

Weg frei im Stausee

In den Bergen verstopfen riesige Mengen Geschiebe aus Sand und Steinen die Stauseen. ETH-Forscher zeigen nun auf, wie Umleitstollen gebaut sein müssen, um dieses Problem zu lösen.

Lukas Denzler

Flüsse und Bäche füllen Stauseen nicht nur mit Wasser. Sie führen auch beträchtliche Mengen Steine und Sand mit. Die Folgen: Das Sedimentmaterial verringert allmählich das Speichervolumen der Stauseen, was letztlich die Stromproduktion senkt. Unterhalb der Stau-mauern wiederum fehlt es dann an Geschiebe. Das wirkt sich in vielen Gewässern nicht nur ökologisch, sondern auch aus Sicht des Wasserbaus negativ aus. Das Problem der Verlandung wird sich in Zukunft noch verschärfen. Laut Robert Boes, Direktor der Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW) der ETH Zürich, dürfte im Zuge der Erderwärmung die Erosion in den Alpenländern deutlich zunehmen. Nicht mehr vergletscherte Flächen unterliegen einer stärkeren Erosion durch Niederschläge als solche mit Eisbedeckung.

Mit dem Problem der Verlandung war auch das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) beim Stausee Solis zwischen Thusis und Tiefencastel konfrontiert. Das Staubecken dient dem EWZ als Tagesspeicher, deckt also den Spitzenbedarf an elektrischer Energie ab. 1986 in Betrieb genommen, ging infolge Verlandung bis 2012 die Hälfte des gesamten Stauvolumens verloren; jedes Jahr gelangten durchschnittlich 80 000 Kubikmeter Material in den See.

Hohe Unterhaltskosten

Ausbaggern ist keine Lösung. Wollte man den gesamten Eintrag abfangen, müsste Tag und Nacht jede Stunde ein Lastwagen Steine, Kies und Sand abtransportieren. Um möglichst viel Stauvolumen zu erhalten, hat sich das EWZ dazu entschieden, für 37 Millionen Franken einen 968 Meter langen Umleitstollen für das Geschiebe zu bauen. Dieser ist seit 2012 in Betrieb und wird nur bei hohen Abflüssen mit Geschiebetransport geöffnet.

Bereits 1922 bauten die SBB beim Pfaffensprung bei Wassen einen solchen Bypass. Dieser ist 280 Meter lang und führt unterirdisch am Staubecken vorbei. Er ist dann in Betrieb, wenn die Reuss viel Wasser und Geschiebe führt. In der Regel ist das an mehr als 100 Tagen im Jahr der Fall. In der Schweiz war es das erste Bauwerk dieser Art - und blieb es auch für längere Zeit. In den folgenden Jahrzehnten schenkten die Ingenieure der Verlandung nämlich zu wenig Aufmerksamkeit.

Bei Umleitstollen stellen sich jedoch verschiedene bautechnische Herausforderungen. Mit der Frage, welche Schäden an der Stollensohle entstehen, wenn Geschiebe durchgeleitet wird, beschäftigt sich Michelle Hagmann von der VAW. «Die jährlichen Unterhaltskosten sind beträchtlich und können 1 Prozent der Erstellungskosten ausmachen», sagt sie. In Jahren mit viel Geschiebetransport seien diese sogar deutlich höher. Beim Pfaffensprung haben die SBB-Ingenieure schon viel ausprobiert, um die Unterhaltskosten zu senken. So liessen sie etwa Eisenbahnschienen in die Sohle einbetonieren - ohne den erwünschten Erfolg.

Dicke Granitplatten

Hagmann vergleicht nun das Verhalten und die Wirtschaftlichkeit von Granitplatten und Beton. Auf den Testfeldern betrug die Abrasion beim Granit im Durchschnitt 2 Millimeter und beim Beton 14 Millimeter. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass beim Beton die Abnutzung relativ gleichmässig erfolgte, während beim Granit vor allem die Plattenränder und Ecken betroffen sind. Die Reparaturen am Beton sind wiederum laut Hagmann einfacher auszuführen als an den Granitplatten. Trotzdem setzen die SBB nun auf 30 Zentimeter dicke Granitplatten - eine teure Lösung, die sich über die Jahre aber rechnen könnte.

In Solis untersucht Michelle Hagmann auf sechs Testfeldern fünf Betonarten mit unterschiedlichen Druckfestigkeiten sowie Basalt- und Stahlplatten. Obwohl Schäden sichtbar sind, lassen sich mit laserbasierten Messungen seit der Inbetriebnahme des Stollens noch keine signifikanten Unterschiede nach-



Um die Baugrube des Umleitstollens im Stausee Solis trockenzulegen, nutzt man einen Kreiszellenfangedamm (Bild). Foto: EWZ

weisen. Beim Einbau der Sohle habe man sehr hohe Ansprüche bezüglich Qualität gehabt, sagt Christof Oertli, Leiter der Kraftwerke Mittelbünden des EWZ. Und das zahle sich nun aus. Die Abnutzung der Sohle hält sich aber auch in Grenzen, weil die transportierten Steine eher rund sind und die Sandkörner nur wenig harten Quarz enthalten.

Die Lösung

Der «Tages-Anzeiger» setzt auf konstruktiven Journalismus. Künftig erscheint jeden Montag in der neuen Rubrik «Die Lösung» ein Artikel, der Lösungsansätze für ein aktuelles Problem aufzeigt.



Die Albula führt Steine bis zu einem Durchmesser von etwa 2 Dezimeter mit, während in der Reuss beim Pfaffensprung Blöcke von bis zu 1 Kubikmeter beobachtet wurden.

Nach zwei eher kleineren Hochwassern ereignete sich in Solis am 13. August 2014 eine Flut, die viel Geschiebe mobilisierte. Der Stollen funktionierte, seine Kapazität reichte aber nicht aus, um alles Material abzuführen. «Hätten wir

den Umleitstollen nicht gehabt, so wäre jetzt vermutlich der problemlose Betrieb des Stausees gefährdet», ist Oertli überzeugt. Ein längerer Betriebsunterbruch in Solis hätte grosse finanzielle Einbussen zur Folge.

Sensoren unter der Stahlplatte

Der Betrieb des Stollens ist anspruchsvoll. Damit er das Geschiebe effizient abführt, muss der Seespiegel vor einem prognostizierten Hochwasser um rund 7 Meter abgesenkt werden, was einen Produktionsverlust zur Folge hat. Bei sehr tiefem Niveau müssen die Turbinen der Kraftwerke unterhalb des Sees sogar abgestellt werden.

Bleibt das Hochwasser aber aus, war die Übung umsonst. Bisher war der Stollen jeweils 12 bis 14 Stunden in Betrieb. «Vielleicht können wir noch mehr Material über den Stollen ableiten, wenn wir diesen länger geöffnet lassen», sagt Oertli. Doch je länger der Stollen geöffnet ist, desto grösser fällt der Produktionsverlust aus. Man tastet sich gegenwärtig an den optimalen Betrieb heran.

Interessant wäre, zu wissen, welche Sedimentmengen durch den Stollen transportiert werden. Doch dies zu ermitteln, ist schwierig. Die grösseren Kör-

ner ab 2 Zentimeter Durchmesser versucht Michelle Hagmann, mit einem sogenannten Geophon zu erfassen. Sensoren unter einer Stahlplatte registrieren, wenn Geschiebe über diese gleitet. Daraus lässt sich grob abschätzen, wie viel Geschiebe durch den Stollen abgeleitet wurde. Bei den kleineren Ereignissen dürften es bisher 20 000 bis 80 000 Kubikmeter Material gewesen sein; im August 2014 waren es vermutlich über 100 000 Kubikmeter, also deutlich mehr als durchschnittlich in einem ganzen Jahr in den See gelangt.

Für die Wasserkraftwerke ist die Optimierung ihrer Umleitstollen in erster Linie aus finanzieller Hinsicht von hohem Interesse. In Solis wird nun aber auch untersucht, wie sich das weitergeleitete Geschiebe im Unterlauf auf die Umwelt auswirkt. Gewässerökologen erwarten nämlich eine deutliche Verbesserung der Qualität der Lebensräume. Das Gewässerschutzgesetz schreibt die Sanierung des Geschiebehaushaltes bis 2030 vor. Inwiefern dabei auch Umleitstollen eine Rolle spielen können, wird sich zeigen müssen. Sie können die vielschichtige Problematik zwar elegant lösen; ihr Betrieb ist aber anspruchsvoll und mit beträchtlichem Aufwand verbunden.

Verlandung

Ein globales Problem

Je nach Erdregion unterscheiden sich die typischen Verlandungsraten beträchtlich. Laut Fachleuten geht bereits heute mehr Stauraum jährlich verloren, als neu zusätzlich geschaffen wird. In Asien ist die Verlandung besonders ausgeprägt. Bereits um 2035 könnten dort 80 Prozent des Nutzvolumens der Speicher für die Wasserkraftnutzung verlandet sein. Auch in Südamerika sind die Erosionsraten teilweise hoch, während in Nordamerika und auch in Europa das Problem weniger ausgeprägt ist. Weltweit geht im Mittel 1 Prozent Stauraum pro Jahr vom ursprünglichen Volumen verloren. In 50 Jahren reduziert sich die Speicherkapazität also um die Hälfte. Viele Stauanlagen wurden vor 40 bis 80 Jahren gebaut - das Problem verschärft sich somit zunehmend. (Ide)



TA-Grafik ib