

# Die Bedeutung von Geschiebe und Schwebstoffen für die Lebewelt im und am Bach

---

Fredy Elber, AquaPlus AG, Zug

## Zusammenfassung

In einem Fliessgewässer bewegt sich nicht nur Wasser; auch die vermeintlich fixe Gewässersohle ist bei näherer Betrachtung mobil. Je nach Grösse des Abflusses werden kleinste Steinkörner und bis zu grosse Steinbrocken flussabwärts transportiert. Letztere bleiben manchmal «gefühlt» ewig an Ort und Stelle liegen, zumindest so lange, bis bei einem grossen Hochwasser die gesamte Gewässersohle mobilisiert wird. Insgesamt unterliegt das System Fliessgewässer sowohl hinsichtlich des Abflusses als auch der Gewässersohle einer ständigen Dynamik, welche gewässerabhängig stärker oder schwächer ausfällt. Hochwasser spielen dabei eine wichtige Rolle. Dieser Dynamik sind die Lebewesen des Fliessgewässers ausgesetzt, was einiges an Anpassung erfordert [hat]. Fische können sich bis zu einem gewissen Mass aufgrund ihrer Schwimmleistung der Abschwemmung entziehen. Sie müssen sich jedoch, wie alle anderen Tiere und Pflanzen der Fliessgewässer, grundsätzlich an die im Vergleich zum Wasser stabile Gewässersohle halten. Dort stehen Lückensystem, Unterschlupfe und Oberfläche für die Besiedlung zur Verfügung. Doch aufgepasst: Erst noch sicheres Versteck kann sich die Gewässersohle bei Hochwasser in eine Todesfalle verwandeln. Vom Leben in diesem Spannungsfeld bzw. der Bedeutung von Geschiebe und anorganischen Schwebstoffen in Fliessgewässern für die verschiedenen Bewohner der Gewässer handelt der folgende Beitrag.

## L'importance du charriage et des sédiments fins pour la vie dans et autour des cours d'eau

### Résumé

L'eau n'est pas la seule à se déplacer dans un cours d'eau ; à y regarder de plus près, le lit de la rivière, supposé fixe, est également mobile. Selon le débit, les plus petits grains de pierre jusqu'aux gros morceaux de roche sont transportés en aval. Ces derniers ont parfois « l'impression » de rester en place pour toujours, du moins jusqu'à ce que l'ensemble du lit du cours d'eau soit mobilisé lors d'une grande crue. Au total, le réseau hydrographique est soumis à une dynamique constante, tant au niveau du débit que du lit, plus ou moins forte selon le cours d'eau. Les crues jouent un rôle important à cet égard. Les organismes vivants du cours d'eau sont exposés à cette dynamique, qui nécessite [ou a nécessité] une certaine adaptation. Dans une certaine mesure, les poissons peuvent éviter d'être emportés par les eaux grâce à leur capacité de nage. Cependant, comme tous les autres animaux et plantes du cours d'eau, ils doivent se remettre à un lit stable de la rivière par rapport à l'eau. Là, un système d'espaces, de cachettes

et de surfaces sont disponibles pour la colonisation. Mais attention : bien qu'il s'agisse toujours d'une cachette sûre, le lit d'un cours d'eau peut se transformer en un piège mortel lors des crues. L'article suivant traite de la vie dans cette zone de tension et de l'importance du charriage et sédiments fins inorganiques dans les cours d'eau pour les différents habitants des cours d'eau.

#### Mots-clés

charriage, sédiments fins, cours d'eau, lit du cours d'eau.

### L'importanza del materiale solido e di quello in sospensione per gli organismi viventi dentro e ai bordi dei corsi d'acqua

#### Riassunto

Non è solo l'acqua che si muove in un corso d'acqua; guardando bene, anche l'alveo, apparentemente fisso, è mobile. A seconda della portata, dai più piccoli granelli di sabbia fino a grossi massi vengono trasportati a valle. Questi ultimi a volte sembrano rimanere al loro posto per sempre, almeno fino a quando l'intero letto del fiume non viene mobilitato durante una grande piena. Nel complesso, il sistema fiume è soggetto a dinamiche costanti, sia in termini di deflusso che di alveo, che sono più forti o più deboli a seconda del corso d'acqua. In questo senso le piene giocano un ruolo importante. Gli organismi viventi del corso d'acqua sono esposti a questa dinamica, che richiede [o ha richiesto] una certa capacità di adattamento. Fino a un certo punto, i pesci possono evitare di essere trasportati a valle grazie alla loro capacità di nuotare. Tuttavia, come tutti gli altri animali e piante del corso d'acqua, fanno affidamento al letto stabile del corso d'acqua rispetto alla corrente. Lì, il sistema di fessure, i nascondigli e la superficie sono disponibili per essere occupati. Ma attenzione: nonostante possa sembrare un nascondiglio sicuro, il letto del fiume può trasformarsi in una trappola mortale durante le piene. Il seguente articolo tratta della vita in questo habitat e dell'importanza del materiale inorganico solido di fondo e in sospensione per i vari organismi viventi dei corsi d'acqua.

#### Parole chiave

Materiale solido e in sospensione, Corso d'acqua, Letto del fiume.

## 2. Lebensraum Gewässersohle:

### Von nass bis trocken

Fliessgewässer werden durch ihre Abfluss- und Feststoffdynamik geformt. Hochwasser verändern die Morphologie durch Erosion oder Geschiebeablagerungen. Schliesslich präsentiert sich ein Fliessgewässer aus aquatischen, amphibischen und terrestrischen Zonen, wobei sich die entsprechenden Anteile je nach Abfluss massiv unterscheiden können [Abbildung 1].



Abbildung 1: Natürliche Fliessgewässer verfügen über aquatische, amphibische und terrestrische Lebensräume. Lech in Österreich. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG.  
Figure 1 : Les cours d'eau naturels comportent des habitats aquatiques, amphibiens et terrestres. Lech en Autriche. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

### 2.1 Die aquatische Gewässersohle

Der Gewässergrund der aquatischen Gewässersohle ist immer von Wasser überdeckt [Abbildung 2]. Hier leben Organismen, welche ständig oder während eines grossen Teils des Jahres auf Wasser angewiesen sind: Neben Mikroorganismen, Algen und Wasserpflanzen u.a. Fische und Wasserwirbellose [Invertebraten]. Wasserwirbellose findet man in der Gewässersohle vor allem in Tiefen von 10 bis 40 cm gemessen ab der Oberseite des Bachgrundes. Tiefer als 50 cm dringen nur wenige Makroinvertebraten vor. Generell nimmt mit zunehmender Sohlentiefe das Nahrungsangebot sowie die Sauerstoffkonzentration ab. Der Lebensraum verliert damit an Attraktivität und die Individuendichte aber auch die Artenzahl nehmen ab.

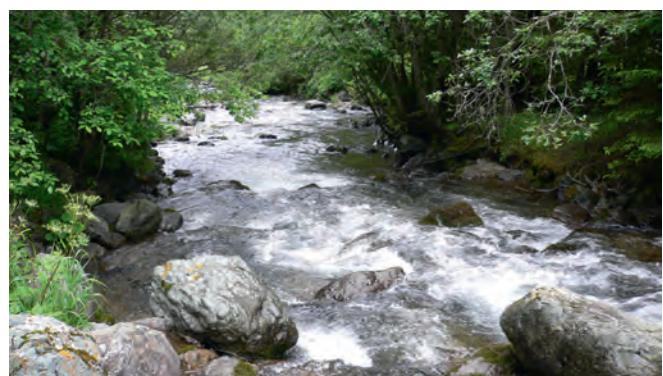


Abbildung 2: Aquatische Gewässersohle. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG.  
Figure 2 : Lit de cours d'eau aquatique. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

## 2.2 Die amphibische Gewässersohle

Die amphibische Gewässersohle ist einmal nass, dann wieder trocken [Abbildung 3]. Die Nass- bzw. Trockenphasen können sowohl kurz (z.B. tageszeitliche Schwankungen) als auch lange Zeit andauern (jahreszeitliche Veränderungen). Die amphibische Gewässersohle umfasst Uferbereiche aber auch Fließgewässer begleitende Tümpel. Besiedler solcher Habitate müssen im Falle der Uferbereiche sehr mobil sein, da sie der Wasserlinie folgen und sich entweder im Trockenen oder Nassen aufhalten. In Tümpeln leben Amphibien und sich schnell entwickelnde Wasserwirbellose. Auf jeden Fall müssen die Bewohner dieses temporär aquatischen Lebensraumes fähig sein, die terrestrische Phase zu überdauern oder dann permanente Gewässer als Refugien aufzusuchen.



Abbildung 3: Amphibische Gewässersohle. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG.  
Figure 3 : Lit de cours d'eau amphibia. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

## 2.3 Die terrestrische Gewässersohle

Bei der terrestrischen Gewässersohle [Abbildung 4] handelt es sich eigentlich gleichfalls um eine amphibische, nur reicht der Wasserstrom selten bis sehr selten in diesen Bereich. Dieses Gebiet wird daher von terrestrischer Flora und Fauna besiedelt. Es kommt zur typischen Ausbildung der Auenzonen mit den entsprechenden faunistischen Besiedlungen. Die wassernahen Kies- und Schotterbänke widerspiegeln oft die strukturellen Verhältnisse der benetzten Gewässersohle. Auf ihnen finden sich Schnecken, Spinnen und Insekten wie Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Ameisen, Wanzen und Heuschrecken sowie vereinzelt Reptilien, Vögel und Säuger. Bekannt bei den Vögeln ist vor allem der Flussregenpfeifer, welcher sein Gelege offen und doch fast nicht erkennbar auf Kies und Schotterbänke ablegt [Abbildung 5 und 6]. Bezuglich Biodiversität von grösserer Bedeutung sind jedoch die kleineren, unscheinbareren Bewohner wie beispielsweise die Laufkäfer. Ihr Leben findet eher im Verborgenen statt, und um sie zu finden werden Fallen gestellt und spezifische Habitate abgesucht. Rund ein Viertel (139 Arten) aller Laufkäfer in der Schweiz kommen entweder ausschliesslich oder vorwiegend in Auenbiotopen

vor. Von diesen sind rund 50% (78 Arten) in der Roten Liste der gefährdeten Arten aufgeführt. Ufernahe, vegetationsarme bzw. -freie Kies-, Sand- und Schlickflächen bilden die Lebensgrundlage für eine Vielzahl von (gefährdeten)



Abbildung 4: Terrestrische Gewässersohle. Lech in Österreich. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 4 : Lit de cours d'eau terrestre. Lech en Autriche. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 5: Flussregenpfeifer als typischer Bewohner von Kies- und Schotterbänken. Foto: A.Trepte, www.avi-fauna.info. | Figure 5 : Le petit gravelot est un habitant typique des bancs de gravier et cailloux. Photo : A.Trepte, www.avi-fauna.info.

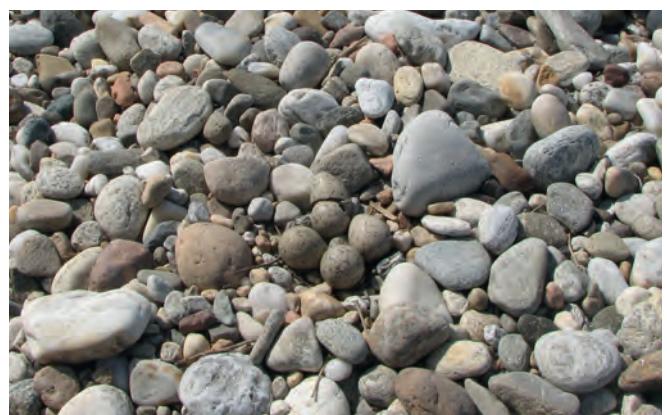


Abbildung 6: Wer findet die Eier des Flussregenpfeifers? Foto: Fabian Peter, AquaPlus AG. | Figure 6 : Qui peut trouver les œufs du petit gravelot ? Photo : Fabian Peter, AquaPlus AG.

Laufkäferarten. Sie tragen z.T. nicht nur wohlklingende Namen wie Mondfleck-Ahlenläufer (*Bembidion lunatum*) oder Zierlicher Grabläufer (*Pterostichus gracilis*), sondern sehen auch, zumindest auf den zweiten Blick, speziell oder gar hübsch aus [Abbildung 7]. Bei der Überschwemmung solcher Auenbereiche fliehen die mobilen Tiere. Bei den weniger mobilen können dagegen markante Verluste stattfinden.



Abbildung 7: Links: Mondfleck-Ahlenläufer [*Bembidion lunatum*]; rechts: Zierlicher Grabläufer [*Pterostichus gracilis*] Laufkäfer: Typischer Bewohner von Kies- und Schotterböden. Foto: www.angewandte-carabidologie.de | Figure 7 : A gauche : Le *Bembidion lunatum* ; à droite : *Pterostichus gracilis*. Carabides : habitant typique des bancs de gravier et cailloux. Photo : www.angewandte-carabidologie.de

### 3 Choriotope/Habitate der aquatischen Gewässersohle: Von grob bis fein

Vorliegend behandeln wir lediglich die anorganischen Choriotope, welche vom Fels bis zu den kleinsten Korn-durchmessern der Tonfraktion reichen. Daneben gibt es noch die organischen Choriotope, die vor allem lebende und tote Pflanzenstrukturen umfassen wie z.B. Wurzelstöcke und Totholzansammlungen.

Vorangestellt sei hier, dass die Fauna eines Standortes nicht nur vom Typ des Substrates, sondern auch von der Fliessgeschwindigkeit des Wassers und weiterer Faktoren bestimmt wird. Ausserdem bestehen zwischen den hier vorgestellten Choriotopen fliessende Übergänge.

Bezüglich der Bewohner der Gewässersohle fokussieren wir im Folgenden auf die Wasserwirbellosen und die Fische. Daneben besiedeln weitere, insbesondere mikroskopisch kleine Organismen wie u.a. Räder- und Wimpertierchen den Lückenraum der Gewässersohle. Ausserdem sorgen eine Vielzahl von Bakterien für den Abbau organischer Biomasse und bewirken so die sogenannte Selbstreinigung des Wassers nach Eintrag von Abwasser.

#### 3.1 Megalithal

Megalithal [Abbildung 8] ist der Lebensraum der Oberfläche von grossen Steinblöcken bis hin zum Fels (Mindestdurchmesser 40 cm). Die Lebensgemeinschaft des Megalithals funktioniert mehr oder weniger unabhängig vom Kieslückenraum der Gewässersohle. Tiere, die hier leben, sind oft rasch fliessendem Wasser ausgesetzt und leben sessil oder nahezu sessil. Sie haben unterschiedliche Anpassungen hinsichtlich Anatomie (Befestigungsvorrichtungen wie Saugnäpfe oder Hakenkränze) oder Verhalten (Ernährung aus der fliessenden Welle) vorgenommen, um hier existieren zu können.

Bekannt sind die Larven der Kriebelmücken, die teilweise in großen Dichten die Oberflächen stark überströmter Blöcke oder Felswände besiedeln und mit ihren Fangfächern Nahrung aus dem Wasser filtrieren. Beindruckend sind die Lidmückenlarven [Abbildung 9], welche Fliessgeschwindigkeiten bis 3 m/s standhalten können. Sie schaffen dies mit 6 auf der Bauchseite ausgebildeten Saugnäpfen, die zu den besten im Tierreich gelten.



Abbildung 8: Megalithal. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 8 : Mégalithe. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 9: Lidmückenlarve [Blepharicidae] als typischer Bewohner des Megalithals. Foto: AquaPlus AG. | Figure 9 : Larves de blephariceride [Blepharicidae] comme habitant typique des mégalithes. Photo : AquaPlus AG.

### 3.2 Makrolithal

Das Makrolithal [Abbildung 10] umfasst Blöcke von 20 bis 40 cm Durchmesser und variable, aber deutlich kleinere Anteile an kleineren Korngrößen. Zur typischen Makrolithal-Fauna zählen beispielsweise die grossen, räuberischen Steinfliegenlarven der Familien Perlidae oder Perlodidae [Abbildung 11] aber auch die «abgeflachten» Eintagsfliegen der Familie der Heptagenidae sowie Egel und Schnecken. Auch hier gilt es, sich der Strömungsgeschwindigkeit anzupassen.

Das Makrolithal dient der Groppe als Laichsubstrat. Sie klebt ihre Eier paketweise an die Unterseite grösserer Steine. Das Männchen bewacht dann das Nest bis zum Schlüpfen der Jungfische.



Abbildung 10: Makrolithal. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 10 : Macrolithe. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 11: Grosse Steinfliegenlarven als typische Bewohner des Makrolithals. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 11 : Larves de mouche de pierre comme habitants typiques du macrolithe. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

### 3.3 Mesolithal und Mikrolithal

Das Mesolithal [Abbildung 12] bezeichnet den von faustgrossen Steinen [6.3 bis 20 cm Durchmesser] dominierten Lebensraum. Im Mikrolithal [Abbildung 13] herrscht Grob-Kies vor [2 bis 6.3 cm Durchmesser]. Beide Habitate weisen

jedoch auch kleinere Anteile von feineren Kornfraktionen auf. Besiedelt werden Meso- und Mikrolithal von mittelgrossen bis kleinen Formen der typischen Steinfauna [u.a. Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven, Kleinkrebse, Abbildung 14] und der Bewohner des Kieslückensystems [u.a. Zuckmückenlarven, Würmer, Jugendstadien von Insektenlarven] sowie von Jugendstadien der Makrolithal-Fauna.

Das Mikrolithal bildet das geeignete Laichsubstrat für die Kieslaicher unter den Fischen [Abbildung 15]. Forelle und Äsche bevorzugen tendenziell eher die kleineren Korngrößen dieses Habitattyps, während die Nase eher die grösseren wählt. Dabei müssen für die Laichablage neben dem Substrat auch die Fliessgeschwindigkeit und die Wassertiefe sowie das Vorhandensein von Deckung stimmen. Die Eier werden in eine von den Weibchen mit der Schwanzflosse geschlagenen Laichgrube oder Laichmulde abgegeben und von den Männchen befruchtet. Im gut durchströmten Kiesbett verbleiben sie dort ein paar Wochen und entwickeln sich zu Embryonen. Diese halten sich ein paar weitere Wochen in den Hohlräumen des Kiesbettes auf, bevor sie dieses als Brütlinge verlassen.



Abbildung 12: Mesolithal. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 12 : Mésolithique. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 13: Mikrolithal. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 13 : Microlithique. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 14: Aussortierte Probe von Wasserwirbellosen des Meso- und des Mikrolithals. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 14 : Divers invertébrés aquatiques provenant du mésolithique et du microlithique. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 15: Laichplätze von Áschen. Foto: Mathieu Camenzind, AquaPlus AG. | Figure 15 : Sites de frai de l'ombre. Photo : Mathieu Camenzind, AquaPlus AG.

### 3.4 Akal

Akal (Abbildung 16) nennt man den von Fein- und Mittelkies geprägten Lebensraum (Korndurchmesser 0.2 bis 2 cm). Hier treten die eben genannten Formen oft in Jugendstadien auf und weiter die typischen, langgezogenen, schlanken Bewohner wie die Steinfliegenlarven der Gattung Leuctra.



Abbildung 16: Akal. Foto: Mathieu Camenzind, AquaPlus AG. | Figure 16 : Akal. Photo : Mathieu Camenzind, AquaPlus AG.

### 3.5 Psammal

Die nächstkleinere Steinfraktion ist das Psammal (Abbildung 17). Es wird von Sand gebildet (0.063 bis 2 mm Durchmesser) und von sehr kleinen und sehr schlanken Tieren besiedelt. Typische Vertreter sind die Zuckmückenlarven aber auch Würmer (Wenigborster). Es können auch Flussmuscheln oder grabende Eintagsfliegenlarven (z.B. *Ephemera vulgata*, die Gemeine Eintagsfliege) vorkommen.

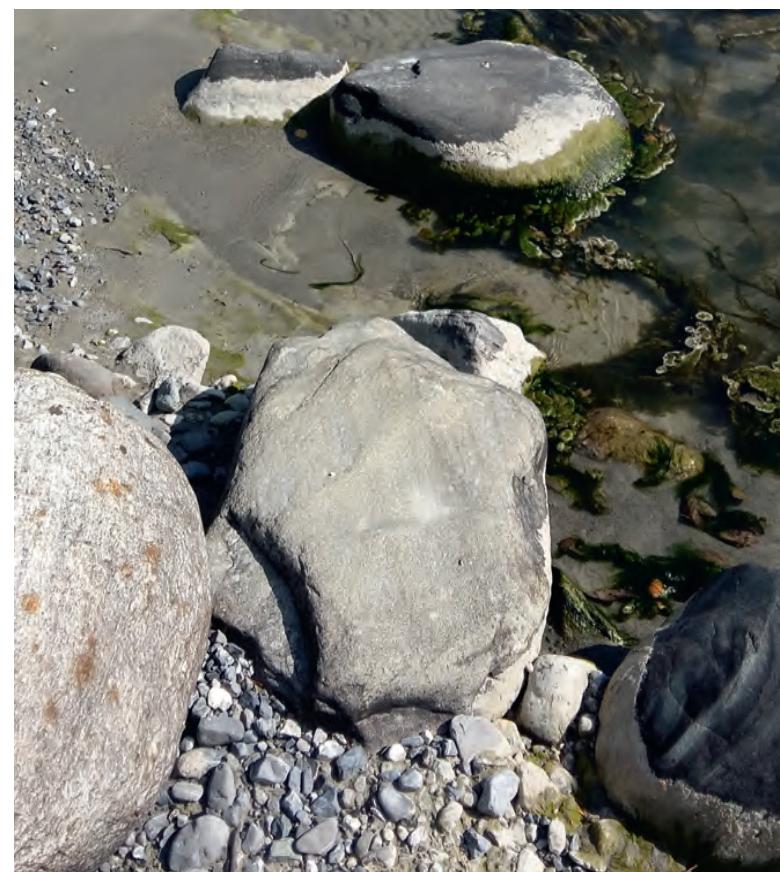


Abbildung 17: Psammal. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 17 : Psammal. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

### 3.6 Psammopelal und Pelal

Sobald sich Schlammpartikel unter die Sandkörner mischen, spricht man vom Psammopelal und wenn nur noch Schlamm vorhanden ist vom Pelal (Abbildung 18, Korn-durchmesser < 0.063 mm). Diese beiden Lebensräume werden fast ausschliesslich von Zuckmückenlarven und Würmern bewohnt. Falls den feinen Fraktionen organisches Material beigemischt ist, besteht die Gefahr der Sauerstoffarmut aufgrund des bakteriellen Abbaus dieser Stoffe. Unter solchen Verhältnissen können höchstens noch Spezialisten existieren, die Hämoglobin in ihrer Körperfüssigkeit aufweisen und so den letzten Sauerstoff noch nutzen können (Abbildungen 19, 20). Zu diesen Spezialisten zählen der Schlammröhrenwurm *Tubifex tubifex* sowie rot gefärbte Larven der Zuckmückengattung *Chironomus*.



Abbildung 18: Pelal. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG.. | Figure 18 : Pelal. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

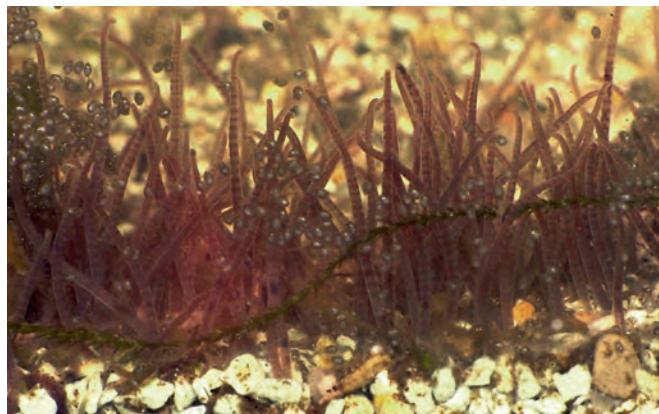


Abbildung 19: Schlammröhrenwurm: *Tubifex* sp.. Typischer Bewohner sauerstoffarmer Feinsedimente. Foto: Matthias Tilly, www.wikipedia.org.. | Figure 19 : Ver tubulaire de boue : *Tubifex* sp.. Habitant typique des sédiments fins pauvres en oxygène. Photo : Matthias Tilly, www.wikipedia.org.



Abbildung 20: Rote Zuckmückenlarve der Gattung *Chironomus*. Typischer Bewohner sauerstoffarmer Sedimente. Foto: www.arcgis.com.. | Figure 20 : Larve de chironomidé rouge du genre *chironome*. Habitant typique des sédiments pauvres en oxygène. Photo : www.arcgis.com.

### 3.7 Habitate im Längsverlauf eines Fließgewässers

Im Längsverlauf eines Fließgewässers finden sich die groben Sohlenkomponenten meist im Oberlauf sowie in

steilen Bereichen mit grosser Fliessgeschwindigkeit. Im Mittellauf sind die vorkommenden Steine bereits kleiner. Das Gefälle ist in der Regel gering und damit auch die Fliessgeschwindigkeiten. Im Unterlauf schliesslich ist das Sohlsubstrat noch feiner geworden. Das Gelände ist flach und die Strömungsgeschwindigkeit nur noch gering. Grundsätzlich können die unterschiedenen Habitate jedoch [mit Ausnahme des Megalithals] mehr oder weniger überall vorkommen. Aufgrund wasserbaulicher Massnahmen finden sich Steinbiotope mittlerweile auch in Fliessgewässern mit natürlicherweise kiesiger oder sandiger Sohle.

### 4 Dynamik: Fluch und Segen

Die Gewässersohle stellt Lebensraum für zahlreiche Organismen dar. Teilweise dient sie lediglich für einzelne Stadien im Lebenslauf. So wie erwähnt für Kieslaicher unter den Fischen oder für Insekten, welche das Gewässer für die Fortpflanzung verlassen. Was jedoch als sicherer Ort oder Refugium erscheint, manifestiert sich bei Hochwasser [Abbildungen 21, 22], welche Geschiebebetrieb auslösen, also die Gewässersohle in Bewegung setzen, als Todesfalle. Erst bewegen sich nur die kleineren Körner, bei steigendem Abfluss immer grössere bis sich schliesslich die gesamte Gewässersohle verschiebt. Natürliche Hochwasser kündigen sich normalerweise an: Der Abfluss nimmt zu, der Wasserpegel steigt und das Wasser wird trübe. Zeichen, die den mobilen Organismen im Gewässer signalisieren: Rette sich, wer kann! Das heisst: Ab in tiefere Regionen der Gewässersohle - in der Hoffnung, dass sich diese dort nicht bewegt - oder ab zum Ufer, wo die Fliessgeschwindigkeit aufgrund der grösseren Rauigkeit geringer als in der Flussmitte ist. Vor allem für Fische gibt es noch die Möglichkeit, in einen Zufluss einzusteigen und dort Zuflucht zu finden. Zuflüsse sind nämlich in der Regel aufgrund des kleineren Abflusses geringeren hydraulischen Kräften ausgesetzt als das Hauptgewässer.

Solche Fluchtreaktionen bzw. -strategien sind wichtig, insbesondere hinsichtlich des Verhaltens bei kleinen und mittleren Hochwassern. Sie hätten jedoch alleine vermutlich das Überleben der Tiere in einem so dynamischen System, wie es Fliessgewässer darstellen, nicht gesichert. Bei grossen Hochwassern werden nämlich leicht 90 und mehr Prozent der Gewässersohlenbewohner zerstört. Es braucht[e] also mehr. Da ist einmal die grosse Zahl an Nachkommen, die alle Gewässerorganismen erzeugen. Verluste sind damit von Beginn an eingerechnet. Weiter haben sich beispielsweise viele Insekten derart ans hydrologische Geschehen im Gewässer angepasst, dass Zeiten mit gehäuft auftretenden Hochwassern - in unseren Breiten von ca. Juni bis September - bevorzugt ausserhalb des Gewässers verbracht und gerade für die Fortpflanzung genutzt werden. Idealerweise fliegen die Adulten zur Eiablage flussaufwärts



Abbildung 21: Dynamik im Fließgewässer ausgelöst durch unterschiedliche Abflüsse. Verhältnisse während und nach einem Hochwasser. Mitteldorfbach Oberägeri, Hochwasser 21.8.2005. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 21 : Dynamique dans un cours d'eau déclenchée par des écoulements différents. Conditions pendant et après une crue. Mitteldorfbach Oberägeri, crue du 21.8.2005. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 22: Dynamik im Fließgewässer ausgelöst durch unterschiedliche Abflüsse. Verhältnisse während und nach einem Hochwasser. Mitteldorfbach Oberägeri, 24.8.2005, nach dem Hochwasser vom 21.8.2005. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 22 : Dynamique dans un cours d'eau déclenchée par des écoulements différents. Conditions pendant et après une crue. Mitteldorfbach Oberägeri, 24.8.2005, après la crue du 21.8.2005. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

und kompensieren so die aufgrund der Strömung tendenziell stattfindende Abwärtsbewegung der Tiere. Man nennt diese Anpassung ans Fließgewässer auch den Kompensationsflug. Die Entwicklung vom Ei zur Larve und schliesslich zum Adulttier findet dann während der restlichen Zeit des Jahres statt. Und damit leichte Veränderungen im hydrologischen System aufgefangen werden können, verteilt sich der Ausflug bei einigen Insekten auch über einen längeren Zeitraum. Auch die Fließgewässerfische haben sich an die jahreszeitlich bedingten Veränderungen des Abflusses angepasst: Laichgeschäft und die Entwicklung vom Ei bis zum Jungfisch findet im Winterhalbjahr statt, wenn weniger Hochwasser auftreten.

Hochwasser haben zumindest für Bewohner der Gewässersohle auch ihr Gutes: Sie säubern die Gewässersohle von abgelagerten Schwebstoffen (Abbildungen 23, 24). Durch die Bewegung der Gewässersohle werden diese



Abbildung 23: Kolmatierte Gewässersohle. Foto: Mathieu Camenzind, AquaPlus AG. | Figure 23 : Lit de cours d'eau affouillé. Photo : Mathieu Camenzind, AquaPlus AG.



Abbildung 24: Kolmatierte Gewässersohle, entfernte Deckschicht. Foto: Mathieu Camenzind, AquaPlus AG. | Figure 23 : Lit de cours d'eau affouillé, couche superficielle enlevée. Photo : Mathieu Camenzind, AquaPlus AG.

mobilisiert und abgeschwemmt. Zurück bleibt ein reaktiviertes Lückensystem, welches seine ökologische Funktion als Lebensraum wieder wahrnehmen kann. Kaum ist das Hochwasser durch, beginnt es wieder von Neuem: Schwebstoffe aus der fliessenden Welle lagern sich auf der Gewässersohle ab (äußere Kolmation) oder dringen in diese ein (innere Kolmation) und verstopfen das Lückensystem. Lebensraum geht wieder verloren oder wird verändert. Beispielsweise wird auch die Sauerstoffversorgung tieferer Sohlenbereiche reduziert und die Infiltration ins Grundwasser zunehmend verringert.

## 5 Schwebstoffe - nur Probleme

Zugegeben, einfach ist es nicht, positive Seiten der Schwebstoffe zu finden. Vielleicht diese: Sie adsorbieren Schmutz- und Schadstoffen und wirken - irgendwo abgelagert - als diesbezügliche Senken. Im Übrigen gilt es, mit den Schwebstoffen so gut es geht umzugehen ... Nachfolgend unterscheiden wir zwischen Schwebstoffen in der fliessenden Welle bzw. mobilisierten und abgelagerten bzw. sedimentierten. Die Herkunft mobilisierter Schwebstoffe ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

## 5.1 Mobilisierte Schwebstoffe

Grundsätzlich sind die Auswirkungen von Schwebstoffen abhängig von der Schwebstoffkonzentration sowie der Expositionsdauer. Je grösser die Konzentration und je länger die Einwirkungszeit, desto problematischer sind die Verhältnisse für die Lebewesen. Jedoch können kleine, während langer Zeit wirkende Trübungen ähnliche Wirkungen zeigen wie grosse und kurze.

Bei den Fischen können neben Verhaltensänderungen [z.B. Abwanderung bzw. Meidung belasteter Bereiche] auch subletale [Verringertes Wachstum, schlechte Kondition, verringerte Nahrungsaufnahme, gestörtes Homing, physiologischer Stress, erhöhte Atemfrequenz, erhöhte Hustenrate] und letale Wirkungen [verzögertes und reduziertes Schlüpfen von Brütlingen, geringe bis hohe Mortalität] von Trübungen beobachtet werden. Generell sind Salmoniden (Forellenartige) gegenüber Trübungen wesentlich empfindlicher als andere Fischarten und Ei- sowie Larvalstadien reagieren wesentlich sensibler als Juvenil- und Adultfische. In der fliessenden Welle üben Schwebstoffe auf Oberflächen und deren Bewohner (Algen, Wasserwirbellose) bei entsprechender Geschwindigkeit, Grösse und Form einen Sandstrahleffekt aus. Grössere und scharfkantige Partikel wirken dabei heftiger als kleinere und abgerundete. So «befreien» Hochwasser auch ohne Geschiebetrieb die Oberflächen mindestens teilweise von pflanzlichem Aufwuchs und tierischer Besiedlung.

Mobilisierte Schwebstoffe verursachen Trübungen im Gewässer (Abbildung 25). Diese beeinträchtigen die pflanzliche Produktion (Photosynthese) sowohl im Fliessgewässer als auch im Mündungsgebiet stehender Gewässer. Bei den tierischen Organismen werden optisch jagende Wasserwirbellose und Fische durch die Trübung beeinträchtigt. Sie haben einen erhöhten Such- und damit Energieaufwand, was zu einem reduzierten Wachstum und einer verminderten Fitness führen kann. Dies kommt ihrer Beute zugute.

Natürliche Ursachen	Unnatürliche Ursachen
Erosionsprozesse	Spülungen von Staubbereichen
Schneeschmelze	Sandfang-Spülungen
Abschwemmungen bei Hochwasser	Schwall-Betrieb
Murgang	Baustellen im/am Gewässer
	Kieswerke
	Strassen- und Platzabwässer
	Siedlungsentwässerung
	Abschwemmungen aus der Landwirtschaft [Bewirtschaftung bis ans Gewässer, Kulturen ohne Bodendeckung]

Tabelle 1: Herkunft mobilisierter Schwebstoffe unterschieden zwischen natürlichen und anthropogenen Ursachen | Tableau 1 : Origine des matières en suspension mobilisées, différenciées entre les causes naturelles et anthropiques.

Filtrierer unter den Wasserwirbellosen sammeln mittels unterschiedlicher Technik Nahrungspartikel aus der fliessenden Welle (Fangnetz wie z.B. bei einzelnen Käferfliegenlarven (Abbildung 25), zu Fangeinrichtungen umgewandelte Körperteile wie bei Kriebelmückenlarven Abbildung 26). Während dies bei Seeausflüssen [mit Plankton angereichertes Wasser] oder auch unterhalb von Abwassereinleitungen (organische Partikel) aufgrund der Dichte dieser Partikel interessant ist, verstopfen anorganische Schwebstoffe die Filtriereinrichtungen. Auch hier wird der Aufwand der Nahrungsaufnahme erhöht bzw. der Energiegewinn einschränkt, so dass diese Organismen bei zu häufigem Auftreten von Trübungen verschwinden.



Abbildung 25: Trübung verursacht durch Baustelle. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. Figure 25 : Turbidité causée par le chantier de construction. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

Einmal im Mündungsgebiet eines stehenden Gewässers angekommen, sedimentieren die Schwebstoffe. Bei Hochwasser, wenn eine hohe Schwebstoffdichte vorhanden ist, wirkt sich dies negativ auf die dort vorkommende Planktongemeinschaft aus. Die Schwebstoffe adsorbierten insbesondere an das Phytoplankton (koagulieren mit diesem), womit dieses schwerer wird und zusammen mit den Schwebstoffen auf den Gewässergrund absinkt. Je nach Stadium der Sukzession kann dies das Zurücksetzen einer Gemeinschaft auf eine frühere Sukzessionsstufe bedeuten. Beispielsweise wurde bei einem Hochwasser der Reuss im August 1987 im Urnersee die vorherrschende Kieselalge *Tabellaria fenestrata* (K-Strategie, Organismen mit geringer Reproduktionsrate, vergleichsweise grosse Organismen) mehr oder weniger aus der Wassersäule ausgewaschen. Daraufhin kamen, auch aufgrund des Nährstoffeintrages, kleine, grüne Flagellaten auf (r-Strategen bzw. Pionierarten, Organismen, welche sich rasch reproduzieren, vergleichsweise kleine Organismen), wie sie im Frühjahr typisch sind.

## 5.2 Sedimentierte Schwebstoffe

Die Auswirkungen sedimentierter Schwebstoffe auf den Gewässerboden wurden bereits oben erwähnt: Innere und



Abbildung 26: Fangnetz der Köcherfliegenlarve *Hydropsyche* sp.. Foto: Jakob Forster, www.waldzeit.ch. | Figure 26 : Filet de capture de la larve de trichoptère *Hydropsyche* sp. Photo : Jakob Forster, www.waldzeit.ch.



Abbildung 27: *Simulium ornatum* mit Filtrierfächer; Kriebelmückenlarve. Foto: Rudolf & Elisabeth Hofer; www.focusnatura.at. | Figure 27 : *Simulium ornatum* avec éventail filtrant ; larve de simulies. Photo : Rudolf & Elisabeth Hofer ; www.focusnatura.at.

äussere Kolmation mit den Folgen für die tierische Besiedlung sowohl in Fliessgewässern als auch im Mündungsbereich stehender Gewässer.

Die sedimentierenden Partikel lagern sich auch auf Algen und Wasserpflanzen ab und schränken deren Photosynthese ein. Im Extremfall kommt es zum Absterben der pflanzlichen Organismen.

## 6 Komplexität und Menschengemachtes

Wie gezeigt, ist die ganze Dynamik um die Fliessgewässer eine komplexe Angelegenheit, auf die sich die verschiedenen Bewohner im Laufe der Evolution auf unterschiedliche Art erfolgreich angepasst haben. Die durch die Dynamik hervorgerufenen Veränderungen des Systems - diese können auch als Störungen bezeichnet werden - sind jedoch für dieses von entscheidender Bedeutung. Sie halten insbesondere die

Lebensgemeinschaft einigermassen stabil, bzw. verhindern, dass sich sowohl bezüglich des Lebensraumes (z.B. eine vollständig kolmatierte Gewässersohle) als auch der Biozönose eintönige Verhältnisse einstellen. Unter störungsfreien Bedingungen würde sich sonst bei einer Artengemeinschaft letztlich eine einzige Art durchsetzen - zumindest theoretisch. Anthropogene Veränderungen der Hydrologie und des Ge-schiebehaushaltes führen zu Eingriffen in die natürliche Dynamik bzw. zu zusätzlichen Störungen des Systems. Nehmen diese hinsichtlich Häufigkeit und Intensität einen Umfang an, der ausserhalb des natürlichen Schwankungsbereichs liegt [d.h. Über- oder Unterschreitung des Schwankungsbereiches], oder sind die Veränderungen einseitig gerichtet, leidet die Biozönose oder verändert sich, bzw. es kommt eine Gemeinschaft auf, die mit den neuen Bedingungen besser zureckkommt. Beispielsweise nimmt die Individuendichte der Wasserwirbellosen bei zu häufigem Auftreten von Hochwasser deutlich ab; eine etwas weniger ausgeprägte Abnahme wird bezüglich der Artenzahl erwartet. Bei zu wenig Hochwasser [z.B. Restwasserverhältnisse bei Wasserkraftnutzung] bleibt die Gewässersohle stabil, die Individuendichte steigt zuerst und nimmt mit zunehmender Kolmation wieder ab; die Artenzahl sinkt schliesslich ebenfalls. Ausserdem verursachen in Restwasserstrecken seltene Hochwasser tendenziell einen grösseren Schaden bei den Lebensgemeinschaften, da der Grossteil der Tiere nicht an Hochwasser angepasst ist. Vorliegend betrachten wir lediglich die Auswirkungen anthropogener Eingriffe auf die Gewässersohle sowie die Schwebstoffe. Weitere anthropogene Einflüsse wie die Veränderung der Fliessgeschwindigkeit, der Temperatur oder der Wasserqualität tragen ebenfalls zur Veränderung von Biozönosen bei, werden hier jedoch nicht behandelt.

### • Verbauung der Gewässersohle

#### a) Flächig verbaute Sohle

- Betonsohle und verfügte bzw. gepflasterte Sohle (Abbildung 28): Zerstörter Lebensraum, bzw. es steht



Abbildung 28: Gepflasterte Sohle. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 28 : Fond pavé. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 29: Raubett. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 29 : Lit rugueux. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

- nur «Oberfläche» als Lebensraum zur Verfügung. Keine Verbindung zum Lückenraum der Gewässersohle. Nur vereinzelt Organismen, diese sind vollständig den Kräften von Wasser und Geschiebe ausgesetzt.
- Raubett [Abbildung 29]: Grundsätzliche Veränderung des Lebensraumes. Makrolithal dominiert. Verbindung zum Lückensystem der Gewässersohle grösstenteils unterbunden. Geschiebetrieb fehlend, allenfalls bewegt sich auf dem Raubett aufliegendes Geschiebe. Stark eingeschränkter Lebensraum.
  - b) Punktuelle Sohlensicherungen [Absturz, Schwelle, Rampe, [Abbildung 30]]: Verhinderung bzw. Reduktion des Geschiebetriebes. Reduktion der Erosion. Verstärkung der Kolmation. Eingeschränkter Lebensraum, beeinträchtigte Migration.



Abbildung 30: Sohlentreppe. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 30 : Lit en escalier. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

- c) Anreicherung der Gewässersohle mit gröberem Substrat als natürlicherweise vorhanden zur Stabilisierung der Sohlenlage [meist Einbringen von Blöcken, Blockbelegung [Abbildung 31]]. Veränderung des Lebensraumes, Dynamik bleibt jedoch weitgehend erhalten. Naturnahe Besiedlung der Gewässersohle.



Abbildung 31: Sohlenanreicherung mit Blöcken / Blockbelegung. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 31 : Enrichissement du fond avec des blocs / revêtement en blocs. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

- d) Kanalisierung: Es besteht die Gefahr, dass aufgrund der grösseren hydraulischen Kräfte vermehrt kleinere Korngrössen abgetragen werden. Es resultiert eine Gewässersohle mit groben Komponenten und geringer Strukturierung. In der Regel muss die Gewässersohle früher oder später befestigt werden, um eine übermässige Sohlerosion zu verhindern oder zu stoppen. Starke Veränderung des Lebensraumes, Banalisierung

#### • **Geschieberückhalt in einem Sammler**

Aufgrund des Rückhalts gelangt kaum mehr Geschiebe ins Unterwasser. Bei Hochwasser findet dort jedoch Sohlen- und Ufererosion statt, welche einmal aufgrund der als Folge des Geschiebesammlers reduzierten «Beladung» des Wassers verstärkt in Erscheinung tritt [in Abhängigkeit der Fliessgeschwindigkeit werden Steinkörner zunehmender Grösse aus der Gewässersohle mobilisiert und abtransportiert] und schliesslich aufgrund der fehlenden Geschiebenachlieferung nicht mehr ausgeglichen wird. Dies mündet am Ende in den meisten Fällen in der Verbauung des Gewässers im Unterwasser mit den aufgezeigten Wirkungen auf die Biozönose. Mittlerweile wird bei der Planung von neuen Geschiebe-



Abbildung 32: Geschiebesammler. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 32 : Dépotoir à alluvions. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

sammlern [Abbildung 32] bzw. der Sanierung von bestehenden darauf geachtet, dass so viel Geschiebe wie möglich weitergeleitet werden kann.

#### • Stau

Stau reduziert die Fließgeschwindigkeit und führt zur Ablagerung von Geschiebe und Schwebstoffen und damit zur Kolmation der Gewässersohle [siehe dazu weiter oben]. Je stärker die Kolmation ist, desto grössere Hochwasser sind für die Säuberung der Gewässersohle notwendig. Staubereiche müssen von Zeit zu Zeit gespült werden. Dies verursacht künstliche Hochwasser, führt zu Geschiebetrieb oder zumindest zur Trübung des Wassers. Je nach Ausmass des Staus findet auch ein relevanter Geschieberückhalt mit den oben aufgeführten Auswirkungen statt.

#### • Kiesentnahmen

Kiesentnahmen führen bei selektiver Entnahme zur Veränderung der Zusammensetzung der Gewässersohle [Sohle wird fein- bzw. grobkörniger]. Ist die Entnahme generell zu gross, d.h. wird in der Bilanz mehr Geschiebe entnommen als nachgeliefert, fehlt im Unterwasser Geschiebe [siehe oben]. Es bilden sich keine Kiesbänke mehr bzw. vorhandene werden mit der Zeit erodiert und die Sohle tiefert sich ein.

#### • Schwall-Sunk

Schwallereignisse stellen künstliche Hochwasser dar [Abbildung 33, 34]. Der Abfluss steigt in der Regel rasch an und die Signale eines nahenden Hochwassers - ansteigender Wasserspiegel, Trübung - treffen bei den vorhandenen Organismen zu kurz vor dem beeinträchtigenden Ereignis, der Schwallwelle, ein. Eine Flucht ist nicht mehr möglich oder erschwert. Je nach Grösse wird Geschiebetrieb verursacht. Ausserdem kann es beim Ausbleiben von Geschiebetrieb zur Kolmation der Gewässersohle kommen.

#### • Restwasser

Aufgrund der Wasserausleitung fehlen zumindest die kleinen, oft aber auch die mittleren Hochwasser. Die Gewässersohle kolmatiert, und es kann zur Vertümpelung kommen [Abbildung 35]. D.h. Abschnitte mit normalerweise fliessendem Wasser weisen grössere Bereiche mit stehendem Wasser auf. Damit verschwinden hier Organismen, die auf fliessendes Wasser angewiesen sind. Bei ausreichendem Vorhandensein von Nährstoffen besteht aufgrund der während längerer Zeit stabilen Verhältnisse ausserdem die Gefahr der Veralgung.



Abbildung 33: Sunk-Situation. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 33 : Effet d'éclusée [débit d'éclusée]. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 34: Schwall-Situation. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 34 : Effet d'éclusée [débit plancher]. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.



Abbildung 35: Restwasserstrecke mit Vertümpelungstendenz und Kolmation. Foto: Fredy Elber, AquaPlus AG. | Figure 35 : Tronçon d'eau résiduel avec tendance au colmatage et au limonage. Photo : Fredy Elber, AquaPlus AG.

## 7 Lösungen gefunden und dann?

Ist ein Problem und seine Ursache erkannt, steht in den meisten Fällen auch der Weg zur Lösung offen. Oftmals entscheidet die Prioritätensetzung, ob dieser Weg dann auch beschritten wird. Dies trifft auch auf die vorher aufgeführten Eingriffe in den Geschiebehauptsatz zu. Wo ist der Mensch bereit, geschaffene Probleme auf «seine» Kosten zu eliminieren bzw. zu reduzieren? Wo ist er bereit, der

Natur mehr Raum zu lassen oder diese weniger zu nutzen? Bezuglich des Geschiebes hat der Bund die Sanierung des Geschiebehaushaltes der Fließgewässer eingeleitet (Gewässerschutzverordnung Art. 42a, 42b, 42c). Die Geschiebeführung soll wieder vergleichbar mit dem natürlichen Zustand des Gewässers werden. Die morphologischen Strukturen und die morphologische Dynamik des Gewässers darf nicht nachteilig verändert werden. Zudem stellt

mittlerweile das Thema Geschiebe bei jedem Wasserbau Projekt einen zentralen Punkt dar, so dass zumindest bei aktuellen Projekten davon ausgegangen werden darf, dass die Geschiebeproblematik Beachtung findet. Auch hinsichtlich der Kiesentnahme (GSchV Art. 43), der Spülung von Stauräumen (GSchV Art. 42), Schwall-Sunk (GSchV Art. 41e, 41f, 41g) und Restwasser (Gewässerschutzgesetz Art. 31ff), welche alle einen Bezug zu

### **Generell**

- Zeitpunkt von Aktivitäten im Gewässer aufgrund ökologischer Aspekte wählen oder diese zumindest berücksichtigen

### **Spülungen [Staubecken/Sandfang]**

- Abklärungen zu Art und Menge der abzuschwemmenden Sedimente und deren Schadstoffgehalte
- Berücksichtigung von Laichzeit, Aufwuchszeit und spezifischen Gegebenheiten
- Spülungen möglichst bei natürlicherweise hohen Abflüssen durchführen zur Vermeidung zusätzlicher Störungen
- Langsame Erhöhung des Abflusses zur Verminderung der Abschwemmung / Abdrift von Organismen und deren Nahrungsgrundlagen (z. B. Laub, Detritus)
- Ausreichende Nachspülung zur Vermeidung / Verminderung der Kolmation
- Entwicklung eines Spülkonzeptes mit u.a. Definition der maximal zulässigen Konzentration an Schwebstoffen und der Dauer der Spülung
- Umsetzung mit fachlicher Begleitung (u.a. Trübstoffmessungen, Kontrollen der Kolmation, Ermittlung der Auswirkungen auf Fische und Wasserwirbellose)

### **Schwall-Betrieb**

- Schwall/Sunk-Sanierung
- Schwalldämpfung

### **Wasserbau**

- Entwässerungsplanung
- Wasserhaltung / Bauen im Trockenen
- Berücksichtigung von Laichzeit, Aufwuchszeit und spezifischen Gegebenheiten
- Aktiver Schutz von Organismen (z.B. Abfischen)
- Einsatz von Absetzbecken
- Umweltbaubegleitung UBB / Kontrolle
- Trübungsmessungen installieren

### **Kiesentnahme**

- Möglichst im Trockenen
- Berücksichtigung von Laichzeit, Aufwuchszeit und spezifischen Gegebenheiten

### **Strassen- und Platzentwässerung**

- Versickerung anstreben
- Einsatz von Absetzbecken; Wasserrückhalt z. B. in Becken

### **Siedlungsentwässerung**

- Planung für Gewässerschutz bei Regenwetter (STORM)
- Vermeidung von Entlastungen
- Absetzbecken, Rückhaltebecken
- Einleitung in weniger problematische Abschnitte

### **Landwirtschaft**

- Ausscheidung eines ausreichend grossen Gewässerraumes
- Wahl der angebauten Kultur

Tabelle 2: Massnahmen zur Verhinderung oder Dämpfung von Trübungen im Gewässer und damit zur Verhinderung von negativen Auswirkungen auf Gewässerorganismen bei unterschiedlichen anthropogenen Einflüssen. | Tableau 2 : Mesures pour prévenir ou atténuer la turbidité dans le cours d'eau et ainsi prévenir les impacts négatifs sur les organismes aquatiques en cas de différentes influences anthropiques.

Geschiebe oder Schwebstoffen haben, bestehen rechtliche Vorgaben, um die Schädigung von Organismen zumindest zu reduzieren.

Auf dem Papier scheinen die Lösungen also gefunden. In der Umsetzung hapert's dann schon etwas mehr. Insbesondere das Tempo der Sanierungen lässt zu wünschen übrig. Dies hängt auch mit der Herangehensweise zusammen: Problem- oder lösungsorientiert. Muss ich die letzte Ursache des Problems für dessen Lösung kennen, oder bin ich bereit, ohne detaillierte Problemanalyse Massnahmen zu treffen, um eine zumindest wesentliche Verbesserung herbeizuführen? Der Ruf nach immer mehr Studien mit der Absicht, Massnahmen zu verzögern, soll hier nicht thematisiert werden. Die für Verbesserungen der Situation erforderlichen Massnahmen sind meist mindestens hinsichtlich der Ausrichtung klar und werden zum Glück mancherorts schon angewendet (Tabelle 2).

Zusammen mit Erfolgskontrollen, welche die Basis allfälliger Korrekturen bilden, wären Umsetzungen von objektspezifischen Massnahmen, um die es meist geht, oft deutlich rascher möglich, als es aktuell der Fall ist. Es resultiert in aller Regel zeitnah ein ökologischer Gewinn, welcher bei Bedarf mittels wiederum spezifischer Anpassungen gesteigert werden kann. «Fehler» werden bei einem solchen Vorgehen bewusst in Kauf genommen. Sie helfen das System zu verstehen und zu optimieren. Probieren geht definitiv nicht immer über Studieren. Doch mit Studieren allein werden keine Probleme gelöst.

#### Kontaktadresse

Fredy Elber  
AquaPlus AG  
Gotthardstrasse 30  
6300 Zug  
[fredy.elber@aquaplus.ch](mailto:fredy.elber@aquaplus.ch)



## «Mein Team für mehr Biodiversität»

Hanspeter Latour, OHS Wildblumenbotschafter

Wildblumen