

Geschiebemanagement bei Revitalisierungen (2)

Wie verhalten sich sandige Sedimente in revitalisierten Gewässern und in Auenlandschaften? Was sind die Effekte auf morphodynamische Prozesse und Kolmation sowie auf Benthos und Fische?

R. S. Ghazanfari, M. J. Franca, A. J. Schleiss; EPFL-LCH, Lausanne

Einleitung

Die ökologischen Auswirkungen grosser Feinsedimentfrachten in Gewässern, hervorgerufen durch menschlich Aktivitäten wie der Landwirtschaft wurden eingehend erforscht. Fluss- und Auenfeuchtgebiete sind strömendem Wasser und damit dem Durchströmen von Feinsedimentfrachten ausgesetzt und zählen zu Senken bezüglich des Sedimentstromes in Gewässereinzugsgebieten. Diese Feuchtgebiete können den Nährstoffreichtum der Sedimente verbessern durch das Binden und Ansammeln von organischem Kohlenstoff (C), Nitrat (N) und Phosphor (P). Die Phosphoranreicherung ist stärker in Auenbereichen mit grossen Einzugsgebieten, die reich an feinstrukturierten (tonigen) Sedimenten in Verbindung mit Phosphor sind (Craft und Casey 2000, Brinson et al. 1981). Im Folgenden werden die beiden Haupteinflüsse von Feinsedimenten in revitalisierten Flüssen beschrieben.

Morphodynamische Prozesse

Die hauptsächlichlichen Folgen eines erhöhten Feinsedimentgehaltes für morphodynamische Prozesse sind:

Verdichtung der Flusssohle (Kolmatierung):

Wird das Volumen an Feinsedimenten erhöht, so lagern sich vermehrt Feinsedimente in den Zwischenräumen der Kiessohle ein, dies in Abhängigkeit von der Partikelgrösse, der Art der Substrate und den Fliessbedingungen. Dies ist ein Effekt des Zusammenspiels zwischen der Turbulenz der Strömung, den Absetzeigenschaften der Partikel und der Versickerungsrate (Wood und Armitage 2008). Bei geringerer Froude-Zahl und, falls die Partikel grösser sind als der Lückenraum zwischen den einzelnen Kieskörnern, entsteht eine Abdichtung in der obersten Schicht des zuvor reinen Kieses. Feinpartikel setzen sich dann über der Abdichtungsschicht ab und füllen damit die oberen Schichten der Flusssohle aus (Wood und Armitage 2008). Bei hoher Froude-Zahl und, falls die Feinsedimente klein genug sind, werden die Zwischenräume der Sohle von unten nach oben hin aufgefüllt. Die Verdichtung entsteht dann in grösserer Substrattiefe. Dies führt zu der Ausbildung einer nahezu undurchlässigen Abdichtungsschicht zwischen der oberflächennahen Deckschicht und den unteren Substratschichten (Beschta und Jackson 1979, Schälchli 1992, Wood und Armitage 2008). Die Eigenschaften einer derart kolmatierten Flusssohle sind eine dichte und kompakte Textur mit geringer Porosität und reduzierter hydraulischer Durchlässigkeit. Dies führt zu einem geringeren Wasservolumen im Substratraum und einer geringeren Konzentration an gelöstem Sauerstoff (Moring 1982, Crisp 1989, Wood und Armitage 2008).

Reduktion der Abflusskapazität:

Die Abflusskapazität entspricht der Abflussmenge, die ein Fluss abführen kann, ohne über seine Ufer zu treten. Änderungen des Gerinnequerschnitts oder der Faktoren, die die Fliessgeschwindigkeit beeinflussen, verändern auch die hydraulischen Eigenschaften der Flusssohle. Die Präsenz von Feinsedimenten und die Ausbildung von Sohlenformen wie Dünen,

Wellen oder Bänken (Czuba et al.2010) erhöhen zudem den Strömungswiderstand und verringern dadurch die Abflusskapazität.

Auswirkungen auf den Sedimenttransport in Flüssen mit Kiessohle:

Änderungen der Korngrößenverteilung des transportierten Sediments verursachen auch eine Änderung der Form und der Zusammensetzung der Flusssohle. Der kritische Abfluss, der den Sedimenttransport in Gang setzt, verringert sich aus zwei Gründen markant mit zunehmendem Anteil von Feinsedimenten (Sanden) im Flussbett: Erstens aufgrund der größeren für den Sedimenttransport verfügbaren Mengen des Sandes und zweitens wegen der leichteren Transportierbarkeit des Sandes. Damit wird eine Interaktion zwischen der Sohlenzusammensetzung und der Sedimenttransportrate eingeleitet. In der Folge ist ein Übergang von einer von Kies dominierten zu einer von Sand dominierten Flusssohle zu erwarten (Wilcock 1998).

Auswirkungen auf lebende Organismen

In wissenschaftlichen Studien wurden bisweilen negative Auswirkungen durch die Präsenz von Feinsedimenten beobachtet. Insbesondere wurde der Einfluss von Feinsedimenten auf Fische untersucht, sowie die Anzahl der laichenden Lebewesen, die Laichqualität, der Laichort und das Überleben des Laichs (Wood und Armitage 2008, Kemp *et al.* 2011). Die Haupteinflüsse auf Primärproduktion, Biodiversität und Artenreichtum werden im Folgenden aufgeführt.

Primärproduzenten:

Feinsedimente beeinflussen die Primärproduzenten hauptsächlich auf fünf verschiedene Arten: (1) Reduzieren der Lichtdurchlässigkeit aufgrund der erhöhten Wassertrübung, wobei dadurch die Photosyntheserate und die Primärproduktion im Gewässer gehemmt werden (Van Nieuwen und LaPerriere 1986), (2) erhöhte Absorption der Sonneneinstrahlung, wodurch eine Erhöhung der Wassertemperatur erfolgt auf Werte, die den Toleranzbereich von Organismen die kaltes Wasser bevorzugen übersteigen; davon sind bestimmte Fischarten und das Zoobenthos betroffen, (3) Verringerung des organischen Gehaltes der Periphyton-Zellen (Cline *et al.* 1982, Graham 1990), (4) erosionsbedingte Schädigungen der Blätter oder Pflanzenstiele von Makrophyten (Lewis 1973 a, b) und (5) Verhindern des Anwachsens von Makrophyten und Algen am Substrat aufgrund der Oberflächenglättung und des Absetzens von Sedimenten (Brookes 1986).

Artenvielfalt und -bestand von Fischen:

Feinsedimente und Ablagerungen beeinflussen Fischbestände auf mindestens fünf verschiedene Weisen, durch: (1) nachteiliges Einwirken auf die im Wasser schwimmenden Fische, d.h. einer Wachstumsbegrenzung wegen entweder einer Reduzierung der Futter und Verbreitungsmöglichkeiten (z.B. visuell jagende Fische) oder einer Herabsetzung der Krankheitstoleranz, (2) Verminderung der Konzentration des gelösten Sauerstoffes und damit der Eignung der Laichgründe sowie die Behinderung der Entwicklung der Fischeier, Larven und junger Fische (Moring 1982, Chapman 1988), (3) Änderung des natürlichen Wanderverhaltens von Fischen (Albaster und Lloyd 1982), (4) Reduzieren der für Fische verfügbaren Nahrungsgrundlage aufgrund der reduzierten Lichtdurchlässigkeit und der dadurch verringerten Photosyntheserate und Primärproduktion, sowie eine Reduktion des für benthische Fischnährtiere verfügbaren Lebensraumes (Bruton 1985, Doeg und Koehn 1994) und (5) Beeinflussen der Jagdeffizienz, wobei insbesondere visuell jagende Fische betroffen sind (Ryan 1991).

Schlussfolgerungen

- Die hauptsächlichen ungünstigen Auswirkungen von Feinsedimenten in revitalisierten Fließgewässern lassen sich auf zwei Arten unterscheiden: negative Auswirkungen auf morphodynamische Prozesse und nachteilige Einflüsse auf lebende Organismen.

- Morphodynamische Prozesse sind beeinträchtigt durch das Kolmatieren der Flusssohle, der Verminderungen des Transportvermögens des Flusses und einer erhöhten Mobilität von Sedimenten bei Kiessohlen.
- Negative Auswirkungen von Feinsedimenten auf lebende Organismen sind die Beeinträchtigung von Primärproduzenten, sowie der Fischdiversität und des Fischbestands.

Literature references

- Alabaster, J. S., Lloyd, R. L., 1980: Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Butterworths, London, 297 pp.
- Beschta, R. L., Jackson, W. L., 1979: The Intrusion of Fine Sediment into a Stable Gravel Bed. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36: 204-210.
- Brinson, M. M., Lugo, A. E., Brown, S. 1981b: Primary productivity, decomposition and consumer activity in freshwater wetlands. *Annual Review of Ecological Systems*. *Annual Review of Ecological Systems* 12:123-161.
- Bruton, M. N., 1985: The Effects of Suspensoids on Fish. *Hydrobiologia*, 125: 221-241.
- Brookes, A., 1986: Response of Aquatic Vegetation to Sedimentation Downstream from River Channelisation Works in England and Wales. *Biological Conservation*, 38: 352-367.
- Craft, C. B., Casey, W. P., 2000: Sediment and nutrient accumulation in floodplain and depressional freshwater wetlands of Georgia, USA. *WETLANDS*, 20: 323-332.
- Czuba, J. A., Czuba, C. R., Magirl, C. S., Voss, F. D., 2010: Channel-Conveyance Capacity, Channel Change, and Sediment Transport in the Lower Puyallup, White, and Carbon Rivers, Western Washington, Scientific Investigations Report 2010-5240, U.S. Department of the Interior, USA.
- Chapman, D. W., 1988: Critical Review of Variables Used to Define Effects of Fines in Redds of Large Salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society*, 117: 1-21.
- Cline, L. D., Short, R. A., Ward, J. V., 1982: The Influence of Highway Construction on the Macroinvertebrates and Epilithic Algae of a High Mountain Stream. *Hydrobiologia*, 96: 149-159.
- Doeg, T. J., Koehn J. D., 1994: Effects of Draining and Desilting a Small Weir on Downstream Fish and Macro Invertebrates. *Regulated Rivers: Research and Management*, 9: 263-278.
- Graham, A. A., 1990: Siltation of Stone-Surface Periphyton in Rivers by Clay-Sized Particles from Low Concentrations in Suspension. *Hydrobiologia*, 199: 107-115.
- Lewis, K., 1973a: The Effect of Suspended Coal Particles on the Life Forms of the Aquatic Moss *Eurhynchium Riparioides*. I. The gametophyte plant. *Freshwater Biology*, 3: 251-257.
- Lewis, K., 1973b: The Effect of Suspended Coal Particles on the Life Forms of the Aquatic Moss *Eurhynchium Riparioides*. II. The effect on spore germination and regeneration of apical tips. *Freshwater Biology*, 3: 391-395.
- Moring, J. R., 1982: Decrease in Stream Gravel Permeability after Clear-Cut Logging: An Indication of Inter-gravel Conditions for Developing Salmonid Eggs and Alevin. *Hydrobiologia*, 88: 295-298.
- Ryan, P. A., 1991: Environmental Effects of Sediment on New Zealand Streams: A Review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 25: 207-221.
- Schälchli, U., 1992: The Clogging of Coarse Gravel River Beds by Fine Sediment. *Hydrobiologia*, 235/236: 189-197.
- Van Nieuwenhuysse, E. E., LaPerriere, J. D., 1986: Effects of Placer Gold Mining On Primary Production in Subarctic Streams of Alaska. *Water Resources Bulletin*: 22:91-99.
- Wilcock, P. R., 1998: Two-fraction model of initial sediment motion in gravel bed rivers. *Science*, 280: 410-412.
- Wood, P. J., Armitage, P. D., 2008: Biological Effects of Fine Sediments in the Lotic Environment. *Environmental Management*, 21: 203-217.