständigen Fachbericht. Der Fachbericht der Hydra AG enthält die Teile Makrozoobenthos, Jungfische und Libellen, der Fachbericht der Firma AquaPlus die Teile des Äusseren Aspekts sowie des pflanzlichen Bewuchses inklusive der durch Kieselalgen indizierten Wasserqualität und derjenige der SimplexDNA der eDNA Analytik. Zusätzlich wird von Hydra ein zusammenfassender Kurzbericht erstellt.

2 Untersuchungen

2.1 Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter umfasst die Aare vom Seeausfluss des Bielersees bis zur Mündung in den Hochrhein. Sie durchfliesst dabei die Kantone Bern, Solothurn und Aargau. Aus Abbildung 2-1 ist die Lage der Untersuchungsstellen ersichtlich.

2.1.1 Flussmorphologie

Ökomorphologie vor allem durch Uferverbau, Wasserkraftnutzung und Laufverkürzung über weite Strecken «stark beeinträchtigt»

Wie die anderen grossen Flüsse der Nordschweiz wurde die Flussmorphologie der Aare stark durch den Menschen beeinflusst, wobei die am stärksten beeinträchtigenden Massnahmen innerhalb der letzten 100 Jahre umgesetzt wurden. Noch die historischen Karten aus dem 19. Jh. (Dufourkarte 1845–1865, Siegfriedkarte 1870–1926) zeigen umfangreiche Begleitauen der Aare und können als morphologische Referenz für einen zwar genutzten, aber ökologisch noch uneingeschränkt funktionsfähigen Flusslebensraum herangezogen werden. Das Hauptgerinne der Aare war vermutlich auch noch in der Lage, sich innerhalb des natürlichen Pendelbands zu verlagern. Dabei bildeten sich neue Seitengerinne und Altarme [Basler & Hoffmann 2011]. In ihrem heutigen Verlauf weist die untere Aare ausserhalb der Restwasserstrecken dagegen keine natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten Abschnitte mehr auf. Die Ufer sind überwiegend stark beeinträchtigt oder naturfremd, weil beidseitig – teilweise direkt bis ans Wasser – durch Landwirtschaft oder Siedlungsfläche in Anspruch genommen. Sie sind grösstenteils beidseitig durch Uferverbau und/oder nur wenig zurückversetzte Dämme gesichert. Diese Nutzungen lassen keine Flussdynamik mehr zu. Eine beschränkte Variabilität besteht noch bei den Kiesinseln und -bänken [Basler & Hoffmann 2011]. Insgesamt ist die Ökomorphologie vor allem in den oberen Teilen über weite Strecken «stark beeinträchtigt».

2.1.2 Längsverlauf

Die Wasserführung der Aare wird im obersten **Abschnitt A** (Abb. 2-2) stark vom Seeabfluss des Bielersees beeinflusst. Dies betrifft sowohl die Wasserführung als auch die Wassertemperatur. Die Fliessgeschwindigkeit ist insgesamt relativ gering durch das geringe Gefälle bis zum nächsten wesentlichen Zufluss, der Emme. Unterstützt wird dieser Effekt durch den Rückstau des KW Flumenthal, was insgesamt zu einer Sohle mit reichlich Feinsediment führt.

Durch das deutlich grössere Gefälle ab km 43 (**Abschnitt B**) würde sich der Fliesscharakter natürlicherweise stark ändern. Er wird heute aber überwiegend von einer Kette von Staustufen geprägt. Dazwischen liegen nur wenige freifliessende Abschnitte. Einige der Staustufen verfügen über lange Ausleitungsstrecken, die zunehmend naturnah ausgestaltet sind und wertvolle Lebensräume darstellen.

Der Unterlauf der Aare (**Abschnitt C**) wird vor allem durch die Zuflüsse Reuss und Limmat geprägt, die den Abfluss der Aare grob verdoppeln. Beide beeinflussen auch die Artenzusammenetzung des untersten Abschnitts. Freifliessende Strecken wechseln sich mit Staubereichen ab.

2.1.3 Wasserkraft

Wasserkraft beeinträchtigt seit 1880 zunehmend die Längsdurchgängigkeit und Abflussdynamik

Die frühere Längsdurchgängigkeit der unteren Aare ist mit heute zwölf Flusskraftwerken mit 13 grossen und weiteren kleinen Wehren völlig verloren gegangen. Bereits 1880 (Siegfriedkarte 1870) waren der Werkkanal des KW Aarau gebaut und bereits die ersten Durchgängigkeitsstörungen vorhanden. Die fast im gesamten Verlauf regulierte Aare ist in den Kraftwerkkanälen und den Stauräumen oberhalb der Wehre besonders eingeengt. Es fehlen Kies- und Flachufer und wertvolle Wasser-Land-Übergangszonen weitgehend. Hier benetzt jeweils die gesamte Gerinnebreite. Insbesondere die Kraftwerkkanäle weisen ein Trapezprofil auf. Dagegen ist das benetzte Gerinne innerhalb der Restwasserstrecken aufgrund der Ableitung des Abflusses zu den Kraftwerken stark verschmälert.

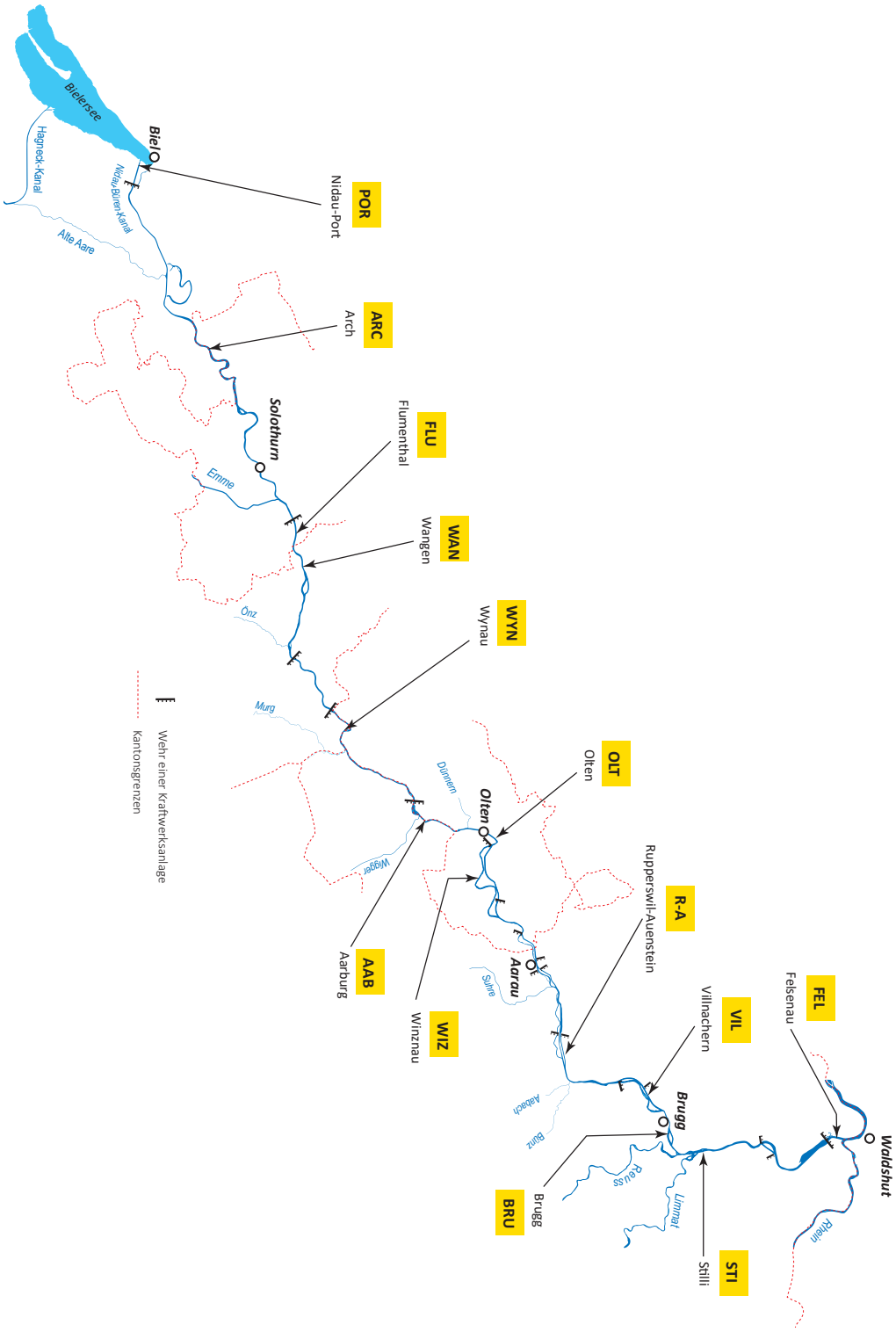


Abb. 2-1: Lage der Untersuchungstransekte in der Aare zwischen Bielersee und Rhein.

2.1.4 Weitere Einflussfaktoren

Hydrologie: Neben den Beeinträchtigungen durch die Wasserkraft wird die Hydrologie auch durch natürliche Ereignisse, vor allem Hochwasser, geprägt (Kapitel 2.3).

Neobiota: Neben den bereits in der Aare etablierten gebietsfremden Arten spielen auch weitere Neuankömmlinge eine grosse Rolle, allen voran die deutliche Zunahme des Grossen Höckerflohkrebses (*D. villosus*) und der die Ausbreitung der Quagga-Muschel (*D. rostriformis bugensis*) vom Bielersee aus (Kapitel 3.5).

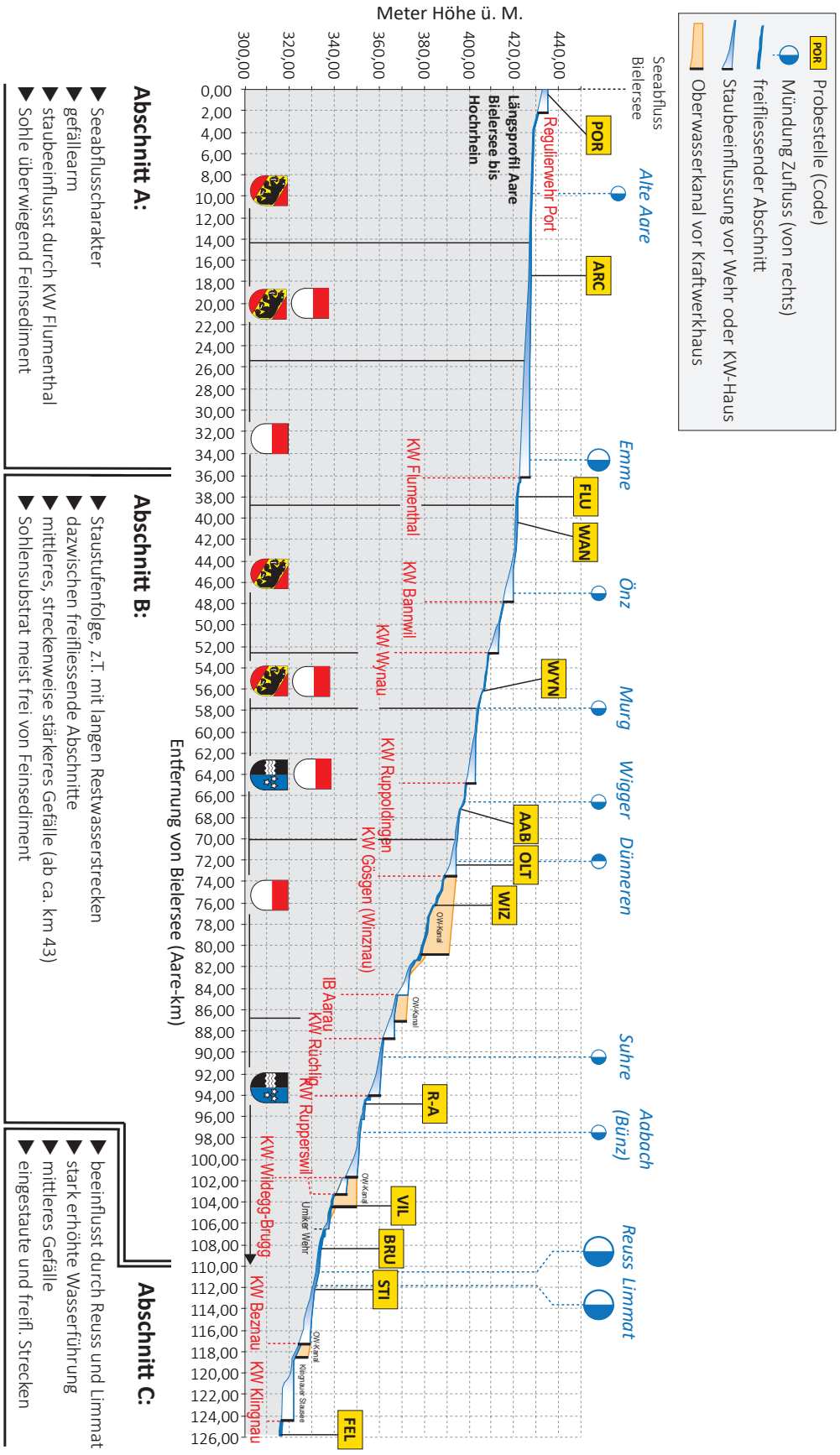


Abbildung 2-2:
Längsprofil der Aare zwischen Bielersee und Rhein mit Einfluss der Wasserkraft, Probestellen und Zuflüssen.

2.2 Untersuchungstransekte

Das Monitoring der Aare aus den Jahren 2002 und 2012 sollte mit seinen Untersuchungstransekten weitestgehend übernommen werden (Tab. 2-1). Diese wurden um die Transekte Flumenthal und Rupperswil-Auenstein erweitert. An allen Transekten wurde das Makrozoobenthos untersucht, Tauchproben des Phytobenthos zur weiteren Bearbeitung durch AquaPlus entnommen und die erweiterte Libellenerhebung mittels Exuvien Sammeln in

Juni und Juli durchgeführt. Die eDNA wurde durch Hydra an sechs Transekten entnommen und von SimplexDNA analysiert.

Tabelle 2-1:
Bezeichnung und Lage der Probenahmequerschnitte, Datum der Untersuchung und durchgeführte Erhebungen in der Aare 2022.
BE: Bern
SO: Solothurn
AG: Aargau

Stellencode	Transekt	eDNA	Datum MZB/ eDNA	Datum Libellen	Charakter	Kanton
POR	Nidau-Port	X	08.03.2022	03.06./16.07.2022	Seeabfluss	BE
ARC	Arch	X	08.03.2022	03.06./19.07.2022	staubeeinflusst	BE/SO
FLU	Flumenthal	X	07.03.2022	03.06./19.07.2022		SO
WAN	Wangen	X	09.03.2022	03.06./16.07.2022	staubeeinflusst	BE
WYN	Wynau		09.03.2022	03.06./19.07.2022	freifliessend	BE/SO
AAB	Aarburg		10.03.2022	27.05./18.07.2022		SO/AG
OLT	Olten	X	11.03.2022	27.05./17.07.2022	staubeeinflusst	SO/AG
WIZ	Winznau		14.03.2022	27.05./17.07.2022	Restwasser	SO
R-A	Rupperswil-Auenstein		15.03.2022	27.05./17.07.2022	Restwasser	AG
VIL	Vilnacher Schachen		16.03.2022	27.05./18.07.2022	Restwasser	AG
BRU	Brugg	X	17.03.2022	26.05./18.07.2022	freifliessend	AG
STI	Stilli		17.03.2022	26.05./18.07.2022	freifliessend	AG
FEL	Felsenau	X	18.03.2022	26.05./18.07.2022	freifliessend	AG

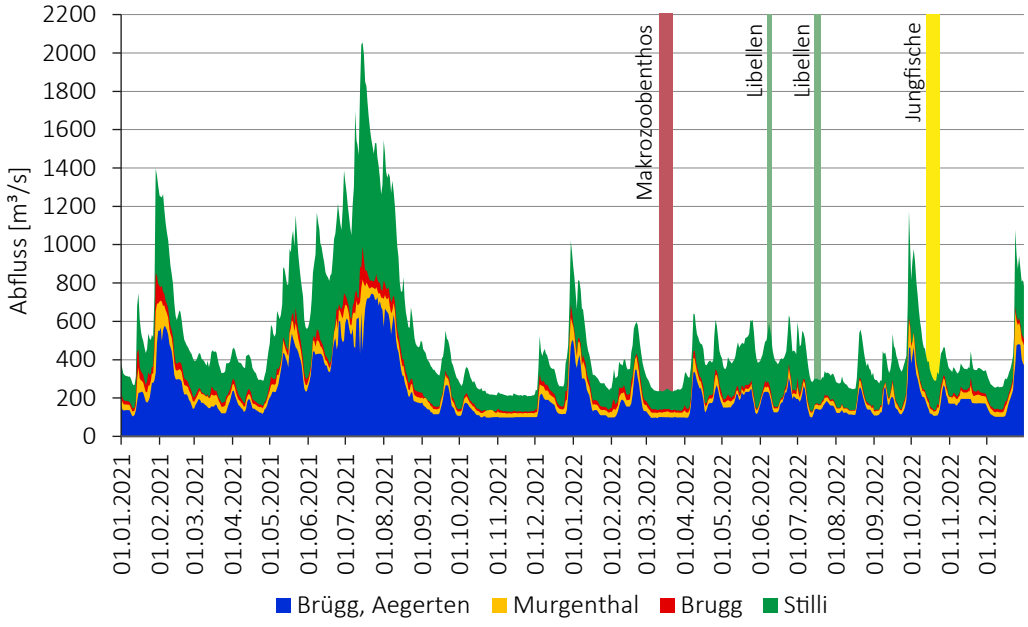
2.3 Abfluss- und Temperaturverlauf

In der Aare zwischen Bielersee und Rhein gibt es fünf Messstationen, wovon jeweils vier Abfluss und/oder die Wassertemperatur messen (Abb. 2-3 & 2-4). Die Messstelle «Brügg-Aegerten» liegt knapp unterhalb des Bielersees, «Murgenthal» ein Stück unterhalb dem Zufluss der Emme, «Brugg» noch knapp und «Stilli» knapp unterhalb der Zuflüsse von Reuss und Limmat. «Felsenau» liegt am weitesten Flussabwärts und erfasst die Wassertemperatur im Unterwasser des Stau Klingnau.

Abfluss Bielersee Hauptanteil der Wasserführung bis Zufluss Reuss und Limmat

Der **Abfluss** der Aare wird stark durch den Seeabfluss des Bielersees geprägt, dieser sorgt für eine gewisse Dämpfung der Abflussdynamik. Durch die bei Regenereignissen teilweise sehr schnell ansteigenden Pegel der Seezuflüsse kommt es aber dennoch regelmässig zu kurzfristigen Hochwassern bereits in «Brügg-Aegerten» (Abb. 2-3). Der Seeabfluss macht

Abbildung 2-3:
Abflüsse der unteren Aare an den Pegeln Brügg-Aegerten, Murgenthal, Brugg und Still 2021 und 2022 [Quelle: BAFU].



Ungewöhnliche Winterhochwasser jeweils Januar 2021 und 2022

bis zum Zufluss von Reuss und Limmat zwischen «Brugg» und «Stilli» den grössten Teil der Wasserführung aus. Der Abflussverlauf der Aare war in den Jahren 2021 und 2022 ungewöhnlich. Jeweils im Januar kam es zu für den Winter ungewöhnlich hohen Hochwassern. Bei den Sommerabflüssen unterschieden sich die Jahre sehr. Das Sommerhochwasser 2021 entsprach einem 10-jährigen Hochwasser (Messstation Stilli), wogegen die Wasserführung im Sommer 2022 extrem gering war. Sie war sogar durchgehend geringer als während des Winterhochwassers im Januar 2022. In den Restwasserstrecken führte dies teilweise sogar zum Austrocknen von Seitenarmen.

Sommer 2021 10-jähriges Hochwasser; 2022 extremes Niedrigwasser

Seeabfluss führt zu verzögerter Erwärmung in Spätwinter/Frühjahr im Oberlauf

Die **Wassertemperaturen** bei «Brügg-Aegerten» werden im Spätwinter/Frühjahr vom Seeabfluss geprägt (Abb. 2-4). Die jährlichen Minimaltemperaturen der Aare unterscheiden sich im Gesamtverlauf kaum, sie steigen in der restlichen Aare allerdings schneller an als direkt unterhalb des Bielersees. Die fast ganzjährig gegenüber der restlichen Aare erhöhten Wassertemperaturen bei Felsenau werden teilweise durch den Wärmeeintrag des Kernkraftwerks Beznau verursacht, können aber auch stark durch die grossen Zuflüsse Reuss und Limmat beeinflusst werden. Die Sommertemperaturen unterschieden sich zwischen 2021 und 2022 stark, der Sommer 2022 war mit einer maximalen Tagesmitteltemperatur von 25,9°C bei Felsenau einige Grad höher als 2021 (21,4°C am Seeabfluss), wobei beide Jahre einen ungewöhnlichen Temperaturverlauf aufwiesen: Der Sommer 2021 war aussergewöhnlich verregnet und kühl (siehe auch Abflüsse), 2022 dagegen sehr heiss und trocken. Die maximale stündliche Wassertemperatur lag in Felsenau mit 26,6°C nochmals höher und erreichte damit für Salmoniden kritische Werte (Abb. 2-5). Auch für die weniger durchflossenen und meist gut besonnten Restwasserstrecken werden teilweise ähnlich hohe Werte vermutet.

Ungewöhnlich kühler Sommer 2021, heisser Hitzesommer 2022

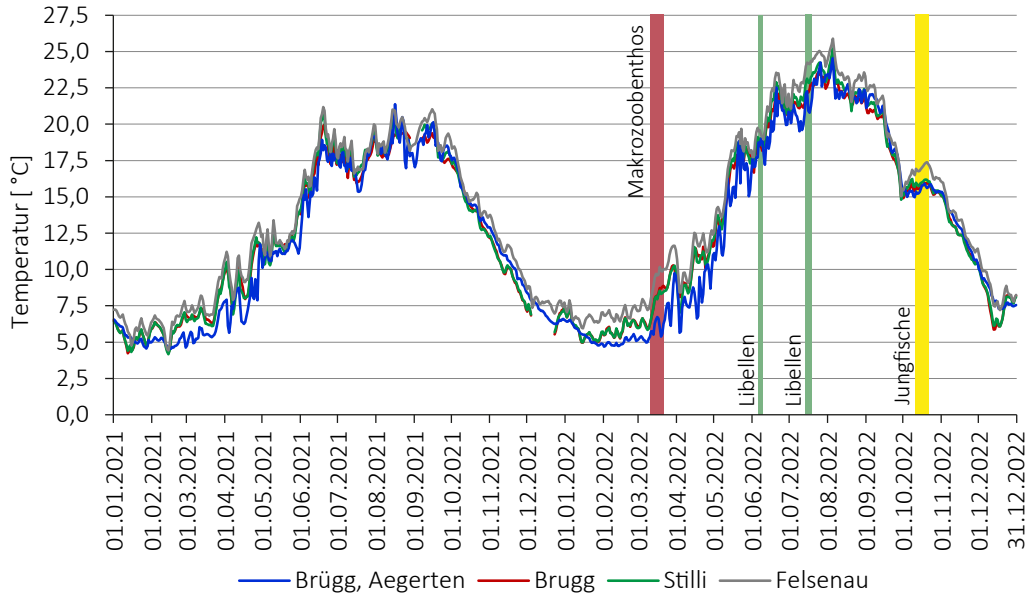


Abbildung 2-4: Wassertemperaturen der unteren Aare an den Messstellen Brügg-Aegerten, Murgenthal Still und Felsenau 2021 und 2022 [Quelle: BAFU].

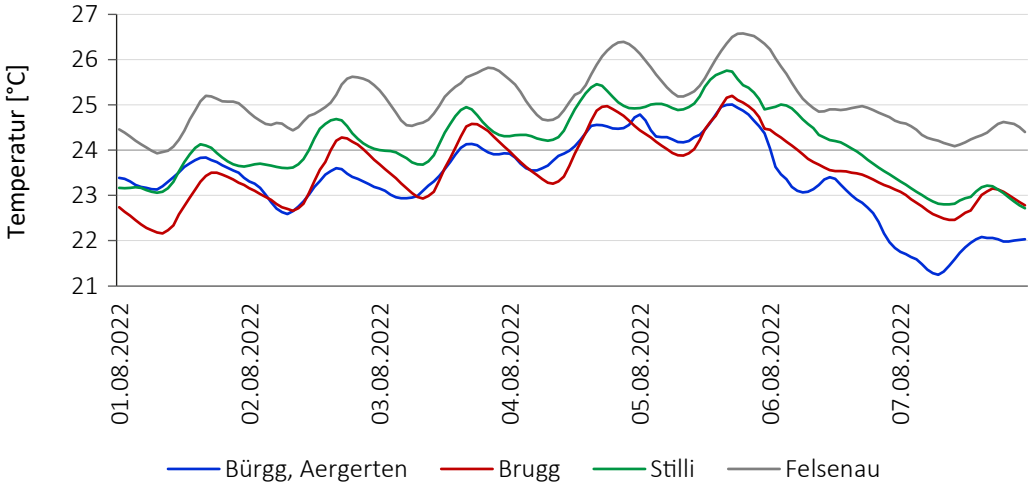


Abbildung 2-5: Wassertemperaturen der unteren Aare an den Messstellen Brügg-Aegerten, Brugg, Still und Felsenau während der heissesten Woche im Sommer 2022 [Quelle: BAFU].

2.4 Methode Makrozoobenthos

Probenahme und Dokumentation

Die einzelnen beprobten Flusstransekte der Aare wurden in den meisten Fällen in jeweils fünf Kompartimente aufgeteilt, die getrennt voneinander beprobt wurden: Ufer links, drei Taucherproben (links, Mitte, rechts) und Ufer rechts. In den Restwassertransekten wurden sechs Teilproben untersucht, die meisten davon konnten watend beprobt werden.

Methode zwischen Flussmonitorings der Deutschschweiz im Detail weiter vereinheitlicht

Methode im Rahmen anderer Flussmonitorings erprobt und bewährt

Um das Monitoring der grossen Flüsse der Schweiz zu vereinheitlichen, wurden in der Aare im Jahr 2022 sowohl Teilprobenzahlen als auch Keschergrössen gegenüber der Untersuchungskampagne von 2012 leicht verändert [HYDRA 2017a & 2017b]. Für watend entnommene Proben (vor allem Uferproben) wurden je vier, für tauchend genommene Proben je drei Teilflächenproben entnommen und später als Mischprobe weiterverarbeitet. Dies resultierte in fünf oder sechs Proben pro Transekt, was dem aktuellen Vorgehen bei anderen Monitoringprogrammen grosser Flüsse in der Deutschschweiz entspricht. Diese Methode wurde zum möglichst effektiven Monitoring ganzer Flussabschnitte entwickelt und ist hierzu gut geeignet. Auch Aussagen einzelner Transekte sind eingeschränkt möglich. Zur sicheren Erfassung möglichst kompletter Artenlisten oder der Entwicklung einzelner Teilstandorte müssten zusätzliche Proben im Jahresverlauf und eine höhere Anzahl Replikate untersucht werden.

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

Für die Uferkompartimente wurden auf beiden Flussseiten ständig wasserbenetzte, ufernahe Bereiche mittels flächenbezogenem Kicksampling mit einem langstieligen Netzkescher (Fläche: 0,0625 m^2) beprobt (Abb. 2-5). Die Probenahmen am Gewässergrund fanden mittels eines per Seil gesicherten Tauchers statt. Der verwendete Unterwasser-Surber-Sampler (Fläche: 0,07 m^2) wird vom Taucher in das Bachbett eingebracht und steht aufgrund seines Gewichts von 25 kg stabil im Substrat. Von oben in den Sampler greifend wühlt der Taucher das Substrat auf und befördert Organismen und Deckschichtmaterial in ein abnehmbares Netz. An allen Probestellen wurden Substrat- und Strömungsverhältnisse charakterisiert und die Ausprägung von Flussbett und Ufer dokumentiert. Da die Proben und Teilflächenproben die typischen Lebensräume eines Flussabschnitts repräsentieren sollten, wurden die Teilflächen nicht streng auf einem engen Transekt gewählt, sondern lagen in einem Bereich bis maximal hundert Meter flussauf- bzw. flussabwärts.

Zusätzlich zu den hier behandelten Inhalten wurden noch Taucherproben für die Kieselalgenanalytik entnommen, die von AquaPlus vor Ort weiterverarbeitet wurden. Der Methodenbeschrieb hierzu ist im zugehörigen Bericht dargestellt.

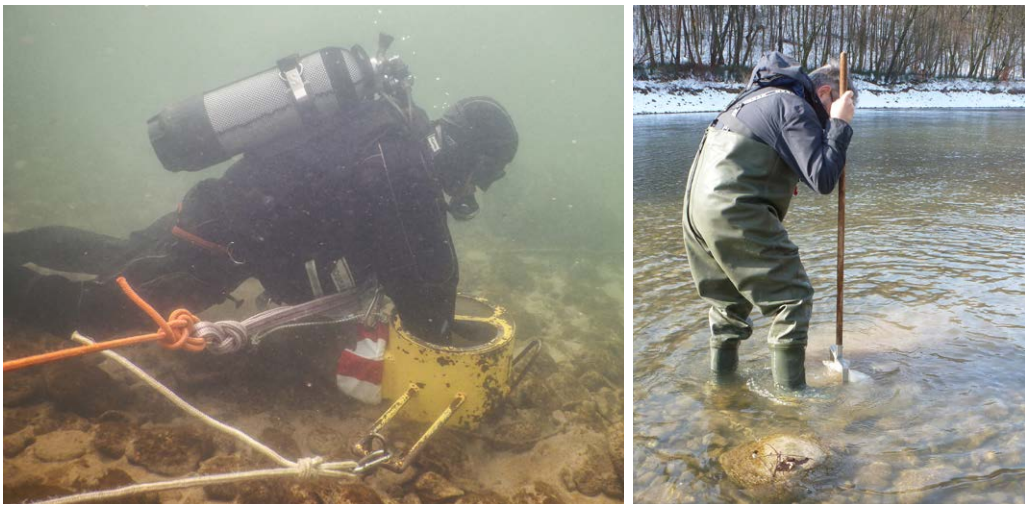


Abbildung 2-5:
Links: Probenahme mit Unterwassersampler am Gewässergrund; rechts: Kicksampling in Ufernähe

Auswertung der Proben

Das Probenmaterial wurde vor Ort so weit wie möglich von Steinen, Holz, Algen etc. befreit und mit 96-prozentigem Alkohol fixiert. Organismen, die später im fixierten Material nur schwer bestimmbar wären, wurden separat erfasst. Im Labor wurden die Organismen,

MZB-Bestimmung möglichst bis auf die Art

soweit möglich, bis auf die Art bestimmt und gezählt. Das taxonomische Niveau der Bestimmung orientierte sich an der im Rahmen der Expertengruppe «Makroinvertebraten» der IKSR vereinbarten Taxa-Liste. Die Individuenzahlen wurden jeweils auf Besiedlungsdichten pro 1 m^2 Untersuchungsfläche umgerechnet.

Berechnung biologischer Indices anhand aktueller Zuordnungen auch für 2002 und 2012 neu berechnet

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 berechnet. Diese Zuordnungen sind im Lauf der Zeit für immer mehr Arten verfügbar, was vor allem Neozoen betrifft. Die hier dargestellten Indexwerte wurden mit der neusten Version von PERLODES (App Version: 5.0.9; TaxaDB 3.10.0) berechnet. Um eventuellen, mittlerweile geänderten Zuordnungen Rechnung zu tragen, wurden auch die Ergebnisse von 2002 und 2012 neu berechnet. Für die seit 2019 vom Bielersee in die Aare eingetragene Quagga-Muschel (*Dreissena polymorpha*) 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.

Keine Bewertungsmethode MZB in grossen Flüssen vorhanden

Für das Makrozoobenthos in grossen Flüssen existiert bisher kein Bewertungsmodul nach dem Gewässerschutzgesetz. Die bestehende Bewertungsmethode «Stufe F, Makrozoobenthos» ist nur in bewatbaren Gewässern anwendbar [Stucki 2010]. Aus diesem Grund kann lediglich eine gutachterliche Einschätzung abgegeben werden.

Entnahme von eDNA Proben und Abgleich mit MZB-Ergebnissen

Parallel zur MZB-Probenahme wurden an sechs Transekten e-DNA Proben entnommen die von SimplexDNA analysiert wurde. Auf Arten die nur mittels eDNA gefunden wurden wird in den Ergebnissen hingewiesen. Die detaillierten eDNA-Ergebnisse sind im entsprechenden Fachbericht aufgeführt [SimplexDNA 2023].

2.5 Methode Libellen

Libellenlarven wurden im Rahmen der MZB-Untersuchungen mit den zugehörigen Probenahmen erfasst. Sie sind relativ grosse Jäger und kommen im Verhältnis zu kleineren Arten in geringerer Dichte vor. Auch bei einer guten Besiedlung werden Libellenlarven mit herkömmlichen MZB-Proben daher – wenn überhaupt – nur in sehr geringen Anzahlen erfasst werden.

Sammeln von Libellen-Exuvien als Ergänzung zur MZB-Probenahme

Die zuverlässigste Methode zur Erfassung von lokalen Libellenvorkommen ist das Sammeln und Bestimmen von Exuvien (abgestreifte Larvalhäute) innerhalb der Schlupfperiode. Für Flusstypen wie der Aare erstreckt sich die Schlupfperiode von Mai bis August. Der Schwerpunkt liegt dabei in Juni/Juli. An allen Transekten wurde in diesen beiden Monaten insgesamt zwei Mal nach Libellen-Exuvien gesucht (Tab. 2-1).

Die Exuvien wurden jeweils vom Wasser aus entlang des Ufers mittels Zeitsammelmethode (20 min pro Ufer) gesammelt und nachfolgend im Labor auf die Art bestimmt (Abb. 2-6). Die dabei untersuchte Strecke war jeweils zwischen 100 und 200 m lang. Parallel wurde auf fliegende Libellen geachtet und diese protokolliert. Das Vorhandensein von adulten Libellen ist allerdings kein Nachweis einer erfolgreichen Reproduktion, da sie auch von einem anderen Ort eingeflogen sein können.

Abbildung 2-6:
Probenahme Libellen mit Tauchanzug vom Wasser aus.

2.6 Methode Jungfische

Jungfische als Indikator für Artenspektrum und erfolgreicher Reproduktion

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 der Aare wäre eine quantitative Befischung nicht möglich.

Erfassung mittels Elektrobefischung des Uferstreifens

Die Jungfische wurden mittels elektrischer Befischung des Uferstreifens mit einer Anode erfasst. Befischt wurden Strecken zwischen 113 und 305 m Länge(Tab. 2-2). Die Streifenbreite ergab sich meist aus der Steilheit des Ufers (2–4 m Breite). In den flachen Bereichen der Restwasserstrecken wurden maximal 6 m Breite befischt.

Alle gefangenen Fische wurden auf Artniveau bestimmt und jeweils ein Aliquot vermessen. Die restlichen Fische wurden in Grössenklassen erfasst. Um die Befischungsstrecken untereinander vergleichen zu können, wurden sämtliche Fangzahlen in Einheitsfänge (CPUE) pro 100 m befischte Strecke umgerechnet.

Beschränkung auf Jungfische durch Grösse der Aare bedingt

Aufgrund der Untersuchung der Uferstreifen, konnten nur Jungfische erfasst werden. Die meisten ausgewachsenen, schwimmstarken Fische wurden so nicht gefangen. Aufgrund dieser grössenselektiven Methode wurde auf eine Auswertung der Grössenklassen verzichtet.

Keine Bewertungsmethode für Fische in grossen Flüssen vorhanden

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.

Zusätzliche mittels eDNA nachgewiesene Arten berücksichtigt

Im Rahmen der Analyse der parallel zum Makrozoobenthos entnommenen eDNA Proben wurden einzelne weitere, sehr selten in der Aare vorkommende Fischarten festgestellt. Da entsprechend seltene Arten aufgrund der Gewässergrösse der Aare nicht sicher mittels Elektrobefischung erfasst werden können, wurden diese Ergebnisse mitberücksichtigt.

Tabelle 2-2:
Kenndaten der elektrischen Uferbefischungen in der Aare im Oktober 2022.

Stellencode	Transekt	Datum Fische	Streckenlänge
POR	Nidau-Port	04.10.2022	153 m (rechts)
ARC	Arch	04.10.2022	118 m & 128 m (rechts)
FLU	Flumenthal	05.10.2022	87 m (links), 93 m (rechts)
WAN	Wangen	05.10.2022	22 m (links), 107 m (rechts)
WYN	Wynau	11.10.2022	99 m, 116 m,& 100 m (rechts)
AAB	Aarburg	06.10.2022/22.10.2022	117 m (links), 253 m (rechts)
OLT	Olten	07.10.2022	240 m (links)
WIZ	Winznau	06.10.2022	102 m & 23 m (links), 139 m & 15 m (rechts)
R-A	Rupperswil-Auenstein	10.10.2022	139 m & 49 m (links)
VIL	Villnacher Schachen	07.10.2022	64 m, 61 m, 71 m, 28 m, 44 m
BRU	Brugg	10.10.2022	208 m (liks), 50 m (rechts)
STI	Stilli	11.10.2022	126 m (rechts)
FEL	Felsenau	12.10.2022	113 m (links)

3 Ergebnisse und Beurteilung Makrozoobenthos

3.1 Makrozoobenthos Vorkommen und Artenzusammensetzung

Starker Rückgang der Dichten an den meisten Transekten seit 2002

Vor allem Insekten sind vom Rückgang betroffen (Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Käfer)

Besiedlungsdichten und Zusammensetzung Grossgruppen

Die Besiedlungsdichten der Aare unterhalb des Bielersees des MZB sind seit Beginn des Monitorings 2002 rückläufig. Der stärkste Rückgang fand von 2002 nach 2012 statt, setzte sich aber bis 2022 weiter fort (Abb. 3-1). Nur in Nidau wurde 2022 wieder eine ähnliche Dichte wie noch 2002 erreicht - vor allem aufgrund von Massenvorkommen der gebietsfremden Quagga-Muschel *(Dreissena rostriformis bugensis)*. Sehr auffällig sind die sehr hohen Dichten an Oligochaeten an der 2022 neu hinzugekommenen Stelle Rupperswil-Auenstein. An den meisten Stellen betragen die Gesamtdichten dagegen lediglich einen Bruchteil der Werte, die bei den Voruntersuchungen gefunden wurden.

Bei Betrachtung der Zusammensetzung nach Grossgruppen fällt auf, dass vor allem Insektenlarven von 2012 nach 2022 überproportional abgenommen haben, vor allem Trichoptera, Ephemeroptera und Coleoptera. Die möglichen Ursachen sind vielfältig, die genauen Anteile der einzelnen Faktoren lassen sich nicht sicher bestimmen. Insekten stehen weltweit unter Druck und ihre Dichten gehen zurück. Bisher war dies in Fliessgewässern noch wenig festzustellen, dürfte aber zunehmend an Bedeutung gewinnen. In der Aare kommen zunehmend viele invasive Neozoen vor, die bereits in anderen Flüssen einen negativen Einfluss auf das MZB hatten [z.B. HESSELSCHWERDT & REY 2021; HESSELSCHWERDT 2022]. Weitere Faktoren liegen in der Hydrologie begründet. Sowohl das fast den ganzen Sommer 2021 dauernde Hochwasser, als auch die für die Winter ungewöhnlichen Hochwasser in den Wintern 2021 und 2022 dürften insgesamt zu einer Reduktion an Organismen geführt haben. Zu guter Letzt wurden im Frühjahr Sandablagerungen an den meisten Stellen ab Flumenthal festgestellt, die noch grösser als jene im Jahr 2012 waren. Besonders

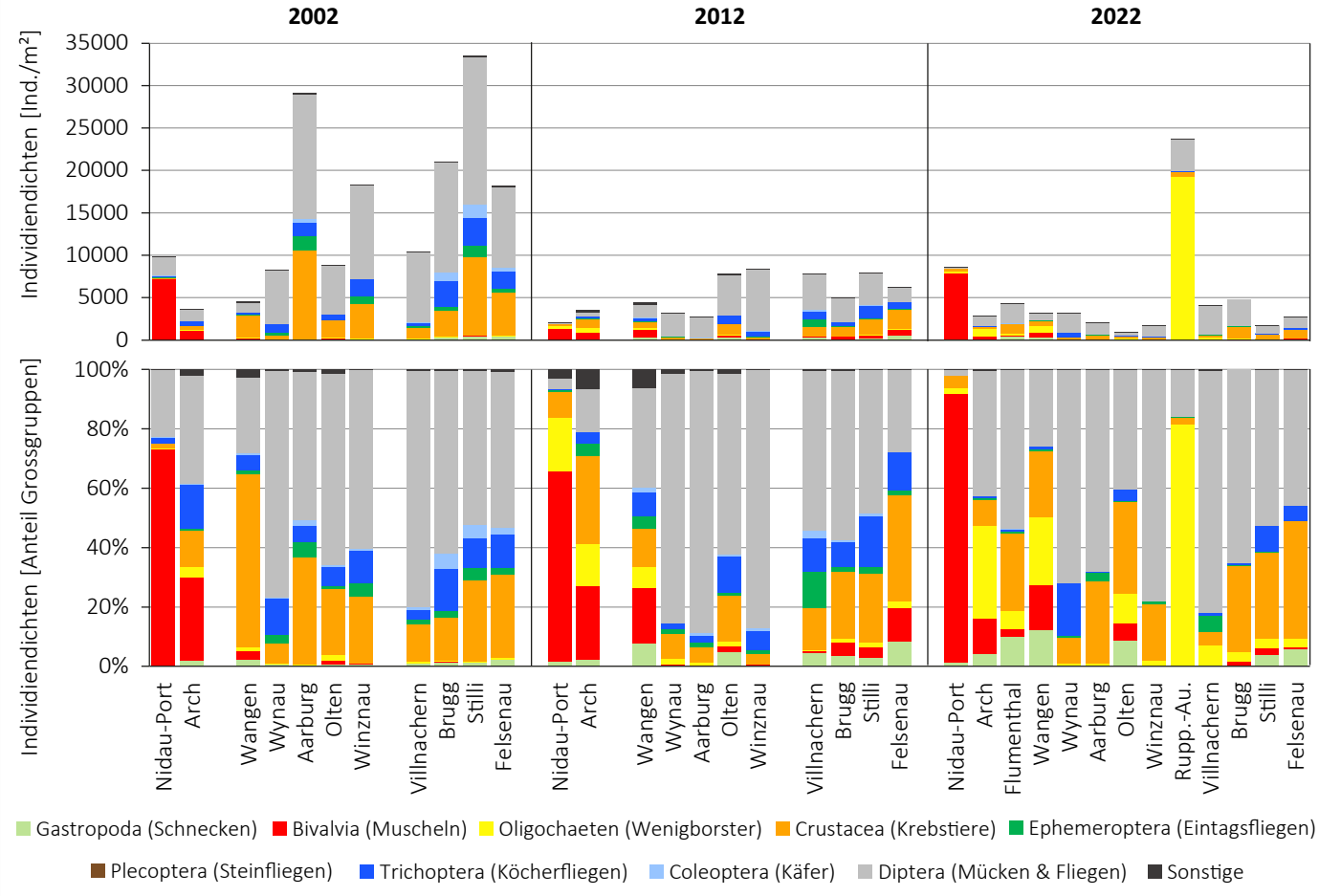


Abbildung 3-1: Individuendichten (pro m^2) des MZB an den einzelnen Untersuchungstransekten und Anteile der gefundenen Grossgruppen in der Aare 2002, 2012 und 2022.

Zahlreiche Ursachen:

Allgemeiner Rückgang Insekten; Zunahme an Neozoen; Hochwasser Sommer 2021, Winter 2021 und Winter 2022, Sandablagerungen infolge der Hochwasser

umfangreich waren diese unterhalb des Zuflusses der Reuss, für die bereits im Sommer 2021 entsprechende Ablagerungen beobachtet wurden. Vermutlich wurde durch das Sommerhochwasser 2021 Feinmaterial über die Hauptzuflüsse Emme, Reuss und Limmat in die Aare eingetragen und auf der Sohle bis 2022 bereits wieder abtransportiert.

Anzahl unterscheidbarer Taxa

Deutlich reduzierte Taxazahlen gegenüber 2012 und weitestgehend auch 2002

Allgemein sind Taxazahlen über die Zeit meist deutlich stabiler als die beobachteten Dichten. So führen z.B. Hochwasser meist zu einer Reduktion aller Tiere, seltene Arten kommen aber weiterhin vor. Aus diesen können sich die Bestände in der Folge meist schnell wieder erholen. Dieser Effekt lässt sich 2012 beobachten. Von 2002 zu 2012 gab es zwar einen deutlichen Rückgang der Dichten (Abb. 3-1), die Taxazahlen hatten aber sogar leicht zugenommen (Abb. 3-2). Daher ist die deutliche Abnahme der Taxazahlen bis 2022 besonders eindrücklich. Nur in Nidau-Port und Villnachern werden die Zahlen von 2002 erreicht, gegenüber 2012 lagen sie an allen Stellen deutlich niedriger.

Insgesamt haben die Artenzahlen der meisten Grossgruppen abgenommen, überproportional stark bei Coleoptera, Trichoptera und «Sonstigen», wobei unter «Sonstigen» zahlreiche Gruppen mit einzeln wenigen Arten zusammengefasst sind, die allesamt zurückgegangen sind. Relativ stabil waren die Artenzahlen bei Crustaceen - vor allem durch den Zugang neuer gebietsfremder Arten, bei Oligochaeten gab es langfristig sogar eine leichte Zunahme.

3.2 Verbreitung wichtiger und typischer Taxa

Im Folgenden werden die wichtigsten in der Aare im Jahr 2022 nachgewiesenen Taxa besprochen (Sortierung Stamm/Klasse/Ordnung nach Komplexität der Baupläne). Dabei wird ihre Verbreitung und Häufigkeit mit denen der Untersuchungen von 2012 und 2002 verglichen. Die Dichten der jeweils besprochenen Taxa werden in Häufigkeitsklassen dargestellt.

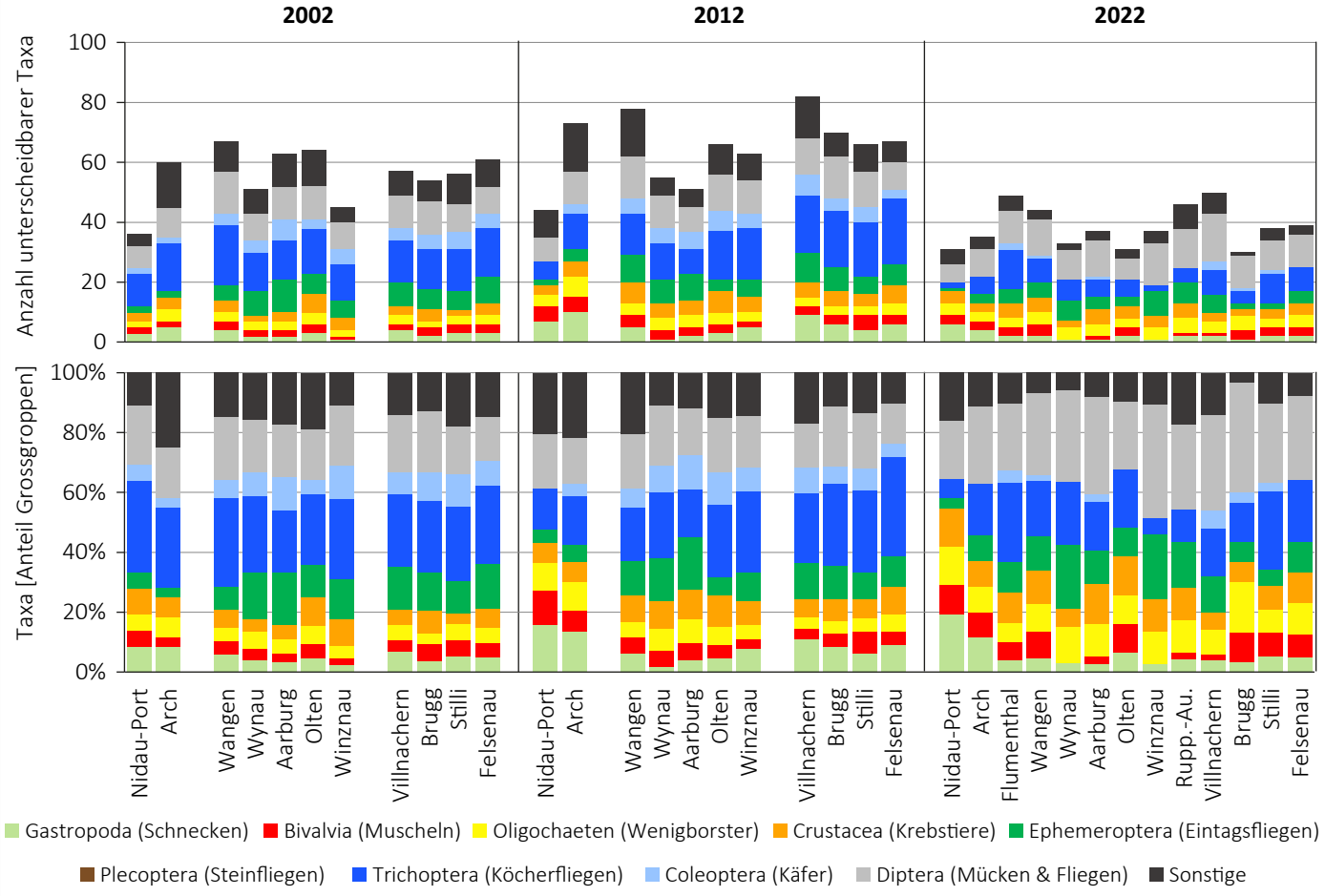


Abbildung 3-2:
Anzahl unterscheidbarer Taxa des MZB an den einzelnen Untersuchungstransekten und Anteile der gefundenen Grossgruppen in der Aare 2002, 2012 und 2022.

Porifera (Schwämme)

Schwämme konnten sowohl 2002 als auch 2022 an mehreren Stellen nachgewiesen werden. 2012 fehlten die Nachweise hingegen komplett. Sie kommen in ständig wasserbenetzten Bereichen mit umlagerungsstabilem Substrat vor, wachsen jedoch erst im Laufe des Jahres heran. Daher können sie manchmal, je nach klimatischen Begebenheiten und Beprobungszeitraum, auch erst zu einem späteren Zeitpunkt im Frühjahr nachgewiesen werden.

Hydrozoa

Hydrozoa sind in Fliessgewässern herkömmlich so gut wie nie nachzuweisen, da die Polypen-Generation hierfür meist zu klein und fragil sind. Im Rahmen der eDNA-Untersuchung konnten dagegen zahlreiche Arten nachgewiesen werden [SIMPLEXDNA 2023]

Turbellaria (Strudelwürmer)

Bei den Strudelwürmern ist in den letzten 20 Jahren insgesamt ein Rückgang der Individuendichten und auch das Verschwinden einiger Arten zu beobachten. Entsprechende Beobachtungen wurden auch an anderen Gewässern wie im Hochrhein oder dem Bodensee gemacht. Der 2002 noch in der Aare weit verbreitete *Dendrocoelum lacteum* war 2022 beispielsweise nur noch in Nidau zu finden (Abb. 3-3). *Dugesia gonocephala* hingegen hält sich trotz einiger Schwankungen und eher geringeren Individuendichten auch über die Jahre hinweg an mehreren Standorten.

Bivalvia (Muscheln)

Die Muscheldichte ist stark geprägt durch die eingewanderten Arten *Dreissena polymorpha*, *Dreissena rostriformis bugensis* und *Corbicula fluminea* (siehe auch Abb. 3-18 in Kapitel «3.5 Neozoen»). Bei der heimischen Erbsenmuschel *Pisidium spp.* wurde nach einem Anstieg der Individuendichte an nahezu allen Standorten in der Aare bis 2012, bis 2022 ein deutlicher Rückgang beobachtet. Die Muschel trat nur noch in sehr geringen Dichten in Arch und Wangen auf. Dass die eingewanderten Muscheln für den Rückgang der heimischen Arten verantwortlich sind, ist unwahrscheinlich, da mit Ausnahme von *Dreissena rostriformis bugensis* auch deren Dichten an vielen Standorten im Jahr 2022 wieder zurückgegangen sind.

Gastropoda (Schnecken)

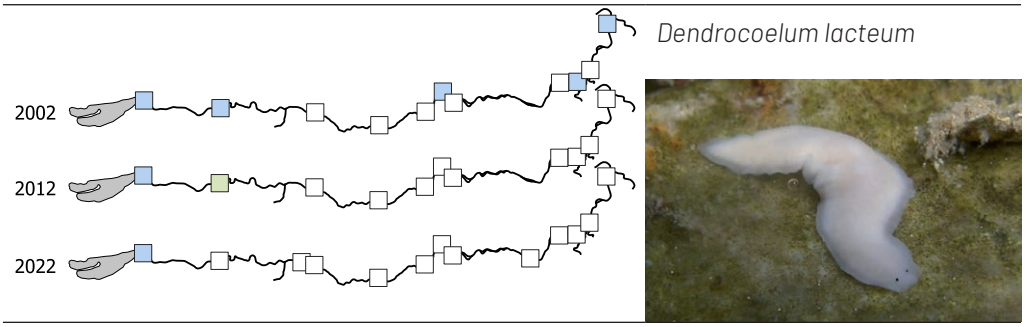
Die Schnecken hatten ihren Höhepunkt der Individuendichten und auch der Artenvielfalt in der Untersuchungskampagne von 2012. Zu diesem Zeitpunkt konnten 13 verschiedene Arten nachgewiesen werden. Den Grossteil der Individuendichte machte dabei die strömungsliebende Flussmützenschnecke *Ancylus fluviatilis* aus (Abb. 3-4). Diese hält sich von 2002–2022 stabil im gesamten Verlauf der Aare. Eine weitere typische Art ist die Gemeine Schnauzenschnecke *Bithynia tentaculata*. Deren Dichte hat allerdings über den Untersuchungszeitraum hinweg abgenommen und konnte 2022 lediglich im Seeabfluss bei Nidau nachgewiesen werden. Andere Arten wie *Lymnaea stagnalis* und *Radix balthica* sind 2022 aus der gesamten Aare verschwunden. Mittels eDNA wurden *Ferrissia californica* und *Gyraulus parvus* festgestellt [SimplexDNA 2023]

Oligochaeta (Wenigborster, «Würmer»)

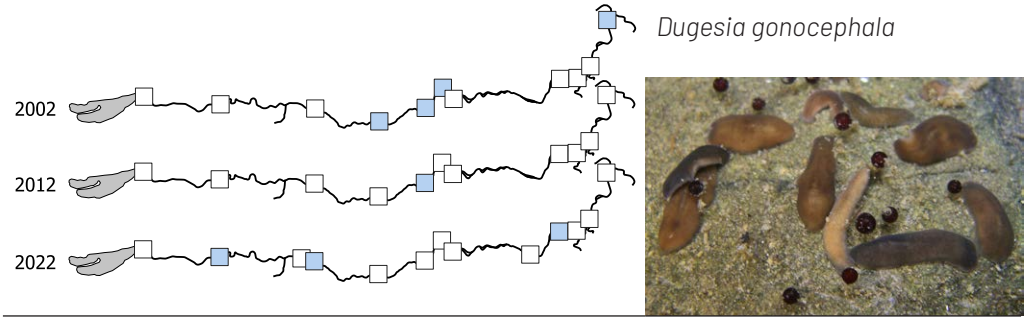
Die Gesamtindividuendichte der oft nicht zur Art bestimmbaren «Würmer» hat sich seit Beginn der Untersuchungen deutlich erhöht. Dies liegt vor allem an den Tubificidae und Naididae, welche zu Beginn kaum vorhanden waren und seit 2012 den Grossteil der Dichte ausmachen. Andere Arten wie beispielsweise *Stylodrilus heringianus*, welcher bevorzugt Kies-Substrate bewohnt, sind zwar in ihrer Dichte zurückgegangen, allerdings noch immer über die ganze Aare verbreitet (Abb. 3-5). Einige Arten konnten 2022 nicht mehr nachgewiesen werden. Dazu zählen unter anderem auch die Neozoen *Spirosperma ferox* und *Quistadrilus multisetosus*. Rahmen der eDNA-Untersuchungen wurden einzelne weitere Arten erfasst [SIMPLEXDNA 2023].

Abbildung 3-3: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Turbellaria (Strudelwürmern)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-5.



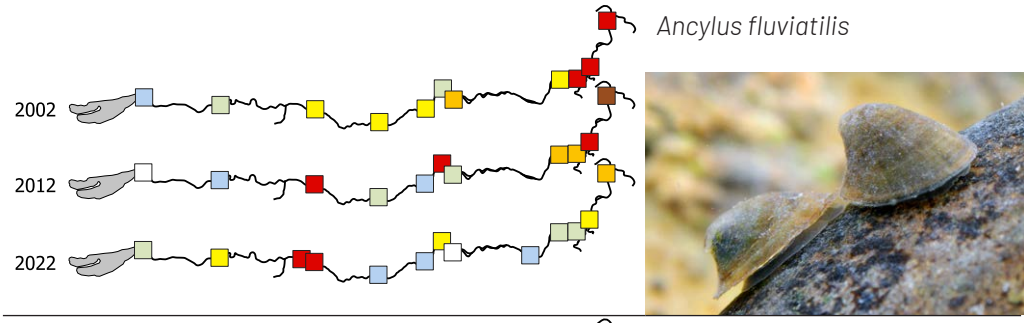
Dendrocoelum lacteum



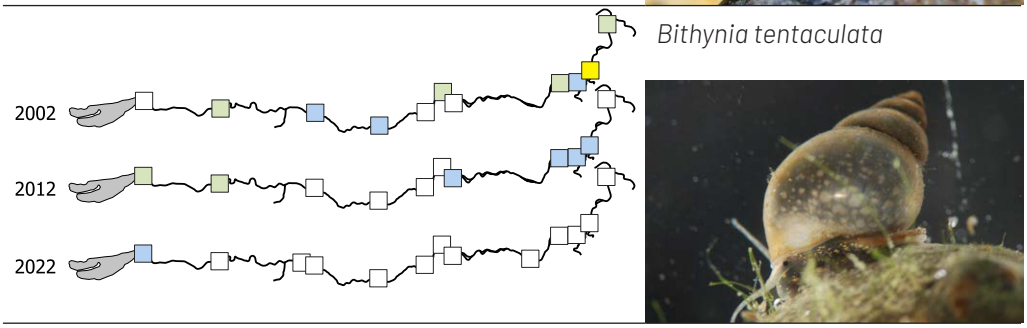
Dugesia gonocephala

Abbildung 3-4: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Gastropoda (Schnecken)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-5.



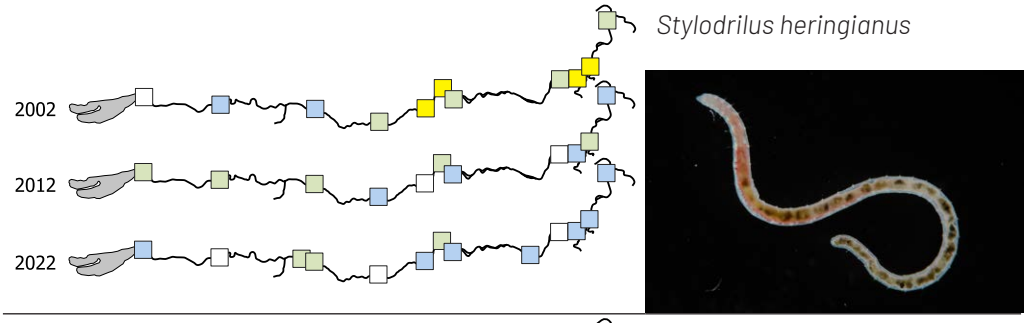
Ancylus fluviatilis



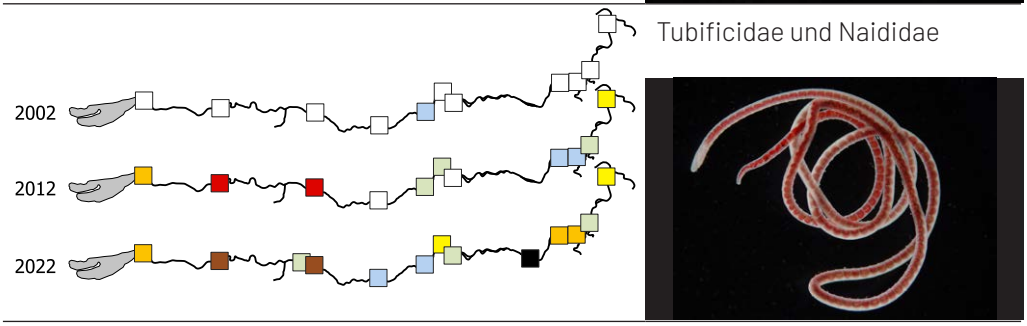
Bithynia tentaculata

Abbildung 3-5: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Oligochaeten** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Individuen/m²	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+



Stylodrilus heringianus



Tubificidae und Naididae

Hirudinea (Egel)

Bei den Egeln hat die Anzahl gefundener Arten von 2012 zu 2022 deutlich abgenommen (2012: 11, 2022: 3). Die einzige Art, die sich grossflächig in der Aare halten konnte, ist *Dina punctata*, deren Dichte hat auch im Vergleich zu 2012 kaum abgenommen (Abb. 3-6). *Batracobdelloides* sp. und die neu eingewanderte Art *Caspiobdella fadejewi* konnten 2022 hingegen jeweils nur an einer Stelle nachgewiesen werden (Arch und Villnachern).

Crustacea (Flohkrebse und Asseln)

Die Flohkrebse machen einen der grössten Anteile an der Gesamtindividuendichte aus. Zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 2002 machten vor allem die heimischen Arten *Gammarus fossarum* und *Gammarus pulex* den Grossteil der Flohkrebse aus (max. 9'158 Ind./m^2; Abb. 3-7). Das Neozoon *Gammarus roeselii* war auch bereits in geringen Individuendichten bei fast allen Probestellen vorhanden (max. Indd.: 92 Ind./m^2). Schon 2012 kamen weitere Flohkrebse wie *Dikerogammarus villosus* und *Crangonyx pseudogracilis* und auch die Donauassel *(Jaera istri)* hinzu. *D. villosus* erreicht mittlerweile sehr hohe Dichten (siehe auch Abb. 3-19 in Kapitel «3.5 Neozoen»). Die zuvor in Massen aufgetreten *G. pulex* und *G. fossarum* haben dagegen deutlich an Häufigkeit verloren. *G. pulex* war 2022 nahezu aus der Aare verschwunden. Die einzige in der Aare vorkommende Assel *Asellus aquaticus* ist ebenfalls im Laufe der Jahre auffällig zurückgegangen und kommt 2022 nur noch an drei Standorten vor, sie lebt bevorzugt in Stillwasserbereichen und Seeabflüssen.

Ephemeroptera (Eintagsfliegen)

Eine in der Schweiz weit verbreitete Eintagsfliegengattung ist *Baetis*. Von dieser Gattung kommen auch in der Aare mehrere Arten vor und machen einen Grossteil der Eintagsfliegenlarven aus. Die am häufigsten vorkommenden Arten sind *Baetis rhodani* und die mittlerweile als potenziell gefährdet eingestufte *Baetis vardarensis* mit Individuendichten von bis zu 665 Ind./m^2 im Jahr 2002 (Abb. 3-8). Von 2002 zu 2012 sind fast alle *Baetis*-Arten stark zurückgegangen. Zuvor konnten durchschnittlich 29 Ind./m^2 gefunden werden, 2012 waren es noch knapp 2,5 Ind./m^2 und 2022 noch 2,4 Ind./m^2. In den letzten zehn Jahren scheinen sich die verbliebenen Arten mehr oder weniger stabil gehalten zu haben. Eine weitere weit verbreitete Gattung ist *Caenis*. 2002 und 2022 konnten nur wenige Individuen gefunden werden. 2012 hingegen wurden auffällig viele Individuen der strömungsliebenden Art *Caenis macrura* gefunden. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch bei der potenziell gefährdeten Art *Potamanthus luteus* (siehe auch «3.3 Rote Liste-Arten»). Die feinmaterialreiche Habitate besiedelnde *Ephemera danica* hatte ihren Höhepunkt ebenfalls in 2012, ist aber auch 2022 weiterhin in fast allen Bereichen der Aare anzutreffen. Seit 2002 stark abgenommen hat die Heptageniiden Art *Heptagenia sulphurea*. Diese kam zu Beginn noch mit Individuendichten von bis zu 633 Ind./m^2 vor. 2022 kommt sie zwar noch an fast allen Standorten, aber in deutlich geringeren Dichten vor (max. 4,6 Ind./m^2). Andere Heptageniiden wie *Rhithrogena* sp. und *Ecdyonurus* sp. kamen ebenfalls vereinzelt vor, sind aber keinen auffälligen Schwankungen unterlegen. Insgesamt hat die Eintagsfliegendichte von Kampagne zu Kampagne abgenommen.

Odonata (Libellen)

Libellenlarven waren in allen Untersuchungsjahren nur in einzelnen MZB-Proben vertreten. Da für die Libellen noch ein weiterführendes Monitoring stattgefunden hat, wird die Ordnung insgesamt im Kapitel Libellen (3.6) behandelt.

Plecoptera (Steinfliegen)

Steinfliegenlarven wurden in allen Jahren hauptsächlich im mittleren Bereich der Aare gefunden, allerdings nur in geringer Individuendichte an einzelnen Standorten. Insgesamt waren in den Frühlingskampagnen acht verschiedene Arten vertreten. Am häufigsten konnten Individuen der Gattung *Leuctra* gefunden werden (Abb. 3-9). Deren Dichten gingen bis 2022 allmählich zurück. Die Mittellandflüsse besiedelnde Art *Isoperla grammatica* konnte nur 2002 und 2012 an vereinzelten Standorten gefunden werden und fehlte 2022. Andere Gattungen wie *Siphonoperla* oder *Chloroperla* waren nur 2002 in Aarburg auffindbar.

Abbildung 3-6: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Hirudinea (Egeln)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-8a.

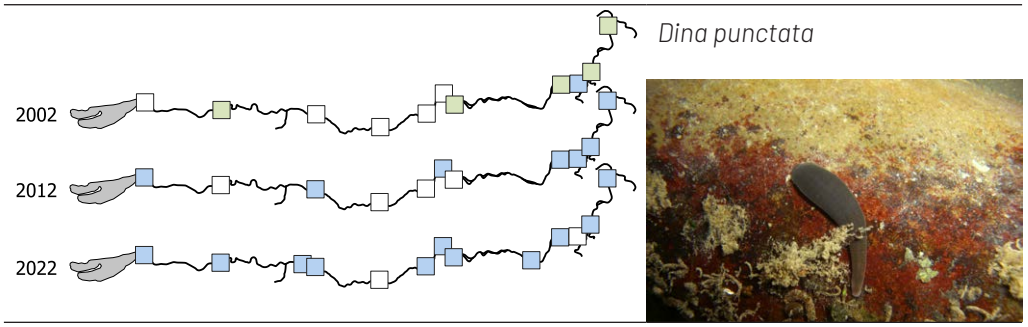
Abbildung 3-7: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Crustaceen (Krebstieren)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-8a.

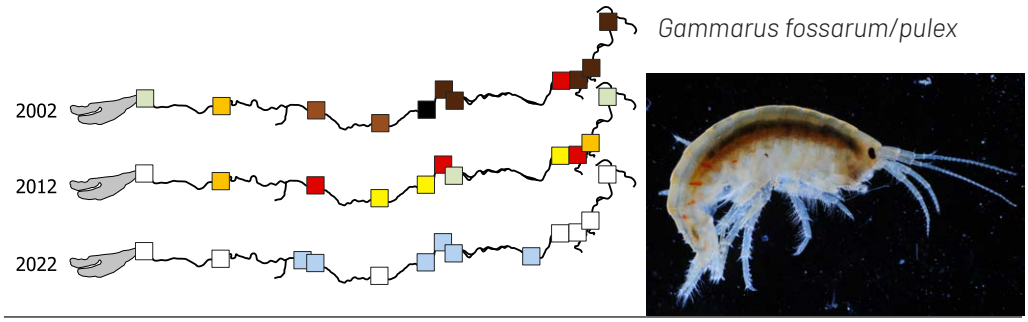
Neozoen siehe Abb. 3-19 in Kapitel «3.5 Neozoen».

Abbildung 3-8a: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Ephemeroptera (Eintagsfliegen)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

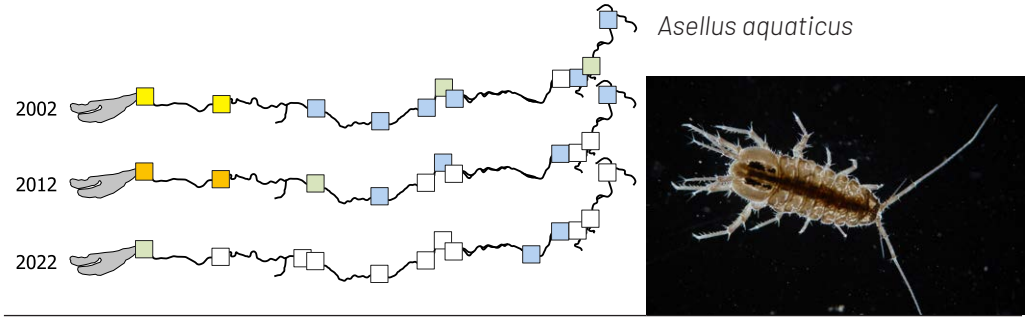
Individuen/m²	HK
1 bis 9	I
10 bis 50	II
51 bis 100	III
101 bis 250	IV
251 bis 500	V
501 bis 1000	VI
> 1000	VII
> 10 000	VII+



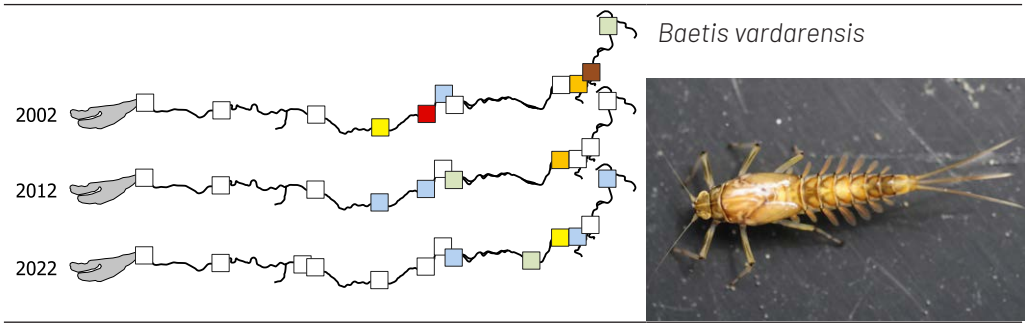
Dina punctata



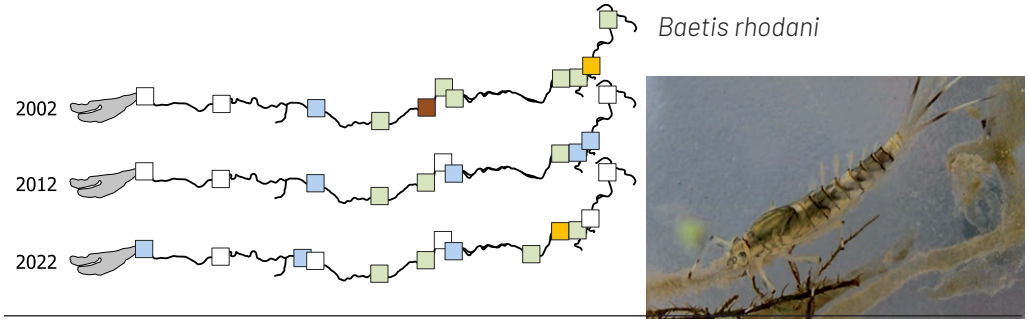
Gammarus fossarum/pulex



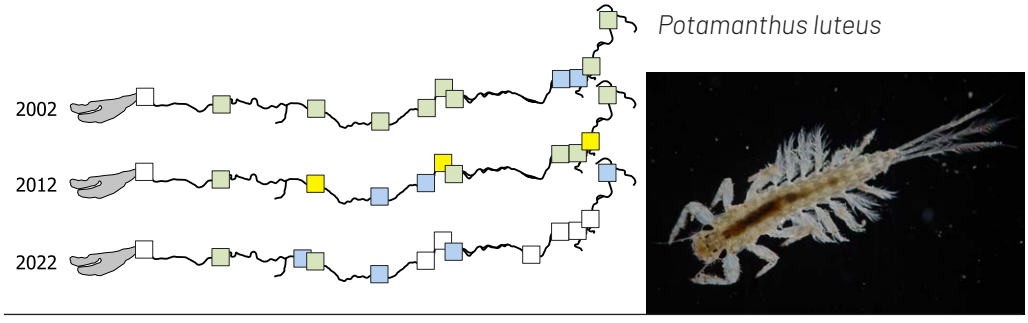
Asellus aquaticus



Baetis vardarensis



Baetis rhodani



Potamanthus luteus

Heteroptera (Wanzen)

In der Aare sind nur wenige Vertreter der Wanzen zu finden. Die Grundwasserwanze *Aphelocheirus aestivalis* war sowohl 2002 als auch 2012 über grosse Bereiche der Aare verbreitet und hatte Individuendichten von bis zu 160 Ind./m^2 erreicht (Abb. 3-10). Im Jahr 2022 fehlten die Nachweise allerdings vollständig. Ein ähnliches Phänomen konnte auch an der Reuss, der unteren Lorze und im Hochrhein festgestellt werden [HESSELSCHWERDT 2022; HESSELSCHWERDT & MÜRLE 2021; HESSELSCHWERDT & REY 2022], dort waren zuletzt noch einzelne Individuen gefunden worden. Die räuberisch lebende Art besiedelt den Grund sauberer Gewässer des Potamals und konnte beispielsweise im Hochrhein 2018 nur noch in naturnahen Bereichen nachgewiesen werden. Eine weitere Wanzenart der Aare ist *Micronecta* sp., diese trat allerdings ausschliesslich im Jahr 2012 an mehreren Stellen von Nidau bis Brugg auf. In der Kampagne 2022 konnten keine weiteren Nachweise mehr erfolgen.

Coleoptera (Käfer)

Bei der Betrachtung der Käferfauna der Aare fällt ein starker Rückgang der Individuendichten von 2002 bis 2022 auf. Die noch 2002 häufigsten und verbreitetsten Arten *Elmis* sp. und *Limnius volckmari* waren bereits 2012 nur noch in stark verringerten Dichten anzutreffen (Abb. 3-11). Im Jahr 2022 kamen nur noch vier der ursprünglich 13 vorkommenden Arten vor. Die Arten gehören alle zur Familie der rheophilen/rheobionten Elmidae (*Limius volckmari*, *Elmis maugetii*, *Esolus* sp. und auch die generell in Gewässern seltenere Art *Stenelmis canaliculata*). Sie kamen nur an wenigen Standorten und in geringen Dichten vor. Arten wie *Orectochilus villosus* oder auch *Riolus* sp. sind komplett verschwunden.

Trichoptera (Köcherfliegen)

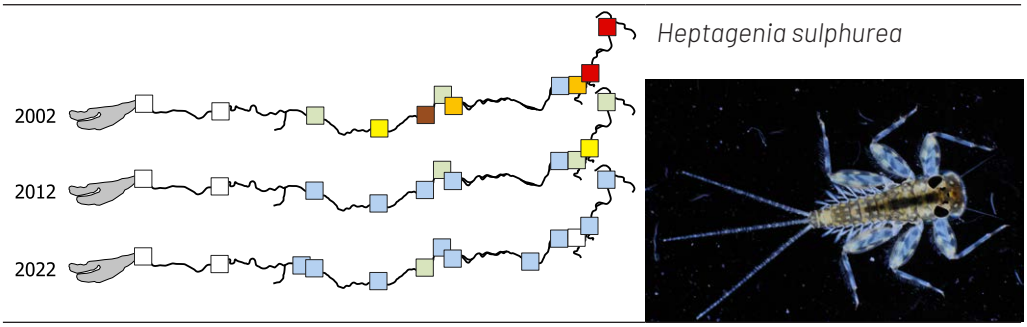
Im Vergleich zu anderen Grossgruppen ist die Köcherfliegenfauna der Aare artenreich. Starke Vertreter waren in den letzten Jahren vor allem Arten der Gattung *Hydropsyche*, *Hydroptila* und die epipotamale Art *Psychomia pusilla*. Bei *Hydropsyche* und *Hydroptila* sp. hat sowohl von 2002 auf 2012 als auch erneut von 2012 auf 2022 ein starker Einbruch der Abundanzen stattgefunden (Abb. 3-12). Die ursprünglich mit 63 Ind./m^2 aufgetretenen Hydropsychiiden hatten 2022 nur noch eine durchschnittliche Dichte von 0,5 Ind./m^2. Ein ähnliches Phänomen ist auch bei *Psychomia pusilla* zu beobachten. Die 2002 noch an allen Probestellen vorkommende *Hydroptila* sp. war 2022 nur noch in geringen Dichten in Arch, Winznau und Villnachern zu finden. Goeriden waren über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg selten, bis auf Stilli im Jahr 2002. Spannend sind Funde von *Brachycentrus subnubilus* im Jahr 2022. Die in der Schweiz noch als ausgestorben geltende, aber seit 2013 immer wieder beobachtete Art scheint sich innerhalb der Aare wieder gut ausgebreitet zu haben (siehe auch «3.3 Rote Liste-Arten»). Auch der Artenkomplex *Potamophylax cingulatus/latipennis/lustuosus* gehört zu den bedrohten Arten und wurde ebenfalls 2022 an zwei Standorten in der Aare gefunden (Winznau und Stilli). Andere Arten der Roten Liste wie *Plectocnemia geniculata* und *Ceraclea aurea* konnten seit den letzten Nachweisen 2002 und 2012 in der Aare nicht mehr gefunden werden. Insgesamt hat bei den Köcherfliegenlarven ein Rückgang der Individuendichten und Artenzahl stattgefunden.

Diptera (Mücken und Fliegen)

Die häufigsten Vertreter der Diptera in der Aare sind die Chironomidae (Zuckmückenlarven). Diese setzen sich hauptsächlich zusammen aus Orthocladiinae, Chironomini, Diamesinae und Tanytarsini. Die Dichten der Orthocladiinae und der Tanytarsini haben sich von Kampagne zu Kampagne nahezu halbiert. Chironomini hingegen sind bis auf einzelne Arten der Gattung *Chironomus*, die als Indikatoren für unzureichende Sauerstoffverhältnisse im Substrat gelten, 2022 vollkommen aus der Aare verschwunden (Abb. 3-13). Allein die Diamesinae hatten von 2012 zu 2022 eine steigende Individuendichte. Eine weitere wichtige Gruppe der Diptera sind die Simuliidae (Kriebelmücken). Deren Larven sind Filtrierer und gut an starke Strömungen angepasst. 2012 hat ein Einbruch der Individuendichten von *Simulium*-Arten stattgefunden. Bis 2022 haben sich diese allerdings stellenweise wieder ausgebreitet mit Dichten von bis zu 480 Ind./m^2 in Villnachern. Andere Diptera-Arten wie beispielsweise *Antocha* sp. oder *Tipula* sp. traten stellenweise über alle Kampagnen hinweg auf und zeigten keine auffälligen Verläufe.

Abbildung 3-8b: Fortsetzung von Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Ephemeroptera (Eintagsfliegen)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

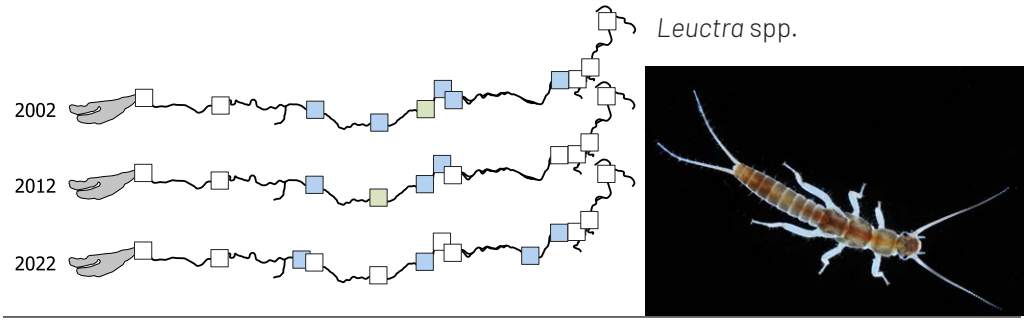
Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-11.



Heptagenia sulphurea

Abbildung 3-9: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Plecoptera (Steinfliegen)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

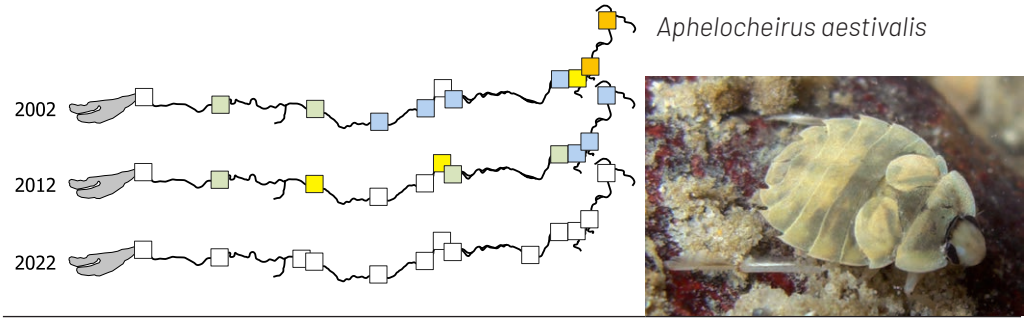
Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-11.



Leuctra spp.

Abbildung 3-10: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Heteroptera (Wanzen)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

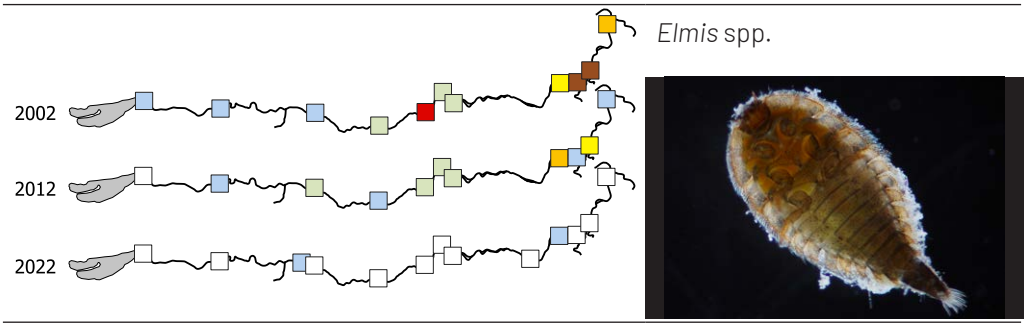
Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-11.



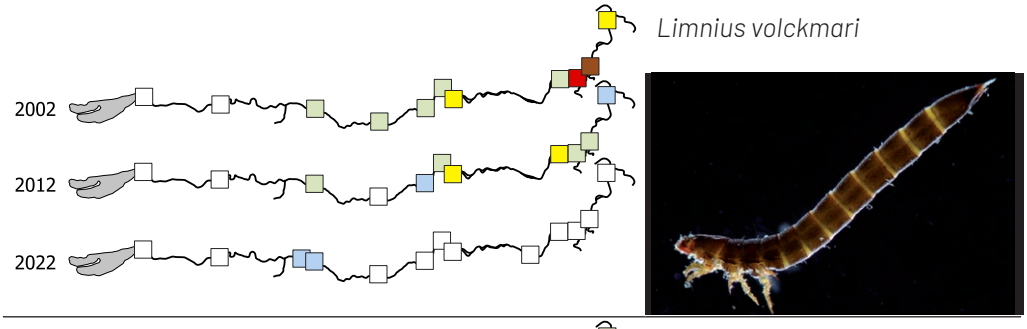
Aphelocheirus aestivalis

Abbildung 3-11: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Coleoptera (Käfern)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

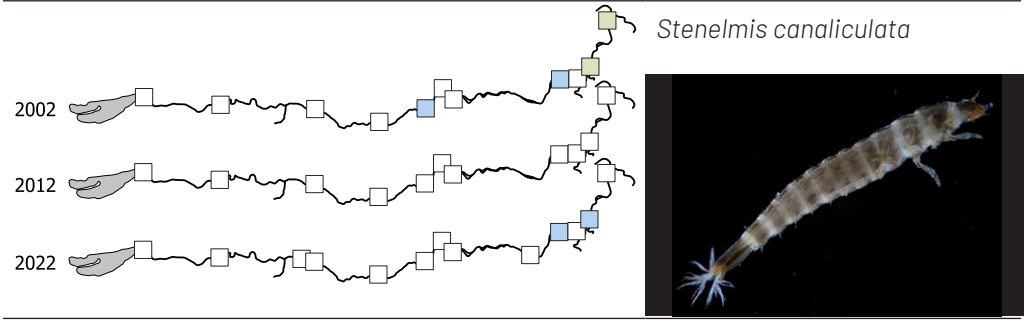
Individuen/m²	HK
1 bis 9	I
10 bis 50	II
51 bis 100	III
101 bis 250	IV
251 bis 500	V
501 bis 1000	VI
> 1000	VII
> 10 000	VII+



Elmis spp.



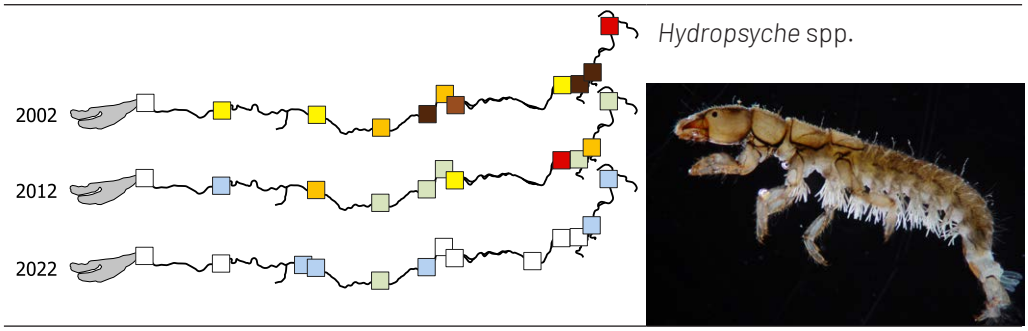
Limnius volckmari



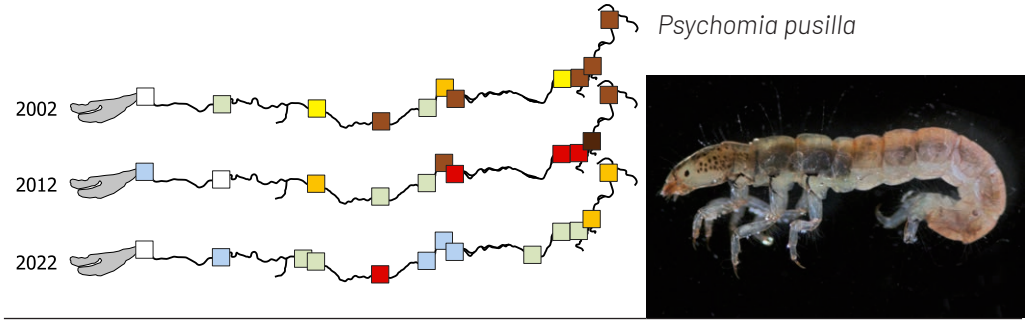
Stenelmis canaliculata

Abbildung 3-12: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Trichoptera (Köcherfliegen)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

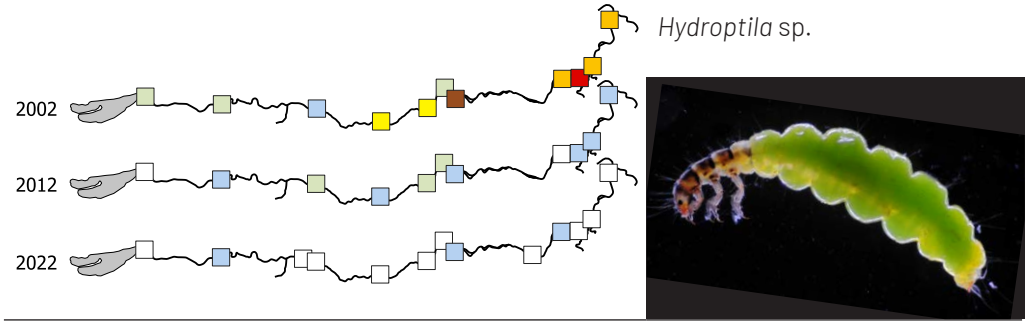
Häufigkeitsklassen: siehe Abb. 3-13.



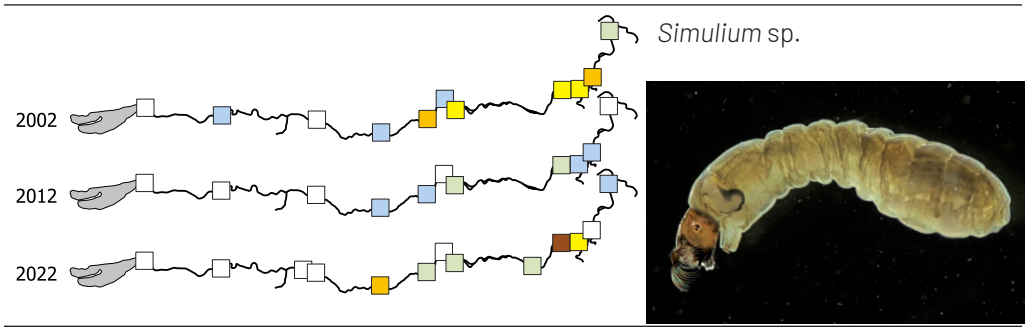
Hydropsyche spp.



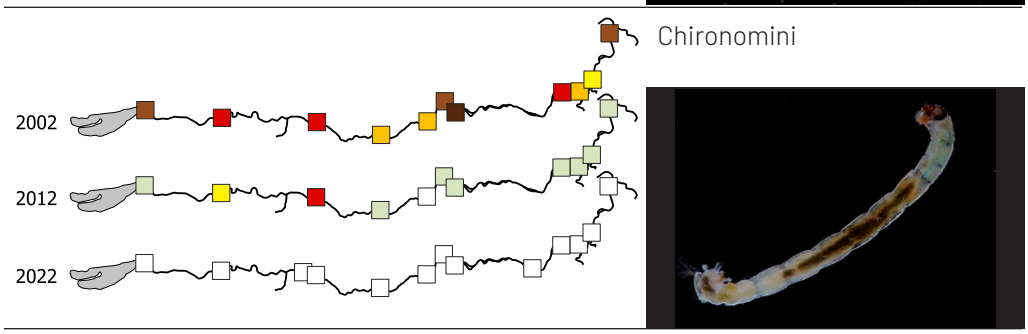
Psychomia pusilla



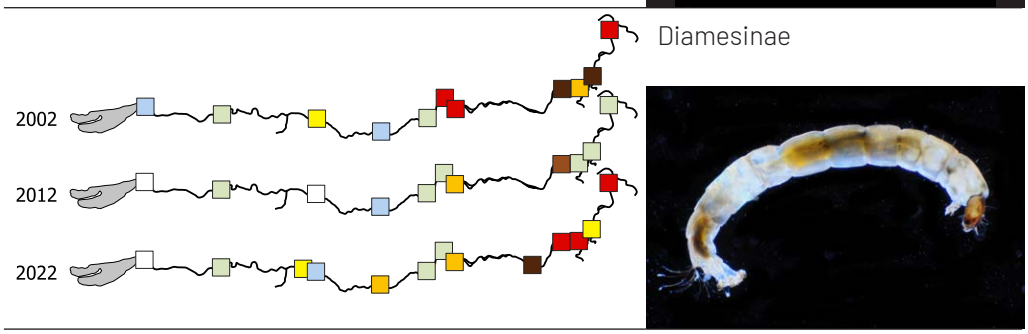
Hydroptila sp.



Simulium sp.



Chironomini



Diamesinae

Abbildung 3-13: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von einzelnen **Dipteren (Mücken und Fliegen)** entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Individuen/m²	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+

3.3 Rote Liste-Arten

Einzelne der gefundenen Arten sind in einer der Roten Listen bedrohter Tierarten der Schweiz geführt [BAFU 2011; BAFU 2012; BAFU 2021a]. Da einige Rote Listen schon über zehn Jahre nicht aktualisiert wurden, wird auch auf den durch Experten redigierten RL-Status der «Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume» [BAFU 2019a] zurückgegriffen.

Tabelle 3-1:
Rote Liste-Status Vorkommen und Häufigkeitsklassen von MZB mit einem Status von mindestens NT in der Aare 2022.

RE: regional deausgestorben
CR: vom Aussterben bedroht
EN: stark gefährdet
VU: verletzlich
NT: potenziell gefährdet

Häufigkeitsklassen siehe Abb. 3-11; X: Vorkommen Exuvien

*) VU für *G. laevis*

**) Status überholt; seit 2013 an mehreren Stellen der Nordschweiz beobachtet

***) ergänzt aus Libellenmonitoring

Art	Ordnung	Status Rote Liste	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupp.-Au.	Villnachern	Brugg	Stili	Felsenau
Pisidium amnicum	Mollusca	NT				I									
Gyraulus laevis/parvus	Gastropoda	VU/LC*		I											
Baetis vardarensis	Ephemeroptera	NT										II	I		
Potamanthus luteus	Ephemeroptera	NT		II	II	II	I			I					I
*Brachycentrus subnubilus***	Trichoptera	RE			II	I	I		I		I	II	I	I	I
Halesus cf. tesselatus	Trichoptera	VU							I		I	II	I	II	I
Lype reducta	Trichoptera	NT			II										
Potamophylax latipennis/luctuosus	Trichoptera	EN									I			I	
Silo piceus	Trichoptera	VU												I	I
*Erythromma lindenii****	Odonata	NT		X											
*Gomphus simillimus****	Odonata	EN			X										
*Ophiogomphus cecilia****	Odonata	VU												X	X

Insgesamt wurden 2022 zwölf MZB-Arten gefunden, deren Gefährdungsstatus nach der Roten Liste bei mindestens «potenziell gefährdet» lag (Tab. 3-1). Neun Arten wurden im Rahmen des MZB-Monitorings gefunden, die restlichen drei im Rahmen der Libellenkartierungen als Exuvien.

Die Köcherfliege ***Brachycentrus subnubilus*** wurde in der Aare von Flumenthal flussabwärts an fast allen Stellen gefunden. Im Jahr 2012 fehlte sie noch. Die Art wird in der Roten Liste zwar noch als «ausgestorben in der Schweiz» geführt, wird aber seit 2013 in der Nordschweiz immer wieder unter anderem in Thur und Hochrhein beobachtet [Lubini 2018; Hesselschwerdt & Rey 2021]. Der Status wird in der nächsten Revision der Roten Liste angepasst werden, die Art dürfte aber weiterhin gefährdet sein. Seit dem Wiederauffinden 2013 scheint sich die Art aber stabil auszubreiten.

Ebenfalls unter den Köcherfliegen und 2022 neu festgestellt befindet sich die «stark gefährdete» ***Potamophylax latipennis/luctuosus***. Sie kam in Einzeltieren in Rupperswil-Auenstein und Stilli vor.

Nur durch Libellen-Exuvienfunde bestätigt werden konnten die Vorkommen der **Gelben Keiljunger *(Gomphus simillimus)*** (stark gefährdet) und der **Grünen Flussjungfer *(Ophiogomphus cecilia)*** (verletzlich). Die Gelbe Keiljungfer ist in der Schweiz nur vereinzelt und nur für Aare, Hochrhein und Limmat nachgewiesen. Die Bestände scheinen zudem leicht rückläufig zu sein. Im Rahmen des Monitorings 2022 wurde eine einzelne Exuvie bei Flumenthal gefunden. Bei der Grünen Flussjungfer zeigt sich mittlerweile, dass die Art weiter verbreitet ist als früher angenommen und die Bestände stabil sind. Aus diesem Grund wurde der Gefährdungsstatus in der letzten Revision der «Roten Liste Libellen» von früher «stark gefährdet» auf «verletzlich» zurückgenommen [BAFU 2021a]. In der Aare wurde sie 2022 in mehreren Exemplaren unterhalb des Zuflusses von Reuss und Limmat bei Stilli und Felsenau gefunden. Die dortigen Bestände hängen vermutlich mit denjenigen der Reuss zusammen, die dort 2021 vor allem ab Gnadenthal flussabwärts gefunden wurden [Hesselschwerdt 2022].

3.4 Das Makrozoobenthos als Indikator des Gewässerzustands

Die grossen Flüsse der Schweiz nehmen für die Gewässerbewertung eine Sonderstellung ein, da nicht für alle Lebensgemeinschaften standardisierte Bewertungsmodule vorliegen. Dies betrifft vor allem das Makrozoobenthos. Die bestehende Methode zur Bewertung von Makrozoobenthos [BAFU 2019b] ist nur für bewatbare Gewässer vorgesehen und geeignet. Fliessgewässer wie die Aare 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 [HYDRA 2017a]. Im Folgenden wird auf einzelne Indikatoren/Metrices 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 der Aare zutreffen.

Der grösste Einfluss auf den Saprobienindex ist der Seeabfluss des Bielersees an den zwei obersten Stellen Nidau-Port und Arch (Abb. 3-14). Dies ist vor allem ein Artefakt durch das natürliche Fehlen von typischen Arten des Oberlaufs und kann daher nicht zu einer schlechten Bewertung führen. An allen anderen Stellen liegen die Werte des Saprobienindex um 2 und damit im «guten» Bereich. Ein negativer Einfluss von Kläranlagen oder anderen Quellen organischer Belastung lässt sich nicht erkennen. Dies deckt sich mit der durch die Kieselalgen indizierten Gewässerqualität [BERNAUER et al 2023].

Biozönotische Region

Im Längsverlauf eines Fliessgewässers ändern sich typischerweise Gewässerbreite, Tiefe, Gefälle, Abfluss, Temperaturverhältnisse und weitere Parameter. Damit ändert sich auch die jeweils daran angepasste Lebensgemeinschaft. Dies hat zur Definition von aufeinander folgender biozönotischer Regionen geführt. Diese übliche Abfolge kann dabei durch Seen, Gefällestufen, aber auch durch Eingriffe verändert sein. Begradigungen, Ausleitungen und Schwalleinfluss führen zu einer Rhithralisierung der Gemeinschaft. Aufstauungen, ein Seeabfluss, organische Belastungen oder fehlende Geschiebedynamik führen dagegen zu

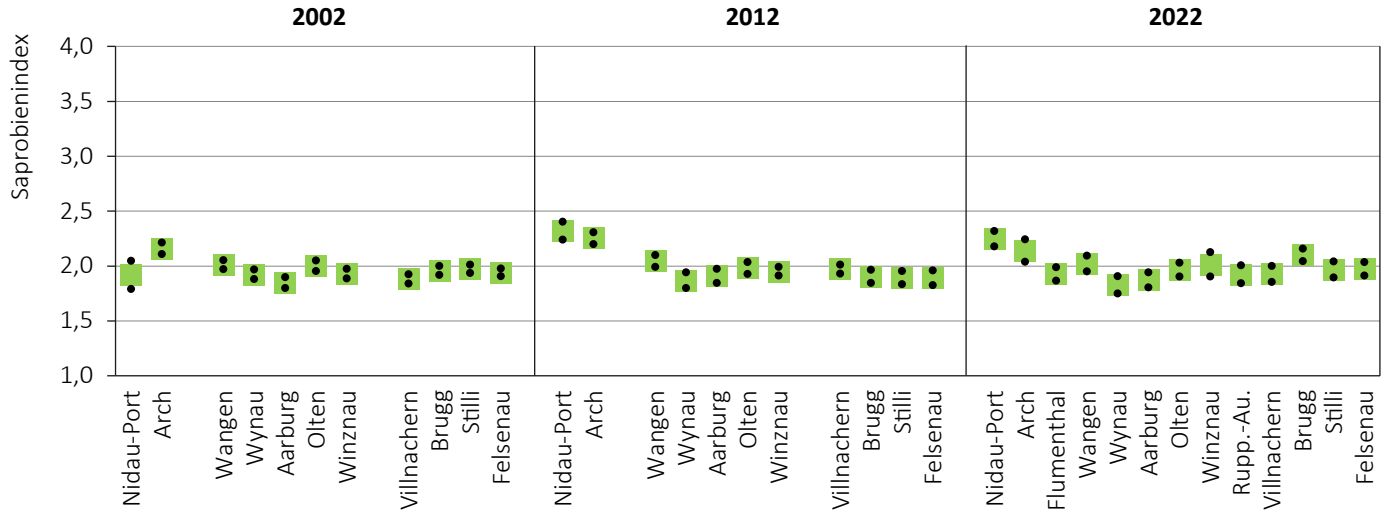


Abbildung 3-14: Saprobienindex (Zelinka & Marvan) mit Vertrauensindervall in der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

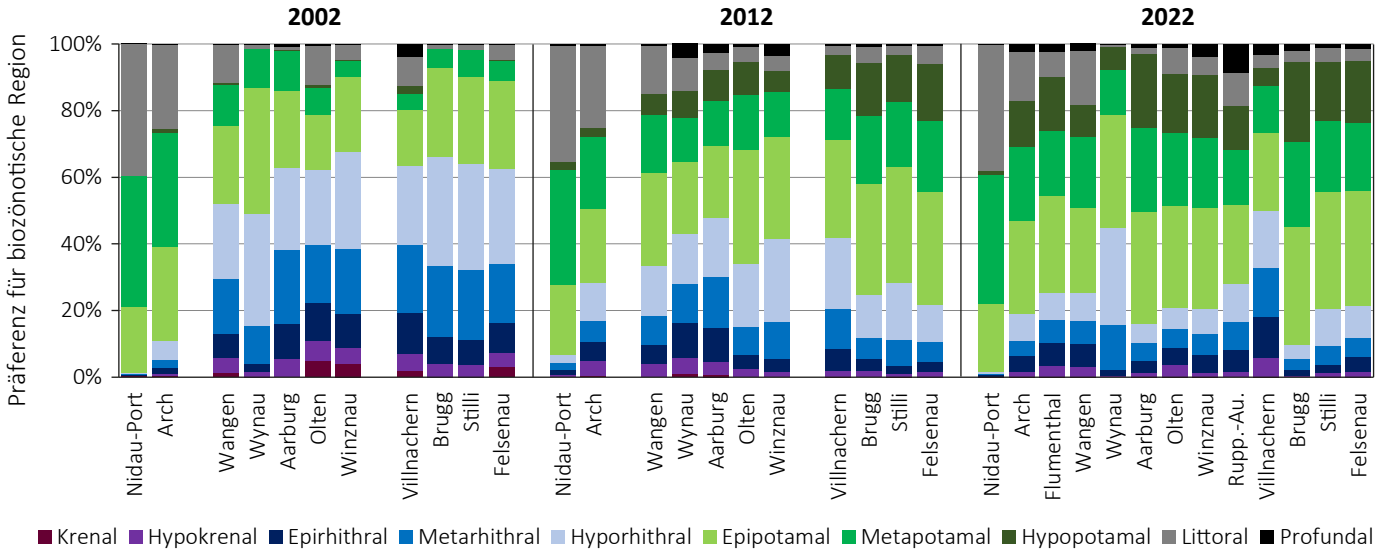


Abbildung 3-15: Benthoszusammensetzung der Aare nach Zugehörigkeit zu einer biozönotischen Region in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

einer Potamalisierung. Für die Charakterisierung eines Gewässer(abschnitts) werden die dort gefundenen Arten entsprechend ihrer Präferenzen für eine oder mehrere biozönotische Regionen nach einem 10-Punkte-System eingeordnet.

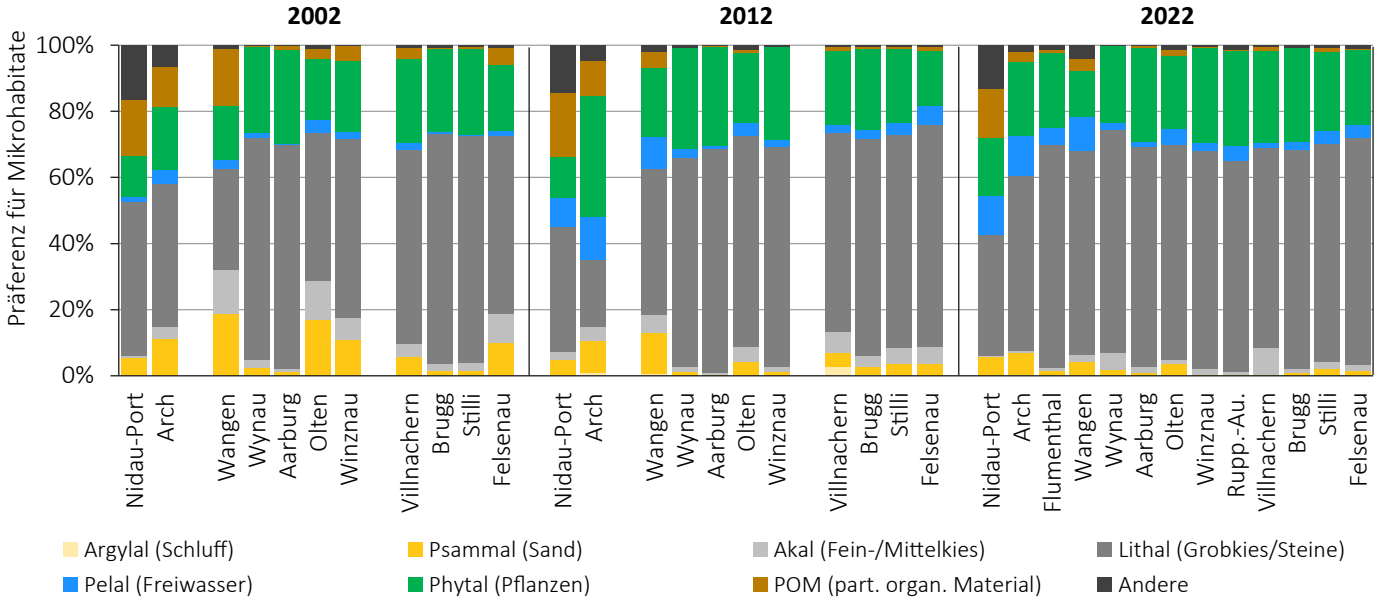
In der Aare lässt sich vor allem der Einfluss des Bielersees gut erkennen (Abb. 3-15). Hier fehlen seit 2002 an den Oberlauf von Flüssen angepasste Arten (Rhithral), dafür kommen typische Seearten vor. Dieser Einfluss setzt sich 2002 auch im Längsverlauf noch bei Arch fort, dies ist bei den Folgeuntersuchungen nur noch gering erkennbar. Entsprach die Artenzusammensetzung 2002 noch weitestgehend dem Gewässertyp der Aare, so gehen rhithrale Arten seitdem immer weiter zurück und Arten des Hypopotamals nehmen immer weiter zu. Insgesamt verändert sich der Charakter der Aare hin zu einem Fluss-Unterlauf des Flachlands.

Bevorzugte Mikrohabitate

Die meisten Arten des Makrozoobenthos sind an bestimmte Habitate angepasst und können daher als entsprechender Indikator dienen. Die Präferenz für Mikrohabitate zeigt dabei nicht unbedingt an, welche Habitate im Fluss vorhanden sind, sondern vor allem, welche überwiegend genutzt werden.

In der Aare überwiegt deutlich die Präferenz für kiesig/steinige Substrate (Abb. 3-16). Dieser Anteil hat seit 2002 sogar noch leicht zugenommen. Zurückgegangen ist dagegen der Anteil von Bewohnern von Sand, Fein-/Mittelkies) und organischem Material. Auf den ers-

Abbildung 3-16: Benthoszusammensetzung der Aare nach Präferenz für bestimmte Mikrohabitate in den Jahren 2002, 2012 und 2022.



ten Blick überascht dies, da im Frühjahr 2022 an zahlreichen Stellen ungewöhnlich viel Sand gefunden wurde und die Staubereiche insgesamt immer mehr verschlammen. Diese Lebensräume dürften aber wärend der Hochwasser 2021 räumlich stark verlagert worden und damit schlecht besiedelbar gewesen sein. Interessant ist der Anteil an Arten, die ans Freiwasser (Pelal) angepasst sind, sie kommen in Flüssen meist kaum vor. In der Aare entstammen sie vor allem dem Bielersee und nehmen im Längsverlauf immer weiter ab. In einzelnen Staubereichen können sie sich teilweise nochmals vermehren, was z.B. den relativ hohen Anteil bei Wangen 2022 erklärt. Seit 2002 nimmt der relative Anteil dieser Arten immer weiter zu. Dies deutet auf eine Zunahme des Seeeinflusses hin.

Ernährungstypen

Auch die in der Benthosbiozönose vertretenen Ernährungstypen lassen Schlüsse auf die im Gewässer vorkommenden ökologischen Bedingungen zu. So gehören zum Rhithral viele typische Weidegänger, zu denen zahlreiche Eintagsfliegenarten, aber auch Schnecken zählen. Diese ernähren sich vom dünnen Algenaufwuchs auf Steinen. Ihr Anteil geht zurück, wenn dünne Algenrasen durch fädige Algen verdrängt oder durch Sand und Feinmaterial überdeckt werden. Für die Auswertung werden die meisten Arten nicht nur einem Typus, sondern entsprechend ihren Lebensgewohnheiten nach einem 10-Punkte-System mehreren Typen zugeordnet.

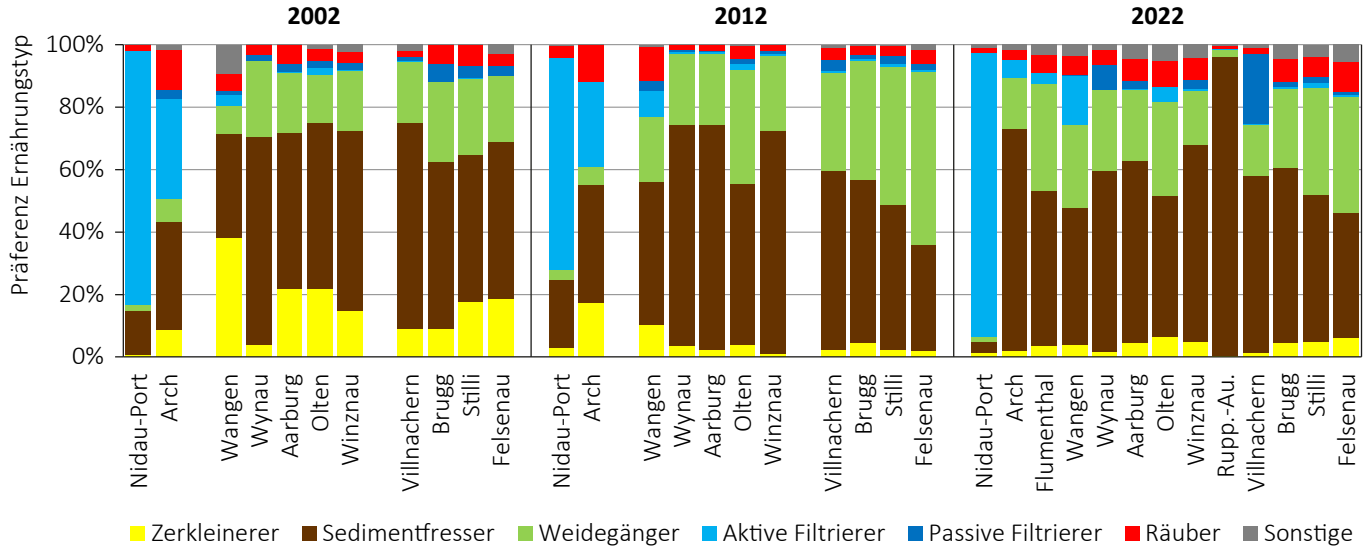


Abbildung 3-17: Benthoszusammensetzung der Aare nach Präferenz für Ernährungstypen in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

In der Aare dominieren Sedimentfresser und Weidegänger, deren Anteile sind zeitlich relativ konstant. Im Längsverlauf werden sie nur in der Nähe des Seeabflusses des Bielersees von aktiven Filtrierern verdrängt (Abb. 3-17). Bei Nidau-Port dominieren die gebietsfremden Dreikant- *(D. polymorpha)* und Quagga-Muscheln *(D. rostriformis bugensis)*. 2022 wurde hier die vorher dominierende Dreikantmuschel von der Quagga-Muschel verdrängt. Funktionell unterscheiden sich die beiden für die Aare aktuell kaum. Die Quagga-Muschel könnte sich zukünftig aber noch deutlich stärker in den beruhigten Staubereichen ausbreiten. Seit 2002 deutlich zurückgegangen sind Zerkleinerer. Dies dürfte zumindest teilweise durch das Aufkommen (2012) und die weitere Ausbreitung (2022) des Grossen Höckerflohkrebses (*D. villosus)* bedingt sein, der selbst ein Generalist ist, aber häufig typische Zerkleinerer-Arten zurückdrängt.

3.5 Neozoen

In der Aare vom Bielersee zum Hochrhein sind diverse Neozoen seit vielen Jahren etabliert. Der Anteil an gebietsfremden Arten an der Gesamtbesiedlung hat seit 2002 deutlich zugenommen (Abb. 3-18). Bereits vor zehn Jahren wurden mittels MZB-Probenahme insgesamt 16 gebietsfremde Arten festgestellt, wovon 2022 elf wiedergefunden wurden und sechs neue Arten hinzugekommen sind. 2022 nicht mehr gefunden wurde die ökologisch

bisher unauffällige Schnecke *Lithoglyphus naticoides*, die 2012 in Arch und Wangen in geringen bis mittleren Dichten gefunden wurde. Die Art stammte damals vermutlich aus dem Bielersee, für diesen es bereits seit 1998 Einzelfunde gab. Ebenfalls nicht mehr vorhanden waren die 2012 nur in Einzeltieren erstmals für die Schweiz nachgewiesenen Egel *Alboglossiphonia hyalina* und *Batracobdella euxina*, der Wenigborster *Quistadrilus multisetosus* und die Strudelwurm *Girardia (Dugesia) tigrina*.

Neu hinzugekommen sind mehrere als stark invasiv geltende Arten, allen voran die Quagga-Muschel *(D. rostriformis bugensis)* und mehrere Amphipoden (Flohkrebse). Die wichtigsten gebietsfremden Arten werden im Folgenden vorgestellt.

Zusammen mit den Krebstieren zeigen Muscheln die grössten Dichten an Neozoen in der Aare. Dies sind vor allem **Dreikant-** und **Quagga-Muschel *(Dreissena polymorpha*** und ***Dreissena rostriformis bugensis)*** (Abb. 3-19). Die Dreikantmuschel war in der Aare bereits seit langem verbreitet, wobei ihre Dichten in Seenähe am höchsten waren. Seit kurzem hat sich die Quagga-Muschel immer vom Bielersee aus verbreitet und erreichte 2022 noch höhere Dichten als zuvor die Dreikantmuschel. Auch wenn sich die Lebensweise der beiden Arten ähnelt, so kann die Quagga-Muschel eine grössere Bandbreite an Substraten besiedeln, inkl. Weichsubstraten. Sie wächst auch schneller und bildet mehr Larven aus. Somit wird erwartet, dass sie auch die Weichböden der Staubereiche zunehmend besiedeln könnte und sich mit den von dort aus verdrifteten Larven weiter verbreitet.

Die **Körbchenmuschel *(Corbicula fluminea)*** besiedelte die Aare bereits 2012 im gesamten Verlauf in meist hohen Dichten. Sie ging mittlerweile eher zurück, an einzelnen Transekten fehlte sie sogar ganz. Dies deckt sich mit Beobachtungen in Hochrhein, Oberrhein und Bodensee. Zeitlich ging die Körbchenmuschel meist mit dem Aufkommen der Quagga-Muschel zurück.

Die zweite wichtige Gruppe an Neozoen sind die Amphipoden. Die höchsten Dichten erreicht dabei der **Grosser Höckerflohkrebs *(Dikerogammarus villosus)***. Er wirkt bereits seit Jahrzehnten stark negativ auf das Makrozoobenthos in mehreren grossen Flüssen der Schweiz. Die längste Zeitreihe hierzu ist vom Hochrhein bekannt [Hesselschwerdt & Rey 2021]. In dem untersuchten Abschnitt der Aare war er 2012 zwar bereits über die gesamte Länge verbreitet, die Dichten haben seitdem aber noch stark zugenommen. Das damals als «potenziell invasiv» angenommene Potenzial hat sich damit bestätigt. Ein Teil des Verlustes an heimischem MZB dürfte – wie z.B. auch am Hochrhein – durch diese Art verursacht sein.

Dikerogammarus haemobaphes, die Schwesterart von *D. villosus*, wurde vom Bielersee flussabwärts bis Wangen gefunden, 2012 wurde sie noch nicht nachgewiesen. Die sehr lokale Verbreitung unterhalb des Sees deutet auf von dort eingeschwemmte Tiere hin. Eine Vorhersage der weiteren Ausbreitung ist schwierig, da *D. haemobaphes* sowohl als stark invasiv beschrieben wird, teilweise aber auch wieder aus Flüssen verschwunden ist.

Abbildung 3-18:
Anteil von angestammten Arten und Neozoen an den Individuendichten in der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

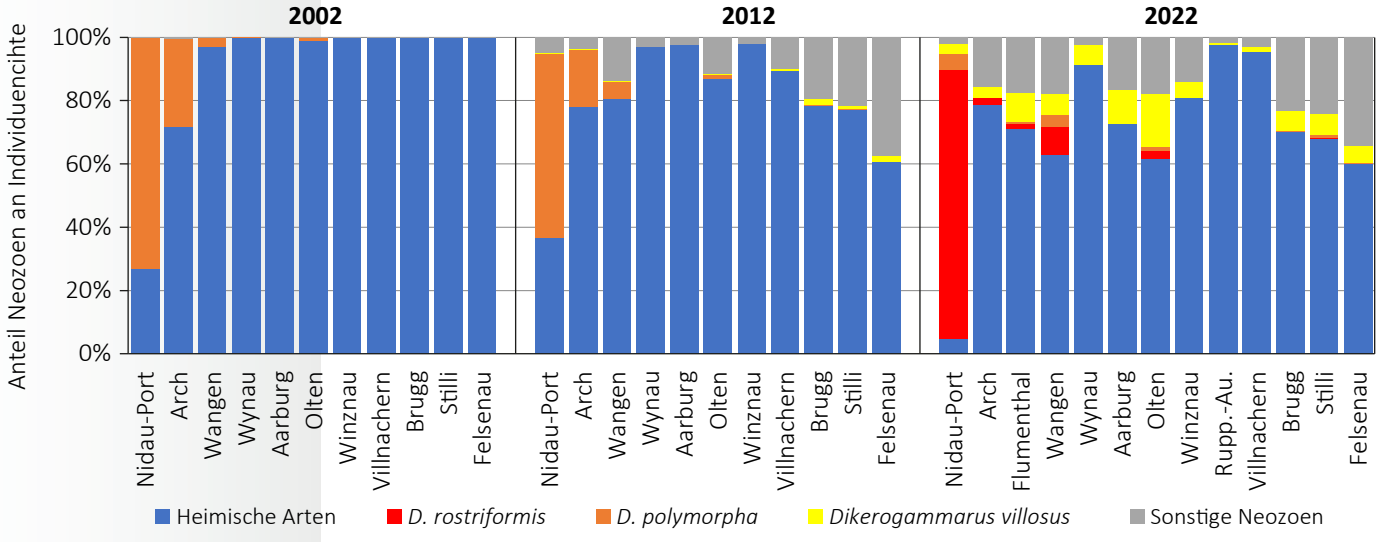
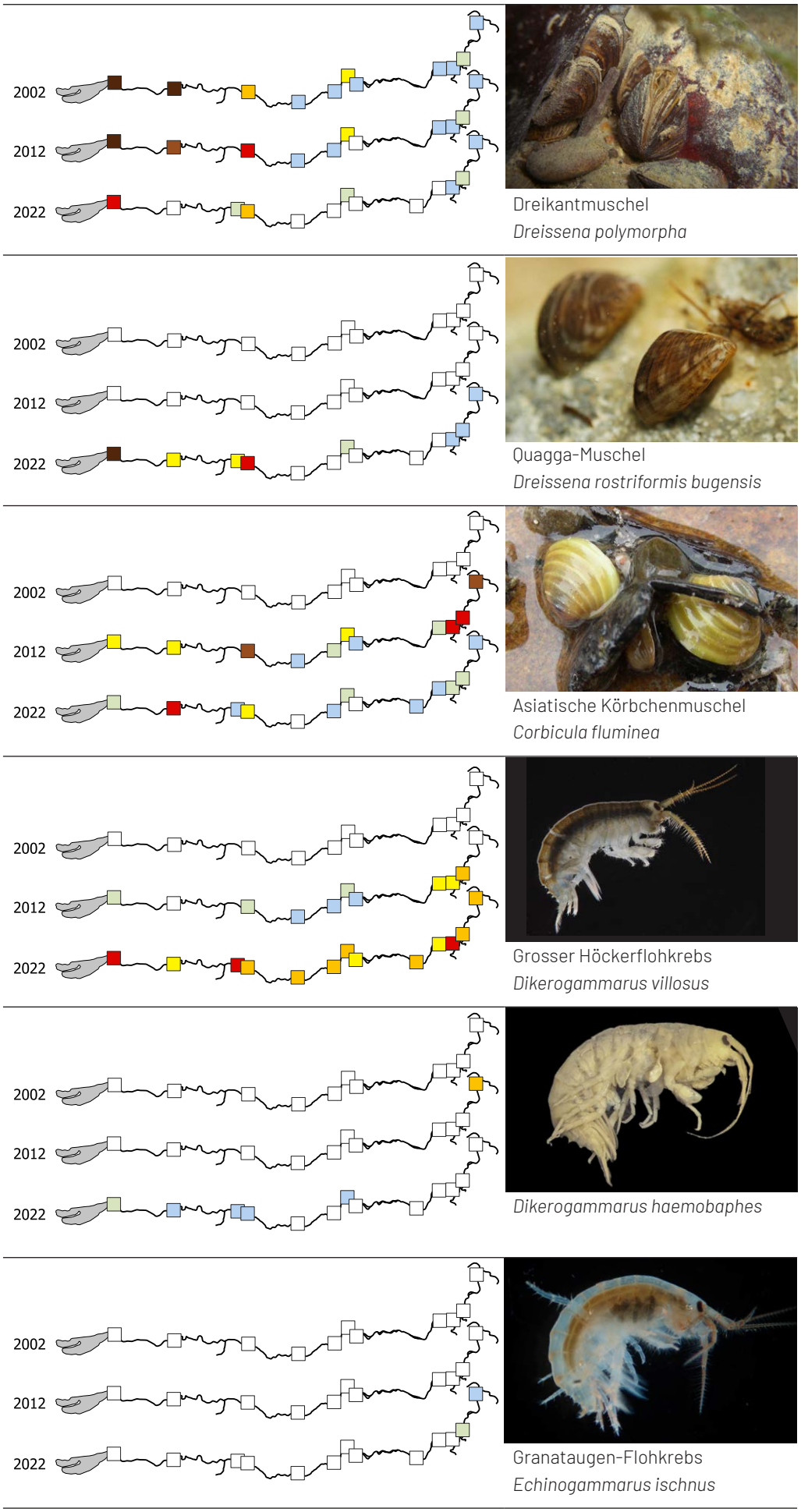


Abbildung 3-19:
Verbreitung und Häufigkeitsklassen von Neozoen entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Individuen/m²	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+



Dreikantmuschel
Dreissena polymorpha

Quagga-Muschel
Dreissena rostriformis bugensis

Asiatische Körbchenmuschel
Corbicula fluminea

Grosser Höckerflohkrebs
Dikerogammarus villosus

Dikerogammarus haemobaphes

Granataugen-Flohkrebs
Echinogammarus ischnus

Eine der neu hinzugekommenen Amphipodenarten ist **Granataugen-Flohkrebs *(Echinogammarus ischnus)***. Diese invasive Art wurde 2020 in der Limmat in grösseren Anzahlen festgestellt und könnte dort für den Rückgang des MZB mitverantwortlich sein. In der Aare wurde er 2022 nur unterhalb des Zuflusses der Limmat (Stilli und Felsenau) gefunden und wurde daher vermutlich aus der Limmat eingetragen. Eine weitere Ausbreitung flussaufwärts und entsprechende ökologische Folgen werden vermutet.

Ebenfalls neu gefunden wurde ***Echinogammarus trichatus*** bei Aarburg, an anderen Stellen entlang der Aare fehlt er noch. Da er bei Aarburg an beiden Ufern mit mehreren Individuen gefunden wurde, wird von einem örtlichen Bestand ausgegangen. *E. trichatus* wird ebenfalls als invasiv angesehen. Ob und wie stark er sich in Konkurrenz mit den anderen neozoischen Amphipoden ausbreiten wird, lässt sich noch nicht abschätzen.

Bereits seit Beginn des Monitorings 2002 vorhanden ist der **Fluss-Flohkrebs *(Gammarus roeselii)***. Diese ursprünglich aus Osteuropa stammende Art wird seit 1950–1970 in der Schweiz (Bodensee) nachgewiesen und ist heute in der Bodenseeregion, am Hochrhein und der unteren Aare weit verbreitet. Der im Vergleich zu anderen gebietsfremden Amphipoden sehr viel früher eingewanderte *G. roeselii* scheint sich in die bestehenden Lebensgemeinschaften gut integriert zu haben [Altermatt et al. 2019]. Das Vorkommen in der Aare dürfte ähnlich einzuschätzen sein und nur Auswirkungen auf direkte, heimische Konkurrenten zu haben (*G. fossarum*).

Der 2012 bei Olten in Einzeltieren gefundene, aus Nordamerika stammende **Aufrechter oder Amerikanischer Flohkrebs *(Crangonyx pseudogracilis)*** kam 2022 nur vereinzelt bei Nidau-Port vor. Da die normalerweise nicht-invasive Art vor allem aus Seen bekannt ist, könnte er aus dem Bielersee eingeschwemmt worden sein. Schweizweit kommt der Aufrechte Flohkrebs meist zerstreut und individuenarm in verschiedenen Seen (z.B. Bodensee, Greifensee, Pfäffikersee) und grösseren Fliessgewässern vor.

Noch nicht sicher geklärt ist der Status einer weiteren in der Aare vorkommenden Amphipodenart: **Schreitender Flohkrebs *(Synurella ambulans)***. Diese Art ist im Tessin vermutlich heimisch, nördlich der Alpen wird aber von einer Einschleppung genetisch unterschiedlicher Tiere aus der Pontokaspis angenommen [Altermatt 2019; Eckes et al 1996]. In der Aare wurde er 2002/2012 in Wangen und Olten gefunden, 2022 dagegen nur in den neu hinzugekommenen Transekten Flumenthal und Rupperswil-Auenstein. Er scheint sich daher weder auszubreiten, noch ökologisch grosse Auswirkungen zu haben.

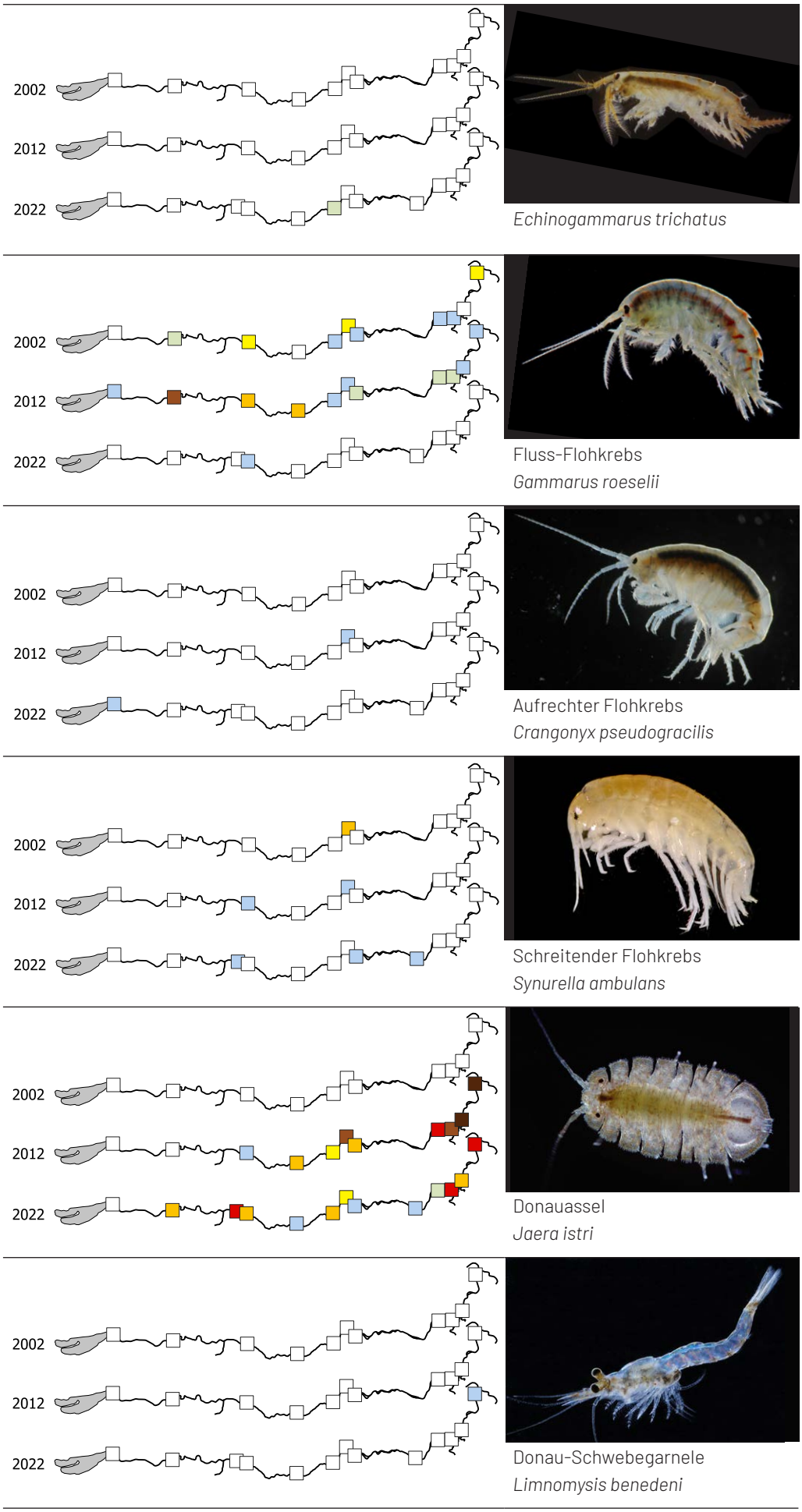
Die 2012 neu gefundene **Donauassel *(Jaera sarsi)*** stammt ebenfalls aus der Pontokaspis. Die winzige Assel ist in der Schweiz in verschiedenen, meist grösseren Flüssen (z.B. Hochrhein, Limmat, Aare) und im Zürichsee verbreitet. In der Aare hat sich das Vorkommen seit 2012 nur wenig verändert, sie konnte sich flussaufwärts noch bis Arch ausbreiten.

Die aufgrund ihrer teilweise freischwimmenden Lebensweise typischerweise in Stillgewässern vorkommende **Donau-Schwebegarnele *(Limnomysis benedeni)*** wurde 2022 erstmals in Einzeltieren bei Felsenau nachgewiesen. Diese wurden vermutlich aus den knapp flussaufwärts gelegenen, teilweise stillwasserartigen Revitalisierungsbereichen eingeschwemmt.

2022 wurde eine weitere Schwebegarnele in der Aare gefunden: Ein Individuum der **Rotflecken-Schwebegarnele *(Hemimysis anomala)*** am rechten Ufer bei Wangen. Da die Art nur in Stillgewässern vorkommt und nur ein Tier gefunden wurde, wird von einem einzelnen eingebrachten oder eingeschwemmten Tier ausgegangen. Dies kann sowohl aus einem nahegelegenen Stillgewässer, als auch durch ein «freigesetztes» Aquarium passiert sein, da die Art gerne in Aquarien gehalten wird. In Stillgewässern kann *H. anomala* starke Veränderungen des Planktons verursachen, da sie die Freiwasserzone bewohnt. Für die Aare selbst wären auch bei Etablierung keine Folgen zu erwarten.

Abbildung 3-20: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von Neozoen entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Individuen/m²	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+



Echinogammarus trichatus

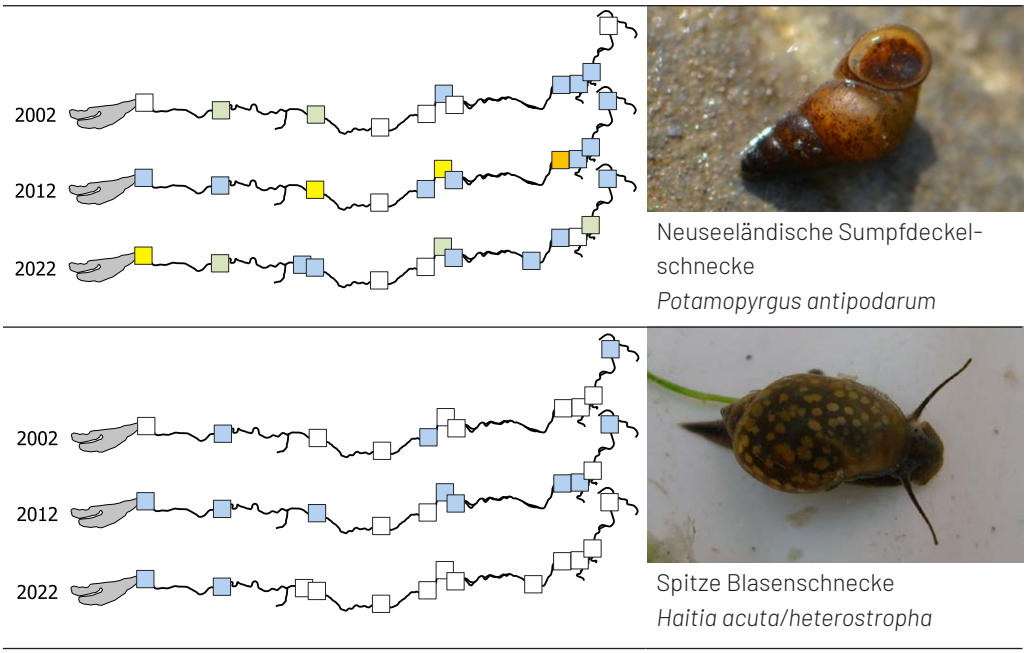
Fluss-Flohkrebs
Gammarus roeselii

Aufrechter Flohkrebs
Crangonyx pseudogracilis

Schreitender Flohkrebs
Synurella ambulans

Donauassel
Jaera istri

Donau-Schwebegarnele
Limnomysis benedeni



Neuseeländische Sumpfdeckelschnecke
Potamopyrgus antipodarum

Spitze Blasenschnecke
Haitia acuta/heterostropha

Abbildung 3-21: Verbreitung und Häufigkeitsklassen von Neozoen entlang der Aare in den Jahren 2002, 2012 und 2022.

Individuen/m²	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+

Der **Signalkrebs *(Pacifastacus leniusculus)*** wird als Grosskrebs im Rahmen von Makrozoobenthosprobenahmen selten erfasst und wurde im Rahmen des Jungfischmonitorings an fast allen Untersuchungsstellen gefunden. Da sein Vorkommen methodisch bedingt weder beim Makrozoobenthos, noch bei den Jungfischen quantitativ erfasst wird, wird auf eine Darstellung der Dichten verzichtet. Er ist stark invasiv, räuberisch und beeinflusst direkt das Makrozoobenthos, macht aber auch vor Wasserpflanzenbeständen und Jungfischen nicht halt.

Neben den bisher aufgeführten, zumindest potenziell stark invasiven Arten, kommen noch weitere, meist eher unauffällige Arten in der Aare vor.

Die aus Neuseeland stammende **Neuseeländische Sumpfdeckelschnecke *(Potamopyrgus antipodarum)*** wurde im Rahmen des Monitorings seit 2002 in geringen Anzahlen entlang der Aare gefunden. 2022 erreichte sie nur direkt unterhalb des Bielersees (Nidau-Port und Arch) höhere Dichten. Die kleine Schnecke ist schweizweit weit verbreitet, kann zwar lokal in Massen vorkommen, ist aber normalerweise ökologisch unauffällig.

Eine weitere gebietsfremde Schnecke ist die **Spitze Blasenschnecke *(Haitia acuta/heterostropha)***, deren Vorkommen in der Aare seit 2002 beobachtet wird. Zwischenzeitlich (2012) war sie fast über den ganzen Verlauf zwischen Bielersee und Hochhrein verbreitet, 2022 war sie nur noch bei Nidau-Port und Arch zu finden. In der Westschweiz ist die Spitze Blasenschnecke bereits seit dem 19. Jahrhundert bekannt und meist unauffällig.

Auch der **Kiemenwurm *(Branchiura sowerbyi)*** ist weit verbreitet und hat sich meist gut in die heimische Biozönose eingefügt. In der Aare fehlte er bisher und wurde 2022 vereinzelt bei Wangen gefunden.

Im Jahr 2022 neu in der Aare gefunden wurde der Polychaet («Wurm»/Mehrborster) ***Hypania invalida***. Diese Art stammt aus der Pontokaspis und wurde mit einem Einzeltier bei Nidau gefunden. Da er normalerweise in See vorkommt, wird ein Vorkommen im knapp flussaufwärts liegenden Bielersee vermutet aus diesem er verdriftet wurde.

Der parasitische Fischegel ***Caspiobdella fadejewi*** ist für die Aare seit 2012 bekannt, kommt aber sehr selten vor. Im Rahmen des Monitorings wurde jeweils ein Einzeltier 2012 bei Stilli und 2022 in Villnachern gefunden.

Drei weiter Arten mittels eDNA ermittelt

Im Rahmen der eDNA-Analytik wurden drei weitere Arten mit jeweils sehr geringem Signal ermittelt: Die Schnecken ***Gyraulus parvus*** und ***Ferrissia californica*** und die Qualle ***Craspedacustra sowerbii***. Bei allen drei Arten wird vermutet, dass sie sich in geringen Dichten ökologisch unauffällig verhalten.

Schlussfolgerungen

Auch wenn die Gesamtartenzahl an gebietsfremden Arten grob gleichgeblieben ist, so haben der Anteil an der Gesamtbesiedlung und die ökologische Bedeutung stark zugenommen (Abb. 3.17; S. 25). Noch 2002 waren Neozoen in nennenswerten Zahlen nur durch die Dreikantmuschel (*D. polymorpha*) in der Nähe des Seeabflusses vertreten. Bis 2012 kamen zahlreiche weitere, teilweise auch invasive Arten hinzu. Dies waren vor allem weitere Mollusken (*C. fluminea*; *P. antipodarum*) und Amphipoden (*D. villosus*; *G. roeselii*). Bis 2022 ersetzte die zwischenzeitlich in den Bielersee eingeschleppte Quagga-Muschel weitestehend die Dreikantmuschel und bildet auch weiter flussabwärts merkliche Dichten aus. Sehr deutlich ist die Zunahme des stark invasiven und räuberischen Grossen Höckerflohkrebses (*D. villosus*) seit 2012. Damals war er zwar an fast allen Probestellen vorhanden, die geringen Dichten reichten aber vermutlich noch nicht aus, die Gesamtökologie zu beeinflussen. Mittlerweile dürfte sein Vorkommen für einen Teil des Rückgangs vor allem der Wasserinsekten in der Aare verantwortlich sein. Die aktuell noch frisch eingeschleppten weiteren Amphipoden könnten sich zukünftig ähnlich ausbreiten. Aufgrund der steigenden Anzahl gebietsfremder Amphipoden mit jeweils leicht unterschiedlichen Umweltanforderungen sinkt die Möglichkeit heimischer Arten, den Invasoren auszuweichen.

3.6 Libellen

Im Rahmen des zusätzlichen Libellenmonitorings wurden insgesamt 18 Arten beobachtet (Tab. 3-2). Davon wurden sieben als Exuvien gefunden. Bei diesen Arten hat die gesamte Reproduktion erfolgreich stattgefunden, dies bedeutet Eiablage, Larvalentwicklung und Schlupf: Gebänderte Prachtlibelle *(Calopteryx splendens)*, Blauflügel-Prachtlibelle *(Calopteryx virgo)*, Gelbe Keiljungfer *(Gomphus similimus)*, Gemeine Keiljungfer *(Gomphus vulgatissimus)*, Kleine Zangenlibelle *(Onychogomphus forcipatus)*, Grüne Flussjungfer *(Ophiogomphus cecilia)* und Blaue Federlibelle *(Platycnemis pennipes)*. Drei weitere Arten konnte bei der Eiablage in die Aare beobachtet werden: Grosse Königslibelle (Anax imperator) in Villnachern, Kleines Granatauge *(Erythromma viridulum)* und Pokaljunger *(Erythromma lindenii)* in Arch.

Sehr erfreulich sind die Funde der «vom Aussterben bedrohten» Gelben Keiljungfer *(Gomphus simillimus)*, wenn auch nur als Einzeltier in Arch. Sie kommt in der Schweiz eigentlich nur in Hochrhein, Limmat und Reuss vor. Eine weitere Ausbreitung entlang der Aare wäre zu begrüssen.

Ebenfalls auf der Roten Liste vertreten sind die Grüne Flussjungfer *(Ophiogomphus cecilia)* («verletzlich») in Stilli und Felsenau und das Kleine Granatauge («potenziell gefährdet») in Arch (Tab. 3-1, 3-2). Die Vorkommen der Grünen Flussjungfer stehen vermutlich mit den zahlreichen Funden in der naheliegenden Reuss in Verbindung [Hesselschwerdt 2022], in der Aare wurde sie bisher flussaufwärts dem Zufluss der Reuss nicht gefunden.

Am weitesten verbreitet waren Gebänderte Prachtlibellen, die an fast allen Transekten vorkamen. An zahlreichen Standorten gelang auch der Reproduktionsnachweis über Exuvien und beobachteter Eiablage. In Olten und Rupperswil-Auenstein kam auch die seltenere Schwesterart Blauflügel-Prachtlibelle vor. Die häufigste Grosslibelle war die Kleine Zangenlibelle, deren Bestände sich mittlerweile schweizweit so weit erholt haben, dass ihr ehemaliger Schutzstatus «stark gefährdet» aufgehoben werden konnte.

Die für einen entsprechend beeinträchtigen Fluss hohe Artenzahl kommt zu einem guten Teil durch die Funde in Arch zustande. Im weitläufigen, makrophytenreichen Flachwasserbereich am rechten Ufer wurden hunderte Libellen mehrere Arten bei der Paarung und Eiablage beobachtet. Entsprechend beruhigte Bereiche sind an der Aare zwar selten, würden an grossen Flüssen des Mittellandes natürlicherweise allerdings häufig vorkommen.

Tabelle 3-2 (nächste Seite): In der Aare und unmittelbarer Umgebung nachgewiesene Libellenarten.

RE: regional deausgestorben
CR: vom Aussterben bedroht
EN: stark gefährdet
VU: verletzlich
NT: potenziell gefährdet

▮: Nur beobachtet ohne Reproduktionsnachweis (Exuvien oder Eiablage).

E: Exuvien; B: adulte Beobachtung; M: Larven MZB.

Häufigkeiten: Exuvien und MZB Individuenzahl; Beobachtungen Häufigkeitsklassen: I=Einzeltier, II=2-5; III=6-10; IV=11-20; V=21-50; VI=>50.

[1]) bei Eiablage in Aare

[2]) Weiher direkt neben Aare bei Brugg

Art	Status Rote Liste CH	POR			ARC			FLU			WAN			WYN			AAB			OLT			WIZ			R-A			VIL			BRU			STI			FEL		
		E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M	E	B	M
Anax imperator Grosse Königslibelle	LC																								I					II[1]										
Calopteryx splendens Gebänderte Prachtlibelle	LC					II		1	II			III								3	II			II			IV		II				I		1	I		1	III	
Calopteryx virgo Blauflügel-Prachtlibelle	LC																			1	II						II													
Erythromma viridulum Kleines Granatauge	LC					VI[1]																																		
Erythromma lindenii Pokaljungfer	NT					VI[1]																																		
Gomphus simillimus Gelbe Keiljungfer	EN							1																																
Gomphus vulgatissima Gemeine Keiljungfer	LC																																		1			I		
Onychogomphus f. forcipatus Kleine Zangenlibelle	LC														I									II		5	II		1	II	X	1			2			3		
Ophiogomphus cecilia Grüne Flussjungfer	VU																																		2			1		
Platycnemis pennipes Blaue Federlibelle	LC					V[2]						III											1				III			I										
Chalcolestes viridis Weidenjungfer	LC					I																																		
Coenagrion puella Hufeisenazurjungfer	LC																																I[2]							
Crocothemis erythrea Westliche Feuerlibelle	LC					II																																		
Enallagma cyathigerum Becherjungfer	LC		II			V			I			I												II																
Ischnura elegans Grosse Pechlibelle	LC		II			II			I			II															I						I[2]						II	
Ischnura pumillo Kleine Pechlibelle	LC																																I[2]							
Libellula depressa Plattbauch	LC																										I			I										
Orthetrum cancellatum Grosser Blaupfeil	LC		I			II									II																		II[2]							

Abbildung 3-22:

Links: Gebänderte Prachtlibelle *(Calopteryx splendens)* in Olten.

Rechts: Blauflügel-Prachtlibelle *(Calopteryx virgo)* in Rupperswil-Auenstein.

Abbildung 3-23:

Links: Kleine Zangenlibelle *(Onychogomphus forcipatus)* im Villnacher Schachen.

Rechts: Grosse Königslibelle bei der Eiablage unter Wasser *(Anax imperator)* im Villnacher Schachen.

Abbildung 3-24:

Links: Blaue Federlibelle mit frisch gelegten Eiern *(Platycnemis pennipes)* im Villnacher Schachen.

Rechts: Weidenjungfer *(Chalcolestes viridis)* in Arch.

Abbildung 3-25:

Links: Paarungsrad der Becherjungfer *(Enallagma cyathigerum)* in Arch.

Rechts: Kleines Granatauge *(Erythromma viridulum)* in Arch.

Abbildung 3-26:

Links: Grosser Blaupfeil *(Orthetrum cancellatum)* in Arch.

Rechts: Plattbauch *(Libellula depressa)* am Villnacher Schachen.

4 Ergebnisse und Beurteilung Jungfische

4.1 Vorkommen und Artenzusammensetzung

Methodische Einschränkungen aufgrund der Gewässergrösse

Aufgrund der Grösse der Aare würden umfassende Bestandserhebungen einen sehr hohen Aufwand benötigen oder wäre teilweise gar nicht möglich. Das durchgeführte Jungfischmonitoring ermöglicht mit geringem Aufwand eine Aussage über die meisten vorkommenden Fischarten und ob eine Reproduktion stattfindet (siehe auch Kapitel 2.6). Aussagen zur Dichte adulter Fische sind allerdings nicht möglich. Einzelne seltene Arten konnten zusätzlich mittels eDNA nachgewiesen werden (Tab. 4-1).

Fünf gebietsfremde Fischarten in der Aare festgestellt, zwei etabliert

Während der Untersuchungskampagne 2022 in der Aare wurden insgesamt 17'143 Individuen aus 23 Fisch-, zwei Krebs- und einer Bachneunaugenart nachgewiesen (Abb. 4-1). Dies entspricht knapp über der Hälfte des historisch und aktuell bekannten Artenspektrums (Tab. 4-1). Die 23 gefundenen Fischarten setzen sich aus 18 heimischen und fünf gebietsfremden Arten zusammen. Giebel und Kaulbarsch waren in der Aare Einzelfunde und entstammen vermutlich dem benachbarten Hochrhein und möglicherweise der Limmat. Der Sonnenbarsch wurde an knapp der Hälfte der Untersuchungstransekte gefunden und gilt als sicher etabliert. Der italienische Steinbeisser hat in der Aare seit 2012 noch deutlich zugenommen und erreichte teilweise sehr hohe Dichten (Rupperswil-Auenstein). Diese Art ist in der Ostschweiz mittlerweile weit verbreitet und hat vermutlich die Lebensräume des früher heimischen Steinbeissers übernommen. Der Stichling konnte dank der parallel durchgeführten eDNA-Untersuchung zwar der für die Schweiz typischen Art (*Gasterosterus gymnurus*) zugeordnet werden, historisch dürfte er im Hochrhein nie bis zur Aaremündung vorgekommen sein. Daher wird er hier als gebietsfremd geführt. Nach genetischen Analysen von Belegexemplaren der Elritze in Museen könnte die in der Schweiz vorkommende Elritze eventuell einer anderen Art zugehörig sein [BAFU 2022]. Bis zur Klärung wird die bisherige Taxonomie weitergeführt.

Taxonomie Elritze schweizweit aktuell in Abklärung

Die Fischdichten variieren stark im Längsverlauf vom Bielersee bis zum Hochrhein, von 74,6 Ind./100 m in Olten bis 2120 Ind./100 m in Rupperswil/Auenstein. Sehr hohe Jungfischdichten werden oft durch das Auffinden einzelner Fischschwärme verursacht, deren Fang

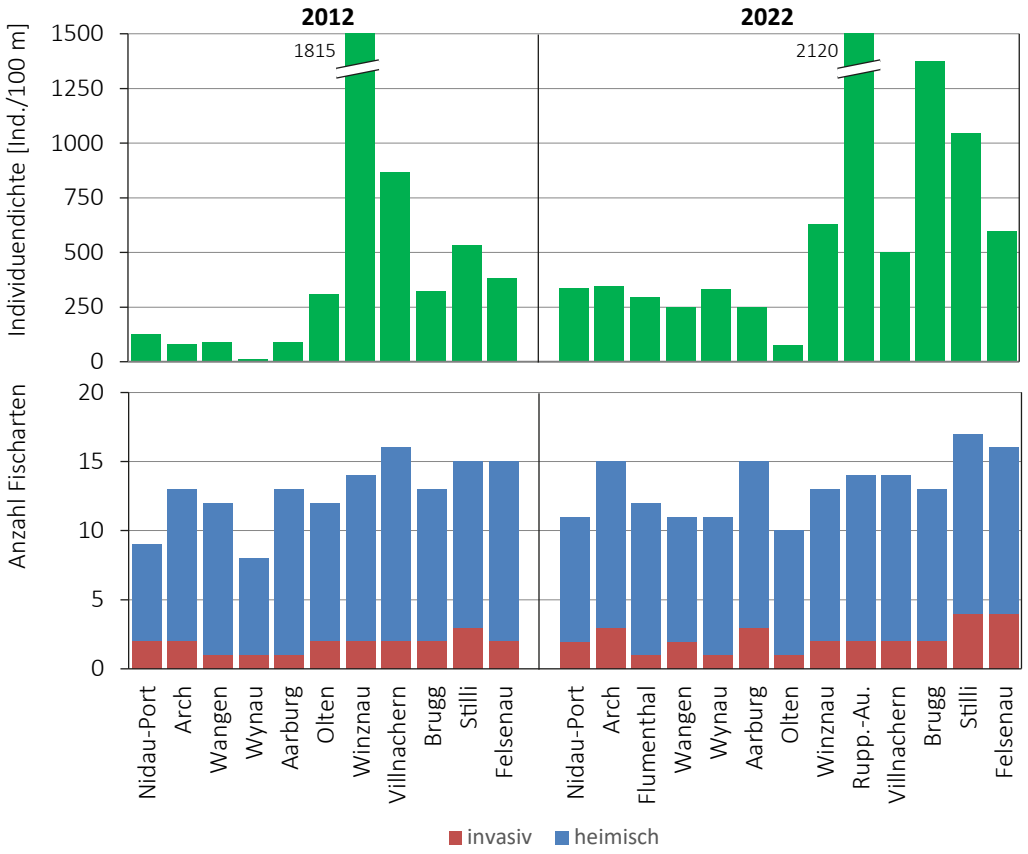


Abbildung 4-1:
Oben: Individuendichten von Jungfischen im Längsverlauf der Aare 2012 (links) und 2022 (rechts).

Unten: Artenzahlen unterschieden zwischen heimischen und gebietsfremden Arten von Jungfischen im Längsverlauf der Aare 2012 (links) und 2022 (rechts).

Häufigkeitsklassen
kein Nachweis
>0–5 Ind./100 m
>5–25 Ind./100 m
>25–200 Ind./100 m
>200–1000 Ind./100 m
>1000 Ind./100 m

Art		Jungfischuntersuchung 2022														eDNA Frühjahr 2022	weitere Quellen			
		Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupp.-Auenstein	Villnachern	Brugg	Stilli	Felsenau	Anteil am Fang [%]		Sonderuntersuch. 2011/2012	Hauptkampagne 2012	Zaugg et al. 2003 ergänzend	Basler & Hoffmann 2011 erg.
Bachneunauge	*Lempetra planeri*								1	1		0,4	14	2						
Aal	*Anguilla anguilla*																			
Alet	*Squalius cephalus*	23	105	346	108	682	285	138	213	1324	722	2193	889	258	*42,5*					
Äsche	*Thymallus thymallus*																			
Bachforelle	*Salmo trutta*					1	1		4											
Bachsaibling	*Salvelinus fontinalis*																			
Barbe	*Barbus barbus*			7	1	238	103	6	279	924	65	383	73	98	*12,7*					
Bitterling	*Rhodeus amarus*		5																	
Blicke	*Blicca bjoerkna*																			
Brachse	*Abramis brama*																			
Elritze	*Phoxinus phoxinus**			36	46	21	383	1	713	405	332	109	8	1	*12,0*					
Felchen	*Coregonus sp.*																			
Flussbarsch	*Perca fluviatilis*	99	7	2	4	2	8	2	1	9	13	2	1	12	*0,9*					
Giebel	*Carassius (auratus) gibelio*													1	*0,01*					
Graskarpfen	*Ctenopharyngodon idella*																			
Groppe	*Cottus gobio*	17	17	1	4	10	46	3	144	77	38	30	3		*2,3*					
Gründling	*Gobio gobio*	1	353	4	14	115	1		3	45	21	31	85	3	*3,9*					
Hasel	*Leuciscus leuciscus*	5	48	1		1	2	12				5			*0,4*					
Hecht	*Esox lucius*		8										1		*0,05*					
Karausche	*Carassius carassius*																			
Karpfen	*Cyprinus carpio*										5				*0,03*					
Katzenwels	*Ameinus spp.*																			
Kaulbarsch	*Gymnocephalus cernua*												1		*0,01*					
Laube	*Alburnus alburnus*	11													*0,1*					
Moderlieschen	*Leucaspius delineatus*																			
Nase	*Chondrostoma nasus*																			
Regenbogenforelle	*Oncorhynchus mykiss*																			
Rotauge	*Rutilus rutilus*	13	9	4		37	23	1	12	100	12	248	3	3	*2,7*					
Rotfeder	*Scardinius erythrophtalmus*	4	4					1							*0,1*					
Schleie	*Tinca tinca*	312	9	3	2					1	1		24		*2,1*					
Schmerle	*Barbatula barbatula*		8	4	1	1	31		255	402	54	214	23	150	*6,7*					
Schneider	*Alburnoides bipunctatus*						17		109	58	23	96	35	29	*2,1*					
Seeforelle	*Salmo trutta*																			
Seesaibling	*Salvelinus alpinus*																			
Sonnenbarsch	*Lepomis gibbosus*		3				3	7					18	33	*0,4*					
Steinbeisser	*Cobitis bilineata*	2	1		1	6	19		12	572	39	179	113	62	*5,9*					
Stichling	*Gasterosterus gymnurus*	25	270	87	127		7		5	61	11	45	12	10	*3,8*					
Strömer	*Telestes souffia*																			
Trüsche	*Lota lota*																			
Wels	*Silurus glanis*		6	3	1		1	8		8	1		9	9	*0,3*					
Zander	*Sander lucioperca*																			
Edelkrebs	*Astacus astacus*																			
Kamberkrebs	*Faxonius (Orconectes) limosus*	8													*0,05*					
Signalkrebs	*Pacifastacus leniusculus*		20	2	6	0,3	3	0,4	20	21	7	3	2	3	*0,5*					

Tabelle 4-1: Festgestellte Vorkommen und Individuendichten von Fischen/Rundmäulern und Grosskrebsen in der Aare während der Untersuchungskampagne 2022 und Vergleich zu anderen Erhebungen.

rot: gebietsfremde Arten

*) Taxonomie aktuell im Umbruch.

teilweise durch den Zufall bedingt ist. Während der Kampagne 2022 waren die Jungfische meist verteilt vorzufinden. Dies betrifft z.B. teilweise den Alet oder das Rotauge. Die teilweise ebenfalls häufigen Schmerlen, Steinbeisser und meist auch Barben wurden dagegen meist verteilt gefunden.

Insgesamt waren die Fischdichten 2022 im Oberlauf von Nidau-Port bis Olten niedrig, während sie flussabwärts bis zur Mündung um ein Mehrfaches höher war (Abb. 4-1). Die geringen Dichten in Olten sind vor allem dem strukturarmen Steilufer geschuldet, hier finden sich wenig Versteckmöglichkeiten für Fische und die Befischung ist schwieriger.

Ein ähnliches Muster war auch 2012 zu erkennen, wobei die minimale Dichte mit 9,7 Ind./100 m in Wynau noch deutlich niedriger lag. Insgesamt wurden im Oberlauf 2022 erheblich mehr Fische gefunden als noch 2012, ab Winznau waren die Ergebnisse relativ ähnlich. Bei hohen Jungfischdichten sind gewisse Schwankungen normal, da das Ergebnis auch stark vom Auffinden einzelner Schwärme abhängt.

Ein über den gesamten Verlauf der Aare sehr viel gleichmässigeres Bild ergibt sich bei Betrachtung der gefundenen Artenzahlen (Abb. 4-2). Von den 23 insgesamt gefundenen Fischarten wurden jeweils zwischen 11 und 17 innerhalb der einzelnen Transekte gefunden. Wie auch bei den Fischdichten kam es seit 2012 zu einer Zunahme der Artenzahlen an den Untersuchungsstellen.

Ein Anstieg der relativen Häufigkeiten gab es bei Alet, Barbe, Bachneunauge, Gründling, Rotauge, Schleie, Steinbeisser und Stichling. Die Zunahme von Barben kann aktuell schweizweit beobachtet werden. Gegenüber 2012 fehlten bei der letzten Untersuchung Aal, Edelkrebs, Trüsche, Nase und Seeforelle. Dafür kamen Signalkrebs, Sonnenbarsch, Giebel, Rotfeder, Karpfen und Wels hinzu. Der in Felsenau gefangene Giebel dürfte aus dem Hochrhein in die Aare geschwommen sein, dort ist die Art bereits 2017/2018 nachgewiesen.

Ergänzende Erkenntnisee durch eDNA-Analytik

Die Ergebnisse der parallel zum Makrozoobenthos untersuchten eDNA-Proben sind eine wertvolle Ergänzung der durchgeführten Jungfischuntersuchung [SIMPLEXDNA 2023]. So konnten einige weitere für die Aare bekannte Arten nachgewiesen werden (Tab. 4-1; Kapitel 2.6). Erfreulich dabei sind die Nachweise für Äsche und Nase, wobei zu beachten ist, dass die eDNA-Proben gemeinsam mit dem Makrozoobenthos noch vor dem Hitzesommer 2022 entnommen wurden. Es ist wahrscheinlich, dass vor allem die Äsche unter der Hitze bis zur im Oktober durchgeführten Jungfischuntersuchung stark gelitten hatte. Speziell bei der Äsche ist fraglich, ob sie die Belastungen durch Klimaerwärmung und mangelnde Laichmöglichkeiten in der Aare auf Dauer überlebt.

4.2 Rote Liste-Arten

Von den insgesamt 23 Fischarten und einer Rundmäulerart werden sieben mit einem Gefährdungsstatus höher als «nicht gefährdet» geführt (Tab. 4-2) [BAFU 2022]. Zwei Arten, Bitterling und Bachneunauge, sind «stark gefährdet», der Schneider «verletzlich» und der Rest «potenziell gefährdet». Erfreulich ist die leichte Zunahme an Funden des Bachneunauges, vor allem von Winznau flussabwärts. Die wärmeempfindliche Bachforelle hat gegenüber 2012 nochmals abgenommen und konnte nach dem Hitzesommer 2022 nur noch vereinzelt und ausserhalb der Restwasserstrecken gefunden werden. Der Bitterling benötigt ruhiges Wasser und zur Fortpflanzung Grossmuscheln, in die er seine Eier ablegt und

Tab. 4-2: Rote Liste-Status Vorkommen und Häufigkeitsklassen von Jungfischen und Rundmäulern in der Aare 2022.

EX: ausgestorben
CR: vom Aussterben bedroht
EN: stark gefährdet
VU: verletzlich
NT: potenziell gefährdet

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

Art		Status	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupp.-Au.	Villnachern	Brugg	Stili	Felsenau
Bachforelle	*Salmo trutta* (f. fario)	NT					I	I	I						
Bachneunauge	*Lampetra planeri*	EN								I	I		I	II	I
Barbe	*Barbus barbus*	NT			I	I	III	III	I	III	IV	II	III	III	III
Bitterling	*Rhodeus amarus*	EN		I											
Karpfen	*Cyprinus carpio*	NT										I			
Schmerle	*Barbatula barbatula*	NT		I	I	I	I	II		III	IV	II	III	II	III
Schneider	*Alburnoides bipunctatus*	VU						I		III	III	II	III	III	III

die im Schutz der Muscheln heranreifen. In der Aare fehlen Grossmuscheln weitestgehend, so konnte der Bitterling nur ganz vereinzelt in Arch gefunden werden. Daher müssten in Arch auf den breiten, kaum überströmten Flächen mit Feinsediment Grossmuscheln vorkommen.

4.3 Verbreitung Fischarten

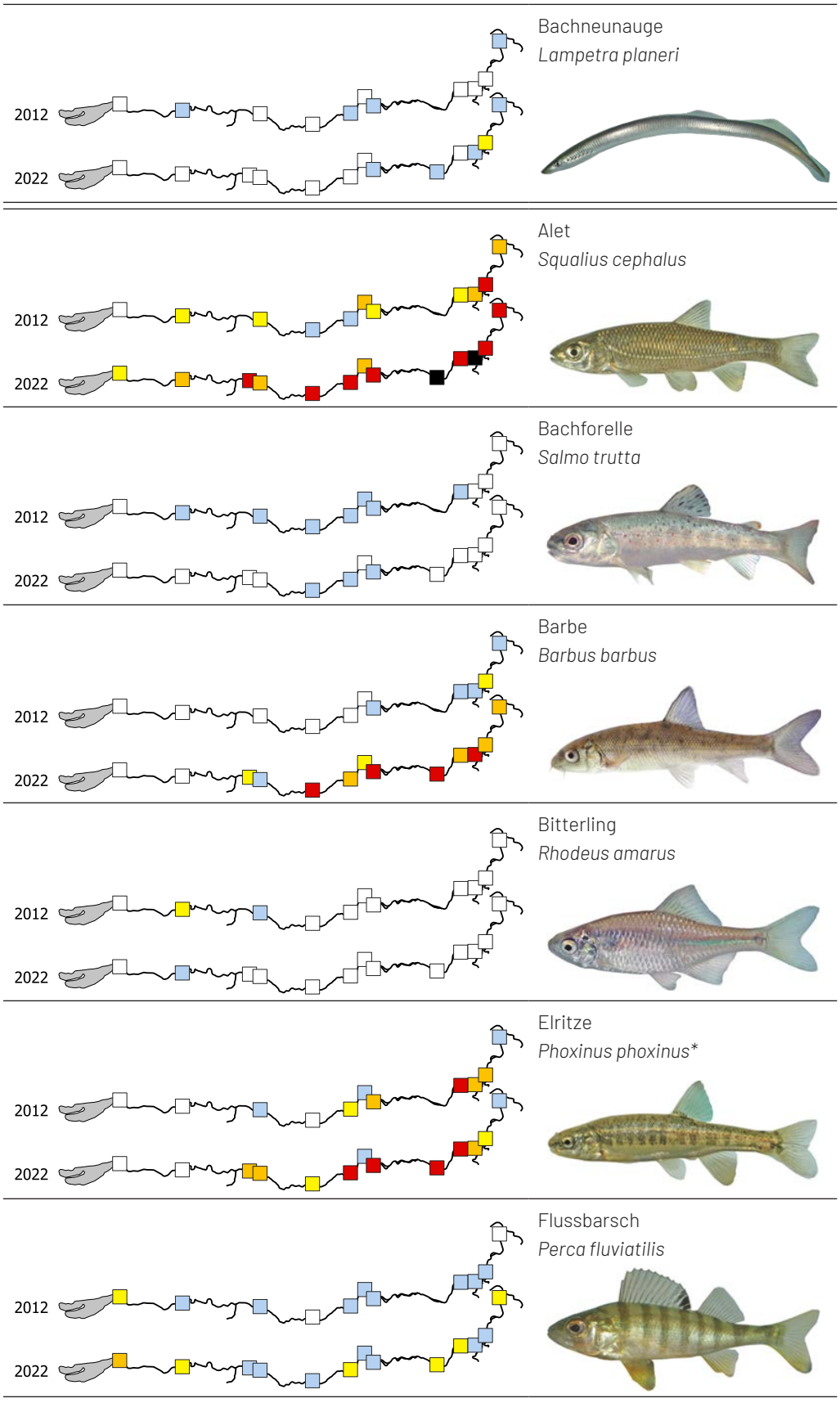


Abbildung 4-2:
Verbreitung und Häufigkeitsklassen von Fischen entlang der Aare während der Jungfischuntersuchungen in den Jahren 2012 und 2022.

*) Taxonomie aktuell im Umbruch.

Häufigkeitsklassen
- kein Nachweis
- >0–5 Ind./100 m
- >5–25 Ind./100 m
- >25–200 Ind./100 m
- >200–1000 Ind./100 m
- >1000 Ind./100 m

Abbildung 4-3:
Verbreitung und Häufigkeitsklassen von Fischen entlang der Aare während der Jungfischuntersuchungen in den Jahren 2012 und 2022.

rot: gebietsfremde Arten

Häufigkeitsklassen
- kein Nachweis
- >0–5 Ind./100 m
- >5–25 Ind./100 m
- >25–200 Ind./100 m
- >200–1000 Ind./100 m
- >1000 Ind./100 m

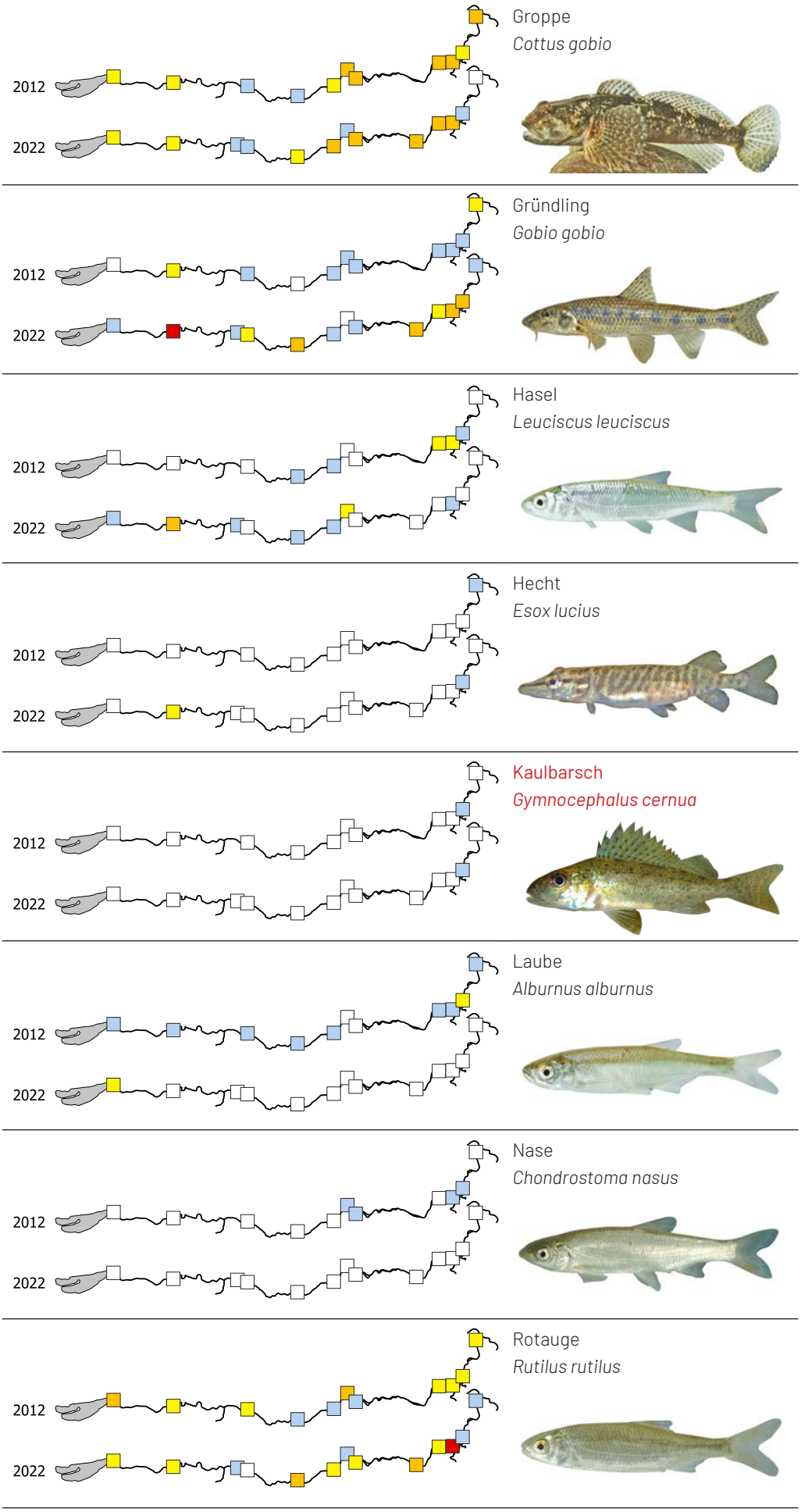
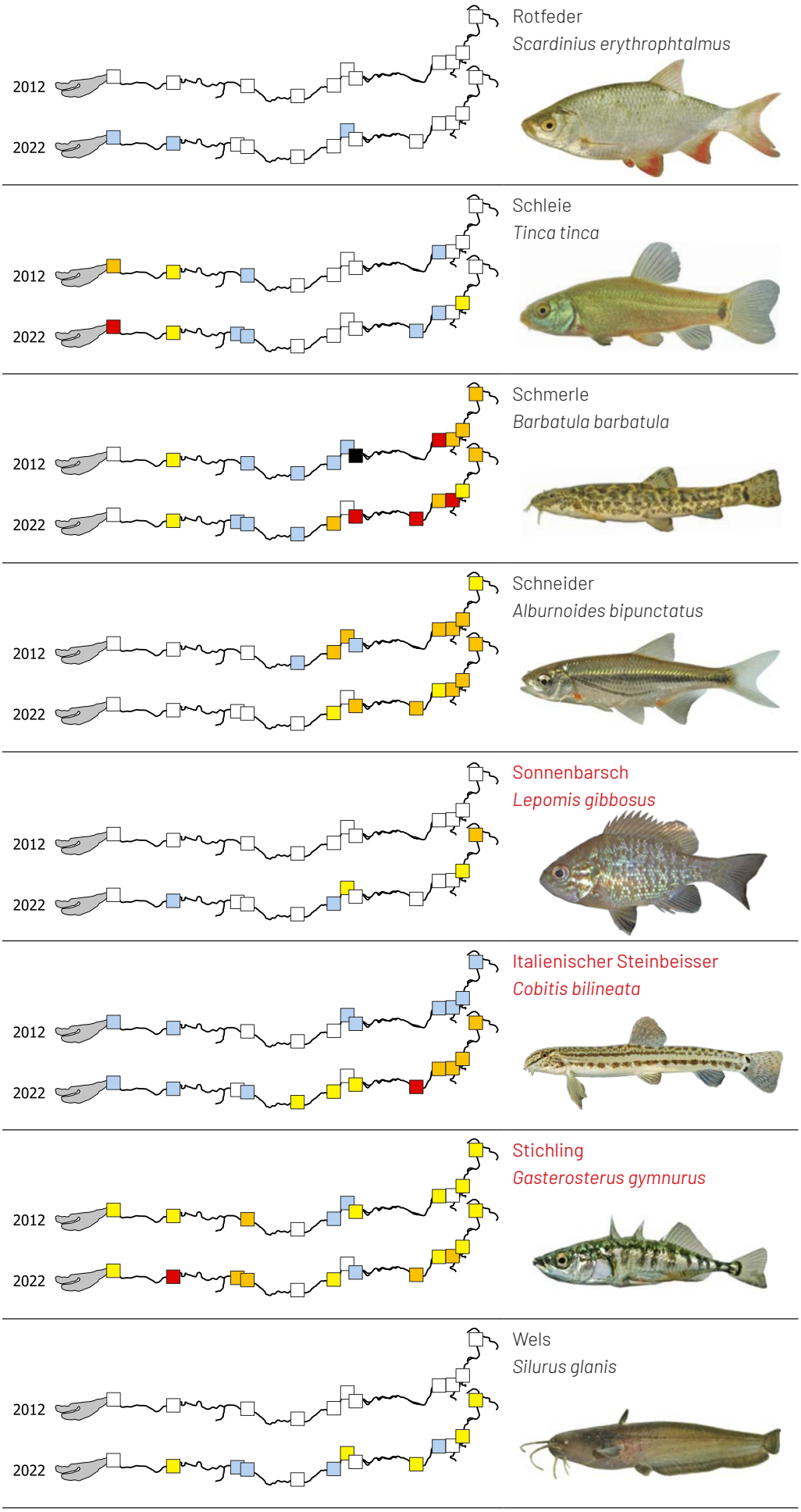


Abbildung 4-4:
Verbreitung und Häufigkeitsklassen von Fischen entlang der Aare während der Jungfischuntersuchungen in den Jahren 2012 und 2022.

Häufigkeitsklassen
- kein Nachweis
- >0–5 Ind./100 m
- >5–25 Ind./100 m
- >25–200 Ind./100 m
- >200–1000 Ind./100 m
- >1000 Ind./100 m



Der **Alet *(Squalius cephalus)*** ist die mit Abstand häufigste Fischart der Aare und nur in Nidau-Port selten. In Rupperswil Auenstein erreicht er mit 704 Individuen pro 100 m befischter Strecke die insgesamt höchste Dichte der Untersuchungskampagne und kommt im Unterlauf insgesamt häufiger vor als im Oberlauf.

Bachforellen *(Salmo trutta)* waren insgesamt selten, konnten nur an fünf Stellen nachgewiesen werden. Ein Teil der gefangenen Fische stammt zudem vermutlich aus Besatz. Die kälteliebenden Forellen dürften, wie auch die 2022 nicht mehr gefundene **Äsche *(Thymallus thymallus)***, stark unter dem Hitzesommer 2022 gelitten haben. Ob die Art mit der Klimaerwärmung dauerhaft überlebt ist fraglich.

Die Dichte an **Bachneunaugen *(Lampetra planeri)*** hat gegenüber 2012 leicht zugenommen, sie wurden an vier Stellen gefunden. Die Bestände sind vermutlich höher, da diese Art mit Elektrofischen nur erschwert nachgewiesen wird.

Wie in vielen anderen Flüssen der Schweiz haben **Barben *(Barbus barbus)*** auch in der Aare zugenommen, sie konnten sich auch weiter flussaufwärts ausbreiten: 2022 kamen sie von Flumenthal flussabwärts vor.

Der zur Reproduktion auf das Vorkommen von Grossmuscheln angewewiesene **Bitterling *(Rhodeus amarus)*** wurde nur in Arch gefangen, 2012 kam er zusätzlich noch in Wangen vor.

Die **Elritze *(Phoxinus phoxinus)*** wurde wie die Barbe von Flumenthal flussabwärts an jeder Probestelle nachgewiesen und erreichte die höchsten Dichten in den Restwasserstrecken Winznau, Rupperswil Auenstein und Villnachern.

Der **Flussbarsch *(Perca fluviatilis)*** ist zusammen mit dem Alet die einzige Art, die an allen Stellen nachgewiesen wurde. Meist jedoch nur spärlich bis selten, nur in Nidau-Port kam er in grösserer Zahl vor. Die Dichten haben gegenüber 2012 trotzdem noch leicht zugenommen.

Ein als gebietsfremd geführter **Giebel *(Carassius gibelio)*** wurde in Felsenau gefangen, welcher wahrscheinlich aus dem Hochrhein eingewandert ist.

Die **Groppe *(Cottus gobio)*** wurde überall ausser in Felsenau gefangen. Die Dichten sind allgemein gesehen eher gering und nur in den Restwasserstrecken in Winznau und Rupperswil Auenstein etwas höher.

Gründlinge *(Gobio gobio)* sind in der Aare sehr weit verbreitet und fehlten nur in Wangen. Gegenüber 2012 konnte er noch zunehmen. Seine reproduktionsbedingte Abhängigkeit von sandigem Boden lässt Rückschlüsse auf geeignete Substrate in Arch, Wynau und Stilli zu. Die gerade für Wynau und Stilli eher ungewöhnlich hohen, durch die Hochwasser der Vorjahre verursachten Sandablagerungen dürften hier förderlich gewirkt haben.

Der **Hasel *(Leuciscus leuciscus)*** kam insgesamt selten vor, er wurde an sechs Untersuchungsstellen nachgewiesen. Gegenüber 2012 hat sich der Schwerpunkt auf weiter flussaufwärts verschoben.

Hechte *(Esox lucius)* wurden nur in Arch sowie in Stilli und in wenigen Individuen gefangen.

Der für die Aare gebietsfremde **Kaulbarsch *(Gymnocephalus cernua)*** wurde als Einzelnachweis bei Stilli erfasst, wie bereits 2012. Die Einzeltiere stammen vermutich jeweils aus Reuss oder Limmat, die Art hat sich in der Aare nicht weiter ausgebreitet.

Die **Nase *(Chondrostoma nasus)*** konnte in der Aare 2022 mittels Elektrofischerei nicht mehr nachgewiesen werden, 2012 wurde sie in sehr geringer Dichte noch an vier Stellen im Unterlauf der Aare gefunden. Die eDNA-Analysen vom Frühjahr 2022 zeigen allerdings noch ein schwaches Signal für Nasen und damit geringe Restbestände an. Die Art ist über die Schweiz hinaus im Rückggang und zunehmend vom Aussterben bedroht. Dies trifft sicher auch auf die Aare zu.

Das **Rotauge *(Rutilus rutilus)*** ist in der Aare sehr weit verbreitet und konnte nur in Wangen nicht nachgewiesen werden. Die Stillwasserart hat sich gegenüber 2012 noch weiter ausgebreitet.

Rotfedern ***(Scardinius erythrophtalmus)*** wurden nur in Nidau-Port, Arch und Olten nachgewiesen und kamen dort auch nur selten vor. 2012 gelangen noch keine Nachweise.

Die **Schleie** ***(Tinca tinca)*** ist an der Aare weitläufig in geringen Dichten verbreitet und erreicht nur in Nidau-Port durch den angrenzenden Bielersee hohe Dichten. Auffällig ist, dass keine Streckenpräferenz von strömungsberuhigten Bereichen vorhanden zu sein scheint.

Schmerlen ***(Barbatula barbatula)*** nehmen im Flusslauf immer weiter zu, in einzelnen Transekten (vor allem Restwasserstrecken) sind sie sehr häufig.

Die Verbreitung der **Schneider** ***(Alburnoides bipunctatus)*** beschränkt sich auf sieben Stellen von Aarburg flussabwärts. Er benötigt Kies zur Fortpflanzung.

Der aus Nordamerika vor allem durch Aquarienhaltung eingesschleppte **Sonnenbarsch** ***(Lepomis gibbosus)*** wurde 2012 nur im Rahmen der damaligen Zusatzkampagnen nachgewiesen, 2022 bereits an fünf Stellen während der Hauptkampagne. Er dürfte sich deutlich weiter verbreitet haben.

Der **Italienische Steinbeisser** ***(Cobitis bilineata)*** war bereits 2012 weit in der Aare verbreitet, allerdings noch in geringen Dichten. Bis 2022 wurde er vor allem in einzelnen Restwasserstrecken in hohen Dichten gefangen, maximal mit 304 Ind./ 100 m bei Rupperswil-Auenstein.

Stichlinge ***(Gasterosterus gymnurus)*** wurden an 11 der 13 Stellen gefangen. Ausserhalb der variierenden Dichten fallen die vergleichsweise hohen Dichten in Arch, Flumenthal und Wangen auf. Grund hierfür könnten die strömungsberuhigten Verhältnisse sein, die in Arch wegen der Lage der Probestelle in einer Innenkurve und in Flumenthal und Wangen auf Grund der Staubeeinflussung vorherrschen.

Der **Wels** ***(Silurus glanis)*** hat sich in der Aare im kompletten Verlauf ausgebreitet, auch wenn er zu grossen Teilen noch eine zahlenmässig untergeordnete Rolle spielte. 2012 wurde noch nicht nachgewiesen.

4.4 Ökologische Gilden

Fische, die bestimmte Lebensraumansprüche teilen, können in Gilden, oder auch funktionelle Gruppen, zusammengefasst werden. Die Zurodnung der Fischfauna nach solchen Gruppen, z.B. der Fischregion, kann auf Unterschiede im Lebensraumangebot oder den physikalische Eigenschaften der Umgebung hinweisen. Verschiedene Arten sind bezüglich dieser Umgebungsfaktoren unterschiedlich tolerant, sie können deshalb verschiedenen Ausprägungen einer funktionellen Gruppe anteilig zugeordnet werden. Für Fische wird meist ein vereinfachtes System angewandt, das jeder Art nur eine Ausprägung zuordnet. Für die vorliegende Auswertung wurde die Zuordnung genutzt, die der Funktionskontrolle für Revitalisierungen des BAFU zugrundeliegt [BAFU 2021b].

Fischregion

Ein Fliessgewässer ändert seinen Charakter laufend von der Quelle flussabwärts. Beim Start im Gebirge ist es normalerweise steil und turbulent strömend, im Längsverlauf wird es immer grösser, weniger steil und gemächlicher. Verschiedene Fischarten haben sich jeweils an die Lebensbedingungen bestimmter Flussabschnitte angepasst, die dabei jeweils dominierende Art eines Abschnitts gibt ihm ihren Namen. Der Fischregionsindex einer Probestelle wird anhand der Fangdaten und dem typischen Vorkommen der gefundenen Fischarten ermittelt [Dussling 2009].

Die Ermittlung der natürlich vorherrschenden Abfolge der Fischregionen im betrachteten Teil der Aare, vom Bielersee zum Hochrhein, ist schwierig, da er im Bielersee beginnt (gleichmässiger Abfluss, gepufferte Wassertemperatur) und im ersten Abschnitt nur ein relativ geringes Gefälle aufweist, das im Längsverlauf ab Wynau deutlich zunimmt. Zusätzlich wird die Aare regelmässig eingestaut, was zum Vorkommen von Fischarten des Flachlands führt.

Die in der Aare berechneten Werte zeigen die genannten Einflüsse deutlich (Abb. 4-5). Am Seeabfluss entspricht die Fischgesellschaft dem Metapotamal, hällt sich bis Wangen beim Epipotamal und sinkt in den freifliessenden Abschnitten teilweise bis zum Hyporhithral ab. Auffällig ist eine Zunahme des Fischregionsindex von 2012 zu 2022 an fast allen Probestellen. Die Ursache hierzu ist nicht bekannt. Ein Faktor könnte der heisse Sommer 2022 gewesen sein, der vor allem rhithrale Arten beeinträchtigt haben dürfte. Allerdings wurde derselbe Effekt beim Makrozoobenthos für das Frühjahr 2022 beobachtet (Biozönotische Region; Kapitel 3.4). Beim Makrozoobenthos wird eine Verschiebung zum potamalen Charakter seit 2002 beobachtet - möglicherweise bedingt durch die Wasserkraftnutzung. Diese Nutzung hat sich die letzten Jahrzehnte zwar kaum verändert, in den Staubereichen führt sie allerdings weiterhin zu einer Veränderung der Bedingungen (z.B. Verschlammung).

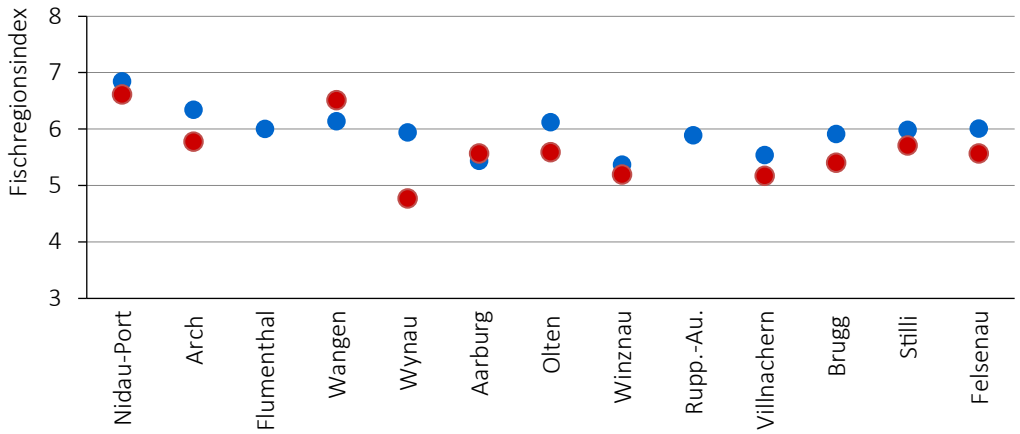


Abbildung 4-5:
Fischregionsindex entlang der Aare in den Jahren 2012 und 2022.

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

● 2022 ● 2012

Strömungstypen

Der von den einzelnen Fischarten präferierte Strömungstyp ähnelt teilweise dem Fischregionsindex: Dem Oberlauf angepasste, rhithrale Arten benötigen meist auch eine höhere Fliessgeschwindigkeit (Abb. 4-6). Entsprechend finden sich am Seeabfluss wieder einige an ruhige Gewässer angepasste Arten (limnophil/stagnophil) wie die Schleie, andere Arten wie Bitterling, Rotfeder und Sonnenbarsch fanden sich vermehrt in den staubeeinflussten Strecken Arch und Olten. Obwohl Staubereiche lokal einen starken Einfluss auf die Fischgemeinschaft ausüben, kommen in den wenigen freifliessenden Untersuchungsabschnitten noch immer viele strömungsliebende (rheophile) Fischarten vor. Der an den meisten Stellen zu beobachtende Anstieg der indifferenten Arten ist zu grossen Teilen auf die hohen Fischdichten des Alets sowie teilweise auch des Stichlings zurückzuführen. Der in den beruhigten Abschnitten von Olten flusabwärts leicht gestiegene Anteil an Stillwasserarten wird durch die Zunahmen von Sonnenbarschen und Schleien verursacht.

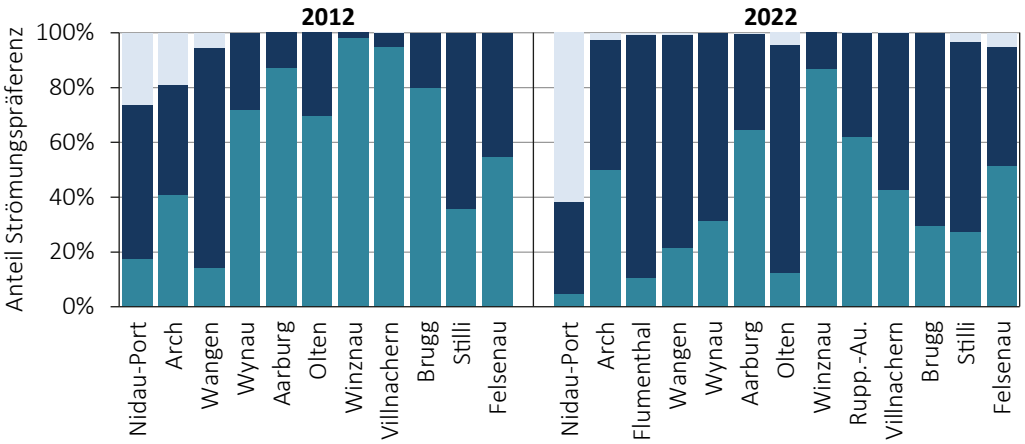


Abbildung 4-6:
Präferenz der Fische für Strömungstypen in der Aare in den Jahren 2012 und 2022.

limnophil/ stagnophil
indifferent
rheophil

Genutzte Laichhabitate

Eine der wichtigsten Anforderungen, die eine Fischart an seinen Lebensraum stellt, ist die nach geeigneten Fortpflanzungsmöglichkeiten. Lithophile Fischarten wie Alet, Bach-

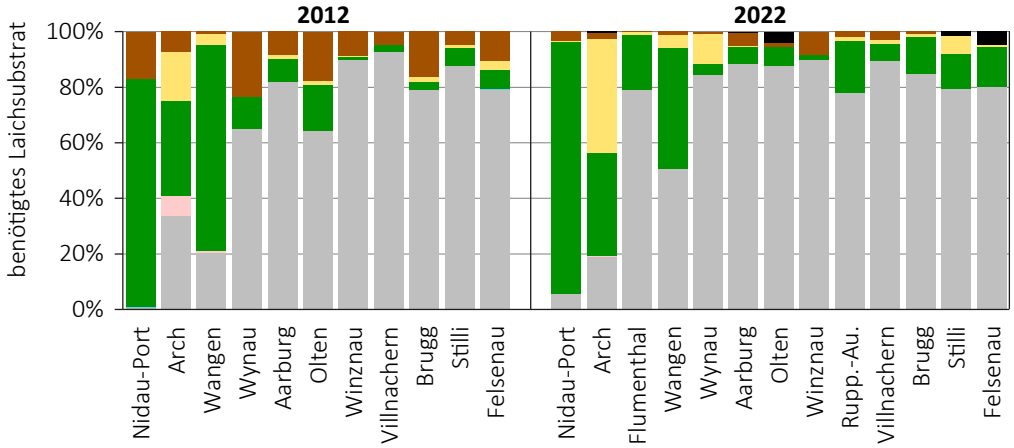


Abbildung 4-7:
Präferenz der von Fischen genutzten Laichhabitate in Aare in den Jahren 2012 und 2022.

- keine besonderen Ansprüche
- Hohlräume/Höhlen
- Sand
- Pflanzen
- Freiwasser
- Muscheln
- Steine

forellen, Barben, Elritzen oder Schmerlen sind auf Steine sowie lockeren und gut durchströmten Kies angewiesen, damit die Eier sich im Kieslückensystem entwickeln können. In den unteren Fliessgewässerzonen fühlen sich hingegen überwiegend phytophile Arten (Flussbarsch, Rotauge, Steinbeisser, Stichling usw.) wohl, die an die vorliegenden Begebenheiten angepasst sind und ihre Eier beispielsweise an Wasserpflanzen oder anderen Unterwasserstrukturen anheften. Der extrem anpassungsfähige Sonnenbarsch gilt als polyphiler Laicher und hat keine besonderen Laichanforderungen. Einige andere Arten haben dagegen ganz besondere Ansprüche an ihren Laichplatz, 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 (Alet, Barbe, Elritze) dominierten den Gesamtfang an allen Stellen ausser in Nidau Port und Arch (Abb. 4-7). Durch den Seeausfluss des Bielersees siedeln sich hier vorwiegend phytophile Fischarten wie Schleien, Flussbarsche und Stichlinge sowie der psammophile Gründling an. Grosse Dichten von Stichlingen erklären in Flumenthal und Wangen ebenfalls die relativ hohen Anteile der Pflanzenlaicher. Flussabwärts von Winznau überwiegen innerhalb der Phytophilen die Steinbeisser. Generell ist an staubeeinflussten Stellen der Anteil der phytophilen Arten höher. In Wangen, Wynau und Stilli scheint der Gründling ebenfalls geeignete Reproduktionsbedingungen vorzufinden. Die speleophilen Groppen kommen vermehrt im Mittellauf und den Restwasserstrecken sowie teilweise im Oberlauf vor, insgesamt machen sie aber mit ca. 2% nur einen kleinen Teil des Gesamtfangs aus. Der durchschnittliche Anteil der Kieslaicher ist von 2012 nach 2022 leicht von 63% auf 70% angestiegen, vor allem bedingt durch gestiegene Fischdichten von Alet und Barbe. Bei den phytophilen Arten kam der vor allem im Unterlauf häufige Steinbeisser zu den bisherigen Arten dazu. Die nachgewiesenen Bestände der höhlenlaichenden Groppen haben überall stark abgenommen, was womöglich mit einer fortschreitenden Kolmatierung der notwendigen Hohlräume unter grossen Steinen in Verbindung steht.

Ernährungstypen

Auch der Anteil an Ernährungstypen lässt Rückschlüsse auf die Fischgemeinschaft und ihren Lebensraum zu, wobei Nahrungsspezialisten bei Fischen seltener vorkommen als bei Makrozoobenthos.

Die allermeisten Fische in der Aare ernähren sich entweder von Makrozoobenthos oder sind omnivor (Allesfresser) (Abb. 4-8). Spezialisten wie Fisch-, Detritus und Pflanzenfresser kommen nur selten und an einzelnen Transekten vor. Noch 2012 dominierten Benthosfresser von Wynau flussabwärts die Aare. Dies waren vor allem Barbe, Elritze, Steinbeisser und Gründling. Deren Gesamtanteil ist 2022 an den meisten Transekten zurückgegangen, wenn auch einzelne Arten wie der Steinbeisser zugenommen hatten. Dafür haben Omnivore an den meisten Stellen zugenommen, vor allem Alet, Stichling und Rotauge. Die Fisch fressenden Arten (Hecht, Wels) kamen 2022 an neun der 13 Stellen vor, meist aber nur in

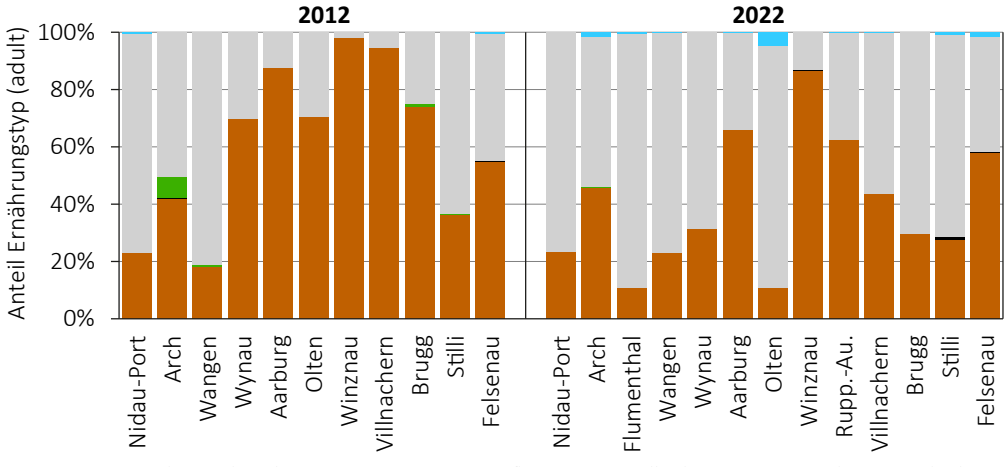


Abbildung 4-8:
Präferenz der Fische für Ernährungstypen in Aare in den Jahren 2012 und 2022.

- Plankton
- Fische
- Allesfresser
- Pflanzen
- Detritus
- Makrozoobenthos

wenigen Individuen, nur in Olten machten sie 4% des Fangs aus. Der Anstieg gegenüber 2012 (2 Transkte) wurde durch die Verbreitung von Welsen verursacht. Pflanzenfressende Bitterlinge wurden 2022 nur in Arch nachgewiesen (2012: Arch, Wangen), andere Arten der Gilde wie Nasen fehlten im Fang komplett. Durch die unterspülten Ufer in Olten machten Alet dort fast 80% des Fangs aus weswegen die Allesfresser den grössten Anteil stellen. 2012 wurden in Olten zahlreiche Schneider gefangen, die zu den Benthosfressern gehören.

5 Schlussfolgerungen

5.1 Makrozoobenthos

Starker Rückgang Artenzahl und Dichte an Makrozoobenthos

Im zeitlichen Verlauf seit 2002 fällt vor allem der starke Rückgang der Gesamtmenge des Makrozoobenthos und der Artenzahl auf. Speziell im Jahr 2022 kamen mehrere Faktoren zusammen, die dieses Ergebnis vermutlich gemeinsam verursacht haben. Eine genaue Aufteilung des Einflusses dürfte nicht möglich sein.

Invasive Neozoen gewinnen zunehmend an Bedeutung

Grosser Höckerflohkrebs hat stark zugenommen und beeinträchtigt das Makrozoobenthos

Die vermutlich grösste Bedeutung hat die Zunahme von invasiven Neozoen. Auch wenn die Anzahl gebietsfremder Arten seit 2012 kaum zugenommen hat, so ist ihr Anteil an der Gesamtdichte deutlich gestiegen. Es gibt zudem immer mehr Arten, die für ihren negativen Einfluss auf das Makrozoobenthos in Flüssen bekannt sind. Aktuell dürfte dies vor allem der räuberische Grosse Höckerflohkrebs *(Dikerogammarus villosus)* sein. Er kam zwar bereits 2012 in der Aare vor, aber noch in sehr geringen Dichten, mittlerweile dominiert er die Crustaceen und erreicht fast durchgehend Anteile zwischen 5% und 10% der Gesamtmakrozoobenthosdichte. Weitere verwandte Arten wurden erst frisch eingeschleppt, dürften aber zukünftig noch weiter an Bedeutung gewinnen und die Problematik daher verschärfen. Die Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis bugensis*) ist aktuell dabei, die Aare vom Bielersee aus zu besiedeln, dabei die bereits früher eingeschleppte Dreikantmuschel (*D. polymorpha*) zu verdrängen und dabei auch die Flusssohle mit Weichboden zu besiedeln.

Quagga-Muschel besiedelt die Aare vom Bielersee aus

Insekten insgesamt global unter Druck

Der globale Rückgang aller Insekten (terrestrisch und aquatisch) dürfte eine weitere Ursache sein, auch wenn dieser Effekt in Fliessgewässern bisher noch schwierig nachzuweisen ist. Dieser, zu guten Teilen durch Pestizide in der Landwirtschaft und Verlust der Lebensräume verursachte Trend dürfte aber mittlerweile auch in der Aare zu spüren sein.

Hochwasser im Sommer 2021 und in den Wintern 2021/2022

Ein Sonderfall für die Untersuchungskampagne 2022 war die Hydrologie von 2021/2022. Sowohl das fast den ganzen Sommer 2021 dauernde Hochwasser, als auch die für die Winter ungewöhnlichen Hochwasser in 2021 und 2022 dürften insgesamt zu einer Reduktion an Organismen geführt haben. Zu guter Letzt wurden im Frühjahr auffällige Sandablagerungen an den meisten Stellen ab Flumenthal festgestellt. Besonders umfangreich waren diese unterhalb des Zuflusses der Reuss, für die bereits im Sommer 2021 entsprechende Ablagerungen beobachtet wurden. Vermutlich wurde durch das Sommerhochwasser 2021 Feinmaterial über die Hauptzuflüsse Emme, Reuss und Limmat in die Aare eingetragen und auf der Sohle bis 2022 bereits wieder abtransportiert. Der Sand an den Ufern wäre

dann vor allem ein Hinweis auf noch grössere Mengen, die zuvor den ganzen Fluss beeinflusst hatten.

Auswirkungen Hitzesommer 2022 noch nicht erfasst - Hitzesommer mit Niedrigwasser zukünftig häufiger

Der besonders heisse Sommer 2022 hatte zwar noch keine Auswirkung auf die Untersuchung im März 2022, dürfte aber in den Folgejahren Auswirkungen haben. Insgesamt steigt durch die Klimaerwärmung die Häufigkeit von Extremwetterlagen, wodurch sich Situationen wie 2021/2022 häufiger wiederholen dürften.

Libellenfunde artenreich, Dichten aber durch wenig geeignete Flachwasserbereiche begrenzt

Die Libellenfunde entlang der Aare umfassten erfreulich viele Arten. Die Dichte einzelner, häufiger Arten wie der Gebänderten Prachtlibelle *(Calopteryx splendens)* war gut, insgesamt aber gering. Zur Fortpflanzung benötigen die meisten Arten auch ruhige Uferbereiche mit Vegetation an Ufer und unter Wasser. Dies zeigte sich besonders gut an den sehr zahlreichen Adulttiere bei der Paarung in Arch. Entlang der meist morphologisch stark beeinträchtigten Aare hat der dortige, makrophytenreiche Flachwasserbereich seltenheitswert. Entsprechende Bereiche gehören an einem natürlichen Fluss dieser Grösse allerdigs dazu. Die Restwasserstrecken können dieses Defizit offenbar nur teilweise ausgleichen.

5.2 Jungfische

Zunahme sowohl bei Individuendichten, als auch Artenzahl pro Stelle

Die Fischdichten waren 2022 insgesamt etwas höher als 2012, von Olten flussaufwärts deutlich. Wobei der kanalisierte Charakter mit reduzierter Ufervielfalt weiterhin geringere Dichten als im Unterlauf aufweist und die absoluten Zahlen niedrig sind. Das auch für die Aare bestehende Potenzial zeigen die Fischzahlen in Bereichen mit hoher Vielfalt der Uferstrukturen, wie in Rupperswil-Auenstein. Ohne den Hitzesommer 2022 mit extrem niedriger Wasserführung, hätte es vermutlich auch in den anderen Restwasserabschnitten mehr Jungfische gegeben.

Ebenfalls positiv ist die leichte Zunahme der Artenzahl an den meisten Untersuchungsstellen. Dank der Ergebnisse der parallel zur Makrozoobenthosuntersuchung durchgeführten genetischen Analysen konnten insgesamt die meisten für die Aare typischen Arten nachgewiesen werden.

Bachneunagen haben leicht zugenommen

Leicht zugenommen haben die vom Aussterben bedrohten Bachneunaugen, wobei sie weiterhin nicht in allen als Lebensraum geeigneten Bereichen nachgewiesen werden konnten. Hier bestehen weiterhin Defizite. Der ebenfalls stark bedrohte Bitterling wurde nur ganz vereinzelt in Arch gefunden. Diese Art legt ihre Eier in Grossmuscheln, die in Aare weitestgehend fehlen. Vermutlich kommen sie in der strömungsberuhigten Revitalisierung bei Arch vor. Sollte es auch in anderen ruhigen Bereichen Grossmuscheln geben, düfte sich auch der Bitterling weiter ausbreiten.

Bitterling wegen weitestgehend fehlender Grossmuscheln extrem selten

Italienischer Steinbeisser (gebietsfremd) mittlerweile gut etabliert

Sehr stark zugekommen hat der Italienische Steinbeisser. Diese für die Nordschweiz gebietsfremde Art, besiedelt seit einigen Jahren den Lebensraum der heimischen Art. Im Hochrhein ist er bereits länger häufig, in der Aare scheint er 2012 noch in der Ausbreitung begriffen gewesen zu sein. Giebel und Kaulbarsch bereits seit längerem in sehr geringen Dichten vor und wirken nicht invasiv.

Bisher keine invasiven Grundeln in der Aare

Invasive Grundelarten aus der Schwarzmeerregion wurden in der gesamten Aare keine gefunden. Der mancherorts invasive Sonnenbarsch kommt an der Aare zwar weiträumig vor, scheint sich allerdings eher einzufügen.

Kaltstenotherme Fischarten unter Druck

Bei den kaltstenothermen Fischarten Äsche und Bachforelle dürfte es zu einem weiteren Rückgang der Dichten gekommen sein, von beiden Arten wurde bereits 2012 nur wenige Individuen gefangen. 2022 wurden nur noch sehr vereinzelt gefangen, die Äsche fehlte ganz. Mittels eDNA wurde zumindest für das Frühjahr 2022 ein leichtes Signal für das Vorkommen von Äschen gefunden. Beide Arten leiden in der Aare unter einem Mangel an geeigneten Laichsubstraten (offener Kies), aber auch hohen Sommertemperaturen. Die an der Aare über den Sommer gemessenen Wassertemperaturen waren für Äschen möglicherweise bereits kritisch hoch. In den Restwasserbereichen dürfte sich das Wasser, auch wegen der aussergewöhnlich geringen Wasserführung, noch weiter erhitzt haben. Vor allem für die Äsche ist fraglich ob sie mit der Klimaerwärmung in der Aare dauerhaft überlebt.

6 Literatur

Altermatt F, Alther R, Fišer C & Švara V (2019): Amphipoda (Flohkrebse) der Schweiz.- Fauna Helvetica 32, info fauna CSCF & SEG, Neuchâtel.

BAFU (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BAFU (2012): Rote Listen Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen - Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BAFU (2019a): Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BAFU (2019b): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässern (IBCH_2019). Makrozoobenthos – Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern,

Bernnauer Y, Gufler C, Hürlimann J (2023): Biologische Untersuchung Aare zwischen Bielersee und Rhein 2022. Fachbericht Äusserer Aspekt und pflanzlicher Bewuchs inkl. Kieselalgen. Untersuchungen März 2022.

BAFU (2021a): Rote Liste der Libellen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BAFU (2021b): Praxisdokumentation zur Wirkungskontrolle Revitalisierung. Steckbrief Indikator-Set 7 Fische.

BAFU (2022): Rote Liste der Fische und Rundmäuler. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Basler & Hoffmann (2011): Ökologisches Leitbild Aare. Aarau bis Olten.

DeVentura, Lukas (2021): Konzept: Biologische Untersuchungen an der unteren Aare ab Bielersee bis Rhein 2022.

Dussling U (2009): Handbuch zu fiBS - 2. Auflage: Version 8.0.6. Hilfestellungen und Hinweise zur fachgerechten Anwendung des fischbasierten Bewertungsverfahrens fiBS.

Hesselschwerdt J & Mürle U (2021): Biologische Untersuchung der Limmat zwischen Zürichsee und Aare. Fachbericht Makroinvertebraten, Untersuchungen März 2020.

Hesselschwerdt J & Rey P (2021): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2017/2018. Zusammenfassender Bericht.

Hesselschwerdt J (2022): Biologische Untersuchung Mittellang-Reuss und Untere Lorze 2021. Fachbericht Makroinvertebraten inkl. Libellen. Untersuchungen März 2021.

HYDRA (2017a): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fliessgewässer Teil 1: Erhebungsmethode Makroinvertebraten Hochrhein. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.

HYDRA (2017b): 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.

Lubini V (2018): Projekt Hochwasserschutz und Auenlandschaft Thurmündung – Erfolgskontrolle aquatische Wirbellose.

Ortlepp J & Gerster S (1998): Literaturstudie über biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein. - im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn und Aargau: HYDRA Konstanz & Bern.

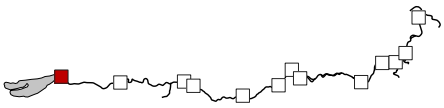
Ortlepp J & Rey P (2003) : Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein. Fachbericht: Makroinvertebraten (Untersuchungen 2001/2002).

Rey P, Ortlepp J, Werner S, Mürle U, Becker A & Hesselschwerdt J (2013): Koordinierte Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011 - 2013.

SimplexDNA (2023): Neobiota eDNA-Monitoring Aare 2022.

POR Nidau-Port (BE)

Koordinaten CH1903+: 2 584 373, 1 219 230



Bielersee mit Seeabfluss der Aare.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt Nidau-Port liegt 250 m unterhalb des Bielersees und ca. 2 km oberhalb des Regulierwehrs Port des WK Brügg. DieUfer und das Hinterland sind vom Stadtbereich der Gemeinden Nidau und Port geprägt. Bis zum Wehr sind beide Ufer fest mit Blockwurf verbaut, daran schliesst sich ein schmaler, ebenfalls steiler, Grünstreifen und eine Strasse an. Beide Ufer werden zusätzlich als Bootsanlegeplätze genutzt, die hierfür zahlreich vorhandenen kleinen Stege werden teilweise auch zum Baden genutzt.

Biologische Besonderheiten

Der Seeabfluss prägt auch die Lebensgemeinschaft an der Aare. Dies liegt zum einen an der Gestaltung des Lebensraums und zum anderen am möglichen Eintrag von Arten aus dem See. Letzteres betrifft vor allem die Eindrift von Larven der invasiven Quagga-Muschel *(D. rostriformis)* aus dem Bielersee. Dies führt zu sehr hohen Dichten dieser Art, die in Nidau mittlerweile auch ihre dort vorher dominierende Schwesterart Dreikantmuschel *(D. polymorpha)* verdrängt. Die zweihäufigste Art ist der ebenfalls invasive Grosse Höckerflohkrebs *(D. villosus)*, welcher seit 2012 entlang der gesamten Aare stark zugenommen hat.

Auch die Fischgemeinschaft wird von Stillwasserarten wie Schleien und Flussbarschen (unter Sonstige) dominiert. Aufällig ist das Vorkommen des Kamberkrebses, welcher in der Unteren Aare nur hier gefunden wurde, und das Fehlen des Signalkrebses, welcher wiederum an fast allen anderen Stellen vorkam.

Übersicht

	1: Ufer links	5: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,4 m	0,1–0,4 m
Strömung	0,0–0,1 m/s	0,0–0,1 m/s

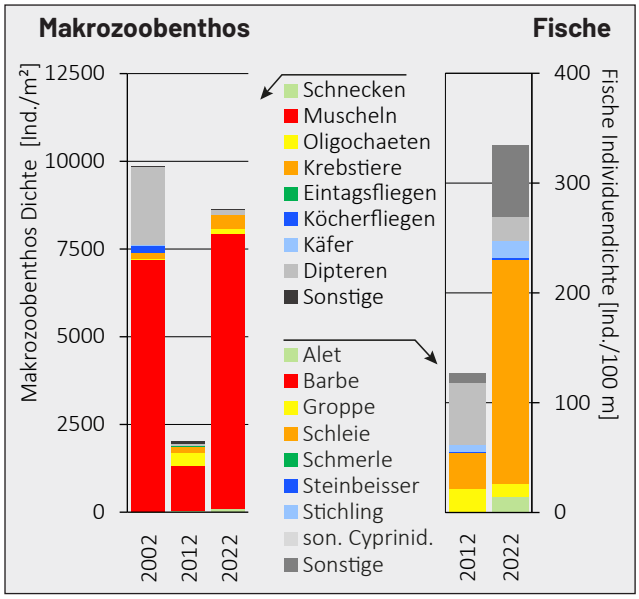
	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	1,9 m	2,8 m	2,5 m
Strömung	0,1 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s
Entf. zum Ufer	5 m (li)	19 m (li)	7 m (re)

Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	1	1	1	2	
Bewuchs Moose	2				2	
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	2	2	2	
Kolmation	1	2	2	2	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	2	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	3				3	
Steine 63 mm - 200 mm	2	1	2	3		
Grobkies 20 mm - 63 mm	1	1	2	2	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm						
Feinkies 2 mm - 6,3 mm						
Sand 0,063 mm - 2 mm						
Schluff < 0,063 mm		3	2	1		
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter	1	2	1	3	2	*Dreissena* sp.
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche

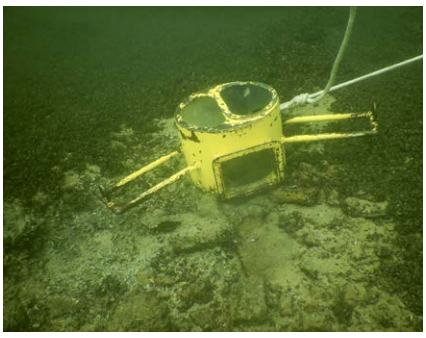


Kamberkrebs (*Faxonius limosus*) im Seeabfluss des Bielersees in die Aare.

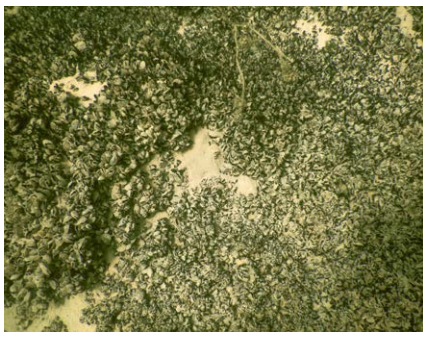
Von Verbau (Blockwurf) und verschlammten Hinterwassern geprägte Sohle am linken Ufer.

Auch das rechte Ufer ist vom Verbau (Blockwurf) und teils schlammigen Flachwasserstellen geprägt.

Mit *D. rostriformis* durchsetzter Schluff bei der linksseitigen Taucherprobe.



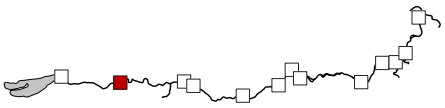
Flächig mit *D. rostriformis* besiedelte Sohle Mitte-links.



Dicht mit *D. rostriformis* bewachsene Blöcke mit zwischenliegendem Schluff bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

ARC Arch (BE/SO)

Koordinaten CH1903+: 2 598 335, 1 224 358



Aare bei Strassenbrücke Arch flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

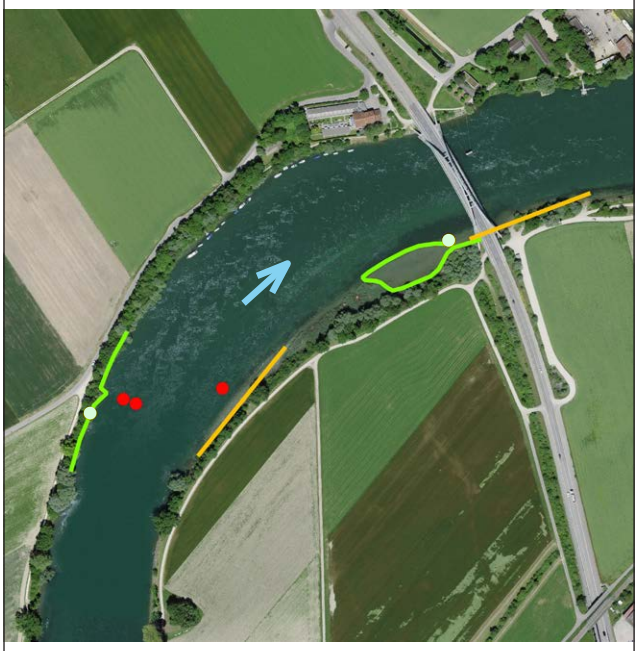
Der Transekt liegt bereits in der Stauwurzel des WK Flumenthal, nordwestlich von Arch. Das linke Ufer ist weitestgehend mit Blöcken befestigt oder steil und steinig. Das rechte Ufer auf Höhe der Taucherproben ist flach, schlammig und stark mit Schilf bewachsen. Der Bereich wird durch vorgelagerte Faschinen vor Erosion geschützt. Weiter flussabwärts, bis zur Strassenbrücke, wird der Flachbereich immer breiter und geht zur Sohle in feinen Schlamm über. Dieser ist stark mit Makrophyten bewachsen. Alle Hartsubstrate sind stark mit Algen überwuchert.

Biologische Besonderheiten

Die Besiedlung mit Makrozoobenthos enstpricht weitestgehend einem Stillgewässer mit viel Sand und Schluff: Oligochaeten, Dipteren und die Körbchenmuschel *(C. fluminea)*. Fliesswasserarten kommen nur spärlich vor. Der breite, mit Feinsediment bedeckte Bereich am rechten Ufer ist zwar künstlichen Ursprungs, würde aber auch natürlicherweise an strömungsgeschützten Bereichen einer nicht regulierten Aare entstehen. Hier wurden entlang der gesamten Aare die meisten Libellen (Anzahl und Artenzahl) beobachtet.

Bei den Fischen wurden die höchsten Dichten entlang der Aare von Stichlingen (gebietsfremd) und Gründlingen (unter Sonstige) gefunden. Beide Arten bevorzugen nicht zu starke Strömung und weiches Substrat. Der Bitterling ist für seine Fortpflanzung auf Grossmuscheln angewiesen und wurde 2022 nur hier bei Arch gefunden.

Übersicht



	1: Ufer links	2: Ufer rechts
Wassertiefe	0,2–0,5 m	0,1–0,3 m
Strömung	0,0–0,1 m/s	0,0–0,1 m/s

	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	2,2 m	5,0 m	2,1 m
Strömung	0,1 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s
Entf. zum Ufer	17 m (li)	30 m (li)	8 m (re)

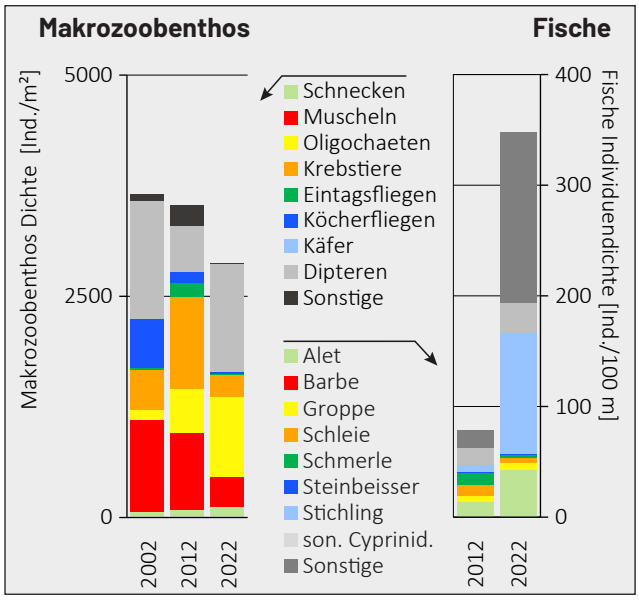
Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	3	3	2	3	
Bewuchs Moose	1					
Bewuchs Makrophyten	1			2	2	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	2	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	3	1	1	2	3	
Kolmation	1	2	1	1	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	3	2			1	
Steine 63 mm - 200 mm	1	2				
Grobkies 20 mm - 63 mm	1	2	1		2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm			2			
Feinkies 2 mm - 6,3 mm			2			
Sand 0,063 mm - 2 mm	2		1	3	2	
Schluff < 0,063 mm				3		
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		2	3	2		v.a. *C. fluminea*
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Zahlreiche Libellen bei Arch: a) Pokaljungfer *(Erythromma lindenii); b):* Grosser Blaupfeil *(Orthetrum cancellatum; c)* Kleines Granatauge *(Erythromma viridulum).*

Blockwurf und steiles Steinufer landseits. Unter Wasser viel Feinsediment mit etwas Steinen am linken Ufer.

Unter Wasser durch Staubereich und Gleithang fast nur Feinsediment als Substrat. Landseits kiesig-steinig mit Feinsediment.

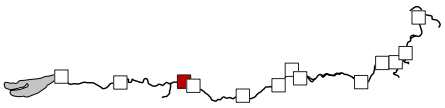
Dick mit Algen bewachsene Uferbefestigung (Blockwurf) bei der linken Taucherprobe.

Mitte-links: Durchgehend mit Algen bewachsene, lockere Kiessohle die stark mit *C. fluminea* durchsetzt ist.

Steiles Sandufer bei der rechten Taucherprobe. Oberfläche in Teilen dick mit Algen bewachsen.

FLU Flumenthal (SO)

Koordinaten CH1903+: 2 612 960, 1 231 191



Aare bei Flumenthal flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt wurde im Rahmen des Monitorings 2022 erstmals untersucht. Er liegt 1,5 km unterhalb des WK Flumenthal, der Rückstau des nächsten Kraftwerks (WK Bannwil) ist allerdings bereits merklich. Die ARA Flumenthal entwässert linksufrig ca. 200 m oberhalb der Probestellen.

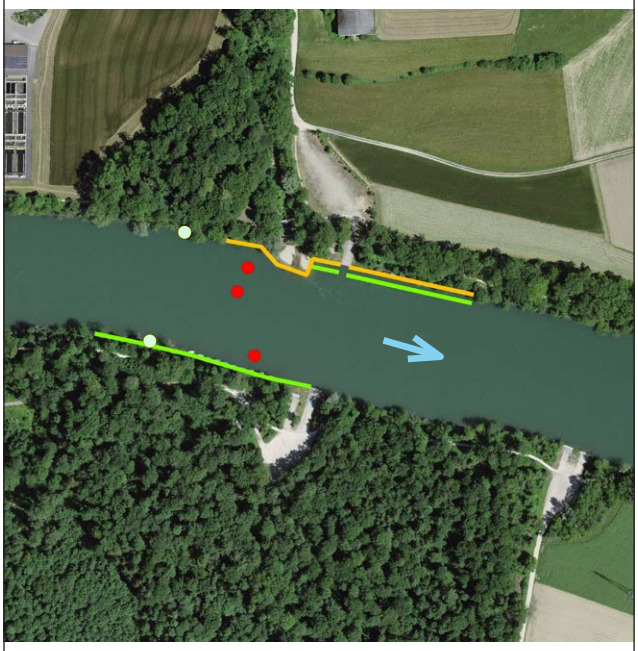
Die Ufer sind beidseits steil und befestigt. Das rechte Ufer ist teilweise senkrecht befestigt und dient als Bootsanleger, aber auch das linke Ufer wird mit teils überwachsenen, grossen Blöcken gesichert. Unter Wasser fällt der Boden schnell ab. Die einzige Ausnahme ist das Schüttungsdelta der Siggern. Aufgrund der darin verbauten Stufen ist ein Zugang für Fische nicht möglich. Das Hinterland ist grösstenteils Wald, der allerdings auch als Truppenübungsplatz genutzt wird.

Biologische Besonderheiten

Die Besiedlung mit Makrozoobenthos war 2022 insgesamt relativ arten- und individuenarm. An einheimischen Tieren dominieren Chironomiden und die Flussnapfschnecke (*Ancylus fluviatilis*). Einen hohen Anteil haben die Krebstiere, die fast nur mit den invasiven Neozoen *Dikerogammarus villosus* und *Jaera istri* vertreten sind. Typische Fliesswasserorganismen wie Eintags- und Steinfliegenlarven fehlen fast ganz – vermutlich unter anderem aufgrund fehlender Lückenräume zwischen Steinen wegen Kolmation und Algenbewuchs.

Auch die Fischbesiedlung war relativ gering. Hier dominierten vor allem Generalisten wie Alet und die gebietsfremden Stichlinge.

Übersicht



	1: Ufer links	2: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,6 m	0,1–0,4 m
Strömung	0,2 m/s	0,0–0,1 m/s

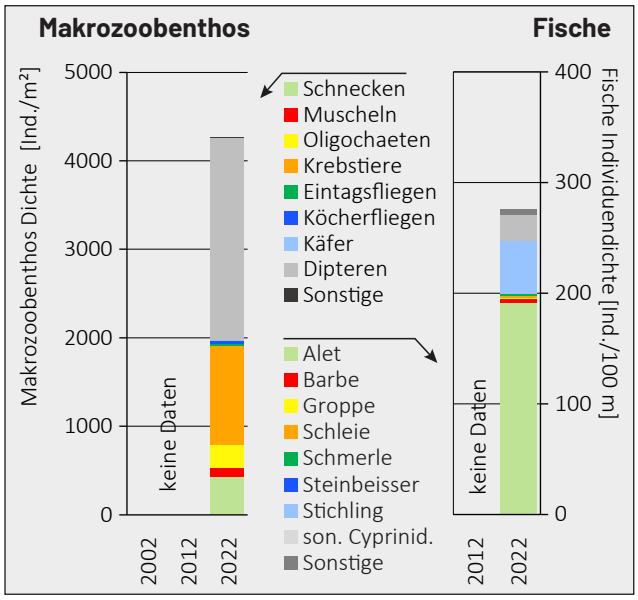
	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	2,1 m	3,6 m	1,5 m
Strömung	0,2 m/s	0,3 m/s	0,2 m/s
Entf. zum Ufer	17 m (li)	32 m (li)	11 m (re)

Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	2	2	1	1	
Bewuchs Moose	1	1		1	1	
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	2	1	1	1	1	
Kolmation	1	2	2	2	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	2	links: Siedlungsentw.
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	ARA Flumenthal
Einleitungen, Einträge	1					

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	2	2	2	2	2	
Steine 63 mm - 200 mm		2	2	3	3	
Grobkies 20 mm - 63 mm		2	2	2	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm						
Feinkies 2 mm - 6,3 mm						
Sand 0,063 mm - 2 mm	2				1	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		1	1	1		v.a. *C. fluminea*
Sonstiges						

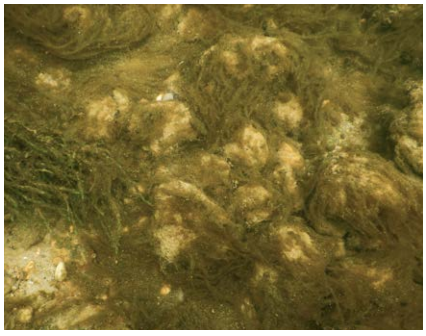
Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



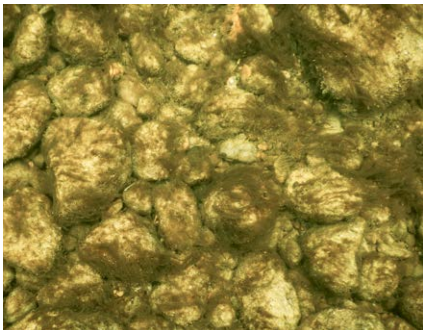
Steiler Uferverbau mit Bootsliegeplätzen und enstsprechenden technischen Einrichtungen am rechten Ufer.

Mischung von überströmten, veralgten Blöcken und sehr ruhigen Bereichen mit Sand oder Totholz am linken Ufer.

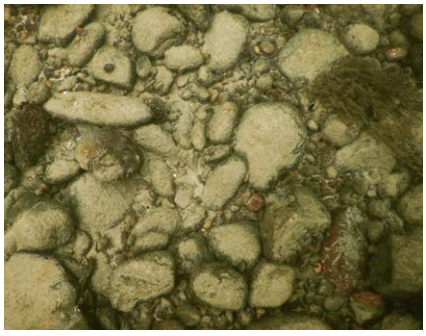
Weitgehend grobes, teils stark mit Algen bewachsenes Substrat direkt am Uferverbau des rechten Ufers.



Dicht bewachsene Steine/Blöcke am Hang bei der linksseitigen Taucherprobe.



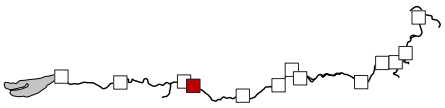
Steinige, leicht kiesige Sohle bei der Taucherprobe Mitte-links.



Steinige/kiesige Sohle bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

WAN Wangen (BE)

Koordinaten CH1903+: 2 615 197, 1 231 717



Aare bei Wangen flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

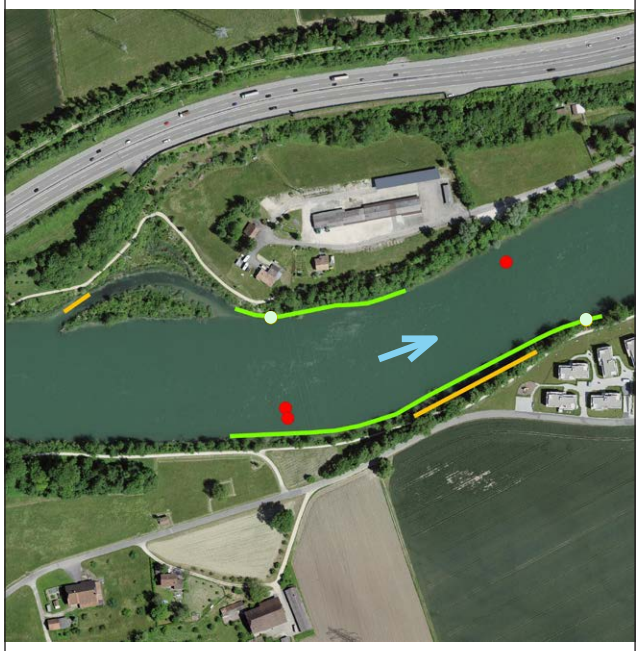
Der Probenahmeabschnitt liegt knapp unterhalb der Autobahnbrücke und 600 m oberhalb der Aareinsel bei Wangen. Der Rückstau des WK Bannwil sorgt bereits für eine stark reduzierte Strömung. Am linken Ufer wurde 2012 ein fast nicht durchflossener Nebenarm angelegt, dessen Ufer heute fast undurchgänglich bewachsen sind. Das restliche linke Ufer ist steil und teilweise befestigt. Vorgelagert gibt es nur sehr wenige flache Bereiche. Das rechte Ufer ist durchgehend steil und ebenfalls mit Blöcken befestigt. Auf Höhe der Tauchproben ist ein breiter, sandig/schlammiger Flachwasserbereich mit dichtem Schilf vorgelagert, auf Höhe der rechten Uferprobe ist nur ein schmaler, meist steiniger flacher Streifen. Landseitig schliesst über weite Strecken ein Gehölzstreifen an, dahinter meist ein Weg.

Biologische Besonderheiten

Seit 2002 hat die Besiedlung mit Makrozoobenthos leicht abgenommen, grössere Veränderungen gab es bei der Zusammensetzung. Die 2002 noch alles dominierenden, grösstenteils heimischen Flohkrebse (*Gammarus* sp.) wurden mittlerweile durch den invasiven und räuberischen *D. villosus* verdrängt. Gleichzeitig gingen Köcherfliegenlarven stark zurück. Bei den Muscheln hatte die bereits 2002 vorkommende *D. polymorpha* bis 2012 stark zugenommen und wurden bis 2022 bereits zu grossen Teilen durch *D. rostriformis* ersetzt.

Die Fischbesiedlung war auffällig gering, dies betraf vor allem den landseitig gut bewachsenen Seitenarm. Unter Wasser zeigt sich dieser sehr strukturarm.

Übersicht



	1: Ufer links	2: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,3 m	0,1–0,5 m
Strömung	0,1 m/s	0,0–0,1 m/s

	2: Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	2,4 m	4,8 m	2,4 m
Strömung	0,25 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s
Entf. zum Ufer	10 (li)	22 m (re)	15 m (re)

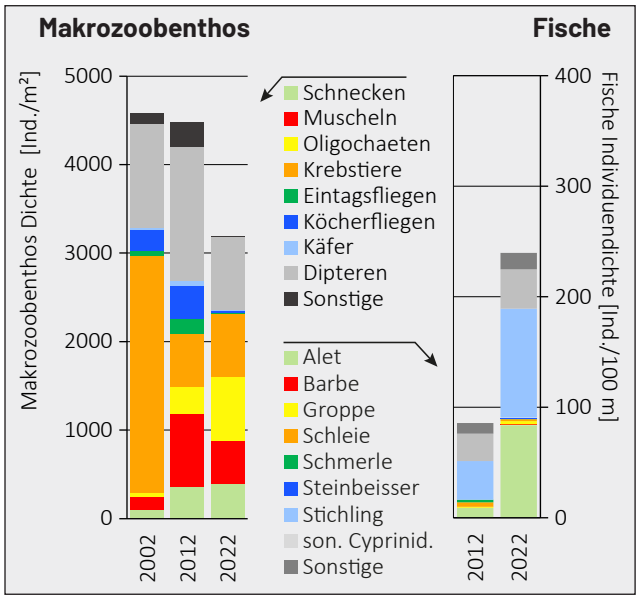
Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	2	1	1	2	
Bewuchs Moose						
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	2	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	3	1	1	3	2	
Kolmation	1	2	2	2	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	1	Abfälle Freizeitnutzung
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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		2	2	3	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	3	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	1	2	2		2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm						
Feinkies 2 mm - 6,3 mm						
Sand 0,063 mm - 2 mm	3				2	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Entwicklung des Nebenarmes über 10 Jahre. Links: 2012 frisch angelegt; rechts: 2022 fast undurchdringlich bewachsen.

Blockwurf und Sandboden unterhalb des teilweise mit Schilf bewachsenen linke Ufers.

Zerfallene Uferbefestigung mit etwas vorgelagerten Steinen und Sandboden am rechten Ufer.

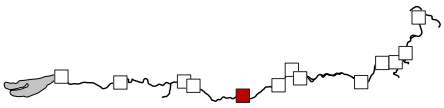
Steinig-kiesige Sohle direkt unterhalb des sandigen Hangs bei der linken Taucherprobe.

Steinig-kiesige Sohle mit wenig Feinsediment bei der Taucherprobe Mitte-rechts.

Teilweise mit Feinsediment bedeckte Steine/ Blöcke an der rechten Taucherprobe

WYN Wynau (BE/SO)

Koordinaten CH1903+: 2 627 810, 1 234 955



Aareknie bei Wynau mit natürlicher Insel und Kiesbänken. Fliessrichtung von rechts nach links.

Charakterisierung der Probestelle

Das Aareknie zwischen Wolfwil und Wynau ist eine der wenigen noch erhaltenen Aareschlingen. Der Prallhang ist in grossen Teilen natürlich, auch unter Wasser liegt hier viel blanker Fels. Rechtsseitig befindet sich eine natürliche, mit Bäumen bestandene Kiesinsel. Bei Niedrigwasser ist der rechte Seitenarm allerdings oft nicht mehr durchflossen.

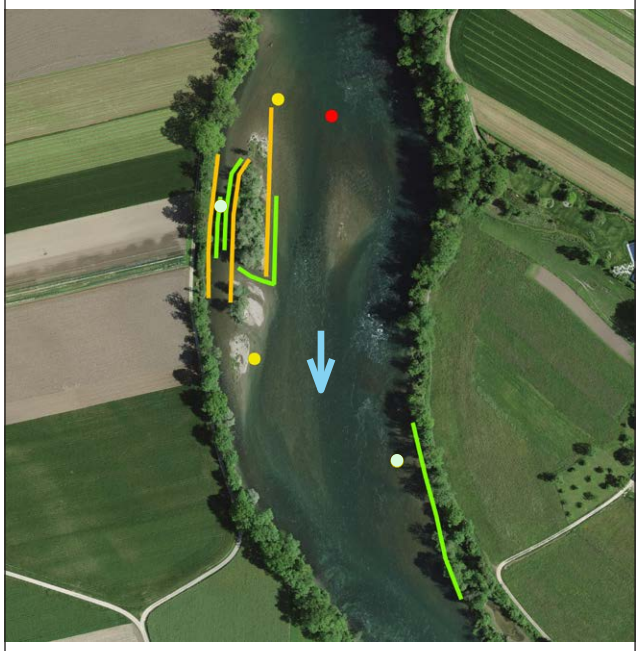
Rechtsseitig schliesst sich auf der ganzen Länge dicht Landwirtschaft an, für diese die Ufer hoch und steil befestigt wurden. Das linke Ufer ist dagegen über weite Teile natürlich steil, teilweise aber auch befestigt. Bei Niedrigwasser sind an fast allen Uferabschnitten freiliegende Kiesflächen vorgelagert, bei Hochwasser wird der Uferverbau oder die Uferanrisse angeströmt. Das Substrat ist weitestgehend steinig/kiesig und sehr mobil.

Biologische Besonderheiten

Die Besiedlung mit Makrozoobenthos ist vor allem aufgrund des häufig umgelagerten Substrats mit wenig Blöcken gering, aber von der Zusammensetzung her typisch für einen grossen Fluss. Ein Teil der Teilproben werden seit 2002 im Seitenarm entnommen, der 2022 zeitweise trockengefallen war.

Die Fischbesiedlung war sehr viel üppiger als noch 2012, wenn auch weiterhin eher mittelmässig. Es dominierten junge Alet und juvenile oder frisch adulte Barben. Letztere bildeten kleinen Massenvorkommen an einzelnen geeigneten Strukturen.

Übersicht



	1: Ufer links	2: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,5 m	0,1–0,3 m
Strömung	0,5–1,0 m/s	0,0–0,1 m/s

	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	1,1 m	0,3 m	0,2-0,5 m
Strömung	2,1 m/s	0,7-1,0 m/s	0,2-1,5 m/s
Entf. zum Ufer	40 m (li)	5 m (re)	10 m (re)

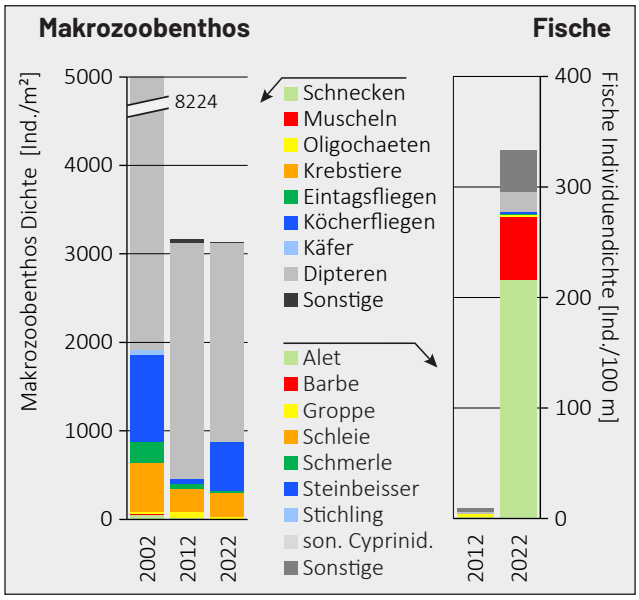
Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	1	2	2	2	
Bewuchs Moose				1	1	
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	2	1	1	1	
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	3	aus Siedlungsentwäss.
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	3	1	3	3	
Grobkies 20 mm - 63 mm	3	1	3	2	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm						
Feinkies 2 mm - 6,3 mm						
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	1	1			
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Aare bei Wynau flussaufwärts betrachtet bei Niedrigwasser im März (oben) und bei leichtem Hochwasser im Oktober 2022 (unten).

Steiniges, oft umgelagertes Substrat am Gleithang am linken Ufer.

Überwiegend Steine im Nebenarm rechts, der im März nicht durchflossen war. Landseits steiler Uferanriss.

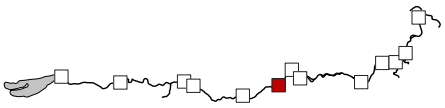
Durch die starke Strömung grösstenteils saubere Steine und Blöcke bei der Taucherprobe.

Sohle mit Steinen und Blöcken, die nur ab und zu umgelagert werden am Nordende der Insel.

Steinig-kiesige, frisch umgelagerte Sohle am Südende der Insel.

AAB Aarburg (SO/AG)

Koordinaten CH1903+: 2 634 573, 1 241 303



Aare bei Aarburg bei leicht erhöhtem Wasserstand flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

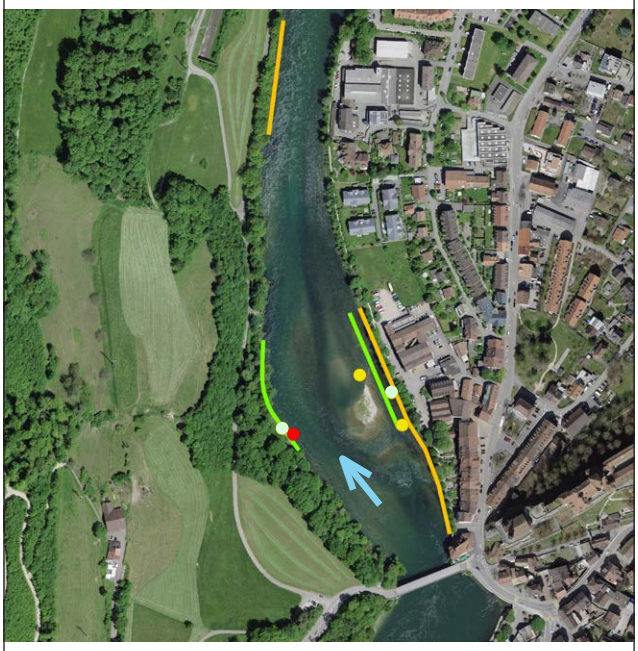
Der Transekt liegt knapp unterhalb der Burg Aarburg. Die Aare wird hier auf Höhe der Strassenbrücke natürlicherweise durch Felsen eingeengt. Linksseitig sind die Ufer steil und meist bewaldet. Am linksseitigen Uferanriss zeigen sich zahlreiche, alte Metallgegenstände. Dieser Bereich wurde früher vermutlich zum Abladen von Abfällen genutzt, ist also nur teilweise Naturufer. Das rechte Ufer ist komplett mit einer Ufermauer und etwa auf Wasserspiegel Mittelwasser mit einer Spundwand verbaut. Die Wassertiefe ist über die gesamte Breite relativ gering, die Strömung daher durchgehend hoch.

Biologische Besonderheiten

Die Besiedlung mit Makrozoobenthos hat sich seit 2002 massiv verändert. Damals kamen grosse Dichten von heimischen Flohkrebsen und zahlreiche Eintagsfliegen (v.a. *Baetis* und Heptageniiden) und Trichopteren (v.a. *Hydropsyche*) vor. Die damals hohen Dichten an Flohkrebsen überaschen aufgrund der insgesamt hohen Strömung bei Aarburg. Der relativ abflussarme Winter 2001/2002 hatte vermutlich zu ungewöhnlich vielen Laubablagerungen geführt und die Ergebnisse 2002 sind eventuell Ausreisser. Seitdem wurden die heimischen Flohkrebse gänzlich durch den invasiven *D. villosus* ersetzt, die Dichten an Insektenlarven ist zusammengebrochen.

Die Fischbesiedlung hat gegenüber 2012 stark zugenommen. Die damals bereits vorhandenen jungen Cypriniden wurden seitdem durch viele Alet unterstützt. Zusätzlich haben unter anderem Barben zugenommen.

Übersicht



	Ufer links	Ufer rechts
Wassertiefe	0,1-0,4 m	0,1-0,2 m
Strömung	0,6 m/s	0,2-0,3 m/s

	2: Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	1,4 m	0,5 m	0,3 m
Strömung	1,4 m/s	0,4-0,7m /s	0,7 m/s
Entf. zum Ufer	4 m (li)	15-40 m (re)	5-15 m (re)

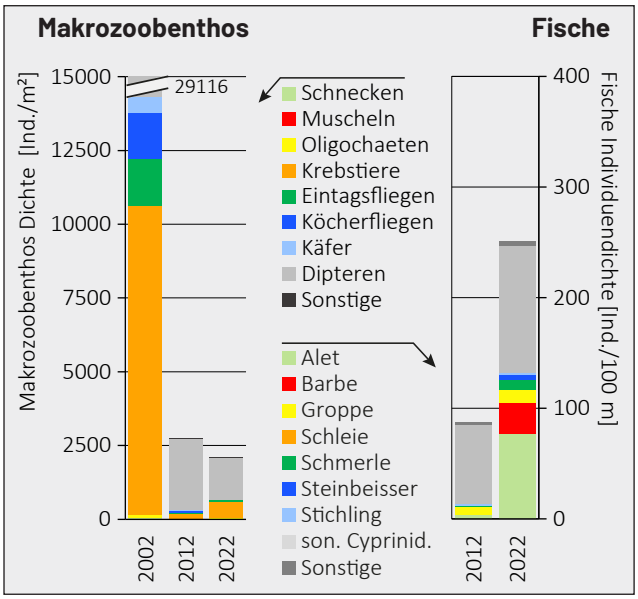
Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	1	1	2	2	2	
Bewuchs Moose			1	1	2	
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	2	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	1	2	1	1	
Feststoffe/Abfälle	3	1	1	1	2	Müll & Siedlungsentw.
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	3	3	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2	1	1	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	2	2			1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1	1				
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	1	2			
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges					1	Laub

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Zahlreiche frisch adulte Barben bei Aarburg - eine deutliche Zunahme wie an den meisten Transekten.

Linkes Ufer mit steilem Uferanriss, der sich unter Wasser fortsetzt. Substrat meist Steine mit etwas Totholz/Detritus.

Stark bewachsene Steine und Blöcke direkt vor dem mit einer Spundwand fest verbauten rechten Ufer.

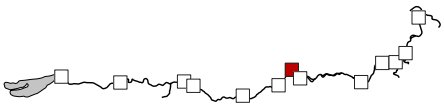
Kaum mit Algen bewachsene, steinige Sohle im Bereich der Taucherprobe links.

Mässig bewachsene Steine am Nordende der temporären Kiesinsel.

Veralgte Steine und Blöcke am Südende des rechten Seitenarms.

OLT Olten (SO/AG)

Koordinaten CH1903+: 2 635 984, 1 246 414



Aare bei Olten flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt liegt am Nordende von Olten, nur wenige hundert Meter vor dem ersten Wehr des WK Gösgen (Wehr zur Restwasserstrecke). Durch den Rückstau ist die Fliessgeschwindigkeit reduziert. Das Hinterland wird weiträumig in grossen Teilen mit Siedlungs- und Infrastrukturflächen genutzt. Linksseitig gibt es einen breiten Gehölzstreifen.

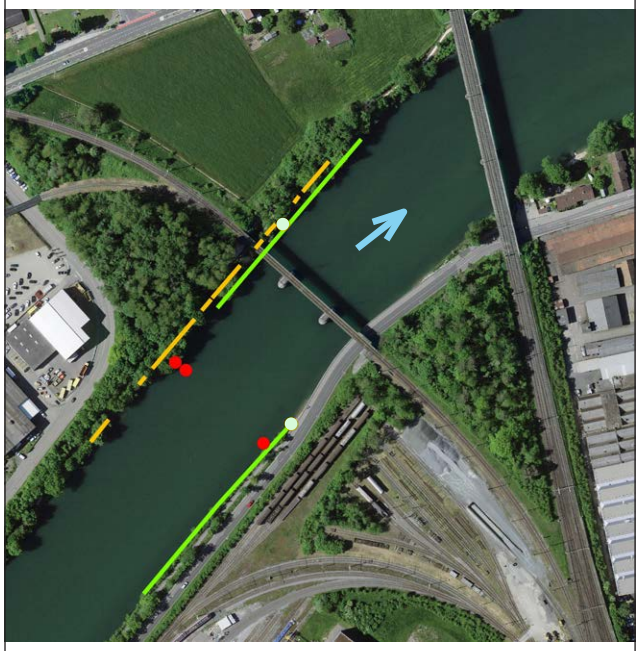
Beide Ufer sind sowohl über- als auch unterhalb der Wasserlinie steil abfallend. Das linke Ufer ist teilweise, das rechte komplett befestigt. Rechtsufrig gibt es in Richtung Eisenbahnbrücke teilweise auch eine Ufermauer. Unterhalb der steilen Ufer ist das Substrat meist steinig mit ufernah teilweise schlammigen Flächen.

Biologische Besonderheiten

Gegenüber 2012 waren zur Hauptkampagne im März 2022 sowohl die Vorkommen von fädigen Algen als auch Makrophyten reduziert. Gleichzeitig befand sich an der Sohle vermehrt Feinsediment. Dies dürfte die Folge der Sommerhochwasser 2021 gewesen sein. Der reduzierte Lückenraum ist vermutlich verantwortlich für einen Teil des starken Rückgangs des Makrozoobenthos - zusammen mit der Zunahme von invasiven Neozoen.

Ebenfalls auf entsprechende Lücken unter Steinen angewiesen sind Groppen, deren Dichten zeitgleich zurückgingen. Die 2022 fast nicht mehr vorhandenen Makrophyten standen nicht mehr als Jungfischhabitate zur Verfügung, was zu deutlich weniger Cypriniden-Jungfischen als noch 2012 führte.

Übersicht



	1: Ufer links	2: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,5 m	0,1–0,5 m
Strömung	0,1 m/s	0,1–0,3 m/s

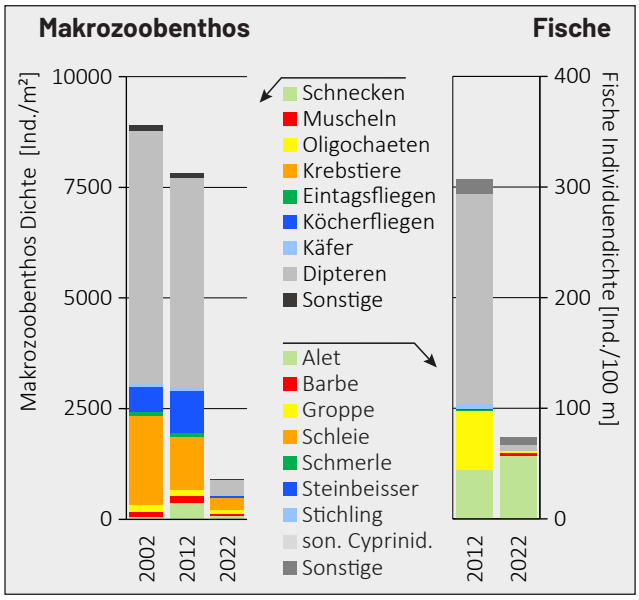
	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	1,6 m	3,3 m	2,5 m
Strömung	0,1 m/s	0,5 m/s	0,5 m/s
Entf. zum Ufer	4 m (li)	14 m (li)	7 m (re)

Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	1	1	1	2	
Bewuchs Moose				1		
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	2	1	1	1	2	
Kolmation	2	2	2	2	2	
Feststoffe/Abfälle	3	1	1	3	2	Abfälle (z.B. Fahrräder)
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	2			2	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	3	2	1	
Grobkies 20 mm - 63 mm	1	3	2	2	3	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm		1		1		
Feinkies 2 mm - 6,3 mm		1		1		
Sand 0,063 mm - 2 mm	2			1	2	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		1	1			v.a. *C. fluminea*
Sonstiges						

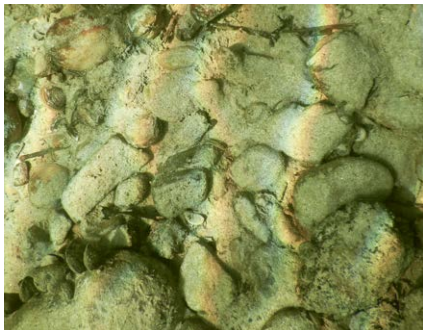
Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Junge Welse im Rückstaubereich des Wasserkraftwerks Gösgen bei Olten.

Sehr steiles Ufer mit vielen Bäumen. Unter Wasser schnell abfallend. Substrat steinig mit viel Feinsediment.

Überwiegend grobes Substrat (Steine und Blöcke) am rechten Ufer. Uferseitig sehr steil und mit Mauer verbaut.



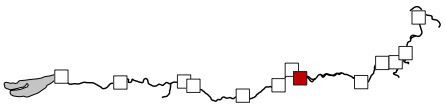
Steinig-blockige Sohle mit Feinsediment bei der Taucherprobe links.

Steinig-kiesige Sohle mit wenig Feinsediment bei der Taucherproben Mitte-links.

Steinig-kiesige Sohle mit Feinsediment bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

WIZ Winznau (SO)

Koordinaten CH1903+: 2 638 789, 1 245 405



Restwasserstrecke der Aare bei Winznau flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Untersuchungstransekt innerhalb der Restwasserstrecke liegt südlich der Gemeinde Obergösgen beim Ortsteil Sandacker. Der Bereich wurde seit der letzten Untersuchungskampagne 2012 stark umgestaltet. Damals war der Seitenarm links der Insel die meiste Zeit nur minimal durchflossen und hatte den Charakter eines Sees. Nur bei Hochwasser floss hier mehr Wasser hindurch. Dieser Arm wurde mittlerweile nach unten hin geöffnet und auf 200 m Länge ein zusätzliches, dauerhaft durchflossenes Gerinne mit zahlreichen Störsteinen geschaffen.

Der westliche Teil des Untersuchungsbereichs ist von Wald und Kulturland umgeben, östlich schliesst sich Siedlungsraum an. Beide Ufer sind über weite Teile steil angerissen und teilweise befestigt. Das Substrat ist weitestgehend grob. Dies entspricht auch den Korngrössen im Uferanriss.

Biologische Besonderheiten

Das Makrozoobenthos ging vor allem von 2002 zu 2012 stark zurück, was mit dem fast hochwasserfreien Winter 2001/2002 zusammenhängen könnte. Die Situation im März 2022 ist dagegen kaum noch zu vergleichen, da zu diesem Zeitpunkt der früher vorhandene «See» mit vielen Dipterenlarven nicht mehr vorhanden war.

Die Fischbesiedlung ist zwar zurückgegangen, dies betrifft allerdings nur die 2012 noch vorhandenen Massenvorkommen an Schmerlen. Die Besiedlung der restlichen Arten hat dagegen zugenommen - vor allem von Barben.

Übersicht

	1: Ufer links	6: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,3 m	0,1–0,4 m
Strömung	0,0–1,2 m/s	0,0–1,3 m/s

	2:Taucher	3: Sohle	4: Sohle	5: Taucher
Wassertiefe	1,8 m	0,7 m	0,4 m	1,6 m
Strömung	0,2 m/s	0,5 m/s	0,2 m/s	0,9 m/s
Entf. zum Ufer	8 m (li)	22 m (li)	15 m (re)	5 m (re)

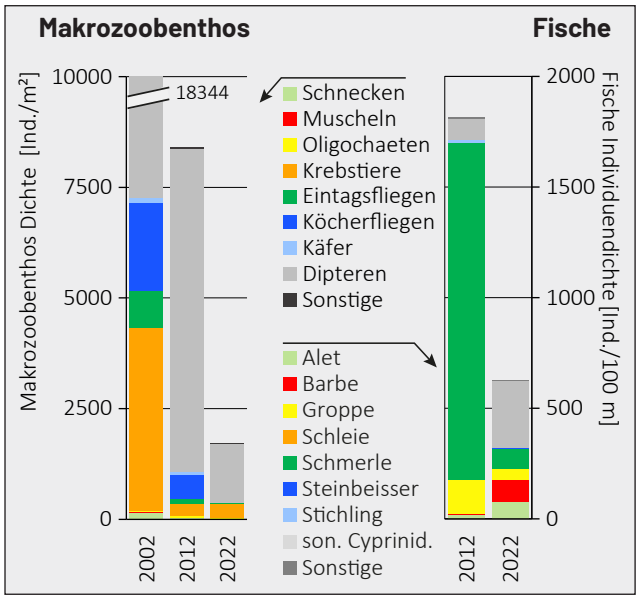
Umfeld	1: li	2	3	4	5	6:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	2	2	2	3	3	
Bewuchs Moose						1	
Bewuchs Makrophyten							
Trübung	1	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	1	
Schaum	2	1	2	2	1	2	
Geruch	1	1	1	1	1	1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	2	1	1	2	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	1	3	v.a. Siedlungsentw.
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge							

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

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Eingang zu Biberdamm und «Biberrutsche» am linken Sandufer der Insel im März.

Linkes Naturufer mit grösstenteils überwachsenem Uferanriss. Unter Wasser vor allem veralgte Steine.

Rechtes Ufer naturnah mit Uferanriss (überwiegend Steine bis Blöcke). Unter Wasser vor allem Steine und Sand mit etwas Totholz.

Dünn mit Feinsediment bedeckte Blöcke an der Taucherprobe linksseitig.

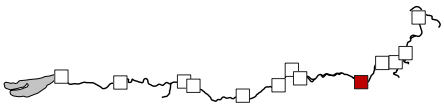
Mässig veralgte Steine in der Probe am Nordwestende der Insel.

Diverses Substrat von Steinen bis Sand mit Ufervegetation an Stelle 4.

Stark veralgte Steine und Blöcke an der Taucherprobe im rechten Seitenarm.

R-A Rupperswil-Auenstein (AG)

Koordinaten CH1903+: 2 652 632, 1 251 542



Restwasserstrecke der Aare bei Rupperswil-Auenstein flussaufwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Die Restwasserstrecke des WK Rupperswil liegt genau zwischen den Gemeinden Rupperswil und Auenstein. Die Rest-Aare ist hier in mehrere Seitenarme unterteilt die je nach Wasserstand zeitweise verlanden können. Bis auf einzelne Lenkungselemte kann sich der Gewässerverlauf weitestgehend frei entwickeln, was zu zahlreichen, teilweise auch sehr hohen, Uferanrissen führt. Insgesamt gibt es bereits jetzt eine grosse Bandbreite an Habitaten, die sich im Lauf der Zeit noch erhöhen dürfte. Das Hinterland ist beidseitig meist naturbelassener Wald. Das Substrat ist über weite Strecken steinig, aber meist mit viel zwischenliegendem Feinsediment.

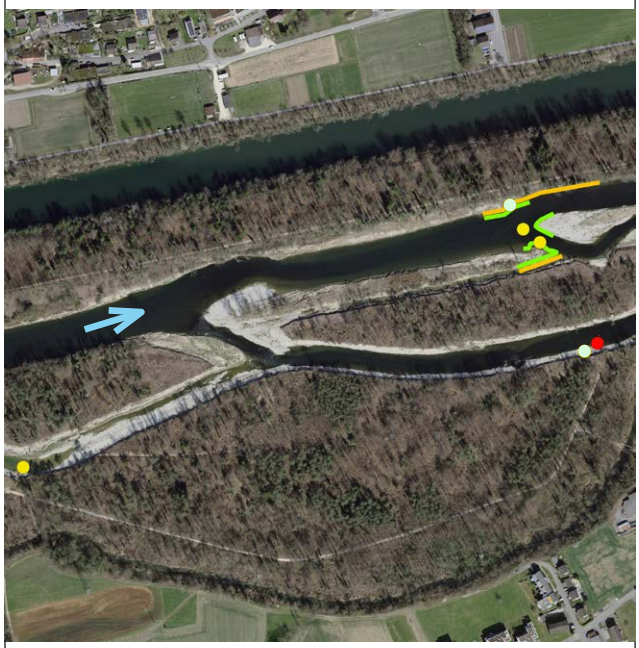
Biologische Besonderheiten

Auffällig war die trotz der teilweise vorhandenen Strömung starke Veralgung aller Hartsubstrate und Kolmation der Zwischenräume. Scheinbar kam es über längere Zeiträume zu keiner starken Strömung, die einen «reinigenden» Effekt für das Substrat ausgeübt hätte. Möglicherweise werden Hochwasser stark vom WK Rupperswil abgefangen oder teilweise ungünstig innerhalb der Restwasserstrecke geleitet.

Die Besiedlung mit Makrozoobenthos war zwar sehr zahlreich, allerdings bestand sie fast ausschliesslich aus Oligochaeten, Dipteren und Neozoen. Die typischen Bewohner eines durchströmten Mittellandflusses fehlten weitestgehend.

Sehr positiv war die Besiedlung mit Fischen. Hier wurden grosse Mengen an Jungfischen zahlreicher Arten gefunden, die hier Schutz finden.

Übersicht



Uferprobe · Sohle Taucher · Sohle watend
Fische (Elektrofischen) · Libellen

	1: Ufer links	6: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,4 m	0,1–0,4 m
Strömung	0,0–0,4 m/s	0,1–1,0 m/s

	2:Sohle	3: Sohle	4: Sohle	5: Taucher
Wassertiefe	0,5 m	0,4 m	0,4 m	1,4 m
Strömung	0,7 m/s	0,8 m/s	0,1 m/s	0,3 m/s
Entf. zum Ufer	40 m (li)	10 m (re)	ganz	6 m (re)

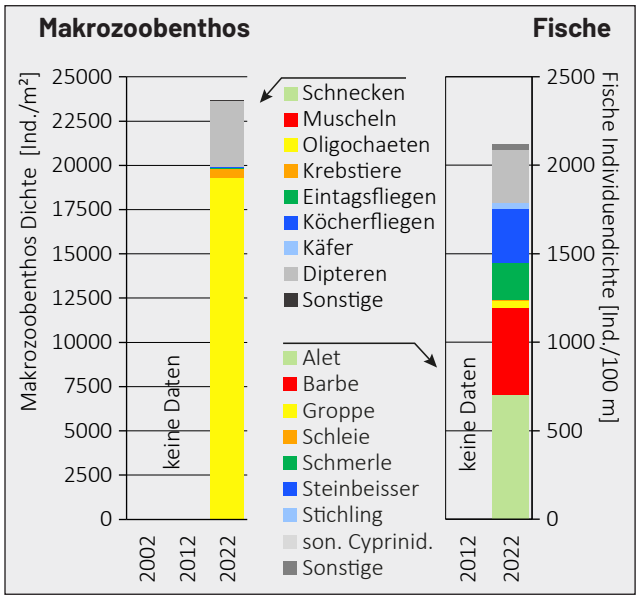
Umfeld	1: li	2	3	4	5	6:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	3	3	2	2	3	
Bewuchs Moose							
Bewuchs Makrophyten							
Trübung	1	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	1	
Schaum	3	3	2	1	1	3	
Geruch	1	1	1	1	1	1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	1	
Kolmation	2	1	2	1	2	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	2	2	1	3	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge							

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

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



a) Blauflügel-Prachtlibelle *(Calopteryx virgo)*; b) Blaue Federlibelle (Weibchen) *(Platycnemis pennipes)*; c) Kleine Zangenlibelle *(Onychogomphus forcipatus)*.

In Ufernähe des linken Ufers vor allem Sand, weiter entfernt sehr stark veralgte und überströmte Steine.

Steiniges Substrat am rechten Ufer. Veralgung nimmt mit zunehmender Strömung vom Ufer her ab.

Veralgte, überströmte Steine bei Stelle 2.

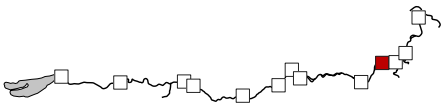
Stark veralgte, bei Probenahme weniger überströmte Steine/Blöcke bei Stelle 3.

Nur gering veralgte, steinige Sohle an Stelle 4. Bei Probenahme nicht durchflossen.

Mit teils sehr langen Algen bewachsene, stenige Sohle bei der Taucherprobe rechts.

VIL Villnachern (AG)

Koordinaten CH1903+: 2 655 810, 1 257 950



Restwasserstrecke (links) und Kraftwerkskanal (rechts) der Aare bei Villnachern flussaufwärts betrachtet.(

Charakterisierung der Probestelle

Die Restwasserstrecke des WK Wildegg-Brugg ist, bis auf die reduzierte Wasserführung, noch weitestgehend naturbelassen und wird durch eine Insel zweigeteilt. Der gesamte Bereich ist mit Flachwasserzonen, Kiesbänken, Schnellen und Überschwemmungsflächen strukturiert. Neben den geregelten Dotierabflüssen kommt es immer wieder zu Hochwassern, die zur Umlagerung der Sedimente führen. Die natürliche Dynamik führte zu einer Verlagerung des Hauptabflusses hin zum rechten Hauptarm. Hierdurch fällt der linke Nebenarm bei Niedrigwasser immer wieder trocken. Das linke Ufer ist weitestgehend ein Naturufer und an strategischen Stellen mit grossen Blöcken gesichert. Das rechte Ufer ist über den grössten Teil der Strecke mit Blöcken gesichert.

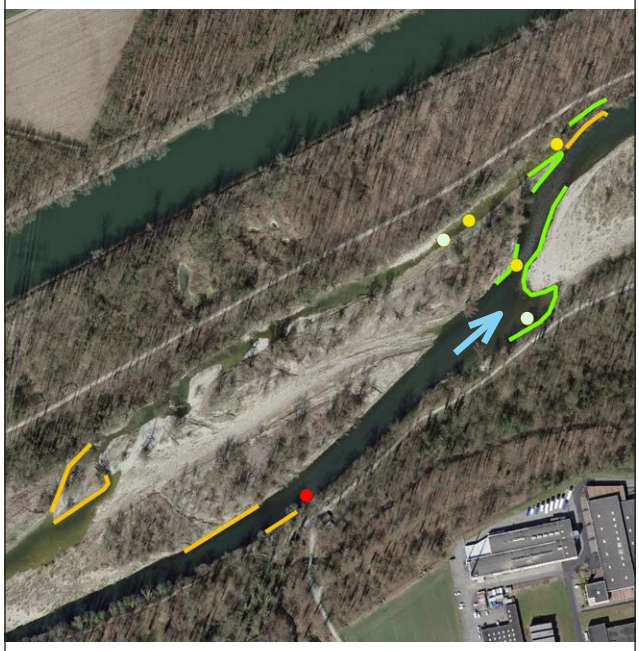
Biologische Besonderheiten

Das Substrat war fast durchgehend sehr stark mit Algen überwachsen und teilweise kolmatiert.

Das Makrozoobenthos ging von 2012 auf 2022 abermals zurück. Dies betraf vor allem Wasserinsekten, aber auch die gebietsfremde Assel *Jaera istri*. Zugenommen haben nur Oligochaeten. Eine Ursache könnte der stark zugesetzte Lückenraum zwischen den Steinen sein.

Die Fischbesiedlung ging zwar insgesamt etwas zurück, dies betraf allerdings vor allem Massenvorkommen von Schmerlen im Flachwasser. Die Anzahl von jungen Cypriniden blieb ungefähr gleich, verlagerte sich nur mehr hin zu jungen Alet. Dafür wurden einige andere Arten häufiger, wie Barben und Steinbeisser. Bachneunaugen wurden nicht gefunden.

Übersicht



	1: Ufer links	6: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,3 m	0,1–0,4 m
Strömung	0,0–0,2m/s	0,1–1,0 m/s

	2:Sohle	3: Sohle	4: Sohle	5: Taucher
Wassertiefe	0,3 m	0,5 m	0,7 m	1,6 m
Strömung	0,5 m/s	0,2 m/s	1,5 m/s	0,8 m/s
Entf. zum Ufer	3 m (li)	3 m (li)	15 m (re)	8 m (re)

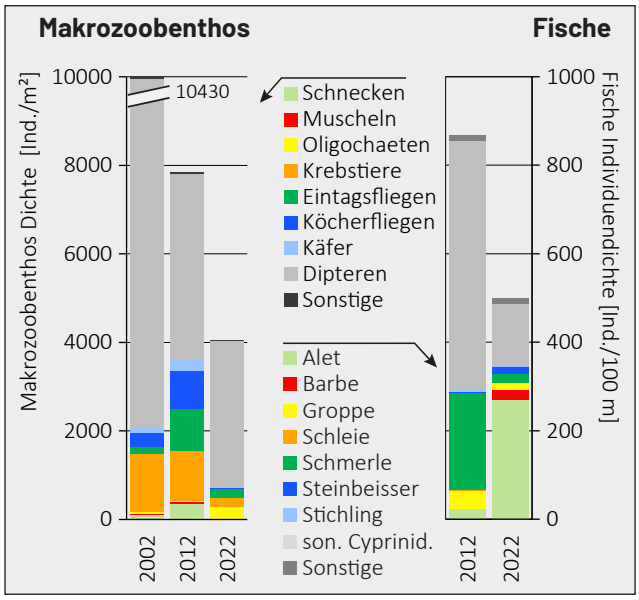
Umfeld	1: li	2	3	4	5	6:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	2	3	2	2	3	
Bewuchs Moose	1	1					
Bewuchs Makrophyten							
Trübung	1	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	1	
Schaum	2	1	1	1	1	1	
Geruch	1	1	1	1	1	1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	1	2	1	2	2	
Feststoffe/Abfälle	2	2	1	3	1	3	teils Siedlungsentw.
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge							

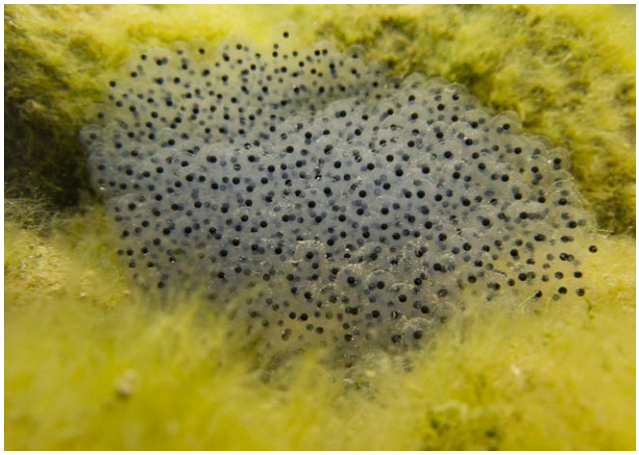
Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 10 % (Bedeckung), 2 = 10-50%, 3 >= 50%

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

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

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



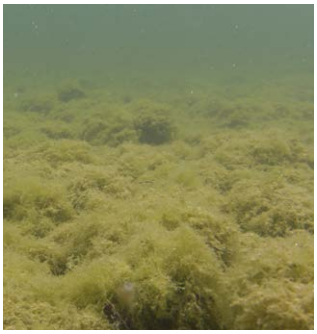


Laich vom Grasfrosch im März 2022 im nur noch gering durchflossenen linken Seitenarm bei Stelle 2.

Meist steiles linkes Ufer, teils grob befestig. Unter Wasser stark veralgte Steine/Blöcke.

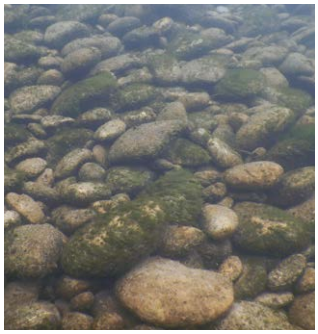
Unterhalb des steilen rechten Ufers (meist Uferanriss) veralgte Steine oder Sand mit Detritus.

Sehr stark veralgte Steine und Blöcke an Stelle 2.



Sehr stark veralgte Steine und Blöcke an Stelle 3.

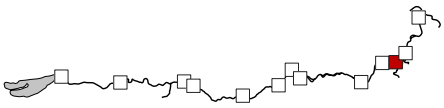
Schnell überströmte Steine und Blöcke an Stelle 4.



Steinig-blockige Sohle bei der Taucherprobe rechts.

BRU Brugg (AG)

Koordinaten CH1903+: 2 658 660, 1 259 668



Aare bei Brugg flussaufwärts betrachtet. Links im Vordergrund der 2012 angelegte Revitalisierungsbereich.

Charakterisierung der Probestelle

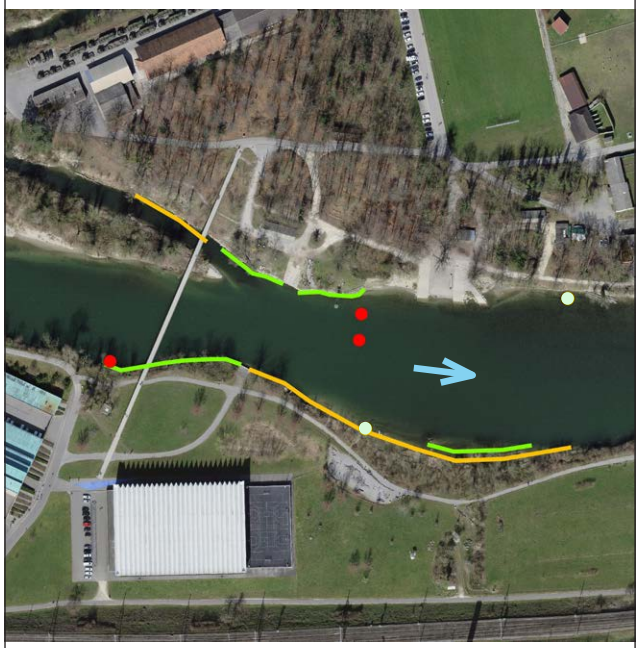
Der Transekt liegt in einem freifliessenden Abschnitt der Aare, östlich des Stadkerns von Brugg an der dortigen grossen Aareinsel. Das linke Ufer ist mit Blockwurf und Blockmauern befestigt. Das daran anschliessende kiesig-steinige Flachufer des Übungsgeländes der Rekrutenschule wird auch als öffentliche Badestelle und zur Naherholung genutzt. Das rechte Ufer ist von Westen her ebenfalls mit Blöcken verbaut und auf einer Strecke von 160 m revitalisiert. Hierzu wurde das Ufer zurückgesetzt, flach modelliert und mehrere Störstrukturen (Baumstüpfe und Findlinge) eingebracht. Im Flussquerschnitt dominieren steinige Substrate, nur innerhalb der Revitalisierung kommen auch grossflächig Feinsedimente vor.

Biologische Besonderheiten

Abgesehen vom starken Rückgang des Makrozoobenthos von 2002 zu 2012 blieben die Dichten bis 2022 weitestgehend konstant. Allerdings ist der Anteil an Wasserinsekten weiter zurückgegangen, was möglicherweise auch am allgemeinen Insektenrückgang, aber auch der zunehmenden Dichte des räuberischen, gebietsfremden Grossen Höckerflohkrebses *(D. villosus)* liegen könnte. Libellen wurden in Brugg fast ausschliesslich an einem kleinen, benachbarten Stillgewässer festgestellt.

Die Fischbesiedlung hat gegenüber 2012 sehr stark zugenommen und hohe Dichten an Jungfischen erreicht. Dies betraf vor allem junge Alet, aber auch zahlreiche anderen Arten haben zugenommen.

Übersicht



	1: Ufer links	5: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,5 m	0,1–0,5 m
Strömung	0,1–0,8 m/s	0,3–1,2 m/s

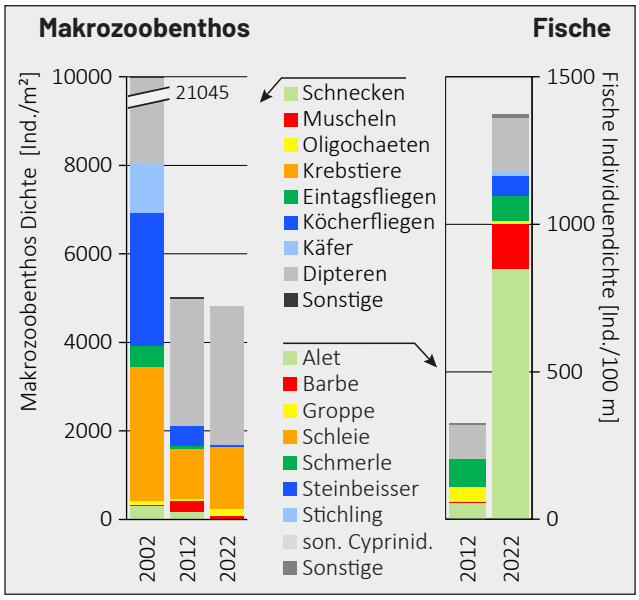
	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	1,4 m	3,9 m	1,8 m
Strömung	0,3 m/s	1,2 m/s	0,1 m/s
Entf. zum Ufer	27 m (li)	13 m (li)	3 m (re)

Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	2	1	2	2	
Bewuchs Moose	2				1	
Bewuchs Makrophyten						
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	
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	2	Abfälle
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	3	3	3	1	
Steine 63 mm - 200 mm	2	1	2	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2			1	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1					
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1					
Sand 0,063 mm - 2 mm	2	2	2	1	3	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter			1	1		
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Entwicklung der Revitalisierung am rechten Ufer über 10 Jahre. Links: frisch angelegt 2012; rechts: 2022.

Teilweise mit groben Blöcken verbautes, teilweise naturnahes Kiesufer. Unter Wasser veralgte Steine und viel Sand.

Naturnahes Ufer im Bereich der Revitalisierung am rechten Ufer. Zwischen den Steinen liegt mit der Tiefe zunehmend viel Sand.

Steinige Sohle mit viel Sand dazwischen bei der linksseitigen Taucherprobe.

Mit Blöcken und Steinen belegte Sohle (teilweise gepflästert) Mitte-links.

Steine, Blöcke und einiger Sand bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

STI Stilli (AG)

Koordinaten CH1903+: 2 659 809, 1 263 182

Aare knapp oberhalb von Stilli mit Ruine Freudenau (rechts im Bild) flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

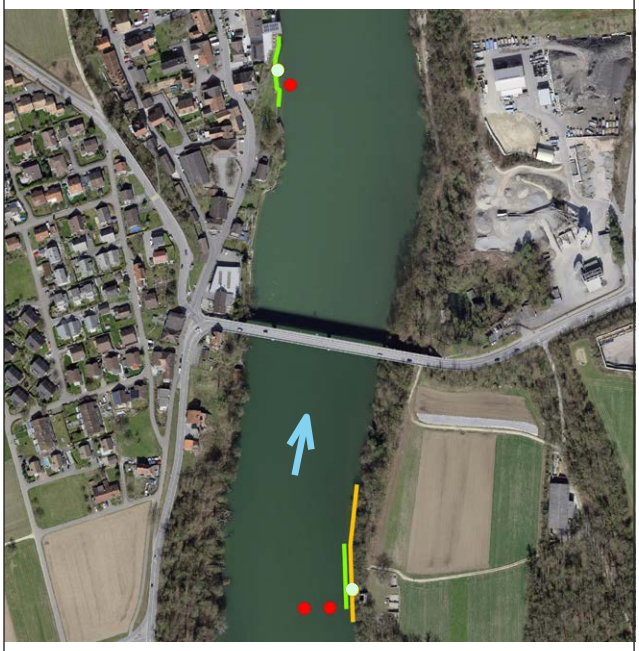
Der Transekt liegt kurz nach dem Zufluss von Limmat und Reuss. Die Proben am rechten Ufer liegen vor der Ruine Freudenau südlich von Stilli. Diejenigen am linken Ufer wurden von Lauffohr in den Ortsbereich von Stilli verlegt, nachdem die ehemaligen Probeflächen nach Umbau des kleinen Hafens nicht mehr vorhanden waren. Jetzt liegen alle Stellen im Einfluss der Reuss. Im Hinterland liegen rechtsufrig Gehölzstreifen mit Grünland, linksufrig eine Siedlung und eine Kajakanlegestelle. Das rechte Ufer ist nur wenig befestigt und immer wieder angerissen, das linke Ufer ist dagegen weitestgehend befestigt. Die Sohle ist grösstenteils steinig, an beiden Ufern gibt es auch viele sandige Flächen. Auch oberhalb der Wasserlinie wurden grosse Mengen abgelagerter Sand beobachtet, die 2012 noch nicht vorhanden waren.

Biologische Besonderheiten

Nach dem starken Rückgang der Benthosbesiedlung von 2002 auf 2012 kam es bis 2022 zu einer weiteren Reduktion, die alle Grossgruppen gleichermassen betraf. Hier dürfte der Haupteinfluss die verstärkte Kolmation durch die frischen Sandablaerungen und der Einfluss des Grossen Höckerflohkrebses *(D. villosus)* sein.

Bei den Fischen gab es eine Zunahme gegenüber 2012, vor allem von junge Cypriniden, Barben, dem gebietsfremde Italienische Steinbeisser und Gründlingen (in Grafik unter Sonstige). Die Fische profitierten vor allem von zunehmend in die Aare gestürzten toten Bäumen am rechten Ufer. Innerhalb der abgelagerten Feinsedimente wurden insgesamt 18 Bachneunaugen gefangen.

Übersicht



	1: Ufer links	5: Ufer rechts
Wassertiefe	0,1–0,7 m	0,1–0,4 m
Strömung	0,0–0,4 m/s	0,3–1,2 m/s

	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	1,7 m	3,0 m	1,8 m
Strömung	0,4 m/s	0,7 m/s	0,4 m/s
Entf. zum Ufer	12 m (li)	40 m (re)	20 m (re)

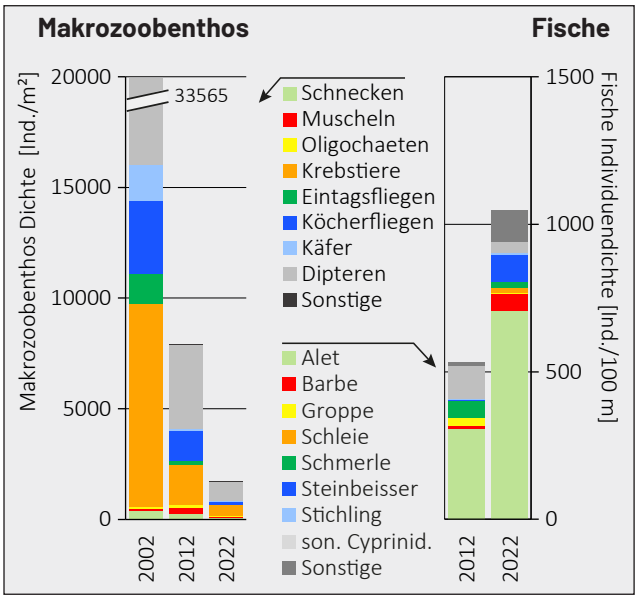
Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	2	2	2	2	
Bewuchs Moose						
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	3	1	1	1	2	
Kolmation	2	2	2	2	2	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	1	
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	2	2	2	3	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	1	2	1			
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm						
Feinkies 2 mm - 6,3 mm						
Sand 0,063 mm - 2 mm	2	1	1	1	2	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		1	1	1		*C. fluminea*
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Mächtige Sandablagerungen bis ca. 0,5 m oberhalb der Wasserlinie am rechten Ufer über das gesamte Jahr 2022.

Abwechselnd Uferverbau mit Blöcken und Steinen und Sandflächen am linken Ufer.

Am rechten Ufer frische Uferanrisse mit Blöcken, Steinen, viel Sand und verteilt Totholz.

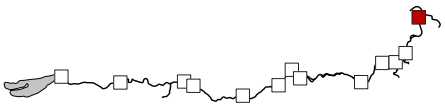
Mässig veralgte steinig/kiesige Sohle bei der linksseitigen Taucherprobe.

Mässig veralgte steinig/kiesige Sohle bei bei der Taucherprobe Mitte-rechts.

Leicht veralgte, steinige Sohle bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

FEL Felsenau (AG)

Koordinaten CH1903+: 2 658 795, 1 272 526



Aare bei Felsenau flussaufwärts betrachtet. Im Hintergrund der Stau Klingnau, rechts im Bild das Feuchtgebiet Grien.

Charakterisierung der Probestelle

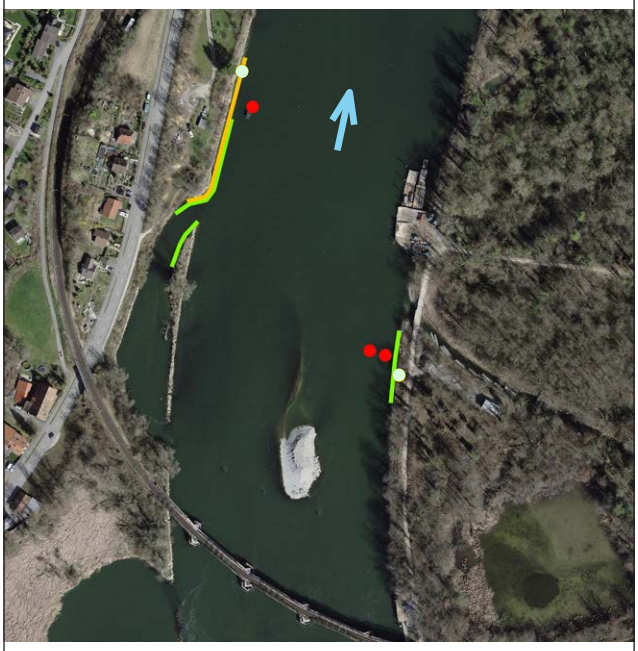
Der Transekt liegt ca. 500 m oberhalb des Zusammenflusses der Aare mit dem Hochrhein und ca. 1 km unterhalb des Staubereichs des WK Klingnau. Knapp oberhalb liegt am linken Ufer das Feuchtgebiet Grien und eine kleine Renaturierung. Die Ufer des Untersuchungsabschnitts sind beide befestigt und steil abfallend. Das rechte Ufer vor allem mit Blöcken, das linke teils gemauert. An das linke Ufer schliesst ein Gebüschstreifen und ein Grillplatz an, am rechten liegt ein kaum befahrener Weg und Wald. Das Substrat ist weitestgehend sehr grob und durch kaum vorhandenen Geschiebetrieb geprägt. Die regelmässige Kieszugabe (kleine Insel auf Übersichtsfoto) wirkt sich auf die Uferbrereiche bei Felsenau nicht aus.

Biologische Besonderheiten

Die Dichte des Makrozoobenthos ging vor allem von 2002 zu 2012, aber nochmals bis 2022 zurück. Dies betraf u.a. direkt Neozoen: Der Grosse Höckerflohkrebs *(D. villosus)* ersetzte teilweise *Jaera istri* und heimische Gammariden und die Körbchenmuschel *(C. fluminea)* verschwand fast völlig. Weiter sind Köcherfliegenlarven stark zurückgegangen. In Felsenau wurden, neben einigen Gebänderten Prachtlibellen *(C. splendens)* auch mehrere Kleine Zangenlibellen *(O. forcipatus)* gefunden.

Wie an fast der ganzen Aare war die Fischbesiedlung 2022 umfangreicher als noch 2012. Zugenommen haben vor allem Barben und der Italienische Steinbeisser, speziell die Ausbreitung der Barben ist schweizweit zu beobachten. Wie bereits 2012 wurden auch Bachneunaugen gefunden.

Übersicht



Uferprobe Sohle Taucher
Fische (Elektrofischen) Libellen

	1: Ufer links	5: Ufer rechts
Wassertiefe	0,5 m	0,6 m
Strömung	0,2-0,3 m/s	0,0-0,4 m/s

	2:Taucher li	3: Taucher mi	4: Taucher re
Wassertiefe	2,0 m	2,4 m	1,7 m
Strömung	0,5 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s
Entf. zum Ufer	13 m (li)	9 m (re)	3 m (re)

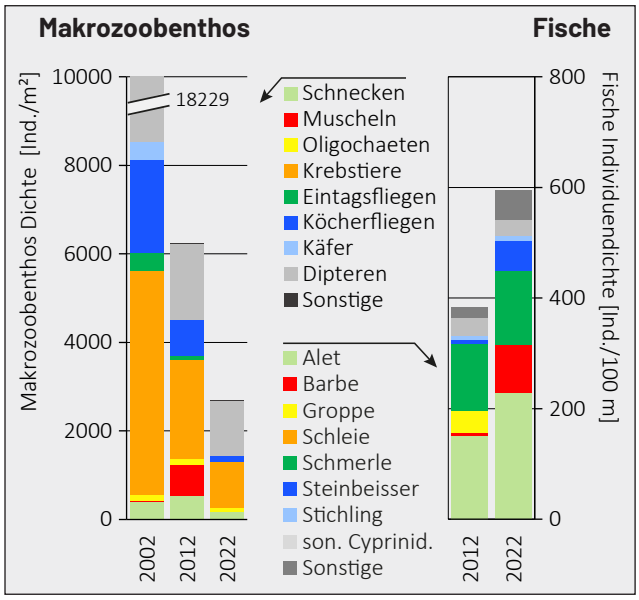
Umfeld	1: li	2	3	4	5:re	Erläuterungen
Algenaufwuchs	2	2	2	2	2	
Bewuchs Moose			1	1		
Bewuchs Makrophyten						
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1	1	1	1	1	
Geruch	1	1	1	1	1	
Eisensulfid	2	1	1	1	2	
Kolmation	2	2	2	2	2	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	1	Abfälle Grillplatz
Heterotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Einleitungen, Einträge						

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 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	2	2	3	3	3	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	3	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2			1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm						
Feinkies 2 mm - 6,3 mm						
Sand 0,063 mm - 2 mm	1	1			1	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter		1	1	1		*C. fluminea*
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Einmündung der Aare (von unten kommend) in den Hochrhein.

Überwiegend mit Algen bewachsener Uferverbau mit teilweise etwas Totholz und Feinsediment am linken Ufer.

Mit Algen bewachsener Uferverbau (Blöcke) und steinige Buchten am rechten Ufer.

Grobe Sohle mit Algenbewuchs bei der linksseitigen Taucherprobe.

Grobe Sohle mit Algenbewuchs bei der Taucherprobe Mitte-rechts.

Teilweise mit Moos bewachsene Steine und Blöcke bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

Taxaliste Mittelwerte Transekt

Individuen/m²	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+

	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupperswil-Auenstein	Villnachern	Brugg	Stilli	Felsenau
	08.03.2022	08.03.2022	07.03.2022	09.03.2022	09.03.2022	10.03.2022	11.03.2022	14.03.2022	15.03.2022	16.03.2022	17.03.2022	17.03.2022	18.03.2022
	mittlere Individuendichte für die jeweiligen Transekte pro Quadratmeter												
Porifera													
Spongillidae Gen. sp.							0,4					0,2	
Turbellaria													
Dendrocoelum lacteum	4												
Dugesia gonocephala		1		1						1			
Dugesia lugubris/polychroa	8												
Bivalvia													
Corbicula fluminea	34	272	5	77		1	22		2	4	43	21	8
Dreissena polymorpha	428		34	114			12				7	12	1
Dreissena rostriformis	7359	69	66	284			20				4	8	1
Pisidium amnicum				8									
Pisidium sp.		2		2									
Gastropoda													
Ancylus fluviatilis	34	82	422	384	9	6	60		1	18	17	56	161
Bathyomphalus contortus	1												
Bathyomphalus contortus	1												
Bithynia tentaculata	1												
Bithynia tentaculata	1												
Gyraulus sp.		1											
Physella acuta/heterostropha	1	6											
Potamopyrgus antipodarum	66	4	6	6			16	1	1	1		1	1
Valvata piscinalis ssp.	1												
Oligochaeta													
Branchiura sowerbyi				2									
Eiseniella tetraedra					1	1	5	4		2		2	2
Lumbriculidae Gen. sp.									4				
Lumbriculus variegatus	10												
Naididae/Tubificidae Gen. sp.	137	896	47	642	5	10	67	19	19294	178	123	50	75
Oligochaeta Gen. sp.		4	50	7					1	1	2		
Propappus volki					8	2		1	1		27		1
Stylaria lacustris		1							1	93	3		
Stylodrilus heringianus	1		33	47		3	11	2	1		4	2	1
Stylodrilus sp.	4		129	32	9	2	7	5	3		1	2	4
Polychaeta													
Hypania invalida	1												
Hirudinea													
Batracobdelloides sp.		1											
Caspiobdella fadejewi										1			
Dina punctata	3	9	4	1		1	2	1	3	1		3	2
Erpobdellidae Gen. sp.	1		1				1		3				1
Acari													
Hydrachnidae Gen. sp.				1								1	

Individuen/m²	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+

	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupperswil-Auenstein	Villnachern	Brugg	Stilli	Felsenau
	08.03.2022	08.03.2022	07.03.2022	09.03.2022	09.03.2022	10.03.2022	11.03.2022	14.03.2022	15.03.2022	16.03.2022	17.03.2022	17.03.2022	18.03.2022
Crustacea													
Asellus aquaticus	44								1	1			
Crangonyx pseudogracilis	8												
Dikerogammarus haemobaphes	27	10	6	3			1						
Dikerogammarus sp.	42	4	27	287	70	30	35	233	47	92	658	144	497
Dikerogammarus villosus	267	98	384	218	19	222	150	89	11	69	315	118	149
Echinogammarus trichiatus						24							
Gammarus fossarum						4	1	1	1				
Gammarus fossarum/pulex			1	2		1	2						
Gammarus roeselii				1									
Hemimysis anomala				1									
Jaera istri		17	47	191	8	113	84	7	5	23	415	224	42
Limnomysis benedeni													1
Synurella ambulans			2					1	1				
Ephemeroptera													
Baetis alpinus					5								
Baetis lutheri					2	2		1	2				
Baetis lutheri/vardarensis										23	3		
Baetis rhodani	1		2		1	38		3	12	19	1		
Baetis vardarensis								4	33	51	3		1
Caenis macrura		4		4									
Cloeon dipterum				1									
Ecdyonurus sp.										7			
Ecdyonurus venosus			2		1	2	2		1	2			
Ecdyonurus venosus- Gr.						2		1		1			
Ephemera danica		2	2	4	1		2	1	4	5		2	1
Heptagenia sulphurea			1	1	6	17	1	1	2	9		1	1
Potamanthus luteus		13	10	11	1			1					1
Rhithrogena semicolorata- Gr.								1		1			
Serratella ignita									1				
Odonata													
Onychogomphus forcipatus										1			
Plecoptera													
Amphinemura sulcicollis/triangularis								1					
Amphinemura triangularis									1				
Isoperla sp.								1	4	8			
Leuctra sp.			1			1			1	2			
Nemoura sp.					1	1				4			
Protonemura sp.			1						1				
Coleoptera													
Elmis maugetii			1							1			
Esolus sp.						1				4	3		
Limnius volckmari			5	4									
Stenelmis canaliculata										1		1	

Individuen/m²	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+

	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupperswil-Auenstein	Villnachern	Brugg	Stilli	Felsenau
	08.03.2022	08.03.2022	07.03.2022	09.03.2022	09.03.2022	10.03.2022	11.03.2022	14.03.2022	15.03.2022	16.03.2022	17.03.2022	17.03.2022	18.03.2022
Trichoptera													
Allogamus auricollis			2										
Anabolia nervosa			1				2					1	9
Brachycentridae Gen. sp.									1	1		5	
Brachycentrus subnubilus			1	1	1		2		1	2	3	7	7
Chaetopterygini/Stenophylacini Gen. sp.							2						
Cheumatopsyche lepida													4
Glossosoma boltoni			1	1	92	2							
Glossosoma sp.												1	
Glossosomatidae Gen. sp.													3
Goera pilosa			1	1									
Halesus digitatus digitatus			2	2		1	2			9		12	2
Halesus radiatus	1		1									2	
Halesus sp.		1	1										
Halesus tesselatus							2		3	6	1	13	9
Hydropsyche incognita					32	2						3	2
Hydropsyche incognita/pellucidula					10	1							
Hydropsyche siltalai			1										
Hydropsyche sp.				1	2								
Hydroptila sp.		1						1		1			
Limnephilini Gen. sp.	1	6	2										
Limnephilus lunatus									2	3			
Limnephilus sp.									3	3			
Lype reducta			2										
Mesophylax impunctatus ssp.			1	1									
Micropterna testacea										1			
Potamophylax cingulatus/latipennis/luctuosus									1			2	
Psychomyia pusilla		4	13	1	417	5	1	2	15	13	4	15	11
Rhyacophila (Rhyacophila) sp.					1	1							
Silo nigricornis			14	11		1	15			1	1	1	
Silo pallipes			1										
Silo piceus												2	1
Tinodes unicolor		1											
Tinodes waeneri ssp.		6											

Individuen/m²	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+

	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupperswil-Auenstein	Villnachern	Brugg	Stilli	Felsenau
	08.03.2022	08.03.2022	07.03.2022	09.03.2022	09.03.2022	10.03.2022	11.03.2022	14.03.2022	15.03.2022	16.03.2022	17.03.2022	17.03.2022	18.03.2022
Diptera													
Antocha sp.			1		1	6		3	8	5	3	1	2
Ceratopogoninae Gen. sp.				2						1			
Chelifera sp.										1			
Chironomidae Gen. sp.	59	11	168	138	11	26	17	29	146	23	84	4	57
Chironomus obtusidens -Gr.		39	2	16		1		1	1		3	10	2
Chironomus thummi -Gr.		14	1	7				5	2	1		2	
Diamesinae Gen. sp.		23	63	5	125	25	1	227	136	46	397	85	269
Gonomyia sp.				1									
Kiefferulus tendipediformis								1					
Limoniidae Gen. sp.					3	1		1					
Microtendipes sp.	70	18	1	7		2	7		16	7	2	4	2
Orthocladiinae Gen. sp.	6	65	1918	393	1923	1267	266	114	1949	1884	242	732	859
Prodiamesa olivacea	9	19	18	50		12	4	1	1			5	1
Prodiamesinae Gen. sp.				2									
Simulium lineatum					48	2		3		3	3		1
Simulium ornatum					5			7	1	264	13		
Simulium sp.					99	43		3	2	480	42		4
Simulium variegatum					26	4		3		7	4		2
Stenochironomus sp.			1							1			
Tabanidae Gen. sp.									1	1			
Tanypodinae Gen. sp.	5	23	7	14			3		5	1		1	1
Tanytarsini Gen. sp.	4	253	2	186	8	33	52	1	236	16	161	26	24
Thienemanniella sp.				3				1	3	5			
Tipula sp.					1			2					
Nematoda													
Nematoda Gen. sp.		1	3		4			1	8	1	4	1	4

Indices

	Nidau-Port	Arch	Flumenthal	Wangen	Wynau	Aarburg	Olten	Winznau	Rupperswil-Auenstein	Villnachern	Brugg	Stilli	Felsenau
	08.03.2022	08.03.2022	07.03.2022	09.03.2022	09.03.2022	10.03.2022	11.03.2022	14.03.2022	15.03.2022	16.03.2022	17.03.2022	17.03.2022	18.03.2022
Deutscher Saprobienindex													
Saprobienindex	2,25	2,14	1,93	2,02	1,83	1,87	1,97	2,01	1,92	1,93	2,10	1,97	1,97
Streuungsmaß	0,07	0,10	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,11	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06
Abundanzsumme	44	43	59	58	49	38	39	29	38	58	38	54	44
Anzahl Indikatortaxa	17	18	31	26	20	21	19	20	25	30	13	25	21
Präferenz für Biozönotische Regionen (eingestufte Taxa)													
[%] Zonation Krenal	0,09	0,06	0,01	0,01	0,00	0,11	0,02	0,04	0,11	0,03	0,00	0,00	0,00
[%] Zonation Hypokrenal	1,75	1,72	3,33	3,85	0,50	1,27	3,62	1,31	1,42	5,68	0,52	1,24	1,81
[%] Zonation Epirhithral	3,14	4,99	7,20	8,23	1,71	3,53	5,69	5,32	6,70	12,36	1,89	2,75	4,20
[%] Zonation Metarhithral	3,20	5,14	7,52	8,72	13,41	5,41	5,84	6,39	8,31	14,68	3,03	5,47	5,81
[%] Zonation Hyporhithral	4,09	8,60	8,15	10,09	29,31	5,77	6,77	7,60	11,37	17,12	4,37	11,24	9,54
[%] Zonation Epipotamal	24,43	28,60	29,76	26,82	34,04	33,53	30,95	30,11	23,78	23,43	35,39	35,36	34,48
[%] Zonation Metapotamal	28,17	20,73	18,49	16,97	13,31	25,17	20,99	21,21	16,64	14,20	25,61	21,07	20,46
[%] Zonation Hypopotamal	10,48	15,16	17,01	11,85	7,02	22,34	18,72	18,91	12,93	5,32	24,16	18,07	18,77
[%] Zonation Littoral	22,87	12,43	6,23	10,92	0,45	1,74	6,15	5,50	10,16	4,02	3,20	3,75	3,68
[%] Zonation Profundal	1,78	2,57	2,31	2,55	0,26	1,13	1,25	3,60	8,58	3,17	1,83	1,05	1,25
Habitatpräferenz (eingestufte Taxa)													
[%] Habitat Argylal	0,00	0,07	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[%] Habitat Pelal	11,65	11,99	4,94	10,35	1,87	1,44	5,00	2,20	4,58	1,34	2,22	3,70	3,74
[%] Habitat Psammal	5,57	6,95	1,45	4,32	1,82	0,87	3,54	0,42	0,44	0,30	0,93	1,97	1,56
[%] Habitat Akal	0,28	0,43	0,94	1,78	5,09	1,96	1,43	1,65	0,73	8,31	1,29	2,36	1,92
[%] Habitat Lithal	36,89	53,11	67,63	61,96	67,57	66,38	64,84	66,18	63,75	60,42	66,24	66,02	68,66
[%] Habitat Phytal	17,51	22,55	22,93	13,96	23,49	28,55	22,02	28,68	28,90	27,94	28,47	23,89	22,68
[%] Habitat POM	14,99	2,87	0,63	3,37	0,07	0,44	1,67	0,25	0,20	1,17	0,15	1,19	0,42
[%] Habitat Andere	13,12	2,02	1,49	4,21	0,09	0,36	1,50	0,61	1,39	0,54	0,70	0,86	1,02
Strömungspräferenz (eingestufte Taxa)													
[%] Strömung Typ limnobiont	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[%] Strömung Typ limnophil	1,73	2,48	0,49	0,12	0,11	0,46	0,99	2,72	1,82	8,65	1,25	1,28	0,51
[%] Strömung Typ limnorheophil	0,22	0,20	0,00	0,29	0,00	0,00	0,25	0,00	0,78	0,32	0,00	0,08	0,00
[%] Strömung Typ rheolimnophil	1,41	33,34	9,36	14,03	60,46	12,67	12,17	11,17	8,59	1,90	24,56	49,07	32,51
[%] Strömung Typ rheophil	0,11	5,11	5,53	6,29	21,58	64,16	14,86	48,31	20,78	83,98	29,45	5,66	6,05
[%] Strömung Typ rheopbiont	4,65	20,56	56,51	46,81	15,56	6,74	36,77	2,60	1,30	1,94	6,57	21,61	43,18
[%] Strömung Typ indifferent	91,88	38,32	28,12	32,46	2,28	15,98	34,97	35,20	66,74	3,21	38,17	22,30	17,75
Ernährungstypen (eingestufte Taxa)													
[%] Ernährung Zerkleinerer	7,69	1,89	3,46	4,17	1,78	4,70	6,76	4,73	0,51	1,53	4,65	4,81	5,98
[%] Ernährung Sedimentfresser	27,46	72,84	50,03	48,35	57,84	57,95	46,06	62,91	95,44	56,33	55,77	47,18	39,79
[%] Ernährung Weidegänger	9,40	16,58	34,78	29,11	25,84	22,68	30,51	17,32	2,35	16,50	25,13	34,32	37,17
[%] Ernährung aktive Filtrierer	37,28	2,78	1,88	6,55	0,10	0,44	2,52	0,50	0,16	0,27	0,58	1,32	0,60
[%] Ernährung passive Filtrierer	0,00	0,05	0,07	0,08	8,09	2,50	0,12	2,95	0,11	22,42	1,57	1,56	1,10
[%] Ernährung Holzfresser	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[%] Ernährung Räuber	10,15	3,26	5,61	6,73	4,53	7,00	8,25	6,80	0,82	1,83	7,25	6,70	9,33
[%] Ernährung Zellstecher	0,47	0,47	0,42	0,53	0,04	0,13	0,22	0,22	0,07	0,08	0,20	0,20	0,24
[%] Ernährung Parasiten	0,47	0,47	0,43	0,53	0,06	0,13	0,22	0,22	0,07	0,10	0,22	0,21	0,28
[%] Ernährung Andere	7,10	1,66	3,32	3,95	1,74	4,48	5,35	4,35	0,46	0,95	4,62	3,72	5,51