

## Literaturverzeichnis

- [1] *Brüder Richard*, 2006: Wie man Wasserräder baut, Richard Brüdern, Rothemühle
- [2] *Grimsehl, E.* 1977 Lehrbuch der Physik, Band 1, Teubner Verlag, Leipzig
- [3] *Löffel Wilhelm*, 1987: Das Wasserrad: Technik und Kulturgeschichte, Udo Pfiemer Buchverlag, Berlin
- [4] *Meerwarth K. W.*, 1934: Experimentelle und theoretische Untersuchungen am überschlächtigen Wasserrad, Dissertation an der Technischen Hochschule Stuttgart, Wilhelm Heiges, Esslingen a.N.
- [5] *Müller Wilhelm*, 1939: Die Wasserräder, Verlag Moritz Schäfer, Leipzig

*Manfred Brücher*, <http://www.opentheory.org/wasserrad/text.phtml> [28.12.09]

Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserrad> [28.12.09]

## Bildnachweis

Alle Objekte ohne Quellen sind selbst erstellt.

Bild 3.1. Wilhelm Löffel 1987: Das Wasserrad: Technik und Kulturgeschichte, Vorläufer des Wasserrades, Udo Pfiemer Buchverlag, Berlin, S.18

Bild 3.2. Wilhelm Löffel 1987: Das Wasserrad: Technik und Kulturgeschichte, Wassermühlen, Udo Pfiemer Buchverlag, Berlin, S.32

Bild 3.3. Wilhelm Löffel 1987: Das Wasserrad:

Technik und Kulturgeschichte, Wasserkünste im Bergbau, Udo Pfiemer Buchverlag, Berlin, S.127

Bild 3.4. Richard Brüdern 2006: Wie man Wasserräder baut, Einleitung, Richard Brüdern, Rothemühle, S.1.

Anschrift des Verfassers

*Arno Aeschbacher*

Lindenweg 19, CH-4528 Zuchwil

[arno.aeschbacher@hotmail.com](mailto:arno.aeschbacher@hotmail.com)

# Kiesschüttungen zur Reaktivierung des Geschiebehaushalts der Aare – die kieslaichenden Fische freut's

■ Ueli Schälchli, Martina Breitenstein, Arthur Kirchofer

## Zusammenfassung

Seit der II. Juragewässerkorrektur und dem Bau der Kraftwerke Flumenthal und Bannwil hat die Geschiebeführung der Aare stark abgenommen. Das resultierende Geschiebedefizit führte zu einer massiven Beeinträchtigung des aquatischen Lebensraums [1]. Auf Basis einer Machbarkeitsstudie [2] beschlossen die Kantone Bern und Solothurn, den Geschiebehaushalt der Aare zwischen Flumenthal und Murgenthal zu reaktivieren. Die Kernstücke der Massnahmen bilden zwei Kiesschüttungen in Deitingen und Aarwangen im Jahr 2005 mit einem Schüttvolumen von 12 000 m<sup>3</sup>, resp. 10 000 m<sup>3</sup>. Die Schüttungen wurden im Laufe der Zeit von der Aare teilweise erodiert und der Kies flussabwärts abgelagert. Dies wurde mittels periodisch stattfindender Vermessung der Kiesschüttungen, weiterer Kontrollprofile sowie durch ein morphologisches Monitoring bei Wolfwil-Wynau dokumentiert. Als Indikator für die Wirkung dieser Kiesschüttungen auf den ganzen «Lebensraum Aare» wurden die kieslaichenden Fischarten gewählt. Die Resultate der Äschenlarven-Kartierungen in mehreren Kontrollstrecken sind ermutigend, der Fortpflanzungserfolg der Äschen war unterhalb der Kiesschüttungen um ein Vielfaches grösser als im Ausgangszustand vor den durchgeführten Schüttungen.

## 1. Historische Entwicklung des Geschiebehaushalts in der Aare

Der Geschiebehaushalt der Aare im Mittelland war im unbeeinflussten, natürlichen Zustand durch die Geschiebelieferung aus Emme (15 000–20 000 m<sup>3</sup>/a), Wigger (ca. 3000 m<sup>3</sup>/a), Reuss (ca. 6000 m<sup>3</sup>/a) und Limmat (ca. 2000 m<sup>3</sup>/a) geprägt. Weitere Zubringer waren Murg (Langete), Dünnern, Suhre, Aabach/Bünz und Surb [2], [3].

Unter Berücksichtigung des Abriebs wurden durchschnittlich rund 13 500 m<sup>3</sup>/a Geschiebe in den Rhein transportiert (Bild 1). Im Aare-Abschnitt von Aarberg bis Büren konnte bereits vor der I. Juragewässerkorrektur (JGK) kein Geschiebe transportiert werden, sodass die Aare zwischen Grenchen und Solothurn – abgesehen von den Einträgen der Bäche aus dem Jura – von Natur aus geschiebelos ist.

Im 20. Jahrhundert wurde der Ge-

schiebehaushalt der Aare im Wesentlichen durch folgende wasserbaulichen und wasserwirtschaftlichen Eingriffe verändert:

Bau des Kraftwerks Klingnau (1935): Das Geschiebe wird im Stauwurzelbereich abgelagert und kann nicht mehr bis zum Rhein transportiert werden.

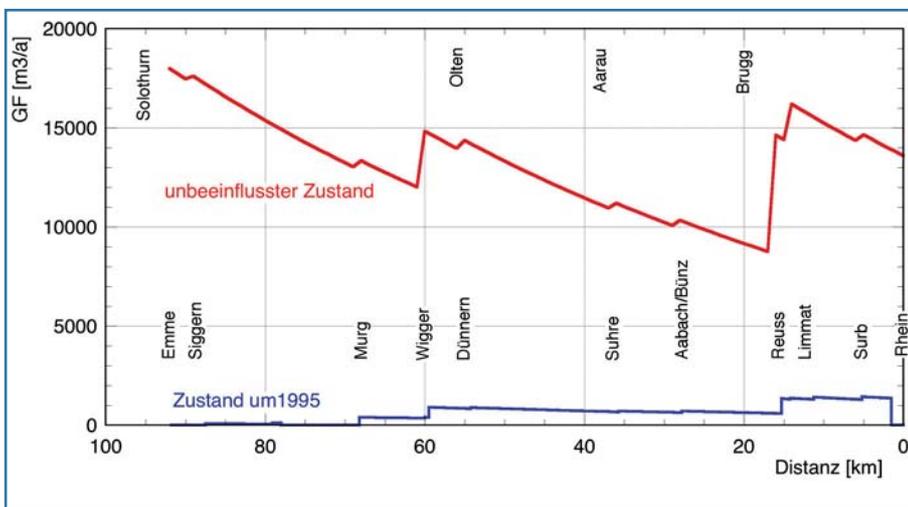
An der Emmemündung wird 1970 im Rahmen der 2. JGK ein grosser Geschiebesammler erstellt. Im gleichen Jahr werden die Kraftwerke Flumenthal und Bannwil in Betrieb genommen. Das Geschiebe der Emme wird nicht mehr in die Aare transportiert.

Reuss: Mit dem Bau des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon (Inbetriebnahme 1975) wird der Geschiebehaushalt der Reuss unterbrochen. Aus dem Einzugsgebiet der Kleinen Emme kann kein Geschiebe mehr in die Aare transportiert werden.

Geschiebesammler Wigger bei Dagmersellen: Seit Anfang der 80er Jahre werden durchschnittlich 2000 m<sup>3</sup>/a Geschiebe entnommen. Die Geschiebezufuhr in die Aare wird auf 500–1000 m<sup>3</sup>/a reduziert, wovon ein Teil dieser Fracht auf Sohlenerosionen in der Wigger zurückzuführen ist.

Neubau Kraftwerk Ruppoldingen (2000): Der Oberwasserspiegel der Aare





**Bild 1. Längenprofil der durchschnittlich transportierten Geschiebefracht (GF) der Aare zwischen der Emme und dem Rhein im unbeeinflussten Zustand sowie um 1995 (vor Neubau KW Ruppoldingen).**



**Bild 2. Kiesschüttung Deitingen am 18. März 2005. Blick flussaufwärts.**



**Bild 3. Kiesschüttung Aarwangen am 17. November 2005. Blick flussaufwärts.**

wird bei Hochwasserabfluss (gegenüber den Verhältnissen mit dem alten Kraftwerk) um 2.2 m angehoben. Das vom Oberwasser zugeführte Geschiebe lagert sich in der Stauhaltung ab.

Die Summe aller Massnahmen führte dazu, dass die Aare Ende der 90er-Jahre kein oder nur noch unbedeutende Geschiebemengen transportierte (Bild 1). Der Geschiebetrieb wird langfristig unter-

brochen bei den Kraftwerken Flumenthal, Bannwil, Ruppoldingen und Klingnau. Das ausgeprägte Geschiebedefizit führte zu einer Ausräumung und Abpflasterung der Flusssohle in den verbliebenen freifliessenden Abschnitten zwischen den Kraftwerken.

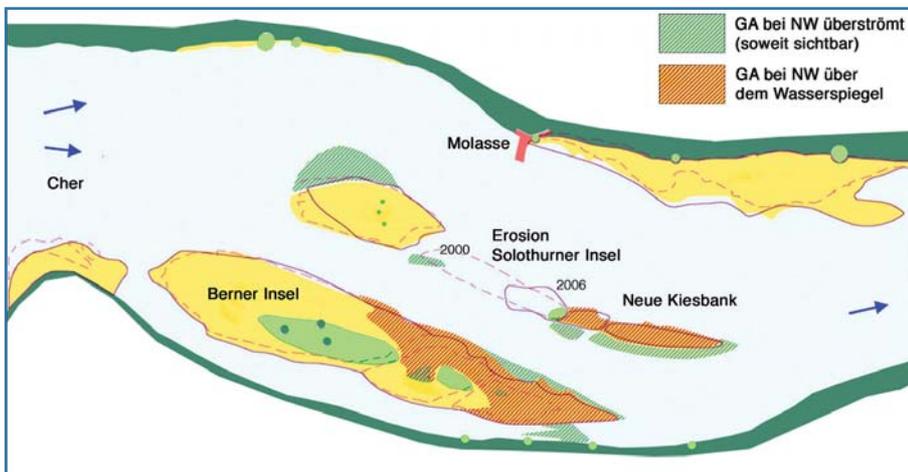
Als Einzelereignis erwähnenswert ist das Hochwasser vom Mai 1999, wo aus der Baustelle des Kraftwerks Ruppoldingen mehrere 10 000 m<sup>3</sup> Kies mobilisiert und in den darauffolgenden Jahren aareabwärts transportiert wurden. 2004 wurde bei der Kettenbrücke in Aarau eine Sohlenanhebung von bis zu 60 cm registriert. Heute dürfte das Geschiebe Brugg erreicht haben.

## 2. Dimensionierung der Kiesschüttungen und morphologisches Monitoring

Die Kiesbänke werden an geeigneten Stellen in die Aare geschüttet und so dimensioniert, dass sie bei Hochwasserabfluss zunehmend erodiert werden. Die Erosionsleistung ist bei maximaler Kiesbankbreite am grössten und nimmt mit fortschreitender Erosion ab.

Die Kiesbankschüttungen führen im Oberwasser zu einer abflussabhängigen Anhebung des Wasserspiegels um 0–15 cm und 2 km flussaufwärts der Bank zu einer Anhebung um 0–7 cm. Mit fortschreitender Kiesbankerosion wird der Einfluss auf den Wasserspiegel kleiner. Mit der Kiesschüttung Deitingen kann der Geschiebehaushalt des knapp 2 km langen Aareabschnitts bis zur Stauwurzel des Kraftwerks Bannwil bei Wangen a.A. und mit der Kiesschüttung Aarwangen derjenige des 10 km langen Abschnitts bis Murgenthal (Stauwurzel Kraftwerk Ruppoldingen) reaktiviert werden. Beide Kiesbänke wurden als Halbinseln geschüttet. Damit konnten die Ufer geschont und zusätzlich beruhigte Lebensräume geschaffen werden.

Bei der Kiesschüttung Deitingen wird eine durchschnittliche Geschiebefracht von 1000 m<sup>3</sup>/a und bei der Kiesschüttung Aarwangen eine Fracht von 2000 m<sup>3</sup>/a angestrebt. Die kleinere Fracht bei Deitingen wird begründet mit der kurzen Gewässerstrecke, die von der Massnahme profitiert. Die durchschnittliche Fracht von 2000 m<sup>3</sup>/a bei Aarwangen ist verglichen mit der natürlichen Fracht von 15 000 m<sup>3</sup>/a bescheiden. Das veränderte Fließregime (JGK, Stauhaltung und Unterwasserbaggerung KW Wynau) sowie die hohen Kosten für die künstliche Geschiebezugabe rechtfertigen den Pilotversuch mit einer eher tiefen Fracht.



**Bild 4. Kartierte Schotterbänke (gelb), Geschiebeablagerungen (GA), Weich- und Hartholzau (hellgrün/dunkelgrün) in der Aare bei Wolfwil/Wynau (NW: Niederwasserabfluss).**

### Kiesschüttung Deitingen:

Die Kiesbank Deitingen (Bild 2), die sich am rechten Prallhang der Aare bei der A1-Raststätte Deitingen befindet, wurde im Januar 2005 mit 12 000 m<sup>3</sup> Kies aus dem Geschiebesammler bei der Emmemündung geschüttet. Für den erodierbaren äusseren Teil der Bank wurde der Kies bei 6 cm ausgesiebt. Die Kiesbank wurde ab einem Abfluss von 350 m<sup>3</sup>/s überströmt.

Die Erosion der Kiesbank erfolgte entlang der Aussenböschung sowie bei überströmtem Zustand an der Oberfläche. Zwischen März 2005 und Mai 2006 wurden 1700 m<sup>3</sup> und bis zum Mai 2008 weitere 700 m<sup>3</sup> Kies erodiert, womit bis in den Winter 2009–2010 eine durchschnittliche Geschiebefracht von knapp 500 m<sup>3</sup>/a resultiert.

Die trotz ausserordentlichen Hochwasserperioden (Bild 8 und Tabelle 1) geringe Erosion der Kiesbank ist auf das kleine Gefälle und die eher grobe Zusammensetzung des Schüttmaterials zurückzuführen.

Das erodierte Material wurde etwa 1 km flussabwärts transportiert, wo die Sohle in einem Profil um bis zu 60 cm auflandete. Die Ablagerungen konzentrieren sich auf eine flache Bank mit einer Länge von 150 m. Bisher wurde nur wenig Geschiebe weiter flussabwärts transportiert.

### Kiesschüttung Aarwangen:

Die Kiesbank Aarwangen (Bild 3) wurde im November 2005, entlang dem Prallhang einer ausgeprägten Linkskrümmung, unmittelbar oberhalb der Kiesgrube Risi, geschüttet. Für die Schüttung wurden verschiedene ausgesiebte Fraktionen der Kiesgrube mit einem Maximaldurchmesser von 5 cm verwendet. Das Schüttvo-

lumen betrug knapp 11 000 m<sup>3</sup>. Die Kiesbank wurde ab einem Abfluss von 500 m<sup>3</sup>/s überströmt.

Die Erosion der Kiesbank erfolgte entlang der Aussenböschung. Während der Nassperiode im Frühling 2006, wo die Abflüsse während 4 Wochen über 600 m<sup>3</sup>/s lagen (Bild 8), wurden rund 8500 m<sup>3</sup> erodiert und die Kiesbank weitgehend abgetragen. Bis ins Jahr 2008 wurden noch wenige 100 m<sup>3</sup> erodiert. Bis in den Winter 2009–2010 resultiert eine durchschnittliche Geschiebefracht von 2200 m<sup>3</sup>/a.

Die rasche und nahezu vollständige Erosion der Kiesbank ist auf die grosse Schleppkraft bei grossen Abflüssen (grosses Gefälle, ausgeprägte Krümmung) und die eher feine Zusammensetzung des Schüttmaterials ohne Feinanteile zurückzuführen.

Für das morphologische Monitoring wurden im Ober- und Unterwasser des

Jahr	April	Mai	Jahr
2005	612	440	937
2006	946	663	946
2007	289	613	1260
2008	699	435	701
2009	611	434	641

**Tabelle 1. Abflussspitzen [m<sup>3</sup>/s] der Aare bei Murgenthal von 2005 bis 2009 in den Monaten April und Mai sowie über das gesamte Jahr (Quelle: Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz).**

Kraftwerks Wynau Querprofile vermessen und beim Cher (Wolfwiler Rank mit Inseln) die Geschiebeablagerungen kartiert. Im Oberwasser des Kraftwerks landete die Sohle um bis zu 2 m auf. In den Turbinenausläufen und im Unterwasser des Kraftwerks wurden keine Ablagerungen festgestellt. Bereits im Herbst 2006 konnte das Geschiebe im Cher nachgewiesen werden. Die Ablagerungen dehnten sich bis ins Frühjahr 2008 weiter aus (Bild 4). Das Geschiebe wurde vorzugsweise entlang dem unteren Teil der Berner Insel sowie flussabwärts der nahezu vollständig erodierten Solothurner Insel als neue Bank abgelagert. Die Geschiebeablagerungen bedecken etwa eine Fläche von 4000 m<sup>2</sup>, wovon bei Niederwasserabfluss etwa die Hälfte trocken fällt. Das Ablagerungsvolumen beträgt ca. 2000 m<sup>3</sup>.

### 3. Erfolgskontrolle Fische

Das Geschiebedefizit der Aare hat zur Folge, dass das Laichplatzangebot für kieslaichende Fischarten stark vermindert ist. Mit verbessertem Geschiebehaushalt in der Aare finden diese auch wieder mehr geeignete Laichplätze. Deshalb wurden als Indikatoren für die Auswirkungen der



**Bild 5. An der Wasseroberfläche schwimmende Äschenlarve.**

durchgeführten Kiesschüttungen auf den «Lebensraum Aare» kieslaichende Fischarten wie Äsche, Bachforelle und Barben bestimmt (WFN 2010). Im hier verfassten Artikel werden die Auswirkungen der Schüttungen auf den Fortpflanzungserfolg der Äsche dokumentiert.

Für ihre Fortpflanzung benötigt die Äsche Flussabschnitte mit lockerer, kiesiger Sohle. Im März werden an wenig tiefen, schnell fliessenden Stellen die Eier in den Kiesgrund (Korngrösse 1.5–3 cm) abgelegt. Drei bis vier Wochen nach der Eiblage schlüpfen die Larven. Nach einigen Tagen im Hohlräumssystem des Kiesbettes steigen sie an die Wasseroberfläche und füllen ihre Schwimmblase. Bei diesem Vorgang werden sie von der Strömung flussabwärts verfrachtet, während sie aktiv in Richtung Ufer schwimmen. Während drei bis fünf Wochen halten sich die Larven in wenig strömenden Uferbereichen auf. Sie schwimmen dort in charakteristischer Weise im Grenzbereich vom strömenden zum stehenden Wasser (Bild 5) und können so optimal visuell gezählt werden. Mit zunehmender Grösse wandern sie weiter in den Hauptstrom hinaus und sind vom Ufer aus nicht mehr zu beobachten.

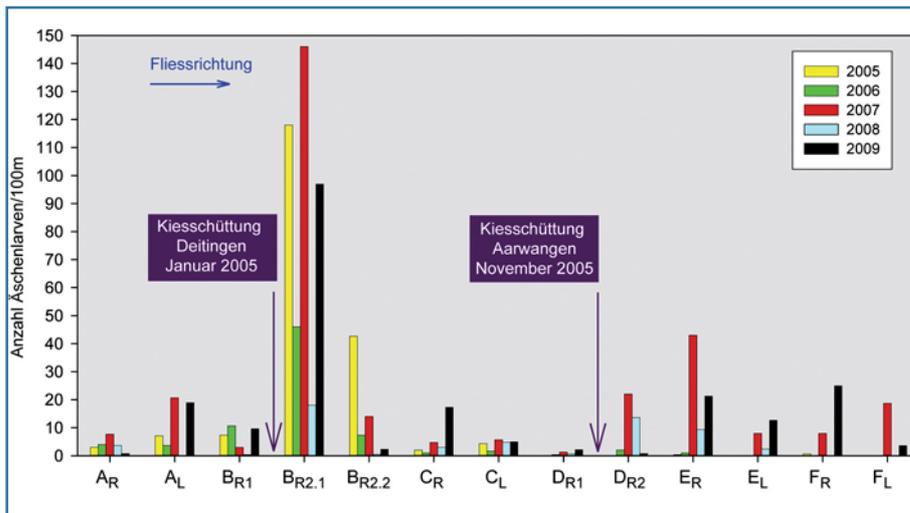
Der ideale Zeitpunkt für eine solche Äschenlarvenzählung ist je nach Umweltbedingungen von Jahr zu Jahr verschieden, meistens liegt dieser innerhalb der ersten zwei Wochen im Mai. Um ausschliesslich den aus natürlicher Fortpflanzung stammenden Nachwuchs zu erfassen, fanden alle Untersuchungen vor dem Zeitpunkt des künstlichen Besatzes mit Äschenlarven durch die Kantone statt. Alle Zählungen wurden bei schönem Wetter, klarem Wasser und geringem Abfluss der Aare durchgeführt.

Seit 2005 wurden in zwölf 200–300 m langen Strecken jährliche Erhebungen der Äschenlarvendichten durchgeführt (Bild 6). Die 300 m lange Strecke direkt unterhalb der Kiesschüttung Deitingen wurde in zwei Teilstrecken à je 150 m unterteilt (BR2.1, BR2.2). Zwei von der Kiesschüttung unbeeinflusste Strecken (AL, AR) oberhalb der Kiesschüttungen dienten jeweils als Referenzstrecken.

Der Uferbereich aller Teststrecken wurde nach potenziellen Standorten für Äschenlarven abgesucht und die pro Larvenstandort registrierten Äschenlarven protokolliert. War ein Uferbereich mit günstigen Bedingungen für Äschenlarven über eine längere Strecke homogen gestaltet, so wurde alle 2–3 m ein potenzieller Standort protokolliert. Um die Strecken miteinander vergleichen zu können, wur-



**Bild 6. Lage und Kennzeichnung der Untersuchungsstrecken der Äschenlarvenkartierungen in der Aare zwischen Flumenthal und Wolfwil-Wynau (orange), sowie die Stellen der durchgeführten Kiesschüttungen (violett).**



**Bild 7. Äschenlarvendichten in den Untersuchungsstrecken der Aare unterhalb der Kiesschüttungen Deitingen und Aarwangen. Die oberen Strecken (A) sind Referenzstrecken.**

den die Resultate relativ zur abgesuchten Uferlänge als «Anzahl Äschenlarven pro 100 m» berechnet.

Mit 30–45 potenziellen Standorten pro 100 m (2009), erweist sich die Ufermorphologie der Aare in den untersuchten Abschnitten als gut geeignet für die Jungfische. Die positiven Auswirkungen der Kiesschüttungen auf den Fortpflanzungserfolg der Äschen waren in der Dichte der Äschenlarven augenfällig (Bild 7).

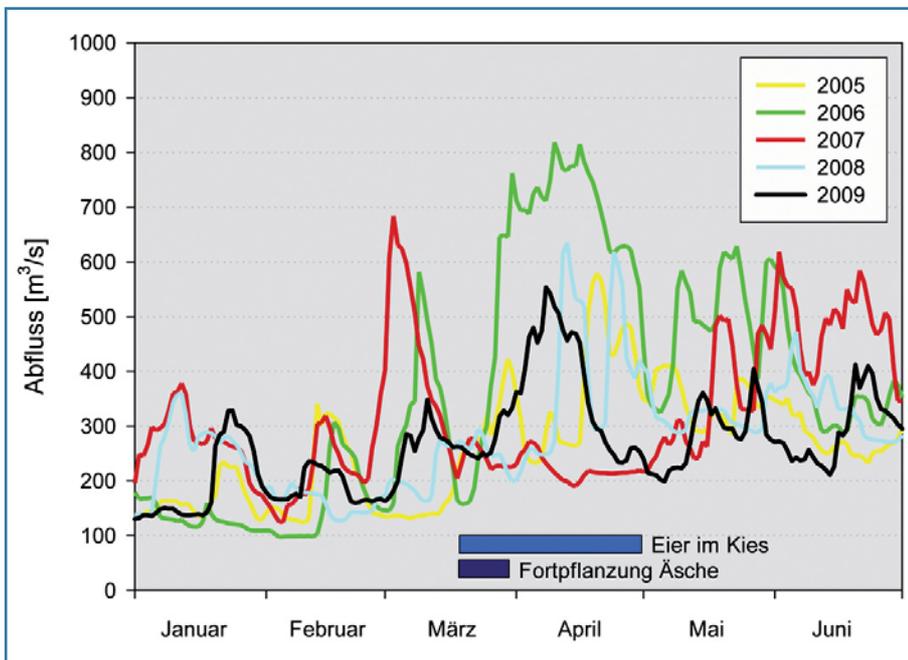
#### Kiesschüttung Deitingen:

In der Strecke direkt unterhalb der Kiesschüttung Deitingen (BR2.1) wurden in allen Jahren markant höhere Äschenlarvendichten festgestellt als in den Referenzstrecken (AL, AR). Das Maximum wurde im Jahr 2007 mit über 140 Äschenlarven/100 m erreicht. Bei der linksufrigen Referenzstrecke AL ist zudem zu beachten, dass sich seit der Einstellung der Kiesentnahmen aus dem Geschiebesammler an der Siggermündung ein kleines Delta gebildet hat und damit die Laichbedingungen stets besser sind als am rechten

Ufer, wo kein Geschiebe transportiert wird. In der Strecke BR2.2 wurden 2005 und in der Strecke CR 2009 mehr Äschenlarven beobachtet. Das mobilisierte Geschiebe wurde vor allem zwischen den Strecken BR2.2 und C abgelagert, wo keine Zählungen erfolgten.

#### Kiesschüttung Aarwangen:

In der Strecke Aarwangen bis Wolfwil-Wynau konnten vor der Kiesschüttung keine oder nur vereinzelt Äschenlarven beobachtet werden. Minim höhere Werte konnten im Jahr nach der Kiesschüttung (2006), als die Bank bereits im April weitgehend erodiert wurde, gezählt werden. Im Jahr 2007 stieg die Zahl der beobachteten Äschenlarven auf der gesamten Strecke bis Wynau/Wolfwil (Kontrollstrecke F) markant an und erreichte Dichten von maximal 40 Individuen/100 m. Ebenfalls gute Werte wurden 2009 erfasst, wobei insbesondere die Zunahme am Innenufer bei Wynau hervorsteht (FR). Dies entspricht der zunehmenden Verlagerung der Geschiebefrachten in Fliessrichtung.



**Bild 8. Abfluss der Aare bei Murgenthal (Tagesmittelwerte) in den Monaten Januar bis Juni in den Jahren 2005–2009. Zusätzlich sind die für die Fortpflanzung und Eientwicklung der Äsche kritischen Zeitspannen angegeben.**

Demgegenüber konnte in der Referenzstrecke flussaufwärts der Kiesschüttung (DR1) keine Zunahme der Äschenlarven festgestellt werden.

#### Jährliche Schwankungen:

Die grossen jährlichen Schwanken im Reproduktionserfolg der Äschen sind bei Verfügbarkeit von Geschiebe auf die unterschiedlichen Wasserführungen im Frühling zurückzuführen. Die im Kies deponierten Eier der Äschen bleiben während vier bis sechs Wochen im Flussbett und sind während dieser Zeitspanne sehr empfindlich auf Geschiebeumlagerungen (mechanische Schädigung, Freisetzung des Laichs). Treten im Frühling grosse Abflüsse mit Geschiebetrieb auf, so kann die Fortpflanzung massiv beeinträchtigt werden. Dies zeigte sich in den Jahren 2006 und 2008, als mit Abflussspitzen von 946 m<sup>3</sup>/s und 699 m<sup>3</sup>/s deutlich höhere Werte erreicht wurden, als in den anderen Jahren (Bild 8, Tabelle 1). Die Abflusssdaten deuten darauf hin, dass das Geschiebe mehrheitlich bei Abflüssen zwischen 610 m<sup>3</sup>/s und 700 m<sup>3</sup>/s in Bewegung kommt. Damit dürfte in diesen Jahren die Kiessohle umgelagert und die Äscheneier geschädigt worden sein. 2005, 2007 und 2009 blieben die Geschiebeablagerungen stabil, und der Äschennachwuchs konnte sich

ungestört entwickeln. Entsprechend hoch war der Fortpflanzungserfolg der Äsche in diesen drei Jahren.

#### 4. Fazit

Die Erosion der Kiesschüttungen führt zu einer eher stossweisen Beschickung der Aare mit Geschiebe. Das Geschiebe wird flussabwärts transportiert und an morphologisch günstigen Stellen abgelagert. Dabei bilden sich unterschiedlich grosse, lockere Kiesbänke, die bei Niederwasserabfluss sichtbar sind. Die durchgeführten Schüttungen führen demnach zur Bildung von Strukturen, wie sie im unbeeinflussten Zustand bestanden, wenn auch mit kleinerer Ausdehnung.

Aus fischereilicher Sicht sind diese Kiesschüttungen als grosser Erfolg zu werten. Die natürliche Reproduktion der Äschen ist sprunghaft und auf ein Vielfaches der Werte vor den Schüttungen angestiegen. Damit konnte der Nachweis erbracht werden, dass in der Aare das fehlende Geschiebe der limitierende Faktor für die Reproduktion von kieslaichenden Fischen ist.

Die Resultate des morphologischen und fischbiologischen Monitorings zeigen zudem Folgendes:

- Die Kiesschüttung selbst stellt über mehrere Jahre einen optimalen Laich-

platz dar (Deitingen).

- Die Verteilung der Äschenlarven folgt der Verlagerung der Kiesfrachten.
- Die Anzahl der beobachteten Äschenlarven korreliert mit der Menge des verfügbaren Geschiebes. Bei der Kiesschüttung Deitingen, wo ein grosser Sohlenbereich mit Geschiebe abgedeckt ist, wurden die höchsten Dichten (50–150 Ind./100 m) erreicht. In den Strecken, wo Geschiebe ab- und umgelagert wurde, stieg deren Anzahl von Null auf 10–40 Ind./100 m.

Aufgrund der positiven Resultate der Erfolgskontrolle werden die Massnahmen zur Reaktivierung des Geschiebehaushalts der Aare fortgesetzt. Im Februar 2010 wurde die Kiesschüttung Aarwangen mit der Zugabe von 10000 m<sup>3</sup> Kies erneuert. Um die Erosion der Bank etwas zu verzögern, wurde eine leicht gröbere Mischung verwendet. Das begleitende morphologische und fischbiologische Monitoring wird zeigen, auf welchem Niveau sich der Reproduktionserfolg der Äschen langfristig einpendeln wird.

Literatur:

- [1] Arbeitsgruppe Renaturierung der Aare (August 1992): Konzept zur Renaturierung der Aare. Im Auftrag der Kantone Bern, Solothurn, Aargau.
- [2] Schälchli & Abegg (Mai 1996): Reaktivierung des Geschiebehaushalts der Aare zwischen der Emme und dem Rhein. Im Auftrag der Kantone Solothurn, Bern und Aargau.
- [3] Schälchli U., (1990): Die Veränderung des Geschiebehaushalts der Aare von Aarberg bis zum Rhein. Wasser Energie Luft 7/8, S. 145–152.
- [4] WFN (2010): Reaktivierung des Geschiebehaushalts der Aare. Fischökologische Untersuchungen – Erhebungen 2005–2009. Im Auftrag der Kantone Bern und Solothurn. 10 S.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Ueli Schälchli, dipl. Kultur-Ing. ETH, Flussbau AG SAH  
 Holbeinstrasse 34, CH-8008 Zürich  
 ueli.schaelchli@flussbau.ch  
 Martina Breitenstein, lic. phil. nat., Biologin, WFN  
 – Wasser Fisch Natur, Murtenstrasse 52  
 CH-3205 Gümmenen  
 martina.breitenstein@wfn.ch  
 Dr. Arthur Kirchofer, lic. phil. nat., Biologe, WFN  
 – Wasser Fisch Natur, Murtenstrasse 52  
 CH-3205 Gümmenen  
 arthur.kirchofer@wfn.ch