Möglichkeiten und Anwendung einer Datenbank bezüglich der Stauraumverlandung von alpinen Speichern

Autor(en): **Jenzer, Jolanda / De Cesare, Giovanni**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **98 (2006)**

Heft 3

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939346

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Möglichkeiten und Anwendung einer Datenbank bezüglich der Stauraumverlandung von alpinen Speichern

Jolanda Jenzer, Giovanni De Cesare

Abstract

Within the framework of the European project Interreg IIIB-Alpreserv a database has been constructed containing data touched by the reservoir sedimentation context. The goal of the database is on the one hand to sensitize the operators of the sedimentation problems, on the other hand to build up a platform to animate the dialogs among the operators and to establish a base of comparing data in order to facilitate the decisions concerning future actions against sedimentation. There will be basin and watershed characteristic records, as well as entries about experiences with taken measures. As a result of the inquiry every operator is able to estimate the status quo of his own reservoir and to get an idea of the action necessity. At the time of the conference the database is under construction.

Résumé

Dans le cadre du projet Européen Interreg IIIB-Alpreserv une base de données a été mise au point avec des données relatives à l'alluvionnement des réservoirs. Le but de cette base de données est d'une part de sensibiliser les exploitants au problème de l'alluvionnement et d'autre part d'établir une plateforme de dialogue entre les propriétaires. Elle est destinée à faciliter la comparaison des données et la prise de décisions sur de futures actions contre l'alluvionnement. Elle contient les caractéristiques des réservoirs et des bassins versants correspondants ainsi que des entrées sur les expériences faites avec des mesures de lutte contre l'alluvionnement. Grâce à cette banque de données, chaque opérateur peut estimer la situation de son propre aménagement et avoir une idée des actions à entreprendre. Au stade actuel, la base de données est en construction.

Zusammenfassung

Im Rahmen des europäischen Projektes Interreg IIIB-Alpreserv wurde eine Datenbank eingerichtet, die Daten enthält, welche im Zusammenhang der Speicherverlandung wesentlich sind. Das Ziel der Datenbank ist die Sensibilisierung der Betreiber bezüglich der Problematik der Verlandung, eine Plattform zur Anregung des Dialogs unter den Betreibern, eine Grundlage mit Vergleichsdaten von andern Speichern zur erleichterten Entscheidungsfindung zukünftiger Entlandungsmassnahmen zu schaffen. Es werden einerseits die Charakteristiken einzelner Speicher und deren Einzugsgebiete eingetragen, anderseits werden Erfahrungen mit Massnahmen festgehalten. Aufgrund der Datenerhebung soll jeder Betreiber den Verlandungszustand seines Speichers abschätzen und sich ein Bild seiner Situation machen können. Die Datenbank ist zur Zeit der Konferenz in Sion noch nicht komplett.

1. Einleitung

Über die Jahre hinweg wurde in den verschiedenen Bergregionen der Alpen und Voralpen viel Erfahrung in der Speicherhaltung gesammelt. So wurde z.B. der Betrieb auf die einzelne Anlage und ihre Zweckbestimmung abgestimmt. Energie wird zu den Stunden erzeugt, wo danach gefragt wird. Der See wird in Abhängigkeit der Hydrologie und der vorherrschenden Wetterlagen gefüllt. Der Betrieb hat sich im Lauf der Zeit nach dem Markt orientiert und wurde optimiert.

Wo es die Umstände zuliessen, wurden Zuflüsse von anderen Einzugsgebieten oder von den unteren Abschnitten desselben Einzugsgebietes in den Speicher umgeleitet, um über mehr Wasservolumen verfügen zu können. Es wurden Pumpspeicher eingerichtet, um bereits turbiniertes Wasser mehrfach zur Energieproduktion verwenden zu können. Der wirtschaftliche Nutzen dieser Anlagen ist bemerkenswert. Es gibt viele Fortschritte und Erfolge zu verzeichnen, im Hochwasserschutz, sowie auch in wirtschaftlich bezifferbaren Einheiten wie in der Turbinenleistung und der Energieproduktion, usw.

Jedoch wurde einem latenten Problem bisher in manchen Speichern zu wenig Beachtung geschenkt oder es mussten zu viele Kompromisse eingegangen werden, um dem Problem nachzukommen: die Verlandung der Speicher. Die Verlandung ist ein Prozess, der sich über die Jahre dahinzieht, daher lange unbemerkt bleibt, und den Betreiber, falls nichts unternommen wurde, eines Tages vor ein ungelöstes Problem stellt. Die durchschnittlichen Verlandungsraten aller Stauseen werden weltweit auf 1–2% geschätzt, das heisst, dass jährlich 1–2% der weltweiten Speicherkapazität verloren geht (Oehy et al., 2000).

Die Verlandung ist ein typisches Problem der Nachhaltigkeit. Alleine die Erhöhung der Bauwerke der Triebwasserfassung und des Grundablasses oder der Sperre selbst löst das Problem nicht dauerhaft (Boillat, J.-L. und Delley, P., 1992; Hug, Ch. et al., 2000).

Die bis heute bekannten und erprobten Massnahmen, wie etwa das Spülen, Baggern, Saugbaggern oder die Umleitung von Grobsedimenten erwiesen sich bisher als aufwändig, kostenintensiv und teils zu wenig effizient. Es musste ausserdem festgestellt werden, dass sich nicht jede Massnahme für jede Stauanlage gleich gut eignet (Boillat, J.-L. und Pougatsch, H., 2000).

Dies liegt darin begründet, dass jeder Speicher und jedes dazugehörige Einzugsgebiet einzigartig ist und sich von den anderen durch mehrere Charakteristiken unterscheidet. Jede Anlage ist ein Prototyp, und bei jeder Anlage ist das Problem mehr oder weniger stark ausgeprägt. Diese Tatsache erschwert es, eine einzige

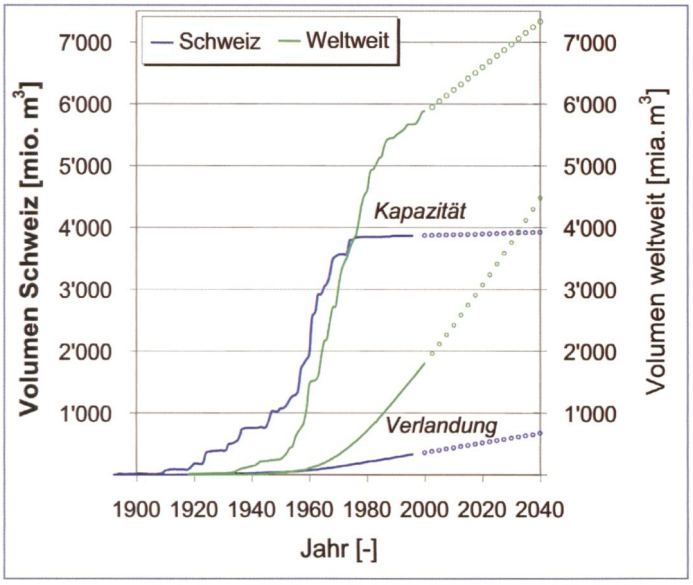

Bild 1. Zunahme der Kapazität der Stauseen durch Bautätigkeit und Abnahme durch Verlandung in der Schweiz und weltweit, gemäss Oehy (2003).

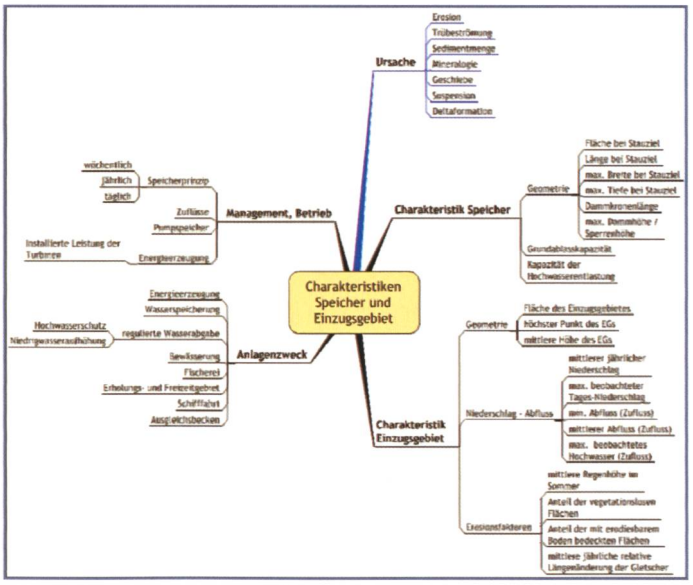

Bild 2. Parameter, die die Speicherverlandung beeinflussen.

Patentlösung gegen die Verlandungsproblematik zu entwickeln. Der Erfolg der Methode ist somit abhängig von den Charakteristiken der Anlage, des Einzugsgebietes, des Zwecks der Anlage und den Randbedingungen, die durch den Betrieb und das Management gegeben werden. Die Methode muss sich den Eigenschaften der Anlage anpassen.

2. Datenbank

In weiser Voraussicht ist es nun im Interesse jeden Betreibers, sich ein Bild über die Situation seines eigenen Speichers zu machen. Trägt man die Charakteristiken der Anlagen zusammen und sortiert nach Gemeinsamkeiten, können Anlagen untereinander verglichen werden. Es gibt Argumente, die die Sedimente bzw. den Verlandungsprozess stärker oder direkter beeinflussen als andere, oder die in einigen Anlagen von grösserer Bedeutung sind als in anderen. Die Verlandung ist je nach Dauer seit der Inbetriebnahme und je nach Region, hiermit je nach Klima, Geologie und Topographie, Vegetation, usw., mehr oder weniger fortgeschritten, und nimmt in der Zukunftsplanung des Betreibers eine entsprechende Position ein.

Um eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Anlagen zu haben und den Zustand seiner eigenen Anlage bezüglich der Verlandung einschätzen zu können, ist eine Datenbank die beste Grundlage. Bei der Anwendung und Auswertung einer Datenbank müssen deshalb erst die wesentlichen Eigenschaften bestimmt werden, anhand derer die Anlagen einander gegenübergestellt werden sollen. Für jede Gruppe von Anlagen können das wieder andere Argumente sein, die den besten Vergleich herstellen.

Die so erstellte Kategorisierung kann helfen, bestimmte Massnahmen und ihre Wirksamkeit in ähnlichen Speichern abzufragen. Es kann überprüft werden, ob die eigenen angewandten Methoden sich in ähnlichen Speichern bewähren, oder ob andere vorgezogen werden.

Das Projekt der Datenbank unterscheidet sich von bestehenden Datenbanken insofern, dass sie die verlandungsspezifischen Faktoren zusammenträgt.

Das vorliegende Projekt der Datenbank soll ebenfalls helfen, den Dialog unter den Betreibern zu eröffnen oder bereits aufgenommene Kontakte bezüglich der Verlandung von Speichern zu fördern. Da die Datenbank Daten von Speichern aus Deutschland, Österreich, Italien und der Schweiz enthalten wird, wird der Horizont mit diesem Projekt erstmals ausgedehnt, so dass weitere Vergleichs- und Kontaktmöglichkeiten über die Grenzen hinweg bestehen werden.

3. Charakteristiken der Speicher und Einzugsgebiete

Die Charakteristiken der Speicher und Einzugsgebiete können wie folgt unterteilt werden:

- Ursache der Sedimente und Verlandung
- Morphologie des Speichers
- Charakteristik des Einzugsgebietes
- Anlagenzweck
- Management und Betrieb

Bild 2 bietet einen Überblick der wichtigsten Eigenschaften, aufgeteilt auf die 5 oben genannten Punkte. Nicht alle dieser Eigenschaften sind notwenig um sich ein Bild über den erreichten Grad der Verlandungsproblematik zu verschaffen.

3.1 Ursache der Verlandung und Charakteristiken des Einzugsgebietes

Die Ursache der Verlandung von Stauseen ist vor allem im Eintrag von Geschiebe und Schwebestoffen durch die Fliessgewässer zu suchen, also den zuflussbedingten Ablagerungen. Geschiebe und Schwebestoffe sind Erosionsprodukte aus dem Abtrag des Einzugsgebietes des Stausees, wobei die Erosion von den Niederschlagsintensitäten und -mengen und vom Charakter des Einzugsgebietes (Vegetation, Bodenfestigkeit, Gefälle, Fläche, usw.) beeinflusst wird. Geschiebe besteht aus gröberen Komponenten, welche in Sohlennähe der Fliessgewässer transportiert werden. Schwebestoffe stammen aus der Oberflächenerosion sowie der Zertrümmerung und dem Abrieb von Grobkomponenten. Die Verteilung der Sedimentkorngrössen in einem Fluss hängen von der Sedimentmenge, der Abflussgeschwindigkeit und von den Strömungsturbulenzen ab. In Hochwasserereignissen erreicht der Anteil der Sedimente feiner als Sand ca. 80 bis 90% der Feststofffracht. Erreicht der von Sedimenten getrübte Fluss den Speicher, werden die grösseren Sedimente zuerst abgelagert und bilden im oberen Bereich des Speichers ein Delta, das sich, solange der Ablagerungsprozess anhält, immer mehr in den Speicher ausdehnt. Die feineren Partikel strömen in der Schwebe durch den Bereich des Deltas hindurch und treten nach dem Delta in

eine quasi-homogene (nicht stratifizierte) Strömungsregion ein. Durch den sich aufweitenden Fliessquerschnitt im See wird die Strömung abgebremst, und die Sedimente lagern sich an der Speichersohle im alten Flussbett fortlaufend ab. Der quasihomogene Strom ist bei kleineren Abflussmengen und/oder höheren Sedimentkonzentrationen kürzer und umgekehrt. In der Folge kommen im Bereich der Sperre die feinsten Partikel zu liegen. Ab einer bestimmten Speichergrösse und- tiefe, können die Feinsedimente auch sporadisch während Hochwasser als Trübeströme innerhalb des Stausees bis zur Talsperre transportiert werden.

Aufgrund obiger Überlegungen sind die Niederschlagsdaten für die Kategorisierung einer Anlage von Wichtigkeit, allerdings relativiert durch die geometrischen Parameter des Einzugsgebietes (EG). Bezüglich des Einzugsgebietes ergeben sich die folgenden übergeordneten Charakteristiken:

- Spezifischer Jahres-Niederschlag $P_{spez,a}$

$$P_{spez,a} = P_{moy,a} / A \qquad (1)$$

$P_{moy,a}$: Mittlerer jährlicher Niederschlag
A: Fläche des Einzugsgebietes;

- Max. spezifische Tages-Niederschlagsintensität $P_{spez,d}$

$$P_{spez,d} = P_{max,d} / A \qquad (2)$$

- $P_{max,d}$: Max. beobachteter Tages-Niederschlag

- Spezifischer mittlerer Abfluss $Q_{spez,moy}$

$$Q_{spez,moy} = Q_{moy} / A \qquad (3)$$

Q_{moy}: Mittlerer Abfluss

- Spezifischer max. Abfluss $Q_{spez,max}$

$$Q_{spez,max} = Q_{max} / A \qquad (4)$$

Q_{max}: Maximaler Abfluss

- Mittleres Gefälle G_{moy}

$$G_{moy} = 2 \cdot (H_{max} - H_{moy}) / \sqrt{A} \qquad (5)$$

H_{max}: Höchster Punkt des Einzugsgebietes
H_{moy}: Mittlere Höhe des Einzugsgebietes

Ein empirisches Modell zur Abschätzung der jährlichen Erosionsmaterialsmenge basiert auf den folgenden Parametern und berechnet sich wie folgt (Beyer und Schleiss 2000):

$$V_A = 0.2112 \cdot 1.10683^{OV} - 5.684 \cdot OV + 0.2112 \cdot (H_{Sommer} \cdot \Delta GL + VO \cdot EB) + 11 \qquad (6)$$

- H_{Sommer}: Mittlere Regenhöhe während den Sommermonaten Juni bis September [mm]
  OV: Prozentualer Anteil der mit erodierbarem Boden bedeckten Flächen des EGs [%]
  EB: Prozentualer Anteil der vegetationslosen Flächen des EGs [%]
  ΔGL: Jährliche Veränderung der Länge des Gletschers im Vergleich seiner Gesamtlänge [%]

Die Abschätzung des verlandeten Speichervolumenanteils nach Brune gibt eine Spannweite an, die in Funktion des Retentionsfaktors und des Verhältnisses zwischen dem Speichervolumen und dem jährlichen Abfluss ermittelt wird. Die 6 Pilotprojekte des europäischen Projektes Interreg IIIB-Alpreserv wurden anhand dieser Abschätzungsmethode eingestuft und untereinander verglichen.

Die Brune's Kurve (*Bild 4*) berechnet sich wie folgt:

$$TE = 100 \left(0.97^{0.19^{\log(I/C)}}\right)$$

- TE: Rückhaltefaktor
  C: Speichervolumen [m^3]
  I: Mittleres jährliches Abflussvolumen [m^3]

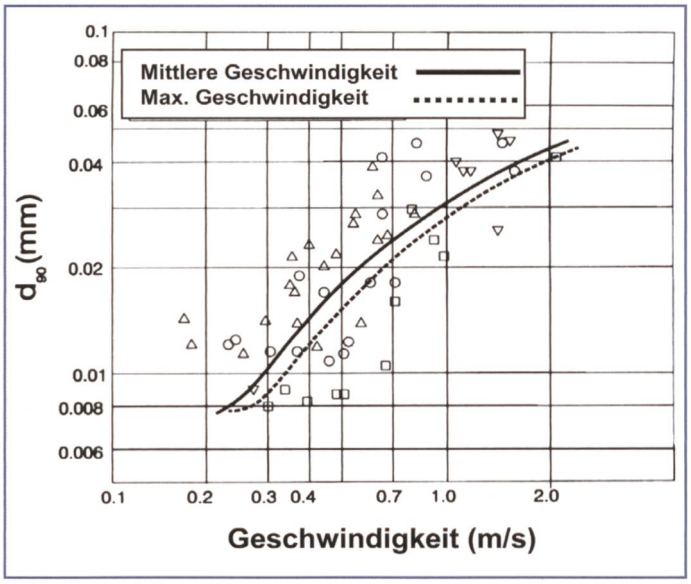

Bild 3. Maximal transportierbarer Korndurchmesser in Abhängigkeit der Fliessgeschwindigkeit des Trübestroms gemäss Fan (1986).

3.2 Morphologie des Speichers

Die relevanten Parameter betreffend den Speicher sind die geometrischen Grössen, die Kapazität des Grundablasses und diejenigen der Hochwasserentlastung. Die wichtigsten geometrischen Grössen sind die folgenden:

- Speicherinhaltskurve bestehend aus dem Verhältnis Höhe-Volumen
- Kurve der Speicherfläche bestehend aus dem Verhältnis Höhe-Fläche

Daraus ergeben sich die folgenden Eckgrössen:

- Seefläche bei Stauziel
- Maximale Tiefe bei Stauziel
- Maximale Dammhöhe bzw. Sperrenhöhe
- Stauvolumen bei Stauziel

Von Interesse sind zudem in Anbetracht des Trübestromes:

- Seelänge bei Stauziel
- Maximale Breite bei Stauziel

Die Kapazität und Lage des Grundablasses und der Hochwasserentlastung sind zentral. Zusammen mit dem Abfluss und mit dem Speichervolumen bestimmt sie die Aufenthaltszeit des Wassers im Speicher. Durch die Aufenthaltsdauer wird auch die Menge der Sedimente, die sich im Speicher absetzen und zur Verlandung führen, beeinflusst.

3.3 Zweckorientierung

Die Zwecke der Anlagen sind weltweit gesehen vielfältig, im Alpenraum jedoch meist beschränkt auf die Elektrizitätsproduktion und den Hochwasserschutz. Um mit der Energieproduktion einen möglichst hohen Gewinn zu erwirtschaften, ist der Betreiber daran interessiert, den Speicher möglichst voll zu halten. Eine wirkungsvolle Speicherspülung schickt jedoch die vollständige Absenkung des Stausees voraus, ansonsten bewirkt die Methode lediglich ein lokales Freispülen der Auslassorgane. Die Absenkung des Sees ruft aber eine Nullproduktion von Elektrizität während der Periode des Spülvorgangs hervor, wel-

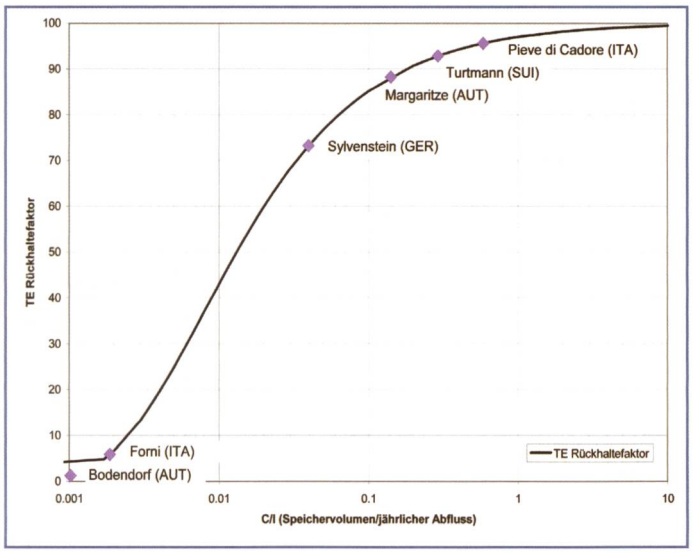

Bild 4. Rückhaltefaktor nach Brune (1953). Vergleich der Pilotprojekte im Rahmen des Projekts Interreg IIIB-Alpreserv.

che in Abhängigkeit der Spüldauer hohe Kosten aufwerfen und evtl. ökologische Folgen haben kann. Diese Methode wird deshalb im Frühling (voller Speicher) kaum angewendet, auch sonst häufig gemieden oder nur unregelmässig benützt.

3.4 Speicherbetrieb

Das Speicherprinzip hängt vom Speichervolumen und von den Zuflüssen ab. Je nach den Verhältnissen kann ein Speicher einen täglichen, wöchentlichen oder jährlichen Speicherrhythmus aufweisen. Wird das Speichervolumen häufig erneuert oder umgewälzt, können die Sedimente mit dem Triebwasser aus dem Speicher getragen werden, da sich die Sedimente bis zur Zeit der Wasserspiegelabsenkung teils noch nicht abgesetzt haben.

Ein Speicher mit Pumpbetrieb weist in der Regel weniger Sedimente auf als vergleichbare Speicher ohne Pumpbetrieb, da gepumptes Wasser meist beinahe ohne Sedimente in den Speicher eingespiesen wird.

Auch bei Speichern mit Zuleitungen aus benachbarten Einzugsgebieten kann einem starken Sedimenteintrag mittels Absetzbecken oder Entsander vorgebeugt werden.

Aufgrund der installierten Leistung der Anlage kann abgeschätzt werden, wie schwerwiegend eine Nullproduktion an Energie für die Jahresbilanz des Speicherbetriebs ist. Ist der Produktionsausfall auf die Dauer gross, so wird häufig eine länger andauernde Spülung des Speichers gemieden.

3.5 Datum der Inbetriebnahme

Wie eingangs erwähnt, wird die durchschnittliche Verlandungsrate weltweit auf 1–2% pro Jahr geschätzt. Diese Annäherung ist jedoch als Volumenbestimmungsmethode für die alpinen Speicher zu überschlägig und berücksichtigt nicht die speichereigenen Bedingungen. Eine qualitativ bessere Abschätzung ergibt die Verlandungskurve nach Brune (siehe Abschnitt 3.1). Diese gilt im Fall, wo keine Entlandungsmassnahmen angewendet werden.

Genauere Angaben werden durch Messungen erhalten (z.B. Echolotmessungen) oder anhand des empirischen Erosionsmodells (Niki Beyer, 2000) ermittelt. Dieses Modell wurde aufgrund 19 verschiedener schweizerischer Einzugsgebiete erstellt (siehe *Bild 5*).

Darauf basierend können Rückschlüsse auf die Verlandungsrate und somit auf die zukünftige Entwicklung der Verlandung des untersuchten Speichers gemacht werden. Ist zusätzlich das Volumen-Höhe-Verhältnis des Speichers bekannt, kann daraus auch die Höhe der Sedimente ermittelt werden. Diese Angaben geben Aufschluss, ob die Bauwerke des Grundablasses und der Triebwasserfassung in Gefahr sind und ob Handlungsbedarf besteht.

4. Mögliche Methoden zur Entlandung

Sind die Sedimente einmal in den Stausee gelangt, gibt es nur noch retroaktive oder passive Möglichkeiten, welche zumindest die Verlandungen beseitigen oder deren negative Auswirkungen begrenzen. Die Verlandung kann hinausgezögert oder verhindert werden, falls man die Ablagerungen regelmässig räumt. Dies kann durch Baggerungen bei vollem oder abgesenktem See vom Ufer oder von Schiffen aus geschehen. Je nach der zu entfernenden Sedimentgranulometrie und der Baggertiefe kommen Saugbagger oder konventionelle, rein mechanische Bagger in Frage. Eine äusserst effiziente Massnahme ist die hydraulische Räumung des Staussees mit einer Spülung, wobei dieser – sofern möglich – vollständig entleert wird (Boillat, J.-L. et al., 2003). Dabei können sich ökologische Probleme und Auflandungen flussabwärts der Talsperre ergeben. Entscheidend dafür ist die Höhe der Feststoffbelastung während des relativ kurzen Spülvorgangs. Schwebstoffe tragen im Wesentlichen zur Verlandung eines Stausees bei. Falls es gelingt, diese am Absetzen zu hindern, können sie kontinuierlich über die Auslassorgane entfernt werden. Dabei sind begrenzte Feststoffkonzentrationen im Triebwasser durchwegs akzeptierbar.

Bei allen Methoden stellen sich die Fragen der Wirtschaftlichkeit, der Nachhaltigkeit und der Ökologie.

5. Anwendung der Datenbank anhand der Pilotstudien

Die Datenbank auf ihrer heutigen Projektstufe ist noch nicht vollständig. Es fehlen einerseits Einträge, die die Erosion betreffen und anderseits solche, die die Probleme der einzelnen Entlandungsmethoden erfassen.

5.1 Erosion und Sedimentabtragvolumen

Die Ermittlung des Verlandungsstadiums eines Speichers gibt die notwendige Grundlage für Diskussionen innerhalb eines Betriebes oder einer Region und für zukunftsorientierte Entscheidungen. Aufgrund dieses Wissens können die notwendigen Schritte in die Wege geleitet werden, wie z.B. Massnahmen ergriffen oder ein langfristiger Massnahmenplan aufgestellt werden. Der eigene Eintrag und das Einsehen der Datenbank sollen den Dialog zwischen den Betreibern fördern und als Plattform zum Erfahrungsaustausch dienen.

Die hierzu notwendigen Parameter wurden bereits im Abschnitt 3.1 erwähnt.

5.2 Entlandungsmethoden

Die Massnahmen gegen die Verlandung können anhand von mehreren Kriterien beurteilt werden. Das für den Betreiber vorerst wichtigste Kriterium ist die Effizienz der Methode, d.h. die Menge der Sedimententnahme pro Zeiteinheit und Kosten und gegebenenfalls pro nicht turbiniertes und somit für die Energieproduktion verlorenes Wasservolumen. Nebst diesen wirtschaftlichen Kriterien gibt es die ökologischen Aspekte: die Rücksicht auf die Biozönose des Unterwassers. Die Methode kann

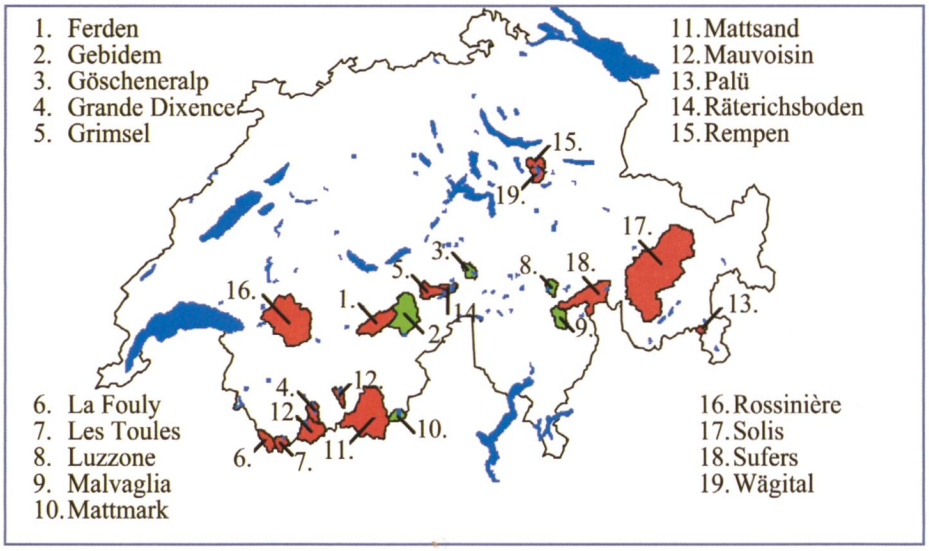

Bild 5. Geographische Situation der 19 bezüglich Bodenabtrag untersuchten Einzugsgebiete in der Schweiz (Beyer Portner 1998).

nicht durchgeführt werden, ohne die ökologischen Belange in hohem Masse zu berücksichtigen. Diese müssen von Fall zu Fall neu bestimmt werden, da die zulässige Konzentration von der Fauna und Flora der Region des Speichers abhängig sind.

Die zur Beurteilung relevanten Parameter einer Methode und Anwendungseinheit sind:

- Die zulässige Sedimentkonzentration
- Das benötigte Wasservolumen
- Die erforderliche Zeit
- Das beförderte Sedimentvolumen

5.3 Erfolgsmessung

Abschliessend ist es von grossem Interesse, die zum Speicher proportionale Effizienz der Methode oder der Methodenkombination zu erfahren. Die beförderten Sedimentmengen müssen unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit dem Gesamtvolumen des Speichers und der jährlichen Sedimenteintragsmenge gegenübergestellt werden. Nur so kann abgewogen werden, ob die getroffene Wahl der Entlandungsmethoden berechtigt und für den Speicher geeignet war. Die Erwägung der Übertragung solcher Entscheidungen gründet vor allem auf den übrigen Parametern, die im Kapitel 3 behandelt wurden.

6. Schlussfolgerungen

Die Datenbank zur Speicherverlandung ist im Begriff zu entstehen. Einige unerlässliche Parameter wurden bereits definiert und in einer ersten Version übernommen. Um als Plattform für den Dialog und zum Erfahrungsaustausch im Alpenraum (Deutschland, Italien, Österreich, Slowenien, Schweiz) zu dienen, muss sie aber noch ergänzt werden: Charakteristiken, die zur Ermittlung des Verlandungszustandes dienen, und solche, die die Entlandungsmethoden bewerten, müssen ebenfalls in die Datenbank integriert werden. Der nächste Schritt ist die Publikation und die Verbreitung der Datenbank. Es ist im Sinne des Projektes Interreg IIIB-Alpreserv, dass landesübergreifend Einträge getätigt werden, und die Datenbank als Quelle benutzt wird. Sie soll zum Austausch über die Grenzen hinweg zur Verfügung stehen und zum Dialog anregen. Die Datenbank soll allen Betreibern als Entscheidungsgrundlage für die zukünftigen Managementschritte und zur Massnahmenplanung dienen.

Bibliographie

Beyer Portner, N. (1998). Erosion des bassins versants alpins par ruissellement de surface, PhD Thesis, Communication 6, Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.

Beyer, N., Schleiss, A. (2000). Bodenerosion in alpinen Einzugsgebieten in der Schweiz, Wasserwirtschaft, 90. Jahrgang, Nr. 3, pp. 88–92.

Boillat, J.-L., Delley, P. (1992). Transformation de la prise d'eau de Malvaglia; Etude sur modèle et réalisation, Wasser, Energie, Luft – Eau, énergie, air, 84. Jahrgang, Heft 7/8, Baden, Schweiz, pp. 145–160.

Boillat, J.-L., Pougatsch, H. (2000). State of the art of sediment management in Switzerland, Proc. Int. Workshop and Symp. on Reservoir Sedimentation Management, Toyama (Japan), pp. 143–153.

Boillat J.-L., Oehy Ch., Schleiss A. (2003) «Reservoir Sedimentation Management in Switzerland», The 3rd World Water Forum, Challenges to the Sedimentation Management for Reservoir Sustainability, March 2003. pp. 143–158.

Brune, G. M. (1953). Trap efficiency of small reservoirs. Transactions of the American Geophysical Union 34(3): 407–418.

Fan, J. (1986). Turbidity currents in reservoirs. Water International, 11(3), p. 107–116.

Hug, Ch., Boillat, J.-L., Lier, P. (2000). Hydraulic model tests for the new water intake of the Mauvoisin hydroelectric Scheme (Switzerland), Proceedings of HYDRO 2000 – «Making Hydro more Competitive», Session III: Sediment Management, 2–4 October 2000, Berne/Switzerland, pp. 161–170.

Oehy, Ch., De Cesare, G., Schleiss, A. (2000). Einfluss von Trübeströmen auf die Verlandung von Staubecken. Symposium Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen, 19.-21. Oktober 2000, Graz, Österreich, Mitteilung des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft Nr. 34, 2000; p. 413–422.

Oehy, Ch., 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, pp. 143–152.

Schleiss A., Oehy Ch. (2002). Verlandung von Stauseen und Nachhaltigkeit, Wasser Energie Luft – Eau énergie air, 94.Jahrgang 2002, Heft 7/8, pp. 227–234.

Schleiss, A., Oehy, Ch. (2001). Verlandung von Stauseen und Nachhaltigkeit. Internationales Symposium, Wasserkraft – die erneuerbare Energie, Oktober 2001, Chur.

Adresse der Autoren

Jolanda Jenzer und *Giovanni De Cesare*
Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH)
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
CH-1015 Lausanne, Schweiz
Tél. +41 21 693 23 85
http://lchwww.epfl.ch
jolanda.jenzer@epfl.ch
giovanni.decesare@epfl.ch