

Induzierte Seitenerosion

Welche Massnahmen stehen zur Verfügung, um die Strömung abzulenken um Seitenerosion zu induzieren und welche Auswirkungen haben diese auf das Flussufer?

F. Friedl, L. Vonwiller, V. Weitbrecht, D. F. Vetsch, R. M. Boes; ETH Zürich-VAW, Zürich

Massnahmen, um Seitenerosion zu induzieren

Es stehen verschiedene Massnahmen zur Verfügung, um Seitenerosion zur Geschiebeanreicherung und Aufweitung von Flüssen zu induzieren (Rohde, 2005):

Dynamische Eigenentwicklung:

Der Uferschutz wird entfernt, die Erosion des Ufers erfolgt ohne weitere Massnahmen durch die Strömung. Da die Ufererosion stark von der Hydrologie abhängt, kann eine dynamische Eigenentwicklung mehrere Jahre dauern. Aufgrund des Einflusses der Vegetation auf die Stabilität und den Erosionswiderstand der Ufer können die Auswirkungen einer Aufweitung auf Ökologie und Morphologie erst lange nach der ersten Massnahme eintreten oder gänzlich verhindert werden (Darby *et al.* 2007). Die dynamische Eigenentwicklung ist im Vergleich mit anderen Massnahmen die kostengünstigste Variante.

Dynamische Eigenentwicklung mit Initialmassnahmen:

Die stabilisierende Wirkung der Vegetation kann die Ufererosion gänzlich verhindern (Millar 2000, Simon & Collison 2002, Pollen & Simon 2005, Pizzuto 2008, Midgley *et al.* 2012). Zusätzlich können bei zu geringer Strömungskraft die groben Fraktionen des erodierten Ufers am Böschungsfuss verbleiben. Dieses Material schützt das Ufer vor weiterer Erosion (Jäggi 1983, Requena 2008). Um solchen Prozessen entgegenzuwirken und die Ufererosion zu forcieren, können Initialmassnahmen in Betracht gezogen werden. Initialmassnahmen können die Ufer betreffen (z.B.: eine Reduktion der Böschungsstabilität durch die Entfernung von Wurzelwerk, lokale maschinelle Anrisse, Uferabsenkungen...) oder Kunstbauten sein, die in das Gerinne gesetzt werden, um die Belastung am erodierbaren Ufer zu erhöhen. In Frage kommen feste, nicht-erodierbare Bauten (z. B.: Bühnen oder Totholz) und Einbauten, die mit der Zeit erodiert werden (z.B.: Kiesschüttungen).

Maschinelle Aufweitung:

Die geplante Aufweitung erfolgt mit Hilfe von Baumaschinen. Maschinelle Aufweitungen sind eine teure Massnahme, haben aber eine sofortige Wirkung auf Ökologie und Hydraulik. Um eine Verstärkung des bestehenden Geschiebedefizits zu vermeiden sollte geeignetes Material (grobe Fraktionen ohne organische Anteile und geringem Feinanteil) im System belassen werden.

In alle Fällen ist die Anwendung von Uferschutzmassnahmen in „schlafender“ Bauweise im Vorland zu prüfen. Diese Uferschutzmassnahmen beschränken die Seitenerosion auf den zur Verfügung stehenden Raum, in dem die Entwicklung des Gewässers stattfinden darf. Erreicht die Erosion die Schutzmassnahme, die im Erdreich vergraben ist (z.B.: Steinschüttung), bildet diese einen starren Uferschutz.

Fallbeispiele zur dynamischen Eigenentwicklung mit Initialmassnahmen

Eine Möglichkeit um Ufererosion zu induzieren besteht darin, den Uferschutz zu entfernen und die Belastung durch Einbauten im Fluss (Buhnen, Kiesschüttungen, Totholz ...) am erodierbaren Ufer zu erhöhen. In den nachfolgenden Beispielen werden nicht-erodierbare Einbauten besprochen. Erodierbare Einbauten sind Gegenstand aktueller Forschung.

In der Schweiz wurden zahlreiche Aufweitungen mit Initialmassnahmen umgesetzt. In einigen Fällen wurde das Material der entfernten Ufersicherung der einen Flussseite verwendet, um Buhnen auf der gegenüberliegenden Flussseite zu errichten. Die Buhnen schützten ein Ufer und lenken die Strömung auf das gegenüberliegende, erodierbare Ufer. Soweit bekannt, wurde kein Monitoring bei diesen Projekten durchgeführt. Die zuständigen Behörden bescheinigten den Buhnen einen positiven Einfluss auf die Erosion des gegenüberliegenden Ufers (Tiefbauamt des Kantons Bern 2005, Tiefbauamt des Kantons Bern 2014, VAW 2007, Kanton Aargau 2014). Eine detaillierte Untersuchung über die Auswirkungen von Buhnen als Initialmassnahme auf die Ufererosion wurde bisher nicht durchgeführt. Die Quantifizierung des Einflusses solch einer Massnahme auf die Erosionsrate und das Erosionsausmass ist daher schwierig.

2001 wurde an der Töss (Mittlere Aue) die Strömung mit einer künstlich angelegten Insel aus Wasserbausteinen geteilt (Abb. 1). Die Strömung wird an das Ufer gelenkt, dessen Ufersicherung entfernt wurde. Trotz dreier Hochwasserereignisse ($2 \times HQ_2$ und $1 \times HQ_5$) in 10 Jahren fand keine nennenswerte Erosion der Ufer statt. 2009 wurden daher die Uferböschungen gerodet und die Wurzelstöcke wurden entfernt. Drei Hochwasserereignisse im Jahr 2011 mit einer Jährlichkeit von 1.5 Jahren führten dann zu einer Ufererosion von 3 m. Die groben Anteile des erodierten Materials wurden nicht weiter transportiert und verblieben in Ufernähe. Diese Deckschicht verhinderte weitere Ufererosion durch kleinere Hochwasserereignisse. 2013 führte ein 10-jährliches Hochwasser zu einer Erosion des Ufers um bis zu 8m.

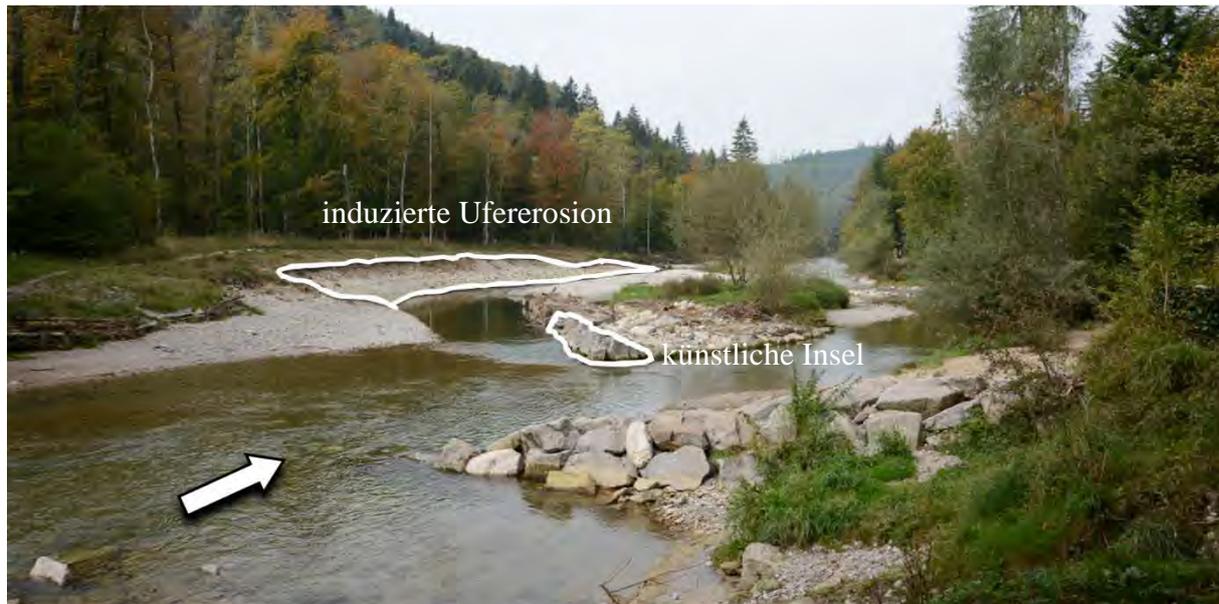


Abbildung 1: Durch künstliche Insel induzierte Ufererosion an der Töss, 2013 (Foto: VAW)

Im Restrhein zwischen Basel und Breisach, wurden Buhnen die ursprünglich zur Ufersicherung und zur Schiffbarkeit errichtet wurden, modifiziert um Ufererosion auszulösen (Die Moran *et al.* 2013, El Kadi Abderrezzak *et al.* 2013, Die Moran 2012). Drei bestehende Buhnen wurden durch zwei, höhere und grössere Inselbuhnen ersetzt, die senkrecht zum Ufer ausgerichtet sind. Im Abschnitt zwischen den Buhnen und dem Ufer wird die Strömung bei kleinen bis mittleren Durchflüssen beschleunigt. Die Buhnen werden ab einem HQ_1 überströmt.

Literaturverzeichnis

- Darby, S. E., Rinaldi, M., Dapporto, S., 2007: Coupled simulations of fluvial erosion and mass wasting for cohesive river banks. *Journal of Geophysical Research* 112(F03): 1-15.
- Die Moran, A., 2012: Physical and numerical modelling investigation of induced bank erosion as a sediment transport restoration strategy for trained rivers. The case of the Old Rhine (France). Dissertation Université Paris-Est, Paris.
- Die Moran, A., El Kadi Abderrezzak, K., Mosselman, E., Habersack, H., Lebert, F., Aelbrecht, D., Laperrousaz, E., 2013: Physical model experiments for sediment supply to the old Rhine through induced bank erosion. *International Journal of Sediment Research*. 28(4): 431-447.
- El Kadi Abderrezzak, K., Die Moran, A., Mosselman, E., Bouchard, J.-P., Habersack, H., Aelbrecht, D., 2013: A physical, movable-bed model for non-uniform sediment transport, fluvial erosion and bank failure in rivers. *Journal of Hydro-environment Research*. 8(2): 95-114.
- Jäggi, M., 1983: Alternierende Kiesbänke. VAW-Mitteilung 62. D. L. Vischer, Ed. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Zürich.
- Kanton Aargau, 2014: Personal Interview. Departement Bau, Verkehr Und Umwelt / Abteilung Landschaft und Gewässer.
- Midgley, T. L., Fox, G. A., & Heeren, D. M., 2012: Evaluation of the bank stability and toe erosion model (BSTEM) for predicting lateral retreat on composite stream banks. *Geomorphology* 145-146: 107-114.
- Millar, R. G., 2000: Influence of bank vegetation on alluvial channel patterns. *Water Resources Monograph*. 36(4): 1109-1118
- Pizzuto, J. E., 2008: Stream bank Erosion and River Width Adjustment. In M. H. Garcia (Ed.), *Sedimentation Engineering: Processes, Measurements, Modelling and Practice* (pp. 387-438). American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
- Pollen, N., Simon, A., 2005: Estimating the mechanical effects of riparian vegetation on stream bank stability using a fiber bundle model. *Water Resources Research*. 41(7): 1-11.
- Requena, P., 2008: Seitenerosion in kiesführenden Flüssen: Prozessverständnis und quantitative Beschreibung. VAW-Mitteilung 210, H.-E. Minor, Ed. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Zürich.
- Rohde, S., 2005: Integrales Gewässermanagement Erkenntnisse aus dem Rhône-Thur Projekt. Synthesebericht Gerinneaufweitungen. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- Simon, A., Collison, A. J. C., 2002: Quantifying the mechanical and hydrologic effects of riparian vegetation on stream bank stability. *Earth Surface Processes and Landforms*. 27(5): 527-546.
- Tiefbauamt des Kantons Bern, 2005: Befreite Emme, lebendiger Fluss. Naturnaher Wasserbau bringt den Geschiebehauhalt der Emme wieder ins Gleichgewicht. Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV, Burgdorf.
- Tiefbauamt des Kantons Bern, 2014: Personal Interview. Oberingenieurkreis IV.
- VAW, 2007: Morphologische Entwicklungen in Flussaufweitungen. Analyse von 14 Aufweitungen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Sohlenentwicklung. Bericht 4234: Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Zürich.