

Bemessung des neuen Flazlaufs

Autor(en): **Zarn, Benno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **97 (2005)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941733>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

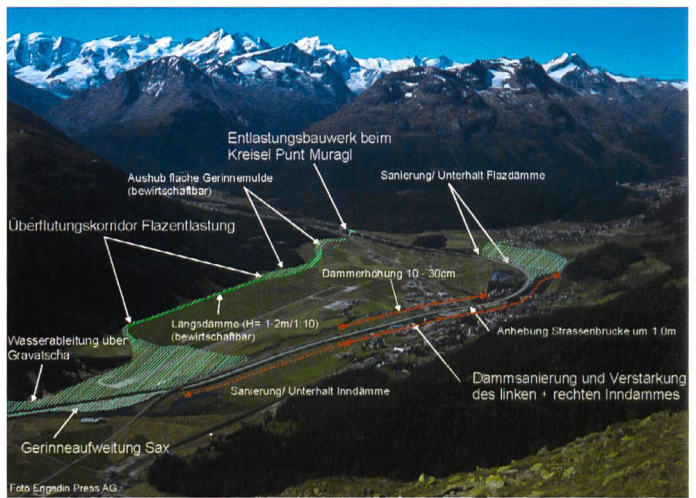
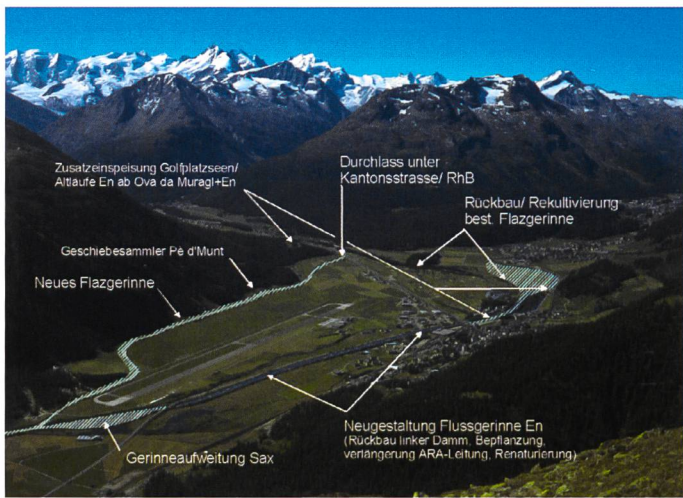


Bild 5. Flazverlegung – Fotomontage des neuen Flazgerinnes für den Hochwasserfall HQ₁₀₀

Bild 6. Flazentlastung – Fotomontage der Flazentlastung für den Hochwasserfall HQ₁₀₀ mit einer Abflussmenge im Überflutungskorridor von ca. 120 m³/s.

hauptsächlich das nördliche Drittel der Flugplatzpiste, was eine Räumung und Reinigung des Areals nach jeder Überflutung bedingt. Trotz Hochwasserentlastungsanlage müssen die bestehenden Dämme von En und Flaz durchgehend saniert und verstärkt werden.

Die Kostenschätzung für die Variante Flazentlastung geht von Geamtkosten von 14 Mio. Franken aus.

Variantevergleich Flazverlegung/Flazentlastung

Beide Varianten gewährleisten einen Schutz gegen ein hundertjähriges Hochwasser bzw. ermöglichen einen kontrollierten Abfluss eines Extremhochwassers und erfüllen somit das Schutzziel für den Hochwasserschutz der Gemeinde Samedan.

Die Flazverlegung bringt eine wertvolle ökologische und landschaftliche Aufwertung in der Champagna und im Gebiet Champagnatscha/Cristansains mit sich, welche sich positiv für die Region Samedan in den Bereichen Tourismus und Erholung auswirken wird. Durch die Schaffung ökologischer Nischen kann die Artenvielfalt gefördert werden. Mit dem Rückbau der Enddämme und

der Rekultivierung der alten Flazdämme erfährt zudem das Dorf- und Landschaftsbild eine wesentliche Verbesserung. Da die Flazverlegung die Anforderung an eine nachhaltige, d.h. den Bedürfnissen der zukünftigen Einwohner Rechnung tragende Lösung erfüllt, wurden von Bund und Kanton höhere Beiträge in Aussicht gestellt. Dadurch verblieben der Gemeinde nur 2,1 Mio. Franken höhere Restkosten als bei der Variante Flazentlastung, obwohl mit der Flazverlegung ein doppelt so grosses Investitionsvolumen in der Region ausgelöst wurde. Eher nachteilig musste die Flazverlegung im Bereich der Landwirtschaft beurteilt werden, da ein grösserer Landerwerb durch die Gemeinde unumgänglich war und landwirtschaftlich nutzbares Land verloren geht.

Die Flazentlastung hätte im Wesentlichen die Landwirtschaftsfläche in der Champagna erhalten, wobei bauliche Eingriffe (Erddämme, Gerinnemulden) notwendig wären. Aus landschaftlicher Sicht war die Flazentlastung eine rein technische Lösung.

In Tabelle 1 sind die Vor- und Nachteile der beiden Varianten einander gegenübergestellt.

Variantewahl – Volksentscheid

Sowohl der Gemeinderat, die ökologische Begleitkommission als auch die vom Gemeinderat eingesetzte Arbeitsgruppe Hochwasserschutz waren der Ansicht, dass der Variante Flazverlegung der Vorzug zu geben ist. Neben der markanten ökologischen Verbesserung wurde der definitive und langfristige Charakter eines neuen Flazgerinnes sowie die klare Neuregelung der künftigen Situation positiv bewertet.

Aufgrund der grösseren Anlagensicherheit sowie der bedeutenden ökologischen Vorteile mit Bau eines neuen naturnahen Flazgerinnes und der möglichen Renaturierung der heute vollständig kanalisierten Flussläufe von Flaz und En hatte sich die Gemeindeversammlung von Samedan am 15. Juni 2000 mit grossem Mehr für die Variante Flazverlegung entschieden. Diese Variante wurde anschliessend vom Planerteam zum Auflageprojekt weiterbearbeitet und nach der öffentlichen Planaufgabe ohne Zeitverzug zur Ausführung gebracht.

Anschrift des Verfassers

Urs Müller, IM Ingenieurbüro Maggia AG, Via St. Franscini 5, CH-6601 Locarno.

Bemessung des neuen Flazlaufs

■ Benno Zarn

Der Flaz bringt die Hochwasserspitzen und das Geschiebe

Flaz und Inn entwässern vor Samedan fast gleich grosse Einzugsgebiete (Bild 1). Das Abfluss- und Geschieberegime von Inn und Flaz ist jedoch sehr unterschiedlich. Die

Oberengadiner Seen dämpfen den Abfluss des Inn und halten seine Feststoffe zurück. Im Gegensatz dazu hat der Flaz ungedämpfte, rasch ansteigende Hochwasser. Dieses unterschiedliche Verhalten zeigt sich auch bei den Abflussspitzen. Der Flaz hat bei Hoch-

wasser gleicher Wahrscheinlichkeit eine rund viermal grössere Abflussspitze als der Inn (Bild 2). Das vom Flaz transportierte Geschiebe stammt vorwiegend aus dem Einzugsgebiet des Rosegbaches. Das Geschiebe des Berninabaches wird oberhalb von Pontresina

praktisch vollständig aus dem Bachlauf entnommen. Dies begünstigt die Eintiefung des Flaz unterhalb von Pontresina, welche allerdings nicht sehr ausgeprägt ist.

Bemessungsmethodik/-szenarien

Für die Dimensionierung des neuen Flazgerinnes und der Renaturierungsmaßnahmen am Inn sowie für die Prüfung der Auswirkungen der Flazverlegung auf die angrenzenden Strecken wurde ein geeichtes Feststofftransportmodell eingesetzt. Das Modell bildet den Inn von S-chanf bis Celerina und den Flaz bis Pontresina ab (Bild 2). Es konnte anhand der beobachteten Sohlenveränderungen zwischen 1989 und 1996/97 geeicht werden.

Die Geometrie des neuen Flazgerinnes wurde mit Hilfe von Langzeit- und Hochwassersimulationen festgelegt (Tabelle 1). Dabei waren ausser der angestrebten Hochwassersicherheit noch weitere, zum Teil einander entgegenlaufende Vorgaben und Randbedingungen zu beachten (Landwirtschaft, Gewässerökologie, Grundwasser, Baugrund und Materialverfügbarkeit, Verkehrsträger, Langlaufloipe, Tourismus). Insgesamt wurden über 20 verschiedene Geometrievarianten geprüft. Als Kriterien für die Festlegung der Dämme dienten die Energielinie des Bemessungsszenarios (HQ₁₀₀) und der Wasserspiegel des Szenarios EHQ. Die Brücken wurden auf den ungünstigeren Fall von Energielinie respektive Wasserspiegel +1 m des Bemessungsereignisses HQ₁₀₀ ausgelegt.

Geschiebeproblematik

Die Geschiebemengen aus dem Flazeinzugsgebiet konnten bisher trotz des zusätzlichen, geschiebelosen Abflusses aus dem Inneinzugsgebiet nur zum Teil durch Samedan transportiert werden. Der Grund dafür ist die Gefällsabnahme von 6,8‰ im untersten Flazabschnitt auf rund 4‰ im Innabschnitt zwischen Samedan und der Beverinmündung. Die Abflusszunahme kann die Gefällsabnahme nicht kompensieren. Die Folge davon waren Geschiebeablagerungen im Dorfbereich von Samedan während Hochwasserereignissen, wodurch die ungenügende Abflusskapazität weiter reduziert wurde.

Entlang des neuen Flazgerinnes nimmt das Gefälle auf dem Schwemmkegel von 9‰ bei Punt Muragl auf 3,2‰ in der Champagna ab (Bilder 3 und 4). Im untersten Abschnitt steht für den Geschiebetransport also ein noch geringeres Gefälle als im Inn zur Verfügung, und zusätzlich fehlt der geschiebelose Abfluss aus dem Inneinzugsgebiet. Mit der Verlegung des Flaz wird deshalb trotz optimiertem Gerinne vermehrt Geschiebe auf dem Schwemmkegel abgelagert und weni-



Bild 1. Einzugsgebiete von Inn und Flaz bei Samedan mit neuem Flazlauf (rot) und Bereich mit Feststofftransportmodell (Ausschnitt siehe Bild 3).

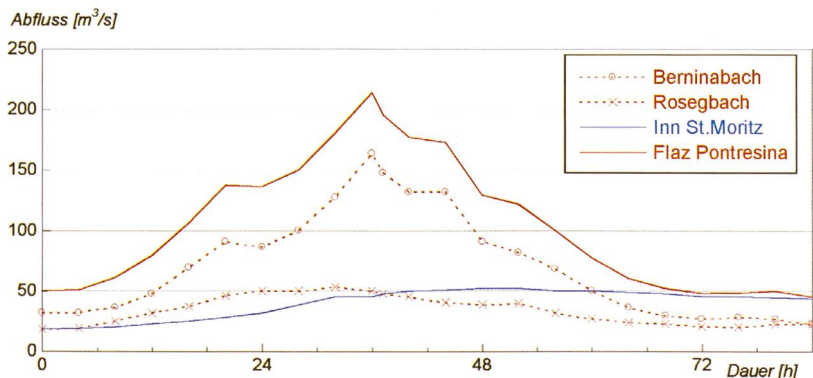


Bild 2. Hochwasserganglinie von Berninabach, Rosegbach, Flaz und Inn vom 18./19. Juli 1987.

Szenario	Langzeitbetrachtung	Bemessungsszenario HQ ₁₀₀	EHQ ¹
Abflussspitze Flaz ²	235 m ³ /s	270 m ³ /s	340 m ³ /s
Abflussspitze Inn ²	64 m ³ /s	70 m ³ /s	100 m ³ /s
Abflussspitze Inn zwischen Mündung Flaz und Beverin ²	286 m ³ /s	330 m ³ /s	410 m ³ /s
Ereignisdauer	1976–1998	~80 h	–
Geschiebeaufkommen Flaz	~10 000 m ³ /Jahr ³	~60 000 m ³ /Ereignis ⁴	–
Geschiebeaufkommen Inn	0 m ³ /Jahr	0 m ³ /Jahr	–
Ausgangssohle	Projektsohle	Endsohle	Projektsohle
		Langzeitbetrachtung	

Tabelle 1. Zusammenstellung der Bemessungsszenarien (¹ nur statische Wasserspiegelberechnung ohne Berücksichtigung von Sohlenveränderungen; ² aus VAW 1996; ³ wird als eher hoch eingeschätzt; ⁴ Transportvermögen im Flaz oberhalb Punt Muragl).

ger in den Inn eingetragen. Dafür kann der Geschiebeablagerungsraum aus dem Dorfbereich in die Champagna verlegt werden.

Konzept

Das neue Flazgerinne beginnt nach der Flazbrücke bei Punt Muragl und führt anschliessend durch die Champagna entlang des rechten Hangfusses (Muottas Hang) bis zur Mündung in den Inn oberhalb Gravatscha. Insgesamt kann der neue Flaz in fünf Abschnitte unterteilt werden (Bild 3). Die Flussbettbreite und die Gefällsverhältnisse können Bild 4 entnommen werden.

Im Bereich der Strassenbrücke Punt Muragl wird der Flaz um bis zu 3 m abgesenkt (Teilstrecke 1, Foto A), damit das anschliessende Freibord die Kantonsstrasse und das RhB-Trasse bei Punt Muragl unterqueren kann (Foto B). Die Niveaudifferenz wird mit einer rund 3,5% steilen, gegen Erosion gesicherten Strecke überwunden. Die Gerinneabmessungen (Breite ca. 22 m und Gefälle 9‰) im Einschnitt zwischen Punt Muragl und Acla Zambail (Teilstrecke 2, Foto B) wurden so festgelegt, dass das Geschiebetransportvermögen den Verhältnissen im Flaz oberhalb von Punt Muragl entspricht (Referenzstrecke R). Damit kann gewährleistet werden, dass auch bei ausserordentlichen Ereignissen im Bereich mit den Brücken kaum Geschiebeablagerungen erwartet werden müssen. Vielmehr ist in diesem Abschnitt wie in der Referenzstrecke eher mit Eintiefungen zu rechnen. Um diese unerwünschten Prozesse zu begrenzen, sind im Bereich der Brücken und der Steilstrecke unter die Sohle abgetiefte Querriegel eingebaut.

In der Teilstrecke 3 wird das Flussbett im Bereich Pè d'Munt auf einer Länge von 500 m auf bis 43 m verbreitert (Fotos C, D). Dieser breite, verzweigte Flussabschnitt mit ausgeprägten Kiesbänken dient als Geschiebeablagerungsraum bei mittlerem und intensivem Geschiebetransport. Im Geschiebesammler Pè d'Munt wird bei grösseren Hochwasserereignissen rund die Hälfte der Feststofffrachten abgelagert. Der Geschiebesammler ist etwa alle fünf Jahre und nach sehr grossen Hochwasserereignissen zu entleeren. Die Ausbaggerung erfolgt durch Abtrag der Bänke. Der dadurch immer wieder neu aktivierte Auflandungsprozess führt zu einem sehr dynamischen Flussabschnitt. Mit Hilfe von periodischen Profilaufnahmen, insbesondere nach grossen Hochwasserereignissen, ist der Geschiebesammler zu überwachen, damit sich die Entnahmen flussbaulich und ökologisch optimieren lassen.

In der Teilstrecke 4 ist der Flusslauf durch eine sehr variable Geometrie geprägt.

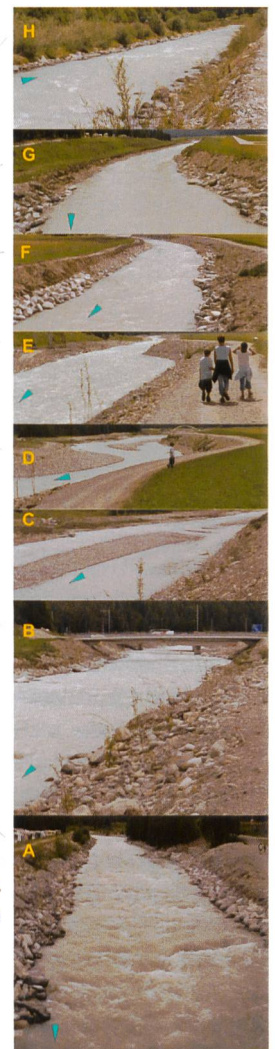
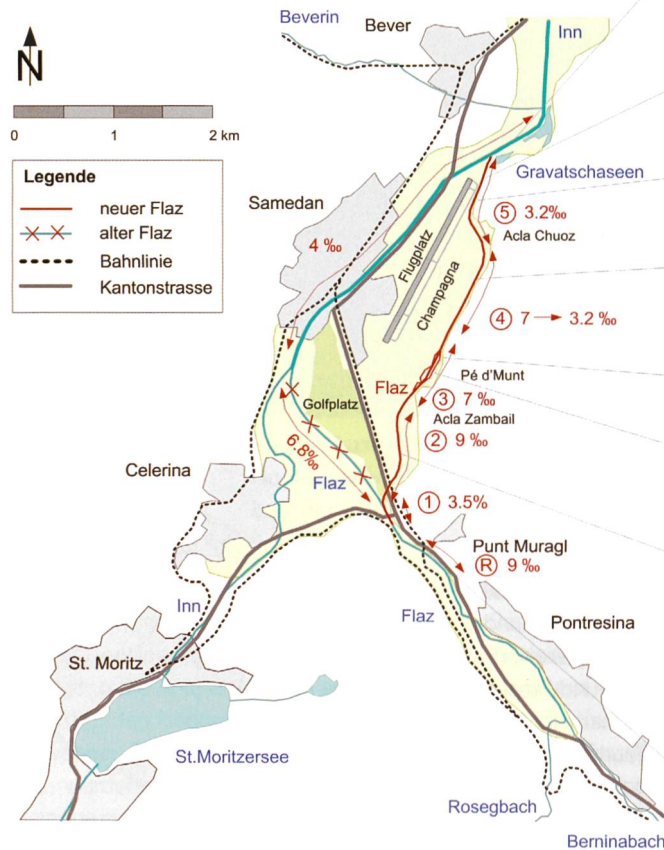


Bild 3. Übersicht über die Flazverlegung (Aufnahmen 8. August 2004).

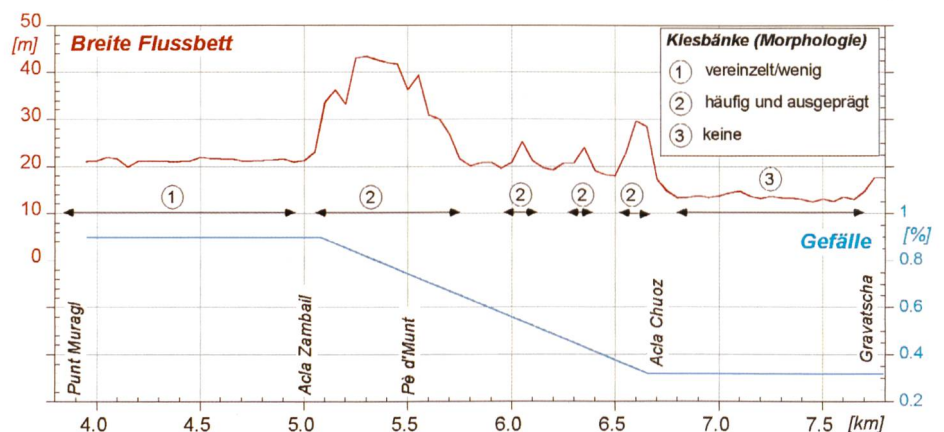


Bild 4. Flussbettbreite und schematische Gefällsverhältnisse im neuen Flazgerinne zwischen Punt Muragl und Gravatscha.

Die Breite des Flussbettes und der rechtsufrigen Hochwasservorländer ändert häufig. Ähnlich wie im Geschiebeablagerungsraum Pè d'Munt ist auch in diesem Abschnitt in den Aufweitungsbereichen mit Bankstrukturen zu rechnen. Diese lokalen Aufweitungen dienen ebenfalls zur Regulierung des Geschiebeeintrages in die folgende, flache Teilstrecke 5. Wie im Geschiebesammler Pè d'Munt muss auch in diesen lokalen Aufweitungen alternierend Geschiebe entnommen werden.

In der letzten Teilstrecke 5 vor der Mündung in den Inn bei Gravatscha wurde wegen des Hochwasserschutzes, des Grundwassers, des Landschaftsschutzes, der Materialbewirtschaftung und der Platzverhältnisse ein möglichst tief liegendes Flussbett respektive möglichst niedrige Dämme angestrebt. Um trotz des geringen Gefälles ein hohes Transportvermögen zu erreichen und möglichst viel Geschiebe in den Inn einzutragen, hat dieser Flussabschnitt ein

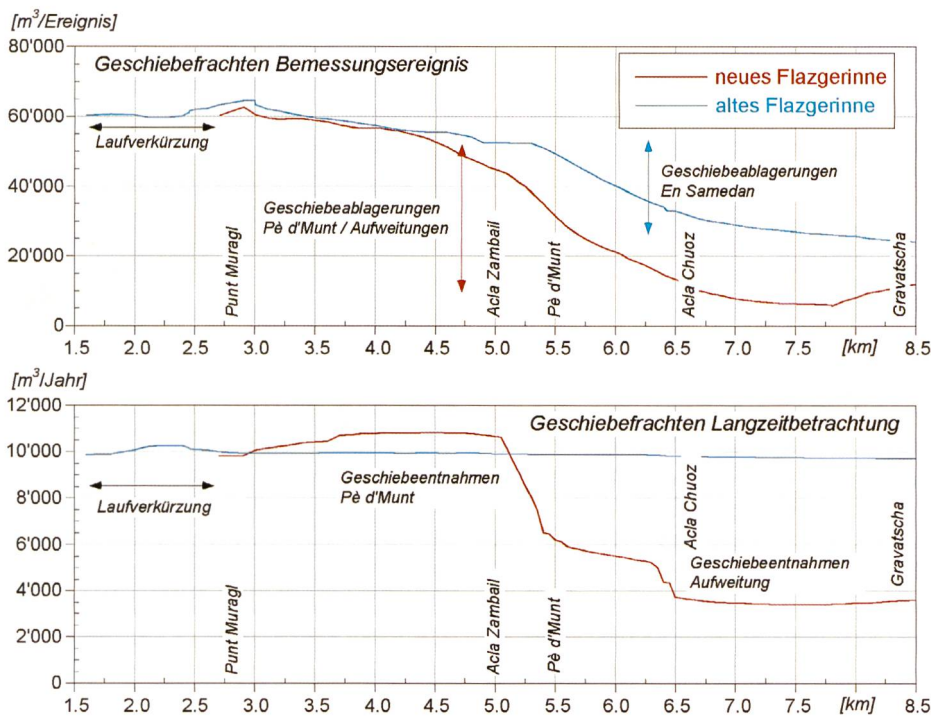


Bild 5. Transportierte Geschiebefrachten in Flaz und Inn mit und ohne Flazverlegung für das Bemessungsereignis HQ₁₀₀ (oben) und die Langzeitbetrachtung (unten).

sehr schmales Bett (14 m) und entsprechend einen kanalartigen Charakter (Fotos F, G). Das Hochwasservorland auf der rechten Seite dient im Winter auch der Langlaufloipe des Engadiner Skimarathons.

Geschiebetransportverhältnisse im neuen und alten Flaz

Beim Bemessungsszenario mit einem Geschiebeaufkommen von 60 000 m³, was dem Transportvermögen des Flaz in der Referenzstrecke oberhalb Punt Muragl entspricht, werden im neuen Flazgerinne Ablagerungen von bis zu 40 000 m³ prognostiziert (Bild 5, oben). Beim gleichen Szenario und dem alten

Flazgerinne hätte im Inn in Samedan mit einer Ablagerungsmenge von 25 000 m³ gerechnet werden müssen.

Die Simulationsberechnungen zeigen weiter, dass im Durchschnittsjahr ein Geschiebeaufkommen von 10 000 m³ durch den Innabschnitt in Samedan ohne Flazverlegung transportiert werden konnte (Bild 5, unten). Mit der Flazverlegung sind im Geschiebesammler Pé d'Munt und in den folgenden Aufweitungen jährliche Ablagerungen von bis zu 6 000 m³ zu erwarten, und es ist davon auszugehen, dass nur 4 000 m³ in den Inn bei Gravatscha eingetragen werden. Dieser verminderte Eintrag ist aus Sicht des Hochwasser-

schutzes positiv zu werten, weil dies der bisher beobachteten Auflandungstendenz in der folgenden Strecke bis La Punt entgegenwirkt und sich dadurch günstig auf die Abflusskapazität auswirkt. Zwischen der neuen Flazmündung und der Bevermündung ist mit Sohlenveränderungen von mehreren Dezimetern zu rechnen, wobei die Erosionstendenz dominiert. Diese Sohlenbewegungen hängen unter anderem mit dem unterschiedlichen Abfluss- und Geschieberegime von Inn und Flaz zusammen. In diesem Innabschnitt ist eine möglichst tiefe Sohlenlage erwünscht, weil sich dies positiv auf das Geschiebetransportvermögen in der Teilstrecke 5 der Flazverlegung auswirkt. Deshalb war zwischen Gravatscha und der Bevermündung eine Sohlenabsenkung vorgesehen.

Gemäss den Modellrechnungen wird der bestehende Erosionstrend zwischen La Punt und S-chanf in einer Periode von rund 20 Jahren um 5 bis 10 cm verstärkt. Sollte der reduzierte Geschiebeeintrag in den Inn unterhalb von Bever wider Erwarten zu nicht tolerierbaren Veränderungen führen, so können die im Geschiebesammler Pé d'Munt entnommenen Geschiebemengen oder Teile davon dem Inn im Bereich Gravatscha dosiert wieder zurückgegeben werden.

Literatur

VAW (1996): Die Gefährdung Samedans durch Hochwasser des En und mögliche Massnahmen zur Verbesserung der Hochwassersicherheit; Bericht Nr. 4098 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich.

Anschrift des Vefassers

Dr. Benno Zarn, Hunziker, Zarn & Partner AG, Via Flucs 10, CH-7013 Domat/Ems.

Bauprojekt neuer Flazlauf

■ R. Staubli

Anforderungen an den neuen Flaz

Das neue Flazgerinne wurde auf ein 100-jährliches Hochwasser von 270 m³/s und ein Extremereignis (EHQ) von 340 m³/s bemessen. Im EHQ-Fall darf der Wasserspiegel nicht über der linksufrigen Dammkrone liegen. Der rechtsufrige Bereich hat mit Ausnahme eines Hochmoors von nationaler Bedeutung, das vor einem 100-jährlichen Hochwasserereignis geschützt werden muss, kein Schutzziel.

Linienführung

Für die Wahl der Linienführung des neuen Flazgerinnes waren verschiedene Kriterien massgebend. Der neue Fluss wurde so ins Ge-

lände gelegt, dass er ein möglichst gleichmässiges Gefälle von Punt Muragl bis zur Einmündung in den En aufweist. Insbesondere im oberen Abschnitt zwischen Punt Muragl und Acla Zambail wurde die Querschnittsgeometrie so gewählt, dass das Geschiebetransportvermögen den Verhältnissen im Flaz oberhalb Punt Muragl entspricht. Weiter wurde darauf geachtet, dass sich der Fluss gut in die Landschaft einpasst und wenig Landwirtschaftsfläche beansprucht. Auch mussten die Planer auf bestehende Bauwerke wie die Kantonsstrasse, den Flugplatz Samedan und auf die unter Schutz stehenden Hochmoore in der Champagna Rücksicht nehmen.

Bereich Punt Muragl/Steilstrecke

Im Bereich Punt Muragl verlässt der neue Flaz das ursprüngliche Gerinne und zweigt in einer Rechtskurve Richtung Champagna ab. Hierzu muss der Flaz unter der Engadinerstrasse H27 und der Bahnlinie der Rhätischen Bahn durchfliessen, was den Bau von zwei neuen Stahlbetonbrücken erforderte. Damit die Unterquerung der Brücken mit einem ausreichenden Freibord möglich ist, muss der Flaz auf einer kurzen Strecke eine Höhendifferenz von 5,5 m überwinden. Es entstand so eine Steilstrecke von 110 m Länge und 3,2 bis 4,2 % Längsgefälle. Bei einem 100-jährlichen Hochwasser und einer durchschnittlichen