

Erfolgskontrolle zu Geschiebezugaben am Kraftwerk Bremgarten-Zufikon (KWBZ)

Schwerpunkt Makrozoobenthos



Dezember 2023

Dr. John Hesselschwerdt, im Auftrag von Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau

Mitfinanziert durch den naturemade star-Fonds von ewz, die Kraftwerke Stoppel und Windisch der Axpo Kleinwasserkraft AG, die Fischereikommission Bremgarten und den Kanton Aargau



Inhalt

Inhalt	2
1 Wozu Geschiebezugaben?	3
1.1 Geschiebedefizit	3
1.2 Kraftwerk Bremgarten-Zufikon	3
1.3 Frühere Kiesschüttungen	3
1.4 Wirkungskontrolle	5
2 Erfolgskontrollen	6
2.1 Morphologie	6
<i>Ergebnisse</i>	6
2.2 Makrozoobenthos	7
<i>Untersuchungsstandorte</i>	7
<i>Methode Makrozoobenthos allgemein</i>	9
<i>Methode Libellen</i>	9
<i>Ergebnisse Makrozoobenthos</i>	9
<i>Libellen</i>	12
3 Schlussfolgerungen	13
3.1 Fazit Erfolgskontrolle	13
3.2 Weiteres Monitoring	14
4 Literatur	15

Autor:

Dr. John Hesselschwerdt, HYDRA AG, Kreuzlingen

Bildrechte:

Titelbild sowie weiteres Bild- und Grafikmaterial in diesem Bericht: ©HYDRA

1 Wozu Geschiebezugaben?

1.1 Geschiebedefizit

In natürlichen Flüssen gibt es meist ein Gleichgewicht von Erosion und Ablagerung von Sediment. Erosion wird durch die Reibungskraft des Wassers verursacht, angelandet wird Material, welches vorher weiter flussaufwärts abgetragen wurde. Durch diese Prozesse gelangt zerkleinertes Felsmaterial aus den Bergen letztendlich in die Meere. Das transportierte Material nennt man «Geschiebe».

Querbauwerke wie Wehre stören dieses Gleichgewicht. Sowohl Erosion, als auch Ablagerung sind sehr stark von der Fliessgeschwindigkeit abhängig. Die verringerte Geschwindigkeit innerhalb des Staubereichs oberhalb einer Wehranlage führt zu einer verstärkten Ablagerung aller Korngrössen inkl. Schlamm. Besitzt das Wehr keine Einrichtung zum Geschiebedurchlass, kommt es unterhalb nur zu Erosion und nachgeliefertes Geschiebe fehlt. Langfristig kommt es daher zu einem Geschiebedefizit. Die Folgen eines Geschiebedefizits sind vielfältig. Durch die Strömung werden vor allem feinere Sedimentfraktionen, aber auch Kies fortgetragen. Der Flussboden wird daher immer gröber. Letztendlich besteht er nur noch aus groben Blöcken. Die Zusammensetzung des Flussbodens ist allerdings wichtig für die Nutzbarkeit als Lebensraum für viele Wasserorganismen. Ein weiterer Effekt ist die Eintiefung der Sohle, was sich auf Flusslauf und Grundwasserstand auswirkt.

Prinzipiell können solche Defizite ausgeglichen werden, indem die Wehranlage für Geschiebe durchgängig gebaut wird oder regelmässig Geschiebe von oberhalb des Wehres nach unterhalb gebracht wird (Baggern und Wiederzugabe).

1.2 Kraftwerk Bremgarten-Zufikon

Das Kraftwerk Bremgarten-Zufikon besteht in unterschiedlichen Ausbaustufen bereits seit 1894 und behindert den natürlichen Geschiebetransport damit seit über 100 Jahren. Oberhalb des Wehres dehnt sich der aktuelle Staubereich über neun Kilometer als strömungsberuhigter Flachsee aus, unterhalb fehlt der Sohle über weite Strecken vor allem kiesiges Substrat.

Im Rahmen der Geschiebesanierung des Kraftwerks Bremgarten Zufikon werden seit 2019 alle zwei Jahre 12'000 m³ Geschiebe unterhalb des Kraftwerks zugegeben. Das geschüttete Substrat wird aus dem Stauwurzelbereich entnommen und in der Nähe der Fussgängerbrücke über die Reuss am linken Ufer eingebracht (Abb. 1). Diese Schüttstelle ist bereits seit 2001 in Betrieb. Das geschüttete Material besteht überwiegend aus Mittel-/Grobkies, enthält aber auch gröbere Anteile und etwas Sand.

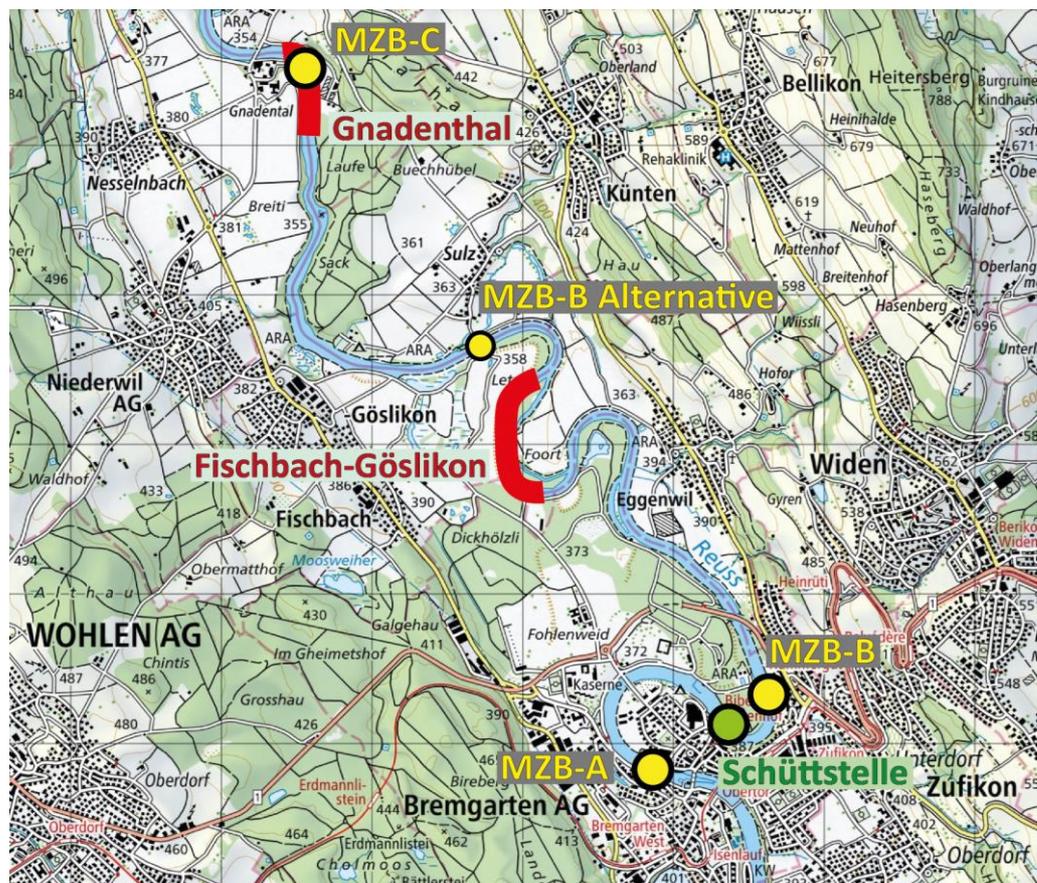
1.3 Frühere Kiesschüttungen

Bereits vor 2019 wurden vereinzelt Kiesschüttungen unterhalb des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon durchgeführt – unter anderem um das Geschiebedefizit zu reduzieren (Tab. 1). Zusätzlich sollten Kieslockerungen die Qualität kurzfristig für kieslaichende Fische verbessern. Von 2002 bis 2015 wurden insgesamt knapp 26'500 m³ Kies zugegeben.

Tabelle 1: Kieszugaben und -Lockerungen unterhalb der Kraftwerksanlage Zufikon seit 2002.

Jahr	Ortsbeschreibung	Massnahme	Volumen [m ³]	Fläche [m ²]
2002	unterhalb Bremgarten	Kiesschüttung	1'500	
2003	unterhalb Bremgarten	Kiesschüttung	100	
2004	unterhalb Bremgarten	Kiesschüttung	1'500	
2005	unterhalb Bremgarten	Kiesschüttung	2'550	
2006	Bremgarten ober- und unterhalb Fussgängerbrücke	Lockerung		9'000
2006	unterhalb Bremgarten	Kiesschüttung	10'000	
2007	Bremgarten	Lockerung		
2008	Bremgarten oberhalb Militärbrücke	Lockerung		
2011	Bremgarten Fussgängerbrücke	Lockerung		9'000
2011	Bremgarten Kiesrückgabestelle	Kiesschüttung	280	
2012	Rückgabestelle Bremgarten	Kiesschüttung	500	
2014	Rückgabestelle Bremgarten	Kiesschüttung	5'000	
2014	Bremgarten Kiesbänke Militärbrücke und Fohlenweid	Lockerung		9'000
2015	Rückgabestelle Bremgarten	Kiesschüttung	5'000	
2019	Rückgabestelle Bremgarten	Kiesschüttung	12'000	
2021	Rückgabestelle Bremgarten	Kiesschüttung	12'000	

Abbildung 1: Übersicht des Untersuchungsgebiets mit der Position der Schüttstelle der Kieszugabe und den Untersuchungsbereichen der Wirkungskontrollen Morphologie (rot) und Makrozoobenthos (gelb).



1.4 Wirkungskontrolle

Zur Kontrolle der Wirksamkeit der Geschiebesanierung werden die Parameter Morphologie, Fische und Makrozoobenthos (MZB) untersucht. Hierzu liegen jeweils Voruntersuchungen der Kiesschüttung 2019 vor, Nachuntersuchungen wurden bisher nur für Morphologie und Makrozoobenthos durchgeführt (HUNZIKER et al. 2022; WFN 2019; HESSELSCHWERDT 2022). Für kieslaichende Fische steht sie noch aus. Daher werden die Fische in den Kapiteln 2 und 3 nicht weiter behandelt.

Das **morphologische Monitoring** umfasst Veränderungen im Gerinneverlauf, dem Längs- und Querprofil und der Substratzusammensetzung. Hiermit werden die Ausbreitung und der Verbleib des Schüttguts direkt erfasst.

Das Vorkommen und die Reproduktion von **kieslaichenden Fischarten** ist der effektivste biologische Indikator zum Erfolg einer Geschiebesanierung, da entsprechende Arten auf das Vorhandensein von lockerem Kiessubstrat angewiesen sind. So benötigt die Äsche lockeren Fein- bis Mittelkies. Wobei der Kies nicht so locker sein darf, dass er während der Eientwicklungszeit regelmässig umgelagert wird.

Ein weiterer biologischer Indikator ist das **Makrozoobenthos** – die Gesellschaft der am Flussboden lebenden wirbellosen Tiere. Dies sind überwiegend Insektenlarven, Krebstiere, Schnecken und Würmer. Vor allem Insektenlarven leben grösstenteils unter und auf Steinen und Blöcken. Die meisten Arten haben spezifische Anforderungen an ihren Lebensraum, wobei sie auch in gewissem Mass anpassungsfähig sind. Ein vielfältiges Angebot an unterschiedlich grossen Lückenräumen und Strömungsgeschwindigkeiten ermöglichen dabei eine hohe Artenzahl. Kommt nur sehr grobes Sohlmaterial vor, so fehlen Lebensräume für Arten die auf steinig-kiesiges Substrat angewiesen sind. Einige Gruppen wie Chironomiden (Zuckmücken) profitieren stark vom Vorkommen von Feinsedimenten. Ein zusätzlicher Schwerpunkt wurde auf das Vorkommen von Libellen gelegt. Gesamtmenge und Artenzahl des Makrozoobenthos zeigen allerdings eine komplexe Reaktion auf ein Geschiebedefizit, welche die Interpretation erschwert. Ein starkes Geschiebedefizit führt zu einer groben Sohle und einer reduzierten Umlagerung des Substrates und damit einen reduzierten Lückenraum im Substrat. Beides hat negative Auswirkungen auf das Makrozoobenthos. Bei sehr starkem Geschiebetrieb mit häufiger Substratumlagerung ist die Stabilität des Lebensraums wiederum so reduziert, dass die Dichte an Makrozoobenthos ebenfalls zurückgehen kann. Dies trifft auch auf natürliche Gewässer zu. Sohlsubstrat und Umlagerungsfrequenz werden allerdings oft noch stärker von der Fliessgeschwindigkeit beeinflusst, die auch innerhalb eines Flussabschnitts kleinräumig stark unterschiedlich sein kann.

Aufgrund dieser zahlreichen Einflussfaktoren ist die Indikation des Sohlsubstrats mittels Makrozoobenthos nicht standardisiert und nicht einfach. Es liegen auch wenige, eine Geschiebesanierung begleitende Daten vor. Die durchgeführten Untersuchungen sollen daher auch Daten liefern, mit denen eine entsprechende Auswertung zukünftig verbessert werden kann. Um den Einfluss eines Geschiebemangels auf das Makrozoobenthos von anderen Faktoren unterscheiden zu können, sollten die sonstigen Bedingungen an den Untersuchungsstellen möglichst gleich gehalten werden, was in der sehr komplexen Morphologie der Fluss-Schlaufen der Reuss um Bremgarten schwierig ist.

Im Zeitraum von der ersten Kieszugabe 2019 bis zu den Nachuntersuchungen Morphologie und Makrozoobenthos im Jahr 2021 gab es in der Reuss zwei **Hochwasser**. Das erste im Januar 2021 mit einem für die Wintermonate ungewöhnlich hohen Abfluss,

im Sommer ein zweites in der Grössenordnung eines 50-jährigen Hochwassers. Die Erfolgskontrolle Makrozoobenthos fand im März 2021 statt und wurde daher nur vom Winterhochwasser beeinflusst. Das morphologische Monitoring konnte den Einfluss des Sommerhochwassers detailliert berücksichtigen.

Der vorliegende, zusammenfassende Bericht legt den Schwerpunkt auf die Wirkungskontrolle Makrozoobenthos (HESSELSCHWERDT 2022), greift aber auch die Ergebnisse des morphologischen Monitorings (HUNZIKER et al. 2022) und die Methodenwahl der Voruntersuchung Fische (WASSER FISCH NATUR AG 2019) auf.

2 Erfolgskontrollen

2.1 Morphologie

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Fachberichts zur Wirkungskontrolle Morphologie knapp zusammengefasst (HUNZIKER, ZAUNER & PARTNER AG 2022).

Die Hauptuntersuchung fand an zwei Transekten statt (Abb. 1): «Fischbach-Göslikon» und «Gnadenthal». Zusätzlich wurden der Bereich unterhalb des Wehrs des KW Bremgarten-Zufikon und die Kiesbänke Mellingen und Mülligen grob beurteilt.

An den zwei Haupttransekten wurden Gewässerstruktur, Kornverteilung & Korndurchmesser (Drohnenaufnahmen, GRAINet und Echolotaufnahmen), innere Kolmation, Sohlenstruktur und Sohlenlage aufgenommen. Kolmation bezeichnet unter anderem das Zusetzen des Substrats mit Feinsediment. Die Untersuchungen fanden 2019 noch vor den Kieszugaben und 2021 statt. Während der Aufnahmen 2021 kam es im Sommer zu einem starken Hochwasser, welches zu einer starken Dynamisierung des Flusslaufs führte. Diese Aspekte wurden ebenfalls erfasst und bewertet.

Ergebnisse

Nach dem Geschiebetransportmodell für das untere Reusstal wird das geschüttete Material ($d_m=3,3$ cm) ab einer Wasserführung von $150 \text{ m}^3/\text{s}$ weitertransportiert.

Anhand des Modells müsste der Grossteil des Schüttguts in einem normalfeuchten Jahr rund 3 km flussabwärts transportiert werden, ein kleiner Teil bereits sehr viel weiter (15–20 km). In feuchten Jahren kann sich der Grossteil des Schüttguts 10–12 km flussabwärts bewegen. Der Transport bis zur Mündung in die Aare dürfte daher knapp 14 Jahre dauern. Das Material der Kieszugabe im Jahr 2019 hat sich voraussichtlich 10–13 km flussabwärts bewegt (Normaljahr 2020: 3 km; feuchtes Jahr 2021: 7–10 km).

Untersuchungsstrecke Fischbach-Göslikon (ca. 4 km uh. Kieszugabe)

An der Untersuchungsstrecke Fischbach-Göslikon hatte sich die Korngrößenverteilung zwischen 2019 und Beginn 2021 nicht signifikant verändert. Hier führte erst das Hochwasser im Sommer 2021 zu einer Änderung: das Substrat wurde deutlich grober. Die Beurteilung der Sohlenstrukturen ergab eine minimale Auflandung von wenigen Zentimetern. Aufgrund des sonst vorhandenen Geschiebedefizits ist das Ergebnis positiv.

In der Gesamtbeurteilung gab es nur eine Veränderung der Kolmation. Diese nahm aufgrund des Hochwassers im Sommer 2021 mit lang andauernden Trübungen zu.

Untersuchungsstrecke Gnadenthal (ca. 8 km uh. Kieszugabe)

Im Bereich Gnadenthal änderte sich die Korngrößenverteilung von 2019 bis nach dem Hochwasser 2021 kaum merklich. Die als Laichsubstrat nutzbaren Flächen hatten leicht zugenommen, für eine Verbesserung der Bewertung müssten diese Flächen allerdings noch deutlich grösser sein. Die Auflandung im Gnadenthal war zwar noch etwas geringer als in Fischbach-Göslikon, ist aufgrund des sonst vorherrschenden Geschiebedefizits aber positiv zu bewerten.

Die Gesamtbeurteilung zeigt unveränderte Bewertungen für Substrat und Sohlenstruktur, aber eine leichte Reduktion der Kolmation.

2.2 Makrozoobenthos

Untersuchungsstandorte

MZB-A – Referenz unterhalb Wehr Bremgarten-Bruggmühle/oberhalb Schüttstelle

Die Referenzstelle liegt oberhalb der Geschiebeschüttstelle und knapp unterhalb der Wehranlage des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon in Bremgarten. Das linke Ufer ist steil mit grossen Steinblöcken verbaut. Daher fehlen übliche Uferlebensräume, was sich auf die Vielfalt und Abundanzen des Makrozoobenthos also auch der Libellen negativ auswirkt. Die Steigung des rechten Ufers ist künstlich leicht überhöht, ansonsten aber naturnah. Direkt am Wasser wächst ein fast geschlossener hoher Grassaum, darüber gibt es einzelnes Gebüsch und Bäume.

Abbildung 2:
Probestelle MZB-A
flussabwärts betrach-
tet mit Untersuchungs-
bereichen Libellen (rot).



MZB-B – ARA Bremgarten

Unterhalb der Geschiebeschüttstelle sind beide Ufer der Reuss über eine Strecke von ca. 3 km befestigt. Nur in der Innenkurve direkt unterhalb der Schüttstelle gibt es eine Kiesbank, welche als der Schüttung naheliegende Kontrollstelle ausgewählt wurde. Sie wird relativ häufig überflutet und besitzt teilweise einen Saum aus Gräsern. Das Substrat ist insgesamt sehr grob, Kies und Sand fehlen fast vollkommen, was sich negativ auf die Artenvielfalt des Makrozoobenthos auswirkt.

Abbildung 3:
Probestelle MZB-B
flussabwärts betrach-
tet mit Kiesrückgabe-
stelle am linken Ufer
(grün) und Untersu-
chungsbereichen
Libellen (rot).



MZB-C – Gnadenthal

Der Transekt bei Gnadenthal liegt etwa 9 km flussabwärts der Schüttstelle, ist morphologisch divers und es liegen bereits frühere Daten aus dem biologischen Monitoring der Mittelland-Reuss 2010 vor (ORTLEPP & MÜRLE 2012). Das linke Ufer ist teilweise verbaut mit vorgelagerter Insel. Hier kommen kiesige Substrate vor. Das rechte Ufer ist trotz der Lage an der Aussenkurve relativ beruhigt, zwei vorgelagerte Inseln reduzieren die Fliessgeschwindigkeit teilweise. Der flussaufwärts gelegene Teil des Ufers ist schlammig und mit Schilf bestanden (Ur2), der flussabwärts gelegene eher grobsteinig und bewaldet (Ur1). Die Tauchstelle reicht aus dem steinigen Bereich bis zu einigen grossen Blöcken auf der Sohle.

Von 2019 auf 2021 wurde eine starke Sedimentauflagerung im gesamten Bereich zwischen rechtem Ufer und den dort gelegenen Inseln beobachtet.

Abbildung 4:
Probestelle MZB-C
flussabwärts betrach-
tet mit Untersuchungs-
bereichen Libellen (rot).



Methode Makrozoobenthos allgemein

An allen Untersuchungsstandorten wurde der Flussquerschnitt mit zwölf Teilproben untersucht: je vier an beiden Ufern (links/rechts) und der Sohle. An den beiden Ufern wurden die Proben der Flusssohle mittels Aufwühlens der Flusssohle und Auffangen der gelösten Kleintiere in einem normierten Netz-Kescher (Kicksampling) entnommen, die Probenahmen am Gewässergrund fanden mittels eines per Seil gesicherten Tauchers und eines Unterwasser-Surber-Samplers statt (Abb. 5). Das Probenmaterial wurde vor Ort von Steinen, Holz, Algen etc. befreit und später im Labor, soweit möglich, bis auf die Art bestimmt und gezählt.

Methode Libellen

Für die Schwerpunktuntersuchung der Libellen wurden zusätzlich zur Benthosbeprobung Libellenexuvien (abgestreifte Larvalhäute) gesammelt und adulte Libellen beobachtet. Dabei wurden die Exuvien von einem Taucher schwimmend/schnorchelnd kartiert. Diese Kartiermethode wurde auch in «Die Libellen im Kanton Aargau» von 2006 vorgestellt [VONWIL 2006]. An den Untersuchungsstandorten wurden beide Ufer auf einer Länge von 100 m während 45 Minuten auf Exuvien abgesucht. Im Gegensatz zur Beobachtung fliegender Libellen ist der Fund von Exuvien am Gewässerrand gleichzeitig ein sicherer Reproduktionsnachweis für die jeweilige Art. Parallel wurden am Ufer fliegende Libellen dokumentiert. Da sich die Schlupfzeiten verschiedener Libellenarten unterscheiden, wurden pro Untersuchungsjahr zwei Begehungen durchgeführt: 2019: 02.06.2019 & 01.07.2019; 2021: 13.06.2021 & 03.07.2021.

Abbildung 5:
Entnahme der Uferproben mittels Kick-sampling (links) und der tiefen Sohle per Taucher und Unterwasser-Surber-Sampler (rechts).



Ergebnisse Makrozoobenthos

Die Ergebnisse des Makrozoobenthos lassen sich nur unter Berücksichtigung des Geschiebetriebs interpretieren. Die Modellierung des Morphologischen Monitorings ergab eine voraussichtliche Transportstrecke des kiesigen Schüttguts von 2019 bis zum März 2021 (Zeitpunkt Probenahme MZB) von etwas über 3 km. Der Transport um weitere rund 10–14 km im Sommer 2021 erfolgte erst nach der MZB-Untersuchung. Damit hatte der grösste Teil der Kieszugabe die Stelle B bereits wieder verlassen und C noch nicht erreicht. Ein weiterer Punkt ist, dass frühere Kieszugaben die grössten Defizite direkt unterhalb der Schüttstelle bereits zuvor beseitigt haben dürften.

Abbildung 6:
Besiedlungsdichte und
Zusammensetzung des
MZB an den Probestel-
len A, B und C (Ul=Ufer
links; T=Taucher;
Ur=Ufer rechts) in den
Jahren 2019 und 2021.

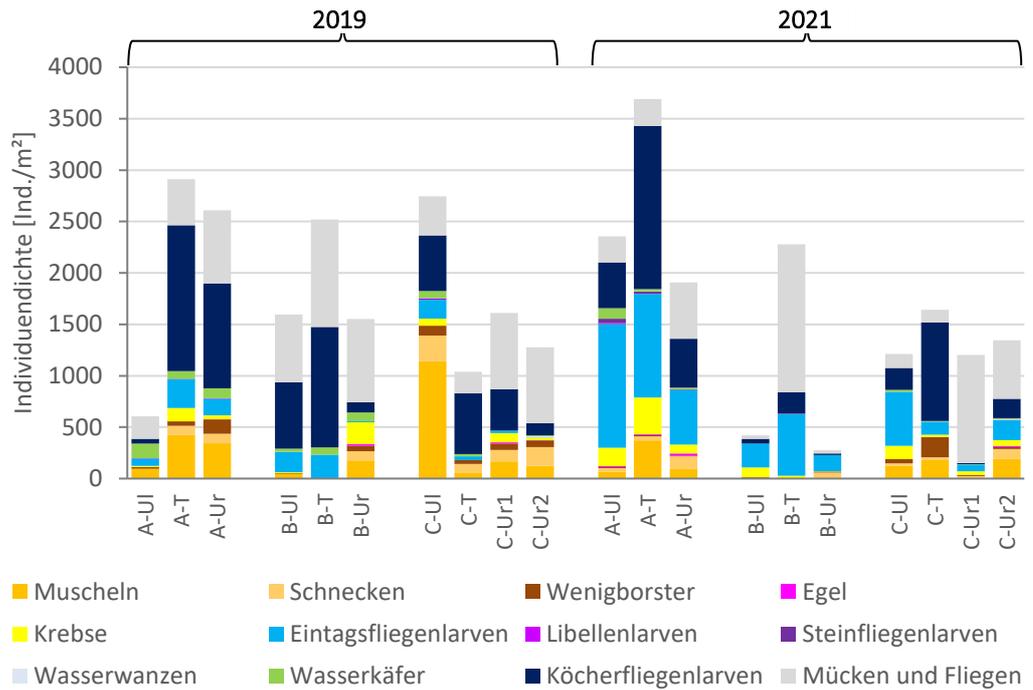
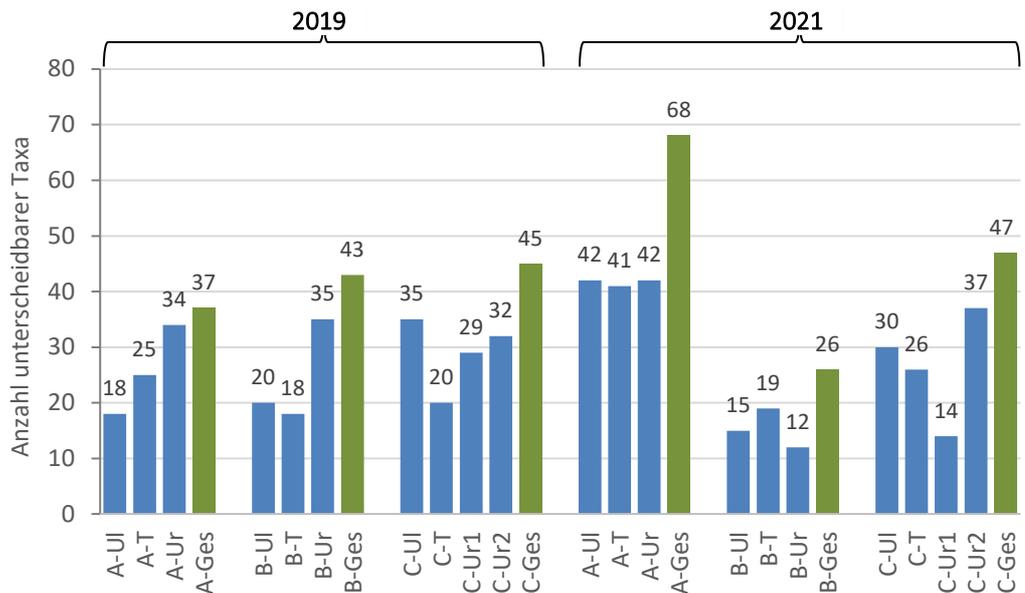


Abbildung 7:
Unterscheidbare Taxa
des MZB an den Probe-
stellen A, B und C
(Ul=Ufer links;
T=Taucher; Ur=Ufer
rechts) in den Jahren
2019 und 2021.
Ges=insgesamt pro
Transekt A, B oder C.



Insgesamt gab es bei den Dichten des Makrozoobenthos und den Taxazahlen die grössten Änderungen zwischen 2019 und 2021 an der Probestelle MZB-A, die jedoch noch oberhalb der Kieszugaben liegt und daher von diesen nicht betroffen war (Abb. 6 & 7). Entsprechende Schwankungen kommen natürlicherweise oft vor. An der Stelle MZB-B – direkt unterhalb der Schüttstelle – hatten sich Dichten und Taxazahlen im Jahr 2021 reduziert. Dies lag vermutlich vor allem an dem Winterhochwasser im Januar 2021, womit äussere Faktoren den Einfluss der Geschiebezugabe überdeckt hätten. Wobei auch die zeitweise Überdeckung des benetzten Teils der Kiesbank durch das später weitertransportierte Schüttgut zu entsprechenden, kurzzeitigen Effekten

führen könnte. Der temporäre Aufenthalt des im Mittel eher kiesigen Materials der Schüttung auf der sonst groben, steinigen Kiesbankkante (Probe B-Taucher) lässt sich am dadurch verstärkten Vorkommen von Arten erkennen die Kies bevorzugen. Dieser Effekt dürfte nur kurzfristig bestanden haben. Im Bereich von Gnadenthal (MZB-C) liessen sich noch keine Änderungen erkennen die über natürliche Schwankungen hinausgehen.

Im Rahmen der Erhebung des Makrozoobenthos wurden insgesamt acht Arten gefunden, die in der Roten Liste der Schweiz geführt werden (Tab. 2). Ein Einfluss der Kieszugaben war dabei nicht erkennbar.

Abbildung 8:
Präferenz der gefundenen Tiere für bestimmte Mikrohabitats (Auswahl) an den Probestellen A, B und C (Ul=Ufer links; T=Taucher; Ur=Ufer rechts) in den Jahren 2019 und 2021.

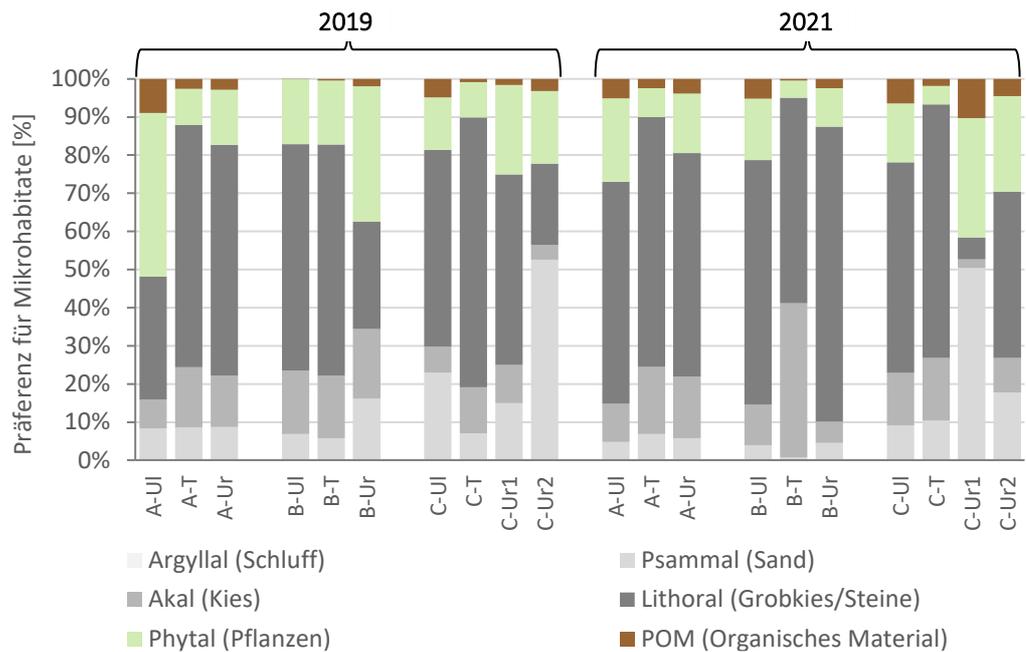


Tabelle 2: Im Rahmen der Frühjahrskampagnen 2019 und 2021 gefundene gefährdete MZB-Arten (Rote Liste Schweiz). VU=verletzlich; NT=potenziell gefährdet; EN=stark gefährdet; CR=vom Aussterben bedroht; EX=ausgestorben. X: Über Exuvien nachgewiesen (siehe Kapitel Libellen).

Artname	Status Rote Liste	2019			2021		
		MZB-A uh. Wehr [Ind.]	MZB-B Ara Bremgarten [Ind.]	MZB-C Gnadenthal [Ind.]	MZB-A uh. Wehr [Ind.]	MZB-B Ara Bremgarten [Ind.]	MZB-C Gnadenthal [Ind.]
<i>Baetis vardarensis</i>	NT	19	93	3	46	15	4
<i>Ephemerella notata</i>	CR				23		
<i>Potamanthus luteus</i>	NT	12	6	42	81	5	100
Gemeine Keiljungfer <i>Gomphus vulgatissimus</i>	NT	X		1/X	1/X		X
Grüne Flussjungfer <i>Ophiogomphus cecilia</i>	EN	X	X	X		X	X
Kleine Zangenlibelle <i>Onychogomphus forcipatus</i>	NT	1/X	X	1/X	1/X	X	1/X
<i>Halesus radiatus</i>	VU		1		2		
<i>Silo piceus</i>	VU	11	14	53	1		27

Libellen

Im Rahmen der Schwerpunktuntersuchung Libellen wurden insgesamt elf Arten gefunden, bei fünf gelang ein sicherer Reproduktionsnachweis in der Reuss über Exuvienfunde (Tab. 3; Abb. 9 & 10). Bei den meisten weiteren Arten wird eine Reproduktion auch angenommen, da sie typisch für entsprechende Fließgewässer sind. Lediglich drei Arten konnten nur an Stillgewässern (Teich/Reisfeld) neben der Reuss bei Gnadenthal festgestellt werden. Das Gesamtergebnis ist erfreulich, da im Kartierbericht über die Libellen im Aargau für diesen Bereich lediglich die Gemeine Keiljungfer und die Grüne Flussjungfer beschrieben wurden (VONWIL und OSTERWALDER 2006). Im Rahmen der kantonsübergreifenden Kartierung wurden die einzelnen Standorte allerdings auch weniger detailliert begutachtet.

Bei Betrachtung der Untersuchungskampagnen 2019 und 2021 ergaben sich fast keine Unterschiede im Vorkommen der Libellen, lediglich Blauflügel-Prachtlibellen waren 2021 insgesamt etwas häufiger. Aber auch dies bewegt sich innerhalb der normalen, jährlichen Schwankungen und zeigt keinen Einfluss der Geschiebezugaben an.

Tabelle 3: An den drei Untersuchungsstandorten MZB-A, MZB-B und MZB-C an der Reuss in den Jahren 2019 und 2021 mittels Exuvienfund oder Beobachtung nachgewiesene Libellen. Exuvienfunde (hellbraun): Gesamtzahl im Untersuchungsjahr gefundene Exuvien; Beobachtungen in Häufigkeitsklassen: I=Einzeltier; II=2-5; III=6-10; IV=11-20; V=21-50; VI=>50. L=linkes Ufer; R=rechtes Ufer. Werte in Klammern: Beobachtungsort Teich oder Reisfeld neben Reuss.

Artname	MZB-A – uh. Wehr				MZB-B – Ara Bremgarten				MZB-C - Gnadenthal			
	2019		2021		2019		2021		2019		2021	
	Exuvie	Beobachtung	Exuvie	Beobachtung	Exuvie	Beobachtung	Exuvie	Beobachtung	Exuvie	Beobachtung	Exuvie	Beobachtung
Grosse Königslibelle <i>Anax imperator</i>												II
Blaufügel-Prachtlibelle <i>Calopteryx splendens</i>		V		VI		V		VI		VI	1	VI
Becherjungfer <i>Enallagma cyathigerum</i>				I				I				
Grosse Pechlibelle <i>Ischnura elegans</i>				I								(I)
Kleine Pechlibelle <i>Ischnura pumillo</i>												(II)
Gemeine Keiljungfer <i>Gomphus vulgatissimus</i>	1		1		I				7	II	13	
Plattbauch <i>Libellula depressa</i>												(II)
Kleine Zangenlibelle <i>Onychogomphus forcipatus</i>	2		4		1		1		4		6	
Grüne Flussjungfer <i>Ophiogomphus cecilia</i>	6		4		5	II	1		14		4	
Grosser Blaupfeil <i>Orthothetrum cancellatum</i>										(II)		
Blaue Federlibelle <i>Platycnemis pennipes</i>	1	IV		I		III		II		II		II

Abb. 9: Links: Frisch geschlüpfte Grüne Flussjungfer (*Ophiogomphus cecilia*) in Bremgarten (01.07.2019); rechts: Grosser Blaupfeil (*Orthotetrum cancellatum*) in einem kleinen Biotop bei Gnadenthal (13.06.2021).



Abb. 10: Links: Männchen der Gemeinen Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) beim Entfalten der Flügel in Gnadenthal (13.06.2021); rechts: Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*) in Bremgarten (13.06.2021).



3 Schlussfolgerungen

3.1 Fazit Erfolgskontrolle

Das **morphologische Monitoring** zeigte bis zum Frühjahr 2021 höchstens minimale Auswirkungen der Geschiebezugabe im Jahr 2019 an. Die beobachteten Effekte traten grösstenteils mit dem 50-jährigen Hochwasser im Sommer 2021 auf. Insgesamt waren aber leichte, durch die Kieszugabe verursachte Verbesserungen zu erkennen. Vor allem scheint es an beiden Hauptuntersuchungsstellen (Fischbach-Göslikon und Gnadenthal) zu leichten Auflandungen anstatt der bisher überwiegenden Erosion zu kommen.

Für den wichtigsten biologischen Indikator, die **kieslaichenden Fische**, liegt noch keine Erfolgskontrolle vor. Die Ergebnisse des morphologischen Monitorings deuten allerdings auf eine bisher höchstens marginale Verbesserung des Angebots an Laichhabitat hin. Erkennbare Effekte werden bei fortschreitender Kiesanlagerung erwartet und können nur mit Durchführung entsprechender Nachuntersuchungen erfasst werden.

Nach Ermittlung der Ergebnisse des morphologischen Monitorings waren für die erste Erfolgskontrolle des **Makrozoobenthos** im März 2021 kaum mehr Effekte durch die Geschiebezugabe zu erwarten. An der Probestelle MZB-B, direkt unterhalb der Schüttstelle, war das Schüttgut bis März 2021 vermutlich bereits weitertransportiert worden, bis Gnadenthal konnte es aufgrund der Entfernung noch nicht gekommen sein. Zudem fanden bereits früher Kiesschüttungen statt, die ein Teil der Defizite knapp unterhalb der Schüttstelle, bei MZB-B, bereits zuvor beseitigten. Entsprechend waren auch die Ergebnisse ausgefallen: Die beobachteten natürlichen Schwankungen an der von der Schüttung nicht beeinflussten Referenzstelle waren sogar weitestgehend grösser als weiter flussabwärts beobachtete Änderungen. Lediglich die Zusammensetzung der vorgefundenen Tiergesellschaft nach Substratpräferenzen zeigt feinere Korngrössen direkt unterhalb der Schüttstelle im Frühjahr 2021 als zuvor an. Dies dürfte

vermutlich eine Auswirkung der zeitweisen Bedeckung der Kiesbankkante mit Kiesmaterial gewesen sein, die zu einer leichten Verschiebung der Verteilung des Makrozoobenthos geführt hat. Für Auswirkungen in Gnadenthal (MZB-C) war das Schüttgut noch nicht weit genug transportiert worden.

Zusammengefasst hat sich das Schüttgut, auch durch das Hochwasser im Sommer 2021, bereits weit entlang der Reuss verteilt. Die Gesamtmengen reichen allerdings noch nicht aus, um deutliche Effekte bezüglich Morphologie und Biologie hervorzurufen, vor allem auch vor dem Hintergrund bereits früherer, kleinerer Kieszugaben die im obersten Abschnitt bereits Verbesserungen brachten. Erste Ansätze lassen sich an der Morphologie erkennen, die bisher untersuchten biologischen Indikatoren zeigen noch keine Veränderungen an die durch die seit 2019 durchgeführten Kiesschüttungen verursacht wurden. Dies gilt insbesondere unter dem Hintergrund der bereits früher durchgeführten Kiesschüttungen die direkt unterhalb der Schüttstelle bereits zuvor zu Verbesserungen führten.

3.2 Weiteres Monitoring

Die Auswirkungen eines Geschiebedefizits auf einen langen Abschnitt eines grossen Flusses lassen sich nicht mit einzelnen Kieszugaben ausgleichen. Es wird noch zahlreiche Schüttungen und viel Zeit benötigen, um das Material entlang des Flusslaufes zu verteilen und diese Defizite überall auszugleichen. Aus diesem Grund stellt die hier vorgestellte erste Nachuntersuchung nur den Beginn des Monitorings dar.

Der wesentliche Teil ist das **morphologische Monitoring**, welches den Ausgleich der Defizite direkt nachweisen kann. Dies betrifft vor allem Substratzusammensetzung, -qualität, Sohlstruktur und Sohlage.

Die Auswirkungen auf die Biologie lassen sich am sichersten über die Tiergruppe ermitteln, die auf lockeren Kies zur Reproduktion angewiesen ist: **kieslaichende Fische**. Dies sind in der Unteren Reuss vor allem Äschen, aber auch weitere kieslaichende Arten. Entsprechende Untersuchungen werden auch in der aktuellen Vorabversion der Vollzugshilfe «Geschiebehaushalt – Massnahmen» gefordert (HUNZIKER et al., unv.). Da eine Wirkungskontrolle zu den kieslaichenden Fischen noch aussteht, wird eine Wiederholung der im Rahmen der Voruntersuchung durchgeführten Untersuchungen spätestens nach der nächsten Geschiebezugabe empfohlen.

Im Gegensatz zur Erfassung der Fische sind die Aufnahmen und Auswertungen des **Makrozoobenthos** relativ aufwendig: In einem grossen Fluss wie der Reuss werden Taucher zur Erfassung der Besiedlung der Sohle benötigt, allgemein ist die Laborbestimmung zeitaufwändig. Die meisten Arten sind auch nicht auf das Vorhandensein von lockerem Kies angewiesen, sondern zeigen durch die Artenzusammensetzung eher die vorherrschenden Korngrössen der Flusssohle an. Daher wird empfohlen, die Nachuntersuchung zu wiederholen, sobald sich deutliche morphologische Effekte in den Untersuchungsbereichen zeigen. Die Ergebnisse des morphologischen Monitorings zeigten, dass die bisherige Probestelle «MZB-B Ara Bremgarten» für die Untersuchungen des Makrozoobenthos ungünstig ist. Diese sollte flussabwärts zur Probestelle «Fischbach-Göslikon» des morphologischen Monitorings verlegt werden. Wir empfehlen diese mit der bereits im Rahmen der biologischen Untersuchung der Mittelland-Reuss der Jahre 2011 und 2021 etablierte Probestelle «Göslikon» zu ersetzen. Diese Stelle liegt nur 1 km unterhalb der Probestelle des morphologischen Monitorings. Hierzu liegen bereits mit vergleichbarer Methode erhobene Daten aus 2011 und 2021 vor und das Substrat war noch grob-steinig und kolmatiert.

Literatur

- HESSELSCHWERDT J. (2022): Erfolgskontrolle Geschiebezugaben am KWBZ – Makrozoobenthos und Libellen 2019/2021.
- HESSELSCHWERDT J. (2022): Biologische Untersuchung Mittelland-Reuss und Untere Lorze 2021 – Fachbericht Makroinvertebraten inkl. Libellen.
- HUNZINGER L., SCHÄLCHLI U., NITSCHKE M., KIRCHHOFFER A., PFAUNDLER M., RÜESCH T. & C. ROULIER (unv.): Geschiebehaushalt – Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Vorabversion V20.
- HUNZIKER, ZARN & PARTNER AG (2022): Geschiebeumlagerung KWBZ – Morphologische Wirkungskontrolle nach der ersten Kieszugabe.
- ORTLEPP J. & U. MÜRLE (2012): Biologische Untersuchung der Mittelland-Reuss, Kleinen Emme und Unteren Lorze – Fachbericht Makrozoobenthos.
- VONWIL G. & R. OSTERWALDER (2006): Die Libellen im Kanton Aargau – Kontrollprogramm Natur und Landschaft, Sondernummer 23.
- WFN – WASSER FISCH NATUR AG (2019): Sanierung Geschiebehaushalt Kraftwerk Bremgarten-Zufikon – Ökologische Wirkungskontrolle – Ausgangszustand Fischfauna 2018.