Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 94 (1996)

Heft: 7

Artikel: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen

Autor: Waldschmidt, H. / Feuz, B. / Ammann, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-235257

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

Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen

H. Waldschmidt, B. Feuz, M. Ammann

Ebenso wie natürliche Seen haben auch Stauseen die Tendenz, durch das von den Zuflüssen mitgeschleppte Material allmählich zu verlanden. Das verringert nicht nur das Speichervermögen und damit die Stromproduktion, sondern kann gleichzeitig die Funktion der gesamten Kraftwerkanlage beeinträchtigen. Ein internationales Symposium der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich hat sich kürzlich mit den Problemen der Verlandung und ihrer Verhinderung befasst.

Les bassins d'accumulation d'eau ont la tendance, à l'instar des lacs naturels, d'être remblayés peu à peu par les matériaux que charrient les affluents. Ce phénomène ne diminue pas seulement la capacité d'accumulation et, par conséquent, la production d'énergie mais peut également porter préjudice au fonctionnement de l'ensemble de l'usine électrique. Un symposium international organisé par l'Institut d'hydraulique, d'hydrologie et de glaciologie de l'EPF Zurich s'est récemment occupé de ces problèmes de remblayage et de la façon de les éviter.

In modo affine ai laghi naturali, anche i laghi delle dighe hanno la tendenza a interrarsi con il materiale trasportato dagli affluenti. Questo fatto limita non solo la capacità del bacino e quindi la produzione di energia elettrica, ma al contempo può influenzare la funzione di tutta un'azienda idroelettrica. Un simposio internazionale dell'Istituto sperimentale di opere idrauliche, idrologia e glaciologia (VAW) dell'ETH di Zurigo di recente si è soffermato ad analizzare il problema dell'interramento e a come evitarlo.

Geschiebe verkleinert das Volumen und gefährdet die Funktionsfähigkeit

H. Waldschmidt

Es fällt schwer sich vorzustellen, dass der Bodensee einmal doppelt so gross war wie heute. Noch schwieriger dürfte die Vorstellung sein, dass er in etwa 12000 Jahren nicht mehr bestehen wird. Denn Jahr für Jahr transportiert der Alpenrhein – im übrigen der grösste Wildbach Europas – eine Geschiebemenge von rund drei Millionen Kubikmetern in den See und füllt ihn allmählich auf. Diese jährliche Fracht entspricht in etwa dem Inhalt der Cheops-Pyramide oder dem Inhalt eines Turmes von 400 Meter Höhe mit der Grundfläche eines Fussballfeldes!

Unerwünschte Fracht

Was beim Bodensee und anderen natürlichen Seen wohl oder übel hingenommen wird, trachtet man bei den künstlichen Stauseen so gut als möglich zu verhindern, denn dort stört der Eintrag von Geröll, Kies, Sand und Schlamm durch die Zuflüsse ungleich mehr. Nicht nur, dass das Stauvolumen ohne Gegenmassnahmen ständig abnehmen und zu einer zusehends kleineren Stromproduktion führen würde; das unerwünschte Material führt gleichzeitig dazu, dass der Grundablass, über den jeder Speichersee schon aus Sicherheitsgründen verfügt, allmählich zugeschüttet wird und dadurch nicht mehr funktioniert.

Nicht alle Stauseen sind gleichermassen von der Verlandung bedroht: Art und Menge des eingetragenen Materials hängen zum einen von der Beschaffenheit des Einzugsgebietes zum anderen aber auch von seiner Grösse ab. Grobes Material, wie es von den Zuflüssen vor allem bei Hochwassern in erheblichen Mengen und in kürzester Zeit herangeschleppt wird, bleibt vorwiegend im Uferbereich liegen. Es sorgt dort für unerwünschte Deltabildungen, die direkt das Speichervolumen verkleinern.

Die Feinfracht (Sand, Schlamm), die bis an die Staumauer vordringt, schüttet allmählich den Grundablass zu und verfestigt sich dort, so dass eine rasche Absenkung des Sees in Notfällen oder eine völlige Entleerung mit der Zeit nicht mehr möglich wären.

Vorbeugen genügt nicht

Die Verlandung von Stauseen (und auch von Stauhaltungen in Flüssen) ist so alt wie die Stauseen selbst, und auch die Massnahmen zu deren Verhinderung bzw. Beseitigung sind nicht absolut neu. Durch den technischen Fortschritt lassen sich diese Methoden inzwischen aber effizienter und gezielter einsetzen.

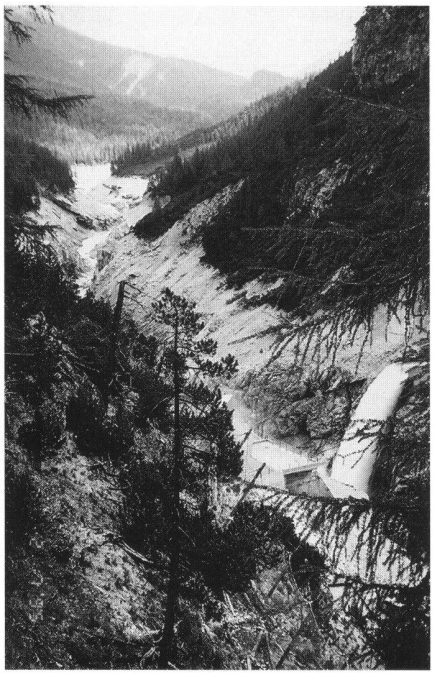
Am besten ist es, wenn das von den Zuflüssen mitgeführte Material erst gar nicht ins Staubecken gelangt. Tatsächlich versucht man auch, die feste Fracht schon vor dem See in Geschiebesammlern zurückzuhalten oder das Geschiebe – namentlich bei Hochwassern – durch Umleitungsstollen um den Stausee herum in den Unterlauf des Gewässers zu befördern. Doch abgesehen davon, dass Umleitungsstollen nur bei kleineren Stauseen in Frage kommen, lassen sich Wasser und Geschiebe ohnehin nie vollständig trennen. Ein Teil des Geschiebes wird dennoch das Staubecken erreichen, während durch die Umleitung gleichzeitig Nutzwasser verloren geht.

Wichtiger als Vorkehren gegen die Verlandung sind in der Praxis Massnahmen, um bereits eingetragenes Material wieder aus den Stauseen zu entfernen. Eine davon ist das konventionelle Ausbaggern. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Saugbaggern zu: Kies, Sand und Schlamm werden auf dem Seegrund wie mit einem Staubsauger abgesaugt und an die Oberfläche befördert. Weil sich das Material aber grösstenteils schon verfestigt hat, muss es zuerst gelockert werden. Das geschieht entweder durch gezielte scharfe Wasserstrahlen an der Absaugstelle oder durch eine Art Bohrkopf.

Dosiertes Spülen

Eine wichtige Rolle bei der – mehr oder weniger regelmässigen – «Frühjahrsputzete» von Speicherseen spielt zudem die Spülung durch den geöffneten Grundablass. Man könnte annehmen, dass dies am besten mit möglichst hohem Druck, d.h. bei gefülltem See, geschieht. Bewährt hat sich aber das Gegenteil: Spült man nämlich mit hohem Druck, wird dadurch nur ein Trichter bzw. ein Canyon in die Ablagerungen unmittelbar vor dem Grundablass gerissen, während weiter entferntes Material liegenbleibt. Weit effizienter ist dagegen eine Spülung bei abgesenktem See: Wie in einer Badewanne mit Schmutzwasser fliesst der «Dreck» auch in einem Stausee erst am Schluss konzentriert ab.

Allerdings können Stausee-Spülungen nicht zu beliebigen Zeiten durchgeführt werden. Geschähe dies bei Niedrigwasser in den Bächen und Flüssen unterhalb der Staumauer, bliebe das Material schon am Anfang liegen und würde zudem – neben weiteren Schäden an Fauna und Flora – unweigerlich zu Fischsterben führen. Man wartet deshalb jeweils Hochwasser ab, in denen sich die ausgespülten Feststoffe besser verteilen, d.h. nur noch zu ungefährlichen Konzentrationen führen.



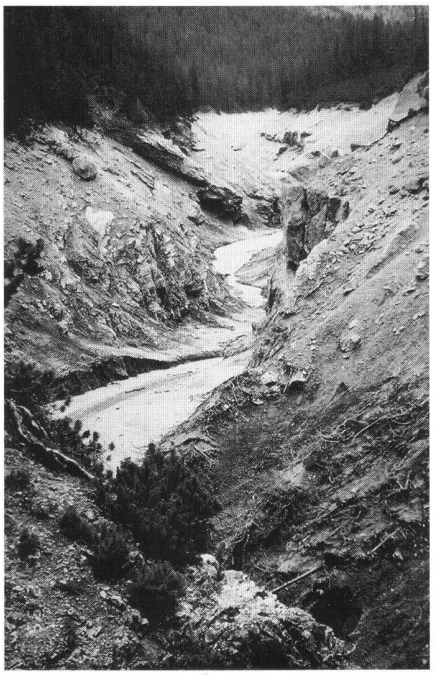


Abb. 1 und 2: Entleertes Staubecken Ova Spin, das mitten in den Schweizerischen Nationalpark eingebettet ist. Das aus der Seewurzel zufliessende Spülwasser wurde mit grosser Frischwassermenge, die über den Freispiegelstollen zugeleitet wurde, effizient verdünnt. Am rechten Bildrand ist die Mündung des Freispiegelstollens mit dem abstürzenden Innwasser ersichtlich. (Foto: Engadiner Kraftwerke AG [EKW], Zernez/GR.)

Symposium «Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen»

Im Rahmen eines internationalen Symposiums an der ETH Zürich vom 28. und 29. März 1996 sprachen 32 Referenten aus Deutschland, Österreich, den Niederlanden und der Schweiz zum Thema «Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen». Diskutiert wurden dabei Fragen, wie die Verlandung kleingehalten werden kann, wie ohne grössere Schäden gespült und gebaggert wird und welche Wechselwirkungen dabei zwischen den Bedürfnissen der Energieproduktion, des Hochwasserschutzes und der Ökologie entstehen. Gegen 250 Fachleute verfolgten dieTagung, die von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich und dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband (SWV) durchgeführt wurde.

Weitere Auskünfte und Bezug der Referate:

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Gloriastrasse 37/39, CH-8044 Zürich.

Mögliche Massnahmen zur Verhinderung von Verlandungsproblemen im Stausee Mauvoisin (VS)

B. Feuz

Seit der Inbetriebnahme der Kraftwerke Mauvoisin AG im Jahre 1956 sind im hochgelegenen Stausee etwa zehn Millionen Kubikmeter Stauvolumen verlandet. Diese beeinträchtigen das nutzbare Seevolumen von 210 Millionen Kubikmeter für die Stromproduktion zwar noch kaum. Hingegen kann bei tiefen Seeständen im turbinierten Wasser eine starke Zunahme der Schwebstoffmengen beobachtet werden. Wird der Stausee sehr tief unter eine kritische Kote abgesenkt, können beträchtliche Mengen von Feinsedimenten, sogenannter Gletscherschliff, in die Fassung gesaugt werden. Dies kann zu Abrasionsschäden an den Turbinenrädern und unter anderem zur Verstopfung des Kühlwassersystems der Turbinen führen. Um dies zu vermeiden, wurde bereits 1985 der ursprünglich auf Kote 1800.00 m ü.M. festgelegte, tiefste zulässige Seespiegel um zehn Meter auf Kote 1810.00 m ü.M. erhöht.

Um in Zukunft, d.h. in den nächsten 50 Jahren, nicht weiteres nutzbares Speichervolumen des Stausees der Verlandung preisgeben zu müssen, wurden grundsätzliche Lösungen studiert. Im Vordergrund steht die Erstellung einer Spülvorrichtung unmittelbar unterhalb des Einlaufbauwerkes zum Druckstollen, welcher das Wasser zum Kraftwerk führt. Mit dieser Spülvorrichtung können die Feinsedimente abgesaugt und vom turbinierten Wasser ferngehalten werden. Zurzeit werden die baulichen Massnahmen untersucht. Mit deren Realisierung soll in den nächsten Jahren begonnen werden.

Zehn Jahre ökologische Spülungsbegleitung am Luzzone-Stausee (Bleniotal/TI)

M. Ammann

In jedem Stausee lagern sich im Laufe der Zeit grössere Sedimentmengen ab, die über die Zuflüsse in den See gelangen. Aus Gründen der Ökonomie und der Sicherheit müssen diese Ablagerungen periodisch entfernt werden. Im einfachsten Fall geschieht dies durch Spülungen und Leerungen des Stausees, d.h. durch kürzeres oder längeres Öffnen des Grundablasses des Sees, was zum Ausspülen der Sedimente in den Vorfluter, meist ein alpines Fliessgewässer, führt.

Solche Verlandungsausräumungen haben in der Regel beeinträchtigende Auswirkungen auf die gewässerbewohnende Fauna dieses Vorfluters (vorwiegend sogenannte Makroinvertebraten). Aus diesem Grund gaben die Officine Idroelettriche di Blenio S.A. (OFIBLE), Locarno, eine Studie in Auftrag, um die langfristige Beeinflussung von Makroinvertebraten – in alpinen Gewässern sind darunter vor allem Insektenlarven zu verstehen – durch Spülungen und natürliche Hochwasser zu untersuchen.

Die Resultate dieser Untersuchung zeigen, dass neben dem richtigen Spülungszeitpunkt das Hauptproblem bei Spülungen dieser Art die immensen Sand- und Schlammassen sind, denen eine nicht ausreichende Quantität an – teurem – Spülwasser gegenübersteht. Aus den Untersuchungen liessen sich folgende drei Empfehlungen für ein ökologisch schonendes Vorgehen bei zukünftigen Kurzspülungen formulieren.

Spülungen sollen immer zusammen mit natürlichen Hochwasserereignissen durchgeführt werden:

Es konnte festgestellt werden, dass sich die Makroinvertebratenfauna nach Hochwassern wesentlich schneller regeneriert als nach Spülungen oder Leerungen. Bei natürlichen Hochwassern wird die oberste Zone des Flussuntergrundes ausgespült, aufgelockert und von Sediment gereinigt; der Lebensraum für die Kleinlebewesen

wird dadurch erneuert. Natürliche Hochwasser kommen zudem in der Regel in einer bestimmten Periode des Jahres vor. Daran haben sich die Organismen u.a. mit ihren Lebenszyklen besonders angepasst. Ausserhalb dieser Hochwasserperioden können sich deshalb anthropogene, d.h. vom Menschen verursachte Hochwasser sehr nachteilig auf die Organismengemeinschaft auswirken.

Die Abflussmenge des Grundablasses soll nur langsam auf das Maximum angehoben werden:

In Analogie zum natürlichen Hochwasser entfällt so durch den langsamen Anstieg für die Makroinvertebratenfauna der «Überraschungseffekt»; die Tiere erhalten so die Gelegenheit, sich vor der Sedimentwolke und den Turbolenzen in der obersten Bodenschicht in den tieferen Flussuntergrund in Sicherheit zu bringen. Es konnte (durch die ETH Lausanne) gezeigt werden, dass durch das Öffnen des Grundablasses erst bei rückläufigen Pegelwerten der natürliche Spitzenwert des Schwebestoffanteils nicht noch zusätzlich erhöht würde.

Durch entsprechende technische und organisatorische Schritte soll sichergestellt werden, dass bei Spülungsende noch genügend sauberes Verdünnungswasser zur Verfügung steht:

Sollte bei schnell sinkender Abflussmenge das Spülungsende wider Erwarten noch in weiter Ferne sein, müsste für den Notfall eine Quantität feststoffarmes, sauerstoffreiches Spülwasser zur Verfügung stehen. Damit könnte einer allfälligen Verschlammung und Kolmation, die den Lebensraum der Makroinvertebraten drastisch einschränken würden, durch Ausspülung mit sauberem Wasser entgegengewirkt werden.
Es ist zu erwarten, dass durch die Berücksichtigung dieser Regeln, die in jedem Fall auf die spezielle Situation des jeweiligen Gewässers abgestimmt werden müssen, Beeinträchtigungen der Fauna im Fliessgewässer verhindert oder zumindest drastisch reduziert werden können. Es ist folglich zu hoffen, dass diese Massnahmen in naher Zukunft zu allgemeinen Randbedingungen jeder Spülung oder Leerung eines Stausees werden.

Adressen der Verfasser:

Helmut Waldschmidt
Rebstrasse 5
CH-8156 Oberhasli/ZH

Bernhard Feuz
Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG
Bellerivestrasse 36
Postfach
CH-8034 Zürich

Dr. Markus Ammann
Hollinger AG
Mellingerstrasse 207
CH-5405 Baden

Vermessungstechnik

- Laser- und Nivelliergeräte
- Kabellichtlote / Längenmessgeräte
- Vermessungsgeräte und Zubehör
- Vermarkungsartikel
- Kompasse / Neigungs-Gefällmesser

Zeichentechnik

- Zeichenmaschinen / Tische
- Wandzeichenanlagen
- Hänge- und Schubladenplanschränke
- Leuchttische / Leuchtkästen
- Beschriftungsgeräte / Planimeter

Technische Büroeinrichtung: – von «A» bis «Z»

Wernli & Co

Telefon 062 / 721 01 75
Fax 062 / 721 01 76

Dorfstrasse 272
5053 Staffelbach