

Interreg IIB – Ver- und Entlandung von Stauräumen im Alpengebiet

Von Sven Hartmann

Die kontinuierliche Verlandung von Stauräumen infolge der Sedimentation von im Zufluss mitgeführten Feststoffen beeinträchtigt bzw. gefährdet in vielen Fällen den sicheren Betrieb von Stauanlagen bzw. deren Nutzungen. Bei der Durchführung von Maßnahmen zur Räumung bzw. Verfrachtung der abgelagerten Feststoffe sind betriebliche, hydrologische, hydraulische und ökologische Aspekte sowie die örtlichen Bedingungen zu beachten. Für den Alpenraum ergeben sich durch die besonderen klimatischen und naturräumlichen Bedingungen nochmals spezielle Anforderungen. In dem von der EU kofinanzierten Interreg-IIB-Projekt ALPRESERV führte eine international besetzte Arbeitsgruppe Erfahrungen über Stauraumverlandungen sowie -räumungen im Alpenraum zusammen.

1 Einleitung

INTERREG III B ist eine Gemeinschaftsinitiative, die die interregionale und intraregionale Kooperation innerhalb der EU und mit den Anrainerstaaten anregen soll. Sie wird finanziert durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE). Innerhalb des europäischen Territoriums sind die Alpen ein wichtiges Reservoir natürlicher Ressourcen. Hinsichtlich der Nutzung der Ressourcen bestehen offensichtliche Interessenskonflikte zwischen Gebieten des Alpenkerns und der Voralpen (z. B. Versorgung des Voralpenlands mit Trinkwasser oder Strom aus Wasserkraftanlagen in den Alpen) wie auch unterschiedliche Ansichten in Bezug auf Strategien zu deren Schutz und Entwicklung. Hochwassersituationen in jüngster Vergangenheit zeigen deutlich, dass natürliche Gefahren nicht nur ein Problem des Alpenkerngebietes, sondern auch des Alpenvorlands sind. Insofern erfordern die Themenkomplexe die Erstellung von integrierten Managementstrategien. Dies trifft insbesondere auch auf Stauanlagen zu, die, oftmals als Mehrzweckanlagen konzipiert, wichtige Funktionen beim Hochwasserschutz, der Energieversorgung und der Wasserbereitstellung übernehmen. Die Reduzierung von Stauraumvolumen infolge von Sedimentation kann erhebliche Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Anlagen haben.

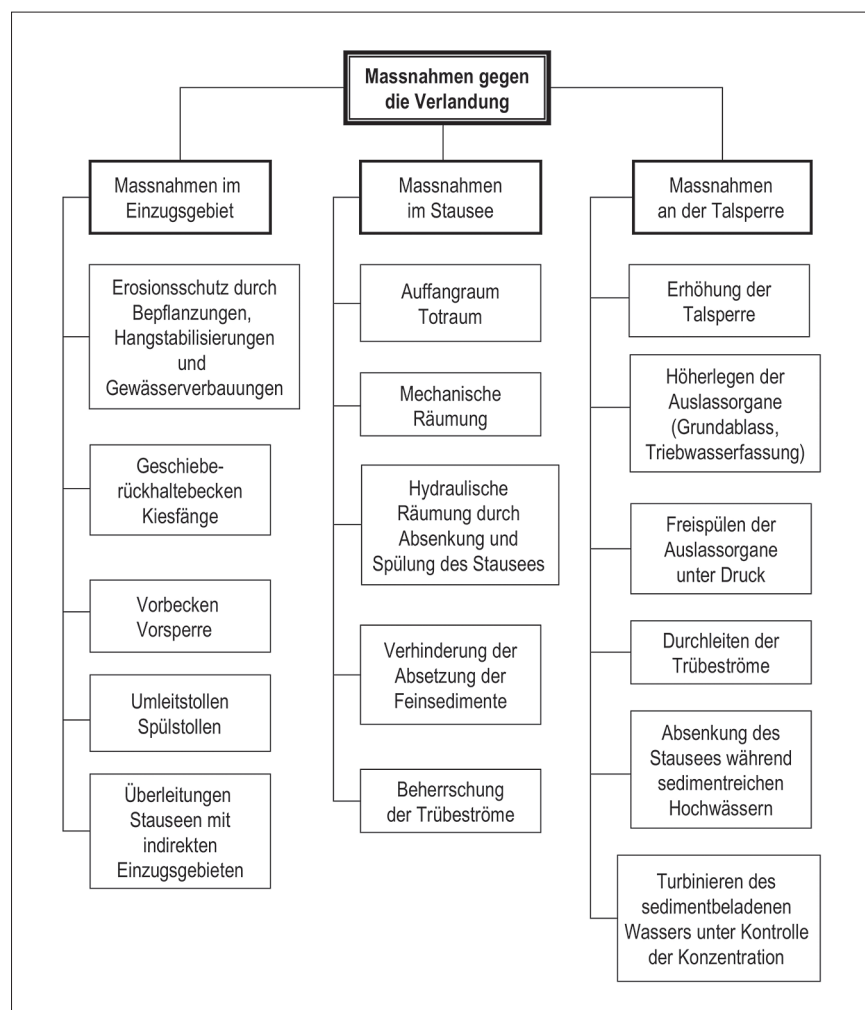


Bild 1: Übersicht über präventive und retroaktive Maßnahmen gegen die Verlandung von Stauseen [3]



Bild 2: Mechanische Entnahme von Sedimenten mit konventionellem Baugerät

2 Sedimentmanagement im alpinen Raum

Die infolge natürlicher geomorphologischer Prozesse erodierten Gesteine werden durch die Fließbewegung des Wassers als Feststoffe transportiert, ehe sie sich bei entsprechenden Randbedingungen in natürlichen bzw. künstlichen Seen und Speichern absetzen [1]. Die Reduktion des Stauraumvolumens, das Verlegen der Betriebseinrichtungen, eine Reduktion der Hochwassersicherheit, Feststoffmangel im Unterlauf etc. können die negativen Konsequenzen sein.

Maßnahmen gegen die Verlandung von Stauseen können grundsätzlich in präventive und retroaktive Maßnahmen eingeteilt werden (Bild 1). Mit den ersteren soll die Entstehung der Verlandung vermindert, mit letzteren diese zumindest teilweise beseitigt werden. Ferner kann zwischen Maßnahmen im Einzugsgebiet, im Stau-

see sowie an der Talsperre unterschieden werden [2].

Die nachfolgende Beschreibung von Einzelmaßnahmen stellt nur einen Auszug der in Bild 1 dargestellten Möglichkeiten dar und ist vornehmlich auf die Bewirtschaftung von Talsperren in alpinen Regionen ausgerichtet, bei denen auch Nassbaggerstrategien eingesetzt werden.

3 Baggerstrategien zur Entlandung von Stauräumen

3.1 Maßnahmen im Einzugsgebiet

Die wirksamste präventive Maßnahme gegen Stauraumverlandung ist der Erosionsschutz im Einzugsgebiet. Wo die klimatischen Bedingungen es erlauben, ist es angezeigt, die Oberflächen durch Bepflanzung vor Erosion zu schützen, wobei Aufforstungen ihre Wirkung gegen die Verlandung jedoch erst langfristig zeigen.

Um den Sedimenteintrag der nach wie vor durch das fluviale System aus dem Einzugsgebiet transportierten Feststoffe in einen Stauraum zu begrenzen, ist die Anordnung von Vorsperren eine bewährte Methode. Damit derartige Rückhaltebecken selbst nicht verlanden, müssen sie laufend geräumt oder gespült werden. Zur Räumung werden meist konventionelle Baumaschinen eingesetzt.

3.2 Maßnahmen im Stausee

Eine häufig angewandte Methode zur Erhaltung des Nutzraumes eines Speicherses ist die Überbemessung des Volumens. Dabei wird für eine bestimmte Zeit, typischerweise etwa 50 Jahre, ein Auffangraum gewährleistet, in dem sich die Sedimente ablageren. Die Verlandung kann hinausgezögert oder verhindert werden, falls man die Ablagerungen regelmäßig räumt. Dies kann mit Baggerungen bei vollem oder abgesenktem Stau vom Ufer oder von schwimmenden Plattformen aus geschehen. Je nach der zu entfernenden Sedimentzusammensetzung und der Entnahmetiefe kommen Saugbagger oder konventionelle, mechanische Bagger zum Einsatz (Bild 2).

Ausgehend von der Einmündung des Zubringers in den Stauraum (Stauwurzel) kommt es infolge der Abnahme der Fließgeschwindigkeit zur Ablagerung zunächst des Grobmaterials, während feinere Partikel weiter in den Stausee eingetragen oder gänzlich durch den Staubereich transportiert werden. Durch die sich natürlicherweise einstellende Sortierung des Materials und die in alpinen Regionen oftmals vernachlässigbar geringe Kontamination kommt eine wirtschaftliche Verwertung der Grobfractionen grundsätzlich in Betracht, während dies für Feinsedimente nahezu ausgeschlossen ist. Nachdem die Feinfraktionen jedoch in der Regel den weitaus größeren Teil der sedimentierten Feststoffe ausmachen, stellt die Entfernung und Beseitigung dieser Materialien die größere Herausforderung dar [4]. Infolge der Topografie, z. B. eingeschnittene Täler, lassen sich, auch bei zunächst nicht betrachteten Transportkosten, kaum nennenswerte Unterbringungsmöglichkeiten lokalisieren.

Ziel eines nachhaltigen Sedimentmanagements wird daher sein, die in den Stausee eingetragenen Feststoffe mittel- bis langfristig in die unterstromige Fließgewässerstrecke zu verfrachten und das natürliche Transportvermögen zu nutzen. Hier ste-

Interreg IIIB – Sedimentation and Evacuation of Alpine Reservoirs

by Sven Hartmann

The continuous sedimentation of reservoirs may affect and endanger the secure operation of reservoirs respectively their use. Operational, hydrological, hydraulic and ecological aspects as well as specific local conditions have to be taken into consideration while planning or applying evacuation measures or the relocation of deposited material. Additionally specific needs arise from particular climatic and ecological conditions in alpine environment. Within the ALPRESERV project, which has received European Regional Development Funding through the Interreg IIIB Community Initiative, an international Task Group consisting of representatives from universities, reservoir operators and administrations, gathered experiences of reservoir sedimentation and evacuation measures in the Alpine Space.

hen einerseits die technischen Lösungen des Spülens und des Einsatzes von Saugbaggern sowie andererseits die Nutzung und möglicherweise Beeinflussung von sich natürlicherweise ausbildenden Dichteströmen zur Verfügung. Allen Maßnahmen ist gemein, dass neben der technischen Lösung auch der Berücksichtigung ökologischer Belange entsprechende Aufmerksamkeit zu widmen ist.

3.3 Maßnahmen an der Talsperre

Während Spülungen und mechanische Verfahren grundsätzlich für Flusstauhaltungen und Speicheranlagen gleichermaßen anwendbar sind, auch wenn sich die Vorgehensweise oftmals deutlich unterscheidet, verstehen sich nachfolgende Strategien ausschließlich für Speicherseen.

Trübe- oder Dichteströme sind meist der maßgebliche Prozess für Umlagerungen innerhalb eines Stausees [5]. Diese entstehen bei Vorliegen gewisser Voraussetzungen, die in alpinen Speichern oftmals gegeben sind, so dass bereits kleinere Hochwässer Trübestrome auslösen können. Sie sind deshalb bei alpinen Stauseen die Hauptursache für den Transport der Feinsedimente bis zur Staumauer, wo sie sich ablagern (Bild 3).

Durch die gezielte Beeinflussung des Phänomens Trübestrom, beispielsweise mittels Hindernissen bzw. Rauheitselementen, lässt sich der Transport von Feinsedimenten an für den Betrieb der Anlage kritische Stellen (u. a. Betriebsauslässe) deutlich reduzieren [6]. Andererseits ist jedoch auch eine Beeinflussung dergestalt denkbar, dass Trübestrome durch Lenkungsmaßnahmen, wie z. B. Leitwerke, gezielt in tiefere Bereiche des Stausees oder bis an die Triebwasserfassungen geführt werden.

Letztlich ist auch die gezielte Förderung abgelagerter Sedimente mittels einer Saugbaggeranlage denkbar: Eine mögliche Variante besteht darin, die aufgenommenen Feststoffe unmittelbar in das Unterwasser abzugeben (Bild 4). Die geringsten Einflüsse auf das Unterwasser sind dann zu erwarten, wenn dort bereits eine größere Menge an Feststoffen auf natürliche Weise transportiert wird bzw. wenn das Unterwasser trübe ist.

Ein anderer Ansatz besteht darin, die Feststoffe permanent in sehr kleinen Konzentrationen dem Unterwasser zuzugeben (Kapitel 4.2).

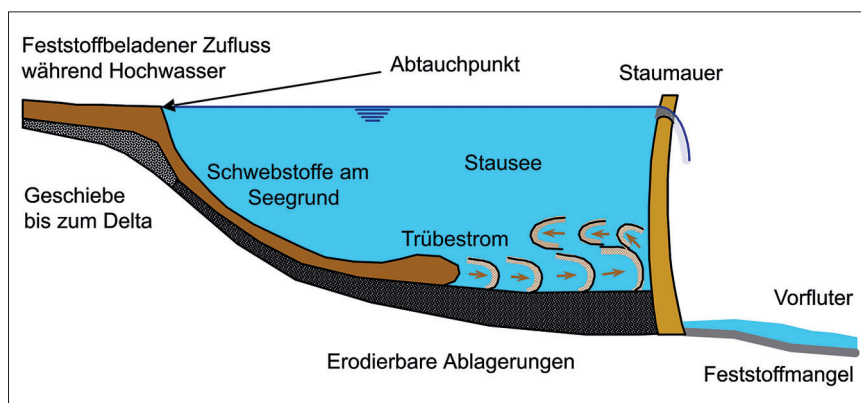


Bild 3: Schematische Darstellung eines Trübestroms in einem Speichersee

4 Beispiele für den Einsatz von Nassbaggerstrategien

4.1 Speicher Margaritze

Der Hochgebirgsspeicher Margaritze ist Teil der Kraftwerksanlage Glockner-Kaprun und befindet sich im Eigentum der Verbund-Austrian Hydro Power AG. Er trägt wesentlich zur Spitzenenergieerzeugung der Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun bei. Dem Speicher vorgelagert ist ein natürlicher Gletschersee, der durch den Rückgang des Pasterze-Gletschers gebildet wurde und bis in die 90er Jahre Sediment zurückgehalten hat. Durch die komplette Verlandung des Gletschersees wird nun Gletscherschliff mit einem durchschnittlichen Volumen von 40000 m³/a im Speicher Margaritze abgelagert [7].

Die Entwicklung, Untersuchung und Genehmigung von Planungsvarianten stellt für den Speicher Margaritze insofern besondere Anforderungen, als der Speichersee am Rande des Nationalparks Hohe Tauern gelegen ist und entsprechende

Schutzziele zu beachten sind. Langfristig sieht die favorisierte Planungsvariante vor, Schwebstoff beladenes Wasser durch eine eigene Hochdruckleitung in den Hauptspeicher der Kraftwerksgruppe zu fördern. In der Zwischenzeit wird, um den Bereich der Betriebsauslässe frei von Ablagerungen zu halten, das Sediment mittels einer Baggerpumpe vom Schluchtteil in den Flachteil umgelagert (Bild 5).

In Bezug auf die spezielle Situation in alpinen Gebieten ergeben sich für den Betrieb des Saugbaggers im Speicher Margaritze einige Besonderheiten. So bedingt die Lage des Sees auf 2000 m ü. NN, dass infolge der klimatischen Bedingungen die Baggerungen auf die Sommermonate beschränkt sind. Die gesamte Anlage muss daher in Einzelteilen angeliefert, vor Ort montiert und im Spätsommer wieder abtransportiert werden. Die einzige Zufahrtmöglichkeit besteht dabei über die Großglockner-Hochalpenstraße, die durch Engstellen, große Steigungen und Kehren gekennzeichnet ist. Die Saugbaggeranlage wurde daher vom Hersteller und Betrei-

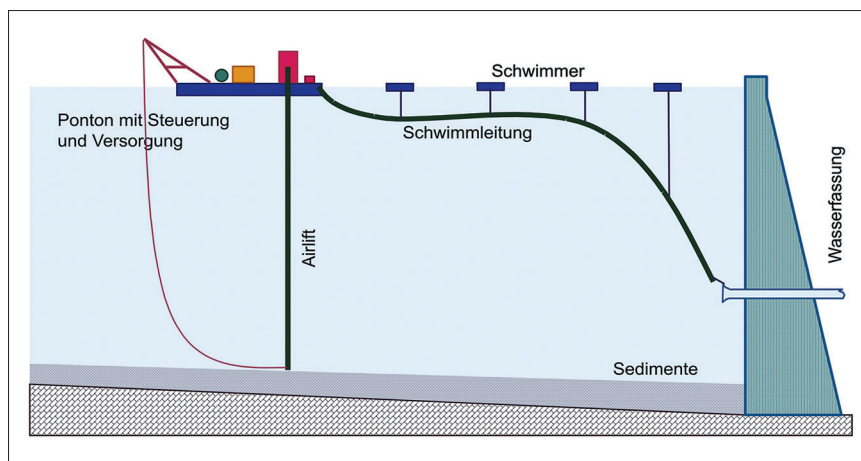


Bild 4: Schematische Darstellung eines Saugbaggers mit Airlift-Pumpe



Bild 5: Transport des Saugbaggers auf Tiefladern über die Großglockner-Hochalpenstraße und Aufbau auf 2000 m ü. NN (links); Umlagerung von Feinsedimenten mit einem Saugbagger innerhalb des Speichers Margaritze (rechts)

ber Dutch Dredging für diesen Einsatzort als Spezialanfertigung konstruiert, um einen Transport auf insgesamt 18 Tiefladern unter Berücksichtigung der besonderen Verkehrssituation zu gewährleisten (Bild 5). Die Montagezeit vor Ort beträgt unter Einsatz eines Autokrans rund sieben Tage.

Das umzulagernde Material besteht vornehmlich aus Gletscherschluff, ist stark kohäsiv und muss aus Tiefen von bis zu 40 m gefördert werden. Mit einer installierten Leistung von über 200 kW wird eine Hochdruckwasserstrahlanlage zur Lösung der

Sedimente sowie zwei Förderpumpen betrieben. Über eine Schwimmleitung erfolgt schließlich die Umlagerung innerhalb des Stauraumes, wobei eine durchschnittliche Förderleistung von 1 000 m³ Sediment pro Tag erzielt wird. Infolge des Einsatzes in einer besonders schützenswerten und sensiblen Alpenregion sind entsprechende Umweltauflagen zu erfüllen. Neben der Verwendung biologisch abbaubarer Schmierstoffe waren konstruktive Sonderlösungen für die Vermeidung von Verschmutzungen durch auslaufende Schmier- und Betriebsstoffe vorzusehen [8]. Schließlich sind ge-

genüber der Anwendung von Saugbaggern in Küstenbereichen oder Binnenwasserstraßen deutlich höhere spezifische Kosten anzusetzen.

4.2 Pieve di Cadore/ Regione Veneto

Der in der Provinz Belluno gelegene Stausee Pieve di Cadore dient vornehmlich der Bereitstellung von Wasser zu Bewässerungszwecken. Als Multifunktionsanlage sind jedoch auch die energetische Nutzung sowie der Einsatz als Hochwasserschutzraum von Bedeutung. Von dem nach der Fertigstellung der Anlage im Jahr 1949 zur Verfügung stehenden Stauraumvolumen von 64 Mio. m³ sind mittlerweile 18 Mio. m³ durch Verlandung nicht mehr nutzbar. Neben den Nachteilen für die originäre Zweckbestimmung werden die teilweise übergroße Flächen sichtbaren Ablagerungen seitens der Tourismuswirtschaft als landschaftsästhetisch störend empfunden, so dass entsprechender Handlungsbedarf zur Entwicklung eines nachhaltigen Sedimentbewirtschaftungskonzeptes besteht.

Der Stausee hat eine Gesamtlänge von rund 6,6 km und ist schlauchartig ausgebildet. Sowohl durch den Hauptzufluss als auch einige Seitenzubringer wird zum Teil grobes Geschiebe in großer Menge eingetragen, das im Bereich der Stauwurzeln sedimentiert und die Hochwassersituation lokal verschärft. Die Hauptverlandungsmengen bestehen jedoch aus Feinsedimenten (Bild 6).

Der besonderen Situation dieses alpinen Speichers soll durch ein abgestuftes Vorgehen Rechnung getragen werden, das derzeit in einer Machbarkeitsstudie untersucht wird.

Die ufernahen, räumlich begrenzten und durch geringe Wassertiefen gekennzeichneten Bereiche mit Kiesablagerungen werden mit mechanischen Geräten entlandet, und das Material wird einer wirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

Aus zentralen Bereichen des Sees werden Feinsedimente mittels Saugbagger entnommen. Hierbei sind jedoch die Bereiche auszunehmen, in denen aus vergangenen Bergwerkstätigkeiten im Oberlauf resultierende Belastungen lokalisiert wurden. Die temporäre Zwischenlagerung in Spülfeldern sowie der Abtransport der auf rund 5 Mio. m³ geschätzten Entnahmemengen gestaltet sich durch die politischen Vor-

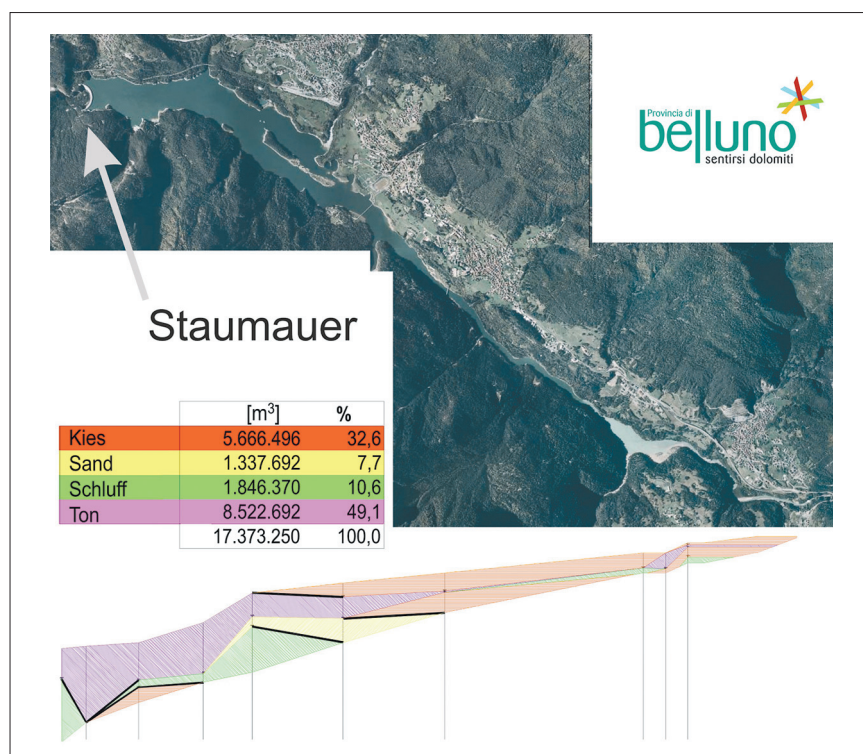


Bild 6: Luftbild des Speichersees Pieve di Cadore sowie Längsschnitt mit Ablagerungsmächtigkeiten

gaben, die Auswirkungen auf den Tourismus zu minimieren, besonders schwierig. Die Entlandung ist daher auf große Zeiträume ausgerichtet. Zur Vermeidung der notwendig werdenden, auf mehr als 100 LKW-Fahrten pro Tag geschätzten Transporte ist auch die Ertüchtigung einer Bahnlinie in Erwägung gezogen worden.

Der größte Teil der zu entlandenden Sedimente befindet sich im Bereich vor der Stauanlage, mitunter in größeren Tiefen. Hier soll die unter Kapitel 3.3 beschriebene Methode einer permanenten Zugabe in das Unterwasser eingesetzt werden. Zu diesem Zweck ist der Betrieb einer sog. JetFlow-Anlage vorgesehen, die die Feinsedimente durch Wasserstrahlen löst und diese anschließend nach dem Prinzip einer Wasserstrahlpumpe über eine Druckleitung zur Hochwasserentlastungsanlage fördert. Die einfach zu steuernde Vorrichtung gewährleistet die Abgabe von mit Sedimenten beladenem Pumpwasser über die Hochwasserentlastung in das Unterwasser, wo sich nach Vermischung mit dem die Turbinen durchströmenden Triebwasser eine ökologisch verträgliche Schwebstoffkonzentration einstellt.

5 Zusammenfassung

Innerhalb des mit EU-EFRE-Fördermitteln kofinanzierten Projektes ALPRESERV wurden an insgesamt sieben Pilotanlagen weit reichende Untersuchungen zur Ver- und Entlandung der Stauräume durch natürlicherweise eingetragene Sedimente durchgeführt. Bei zwei Anlagen werden Nassbaggerstrategien eingesetzt, die im alpinen Raum besonderen Randbedingungen unterworfen sind. Neben den klimatischen Anforderungen spielen ökologische Gesichtspunkte in den weithin sensiblen alpinen Bereichen sowie Belange des Tourismus eine wichtige Rolle. Durch die Topografie des Alpenraums sind meist keine Flächen zur Unterbringung des Materials vorhanden, wobei sich die Transportsituation durch oftmals kleine, gewundene und mitunter steile Straßen als zusätzliche Schwierigkeit erweist. Insofern sind Sedimentmanagementstrategien vorzuziehen, die einen Transport der abgesetzten Stoffe mit dem fließenden Wasser vorsehen. Um dies zu erreichen, müssen die Ablagerungen jedoch zumeist erst gelöst und dem fluvialen System wieder zugeführt werden. Hierbei sind jedoch wiederum die Interessen von Ökologie und Tourismus zu beachten, wobei die ökonomischen Belange der Betreiber gleichermaßen Berücksichtigung finden müssen. Im Allge-

meinen ist für jede Maßnahme ein großer Untersuchungsbedarf vorzusehen, um die komplexen Fragestellungen bearbeiten und eine hohe Akzeptanz erzielen zu können. Dabei kommt den Planungen zugute, dass häufig kein akuter Zeitdruck besteht und eine einvernehmliche Lösung angestrebt werden kann. In Hinblick auf die sich im Alpenraum einstellenden künftigen Änderungen der Hydrologie durch den Klimawandel wird die Verfügbarkeit größerer Rückhaltevolumina bei Extremereignissen an Bedeutung gewinnen. Hierzu kann die Reaktivierung von Stauräumvolumen durch Entlandungsmaßnahmen einen wichtigen Beitrag leisten.

Literatur

- [1] Bechteler, W.: Sedimentquellen und Transportprozesse. In: Schriftenreihe „ALPRESERV – Sustainable Sediment Management in Alpine Reservoirs considering ecological and economical aspects“. Institut für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München. Neubiberg. 2006.
- [2] DWA (Hrsg.): Entlandung von Stauräumen. DWA-Themenband, Hennef. 2006.
- [3] Schleiss, A.; Oehy, Ch.: Verlandung von Stauseen und Nachhaltigkeit. In: wasser, energie, luft 94 (2002), Heft 7/8.
- [4] Hartmann, S.: Sediment Management of Alpine Reservoirs Considering Ecological and Economical Aspects. In: Proceedings of the 9th International Symposium on River Sedimentation, Vol. 1, Yichang/China, 2004.
- [5] De Cesare, G.; Schleiss, A.; Hermann, F.: Impact of turbidity currents on reservoir sedimentation. In: Journal of Hydraulic Engineering 127 (2001), Nr. 1.
- [6] Oehy, Ch.; Schleiss, A.: Beherrschung von Trübestromen in Stauseen mit Hindernissen, Gitter, Wasserstrahl- und Luftblasenschleier. In: wasser, energie, luft 95 (2003), Heft 6/7.
- [7] Knoblauch, H.; Hartmann, S.; De Cesare, G.: Sedimentmanagement an alpinen Speichern. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 57 (2005), Heft 11/12.
- [8] Van de Graaf, C. J.: Sedimentation Monitoring and Dredging Techniques – A case study in Lake Margaritze, Austria. In: Conference Proceedings Hydro Vision, Greece, 2006.

Anschrift des Verfassers:
Dr.-Ing. Sven Hartmann
 Lehrstuhl für Wasserbau
 und Wassermengenwirtschaft
 Institut für Wasserbau
 der Universität Stuttgart
 Pfaffenwaldring 61, 70569 Stuttgart
 sven.hartmann@iws.uni-stuttgart.de

