

Restaurierung von Kieslaichplätzen

Ulrich Pulg, Landesfischereiverband Bayern e.V., ulrich.pulg@lfvbayern.de

Die Entstehung von Kiesbänken – ein dynamischer Prozess

Eine Kiesbank entsteht durch Anlieferung von Geschiebe. In den meisten natürlichen Fließgewässern sind der flussinterne Geschiebetransport und die Umlagerung des Geschiebes die Ursache der Kiesbankentstehung, vgl. Jungwirth (2003), Patt et al (2004). Transport und Umlagerung von Geschiebe finden vor allem bei Hochwasserereignissen statt. Die Schleppekraft ist während des größeren Abflusses höher. Während des Hochwassers ist die Schwebstoffkonzentration zwar oft groß, solange die Kiesel allerdings in Bewegung sind, werden keine Feinsedimente akkumuliert, weil es noch kein stabiles Kieslückensystem gibt. Nach dem Hochwasser bleibt die frisch entstandene oder umgelagerte Kiesbank zurück. Im Kieslückensystem solcher Bänke findet sich kaum Feinsediment (oft unter 1% Trockenmasseanteil).

Ist die Umlagerung abgeschlossen, setzt eine Phase der Stabilität ein. Nun ist die Lage der Kiesel und damit das Kieslückensystem relativ stabil. Flusswasser dringt ein und durch die Kiesbank hindurch. Der Sauerstoffgehalt in der Kiesbank ist eng an den Sauerstoffgehalt im Flusswasser gebunden. Anfangs sind beide Werte fast gleich. Das fließende Wasser wird im Lückensystem abgebremst (vgl. Schwoerbel 1997, Rubin 2004), darin enthaltene Schwebstoffe werden abgelagert. Sie sammeln sich im Laufe der Zeit an. Das Lückensystem verstopft zusehends, der Wasseraustausch wird geringer. Der Interstitialsauerstoffgehalt sinkt aufgrund von Abbauprozessen und wird immer langsamer durch Flusswasser aufgefrischt. Die Dauer bis zum Absinken des Sauerstoffgehalts unter einen bestimmten Grenzwert hängt von der Wasserqualität und der Schwebstoffkonzentration ab. Je höher sie ist, desto schneller kann das Kieslückensystem kolmatieren.

Stabile Kiesbänke sind so betrachtet einem ständigen Degradierungsprozess unterworfen. Über eine gewisse Zeitspanne bietet die Kiesbank Bedingungen für eine erfolgreiche Fortpflanzung der Kieslaicher. Je nach Wasserqualität kann diese Funktionsphase wenige Tage oder viele Jahre dauern. Ausnahmen können Kiesbänke darstellen, die mehrheitlich von Grundwasser durchdrungen werden (Waters 1995).

Nach (oder in) der Phase der Degradierung kann die Kiesbank erneut in Bewegung geraten, beispielsweise durch Hochwasser oder Veränderungen der Strömungsrichtung. Die Kiesbankbildung beginnt von neuem.

Verstärkt wird die Stabilität einer Kiesbank durch sekundäre Prozesse der Verfestigung. Onkoidbildung ist ein Beispiel. Hier sind es Cyanobakterien die mit dem Kalk des Wassers feste

Strukturen um einzelne Sedimentkörner aufbauen (Persoh 1998). Liegen die Körner dicht und längere Zeit stabil, wachsen die Kalkschichten zusammen. So können sehr feste Deckschichten entstehen. Weitere Beispiele der Verfestigung sind Verdichtungen im Kieslückensystem und damit auftretende Kohäsionseffekte.

Lediglich oberflächennah kann der Feinsedimentanteil auch ohne Kiesumlagerung zu- und abnehmen (je nach Korngröße z.B. Isar bei $d_{50} = 13 \text{ mm}$: 0 – 5 cm Sedimenttiefe). Grund dafür sind Abflussschwankungen, die Veränderungen der Schleppspannung bewirken, welche für die Ausspülung der kleinen Korngrößen an der Oberfläche des Sediments sorgen und größere bankbildende Körner unbewegt lassen.

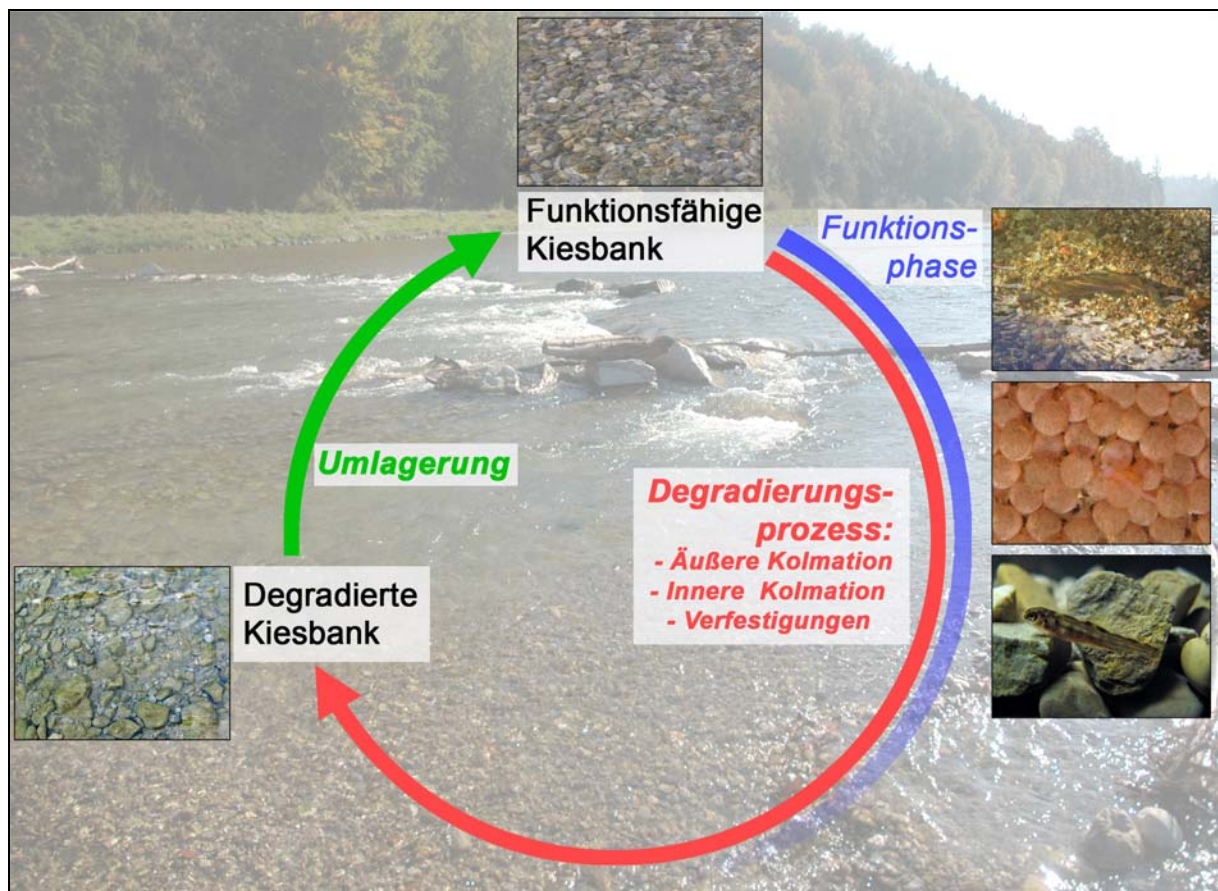


Abbildung 1 Schematische Darstellung der Entstehung und Degradierung einer Kiesbank. Kiesbänke befinden sich dort, wo die hydraulischen und geologischen Voraussetzungen gegeben sind. Der Schwebstoffgehalt beeinflusst nicht die Entstehung, aber die Dauer der Funktionsfähigkeit als Laichplatz.

Schaffung von Kieslaichplätzen

Die Entstehung von Kiesbänken ist in regulierten Flüssen stark eingeschränkt. In Stauhaltungen und homogenen, kanalisierten Abschnitten fehlen die hydraulischen Voraussetzungen. Die mangelnde Geschiebedurchgängigkeit der querverbauten Gewässer verursacht vielerorts Geschiebemangel, so dass auch diese Voraussetzung der Kiesbankbildung stark reduziert ist. Hinzu kommt, dass die Sedimentdynamik von Schwellen, Sohl- und Uferverbauungen verringert wird. Die Funktionsdauer der wenigen entstehenden Kiesbänke wird durch erhöhte Schwebstoffkonzentrationen verkürzt. Die Folge davon ist, dass Kieslaichplätze in vielen Flussabschnitten fehlen oder in geringer Anzahl vorhanden sind.

Die Voraussetzungen für die Kiesbankgenese lassen sich durch geeignete Maßnahmen nachahmen. Hierzu gibt es teils erfolgreiche (VDSF 2005), teils erfolglose Bemühungen (Zeh & Dönni 1994). In der vorliegenden Arbeit wurden Grundprinzipien der Laichplatzrestaurierung erarbeitet und erprobt.

Grundprinzipien der Laichplatzrestaurierung

Grundlage des Ansatzes zur Laichplatzrestaurierung ist die Nachahmung der natürlichen Voraussetzungen der Kiesbankbildung. Damit aus Kiesbänken Laichplätze werden, sind weitere Bedingungen erforderlich, z.B. ein ausreichender Elterntierbestand.

Nachfolgend werden die abiotischen Grundprinzipien der Laichplatzrestaurierung vorgestellt. Je nach örtlichen Gegebenheiten sind einzelne oder einer Kombination der Prinzipien erforderlich.

- Schaffung der notwendigen hydraulischen Bedingungen
- Bereitstellung von geeignetem Geschiebe
- Wiederkehrende Umlagerungen

1. Hydraulische Voraussetzungen

Die hydraulischen Eigenschaften sollten in dem Bereich, der restauriert werden soll, zwei Ziele erfüllen: Zum einen sollen die Bedingungen für die Kiesbankentstehung geeignet sein, zum anderen sollen sie den Ansprüchen der Art (hier die Forelle *Salmo trutta*) entsprechen, die laichen soll. In der Regel lassen sich diese Ziele miteinander vereinbaren.

Die hydraulischen Bedingungen sollen Sedimentumlagerungen bewirken, danach aber Phasen der Stabilität zulassen. Zur Umlagerung sind Schleppspannungen von mehr als 25 N/m² notwendig. In Stabilitätsphasen sollten sie zwischen 5 und 15 N/m² liegen (Patt et al 2004, Pulg 2005).

Dazu ist in der Regel ein Gefälle > 1,5‰ notwendig.

Zum Laichen sind Wassertiefen erforderlich die mindestens den Körperhöhen der Fische entsprechen. Bei den untersuchten Laichplätzen betrug die Wassertiefe meist zwischen 10 und 100 cm. Forellen bevorzugen durchschnittliche Fließgeschwindigkeiten an den Laichplätzen von 0,7 m/s (zwischen 0,3 und 1 m/s) (ebd).

Größe	Schleppspannung	Gefälle	Wassertiefe	Fließgeschwindigkeit
Bedingungen	Ca. 5 bis 15 N/m ² (Inkubationszeit)	> 1,5‰	> Körperhöhe der Fische	Durchschnittlich 0,7 m/s

Herrschen andere hydraulische Konditionen, so müssen die erforderlichen erst geschaffen werden. Dazu dienen Einengungen oder Leitwerke, z.B. Bühnen aus Totholz, Flussbausteinen oder Kies.

2. Sedimentqualität und Morphologie

Zum erfolgreichen Laichen benötigen Forellen Substrate mit bestimmten Korngrößen sowie nicht zu hohe Feinsedimentanteile und Festigkeiten. Diese Größen lassen sich nicht scharf abgrenzen. Nimmt man eine Schlupfrate von 50 % als Definition für den Erfolg bei der Fortpflanzung, so lassen sich folgende Richtwerte formulieren (vgl. Kondolf 1999):

Nestbauende Fische wie Forellen müssen das Substrat bewegen können. Es darf daher nicht zu fest und nicht zu grob sein. Kondolf (1999) fand, dass Salmoniden Substrate bearbeiten können, die einen D_{50} ¹ von ca. 10% der Körperlänge der Fische aufweisen. Das entspräche bei Laichforellen von rund 40 cm Länge einem gleichmäßig verteilten Substrat zwischen 10 und 70 mm Durchmesser (D_{50} bis 4 cm). Die D_{50} -Werte auf untersuchten Forellenlaichplätzen mit Schlupfraten über 50 % liegen nach Rubin et al (1996) zwischen 16 und 40 mm.

Feinsedimente unter 0,85 mm sollten maximal mit einem Trockengewichtsanteil von 10 % im Substrat enthalten sein (Kondolf 1999). Körnungen zwischen 0,85 und 10 mm stehen im Verdacht die Emergenz der Brut zu verhindern. In eigenen Versuchen konnte dies jedoch nicht bestätigt werden. Diese Fraktion wird daher nicht eigens bewertet.

Die Festigkeit der Kiesbank sollte so gering sein, dass Kräfte ab 25 N/m³ für eine Umlagerung sorgen können.

Größe	Korngrößen	Feinsedimentanteil	Bewegungsgrenze (Festigkeit)
Bedingungen	Korngrößen zwischen 10 und 70 mm (Bei Laichfischen um die 40 cm) D_{50} : 16 bis 40 mm	< 10 % Trockenmasse	Bei rund 25 N/m ²

Falls Geschiebe dieser Qualität nicht vorhanden ist, muss es zugegeben werden. Als Körnung eignet sich Substrat der Durchmesser 10 bis 70 mm, mit einem D_{50} zwischen 16 und 40 mm, z.B. die Kieswerk-Sortierung 16/63, gewaschen. Die Mächtigkeit der Kiesschicht sollte mindestens 50 cm betragen. Beim Ausbringen sollte darauf geachtet werden, dass eine oder mehrere leichte Kieserhebungen unter Wasser entstehen (Furten oder Rauschen). Solche Strukturen sind besser angeströmt und weisen einen breiteren Bereich an Strömungsgeschwindigkeiten auf. Sie werden

¹ D_{50} = Mediandurchmesser

von Kieslaichern bevorzugt. Die Menge des Geschiebes ist abhängig von der Fläche des Areal. Damit bei Hochwasser Kiesnachschub zur Neubildung von Kiesbänken verfügbar ist, empfiehlt es sich Kiesreservoirs mit einzubringen, z.B. als Haufen im Wirkungsbereich eines einjährigen Hochwassers. Bei den hier vorgestellten Versuchsflächen wurden je 5 t Kies pro 0,1 m³/s MQ-Abfluss eingebracht.

Beispiel: Geschiebezugabe an der Moosach (MQ = 1,5 m³/s)



Abbildung 2 Geschiebe (gesamt 75 t) wird per Bagger zugegeben. Buhnen aus Totholz und Kies sind hier notwendig, um die geforderten Strömungsgeschwindigkeiten zu erzeugen.

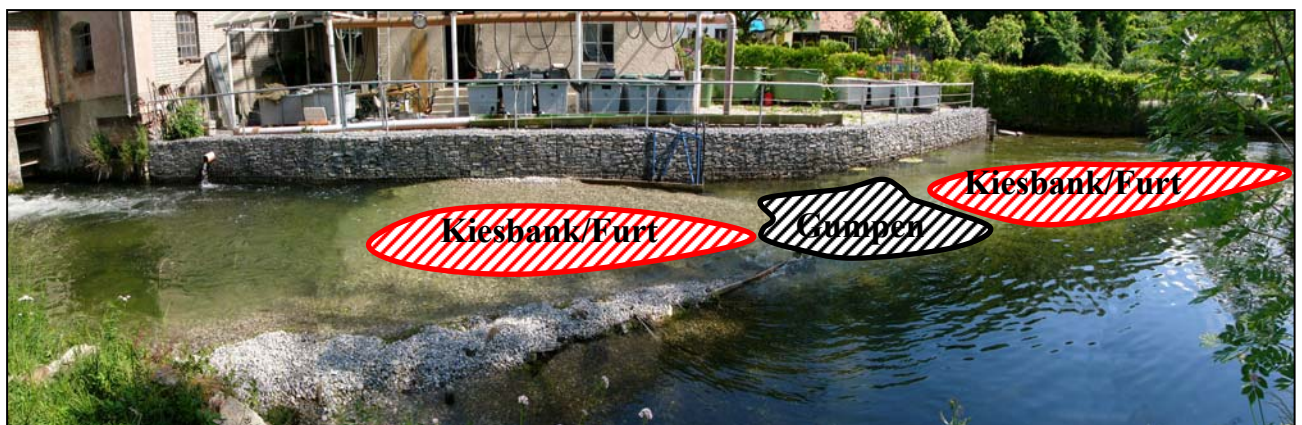


Abbildung 3 Übersicht des restaurierten Kieslaichplatzes, Annahme durch Äsche und Bachforelle.

3. Umlagerungen

Regelmäßige Umlagerungen sind die Voraussetzung der Kiesbankneubildung und damit für das Vorhandensein von funktionsfähigen Laichplätzen. Umlagerungen sollten weder zu häufig noch zu selten vorkommen. Treten sie während der Inkubationszeit auf, können sie die Eier zerstören. Sind sie zu häufig, nehmen Fische die Bank nur selten als Laichplatz an. Bei zu seltenen Umlagerungen hingegen wird die Funktionsphase der Kiesbank überschritten. Sie degradiert und kann sich bei stabiler Lage zusehends verfestigen.

Als Maß für den Zeitpunkt einer erneuten Umlagerung dient der Sauerstoffgehalt in der Kiesbank. Solange er auf einem für Eier und Larven ausreichendem Niveau bleibt, kann die Kiesbank als funktionsfähig gelten. Sinkt er darunter sollte eine Umlagerung stattfinden, um eine

erneute Funktionsphase zu erzeugen. Der Interstitialsauerstoffgehalt sollte bei der Forelle 8 mg/l (vgl. Kondolf 1999, Rubin 1996, Rubin 2004) in 15 cm Sedimenttiefe nicht unterschreiten.

Wie oft Umlagerungen stattfinden müssen, damit die Funktionsfähigkeit der Kiesbank erhalten bleibt, hängt vom Schwebstoffgehalt des Gewässers ab, s.o.. An der Versuchsfläche der Moosach lag diese Dauer 2004/05 bei 9 Monaten, seit einer Umlagerung im August 05 hält sie bis heute an (Februar 2006, 7 Monate, Fkm 14,4, durchschn. Schwebstoffkonzentration 6 mg/l). Im Inn dauerte die Funktionsphase 2005 3 Monate (Schwebstoffkonzentration von rund 177 mg/l).

Die Umlagerung per Bagger dient der Reinigung des Substrats. Man imitiert sozusagen die Neubildung der Kiesbank durch ein Hochwasser, ohne das Geschiebe weiterzutransportieren. Dazu greift man mit der Baggerschaufel in das Sohlsubstrat, hebt es aus dem Wasser und lässt es wieder zurückfallen. Feinsedimente werden dabei mit der Strömung davon getragen, die Kiesel bleiben zurück. So geht man auf jeder Stelle der Kiesbank vor und zwar von stromauf- nach stromab. Jeder Quadratmeter sollte dabei mindestens zweimal umgelagert werden. Verfestigungen (Kolmation, Ausfällung, Onkoidbildung) werden gelockert, und Verfüllungen des Interstitials entfernt.

Beispiel: Inn/Wasserburg

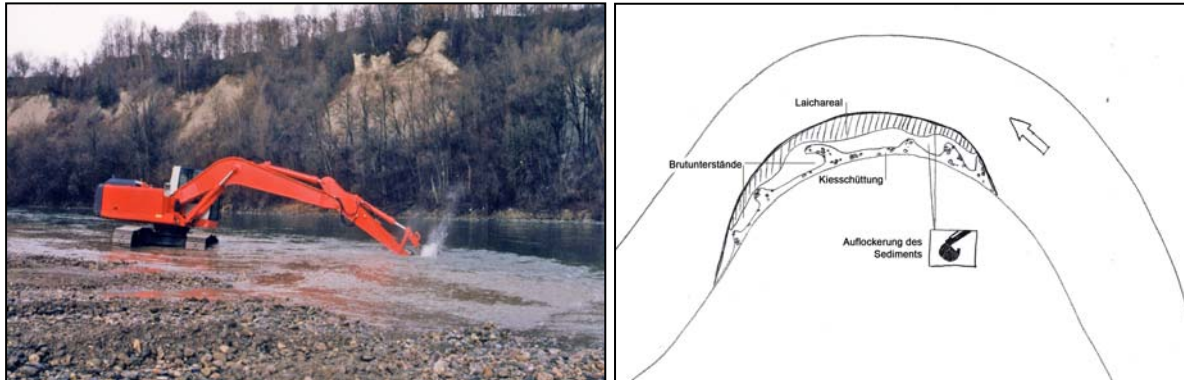


Abbildung 4 Jährliche Sedimentauflockerung im Inn (Initiative des KfV Wasserburg). Durch den Lockerungs- und Reinigungseffekt auf einer Strecke von rund 100 m, wird das erfolgreiche Laichen von Huchen und Äsche ermöglicht. Die Fische finden sich im März und April zu dutzenden auf dem restaurierten Areal ein.

Die folgende Tabelle gibt einer Übersicht der in der Versuchsphase 2004/05 restaurierten Kiesbänke.

Gewässer u. Versuchsfläche	Reproduktion	Anzahl Laichgruben vorher-nachher*	Maßnahmen	Finanzieller Aufwand
Moosach 1 (500 m ²)	Bachforelle, Äsche, Bachsaibling	1 – 7	H, G, U	1600,- €
Moosach 2 (100 m ²)	Bachforelle, Äsche	0 – 3	H, G	200,- €
Moosach 3 (100 m ²)	Bachforelle	0 – 4	H, G	200,- €
Moosach 4 (100 m ²)	keine	0 – 0	H, G	200,- €
Moosach 5 – 7 (4500 m ²)	Bachforelle, Bachsaibling	1 – 53	H, G, U	4000,- €
Pförrerau 1 (100 m ²)	keine	0 – 0	H, G	200,- €
Pförrerau 2 (100 m ²)	keine	0 – 0	H, G	200,- €
Dorfen 1 (500 m ²)	Bachforelle	0 - 3	H, G	700,- €
Inn 1 (1200 m ²)	Äsche, Huchen	Keine Bachforelle	U	500,- €
H: Hydraulische Anpassung; G: Geschiebezugabe; U: Umlagerung * Laichgruben der Bachforelle				

Tabelle 1. Übersicht der restaurierten Kiesbänke, Laichereignisse, Maßnahmen und Kosten (Versuchsphase 2004/05)

Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel der Arbeit ist, die Ursachen der Kieslaichplatzentstehung und –degradierung herauszuarbeiten und Wege der Restaurierung von Kieslaichplätzen aufzuzeigen.

Die Bearbeitung des erstgenannten Punktes zeigte, zumindest im untersuchten Einzugsgebiet der Moosach, dass das Vorhandensein von funktionsfähigen Kiesbänken lediglich an hydraulische und geologische Voraussetzungen gebunden ist. Trotz hoher Schwebstoffkonzentrationen können solche Kiesbänke entstehen und als Laichplatz dienen. Je höher allerdings der Schwebstoffgehalt, desto kürzer ist die Funktionsphase der Kiesbänke.

Kieslaichplätze können durch Anpassung der hydraulischen Bedingungen, Geschiebezugaben und Umlagerungen restauriert oder neu geschaffen werden. Die meisten (2/3) der auf diese Weise restaurierten Kiesbänke wurden von Kieslaichern angenommen. Es fand jeweils eine erfolgreiche Reproduktion statt.

Die Ergebnisse zeigen, dass der vielerorts beschriebene Mangel an Kieslaichplätzen nicht alleine am Schwebstoffgehalt (und hoher Bodenerosion) liegt, sondern vor allem an ungenügenden

hydraulischen Bedingungen und unzureichendem Geschiebetransport. Grund hierfür sind die vielfältigen Formen der Gewässerregulierung und die dadurch reduzierte Gewässerbettodynamik. Hohe Schwebstoffgehalte beschleunigen die Degradierung der Kiesbänke.

Um mehr und länger funktionsfähige Kieslaichplätze zu schaffen, sollte man daher

- 1.) für ungestaute dynamische Fließgewässer sorgen und
- 2.) den Eintrag von Schwebstoffen verringern.

Geeignet hierfür wären großflächige über das ganze Einzugsgebiet reichende Gewässerrenaturierungen und eine erosionsvermeidende Landnutzung. Ähnlich wie bei der Förderung der Durchwanderbarkeit stößt man dabei auf die Interessen anderer Gewässer- und Landnutzer. Ein naturnahes Fließgewässer mit freiem Geschiebetransport und erosionsarmen Einzugsgebiet wird in Mitteleuropa nur selten zu finden sein.

Wie Fischwanderhilfen bei der Herstellung der Durchwanderbarkeit, können auch bei der Schaffung von Laichplätzen Hilfsmaßnahmen dazu beitragen die angestrebte Funktion zu erreichen. Dazu dient die Schaffung und Restaurierung von Kieslaichplätzen. Solche Restaurierungen können punktuell oder streckenweise durchgeführt werden und erfordern einen überschaubaren Aufwand (s. o. Kosten). Die Maßnahmen können dazu beitragen, Defizite in der Reproduktion zu kompensieren. Sie stellen wie andere Hilfsmittel, z.B. Totholzugaben und der Bau von Fischwanderhilfen, eine Möglichkeit dar, heimische Fischarten und deren Populationen in regulierten Fließgewässern zu erhalten.

1. Literatur

BGL 1996: Geologische Karte von Bayern, Bayerisches Landesamt für Geologie und Vermessung, München

GEP 2006: Gewässerentwicklungsplan Moosach. Wasserwirtschaftsamt München, Veröffentlichung in Vorbereitung

Hanfland S., 2002: Erfolgskontrolle von praxisüblichen Besatzmaßnahmen mit Äschen (*Thymallus thymallus*) in ausgewählten südbayerischen Fließgewässern, Doktorarbeit am Department für Tierwissenschaften, Arbeitsgruppe Fischbiologie, TU München, Freising

Ingendahl D., 1999: Der Reproduktionserfolg von Meerforelle und Lachs in Korrelation zu den Milieubedingungen des hyporheischen Interstitials, Dissertation, Universität Köln

Jungwirth M. et al 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas, Wien

Kolbinger A. 2003: Erosion und Gewässer, Zwischenbericht, Landesfischereiverband Bayern e.V. München, unveröffentlicht

- Kondolf G. M. et al 1999: Assessing Salmonid Spawning Gravel Quality, Transactions of the American Fisheries Society 129; S. 262-281
- Larkin G.A. und Slanley P.A. 1996: Calibration of a Habitat Sedimentation Indicator; Watershed Restoration Management Report No. 5, Ministry of Environment, Lands and Parks, British Columbia, Canada
- Patt P., Kraus W.; Jürging H. 2004: Naturnaher Wasserbau. Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer, Berlin
- Persoh 1998: Onkoide in Moosach und Sempt – Entstehung, Struktur und Verbreitung. Diplomarbeit am Institut für Tierwissenschaften, Fachgebiet Fischbiologie, TU München, Freising
- Pulg, U. 2004: Die Auswirkungen der Oberbodenerosion auf Fließgewässerfische – Zwischenbericht. Landesfischereiverband Bayern e.V, München
- Pulg, U. 2005: Restoring Degraded Spawning Habitats. The World Conference on Ecological Restoration , Zaragoza, Spain 9/2005, Society for Ecological Restoration, Vortrag: ulrich.pulg@lfvbayern.de
- RLB 2003: Rote Liste gefährdeter Tiere in Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München
- Rubin J.-F., 1996: Characteristics and rehabilitation of spawning habitats of the sea trout in Gotland (sweden), Fisheries Management and Ecology, 2004, Band 11, S. 15-22
- Rubin J.-F., 2004: Characteristics and rehabilitation of the spawning habitats of the sea trout in Gotland, Sweden. Fisheries Management and Ecology, 2004, 11, 15-22
- Schwoerbel, J.1997: Einführung in die Limnologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart; Jena
- Stein H. 1987: Die Auswirkungen von Besatzmaßnahmen auf den Fischbestand der Moosach, Schriftenreihe der Bay. Landesanstalt für Wasserforschung München, Bericht Nr. 3
- VDSF 2005: „Naturschutzpreis für Wiederansiedlungsprojekt“, anonymus S.18, in „Fischwaid“ 6/2005
- Waters T.F., 1995: Sediment in Streams; American Fisheries Society Monograph 7, Bethesda, Maryland, USA
- Zeh M. & Dönni W. 1994: Restoration of spawning grounds for trout and grayling in the River High-Rhine; Aquatic Sciences 56/1, S. 59-69; Birkhäuser Verlag Basel