

Zeitschrift: Jahrbuch / Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee
Herausgeber: Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee
Band: - (2010)

Artikel: Hochwasserschutz am Thunersee : der Entlastungsstollen Thun und sein Betrieb
Autor: Schudel, Bernhard / Wyss, Markus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1095969>

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: 24.03.2026

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

Hochwasserschutz am Thunersee

Der Entlastungsstollen Thun und sein Betrieb¹

Einführung

Im Mai 2009 ist der Entlastungsstollen in Thun eingeweiht worden und im September 2010 hat der Regierungsrat des Kantons Bern das Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersees bewilligt. Ausgelöst durch das Hochwasser vom Mai 1999 findet damit ein zehnjähriger Planungs- und Realisierungsprozess sein erfolgreiches Ende. Tatsächlich haben noch weitere Hochwasserereignisse, darunter natürlich vor allem dasjenige vom August 2005, diese Entwicklungszeit geprägt und zu neuen, manchmal sogar überraschenden Erkenntnissen geführt. Diese nicht voraussehbaren Ereignisse haben aus der Planung einen Lernprozess der besonderen Art gemacht. Der vorliegende Artikel dokumentiert die Entstehung des neuen Hochwassermanagements für den Thunersee mit seinen baulichen und betrieblichen Aspekten.

Hochwasser am Thunersee

Hochwasser in der Vergangenheit

Hochwasserereignisse traten am Thunersee über Jahrhunderte beobachtet immer wieder auf. Seit der Einleitung der Kander in den Thunersee im Jahr 1714 wurde die Stadt Thun häufig überschwemmt. So wurden schon in früheren Zeiten Massnahmen gegen Überschwemmungen getroffen. Insbesondere der Bau der Äusseren Aare am Ort der alten Stadtbefestigung im Jahre 1722 und des Uttigenkanals um 1870 erlaubten jeweils, die Überschwemmungsgefahr zu verringern.

Seit 1869 misst der Bund die Pegelstände am Thunersee. Sie geben eine Übersicht über die Höchstwasserstände der letzten 131 Jahre. In dieser Zeit ist die Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. in 37 Jahren erreicht oder überschritten worden. Dabei ragen die Ereignisse von 1999 mit 559.17 m ü.M. und 2005 mit 559.25 m ü.M. als Extremhochwasserereignisse heraus. Die Überschrei-

¹⁾ Dieser Artikel ist eine aktualisierte Version eines Textes, der in der Zeitschrift WEL – Wasser Energie Luft, Nr. 1/2010 veröffentlicht worden ist.

tung der Hochwassergrenze war in diesen Fällen mehr als doppelt so hoch wie beim dritthöchsten Hochwasser im Jahr 1910, das einen Pegel von 558.68 m ü.M. erreichte.

Anfälligkeit des Thunersees

Der Thunersee ist aus drei Gründen besonders anfällig für Hochwasser:

- Der Anteil seiner Seefläche von 50 Quadratkilometern (km²) ist, verglichen mit seinem Einzugsgebiet (2 500 km²), mit 2 Prozent sehr klein. Im Vergleich mit den anderen grösseren Schweizer Seen ist dieser Anteil der kleinste. Diese Tatsache ist insbesondere auf die Einleitung der Kander in den Thunersee zurückzuführen. Durch diesen Eingriff hat sich das Einzugsgebiet des Thunersees annähernd verdoppelt.
- Die Differenz zwischen dem mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. und der Hochwassergrenze beträgt nur 50 cm (Hochwasserrückhalt). Dieser mögliche Anstieg ist vergleichsweise sehr gering.
- Die Aare in Thun – der Ausfluss des Thunersees – ist sehr seicht. Beim Ausfluss aus dem See liegt die Flusssohle mit 556.60 m ü.M. nur gut einen Meter unter dem mittleren Sommerwasserstand. Die Scherzligschleuse bildet als engste Stelle im Abfluss den eigentlichen «Tellerrand» des Thunersees. Dies hat zur Folge, dass bei tiefem Seestand – trotz offener Schleusen – nur wenig Wasser aus dem Thunersee abfliessen kann. Erst mit steigendem Seepiegel nimmt auch die Abflussmenge zu.

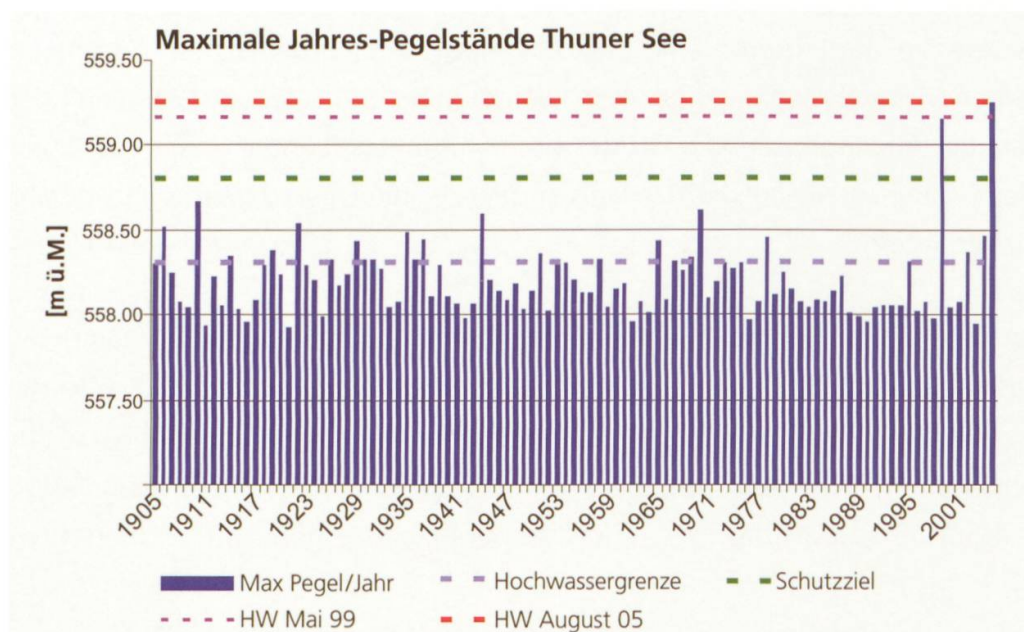


Abb. 1: Maximale Jahres-Pegelstände Thunersee 1905 – 2005 (Quelle: bhc)

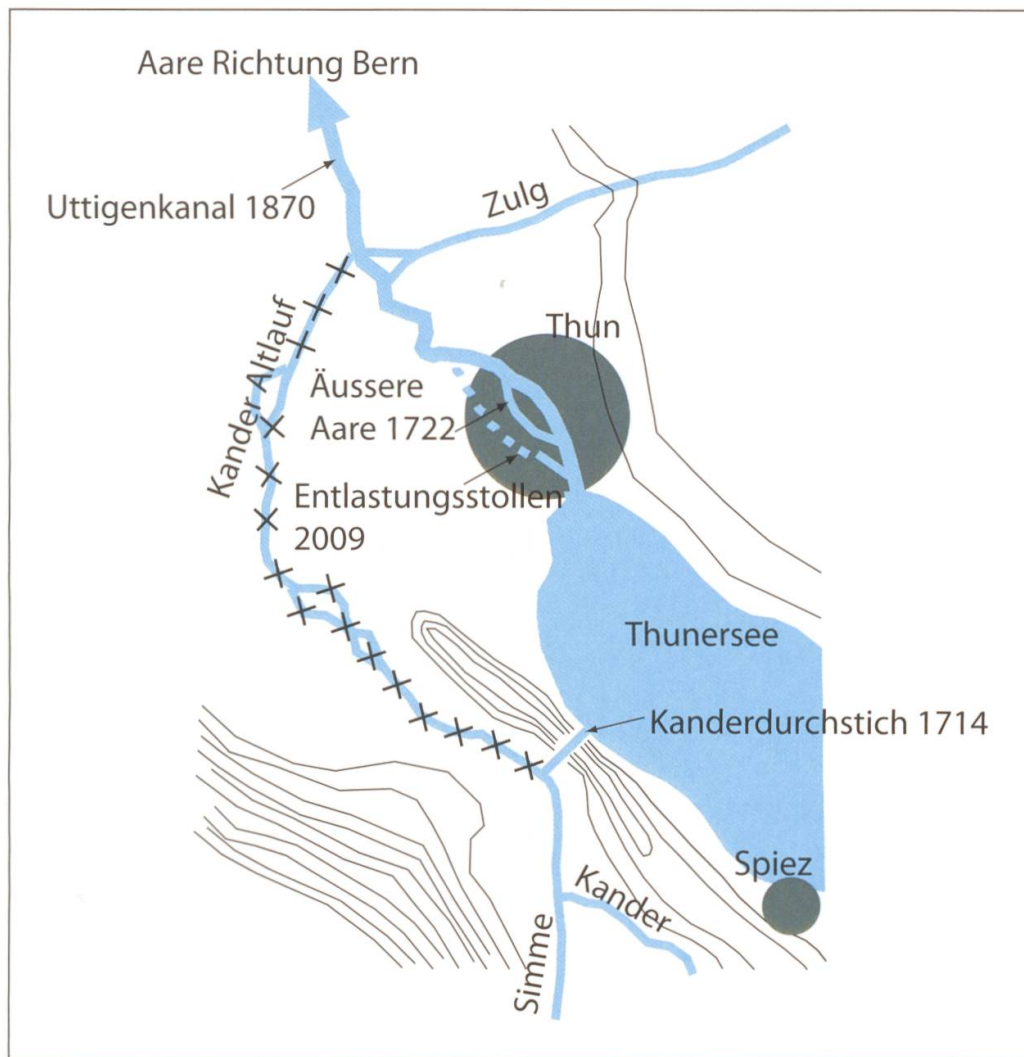


Abb. 2: Wasserbaumassnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes in und um Thun (Quelle: IC)

Die Lösung: der Entlastungsstollen

Im Mai 1999 liessen ausgiebige Niederschläge und die Schneeschmelze Aare, Simme und Kander stark anschwellen. Sie brachten bis zu 700 Kubikmeter (m^3) pro Sekunde in den Thunersee. Am 11. Mai wurde ein Seepegelstand von 558.10 m ü.M. gemessen. Innerhalb von nur vier Tagen stieg der Seespiegel dann – trotz vollständig geöffneter Schleusen – 87 cm über die Hochwassergrenze auf den Höchststand von 559.17 m ü.M. Zu diesem Zeitpunkt standen in Thun rund 350 Gebäude im Wasser. Die Bewohnerinnen und Bewohner konnten ihre Wohnungen zum Teil nur mehr per Boot erreichen. Grundwasereinbrüche legten die Kanalisation lahm, und aus Sicherheitsgründen musste vielerorts der Strom abgestellt werden. Das Hochwasser hinterliess Schäden von gut 60 Mio. Franken an Gebäuden und Mobiliar.

Konzept des Entlastungstollens

Nach dem Hochwasser 1999 gingen mehrere politische Vorstösse für einen verbesserten Hochwasserschutz in Thun ein. Es wurden auch Sofortmassnahmen gefordert, darunter die Ausbaggerung der Aare zwischen See und Scherzligschleuse.

Der Kanton liess darum verschiedene Hochwasserschutzmassnahmen ausarbeiten und bewerten. Schutzziel war, dass ein Hochwasser wie dasjenige von 1999 den Pegelstand von 558.80 m ü.M. nicht übersteigt. Denn einerseits ist ein absoluter Schutz vor einem Extremhochwasser technisch kaum realisierbar und wirtschaftlich nicht tragbar, andererseits nehmen die Schäden in Thun erst ab 558.80 m ü.M. dramatisch zu.

Anhand einer Nutzwertanalyse untersuchten Experten in einem partizipativen Prozess mit den Betroffenen und den weiteren, relevanten Kreisen die Tauglichkeit der verschiedenen Lösungsansätze in Bezug auf ihre technischen, städtebaulichen, umweltmässigen, politischen und finanziellen Auswirkungen. Dabei zeigte sich, dass die häufig geforderte Ausbaggerung der Aare wenig wirksam ist. Im Anschluss an den Vergleich wurde ein kantonaler Wasserbauplan mit acht Massnahmen ausgearbeitet, darunter ein kurzer Entlastungstollen (Schiffahrtsskanal – Äussere Aare) und die Vertiefung der Scherzligschleuse. Während der Projektierung tauchte die Idee eines langen Entlastungstollens



Abb. 3: Entlastungstollen: Situation (Quelle: IC)

vom Schifffahrtskanal zum Kraftwerk auf. Diese wurde ebenfalls in den Variantenvergleich aufgenommen. Im November 2004 entschied sich der Kanton zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt und der Stadt Thun schliesslich für den Bau des langen Entlastungsstollens Schifffahrtskanal – Kraftwerk.

Der Entlastungsstollen erhöht die Abflusskapazität bereits bei tiefem Seestand um 100 Kubikmeter pro Sekunde. Beim Pegelstand von beispielsweise 557.70 m ü.M. fliessen ohne Stollen rund 240 m³/s durch die vollständig geöffneten Schleusen. Mit dem Stollen können bei gleichem Seestand insgesamt 340 m³/s aus dem Thunersee abgeführt werden. Gegenüber den übrigen Lösungsansätzen hat der Entlastungsstollen zudem folgende Vorteile:

- das Schutzziel am Thunersee wird erreicht, ohne dass die bei einem Hochwasser auftretende Abflussspitze erhöht wird
- die Situation wird daher für die Unterlieger, namentlich die Stadt Bern, nicht nachteilig verändert
- die Baurisiken sind abschätzbar
- die geringe Beeinträchtigung der Umwelt
- das gute Kosten-Nutzen-Verhältnis
- der gemeinsame Nenner aller am Prozess beteiligter Anspruchsgruppen (Konsenslösung)
- sollte in Zukunft eine Erhöhung des Schutzziels nötig werden, kann der Hochwasserschutz mit kostengünstigen, weiteren Massnahmen wirksam erhöht werden

Nach Abschluss der Planungsarbeiten und der Umweltabklärungen wurde der Wasserbauplan Anfang 2006 genehmigt. Der Bau des Entlastungsstollens begann im Winter 2006/2007. Die Tunnelbohrmaschine war im Sommer 2007 betriebsbereit und grub sich in weniger als einem Jahr von der Auslauf- bis zur Einlaufstelle durch. Danach wurden die Portale fertig gestellt. Im Frühjahr 2009 fanden die Betriebstests statt, wobei auch die Auswirkungen der neuen Wasserführung auf die Schifffahrt und die Umwelt (insbesondere die Wassertrübung, die Ufererosion und die Fischpopulationen) kontrolliert wurden. Am 29. Mai 2009 konnte die verantwortliche Regierungsrätin Barbara Egger-Jenzer zusammen mit ihren Partnern das Werk einweihen.

Beschreibung des Bauwerks

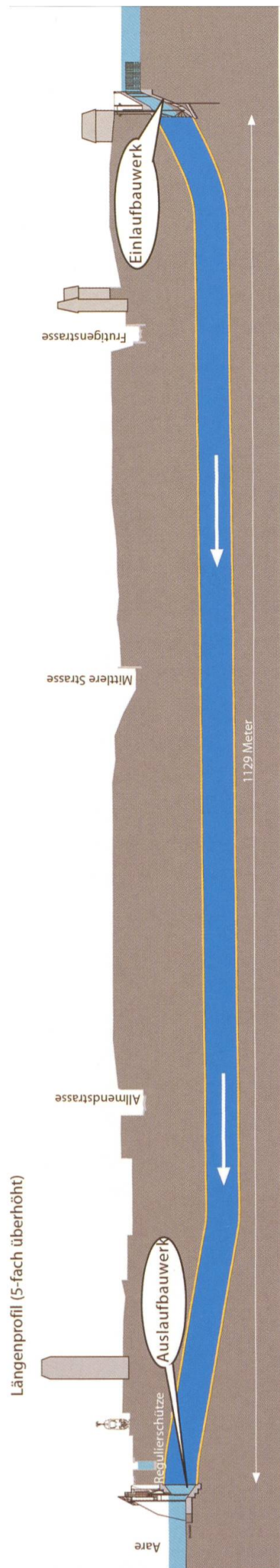
Der Entlastungsstollen ist eine Art dritter, unterirdischer Arm der Aare. Das Einlaufbauwerk des Entlastungsstollens befindet sich am Ende des Schifffahrtskanals, gleich beim Bahnhof Thun. Von hier fliesst das Wasser unter dem Bahnhofplatz hindurch und unter dem Bahntrasse bis unterhalb des Kraftwerks Thun-Aare und gelangt dort wieder in die Aare.



Abb. 4: Innenansicht des Stollens während der Bauarbeiten (Quelle: ARGE AHT)



Abb. 5: Auslaufbauwerk bei einem Ausfluss aus dem Stollen von knapp $90 \text{ m}^3/\text{sec}$ während der ersten Tests (Quelle: IC)



Der Stollen ist 1129 m lang, hat einen Durchmesser von 5.5 m und verläuft bis zu 15 m unter der Erdoberfläche im Grundwasser und Lockergestein. Den im Schildvortrieb erstellten Stollenquerschnitt bilden 30 cm starke Betontübbinge*. Mit der gewählten Linienführung beeinträchtigt der Stollen keine bestehenden Anlagen. Auch bleiben alle Optionen für eine allfällige neue Strassenverbindung (Aarequerung Süd) offen.

Der Stollen, der ausser bei Revisionsarbeiten immer mit Wasser gefüllt bleibt, wird beim Auslaufbauwerk geöffnet und geschlossen. Geöffnet wird der Stollen nur in Hochwassersituationen. Im Normalbetrieb wird der Thunersee also weiterhin nur mit der Mühle- und der Scherzligschleuse reguliert.

Vom Einlaufbauwerk im Schifffahrtskanal ist bei Niedrigwasser einzig der Rechen und vom Auslaufbauwerk unterhalb des Kraftwerkes sind der Technikraum und die Stützmauern der Ausleitung sichtbar.

* Bauteile der Innenschale eines Tunnels.
Aus einzelnen Segmenten zusammengesetzter Ring zum Ausbau wasserdichter Schächte.

Abb. 6: Entlastungstollen:
Längsschnitt (Quelle: IC)

Betrieb und Hochwassermanagement

Hochwasser 2005 bestätigt die Wirksamkeit des Stollens

Nach einem regnerischen Sommeranfang und entsprechend gesättigten Böden sorgten weitere, noch intensivere Niederschläge dafür, dass der Thunersee am 24. August 2005 innerhalb von nur zwei Tagen auf einen Pegelstand von 559.25 m ü.M. anstieg. Der See erreichte damit seine historische Höchstmarke und stieg 95 cm über die Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. Nachdem das Ereignis 1999 schon alle Rekorde gebrochen hatte und gemäss statistischer Auswertung zum Jahrhunderthochwasser erklärt wurde, dauerte es nur gerade sechs Jahre, bis diese Höchstmarke überschritten wurde.

Weil sich der Entlastungsstollen 2005 in der Projektierungsphase befand, konnte das Ereignis 2005 in die Modellrechnungen aufgenommen werden. Wie hoch wäre der Thunersee gestiegen, wenn der Entlastungsstollen schon betriebsbereit gewesen wäre? Würde der Stollen das Schutzziel von 558.80 m ü.M. auch bei diesem sehr rasch abgelaufenen Ereignis einhalten können?

Tatsächlich haben die Simulationen gezeigt, dass selbst bei einem derartigen, durch Intensivniederschläge ausgelösten Ereignis die Kapazität des Stollens ausreicht, um das Schutzziel einzuhalten. Der zusätzliche Abfluss im Stollen erlaubt ein rechtzeitiges Absenken des Seespiegels, was die Wirksamkeit des Stollens begünstigt und den Seepegel um wichtige Zentimeter weniger hoch ansteigen lässt.

Erkennen von Hochwassergefahren

Wie jedoch lassen sich Hochwasserereignisse rechtzeitig erkennen? Welche Parameter sind von Bedeutung? Wie kann eine automatische Messung und Datenübermittlung sichergestellt werden? Welche Wirkung hat die veränderte Regulierung auf die Unterlieger? Und: Wie kann man dieses Wissen in einem verbindlichen Reglement zusammenfassen? Im Herbst 2005 begann der Kanton Bern mit der Erarbeitung eines Betriebsreglements für die Früherkennung von Hochwasserereignissen und die optimale Regulierung des Thunersees bei Hochwasser-Dispositionen. Als Grundlage dienten insbesondere die historischen Messdaten der Niederschläge, Abflüsse, Pegelstände, Schneehöhen und Wasseräquivalente des Schnees im gesamten Einzugsgebiet.

Entscheidungskriterien für die Öffnung des Entlastungsstollens

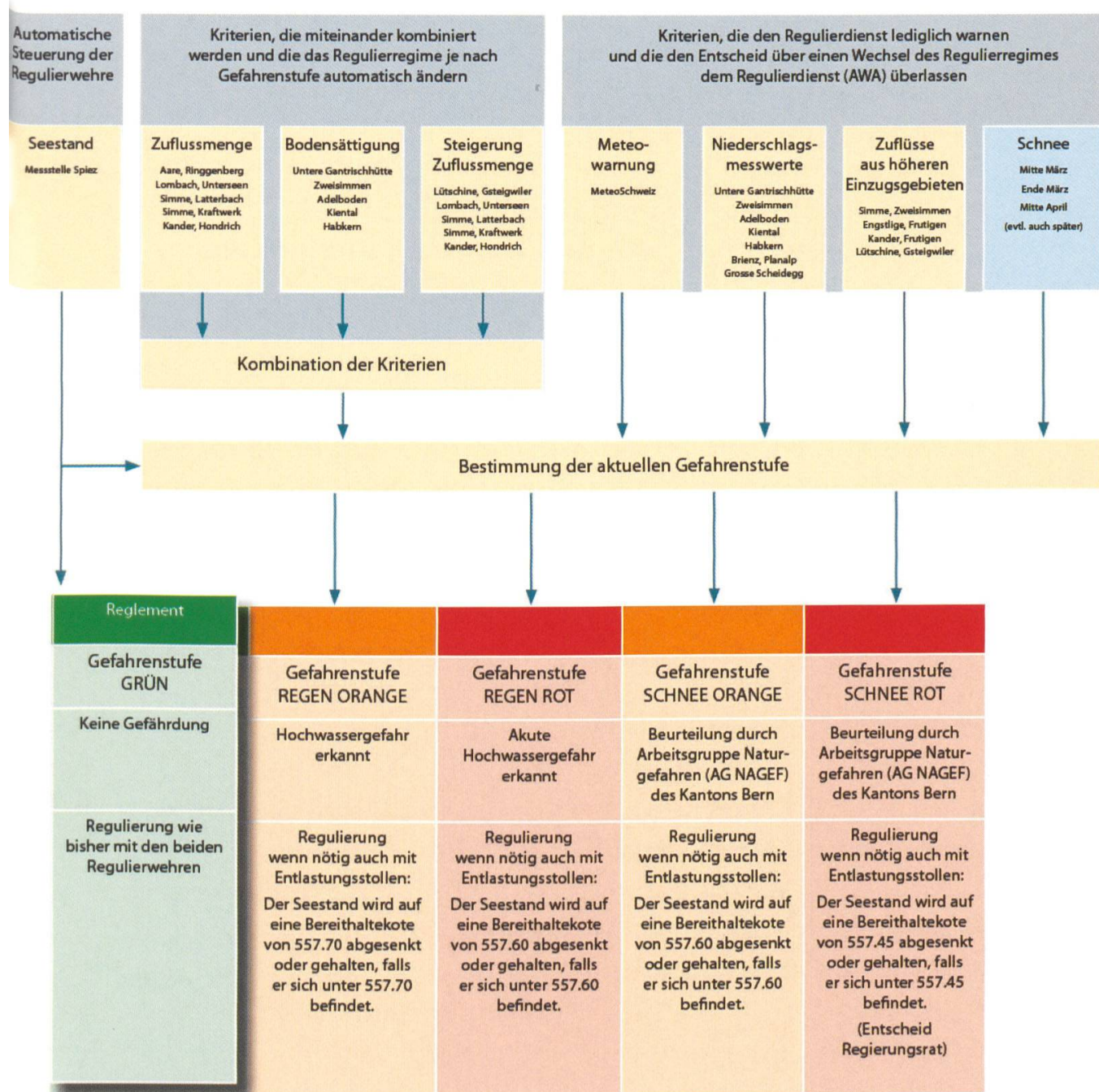


Abb. 7: Systematik der Entscheidungskriterien (Quelle: Felix Frank)

Ein Hochwasser droht, sobald die Zuflüsse dem Thunersee mehr Wasser zuführen als in Thun abfließen kann. Um ein drohendes Hochwasser möglichst früh erkennen zu können, definiert das neue Betriebsreglement die kritischen Werte der relevanten Parameter (vgl. Schema), die Gefahrenstufen ORANGE (Hochwasserdiskposition erkannt) und ROT (akute Hochwassergefahr erkannt) und legt die Regulierung in diesen Risikosituationen fest.

Die Parameter für das Erkennen einer Hochwassergefahr sind:

- die Zuflussmengen und deren zeitliche Veränderung (Aare, Kander, Simme, Lombach)
- die Bodensättigung (Bestimmung anhand der Niederschläge der vorangehenden 20 Tage)
- die Meteowarnungen
- aktuelle Niederschlagsmengen im Einzugsgebiet
- die Zuflussmengen und deren zeitliche Veränderung in höheren Lagen des Einzugsgebiets (Lütschine, Kander, Engstlige, Simme)
- die Veränderung des Seepegels

Auch die Schneeschmelze kann die Hochwasserdisposition auslösen oder zusätzlich verschärfen. Daher werden im Frühjahr regelmässig die Schneebedeckung, die Schneehöhen und die im Schnee gespeicherte Wassermenge im Einzugsgebiet bestimmt.

Grundlegende Messdaten

Die automatische Regulierung nach dem Betriebsreglement ist nur möglich, wenn die relevanten Messwerte im gesamten Einzugsgebiet laufend zur Verfügung stehen und verarbeitet werden können.

Je drei Messstellen wachen über die Pegelstände des Thuner- und des Brienersees. Weitere achtzehn Messstellen liegen an den Fliessgewässern im Einzugsgebiet und halten die Abflussmengen fest. Die Messstellen werden entweder vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) oder vom Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) betrieben. Wichtige Messstellen sind mit zwei Mess-, Aufzeichnungs- und Datenübertragungssystemen ausgerüstet. Damit ist gewährleistet, dass die unerlässlichen Daten auch beim Ausfall eines Systems zur Verfügung stehen.

Das Niederschlags-Messnetz der MeteoSchweiz wurde massiv verdichtet. Es umfasst mittlerweile 11 automatische Messstationen. Deren Messdaten dienen auch dem Abschätzen der Bodensättigung.

Steuerung des Entlastungsstollens

Die Steuerung des Entlastungsstollens erfolgt aus Sicherheitsgründen soweit wie möglich automatisch. Die Zentrale des AWA befindet sich in Bern. Dort

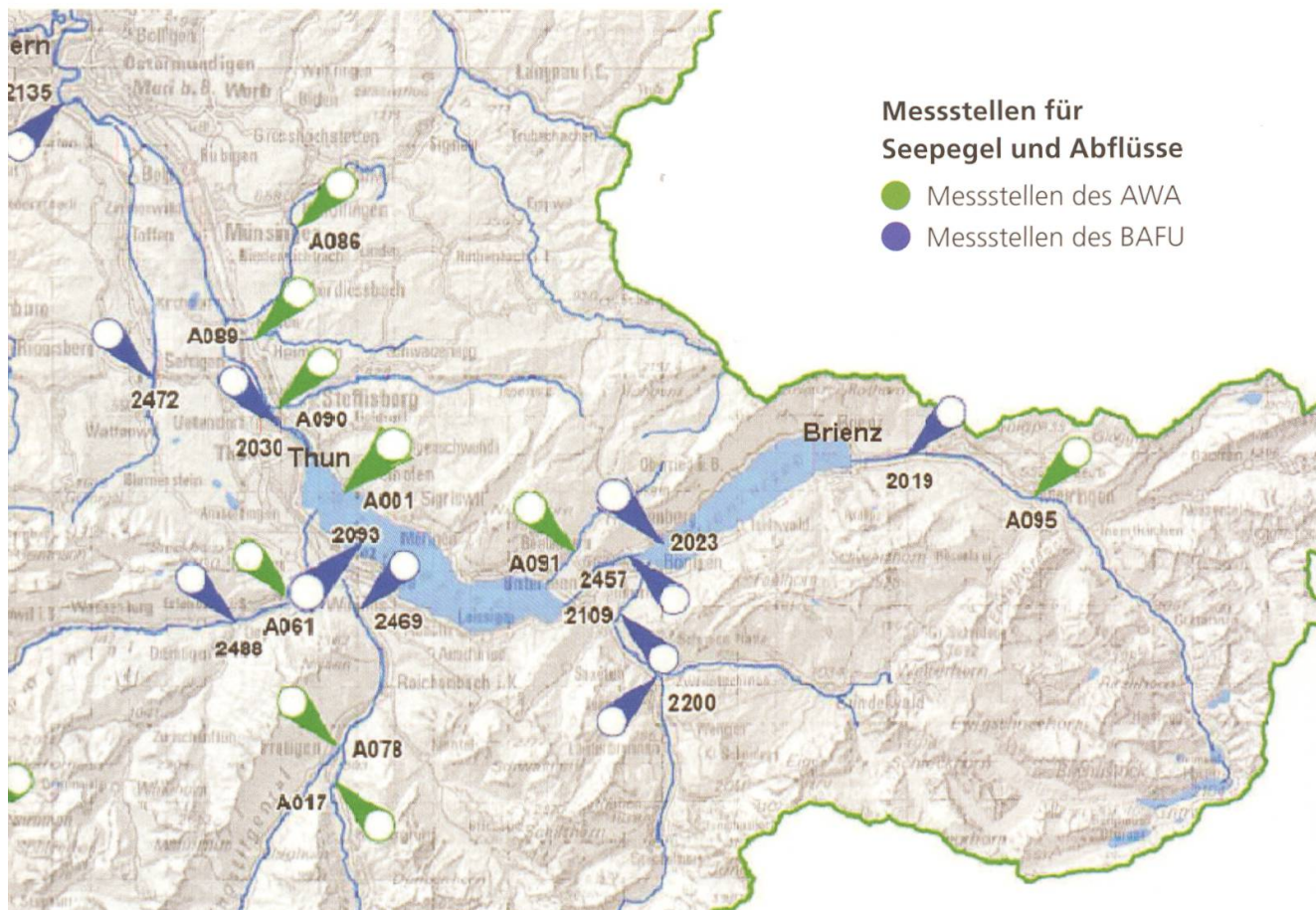


Abb. 8: Karte der Messstellen für Seepiegel und Abflüsse (Quelle: AWA)



Abb. 9: Die Betriebszentrale des AWA (© AWA)

laufen alle Messdaten zusammen. Die Schwellenwerte und Kombinationen der Kriterien «Seestand», «Zuflussmenge», «Bodensättigung» und «Steigerung Zuflussmenge» fließen in die seit April 2009 betriebsbereite und automatisierte Steuerung ein.

Das neue Regulierkonzept ermöglicht den optimalen Einsatz des Entlastungsstollens. So wird der Pegelstand des Thunersees bei extremen Hochwassern wie 1999 und 2005 künftig um bis zu 40 cm weniger hoch ansteigen. Die Schäden in Thun aus den Jahren 1999 und 2005 (total 170 Mio. Franken) wären mit dem Betrieb des Entlastungsstollens nur halb so hoch ausgefallen.

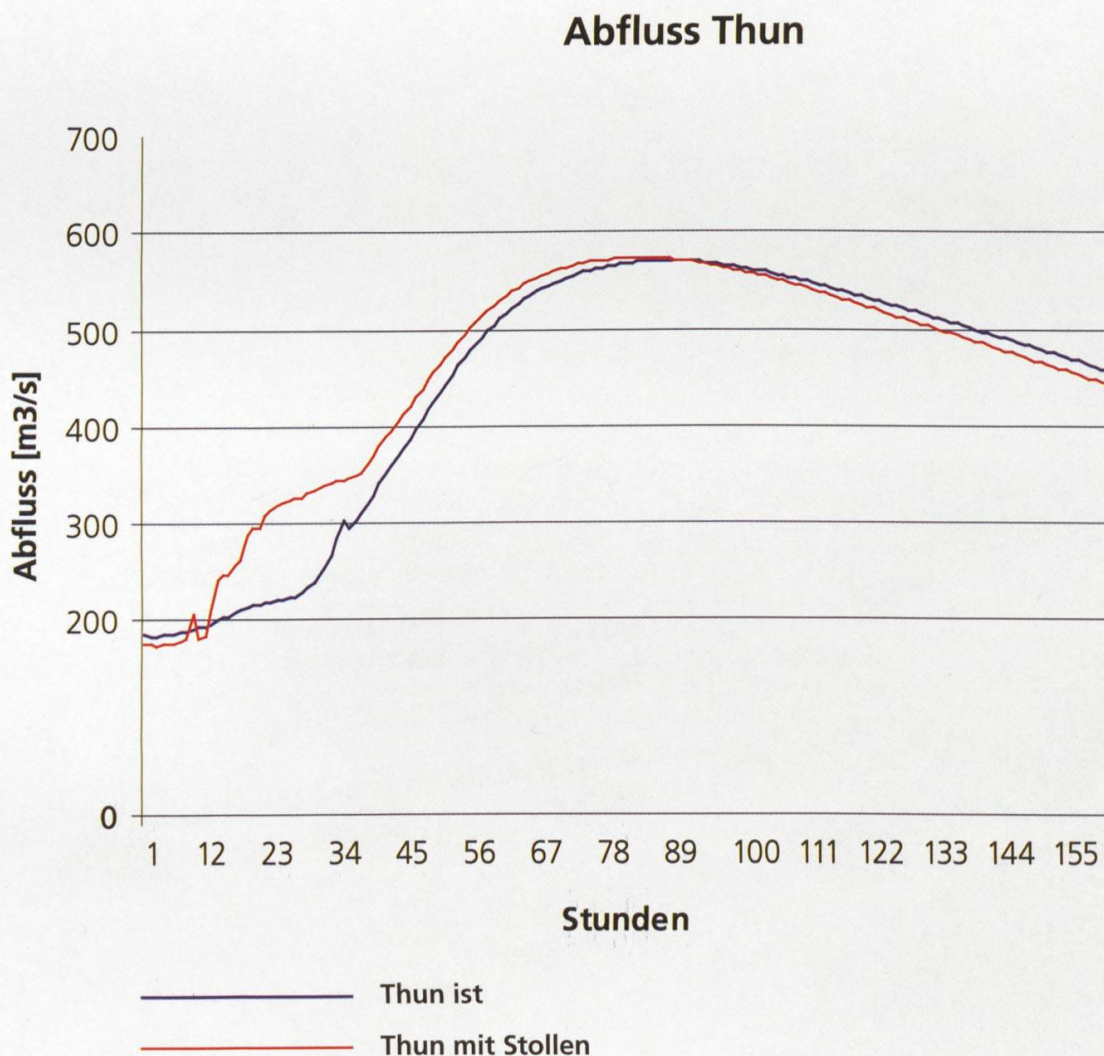


Abb. 10: Vergleich der Abflüsse mit oder ohne Stollen bei einem Extremereignis (Quelle: bhc)

Unterliegersituation

Die Gesetzgebung schreibt vor, dass Wasserbauprojekte den Unterliegern keine Nachteile verursachen dürfen. Es darf somit zu keinen zusätzlichen Überschreitungen der Kapazitätsgrenzen oder höheren Abflussspitzen kommen. Von allen Unterliegergemeinden zwischen Thun und Bern hat Bern die tiefste Kapazitätsgrenze. Sie liegt heute bei etwa 440 m³/s.

Mit der bisherigen Thunersee-Regulierung ohne Entlastungsstollen wurden bei drohendem Hochwasser in Thun alle Schleusentore geöffnet. Stieg der Thunersee weiter an, blieben die Schleusen geöffnet und der Abfluss nahm entsprechend zu. Wenn der Seepiegel in Thun über 558.30 m ü.M. und der Abfluss in Bern über 440 m³/s stiegen, führte das sowohl in Thun als auch in Bern meist zu Überschwemmungen.

Die Berechnungen haben gezeigt, dass es in bestimmten Fällen nötig ist, den Stollendurchfluss zu drosseln, solange die Abflusskapazität der Aare bei Bern der heutigen entspricht. Dies ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die Flüsse des Zwischeneinzugsgebietes, die Gürbe, Zulg und Rotache, extreme Abflüsse aufweisen. Droht am Thunersee hingegen ein Extremhochwasser, so wird der Durchfluss durch den Stollen nicht gedrosselt. Denn eine Drosselung des Stollendurchflusses bei einem Extremhochwasser würde den Thunersee höher ansteigen lassen und so letztlich, zwar zeitlich verzögert, zu gleich grossen Abflüssen aus dem Thunersee führen wie bei offenen Schleusen und ungedrosseltem Stollen. Der Grund liegt darin, dass der See dank des frühzeitigen Einsatzes des Stollens weniger hoch steigt als ohne Stollen. Eine Drosselung des Stollens bei einem Extremhochwasser würde also den Unterliegern nichts nützen (vgl. Abb. 10) und gleichzeitig zu unnötigen, höheren Schäden rund um den Thunersee führen.

Daher wurden zwei Prognoseprogramme entwickelt, die die aktuellen Messwerte laufend verarbeiten. Sie berechnen:

- den wahrscheinlichen Höchststand des Thunersees im Vorfeld und während eines Hochwassers anhand der Daten der Zuflüsse Aare, Kander, Simme und Lombach in den Thunersee. Zeigt diese Prognose einen Maximalstand des Thunersees von grösser als 558.45 m ü.M. an, so wird der Durchfluss im Stollen nicht gedrosselt.

- die zu erwartende Abflussmenge der Aare in Bern anhand der Daten von Aare, Zulg, Rotache, Kiese und Gürbe, deren Trends sowie die Dauer, bis die Wassermengen Bern erreichen. Anhand dieser Berechnungen findet bei Bedarf eine automatische Drosselung des Stollendurchflusses statt, sofern es sich am Thunersee nicht um ein Extremhochwasser handelt.

Dieser Mechanismus ist ein wesentlicher Bestandteil des Betriebsreglements. Er stellt den nötigen Schutz der Unterlieger vor zusätzlichen Hochwassern sicher.



Abb. 11: Karte des Zwischeneinzugsgebiets (dunkel) in Bezug zu demjenigen des Thunersees (hellblau) (Quelle: IC)

Zur Illustration einer Drosselung des Stollendurchflusses zu Gunsten der Unterlieger dient die Simulation des Ereignisses vom August 2007.

Durch die vielen Niederschläge im Sommer 2007 waren die Böden im Einzugsgebiet gesättigt und konnten kein Wasser mehr aufnehmen. Die nachfolgenden Niederschläge flossen deswegen schneller in die Bäche und Flüsse ab. Am 6. August sagten die Wetterdienste weitere intensive Niederschläge auf der Alpennordseite voraus. Der Dauerregen setzte am 7. August ein und liess erst am 10. August nach.

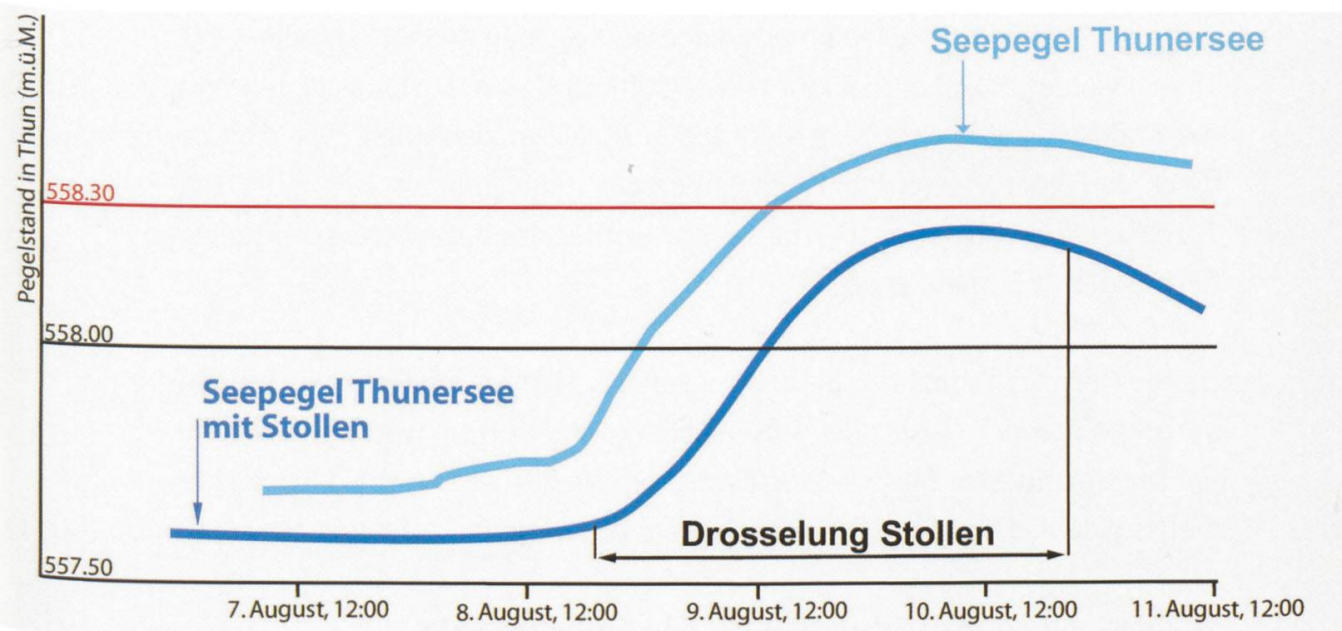


Abb. 12: Ereignis August 2007: der Pegelstand des Thunersees mit und ohne Entlastungsstollen. Trotz der Drosselung des Abflusses durch den Entlastungsstollen wäre der Pegelstand nicht über die Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. gestiegen (Quelle: bhc/IC).

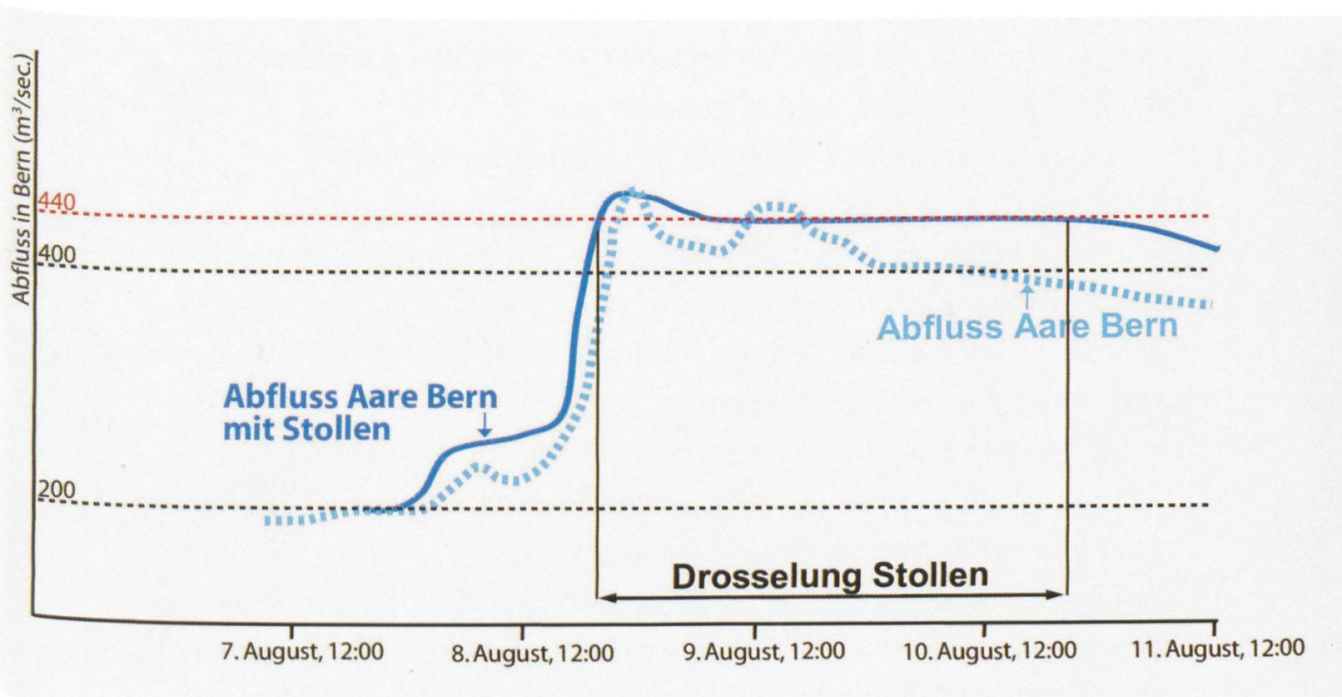


Abb. 13: Ereignis August 2007: der Abfluss der Aare in Bern mit und ohne Entlastungsstollen/Betriebsreglement. Auch mit dem Entlastungsstollen wäre die Aare in der Nacht vom 8. auf den 9. August über die Hochwassergrenze getreten. Dank der Drosselung wäre es aber nicht zu einer höheren Spitze gekommen. Ab dem 9. August, Mittag, hätte die Aare insgesamt mehr Wasser geführt, wäre aber nicht mehr über die Hochwassergrenze hinausgegangen (Quelle: bhc/IC).

Hätte der Entlastungsstollen bereits eingesetzt werden können, so wären der Thunersee auf maximal 558.25 m ü.M. (statt 558.45 m ü.M.) gestiegen und die Abflussspitze in Bern mit rund 460 m³/s gleich geblieben. Der Abfluss durch den Stollen wäre dabei zum Schutz der Unterlieger am 8. August, um 19.30 Uhr, für rund 36 Stunden gedrosselt worden. Insgesamt wäre der Stollen 85 Stunden in Betrieb gewesen.

Das Beispiel zeigt, dass das Betriebsreglement auch für die Unterlieger einen günstig wirkenden Einsatz des Stollens ermöglicht. In Thun wäre der See trotz der Drosselung nicht über die Hochwassergrenze gestiegen, und in Bern hätte die Aare dank der Drosselung keine höhere Abflussspitze aufgewiesen.

Simulationen geben Sicherheit für den Stolleneinsatz

Die Simulationen der von 1999 bis 2005 aufgetretenen Hochwasserereignisse führten zu folgenden Erkenntnissen:

- Mit dem Entlastungsstollen wäre der Thunersee nur bei den Extremereignissen von 1999 und 2005 über die Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. gestiegen. In beiden Fällen wäre aber das definierte Schutzziel von 558.80 m ü.M. eingehalten worden.
- Mit dem Entlastungsstollen wäre die Abflusskapazität der Aare in Bern von heute 440 m³/s ebenfalls nur bei den Extremhochwasserereignissen 1999 und 2005 in gleichem Ausmass wie ohne Stollen überschritten worden.
- Der Stollen wäre pro Jahr durchschnittlich während 335 Stunden (oder 14 Tagen) in Betrieb gewesen.
- Der Stollen wäre pro Jahr durchschnittlich 4 Mal geöffnet worden.
- Der Stollen wäre 2–3 Mal pro Jahr geöffnet worden, ohne dass tatsächlich ein Hochwasser eingetroffen wäre.
- Alle fünf Hochwasserereignisse zwischen 1999 und 2005, bei denen die Hochwassergrenze des Thunersees überschritten wurde, wären dank dem Betriebsreglement rechtzeitig erkannt worden.

Auswirkungen von Stollen und Betriebsreglement auf die Umwelt

Die Auswirkungen des neuen Hochwasserschutzes am Thunersee wurden im Rahmen der durchgeführten Umweltverträglichkeitsprüfung systematisch ab-



Abb. 14: Beispiel für eine Ersatzmassnahme: Neu erstellter Tümpel für Gelbbauchunken in der Weissenau (Copyright: IC)

geklärt und offengelegt. Von der neuen Regulierung sind vorwiegend der Thunersee, die Aare zwischen Thun und Bern sowie die Uferbereiche und die dort vorkommende Flora und Fauna betroffen.

Wichtigste Auswirkung ist, dass die Flachmoore am Thunersee, die Weissenau, das Gwattlischenmoos und die Seeallmend, durch die neue Thunersee-Regulierung in den Sommermonaten seltener überflutet werden. Obschon der mittlere Sommerwasserstand des Thunersees von 557.80 m ü.M. bestehen bleibt und der Thunersee nur in Hochwasser-Risikosituationen kurzfristig abgesenkt wird, können in lokal begrenzten Bereichen der Flachmoore Veränderungen der Standortbedingungen nicht ausgeschlossen werden. Im Speziellen könnten die Bodeneigenschaften in den Flachmooren saurer, wechselfeuchter und nährstoffreicher werden. Genaue Aussagen können heute jedoch noch nicht gemacht werden. Deshalb werden die Flachmoore ab 2011 während 10 Jahren mit einem Monitoring beobachtet.

Beeinträchtigungen werden jedoch bei denjenigen Amphibiengewässern auftreten, deren Wasserstand direkt vom Seepegel abhängig ist. Für diese Gewässer werden deshalb im Winter 2010/2011 Ersatzmassnahmen realisiert. In der Weissenau werden zu diesem Zweck drei neue Amphibientümpel geschaffen (vgl. Abbildung 14). Daneben wird ein grosser, heute zugewachsener Teich in

Ufernähe vollständig erneuert, indem Schilf und Sträucher sowie die oberste Bodenschicht entfernt werden. Anschliessend wird eine Kiesschicht eingebaut, um den Aufwuchs von Schilf und Ufergehölzen zu verlangsamen. Im Kanderdelta wird zudem sichergestellt, dass neun zusätzliche Tümpel den Gelbbauchunken rechtzeitig zur Laichzeit zur Verfügung stehen.

Zeitachse 1999 – 2009	
Mai 1999	Extremhochwasser (Schneesmelze und Regen)
bis 2001	Ausarbeiten mehrerer Studien mit dem Ziel, die Abflussverhältnisse des Sees für den Fall eines Extremereignisses zu verbessern Mehrere politische Vorstösse, insbesondere aus Thun
2002	Beschluss der kantonalen Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion (BVE), die Problematik im umfassenden Sinn anzugehen, verschiedene Lösungsvarianten zu entwickeln und einem objektiven Vergleich zu unterziehen
Juli und August 2002	Hochwasser
2003	Wahl der besten Variante: kurzer Entlastungsstollen vom Schifffahrtskanal zur Äusseren Aare und zusätzliche Vertiefung der Scherzligschleuse.
Juni 2004	Hochwasser Öffentliche Mitwirkung des Kantonalen Wasserbauplans mit 8 Massnahmen
2004	Idee und Integration des «Entlastungsstollen Schifffahrtskanal – Kraftwerk» in den Variantenvergleich, Planungsarbeiten
November 2004	Entscheid für den langen Entlastungsstollen
ab 2004	Erarbeiten eines Umweltverträglichkeitsberichtes (UVB)
Juli 2005	Auflage Bauprojekt Entlastungsstollen
August 2005	Extremhochwasser (Regen)
11. Januar 2006	Genehmigung des Wasserbauplanes durch BVE
15. Dezember 2006	Spatenstich
Januar 2007	Baubeginn des Auslaufbauwerkes Selveareal

12. Juli 2007	Inbetriebnahme der Tunnelbohrmaschine «Aarabella»
8. – 10. August 2007	Hochwasser
August 2007 – April 2008	Stollenbau im Schildvortrieb
September 2007	Baubeginn des Einlaufbauwerkes Bahnhofplatz
März 2008	Öffentliche Auflage des Betriebsreglements «Variante minus 10»
15. April 2008	Durchstichsfeier
Herbst 2008	Bauabschluss Ein- und Auslaufbauwerk
März bis Mai 2009	Betriebstest des Stollens, Fahrversuche der BLS Schifffahrt
29. Mai 2009	Offizielle Eröffnung und Inbetriebnahme des Entlastungsstollens
25. Januar – 26. Februar 2010	Öffentliche Auflage des Betriebsreglementes «Variante 2010»
September 2010	Genehmigung des Betriebsreglementes

Projektorganisation

Bauherrschaft	– Kanton Bern – Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion BVE, vertreten durch das Tiefbauamt des Kantons Bern, Obergeringenieurkreis I – Stadt Thun, vertreten durch den Gemeinderat – Schweizerische Eidgenossenschaft, vertreten durch das Bundesamt für Umwelt BAFU
Planung und Projektierung	– Ingenieurgemeinschaft Thuner See Aare (IG TSA): – Kissling + Zbinden AG, Spiez – IUB Ingenieur-Unternehmung AG, Bern – Bächtold + Moor AG, Thun – bhc-Projektplanung, Wimmis – Aquavision, Ecublens – ETH, Zürich – VAW – Hunziker, Zarn und Partner, Aarau – Geotechnisches Institut, Spiez – geo7 AG, Bern – BKW FMB Energie AG, Bern – IC Infraconsult AG, Bern
Projektmanagement/ Support Oberbauleitung	Marchand + Partner AG, Bern
Bauleitung	Ingenieurgemeinschaft Thuner See Aare (IG TSA)

Ausführung Stollen	Arbeitsgemeinschaft Hochwasserentlastungsstollen Thun: – Walo Bertschinger AG, Zürich – PraderLosinger AG, Zürich und Sion
Umweltbaubegleitung	IC Infraconsult AG, Bern
Ausführung Stahlwasserbau	Wiegert & Bähr GmbH, Deutschland
Überwachung	Riesen & Stettler AG, Urtenen-Schönbühl
Regulierung	Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA)
Kommunikation	IC Infraconsult AG, Bern

Bern, 29. September 2010