



Auflassung entbehrlicher Sperrenbauwerke in einem Wildbacheinzugsgebiet – ein integrales Sanierungskonzept

*(Abandonment of dispensable check dams in a torrential catchment
– an integral concept of analysis and maintenance)*

Georg Kokai, Max Weiß, Korbinian Zanker

Kurzfassung

Für ein stark verbautes und teilweise schlecht zugängliches Wildbacheinzugsgebiet in Bayern wurde im Rahmen einer integralen Studie geprüft, welche Auswirkungen eine mögliche Auflassung von Sperrenbauwerken im Mittel- und Oberlauf auf die Geschiebelieferung des Wildbachs hätte und welche Maßnahmen ggf. erforderlich sind, um einer Erhöhung der Geschiebefrachten im Unterlauf entgegenzuwirken. Die Untersuchungen umfassen Auswertungen von Grundlagendaten, hydrologische Berechnungen, Geschiebetransportsimulationen für unterschiedliche Szenarien, die Analyse der Wildbachverbauung sowie der Risiken für das Siedlungsgebiet. Auf Grundlage der erarbeiteten Erkenntnisse wurden insgesamt 32 Sperrenbauwerke als entbehrlich, einige sogar als nachteilig für das Gesamtsystem eingestuft sowie ein integrales Sanierungskonzept für das Einzugsgebiet erarbeitet.

Abstract (English)

In a torrential catchment in Bavaria with a high number of protective structures and partly poorly accessible an integral studie has been used to analyze the possibilities and consequences of abandoning check dams in the middle and upper reaches of the torrent with a focus on bed load transport and possible countermeasures in the lower reach. The analysis included the evaluation of background data, hydrological modeling, bed load transport simulation for different scenarios, the inspection of the torrential protective structures and the torrential specific risks for the settlement area. Based on the obtained results an integral maintenance concept for the catchment has been developed.

1 Einleitung

Die Urlaine ist ein ausgebauter Wildbach und verläuft an der Nordwest-Seite des Estergebirges im Landkreis Garmisch-Partenkirchen. Das 3,2 km² große Einzugsgebiet erstreckt sich über knapp 1.300 Höhenmeter bis zur Hohen Kiste (1922 müNN) und ist ein anschauliches Beispiel eines "klassischen" Wildbach-

gebietes mit einem Sammelgebiet (Kistenkar), einer Schluchtstrecke (Archtalklamm) und einem Ablagerungsgebiet (Schwemmkegel) (s. Abb. 1). In den 1950-er und `60-er Jahren wurden der Mittel- und Oberlauf mit zahlreichen Sperrenbauwerken verbaut. Diese Sperren sind heute nur noch über Fußwege oder per Hubschrauber erreichbar und ihre Unterhaltung ist sehr aufwändig. Im Rahmen eines integralen Sanierungskonzepts sollten Möglichkeiten zur Auflasung der Bauwerke im mittleren und oberen Einzugsgebiet sowie die damit verbundenen Risiken untersucht werden. Der Fokus der Untersuchungen lag auf der Erhebung der Geschiebepotentiale und der Analyse der Geschiebetransportvorgänge für verschiedene Szenarien. Bei einer Zunahme der Geschiebelieferung infolge der Bauwerksauflösungen sollten zudem Möglichkeiten für Ausgleichsmaßnahmen im Unterlauf untersucht und konzipiert werden.

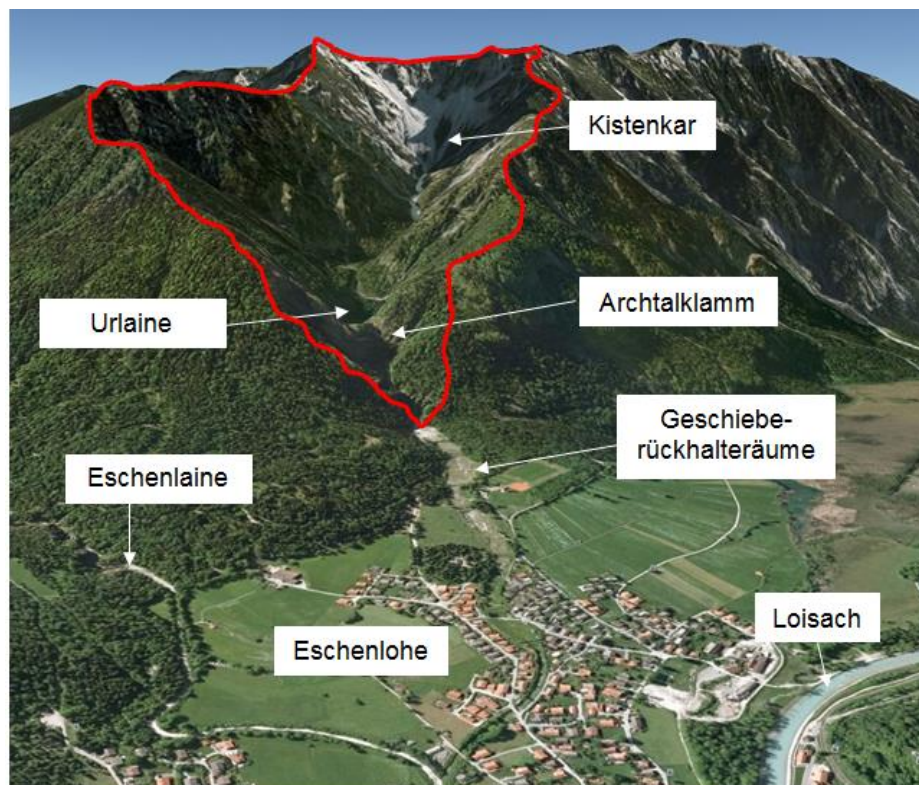


Abb. 1: Das Einzugsgebiet der Urlaine in perspektivischer Ansicht (Quelle: GoogleEarth)

2 Historische Analyse

Im Einzugsgebiet der Urlaine werden keine Niederschlags- oder Abflussmessungen betrieben. Es wurden Daten aus den Projekten HANG (Becht et al., 2006), GEORISK (von Poschinger, 1992), EGAR (Amt der Tiroler Landesregierung, 2002), aus früheren Bau- und Sanierungsentwürfen, aus dokumentierten Hochwasserereignissen, zu Geschiebeentnahmen und Befragungen von Anwohnern ausgewertet. In dem Zeitraum von 1868 bis 2012 wurden insgesamt

21 Hochwasserereignisse in den Archiven vermerkt. Bei allen Ereignissen werden eine hohe Geschiebeführung und vereinzelt auch Murgänge an der Urlaine erwähnt. Es kam bis zum Jahr 1929 zu jährlichen Schadhochwässern mit Geschiebeführung. Im Jahr 1946 ereignete sich ein Murgang, welcher etwa 25.000 m³ Geschiebe auf dem Schwemmkegel ablagerte. Später werden ähnliche Dimensionen (20.000 bis 30.000 m³) für Murgänge vor dem Jahr 1956 erwähnt. Das letzte Hochwasser ereignet sich im Juni 2012. Dabei fielen ca. 80 mm Niederschlag in 45 Minuten. Im oberen Einzugsgebiet kam es dabei zu zahlreichen Muren, vorwiegend in steilen Seitenrinnen der Urlaine. Mehrere Sperrbauwerke im Oberlauf wurden zerstört oder stark beschädigt (s. Abb. 2.). Die Frage nach der Notwendigkeit dieser Bauwerke im schlecht zugänglichen Gelände gab den Anstoß für diese Untersuchung.



Abb. 2: Stark beschädigtes Sperrbauwerk im schlecht zugänglichen Oberlauf

3 Geologie und Geomorphologie

Das Einzugsgebiet der Urlaine wird von zwei Gesteinstypen der alpinen Trias aufgebaut: Hauptdolomit, mit dem flächenmäßig deutlich größeren Anteil, und Plattenkalk. Letztgenannter ist nur in zwei Gipfelbereichen anzutreffen. Entlang von Störungszonen ist der Hauptdolomit tektonisch stark beansprucht und bildet großen Mengen an Verwitterungsschutt – die Geschiebeherde der Urlaine. Im Quartär wurde das Kistenkar von Lokalglaciers ausgebildet. Neben kleineren Überresten von Moränen sind vor allem die relativ mächtigen Hang- und Verwitterungsschuttauflagen des Hauptdolomits kennzeichnend für das Gebiet. Das Kistenkar bildet mit zahlreichen steilen Seitenrinnen und Runsen das Hauptliefergebiet des Wildbachs. Die Relief- und Transportenergie ergibt sich aus einer Höhendifferenz von 1200 m auf 5 km Fließlänge. Im Oberlauf steigt das Längsgefälle im Hauptarm der Urlaine auf über 90% an. Kurze Reaktionszeiten bei

Starkregen sowie hohe Geschiebelieferungen bis Muren sind Anzeichen einer relativ hohen Prozessintensität. Die Geschiebepotentiale und die Geschiebetransportvorgänge wurden mit dem Verfahren SEDEX (Frick et al. 2011) und dem Programm Tom^{Sed} (Friedl & Chiari, 2013) untersucht (vgl. Kap. 6)

4 Hydrologie

Das Einzugsgebiet der Urlaine wurde im Hinblick auf die Geschiebetransportberechnungen in sieben Teilgebiete unterteilt. Die Berechnung der maßgebenden Abflüsse erfolgte mit Hilfe eines N-A-Modells nach dem regionalisierten SCS-Verfahren mit Modifikation nach Caspary. Die Auswertung der Niederschlagspenden für die maßgebende KOSTRA-DWD 2000 Rasterzelle zeigte auffallend niedrige Werte im Vergleich mit benachbarten Zellen und bei Gegenüberstellung mit dokumentierten Einzelereignissen im Untersuchungsgebiet. Auch im Hinblick auf die wetteranfällige Nordwest-Exposition des Einzugsgebietes und die sehr steile Topografie erschien es gerechtfertigt, die KOSTRA-Werte vor allem in den unteren Dauerstufen um bis zu 20% zu erhöhen. Diese Erhöhung entspricht der vom DWD angegebenen Toleranz (DWD, 2005) Für den Schwemmkegelhals wurde ein Spitzenabfluss mit 23,2 m³/s für das HQ₁₀₀ ermittelt. Dieser basiert auf einem mittenbetonten Regen mit einer Dauer von 2 h. Da für die Geschiebetransportberechnungen das Volumen der Ganglinie ebenfalls eine hohe Bedeutung besitzt, wurde als maßgebende Abflussganglinie das HQ₁₀₀ mit einem Scheitelwert von 22,4 m³/s, basierend auf einem 3 h mittenbetonten Niederschlag gewählt. Als weitere Untersuchungsabflüsse für Geschiebetransportberechnungen wurden das HQ₅ mit 6,8 m³/s und das HQ_{Extrem} mit 36 m³/s gewählt. Letztgenannter wurde aus dem HQ₁₀₀ nach Kleeberg und Schuhmann (2001) berechnet.

5 Bauwerke

5.1 Vorgehensweise

Im Zuge von Geländebegehungen wurde das bestehende Verbauungssystem detailliert untersucht und bewertet. Dabei wurde jedes einzelne Wildbachbauwerk (i. d. R. Sperrenbauwerke) visuell auf Zustand und Funktion bewertet. Es wurden ggf. Schäden und Mängel an den einzelnen Bauteilen (Abflusssektion, Vorfeld, Umfeld, Sperrenkörper, -flügel, etc.) dokumentiert und die wichtigsten Daten zu den Bauwerken ausgewertet, wie Art des Verbauungsabschnitts, Einfluss auf andere Bauwerke, Abmessungen, Lage, Zugänglichkeit, erforderliche Unterhaltungsmaßnahmen. Die Protokolle wurden an die ONR 24803 (ON, 2008) angelehnt und an die vorliegende Aufgabenstellung angepasst. Für die spätere Konzeption von Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen wurden die

Geschieberückhalteräume im Unterlauf zusätzlich terrestrisch vermessen. Das gesamte Verbauungssystem im Einzugsgebiet wurde in acht Verbauungsabschnitte unterteilt, die nach funktionalen und gewässermorphologischen Zusammenhängen festgelegt wurden. Abbildung 3 zeigt das Einzugsgebiet mit den für diese Untersuchung definierten Verbauungsabschnitten und der Lage der Bauwerke.

Im Folgenden werden die acht Verbauungsabschnitte von Unterstrom nach Oberstrom beschrieben.

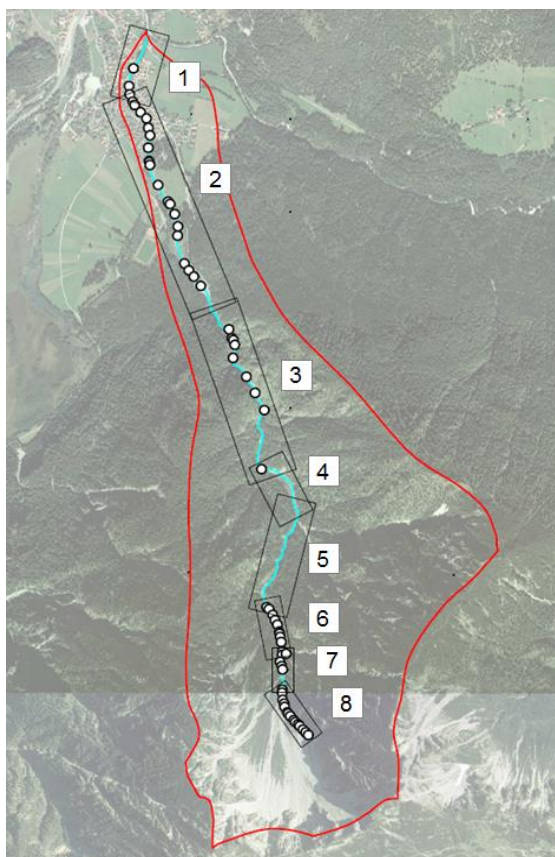


Abb. 3: Das Verbauungssystem der Urlaine mit den Verbauungsabschnitten

5.2 Verbauungsabschnitte

Verbauungsabschnitt 1 - Schussgerinne im Unterlauf: Die untersten 380 m bis zur Mündung ist die Urlaine als gepflastertes Schussgerinne ausgebaut. Die hydraulische Leistungsfähigkeit ist ausreichend, um den Bemessungsabfluss ($HQ_{100}+15\%$ Klimazuschlag) mit Freibord abzuführen. Derzeit sind in diesem Abschnitt keine über die normale Gewässerunterhaltung hinausgehenden Ausbau- oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich.

Verbauungsabschnitt 2 - Geschieberückhalteräume: Von Gewässer-km 0,380 bis 1,500 befinden sich insgesamt acht Geschieberückhalteräume, die aus ein-

fachen, vollwandigen Sperrenbauwerken oder Kaskadensperren ohne Dosierfunktion mit den dahinter befindlichen Rückhalteräumen bestehen. Das maximale Rückhaltepotential dieser Bauwerke beträgt ca. 90.000 m³ bei einem Verlandungsgefälle von 4%. Diese Geschieberückhaltebauwerke bilden einen zentralen Baustein im bestehenden Wildbachschutzsystem. Sie müssen als sog. Schlüsselbauwerke (nach Höhne & Rimböck, 2013) regelmäßig überwacht werden. Aufgrund einiger altersbedingter Schäden werden zudem Sanierungsmaßnahmen empfohlen. Ein Umbau der zwei obersten Rückhaltebauwerke in Dosiersperren erscheint sinnvoll und würde die Rückhaltewirkung erhöhen und die Gewässerunterhaltung verbessern (vgl. Kapitel Maßnahmenkonzept).

Verbauungsabschnitt 3 - Transitstrecke mit einzelnen Sperren: Oberhalb des Schwemmkegelhalses fließt die Urlaine durch einen Schluchtlauf mit nur sehr wenigen Geschiebeherden. Die Bachsohle verläuft weitgehend auf Hauptdolomit und befindet sich in latenter Erosion. In diesem Abschnitt liegen mehrere Sperrenbauwerke mit bis zu 10 m Höhe. Sie sind für die Unterhaltung derzeit nur sehr schwer zugänglich. Im Hinblick auf ihre Funktion und Auswirkung auf das Gesamtsystem wurden diese Sperrenbauwerke insgesamt als nachteilig bewertet. Sie führen zu einer unnötigen Geschieberückhaltung innerhalb einer Transitstrecke und damit auch zu einer Erhöhung der Gefahren- und Schadenspotentiale bei einem Bauwerksversagen. Sie wurden als Geschieberückhaltesperren errichtet ohne eine Räumung vorzusehen. Eine konsolidierende Wirkung ist innerhalb der felsigen Schlucht nicht erforderlich, so dass sie im aktuellen, verfüllten Zustand keine positive Wirkung mehr haben und einer aufwendigen Sanierung oder Unterhaltung bedürften. Diese Bauwerke wurden als entbehrlich eingestuft und sollten kontrolliert aufgelassen werden.

Verbauungsabschnitt 4 - Umlagerungsstrecke: Bei Gewässer-km 2,520 beginnt eine Umlagerungsstrecke, die durch ein einzelnes Sperrenbauwerk (Vollwandsperrre aus Natursteinen in Beton, Gesamtbreite / Höhe = 23 m / 4,7 m) (im Folgenden als Bauwerk-Nr. 74 bezeichnet) beeinflusst wird. Hinter diesem Bauwerk hat sich ein Verlandungsraum mit ca. 25.000 m³ Volumen gebildet. Im Bereich dieser Verlandungsstrecke, die ca. 300 m nach Oberstrom reicht, kommt es zu deutlichen Ab- und Umlagerungen und zum Übergang vom Murgang zum Geschiebetransport. Aufgrund des erheblichen Einflusses auf das Prozessgeschehen mit möglichen Auswirkungen bis zum Schwemmkegel wurde dieses einzelne Bauwerk als Schlüsselbauwerk eingestuft.

Abschnitt 5 - Transitstrecke unverbaut: Von Gewässer-km 2,820 bis 3,410 verläuft die Urlaine in einem unverbauten Schluchtlauf mit latenter Erosion und geringen Geschiebeeinträgen aus Hangbereichen.

Verbauungsabschnitt 6 - Verwilderungsstrecke mit Sperrenstaffel: In diesem ca. 270 m langen Abschnitt befinden sich derzeit 11 Sperren (Vollwandsperrern aus Trockenmauerwerk mit max. B / H = 10,0 m / 4,0 m), die in den 1930-er bis '40-er Jahren als Konsolidierungssperren errichtet wurden und inzwischen weitgehend zerstört sind (Abb. 4). Das mittlere Längsgefälle beträgt 28%. Infolge von seitlichen Geschiebeeinstößen aus mehreren Runsen kommt es in diesem Abschnitt zu vielfältigen morphologischen Prozessen, die zum Teil durch die Reste der alten Bauwerke beeinflusst werden. Im natürlichen Zustand ohne Bauwerke würde sich hier eine relativ aktive Umlagerungs- und Akkumulationstrecke ausbilden. Die Verbauung in diesem Abschnitt wird als entbehrlich eingestuft, da sie keine signifikante Schutzwirkung für den Unterlauf bildet und eine künstliche Beeinflussung dieser Wildbachprozesse mit vertretbarem Aufwand weder möglich noch notwendig ist.



Abb. 4: Verbauungsabschnitt Nr. 6 mit weitgehend zerstörten Sperren

Verbauungsabschnitt 7 - Transitstrecke mit Sperrenstaffel: Zwischen Gewässerkm 3,680 und 3,870 existieren derzeit noch 4 Sperrenbauwerke im relativ steilen (~45%) Oberlauf der Urlaine. Sie entsprechen von der Bauart und den Abmessungen den Bauwerken in Abschnitt 6. Da diese Bauwerke auf einer nur sehr geringmächtigen Lockergesteinsüberdeckung oder teilweise auf anstehendem Fels errichtet wurden und ihre Schutzwirkung für den Unterlauf nicht relevant ist, können sie als entbehrlich eingestuft und aufgelassen werden.

Verbauungsabschnitt 8 - Sperrenstaffel mit latenter Erosion: Im obersten Verbauungsabschnitt befindet sich derzeit noch eine Sperrenstaffel mit insgesamt 15 weitgehend zerstörten oder stark beschädigten Natursteinsperren. Sie wur-

den im 1. Viertel des 20. Jahrhunderts mit der Zielsetzung errichtet, den Bachlauf der Urlaine innerhalb der sehr mächtigen Schuttauflagen des Kistenkars zu fixieren und die Geschiebeausträge zu reduzieren. Durch die Auswertung von historischen Luftbildern, früheren Aufzeichnungen und aktuellen Geländebegehungen wurden die morphologischen Prozesse im Kistenkar neu bewertet. Demnach resultiert der hauptsächliche Geschiebeeintrag aus mehreren Rinnen, in denen der Oberflächenabfluss konzentriert wird. Eine allgemeine Bewegung des Schuttkörpers und größere Umlagerungen sind nicht erkennbar. Die Sperrenstaffel, die auf anstehendem Fels oder auf größeren Felsbrocken an der orografisch rechten Felsseite des Kars errichtet wurde, hat nur geringe Auswirkung auf die Geschiebeprozesse im Kar. Im Hinblick auf die Schutzwirkung im Unterlauf der Urlaine ist diese Verbauung nicht relevant und die Bauwerke können damit als entbehrlich eingestuft werden.

6 Geschiebetransportuntersuchungen

Zur Abschätzung der Auswirkungen von Bauwerksversagen bzw. –Auflassungen auf den Geschiebetransport der Urlaine wurden Geschiebetransportmodellierungen mit dem Programm Tom^{Sed} für unterschiedliche Szenarien und Ereignisse durchgeführt. Die Eingangsgrößen für die Geschiebefrachten wurden mit der Methodik SEDEX im Gelände ermittelt. Die mobilisierbaren Feststoffmengen wurden für drei Hochwasserereignisse abgeschätzt: HQ_b , HQ_{Extrem} und HQ_5 . Zudem wurden die zusätzlichen, infolge von Bauwerksversagen mobilisierbaren Geschiebekubaturen an jedem Bauwerk erfasst. Für die Geschiebetransportuntersuchungen wurden die o. g. Jährlichkeiten verwendet, wobei das HQ_b als ein einzelnes Ereignis untersucht wurde und das HQ_{Extrem} in Kombination mit dem HQ_5 berechnet wurde. Da die Urlaine oberhalb der Umlagerungsstrecke beim Verbauungsabschnitt 4 murfähig ist, erfolgten die Geschiebetransportsimulationen lediglich über die Verbauungsabschnitte 3 und 4. Die Geschieberückhalteräume (Abschnitt 2) können 1-dimensional nicht modelliert werden und im Bereich des Schussgerinnes (Abschnitt 1) ist der Geschiebetransport nicht mehr relevant.

Das Verfahren SEDEX ermöglicht auch die Auswertungen der Feststoffsummen nach der Art der Feststoffquellen (s. Abb. 5). Dabei ist deutlich zu erkennen, dass an der Urlaine die Geschiebeherde im Wesentlichen aus Hangbereichen in Form von unlimitierten Runsenerosionen und kaum aus Gerinnebereichen stammen. Die maximal mobilisierbaren Feststoffsummen wurden für alle Abschnitte zusammengefasst auf ca. 37.000 m³ beim HQ_{Extrem} geschätzt. Bei einer Auflassung oder Versagen aller Bauwerke (außer in den Abschnitten 1 und 2) könnten zusätzlich bis zu ca. 42.000 m³ Geschiebe freigesetzt werden. Die tat-

sächlich zu erwartenden transportierbaren Mengen wurden mit Tom^{Sed} abgeschätzt.

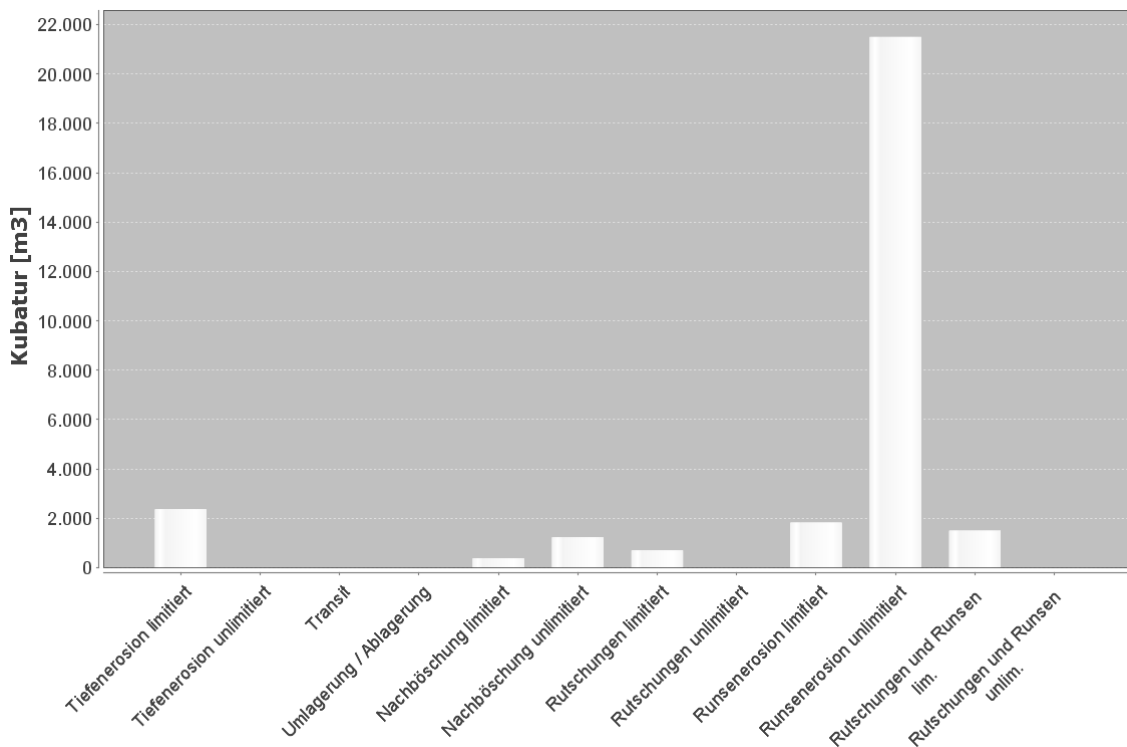


Abb. 5: Feststoffsummen nach Art der Feststoffquellen (ohne Bauwerksversagen)

Die Korngrößenzusammensetzung des Geschiebes wurde aus Linienzahlanalysen an verschiedenen Standorten abgeleitet. Die Berechnungstrecke wurde durch insgesamt 70 Querprofile, basierend auf Laser-DGM-Daten mit 1 m Raster abgebildet und zusätzlich händisch angepasst. Es wurden 3 Basis-Szenarien untersucht: 1. der Ist-Zustand mit Erhaltung aller Bauwerke, 2. Auflassung oder plötzliches Versagen aller Sperrenbauwerke in den Abschnitten 3 und 4 (Worst-Case) und 3. Erhaltung der Sperre Nr. 74 und plötzliches Versagen aller anderen Bauwerke in den Abschnitten 3 und 4. Mit Hilfe dieser Basis-Szenarien sollten die maximal möglichen Spannbreiten der Geschiebetransportprozesse infolge der Bauwerksauflassungen untersucht werden. Aufgrund der erzielten Ergebnisse konnte auf die Betrachtung weiterer Szenarien verzichtet werden.

Die Ergebnisse zeigen deutlich transportlimitierte Bedingungen für die berechneten Streckenabschnitte an der Urlaine auf. Der Geschiebeanteil bei den einzelnen Hochwasserereignissen innerhalb der jeweiligen Szenarien ist nahezu konstant und liegt zwischen 10% beim Ist-Zustand bis 21% bei einer Auflassung aller Bauwerke in den Abschnitten 3 bis 8. Bei einer vollständigen Unterhaltung aller Bauwerke im derzeitigen Ist-Zustand ist mit einem maximalen Geschiebe-

aufkommen von etwa 25.000 m³ am Kegelhals für ein HQ_{Extrem} zu rechnen. Diese Geschiebemenge stellt angesichts der vorhandenen Rückhalteräume im Unterlauf keine Gefährdung für das Siedlungsgebiet dar. Bei einer Auflassung oder einem Versagen aller Bauwerke im Zuge eines Extremereignisses, wird ca. 60% mehr Geschiebe zum Kegelhals transportiert. Die mit den hier getroffenen Annahmen modellierte Geschiebemenge von 41.400 m³ liegt noch innerhalb eines konservativ eingeschätzten Rückhaltepotentials für die Geschieberückhalte im Unterlauf. Wird zunächst auf die Auflassung von Bauwerk Nr. 74 verzichtet (Szenario 3), so ergibt sich gegenüber dem IST-Zustand ein um ca. 30% erhöhter Geschiebetrieb bis zum Kegelhals. Dies bedeutet ein Geschiebeaufkommen von knapp 34.000 m³ beim HQ_{Extrem} am oberen Rand der Geschieberückhalteräume. Diese Werte, wie auch die Eingangsdaten für das Modell (Hydrologie, Linienzahlanalysen, Geschiebepotentiale), sind mit den üblichen Unsicherheiten bei Geschiebetransportsimulationen behaftet. Mangels fehlender Messdaten konnten die Ergebnisse nur auf Plausibilität und Sensitivität geprüft werden. Eine Kalibrierung und Validierung war nicht möglich.

7 Risikoanalyse

Das hydrologische und hydraulische Gefahrenpotential der Urlaine wurde bereits im Zuge von Gewässerausbauplanungen im Unterlauf untersucht und die Leistungsfähigkeit des Gewässers im Jahre 2010 darauf ausgebaut. Die Gefährdung infolge von erhöhten Geschiebefrachten konnte im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchungen relativiert werden. Die Schutzwirkung des aktuellen Verbauungssystems im Unterlauf ist ausreichend, um das Bemessungshochwasser (HQ_{100} mit 15% Klimazuschlag) und auch ein Extremereignis inkl. der ermittelten Geschiebefracht schadlos bewältigen zu können. Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit der bestehenden Schutzmaßnahmen ist die Freihaltung der Geschieberückhalteräume. Diese sind dann auch in Bezug auf ein Extremereignis bei einem unwahrscheinlichen Worst-Case-Szenario mit plötzlichem Versagen aller Bauwerke noch ausreichend leistungsfähig. Lediglich die Gefahr von Umläufigkeiten im Bereich der Sperrenflügel sollte im Zuge von allfälligen Sanierungsmaßnahmen behoben werden.

Ein signifikantes Schadenspotential an der Urlaine ist nur bei einem extremen Überlastfall, z. B. bei einem Versagen von Geschieberückhaltesperren im Unterlauf, zu erwarten. Um ein solches Ereignis weitestgehend auszuschließen, werden diese Schlüsselbauwerke im Rahmen der Bauwerksüberwachung regelmäßig bewertet und ggf. zeitnah saniert oder erneuert. Das Schadenspotential der Urlaine bei einer breitflächigen Ausuferung auf dem Schwemmkegel beträgt nach Schätzung im Rahmen früherer Planungen ca. 10 Mio. €.

8 Maßnahmenkonzept

Die konzipierten Maßnahmen setzen sich aus Unterhaltungs- und Ausbaumaßnahmen zusammen. Bei den Unterhaltungsmaßnahmen liegt der Schwerpunkt auf der Sanierung und Anpassung der bestehenden Geschieberückhaltesperren auf dem oberen Schwemmkegel. Diese Schlüsselbauwerke bilden einen zentralen Baustein im Wildbachschutzsystem und müssen hinsichtlich der Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit teilweise angepasst und instandgesetzt werden. Dies beinhaltet v. a. auch die Erhöhung der Sperrenflügel zur Verhinderung von Umläufigkeiten. Ein Umbau von den zwei obersten Rückhaltesperren in Geschiebedosiersperren wurde als eine optionale Maßnahme zur Verbesserung der Unterhaltung empfohlen, wobei aus wirtschaftlicher Sicht ein solcher Umbau sich erst längerfristig nach > 50 Jahren Nutzung auszahlen würde. Alle Sperrenbauwerke im Mittel- und Oberlauf der Urlaine wurden als entbehrliche Bauwerke eingestuft, deren Auflassung keine signifikante Verschlechterung des Schutzsystems zur Folge haben wird. Eine Ausnahme bildet das Bauwerk Nr. 74 im Verbauungsabschnitt 4 (Konsolidierungssperre mit ca. 25.000 m³ Verlandungsraum). Bei einer gleichzeitigen Auflassung dieses Bauwerks mit allen anderen Sperren könnten sehr große Feststoffmengen gleichzeitig freigesetzt werden und dadurch u. U. auch kritische Murstöße bis in den Unterlauf entstehen. Daher wurde eine gestufte Auflassung der Bauwerke empfohlen, in der Form, dass dieses einzelne Bauwerk Nr. 74 zuerst noch einmalig saniert und erst zu einem deutlich späteren Zeitpunkt (>50 Jahre) aufgelassen wird. Alle anderen, insgesamt 34 Sperrenbauwerke können bereits jetzt aufgelassen werden, was aufgrund fehlender Zugänglichkeit für einen Rückbau nur in Form eines kontrollierten Verfalls mit regelmäßiger Überwachung sinnvoll erfolgen kann. Durch die Auflassung der 35 Sperrenbauwerke werden Kosten in Höhe von ca. 4,4 Mio. € bei einer Hochrechnung auf 100 Jahre eingespart. Die geschätzten Kosten für die Sanierung und Anpassung der 8 Rückhaltesperren im Unterlauf betragen ca. 1,5 Mio. €.

9 Zusammenfassung

In dieser Untersuchung wurde aufgezeigt, dass die natürlichen Geschiebeherde der Urlaine nahezu ausschließlich außerhalb des Einflussbereiches der bestehenden Wildbachverbauungen liegen. Die Wirkung der einzelnen Verbauungen sowie des gesamten derzeitigen Schutzsystems auf die maßgebenden Wildbachprozesse wurde methodisch überprüft und detailliert bewertet. Dabei konnten zahlreiche Sperrenbauwerke im Mittel- und Oberlauf als entbehrlich und einzelne sogar als nachteilig in Bezug auf ihre Prozessauswirkungen klassifiziert werden. Durch umfassende Analyse des Gesamtsystems konnte

das Risikopotential für den Siedlungsraum insgesamt als verhältnismäßig gering beurteilt werden. Unter Berücksichtigung der zusätzlich mobilisierbaren Geschiebepotentiale wurde eine zweistufige Auflassung der als entbehrlich eingestuften Bauwerke empfohlen, welche letztlich zu einer vollständigen Auflassung aller 35 Sperrenbauwerke oberhalb des Kegelhalses führt. Den Geschieberückhalteräumen im Unterlauf wurde eine herausragende Stellung im derzeitigen und zukünftigen Schutzsystem eingeräumt. Ihre fortlaufende Überwachung, Sanierung und vor allem Räumung bildet den Kern aller weiteren Schutzbemühungen. Hinsichtlich weitergehender Maßnahmen zu Verbesserung der Schutzwirkung und der zukünftigen Gewässerunterhaltung wurde eine Umgestaltung einzelner Rückhaltebauwerke auf dem Schwemmkegel in Dosiersperren empfohlen. Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit für integrale Untersuchungen im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen in stark verbauten Wildbacheinzugsgebieten. Es können dabei erhebliche Einsparpotentiale aufgezeigt und gleichzeitig die bestehenden Schutzsysteme optimiert werden. Für zukünftige Arbeiten dieser Art wären weitergehende Forschungen zur Geschiebetheematik, z. B. zum Verlandungsgefälle in Geschieberückhalteräumen oder die Transportberechnung in breiten Umlagerungsstrecken, wünschenswert.

Referenzen

- Amt der Tiroler Landesregierung (Hrsg.) (2002). EGAR – Einzugsgebiete in alpinen Regionen, Neue Planungsinstrumente für das Naturraum-Management, Endbericht.
- Becht, M., Copien, C., Frank, C. (2006). Abschlussbericht zum Projekt HANG (Historische Analyse von Naturgefahren), Lehrstuhl für Physische Geographie der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt.
- DWD (2005). KOSTRA DWD 2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000), Grundlagenbericht, Offenbach.
- Frick, E., Kienholz H., Romang H., (2011). SEDEX Anwenderhandbuch, Geographica Bernensia, P 42.
- Friedl, K., Chiari, M., (2013). Tom^{Sed} – A one-dimensional bedload transport model for steep slopes, manual TomSed Version beta.0.2, www.bedload.at.
- Höhne, R., Rimböck, A., (2013). Eigenüberwachung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung in Bayern, Wildbach- und Lawinenverbau, Nr. 170
- Kleeberg, H.-B. & Schumann, A.H. (2001). Zur Ableitung von Bemessungsabflüssen geringer Überschreitungswahrscheinlichkeiten, Wasserwirtschaft 91 (12), 609.
- ON (Hrsg.) (2008) ONR 24803 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung, Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- von Poschinger, A. (1992). GEORISK. Erfassung und Untersuchung von Massenbewegungen im Bayerischen Alpenraum, Bayerisches Geologisches Landesamt, München, GLA-Fachberichte, Nr. 8.

Adressen der Autoren

Dipl.-Ing. Georg Kokai (korrespondierender Autor)

Dipl.-Ing. Max Weiß

Ingenieurbüro Kokai

St.-Jakob-Str. 20

D-82398 Polling

Email: info@ib-kokai.de

Dipl.-Ing. Korbinian Zanker

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Referat 55.1, Gewässer 1. und 2. Ordnung

Rosenkavalierplatz 2

D-81925 München