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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 101 (2009)

Heft: 1

Artikel: Verlandungsproblematik in den Stauseen der Kraftwerke Sarganserland, Durchleitung von Trüberströmen als Lösungsvorschlag

Autor: Müller, P. / De Cesare, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941904

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Verlandungsproblematik in den Stauseen der Kraftwerke Sarganserland, Durchleitung von Trübeströmen als Lösungsvorschlag

■ *Ph. Müller, G. De Cesare*

Zusammenfassung

Die beiden Stauanlagen der Kraftwerke Sarganserland verlanden jährlich um rund 75 000 m³ entsprechend einem Volumenverlust des Stausees Gigerwald von 0.2% und des Stausees Mapragg von 0.4%. Das Hauptproblem stellen die steigenden Sedimentablagerungen vor den Staumauern bei den Ablassorganen dar. In Mapragg liegen die Sedimente bereits heute oberhalb der Sohlenkote des Grundablasses. Mittels Trübungsmessungen in den Zuflüssen konnte nachgewiesen werden, dass der grösste Teil der Feststoffeinträge während wenigen Niederschlagsereignissen im Sommer erfolgt. In Mapragg wurden mehrere Trübeströme registriert, welche Feinmaterial bis vor die Staumauer transportierten. Anhand dieser Erkenntnisse wurden Massnahmen untersucht, welche eine weitere Verlandung verhindern oder zumindest vermindern können. Für Mapragg wurde als Sofortmassnahme die Durchleitung von Trübeströmen empfohlen, für dessen Durchführung ein Konzept erstellt wurde. Bei Gigerwald wurde empfohlen, eine Automatisierung für die Ausleitung der Wasserfassungen im Weisstannental bei Hochwasser respektive bei hohen Feststoffkonzentrationen umzusetzen. Beide Massnahmen wurden in der Zwischenzeit umgesetzt. Das Monitoring der kommenden Jahre wird aufzeigen, wie effizient diese Massnahmen sind und inwiefern weitere Massnahmen zu realisieren sind.

1. Einleitung

Die 1971–1978 erbauten Kraftwerke Sarganserland (KSL) befinden sich südwestlich von Bad Ragaz im Tamina- und im Calfeisental. Die installierte Leistung der Anlagen beträgt insgesamt 370 MW und die jährliche Stromproduktion beträgt durchschnittlich 443 Mio kWh. Die Kraftwerke leisten einen wichtigen Beitrag zur Deckung des schweizerischen Bedarfs an Spitzenstrom.

Die beiden Kraftwerkstufen Mapragg und Sarelli nutzen die Wasserzuflüsse eines 159 km² grossen Einzugsgebiets und fassen diese in den beiden Stauseen Gigerwald und Mapragg (vgl. *Bild 1*). Die Gewässervermessungsaufnahmen der letzten Jahre haben aufgezeigt, dass sich in diesen zwei Speichern enorme Mengen an Sedimenten abgelagert haben. Es kann von einem mittleren jährlichen Verlandungsvolumen von insgesamt rund 80 000 m³ ausgegangen werden. Vor allem in Mapragg ist das Verlandungsproblem akut, wo die Sedimente teilweise oberhalb der Unterkante des Grundablasses lagen. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, müssen die Grundablässe zu jeder Zeit funktionsfähig sein.

Infolge der globalen Erwärmung wird davon ausgegangen, dass sich das Verlandungsproblem noch verschärfen wird, da intensivere Regenfälle, vermehrtes Schmelzen des Permafrosts sowie der Rückgang der Gletscher zu erwarten sind (KOHS, 2007).

Die Nordostschweizerische Kraftwerke AG wurde von der KSL mit einer «Studie Verlandung» beauftragt (Müller, 2007). Es sollten ökonomisch und ökologisch durchführbare Massnahmen entwickelt werden, die eine weitere Verlandung verhindern oder soweit möglich verringern. Erste Resultate dieser Studie sind nachfolgend beschrieben. Unter anderem werden die Ergebnisse der Gewässervermessungen sowie der Trübungsmessungen dargestellt und mögliche Massnahmen gegen das Verlandungsproblem aufgeführt. Mit einem Konzept wird konkret die Durchleitung von Trübeströmen bei Mapragg, welche mittels der Trü-

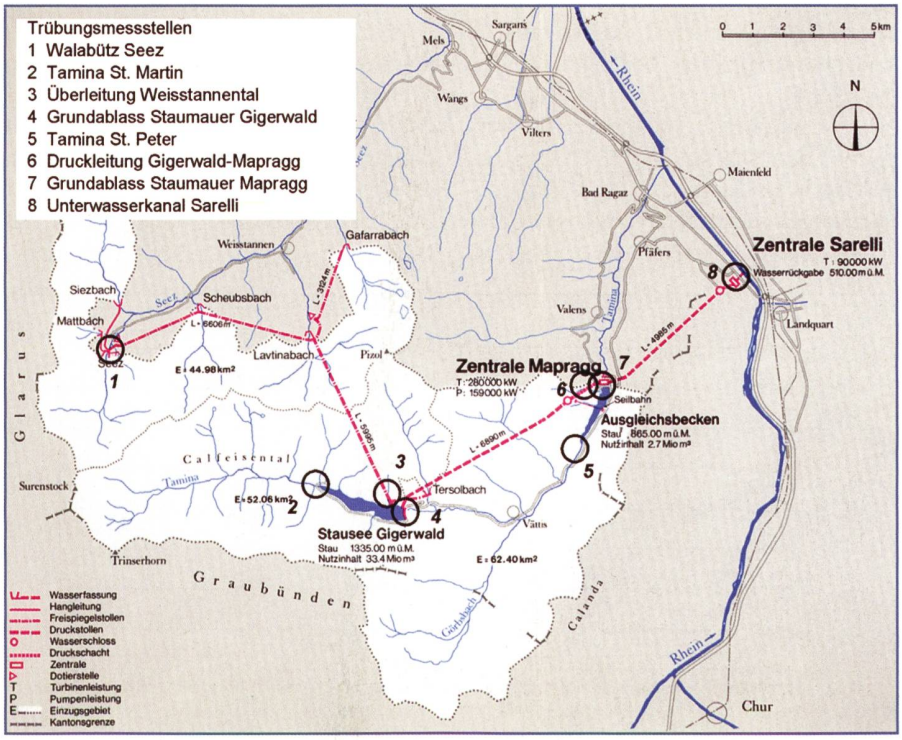

Bild 1. Übersicht der Kraftwerksanlagen Sarganserland mit den installierten Trübungsmesssonden.

bungsmessungen nachgewiesen wurden, vorgeschlagen.

2. Übersicht der Kraftwerksanlagen

In *Bild 1* ist eine Übersicht der Kraftwerksanlagen der KSL gegeben, auf welcher auch die installierten Trübungsmesssonden (vgl. Kap. 4) ersichtlich sind.

Dem 33.4 Mio. m^3 fassenden Stausee Gigerwald fliesst das Wasser aus dem 52 km^2 grossen Einzugsgebiet im Calfeisental und aus dem 45 km^2 grossen Einzugsgebiet im Weisstannental zu. Das Wasser aus dem Weisstannental gelangt über einen Freispiegelstollen in den Stausee. Von Gigerwald führt eine Druckleitung zur Zentrale Mapragg und in den Stausee Mapragg (Nutzvolumen 2.7 Mio. m^3). Das natürliche Einzugsgebiet des Stausees Mapragg beträgt 62 km^2. Bei tiefen Strompreisen wird das Wasser von Mapragg (865 m ü.M.) nach Gigerwald (1335 m ü.M.) gepumpt. Über die Druckleitung von Mapragg zur Zentrale Sarelli verlässt das Wasser das System und wird nach der Zentrale Sarelli in den Rhein eingeleitet.

3. Gewässervermessung und jährliche Verlandung

3.1 Stausee Mapragg

Gewässersohlenvermessung mittels Echolotaufnahmen und GPS werden regelmässig seit 2003 jeden Frühling und Herbst durchgeführt. Mittels Vergleich aus den Terrainaufnahmen vor Ersteinstau konnten die Verlandung und das jährliche Verlandungsvolumen bestimmt werden (vgl. *Bild 2*).

Das totale Verlandungsvolumen wurde Ende 2007 auf rund 560 000 m^3 geschätzt, was einem jährlichen Volumenverlust von rund 18 000 m^3 oder einer jährlichen Verminderung des Seevolumens um 0.4% entspricht. Die Vermessungsdaten zeigen zudem auf, dass während dem Winter eine Konsolidierung der Sedimente stattfindet und sich so das Verlandungsvolumen jeweils verringert. Beim Sedimentmaterial handelt es sich hauptsächlich um Feinstoffe (Silt) und nur in geringeren Mengen um Sand und Kies.

Neben dem Verlust des Volumens, welches ein langfristiges Problem darstellt, besteht vor allem die Gefahr, dass die beiden Grundablässe bei der Staumauer mit Sedimenten überdeckt oder sogar verstopft werden. Die Sicherheit der Anlage wäre damit nicht mehr gewährleistet. Als Sofortmassnahme wurden in den Jahren 2004 und 2005 mehrere 10 000 m^3 Sedimentmaterial mittels Saugbaggerung (Airlift) direkt vor der Staumauer entnommen, via Druckstollen nach Sarelli geführt und in den Rhein eingeleitet. Die entnommenen Materialmengen sind bei den Angaben in *Bild 2* berücksichtigt, d.h., bei der absoluten Verlandung dazuaddiert. Trotz dieser Materialentnahmen stiegen die Sedimente weiter an und lagen Ende 2006 rund 3 m oberhalb der Sohlenkote des Grundablasses. Weitere maschinelle Materialentnahmen wurden 2007 und 2008 mittels Seilbagger durchgeführt.

3.2 Stausee Gigerwald

Die jährlichen Aufnahmen der Gewässersohle zeigen, dass die Verlandung auch beim Stausee Gigerwald ein Problem darstellt. Das absolute Verlandungsvolumen wird auf rund 1.7 Mio. m^3 geschätzt, was rund 5% des ursprünglichen Stauvolumens ausmacht. Die jährliche Verlandung beträgt rund 60 000 m^3 oder rund 0.2% des Gesamtvolumens. Dass die Verlandung nicht regelmässig ansteigt, zeigten die Vermessungsaufnahmen vom Herbst 2005 und 2006, als eine Zunahme der Verlandung von über 90 000 m^3 innerhalb eines Jahres registriert wurde. Seit 2003 konnte vor dem Grundablass ein jährlicher Anstieg der Sedimentsohle von rund 0.75 m beobachtet werden. Ende 2006 lagen die Sedimente noch 5.4 m unterhalb des Grundablasses respektive des Druckstolleneinlaufes (gemeinsames Einlaufbauwerk). Somit muss damit gerechnet werden, dass in 5 bis 15 Jahren die Sedimente in Gigerwald ebenfalls bis auf die Höhe des Einlaufbauwerkes ansteigen werden.

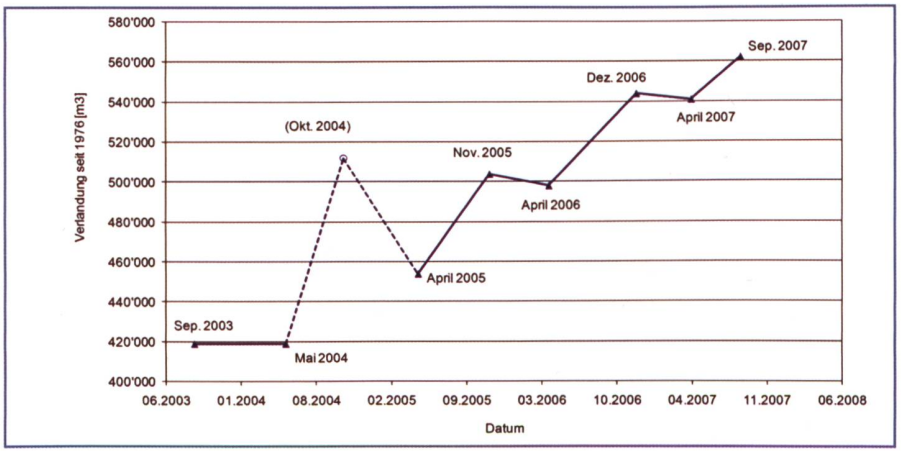

Bild 2. Verlandungsvolumen Stausee Mapragg gegenüber dem Ausgangszustand von 1976 (Messwert von 2004 vermutlich Fehlmessung).

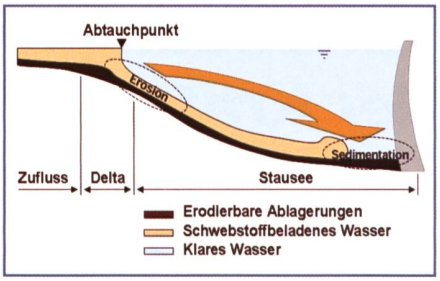

Bild 3. Schematische Darstellung des Sedimenttransports durch Trübeströme in Stausseen (Oehy und Schleiss, 2003).

4. Analyse der Trübungsmessungen

Um bessere Kenntnisse über die ins System eingetragenen Feststoffmengen zu erhalten, wurden im Frühling 2005 an verschiedenen Zu- und Abflüssen des Systems Gigerwald-Mapragg-Sarelli Trübungsmessgeräte installiert, welche die Trübung respektive den Feststoffgehalt in regelmässigen Abständen zwischen einer und vier Minuten aufzeichnen. Die Lage der Messstellen kann *Bild 1* entnommen werden.

4.1 Feststoffkonzentrationen

Die Ergebnisse der Messungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- In den natürlichen Zuflüssen wie auch in der Überleitung vom Weisstannental wurden bei Hochwasser maximale Feststoffkonzentrationen von bis zu 35 g/l gemessen. Bei normalen Abflussmengen betrugen die Konzentrationen lediglich zwischen 0.05 und 0.30 g/l.
- Mit der Messsonde vor dem Grundablass Mapragg konnten bei mehreren starken Niederschlagsereignissen Trübeströme nachgewiesen werden, welche 3 bis 4 Stunden nach Zufluss von feststoffreichem Wasser aufgrund der grösseren Dichte entlang des Talweges bis zur Staumauer geflossen sind (vgl. *Bild 3*). Bei Ankunft des Trübestromes bei der Staumauer zeigte die Messsonde vor dem Grund-

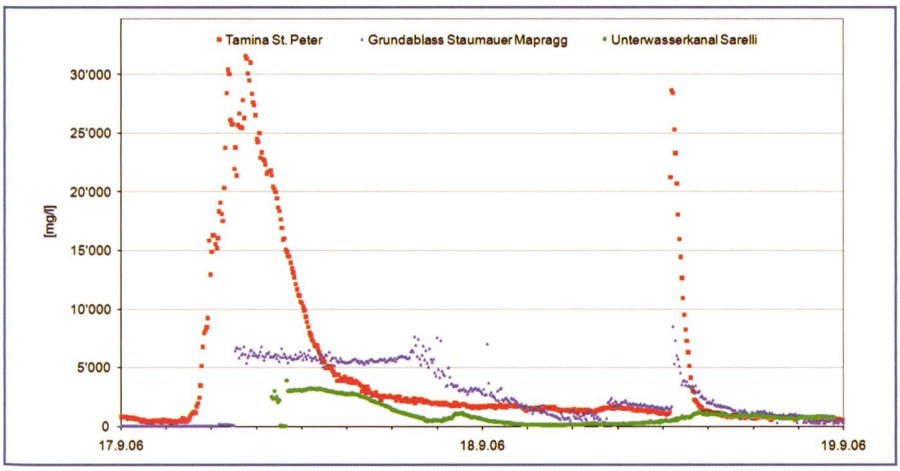

Bild 4. Messungen der Feststoffkonzentration in Mapragg während den Hochwassern vom 17. und 18. September 2006.

ablass jeweils einen sprunghaften Anstieg der Feststoffkonzentration auf maximal 14 g/l. *Bild 4* zeigt die Trübungsmessdaten für ein Niederschlagsereignis im September 2006. Nach Ankunft des Trübestromes im vorderen Bereich des Sees setzten sich die Feststoffe innerhalb mehrerer Stunden bis Tage ab. Nach den zwei grössten Ereignissen im 2006, als vor dem Grundablass bis 14 g/l gemessen wurden, musste der Grundablass geöffnet werden, da infolge Verstopfung der Dotationsöffnungen, welche sich im Grundablass befinden, kein Wasser mehr in die Tamina abgegeben werden konnte.

- Die sechs grössten Trübestromereignisse in den Jahren 2005 und 2006, welche zu Feststoffkonzentrationen von über 2 g/l vor dem Grundablass führten, wurden speziell untersucht. Sie wiesen folgende Merkmale auf: die Feststoffkonzentration im Zufluss (Tamina St. Peter) lag während mindestens 8 Stunden über 5 g/l und die maximale Konzentration betrug mindestens 16 g/l. Ereignisse mit kleineren Feststoffkonzentrationen oder kürzerer Dauer führen nur zu geringen oder keinen Trübeströmen.

4.2 Feststofffrachten

Mittels Feststoffkonzentrationen und den Abflussdaten konnten die Frachten berechnet werden. Die Summenkurve für den Stausee Mapragg für das Jahr 2006 kann *Bild 5* entnommen werden. Die Resultate der Jahre 2005 bis 2007 können wie folgt zusammengefasst werden:

- Der grösste Teil der Feststoffeinträge erfolgt an wenigen Ereignissen hauptsächlich zwischen Juni und Ende September. 60 bis 70% sämtlicher Materialeinträge nach Mapragg erfolgten im Jahre 2006 während Ereignissen, als Trübeströme aufgetreten sind und vor dem Grundablass mehr als 2 g/l gemessen wurden.
- In Mapragg gelangen 30% der Feststoffeinträge über das Triebwasser von Gigerwald und 70% aus dem natürlichen Einzugsgebiet in den See. Von dieser Menge wurden 14% nach Gigerwald zurückgepumpt und 26% via Druckstollen nach Sarelli ausgetragen. Die restlichen Feststoffe lagerten sich im See ab (rund 35 000 t im Jahre 2006).
- In Gigerwald stammen 40 bis 50% der Feststoffeinträge vom Weisstannental und gelangen via Überleitung in den See; 50 bis 60% der Einträge kommen aus dem natürlichen Einzugsgebiet.

5. Mögliche Massnahmen gegen die Verlandung

Die in *Bild 6* dargestellten Massnahmen wurden spezifisch für die Anlagen der KSL hinsichtlich ihrer Machbarkeit und ihrem Nutzen untersucht.

Der Fokus der Untersuchungen wurde dabei auf eine nachhaltige Lösung gelegt, das heisst einer Lösung, bei welcher sämtliches eingetragene Feststoffmaterial entweder direkt weitergegeben oder gefördert und abgelagert wird, so dass die Verlandung nicht weiter zunimmt. Als «prioritäre Massnahmen» stellten sich folgende drei Massnahmen heraus:

1. Überleitung Weisstannental ausleiten:

Damit bei Hochwasser mit grossen Feststoffkonzentrationen nicht die gesamte Fracht dem Stausee Gigerwald zufliesst, ist eine automatische Ausleitung der Fassungen bei zu grossen Feststoffkonzentrationen zu installieren. Der Verlust an gefasstem Wasser ist im Vergleich zum Nicht-Eintrag von Feststoffen auch aus ökonomischer Sicht sinnvoll. Rund 40 bis 50% der Feststoffeinträge nach Gigerwald stammen aus dem Weisstannental. Die Trübungsmessungen zeigten, dass über 60% dieser Einträge an wenigen Hochwasserereignissen zugeführt werden.

2. Durchleiten der Trübeströme bei Mapragg:

Die Trübungsmessungen zeigen auf, dass grosse Mengen an Feststoffen mittels Trübeströmen bis zur Staumauer Mapragg transportiert werden. Beim extremen Hochwasser im August 2005 musste aufgrund der grossen Zuflüsse Wasser in die Tamina abgegeben werden. Anstelle der Hochwasserentlastung wurde der Grundablass geöffnet und das Wasser über diesen abgelassen. Durch diese Massnahme konnte feststoffhaltiges Wasser, welches mittels Trübeströmen entlang der Sohle bis zum Grundablass transportiert wurde, direkt weitergegeben werden. Insgesamt wurden über 6000 t Feststoffe ausgetragen. Wäre das Wasser über die Hochwasserentlastung abgeflossen, hätten sich die Feinstoffe im See abgesetzt. Wenn sich die

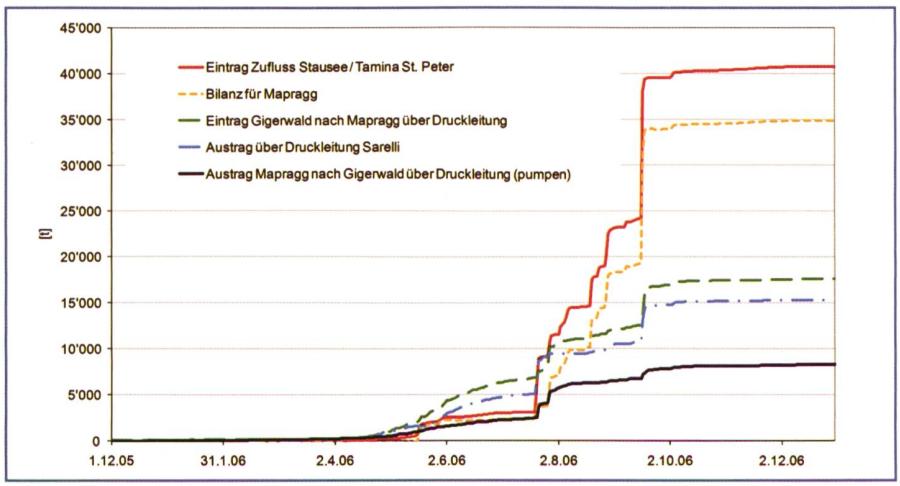

Bild 5. Summenkurven der Feststofffrachten Mapragg für 2006 (Eintrag und Austrag).

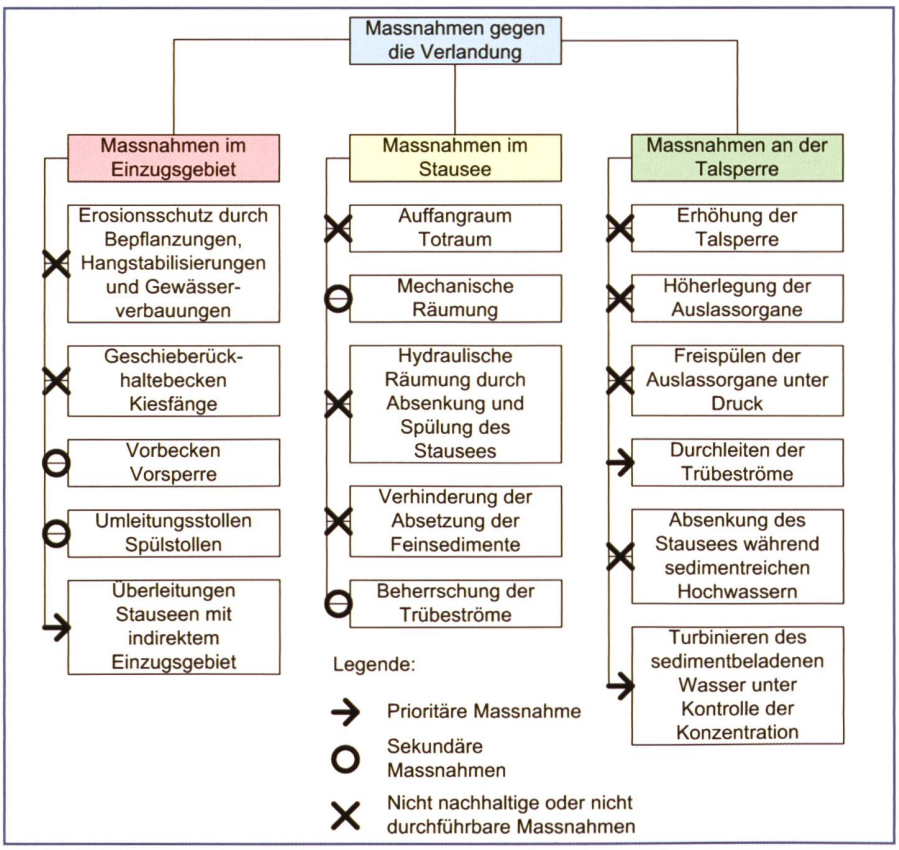

Bild 6. Übersicht über denkbare Massnahmen gegen die Verlandung (Schleiss, 2005), unterteilt in prioritäre, sekundäre und nicht nachhaltige/nicht durchführbare Massnahmen für die Anlagen der KSL.

Sedimente einmal abgesetzt haben, können diese mittels Wasserabgabe über den Grundablass nicht mehr mobilisiert werden. Die spätere maschinelle Entnahme dieser Feststoffe hätte zu hohen Kosten geführt. Aufgrund dieser Erfahrungen wurde nun empfohlen, den Grundablass zu öffnen, wenn Trübeströme bis zur Staumauer fliessen. Der Grundablass soll dabei auch geöffnet werden, wenn der Stausee noch nicht voll ist. Allenfalls kann mit baulichen Massnahmen im Stausee der Fluss des Trübestromes begünstigt und so die Effizienz gesteigert werden. Ein Konzept für die Durchleitung von Trübeströmen bei Mapragg wurde erarbeitet und im Sommer 2007 von den zuständigen Behörden bewilligt. Wenn die Feststoffkonzentration vor dem Grundablass über 2 g/l steigt, soll zwischen 5 und 25 m^3/s Wasser abgegeben werden. Das Regime der Abgabe entspricht einem natürlichen Hochwasser. Nach der Durchleitung des Trübestromes wird zur Reinigung des Bachbettes eine Nachspülung durchgeführt. Die maximale Wasserabgabe ist umso höher, je grösser der gemessene Feststoffgehalt ist. Die Durchleitung sowie deren Auswirkungen auf die Umwelt werden mittels Monitoring überwacht. Negative gewässerökologische Auswirkungen werden jedoch nicht erwartet, da die abgegebene Wassermenge und Feststoffkonzentration tiefer sind als bei einem natürlichen Hochwasserereignis. Die künstlichen Hochwasser können sogar zu einer Aufwertung der Tamina führen, da sie annähernd natürlichen Hochwassern entsprechen.

3. Turbinieren des sedimentbeladenen Wassers:

Zusätzlich zur Durchleitung der Trübeströme über den Grundablass ist das feststoffhaltige Wasser auch über das Triebwasser aus den Stauseen zu entfernen. Da das Einlaufbauwerk des Druckstollens bei Mapragg höher liegt als der Grundablass, ist die Feststoffkonzentration des Wassers und somit die Austragsleistung geringer. Feststoffhaltiges Wasser, welches sich unterhalb des Einlaufbauwerks einlagert, kann nur über den Grundablass abgegeben werden. Diese Massnahme ist daher nur als Zusatz denkbar. Es bleibt zu prüfen, ob die Effizienz dieser Massnahme mit dem Bau eines Siphons vor dem Einlaufbauwerk erhöht wird, wenn damit Wasser aus tieferen Lagen und entsprechend höherer Feststoffkonzentration ausgetragen werden kann. Hinsichtlich Abrasion der Maschinen sind aufgrund der Erfahrungen und der Art des Feststoffmaterials keine grösseren Probleme zu erwarten. In den letzten Jahren wurden die maschinell geförderten Feststoffe ohne gravierende Schäden dem Triebwasser zugegeben (Feststoffkonzentrationen von bis zu 1.5 g/l).

Es ist schon jetzt klar, dass diese «prioritären Massnahmen» die Verlandung lediglich zu verringern mögen. Das Monitoring der nächsten Jahre wird zeigen, inwiefern die «sekundären Massnahmen» umzusetzen sind. Als Notlösung sind hier vor allem maschinelle Materialentnahmen zu erwähnen, wo das geförderte Feststoffmaterial entweder wie bisher dem Triebwasser zugeführt oder abtransportiert wird. Diese maschinelle Entnahme könnte mit dem Bau einer Vorsperre vereinfacht werden. In diesem Zusammenhang wird auch die Realisierung eines Umleitstollens bei Mapragg diskutiert. Zur Behebung der Verlandung Gigerwald ist detaillierter zu untersuchen, ob feststoffhaltiges Wasser über den Druckstollen nach Mapragg gebracht werden soll. Dabei ist die Installation eines Geotextils vor der Staumauer Mapragg zu untersuchen, welches die über das Triebwasser eingetragenen Feststoffe im vorderen Bereich des Sees behalten soll, so dass sie rasch in die Tamina oder ins Triebwasser nach Sarelli weitergegeben werden können. Bei einer Feststoffabgabe über den Grundablass Gigerwald würden die Feststoffe wiederum dem Stausee Mapragg in der Stauwurzel zufliessen. Eine solche Massnahme würde daher auch für den Bau eines Umleitstollens bei Mapragg sprechen.

6. Abschliessende Beurteilung und Ausblick

Damit die Verlandung der Stauseen der KSL verlangsamt werden kann, wurden die relativ einfach durchführbaren Massnahmen «Durchleitung der Trübeströme bei Mapragg» und die «Ausleitung der Wasserfassungen im Weisstannental bei hoher Feststoffkonzentration» bereits umgesetzt. Das Monitoring der kommenden Jahre wird aufzeigen, wie effizient diese Massnahmen sind und inwiefern die weiteren Massnahmen zu realisieren sind. Die Untersuchung hat gezeigt, dass obwohl eine Reihe von Ideen zur Behebung des Verlandungsproblems bestehen, noch kein Patentrezept existiert. Bei Neuanlagen können die Ideen bereits beim Bau umgesetzt und ein Konzept für die Sedimentbewirtschaftung entwickelt werden. Bei bestehenden Anlagen ist die nachträgliche Umsetzung einer nachhaltigen Lösung jedoch sehr schwer zu realisieren. Zudem ist jede Anlage einzigartig und se-

parat zu beurteilen. Wird das Ziel verfolgt, die Verlandungen in beiden Stauseen der KSL nicht weiter ansteigen zu lassen, so ist in Zukunft von jährlichen Unterhaltskosten oder Kosten infolge von Wasserverlust von über einer Million Franken auszugehen. Werden keine Massnahmen umgesetzt, so muss von einer stetigen Zunahme der Verlandung in beiden Seen mit den entsprechenden Folgen ausgegangen werden. Der Gewinn oder der Nutzen der Massnahmen liegt somit in der Gewährleistung einer langjährigen, nachhaltigen und zuverlässigen Betriebsführung der Anlagen.

Referenzen

KOHS Kommission Hochwasserschutz im Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband (2007): Auswirkungen der Klimaänderung auf den Hochwasserschutz in der Schweiz, Wasser Energie Luft, 1-2007, Seiten 55–57.

Müller, Ph. (2007): Verlandungsproblematik in den Stauseen der Kraftwerke Sarganserland – Situationsanalyse und Lösungsvorschläge, Diplomarbeit, Master of advanced studies (MAS) in Water Resources Management and Engineering, EPFL-ETHZ, 2005–07.

Oehy, C. und *Schleiss, A.* (2003): Beherrschung von Trübeströmen in Stauseen mit Hindernissen, Gitter, Wasserstrahl- und Luftblasenschleier, wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 95. Jahrgang 2003, Heft 5/6, 2003, Seiten 143–152.

Schleiss, A. (2005): Einführung in das Tagungsthema – Problematik der Stauseeverlandung, Communication 22 Interreg IIIB – Projet Alpreserv, Nachhaltiges Sedimentmanagement in alpinen Speichern, Laboratoire de Constructions Hydraulique, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, ISSN 1661–1179, Seite 5–9.

Adressen der Autoren

Philippe Müller, dipl. Umwelt-Ing. ETH/MAS EPFL
Nordostschweizerische Kraftwerke AG
Parkstrasse 23, CH-5401 Baden
philippe.mueller@nok.ch

Dr. *Giovanni De Cesare,* dipl. Bau-Ing. EPFL
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH)
Station 18, CH-1015 Lausanne
giovanni.decesare@epfl.ch

Entlandung des Stausees Solis durch einen Geschiebeumleitstollen

Christof Oertli

Zusammenfassung

Wegen des im Verhältnis zum Stauvolumen grossen Einzugsgebietes verlandet der Stausee Solis zusehends. Um diese Verlandungsproblematik anzugehen, wurden verschiedene Varianten untersucht und miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass ein rein wirtschaftlicher Vergleich dieser Varianten ein unvollständiges Bild ergibt. Der Entscheid zur Realisierung eines Geschiebeumleitstollens basiert vor allem auf einer pragmatischen Gewichtung der Variantenrisiken. Der Geschiebeumleitstollen wird so konzipiert, dass bei einem möglichst breiten Zuflussspektrum eine optimale Entlandungsleistung sichergestellt wird. Ebenfalls wird der Minimierung der Abrasionsschäden ein grosses Gewicht beigemessen.

Bild 1. Stauanlage Solis.

1. Ausgangslage

Die Stauanlage Solis wurde 1986 fertiggestellt *(Bild 1)* und speist seither die Kraftwerke Sils i. D. und Rothenbrunnen des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich (ewz) mit Triebwasser. Der Stausee Solis *(Bild 2)* liegt im Albulatal, unmittelbar unterhalb Tiefencastel. Der fjordartige, langgezogene Stausee wies ursprünglich ein Stauvolumen von 4.6 Mio. m^3 auf und wird als Tages- und Wochenendspeicher eingesetzt. Die Einzugsgebietsfläche beträgt rund 900 km^2, was zu einem aussergewöhnlich ungünstigen Verhältnis Seevolumen zu Einzugsgebietsfläche führt. Entsprechend ausgeprägt ist die Verlandungsproblematik:

Jährlich gelangen im Mittel rund 110 000 m^3 Material in den Stausee, wobei die Kubaturen in Abhängigkeit der auftretenden Hochwasser stark variieren. Das