

# Talsperren und Hochwasserschutz in der Schweiz

Autor(en): **Hauenstein, Walter**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **90 (1998)**

Heft 9-10

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939411>

## **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.

## Talsperren und Hochwasserschutz in der Schweiz

Von Walter Hauenstein

### 1. Vom geschützten zum schützenden Objekt

Dass zwischen Talsperren und Hochwasserschutz ein Zusammenhang besteht, ist keine neue Erkenntnis. Das Thema Hochwasser hat die schweizerische Talsperrenfachwelt in den vergangenen Jahren eingehend beschäftigt. Die nachfolgenden Betrachtungen betreffen aber nicht die Vergangenheit, sondern versuchen, einen Ausblick zu geben, welche Rolle die Talsperren in Zukunft im Hochwasserschutz in der Schweiz spielen könnten.

Trotz dieser Ausrichtung in die Zukunft ist ein Blick in die jüngere Vergangenheit angezeigt. Prägend auf die Rolle der Talsperren im Zusammenhang mit Hochwassern in der jüngeren Geschichte war zweifellos das Hochwasserereignis von Palagnedra vom 7. August 1978 [1]. Die Bogengewichtsmauer Palagnedra im Centovalli wurde mit einer Hochwasserentlastungsanlage konzipiert, welche nominell eine Kapazität von 450 m<sup>3</sup>/s aufwies, deren effektive Schluckfähigkeit aber etwa den doppelten Wert erreichte.

Diese Grössenordnung erreichte auch der Abfluss der Melezza am Abend des 7. August 1978 gegen 19 Uhr, was zur Folge hatte, dass der Wasserstand im Becken bis zur Fahrbahn der Strassenbrücke reichte, welche über die Krone der Mauer führte. Wenig später ergoss sich eine Flutwelle aus Wasser und Schwemmholz in den See und liess die momentane Abflussspitze auf rund 1800 bis 2000 m<sup>3</sup>/s ansteigen. Die Hochwasserentlastung verkleauste, und das Wasser ergoss sich über die Mauer und beschädigte die rechtsseitig angeordnete Kernmauer erheblich. Diese Kernmauer hielt trotz erodiertem Stützkörper auf der Luftseite der Beanspruchung stand.

In der Folge dieses Ereignisses wurde eine systematische Untersuchung aller Talsperren der Schweiz auf ihre Hochwassersicherheit eingeleitet. Im Zuge dieser Kampagne wurden die Bemessungshochwasser überprüft, und es zeigte sich bei manchen Anlagen, dass die beim Bau zugrunde gelegten Bemessungsgrössen den aktuellen Anforderungen nicht mehr genügten (Bild 1). In anderen Fällen lagen genügend Reserven vor, um auch gegen höhere Hochwasserabflüsse gefeit zu sein. Bei mehreren Anlagen mussten wie in Palagnedra bauliche Anpassungen vorgenommen werden, um die Abflusskapazität der Anlage zu vergrössern. Diese Abklärungen und Umbauten dauerten bis in die 90er Jahre. Heute sind sie grösstenteils abgeschlossen.



Bild 1. Die erhöhte Staumauer Molina im Calancatal.

Im Zentrum dieser Überprüfung der Hochwassersicherheit stand eine möglicherweise erfolgende Beeinträchtigung der Standsicherheit durch Überflutung des Sperrenkörpers. Es galt also, die Anlage vor den Folgen eines Hochwassers zu schützen.

Dass diese Bestrebungen begründet waren, zeigte sich in den 80er Jahren, als die Alpen von weiteren grossen Hochwasserereignissen heimgesucht wurden. Erwähnt seien hier folgende Hochwasser [2], [3], [4], [5]:

- Im Juli 1987 waren gleich mehrere Hochwasserereignisse zu verzeichnen: Am 18. Juli ergoss sich im Puschlav eine Flutwelle aus dem Val Varuna, welche Teile der Gemeinde Poschiavo zuschüttete, am 28. Juli verwüstete ein Bergsturz im Veltlin das Tal. Dies führte zur Zerstörung zweier Dörfer sowie zum Aufstau des Lago di Pola. Leider waren auch Menschenleben zu beklagen. Vom Hochwasser des Juli waren aber auch weitere Gebiete im Tessin und im Kanton Graubünden aufs heftigste betroffen.
- Am 24./25. August 1987 erfolgte eine weitere Hochwasserkatastrophe mit Schwerpunkt im Gotthardgebiet und Urnerland, welche weite Teile des Reusstals unter Wasser setzte. Betroffen waren aber auch das Bündner Oberland und verschiedene Gebiete in Österreich.
- Ähnliche meteorologische Umstände führten vom 22. bis 24. September 1993 im Oberwallis zu katastrophalen Verwüstungen, welche Teile der Stadt Brig metertief unter Schutt begruben und im Saastal die Vispa über die Ufer treten liessen.
- Schliesslich sei noch das Hochwasser vom 15. August 1997 erwähnt, das in Sachseln zu grossen Verwüstungen führte.

Die Hochwasser blieben aber nicht auf den Alpenraum begrenzt. Auch im Mittelland wurden in den letzten Jahren Hochwasserereignisse registriert, die zu immensen Schäden führten. Erwähnt sei hier nur das Hochwasser, welches am 18. und 19. Mai 1994 die Nordschweiz heimsuchte.

Immer wieder wurde von den Kraftwerksgesellschaften auf die Bedeutung der Speicher zur Reduktion der Hochwasserabflüsse hingewiesen. Trotzdem wurde die Möglichkeit, die Speicher aktiv für den Hochwasserschutz zu nutzen, in der Schweiz bisher von offizieller Seite nur spärlich diskutiert. Erst mit dem Artikel über die Hochwasserereignisse im Wallis [6] wurden konkret entsprechende Szenarien vorgestellt:

- Beibehaltung des «status quo»: Diese Variante hat den Vorteil, dass ein nicht unbedeutender Hochwasserschutz für die geschützte Region gratis anfällt. Die Wirkung hängt allerdings von verschiedenen, entsprechend der Speicherbewirtschaftung eher zufälligen Parametern ab, da der Werkbetreiber in der Regel nicht zum Hochwasserschutz verpflichtet ist.
- Speicherregulierung: Diese Strategie geht im Prinzip davon aus, dass im Speicher vor Eintreten des Hochwassers das Retentionsvolumen vergrössert wird, was eine korrekte Beurteilung der Lage, genügend Vorwarnzeit und eine richtige Reaktion voraussetzt.
- Schaffung von zusätzlichem Speicherraum: An bestehenden Anlagen kann durch Erhöhung der Sperre oder Kauf einer Tranche Nutzvolumens zusätzlicher Speicherraum für den Hochwasserschutz bereitgestellt werden.

Mit diesen Szenarien kam eine neue Komponente ins Spiel: Wurden bisher die Talsperren vor den Folgen der Hochwasser geschützt, sollten künftig die Talsperren zum Schutze der Unterlieger vor den Hochwasserfolgen herangezogen werden. Wie weit diese Optionen realistisch sind, muss von Fall zu Fall untersucht werden. Dabei sind folgende Fragestellungen von Bedeutung:

- Wie gross ist der Effekt der Retentionswirkung auf die in der Regel nicht direkt unterhalb der Speicher gelegenen, stärker besiedelten Gebiete?
  - Sind Speicherräume wirtschaftlich konkurrenzfähige Optionen des Hochwasserschutzes?
  - Werden die Hochwasser künftig zunehmen?
  - Ist mit einer politischen Unterstützung eines Hochwasserschutzes durch Wasserrückhalt zu rechnen?
- Im folgenden wird versucht, auf diese Fragen eine Antwort zu geben.

## 2. Was können Staubecken zum Hochwasserrückhalt beitragen? Die Bedeutung von Hochwasserrückhaltebecken

1927 wurde das Bergell durch ein Hochwasser heimgesucht. Dabei waren schwere Schäden in den Dörfern sowie am raren Kulturland zu verzeichnen. Auch das Hochwasser vom Juli 1987 traf das Bergell. Es übertraf das Ereignis von 1927 sogar an Intensität. Trotzdem waren 1987 keine katastrophalen Schäden zu verzeichnen. Der Grund liegt darin, dass das Einzugsgebiet der Maira (bei Vicosoprano 83,4 km<sup>2</sup> gross) durch die Staumauer Albigna (20,5 km<sup>2</sup>) und durch das Hochwasserrückhaltebecken Orden (zusätzliche 36,1 km<sup>2</sup>), welche zwischenzeitlich erstellt wurden, 1987 hochwassergeschützt war. Die Abschätzungen in [7] weisen aus, dass die Abflussspitze in Vicosoprano 1987 etwa 300 m<sup>3</sup>/s betrug und durch die beiden Staubecken um 150 bis 200 m<sup>3</sup>/s, also um rund einen Drittel, reduziert wurde. Für 1927 liegen keine Messungen vor.

Das Hochwasserereignis vom August 1987 hätte im Reusstal bei Seedorf eine Abflussspitze von rund 850 m<sup>3</sup>/s zur Folge gehabt [3], wenn nicht die Seitendämme der Reuss überflutet worden wären und die Stauseen Lucendro und Göscheneralp kein Wasser zurückgehalten hätten. Eine entsprechende Überprüfung [3] ergab, dass der maximale Abfluss in Seedorf durch die beiden Speicher um 100 bis 150 m<sup>3</sup>/s (15 %) gedämpft worden wäre, wenn die Dämme nicht überflutet worden wären.

Eine eingehendere Untersuchung der Abflussminderung durch die Speicherseen der Wasserkraftwerke wird für die Hochwasserereignisse im Wallis von 1987 und 1993 in [6] gegeben. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die maximalen Abflussspitzen der Rhône in Sion

- 1987 von natürlicherweise 1045 m<sup>3</sup>/s (100 %) um 270 m<sup>3</sup>/s auf 775 m<sup>3</sup>/s (74 %),
- 1993 von natürlicherweise 1054 m<sup>3</sup>/s (100 %) um 224 m<sup>3</sup>/s auf 830 m<sup>3</sup>/s (79 %) reduziert worden sind.

Die Retentionswirkung der Speicher im Rhônetal kann auch anhand der historischen Hochwasserabflussmessungen veranschaulicht werden. In Bild 2 sind die jährlichen Abflussspitzen respektive deren 5jährige gleitende Mittel der Rhône in Sion dargestellt. Man erkennt deutlich eine Abnahme ab der Mitte der 50er Jahre, d.h. nach Inbetriebnahme der Mehrheit der grossen Speicherseen.

Dass dieses Bild nicht typisch ist für die Verhältnisse in der Schweiz, zeigen z.B. die entsprechenden Abflüsse der Thur bei Andelfingen, die durch keinerlei Speicher beeinflusst ist (Bild 3). Betrachtet man eine Annäherung der Verteilung der jährlichen Abflussspitzen der Rhône in Sion vom Beginn der Messreihe bis 1950 durch eine Verteilungsfunktion (z.B. Lognormalverteilung) und vergleicht diese mit einer analogen Verteilung für die Messreihe ab 1965, ergibt sich für ein 10- resp. 20jähriges Hochwasserereignis eine Reduktion der Abflussspitze von rund 130 m<sup>3</sup>/s für die Reihe ab 1965 im Vergleich zur Reihe vor 1950.

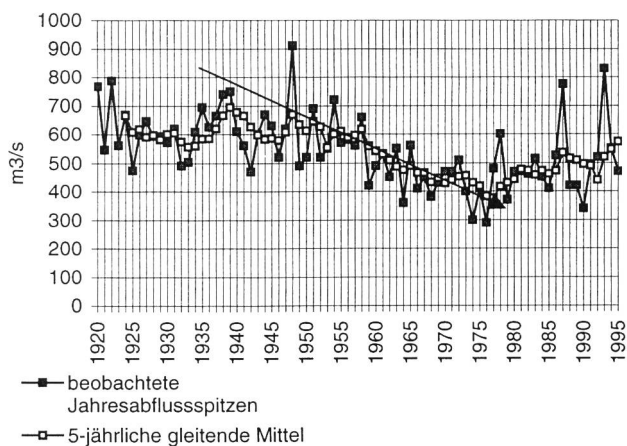


Bild 2. Jährliche Abflussspitzen und zugehörige 5jährige Mittel, Rhône in Sion.

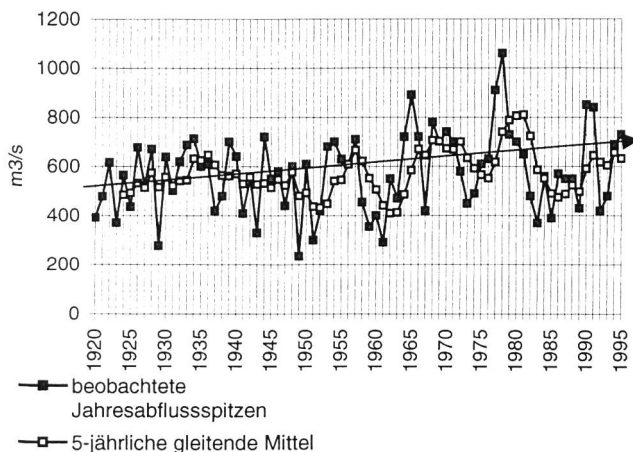


Bild 3. Jährliche Abflussspitzen und zugehörige 5jährige Mittel, Thur in Andelfingen.

Welche Bedeutung hat eine Reduktion der Abflussspitze um beispielsweise 20% auf das Hochwasserrisiko? Abschätzungen anhand von Frequenzanalysen zeigen, dass die Abflussspitze eines z. B. 100jährigen Ereignisses durch Reduktion um 20% etwa auf die Grösse eines 50jährigen Ereignisses herabgemindert wird. Die Eintretenswahrscheinlichkeit eines bestimmten Hochwasserschadens kann deshalb durch Speicherwirkung durchaus halbiert werden.

Diese Abschätzungen sind alles andere als systematisch. Sie zeigen aber dennoch, dass ein grosses Potential an Abflussminderung auch in weiterer Entfernung der Speicher vorhanden ist.

Etwas anders liegen die Verhältnisse im Mittelland, wo keine bedeutenden Speicher zur Elektrizitätserzeugung vorhanden sind. Die Hochwasserereignisse von 1994 zeigten aber auch im Mittelland, dass dort, wo Speicher in Form von speziell dafür konzipierten Hochwasserrückhaltebecken bestehen, diese sehr gute Dienste leisten. So kommt F. Frank in [8] etwa zum Schluss, dass sich das 1984 für rund 3 Millionen Franken erstellte Hochwasserrückhaltebecken Greuel ob Muri im Kanton Aargau durch die Verhinderung grösserer Schäden längst amortisiert habe. Bewährt hatte sich auch das Hochwasserrückhaltebecken Bäckental im Kanton Zürich.

Trotz diesen unumstrittenen Wirkungen zur Minderung von Abflussspitzen sind Hochwasserrückhaltebecken in der Schweiz noch relativ rar [9]. Im Jahre 1990 waren 31 Becken in Betrieb, 56 weitere waren in Planung. Das älteste

Hochwasserrückhaltebecken war das Becken Albigna, welches durch die spätere Staumauer des gleichen Namens überflutet und ersetzt wurde. Das grösste ist das ebenfalls bereits erwähnte Hochwasserrückhaltebecken Orden im Bergell. Die meisten Becken liegen aber im nord-östlichen Mittelland, insbesondere in den Kantonen Zürich (9 Becken), Luzern (7 Becken) und St. Gallen und Thurgau (zusammen 6 Becken). Von den 1990 in Betrieb stehenden Becken erreichen 5 das Grössenkriterium zur Oberaufsicht durch das Bundesamt für Wasserwirtschaft.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl die bestehenden Speicher im Alpenraum als auch die eigens zum Hochwasserschutz gebauten Hochwasserrückhaltebecken einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zum Hochwasserschutz leisten.

### 3. Schadenskosten im Vergleich zu Vermeidungskosten

Die Sanierungskosten im Urnerland im Bereich Gurntellen in der Folge der Überschwemmungen vom August 1987 beliefen sich auf rund 19 Mio Franken [10].

In [11] werden die möglichen Schäden einer Hochwasserkatastrophe, wie sie sich bereits 1922 im Seetal zwischen Mels und dem Walensee ereignete, auf rund 60 Mio Franken geschätzt. Um solche Schäden zu vermeiden, wurde ein Hochwasserschutzkonzept erarbeitet, welches zwar keinen Hochwasserrückhalt in entsprechenden Becken vorsieht, aber dennoch mit Gesamtkosten von rund 27 Mio Franken rechnet.

Für die 25 Jahre von 1972 bis 1996 werden in [12] für die ganze Schweiz Schadenskosten von rund 4400 Franken pro Quadratkilometer und Jahr angegeben. Dies entspricht rund 180 Mio Fr./Jahr. Am stärksten betroffen waren in der angegebenen Periode die Kantone Tessin mit 39 Mio Fr./Jahr, Wallis mit 36 Mio Fr./Jahr und Uri mit 28 Mio Fr./Jahr.

Alein diese wenigen und ebenfalls unsystematischen Angaben zeigen, dass ein beachtliches finanzielles Potential zur Schadensbekämpfung von Hochwassern vorhanden ist.

### 4. Haben Hochwasser Hochkonjunktur?

In den Bildern 2 und 3 wurden zwei Zeitreihen von beobachteten jährlichen Abflussspitzen zweier Flüsse dargestellt. Das Bild 2 zeigte bei der Rhône in Sion, einem von Speichern stark beeinflussten Einzugsgebiet, die bereits erwähnte starke Reduktion der Abflüsse ab etwa 1960. Die Thur in Andelfingen, welche nicht von Speichern beeinflusst wird, zeigt hingegen eine zunehmende Tendenz der Abflussspitzen. Sind dies zufällige Unterschiede, oder besteht ein Trend zur Zunahme der Spitzenabflüsse in den schweizerischen Flüssen? Es seien im folgenden noch zwei weitere Beispiele von langjährigen, relativ unbeeinflussten Messreihen betrachtet (Bilder 4 und 5).

Die beiden Beispiele erhärten die Beobachtung von zunehmenden Abflussspitzen, etwas ausgeprägter an der Sense als an der Albula.

Im März 1998 wurde das Forschungsprogramm NFP 31 über Naturgefahren im Rahmen einer öffentlichen Präsentation der wichtigsten Resultate abgeschlossen. Die Ausbeute dieser Resultate in bezug auf die Beantwortung der Frage, ob die Hochwasser eine zunehmende Tendenz aufweisen, mag unbefriedigend erscheinen. Es zeigte sich, dass schon Aussagen bezüglich durchschnittlicher Niederschläge problematisch sind. Für seltene Extremereignisse sind die Kenntnisse auch nach Fertigstellung der For-



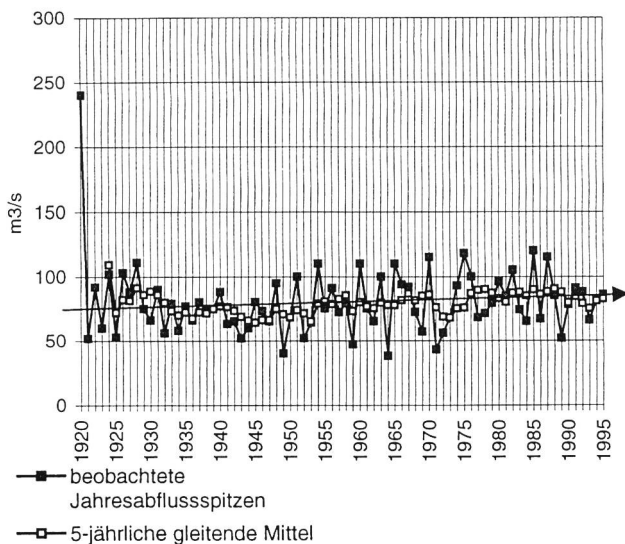


Bild 4. Jährliche Abflussspitzen und zugehörige gleitende Mittel, Sense in Thörishaus.

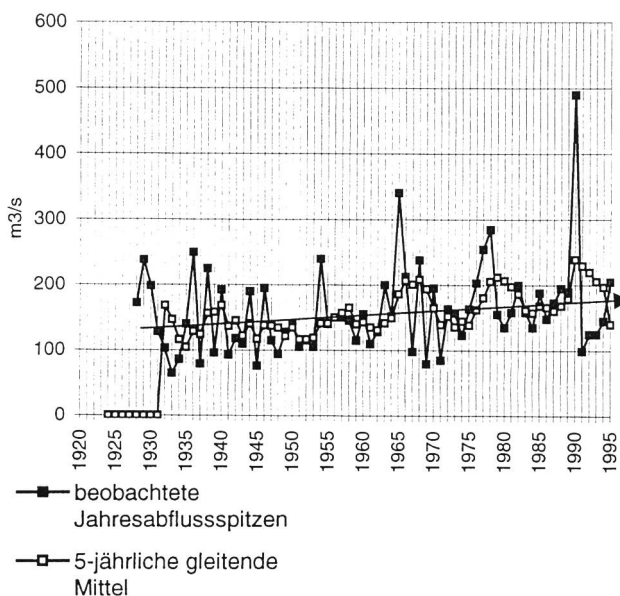


Bild 5. Jährliche Abflussspitzen und zugehörige gleitende Mittel, Albula in Tiefencastel.

schungsarbeit noch zu unzureichend, um einigermaßen gesicherte Aussagen machen zu können. Der vorläufige Kenntnisstand wurde an der Veranstaltung in folgenden drei Feststellungen zusammengefasst:

- Die Beobachtungen im Laufe dieses Jahrhunderts zeigen, dass sich die Lufttemperatur in der Schweiz erhöht hat.
- Eine erhöhte Lufttemperatur hat zur Folge, dass die Luft mehr Wasserdampf aufnehmen kann.
- Bezüglich der generellen Luftströmungen ist für unser Gebiet künftig mit keinen prinzipiellen Änderungen zu rechnen.

Mit anderen Worten ausgedrückt, wird sich an den hauptsächlichlichen Strömungsverhältnissen, die zu Starkniederschlägen führen, wenig ändern. Bedingt durch die wärmere Luft und die damit erhöhte Kapazität, Wasserdampf aufzunehmen, ist aber durchaus mit etwas grösseren Starkniederschlägen zu rechnen. Die Unsicherheiten der Aussagen sind jedoch nach wie vor sehr gross [13].

Nun haben aber nicht nur die Niederschläge ihren Einfluss auf die Hochwasserbildung. Von wesentlichem Einfluss sind auch die abflussbildenden Eigenschaften der Einzugsgebiete. In diesen haben die Versiegelung der Böden durch Überbauungen und intensivierte landwirtschaftliche Nutzung sowie die konsequente Einführung des Mischsystems in der Abwasserreinigung einen massgebenden Einfluss auf die Abflussspitzen.

Es ist nicht Ziel dieses Aufsatzes, die Frage der Zukunft der Hochwasser-Abflussspitzen abschliessend zu beantworten. Festzuhalten bleibt, dass die Beobachtungen in der Schweiz dort, wo keine Speicher vorhanden sind, auf eine steigende Tendenz der Abflussspitzen hinweisen.

## 5. Die offizielle Hochwasserpolitik des Bundes

Auf Bundesebene ist eine ganze Reihe Gesetze und Verordnungen in Kraft, welche sich mit der Frage des Hochwasserschutzes befassen. Erwähnt sei nur das neue Bundesgesetz über den Wasserbau vom 21. Juni 1991 und seine Ausführungsverordnung vom 2. November 1994.

Die Erfahrungen aus den Unwettern von 1987 sind in das erwähnte Gesetz eingebracht worden. Konkretere Ausführungen zur Politik des Hochwasserschutzes sind in [14] und [15] gegeben. Das Leitbild dieser Politik wird umschrieben mit:

*Hochwasser zurückhalten, wo immer möglich, und nur durchleiten, wo nötig!*

Das heisst also, dass der Retention von Wasser erste Priorität beigemessen wird. Aus den weiteren Ausführungen zu diesem Grundsatz wird zwar deutlich, dass bei dieser Retention nicht in erster Linie an eine Retention in eigens dafür gebauten Speichern gedacht ist, sondern dass vielmehr durch Renaturierungen von Gewässern im gewässerbegleitenden Uferbereich Retentionsräume geschaffen werden sollen.

## 6. Vorteile des Hochwasserschutzes mittels Retention

Nicht zu vernachlässigende Vorteile des Hochwasserschutzes mittels Retention, d.h. entsprechend dem Grundsatz, Wasser zurückzuhalten anstatt durchzuleiten, im Vergleich zu konventionellen Uferverbauungen sind auch folgende Aspekte:

Mit der Durchleitung des Hochwassers durch den Ausbau der Gerinnekapazität ist der Schutz für die direkt betroffene Region zwar erreicht. Aus überregionaler Sicht ist das Problem aber nicht gelöst, sondern einfach in den Unterlauf des Gewässers verlagert. Dort werden die Abflussspitzen nach wie vor ungedämpft ankommen. Die oberliegende Massnahme zum Hochwasserschutz nützt den Unterliegern nichts. Wird hingegen der Hochwasserschutz durch den Rückhalt von Wasser angestrebt, ist damit eine Lösung gefunden, die auch den Unterliegern dienlich ist.

Die Versiegelung der Böden, die Einführung und Verbreitung des Mischsystems für die Abwasserbeseitigung, die intensivere landwirtschaftliche Nutzung der Böden und andere Zivilisationsfolgen haben dazu geführt, dass weniger Wasser versickert und mehr Wasser oberflächlich abfließt. Gleichzeitig steigt aber die Notwendigkeit, gutes Grundwasser zur Verfügung zu haben. Der temporäre Rückhalt von Hochwassern kann ebenfalls dazu einen Beitrag leisten, indem nicht alles Wasser dann abfließt, wenn die Böden ohnehin gesättigt sind und keine zusätzliche Infiltration stattfinden kann.

## 7. Die künftige Rolle der Talsperrenfachleute

Die oben skizzierte Möglichkeit, künftig den Talsperren eine aktivere Rolle im Hochwasserschutz beizumessen, bleibt nicht auf die Anlagen beschränkt.

Es warten hier interessante Aufgaben für die Talsperrenfachleute, sei dies

- in der systematischen, wasserwirtschaftlichen Beurteilung vom Potential bestehender und neuer Speicher zur Reduktion von Hochwasserschäden,
- in der monetären Bewertung dieses Schutzes und damit in der systematischen Abschätzung des für Massnahmen verfügbaren Geldes,
- in der Planung und Projektierung neuer Retentionsräume,
- in der Untersuchung der betrieblichen Möglichkeiten zur optimalen Nutzung des Hochwasserschutzpotentials und der dadurch anfallenden Kosten.

Grobe Abschätzungen massgebender Einflussgrössen zeigen, dass die Szenarien für eine künftig aktivere Politik des Hochwasserschutzes durch Retention in bestehendem oder neu zu schaffendem Speicherraum durchaus realistisch sind. Dies trifft sowohl auf Hochwasserrückhaltebecken im Mittelland als auch auf Speicherseen im Alpenraum zu. Wichtig ist dabei, dass dort, wo der Retentionsraum für andere Zwecke gebaut wurde, eine faire Abgeltung für den Hochwasserschutz vorgesehen wird. Es ist deshalb allen zu empfehlen, sei dies bei den Behörden, den Hochschulen, den Ingenieurbüros oder den Betreibern von Talsperren, sich mit den Chancen und Gefahren dieser Vision auseinanderzusetzen.

### Literaturhinweise

- [1] O. Martini: Die Hochwasserkatastrophe 1978 am Ausgleichsbecken Palagnedra.
- [2] H. Tiedemann: Berge, Wasser, Katastrophen. Schweizerische Rückversicherungsgesellschaft, 1988.
- [3] F. Naef und M. Jäggi: Das Hochwasser vom 24./25. August 1987 im Urner Reusstal, «wasser, energie, luft», 9-1990.

- [4] G. Röthlisberger: Unwetterschäden in der Schweiz 1993, «wasser, energie, luft», 1/2-1994.
- [5] D. Grebner: Meteorologische Analyse des Unwetters von Brig und Saas Almagell, «wasser, energie, luft», 1/2-1994.
- [6] R. Biedermann et al.: Hochwasserschutz im Kanton Wallis, Speicherkraftwerke und Hochwasserschutz, «wasser, energie, luft», 10-1996.
- [7] R. Bischof und J. Vichr: Die Hochwasserkatastrophe fand im Bergell nicht statt, «wasser, energie, luft», 11/12-1987.
- [8] F. Frank: 18./19. Mai 1994: Was alles nicht passiert ist... «wasser, energie, luft», 10-1994.
- [9] D. Müller: Die Hochwasserrückhaltebecken der Schweiz, «wasser, energie, luft», 9-1990.
- [10] E. Philipp: Hochwasser 1987 der Reuss bei Gurtellen – Sicherheit für die Zukunft, Bauausführung – Bauprogramm – Baukosten, «wasser, energie, luft», 5/6-1996.
- [11] Gemeinden Mels, Flums, Walenstadt, Hochwasserschutz Seez – Schutzkonzept und generelles Projekt.
- [12] G. Röthlisberger: Hochwasser-Schadenskosten, «wasser, energie, luft», 3/4-1997.
- [13] D. Vischer: Naturgefahren in der Schweiz – Entwicklungen im Zeichen der Klimaänderung, SIA, Nr. 47, 1997.
- [14] Bundesamt für Wasserwirtschaft: Anforderungen an den Hochwasserschutz '95, 1995.
- [15] BWW, BRP, Buwal: Empfehlungen: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, 1997.

Adresse des Verfassers: *Walter Hauenstein*, Dr., dipl. Bauing. ETH, Nordostschweizerische Kraftwerke, Parkstrasse 23, CH-5400 Baden.

Überarbeiteter Vortrag, den der Verfasser am 4. Juni 1998 im Rahmen einer Arbeitstagung des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren zum Thema «Talsperren: Blick in die Zukunft – Des barrages: regard vers l'avenir» in Montreux gehalten hat.

## Generalrevision Wasserkraftwerk Bannwil

### Neues Laufrad mit erhöhter Leistung

*Michael Bhend*

Die BKW FMB Energie AG (BKW) verfolgt für ihre Produktions- und Verteilanlagen eine langfristige Instandhaltungsstrategie mit klaren Zielen bezüglich Personensicherheit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit. Aufgrund dieser Strategie wird nun nach rund 30 Jahren das Wasserkraftwerk Bannwil einer Generalrevision unterzogen.

Ende April 1998 hat die erste der drei Maschinen – generalrevidiert und mit 8% mehr Leistung ausgestattet – für weitere 30 Jahre den Betrieb wieder aufgenommen. Im Frühling 1999 bzw. 2000 folgen die zweite respektive die dritte und letzte Maschine.

## Vorgeschichte bis zum heutigen Tag

Den Anstoss zu dieser Erneuerung bildet die genannte Instandhaltungsstrategie. So wurden die Kraftwerke Kallnach (1980), Spiez (1985) und 1991 das Kraftwerk Kandergrund neu gebaut. Die Turbinen-Generatorgruppen der Kraftwerke Niederried-Radelfingen und Aarberg wurden in den Jahren 1990 bis 1994 generalrevidiert. Wie bereits für all diese Erneuerungen lauten die Zielsetzungen für das Projekt Bannwil wiederum: Leistungserhöhung durch optimale Nutzung der vorhandenen Wasserkraft, Gewährleistung einer sicheren und übersichtlichen Betriebsführung, Nachrüsten nach neuesten Umweltschutzkenntnissen sowie Behebung von Abnutzungsschäden. Die Projektierung begann bereits 1990 mit einer systematischen Zustandsanalyse und der Auswertung der Betriebsaufzeichnungen. Daraus wurde in Zusammenarbeit mit der Herstellerfirma Sulzer Hydro AG ein Massnahmenpaket für die Generalrevision zusammengestellt. Um der Forderung