

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Moser, Markus; Jäger, Gerald

Optimierung von Schutzbauwerken zur Geschiebebewirtschaftung - Konzept zur Bestimmung von lichten Weiten bei Sortierbauwerken

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische
Hydromechanik**

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103520>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Moser, Markus; Jäger, Gerald (2013): Optimierung von Schutzbauwerken zur Geschiebebewirtschaftung - Konzept zur Bestimmung von lichten Weiten bei Sortierbauwerken. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Technischer und organisatorischer Hochwasserschutz - Bauwerke, Anforderungen, Modelle. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 48. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 385-392.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Optimierung von Schutzbauwerken zur Geschiebebewirtschaftung - Konzept zur Bestimmung von lichten Weiten bei Sortierbauwerken

Markus Moser und Gerald Jäger

Die Sediment- und Geschiebebewirtschaftung in alpinen Einzugsgebieten in den Alpen liegt schon 500 Jahre zurück und konzentrierte sich auf den Unterlauf der Gebirgsbäche, durch die Errichtung von Mauern (sog. Archen), der Ableitung der Bäche aus dem Gefährdungsbereich oder der Errichtung von Geschiebestausperren. Doch die Schutzbauten am Unterlauf der Bäche allein brachten nicht immer den gewünschten Erfolg. Die errichteten Bauten ließen den Charakter des Baches gänzlich unbeeinflusst mit der Folge, dass sich besonders in den breiten Rinnsalen bei jedem Hochwasser Geschiebe ablagerte, wodurch Bachsohle immer mehr erhöhte. Die Folge war eine Überflutung der Schutzbauten und deren Zerstörung. Auf diese Weise entstanden die hochaufgedämmten Gerinne zahlreicher Wildbäche, so beispielsweise der Talfer bei Bozen, deren Bett höher liegt als die Dächer der Häuser und nur durch die Wassermauern von der tieferliegenden Stadt und den benachbarten Weingärten getrennt wird. Neue Konzepte in geschiebeführenden Wildbächen zielen auf eine Bewirtschaftung des Geschiebes hin. Mit der Entwicklung von Sortierbauwerken besteht die Möglichkeit Geschiebe über den Schwemmkegel in den Vorfluter zu bringen, sodass dieser mit Geschiebe versorgt wird. Diese Idee ist grundsätzlich gut, in manchen Fällen führt es jedoch zu einer intensiven Anlandung im Unterlaufbereich. Um diesem Problem entgegenzuwirken werden Geschiebemodelrechnungen durchgeführt und die Unterlaufstrecken hinsichtlich Neigung und Profilgeometrie sowie die lichte Weite der Sortierbauwerke optimiert. Im vorliegenden Beitrag wird diese Vorgehensweise anhand des Beispiels Birnbach in der Gemeinde Leogang/Salzburg vorgestellt. Die Berechnungen stützen sich auf eine Analyse der maßgelichen Korngrößen und Berechnung der Geschiebetransportraten mit dem ingenieurmäßigen profilweisen Ansatz.

Stichworte: Geschiebebewirtschaftung, lichte Weite, Geschiebesortiersperren, Geschiebetransportkapazität

1 Einleitung

Die früher gängige Methode der Sediment- und Geschiebebewirtschaftung in alpinen Einzugsgebieten mit Geschiebestausperren und völligem Rückhalt des Geschiebes führte zu Erosionsproblemen in den Unterlaufstrecken und im Vorfluter. Mit sehr hohem finanziellem Aufwand müssen regelmäßige Materialentnahmen erfolgen und Ufersicherungen erneuert werden, sodass die Schutzfunktion wieder in vollem Umfang gewährleistet ist. Neuere Entwicklungen gehen in

die Richtung der Geschiebemanagement. Besonders die Optimierung der Öffnungen bei geschiebemanagierenden Bauwerken ist ein zentrales Thema.

2 Problemstellung

Der Birnbach liegt in der Gemeinde Leogang/Land Salzburg, hat eine Einzugsgebietsgröße von ca. 8 km² und ist ein stark geschiebeführender Wildbach mit zahlreichen Zubringern. Aufgrund der geologischen Gegebenheiten erfolgt ein ständiger Geschiebeeintrag über die Seitengräben und aus den Flanken des Hauptbaches. Bei Starkregenereignissen führen diese Einträge zu enormen Anlandungen im Hauptbach (hm 6 -10) und in weiterer Folge im Siedlungsgebiet sowie im Bereich der Eisenbahnquerung (hm 5,5) zu links- bzw. rechtsufrigen Bachausbrüchen. Diese beschriebenen Anlandungen sollen durch ein Geschiebemanagementkonzept mit technischen Schutzmaßnahmen verringert und eine Erhöhung der Hochwassersicherheit für die gefährdeten Siedlungsgebiete bringen. Dem Unterlauf und dem Vorfluter Leoganger Ache soll aber jene Menge an Geschiebe zugeführt werden, welche aufgrund der maßgeblichen Geschiebefraktionen je Bachabschnitt und Abflussmenge verträglich ist.

3 Zielsetzung

Durch die Bestimmung der maßgeblichen Geschiebefraktionen je Bachabschnitt soll die Charakteristik des Baches dokumentiert und darauf aufbauend ein maßgeschneidertes Schutzkonzept erstellt werden. In dem Bachabschnitt unterhalb der geplanten Schutzbauwerke wird das Gerinne hinsichtlich Geschiebetransportkapazitätsvermögen ausgebaut und die lichten Weiten des Sortierwerkes auf diese Transportkapazität ausgelegt.

4 Methode

Zur Bestimmung der Transportkapazitäten des Gerinnes ist die Kenntnis der Korngrößen notwendig. Die Ermittlung der Korngrößen erfolgte mit der Linienzahlanalyse der Deckschicht. Je Bachabschnitt erfolgte dann die Ermittlung der hydraulischen Kenngrößen für unterschiedliche Abflussmengen sowie die Berechnung des Geschiebetransportes nach der ingenieurmäßigen profilweisen Methode. Um Anlandungen im Unterlauf zu unterbinden sowie Feingeschiebe für den Vorfluter bereitzustellen ist mit den berechneten und gemessenen Daten eine Optimierung der lichten Weiten des Sortierwerkes und des Unterlaufgerin-

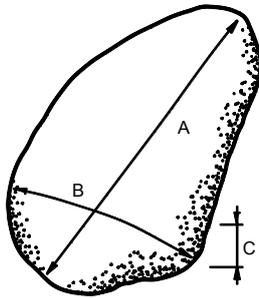
nes (besonders in einem Abschnitt mit Gerinneaufweitung im hm 6 - 10) notwendig. Es wurden deshalb die Korngrößen im Längenschnitt mit dem Gerinnegefälle und der Transportkapazität je Abflussmenge gegenübergestellt und ein Konzept zur Bewirtschaftung erarbeitet.

5 Ermittlung der maßgeblichen Korngrößen

Die Berechnung von Geschiebetransportvorgängen in Wildbächen erfordert die Kenntnis der hydraulischen Transportkapazität des Gerinnes und die Kornzusammensetzung des Grundmaterials. Zu diesem Zweck eignet sich die Linienzahlanalyse in Wildbächen sehr gut. Um systematische Fehler bei der Auswahl der zu untersuchenden Steine zu vermeiden, wird eine Schnur über die zu analysierende Deckschicht gespannt und dann werden die Steine, welche unter der Schnur liegen, nach Durchmesserklassen (Fraktionen) gezählt. Als Durchmesser gilt die mittlere Achse (b-Achse) der Steine. Um eine gute Repräsentativität der Analyse zu gewährleisten, sind als Minimum 150 Steine größer 1-2 cm mit wenigstens 10 Steinen in den häufigsten Klassen zu zählen. In der mittleren Klasse sollten wenigstens 30 Steine gezählt werden.



Abbildung 1: Durchführung der Linienzahlanalyse im Felde



- A = längste Achse (Länge)
- B = mittlere Achse (Breite)
- C = kürzeste Achse (Höhe)

Abbildung 2: Hauptachsen des Steines (nach Potyondy und Bunte, 2002)

Die Betrachtung der Ergebnisse der LZA zeigt einen Trend in der Abnahme der Korndurchmesser (d_{\max} , d_{90} , d_m) vom Oberlauf in Richtung Mündung. Im Bereich unterhalb der letzten größeren Zubringer bei hm 12 – 13 ist eine deutliche Abnahme des d_{\max} und des d_{90} zu erkennen.

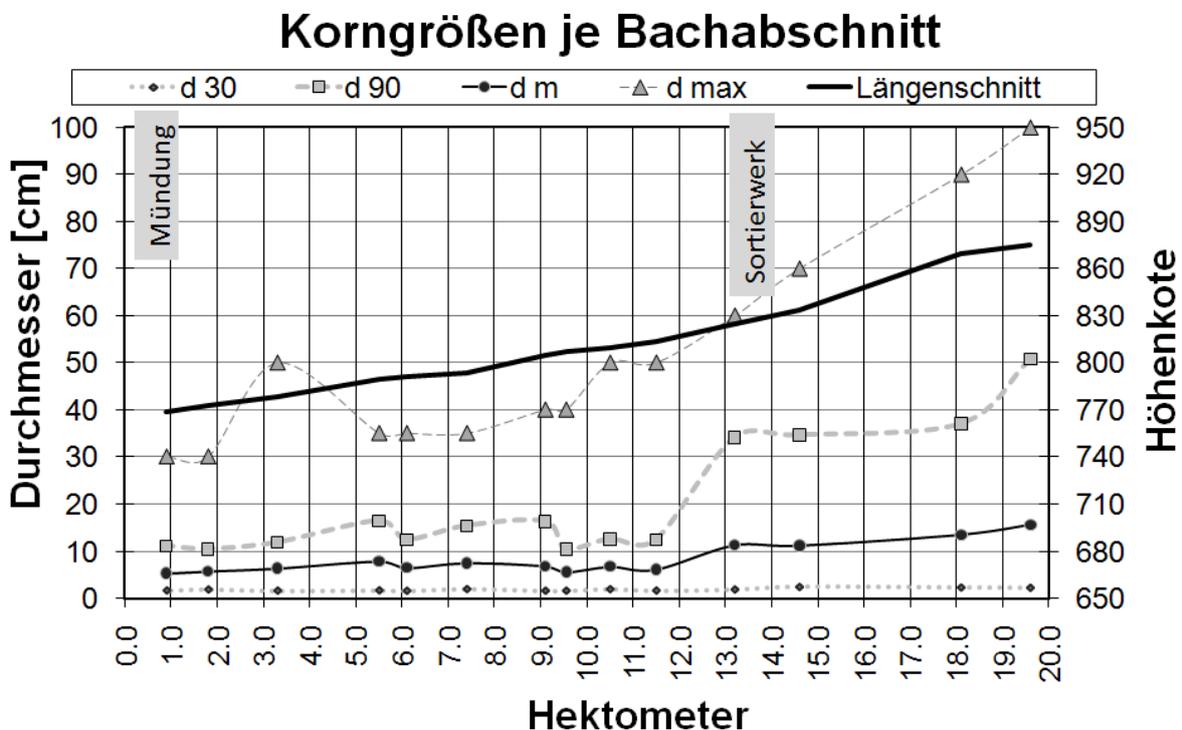


Abbildung 3: Darstellung der Größen der maßgeblichen Korngrößen im Längenschnitt

Da der Standort nach dem letzten größeren Zubringer im Bereich hm 13,5 für ein Schutzbauwerk lagemäßig ideal ist, muss dieser Bereich hinsichtlich Geschiebekorngrößen und Abflusskapazität genauer untersucht werden. Nach Zoll-

inger 1984 besteht ein Zusammenhang zwischen der maßgeblichen Korngröße und der lichten Weite eines Sortierwerkes. Aus seinen Versuchen geht hervor, dass bei vertikalen Rechenkonstruktionen die lichte Weite ca. 1,2-fach des d_{\max} sein soll, wenn hinter dem Bauwerk keine Ablagerungen stattfinden sollen. Im vorliegenden Projekt soll jedoch ein Großteil des Geschiebes zur Ablagerung kommen und nur das Feingeschiebe in den Unterlauf gelangen, deshalb wurde die lichte Weite nicht mit der Größe des d_{\max} sondern mit dem d_{90} berechnet. Am Standort des geplanten Sortierwerkes wurde ein d_{90} von 35 cm bestimmt. Dieser Wert dient als Grundlage für die Berechnung der Geschiebetransportkapazität für den Unterlauf.

6 Berechnung der Geschiebetransportkapazität

Für die Unterlaufstrecke wurde der ingenieurmäßige profilweise Ansatz zur Berechnung der Transportkapazität ausgewählt. Die Berechnung erfolgt quasi-stationär (gleichförmiger Abfluss, Wasserspiegellage und Sohlage sind parallel) und für einen Rechteck- oder Trapezquerschnitt. Die für die Berechnung des Geschiebetransportes verwendete Formel wurde auf den Bachcharakter, die Korngröße (Verhältnis $d_{90}/d_{30} < 20$) und Sohlneigung ausgewählt. Für die Berechnung der Geschiebetransportraten im Unterlauf ist aufgrund der Gültigkeitsbereiche die Formel nach Rickenmann 2001 geeignet.

Rickenmann 2001

$$q_{b [m^3 / s.m]} = 3,1 * \left(\frac{d_{90}}{d_{30}} \right)^{0,2} * (q - q_c) * I^{1,5} \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right)^{-1,5}$$

Charakteristischen Korngrößen [d_{30} , d_{90}], Sohlneigung [I in %], Schwerebeschleunigung [g in m/s^2 mit 9,81], Dichte des Wassers [ρ_w in kg/m^3], Dichte des Sohlmaterials [ρ_s in kg/m^3]

$$\text{Gültigkeitsbereich: } 0,2 < I < 20\%; (d_{90}/d_{30}) < 20, \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) = 1 - 1,29$$

7 Ergebnisse

Im Oberlauf ist die Transportkapazität bei nahezu gleich bleibenden Gerinnebreiten und Gefällen von 7 bis 10% relativ groß. Die Betrachtung der Ergebnisse in Abbildung 4 zeigt eine deutliche Abnahme der Transportrate bei hm 7,5. Die-

se Abnahme ist einerseits auf das reduzierte Gefälle von 4% und andererseits auf die Gerinnebreite zurückzuführen (Verbreiterung von ca. 10 m Gerinnebreite auf 20 m), wodurch der mögliche Geschiebetransport deutlich abnimmt. Die Zunahme des Geschiebetransportes unterhalb bzw. im Bereich der Eisenbahnbrücke bei hm 5,5 ist auf die Zunahme im Längsgefälle und auch auf die Gerinnebreite zurückzuführen (Gerinnebreite wiederum ca. 10 m). Auch bei geringen Abflussmengen ist mit massivem Geschiebetransport zu rechnen (Abflüsse von ca. 20 m³/s - ablaufende Hochwasserwelle). Im verbauten Unterlaufgerinne ist daher mit einer Abnahme der Transportkapazität zu rechnen. Das Beispiel der LZA 19 bei hm 1,8 zeigt diese Abnahme deutlich.

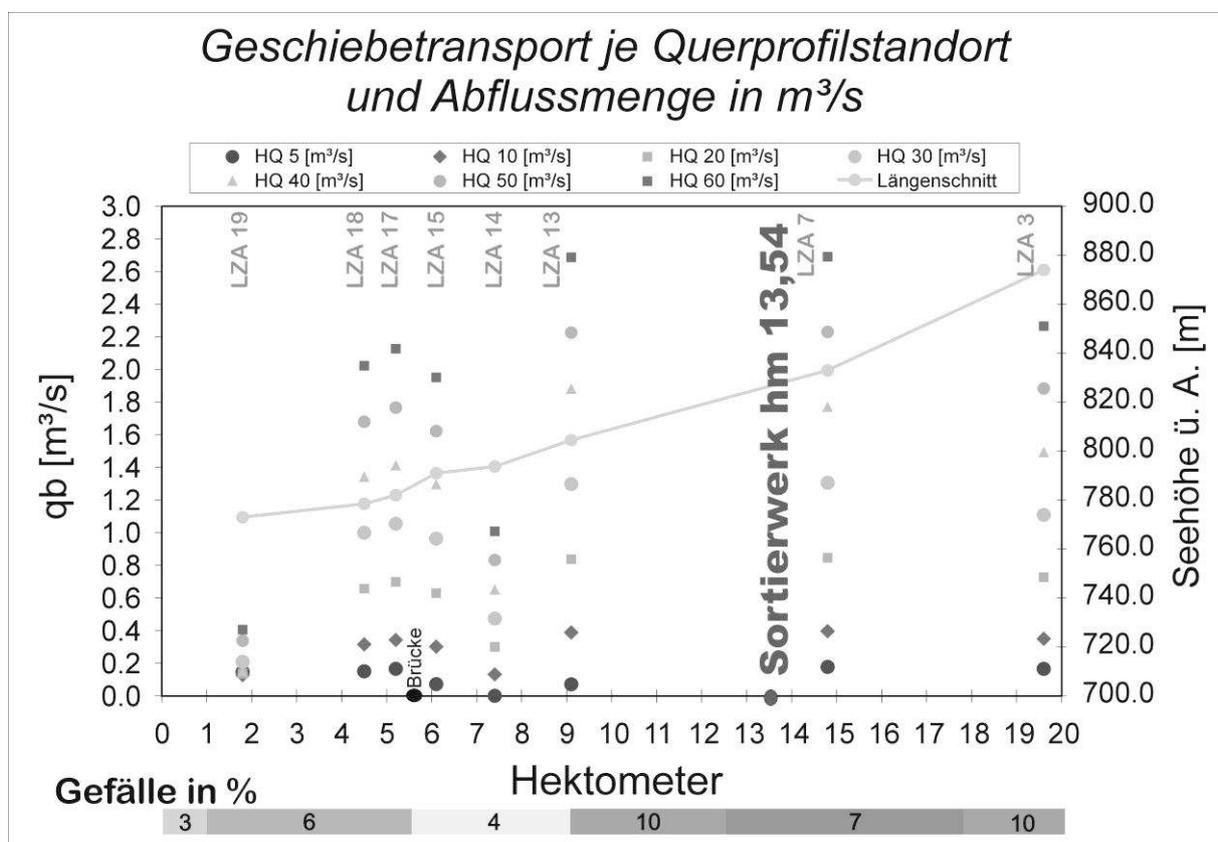


Abbildung 4: qb [m³/s] je Querprofil und Abflussmenge im Längsschnitt

8 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Linienzahlanalysen zeigen eine deutliche Abnahme der repräsentativen Korndurchmesser (d_{90} , d_{30}) bei hm 12 – 13. Dieser Durchmesser von 35 cm wurde als Kenngröße zur Bestimmung der lichten Weite herangezogen. Unter der Annahme, dass nur mehr diese Korngrößen in den Unterlauf gelangen und die restlichen Geschiebekörner im Stauraum des Sortierwerkes zur

Ablagerung gelangen erfolgte die Berechnung der Transportkapazitäten für die Unterlaufstrecke. Es zeigte sich, dass im Bereich einer bestehenden Gerinneaufweitung die Transportkapazität stark abnimmt, in den restlichen Abschnitten jedoch ein ausreichender Transport dieser Korngrößen in den Vorfluter möglich sein soll. Als Optimierungsmaßnahme wurde die Gerinneaufweitung zwischen hm 6 und 10 hydraulisch verbessert. Die Gerinnebreite wurde von 20 m auf 10 m reduziert, sodass in diesem Bereich die Ablagerungen auf ein Minimum reduziert werden und nur im Bemessungshochwasser das Vorland benetzt wird.

Die lichte Weite des Sortierwerkes wurde mit $1,2 \times d_{90}$ (~ 42 cm) gewählt. Abschließend wird noch festgehalten, dass diese Berechnung ohne den Einfluss von Wildholz am Sortierbauwerk bestimmt wurde, da im Oberlauf Schutzmaßnahmen zur Ausfilterung geplant sind.

Lichte Weite der Stahlrechenkonstruktion



Abbildung 5: Sortierwerk mit Stahlrechenkonstruktion zur Geschiebebewirtschaftung

9 Literatur

- FEHR, R. (1987): Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen; Umrechnung und Vergleich von verschiedenen Analyseverfahren; Mitteilungen Nr.92 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Zürich
- RICKENMANN, D. (1996): Fliessgeschwindigkeiten in Wildbächen und Gebirgsflüssen, Wasser, Energie, Luft, 88. Jahrgang, Heft 11/12, CH-5401 Baden
- POTYONDY, J. P., and BUNTE, K. (2002). "Sampling with the US SAH-97, hand-held particle-size analyzer." Federal Interagency Sedimentation Project, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.
- ZOLLINGER, F. (1984): Die verschiedenen Funktionen von Geschieberückhaltebauwerken. In: Band 1, Interpraevent 1984; S. 147 -160

Autoren:

DI Markus Moser
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung, Sektion Salzburg,
Gebietsbauleitung Tamsweg
Fachbereich Wildbachprozesse
Johann Löcker-Str. 3
A 5580 Tamsweg
Tel.: ++43 – 6474 – 2256/16
Fax: ++43 – 6474 – 2256/17
E-Mail: markus.moser@die-wildbach.at

DI Gerald Jäger
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung, Sektion Vorarlberg,
Gebietsbauleitung Bregenz
Fachbereich Wildbachprozesse
Rheinstraße 32/4
A 6900 Bregenz
Tel.: ++43 – 5574 – 74995/414
Fax: ++43 – 5574 – 74995/5
E-Mail: gerald.jaeger@die-wildbach.at