



Im Jahr 1766 den 28. März. Als an dem palmaritag An welchem Tag die procession auf der so genannten  
 Dinstag zu Lucern gehalten worden, sind 22. Personen meistens von Oberwalden so Alldorthen den Ablas  
 gewöhnt, auf der Kucherei von Winkel nach der Alpnacht gefahren, welches schiff aber von den stürmischen  
 winden und wasser wellen dergestalt erbärmlich herumgetrieben worden bis Entlich das schiff vergerbet und 48.  
 personen darvon armselig betrunken sind und nur 4. Einzige beim Leben durch die mächtige vorwitz der Allerseligsten Jung  
 maria und des allseligen hr. Joseph sind erhalten worden. Als benanntlich Herr Joseph Ignatius würk durch utrinque Cant  
 aus Iserey von wo er von schiffen. Jungfr. maria Elisabeth Heim. Kunste maria Theresia benannt beide von Sigmund

←

«Im jahr 1766, den 23. mertz. Als an dem palmsontag an welchem tag die procession auff der so genannten MusEgg zu Luzern gehalten worden, seind 52 personen meistens von Oberwalden so alldorthen den ablas gewannen, auff der ruckreis von Winkel nacher Alpnacht gefahren, welches schiff aber von den stürmischen winden und wasser wellen dergestalten erbärmlich herumgetriben worden bis entlich das schiff umgewelzet und 48 personen darvon armsellig ertruncken seind, und nur 4 eintzige beim leben durch die mächtige vorbitt der allerselligsten Jung[frau] Maria und des villselligen br[uder] Clausen seind erhalten worden. Als benantlich herr Joseph Ignatius Wirtz juris utriusque candita, Niclaus Joseph von Moos von Sachslen, jungfr[au] Maria Elisabeth Heiman, jungfr[au] Maria Caecillia Britschgi, beide von Alpnacht.»

*Katastrophen kennt allein  
der Mensch, sofern er sie  
überlebt; die Natur kennt  
keine Katastrophen.*

—Max Frisch

# Inhalt

- 7 ROBERT KÜNG  
**Vorwort**
- 11 MARCO MEIER  
**Wie viel Natur steckt noch im Menschen?**
- 19 DOMINIK WUNDERLIN  
**«... in Eüsserster Lebensgefahr stunden ...»**
- 39 GIANNI PARAVICINI  
**Luzern – Eine Stadt baut sich einen Fluss**
- 47 GREGOR EGLOFF  
**Der Renggbach und sein Meister**
- 67 FLAVIO ANSELMETTI / MICHAEL HILBE  
**Tsunamis im Vierwaldstättersee**
- 81 ROMAN SIGNER  
**Das kalkulierte Risiko**
- 97 KLAUS LOUIS  
**Der Schuttstrom vom 15./16. Juli 1795 in Weggis LU**
- 119 PATRICK ROHNER  
**Zwei Begehungen und eine Ölarbeit**
- 137 LUKAS DENZLER  
**Schutzwirkung des Waldes im Wandel der Zeit**
- 153 FRANZ STEINEGGER  
**Naturgefahren und Politik**
- 165 ALBERT MÜLLER / RAPHAEL WORNİ  
**Freie Fahrt für die Bahn**
- 177 WILFRIED HAEBERLI  
**Schwindendes Eis, neue Landschaften  
und veränderte Naturgefahren im Hochgebirge**

- 191 JÜRIG SCHWEIZER / STEFAN MARGRETH  
**Lawinen**
- 205 MARKUS STOFFEL  
**Wenn Bäume von vergangenen  
Naturkatastrophen erzählen**
- 221 LIVIA BÜRKLI  
**Von Naturrisiken, Bauchgefühl und Verantwortung**
- 235 RENÉ GRAF  
**Über Risiken diskutieren:  
Es geht auch ohne rote Köpfe**
- 253 MARKUS ZIMMERMANN  
**Lokale und globale Fakten und Sichtweisen  
im Umgang mit Risiken und Katastrophen**
- 271 DANIEL L. VISCHER  
**Naturgefahren, einige auffällige  
historische Ereignisse**
- 283 NIKLAUS OBERHOLZER  
**Naturkatastrophen und die bildende Kunst**
- 301 **Biografien**
- 309 **Bildnachweise**
- 317 **Dank**
- 319 **Impressum**



Du eine stehliche Diebenthat, fünf Männer, Sie gerissen und in tödlicher Lebensgefahr hängen  
Gestalt der Jungfrau Maria und des Herrn durch die Gnad Gottes  
u. z. z.

Das nicht datierte Votivbild wurde von der Familie Pfyffer der Wallfahrtskirche Werthenstein im Kanton Luzern gestiftet. Es zeigt die hochwasserführende Kleine Emme, darin treiben fünf Männer. Durch die Gnade Gottes und der Werthensteiner Pietà wurden sie errettet. 78. 35

ROBERT KÜNG

## Vorwort

Der Kanton Luzern liegt im Herzen der Schweiz: Die Täler und Ebenen grosser Flüsse wie der Kleinen Emme, der Reuss, der Wigger und der Luthern bieten Raum für blühendes Wirtschaften und qualitatives Wohnen. Seen und Vorgebirge sorgen für eindruckliche und vielbesuchte Lebens- und Erholungsräume. Diese Vorzüge haben ihren Preis. Seit jeher prüfen Überschwemmungen, Murgänge, Steinschläge und Bergstürze die Widerstandskraft der Bevölkerung. Aus historischen Aufzeichnungen weiss man zudem von eindrucklichen Erdbeben, in deren Nachgang im Vierwaldstättersee Tsunamis entstanden, die in der Stadt Luzern Schäden verursachten.

Das letzte grosse Schadenereignis traf den Kanton Luzern im Jahr 2005. Eine alpine Staulage führte zu anhaltendem Dauerregen, überlagert mit lokalen Starkniederschlägen. Viele Gewässer waren nicht mehr in der Lage, die anfallenden Wassermengen abzuführen, und traten über die Ufer. Gesättigte Böden wurden instabil: Innert weniger Tage ereigneten sich rund 1400 grosse und kleine Erdbeben. Wichtige Strassenachsen blieben über längere Zeit gesperrt. Hunderte von Häusern wurden überschwemmt, einige davon ganz zerstört. Zwei Angehörige der Feuerwehr kamen im Einsatz ums Leben. Die Schäden lagen im Kanton Luzern bei etwa 500 Millionen Franken. Diese aussergewöhnlichen

Ereignisse vom August 2005 zeigen deutlich, wie verletzlich die Gesellschaft gegenüber Naturprozessen ist und mit welcher Intensität innert kürzester Zeit enorme Schäden entstehen können.

Neben den seltenen grossräumigen Ereignissen muss seit dem Ende des 20. Jahrhunderts eine Zunahme der lokalen Starkniederschlagsereignisse beobachtet werden. Räumlich eng begrenzte und ausserordentlich heftige Gewitter führen dabei zu extrem hohen Wassermengen in den Bachbetten und verursachen Hangrutschungen. 2015 forderte ein solches Gewitterereignis zwei Menschenleben, was der Luzerner Bevölkerung drastisch vor Augen führte, dass Naturkatastrophen an einem lokal begrenzten Ort Leid und Zerstörung verbreiten können, während bereits ein paar hundert Meter weiter entfernt kaum Regen fällt. Solches Unglück zeigt eindrücklich auf, wie wichtig die Sicherheit vor Naturgefahren für die Menschen und ihren Lebensraum ist. Die Frage, welches Sicherheitsniveau erreicht werden soll und wer dafür die Kosten zu tragen hat, muss die Gesellschaft und die Politik beantworten.

Seit rund 15 Jahren orientiert sich der Kanton Luzern bei seinen Bemühungen zum Schutz der Bevölkerung am Risiko. Massnahmen werden nicht mehr in erster Linie dort ausgeführt, wo es am gefährlichsten ist, sondern dort, wo die grössten Risiken bestehen. Wo also mit dem eingesetzten Franken am meisten Schaden verhindert werden kann. Bei der Klärung, welche Massnahmen zu ergreifen sind, stehen Schutzbauten nicht mehr ungefragt an erster Stelle. Vielmehr geht es darum, mit einer Kombination von planerischen, organisatorischen und technischen Massnahmen die zum Voraus festgelegten Ziele für den Schutz schnell, wirksam und nachhaltig zu erreichen.

Mit dem vorliegenden Buch will der Kanton Luzern Denkanstösse zum Umgang mit gefährlichen Naturprozessen vermitteln, im Speziellen zu den damit verbundenen Risiken und Chancen. Autorinnen und Autoren verschiedenster Herkunft beleuchten das Thema aus unterschiedlichen Perspektiven. Sie zeigen, dass Naturprozesse nicht nur Gefahren und Risiken bergen, sondern diesen Risiken auch Chancen gegenüberstehen. Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre interessante Momente und hoffe, dass Sie mit der einen oder anderen ungewohnten Perspektive belohnt werden.

→

**Abb. 1** Die hochwasserführende Kleine Emme zerstörte im August 2005 die Kantonsstrasse in Werthenstein.





Von grosser suggestiver Kraft ist das Nidwaldner Ex Voto im Jahre des «grossen Wassergusses», 1764. Es zeigt einen hochwasserführenden Wildbach mit Steinen und Baumstämmen darin. Irritierend ist das ebenfalls im Bach schwimmende, in Leder gebundene Buch mit rot gefärbtem Schnitt. ↗ S. 31

MARCO MEIER

## Wie viel Natur steckt noch im Menschen?

Eine philosophische Denkpause über das Verhältnis zwischen Natur und Mensch

Es war wie Weltuntergang. Ich war gerade 12 geworden. Wir hatten zu Hause noch keinen Fernseher. Aber bei der Grossmutter hatten wir die Bilder am 30. August 1965 vom gigantischen Gletscherabbruch über dem Mattmark-Staudamm im Wallis in den Abendnachrichten gesehen. Und bald auch noch in der Wochenschau im Kino. 88 Arbeiter waren ums Leben gekommen, vor allem «Fremdarbeiter» aus Italien, wie wir sie damals nannten. Das war die wohl schlimmste Katastrophe in der jüngeren Schweizer Geschichte, die wie ein Fanal auf das prekäre Gleichgewicht im Wechselspiel von Mensch und Natur hinwies, in einer Zeit, in der die Vorstellungen von fast grenzenlosem Wachstum und Fortschritt die Menschen des Westens euphorisierten.

Während ich nun 50 Jahre später am Schreiben und Nachdenken über das Verhältnis von Mensch und Natur sitze, sind die Zeitungen voll von Berichten über diese Tragödie. In einer Radiosendung von SRF 2 Kultur sagt die Frau eines Walliser Bauarbeiters, der damals nur mit viel Glück dem Tod entkam: «Es war wie im Krieg.» Auch 50 Jahre danach fragt man noch nach möglichen Schuldigen. Hat der Mensch im technischen Wahn hier die Natur zu sehr herausgefordert? Der *Tages-Anzeiger* schreibt: «Die Katastrophe hätte noch fataler enden können. Der Gletscherabbruch geschah eine knappe Stunde vor dem Schichtende; wäre der Gletscher eine

halbe Stunde später oder während der Mittagspause abgebrochen, hätten sich noch viel mehr Leute bei den Baracken aufgehalten. Es hätte bis 700 Tote gegeben.»

Das damalige Ereignis wird in den Medien meist als Naturkatastrophe bezeichnet. Aber eigentlich unterstellt dies, die Natur hätte sich katastrophal verhalten. Waren es nicht menschliche und damit technische Versagen, die zu dieser Tragödie führten? Da kommt mir der Titel eines Buches in den Sinn über die Soziologie des Todes: *Der Tod ist ein Problem der Lebenden* (Suhrkamp, Frankfurt/M 1995). In Tat

und Wahrheit sind «Naturkatastrophen» nur ein Problem, insofern sie dem Menschen zur Bedrohung werden. Der Natur ist das einerlei. Wir wüssten auch nicht, dass sie irgendwie im Stande wäre, selbst darüber zu sinnieren. Ausser, man vermutete dahinter einen Gott oder zumindest eine göttliche Urgewalt, die sich womöglich ab und zu strafend an die Menschheit richtet. Der Demiurg, der bei Gelegenheit korrigierend in den Weltenlauf eingreift. Derlei naturphilosophische und theosophische Ansätze sind allerdings in Zeiten der allgemeinen Götterdämmerung im abendländischen Denken kulturell kaum mehr wirksam.



Abb. 1 ALBRECHT DÜRER, *Der Sündenfall*, 1504, Kupferstich, 24,6 × 19 cm

Oder vielleicht doch? Ereilt uns ein unerklärliches Leid, eine Krankheit, der Verlust eines nahen Menschen, sind wir im Dunst unbewusster moralischer Verlegenheit doch manchmal aller aufklärerischen Vernunft zum Trotz geneigt zu fragen, warum ausgerechnet sie oder er oder ich so heftig vom Schicksal getroffen wurden? Plötzlich steigen diffuse Schuldfragen in uns auf. Und dann ist im Fragen nach dem Verhältnis zwischen Mensch und Natur schnell einmal das wohl eindringlichste und seit Jahrtausenden mythologisch wirksame Narrativ aus dem Alten Testament zur Hand, die Geschichte vom Baum der Erkenntnis und der Vertreibung des Menschen aus dem Paradies. Hat sich der Mensch tatsächlich so etwas wie eine Erbschuld eingebrockt, als er entschied, die paradiesische Selbstverständlichkeit des instinktiven Lebens hinter sich zu lassen, um ausgerüstet mit dem kognitiven Hilfsmittel der Vernunft in die Autonomie selbstgewählter Freiheit aufzubrechen? Oder ist alles ganz anders? Hat sich der Mensch mit diesem Schritt erst eigentlich die Weihen der Krönung zur edelsten Existenz der Schöpfung verdient?

Ein explosives Paradox steckt allemal in diesem Alleinstellungsmerkmal des *homo sapiens*, das ihm seine selbstgewählte Freiheit nur erträglich macht, wenn er auf dem schmalen Grat zwischen Natur und Kultur unablässig sein einzigartiges «Senkblei der Besonnenheit» (Friedrich Nietzsche) vor sich herträgt. Das vitale Verhältnis zwischen Mensch und Natur ist damit philosophisch noch nicht wirklich geklärt, aber es setzt eine heuristische Energie frei, die zumindest das Fragen nach dem Sinn des irdischen Lebens erträglicher gestaltet. Dem seit Jahrhunderten andauernden Räsonieren über des Menschen Nähe zur Natur lässt sich eigentlich die ganze Geschichte der abendländischen Philosophie ablesen. Ob Empiriker mit Metaphysikern streiten, Rationalisten mit Phänomenologen, Idealisten mit Materialisten – immer rankt sich der philosophische Streit um die Frage nach der spezifischen Qualität von Bewusstsein und Vernunft. Was ist es genau, das dem *homo sapiens* durch die kognitive Revolution als neuem Instrumentarium zur Verfügung steht?

Und diese Frage, die sich im Überflug über die Geschichte der Menschheit immer wieder stellt, beschäftigt Neurologen und Philosophen erst recht und mit nicht minderer Brisanz, wenn sie ergründen, ob das Bewusstsein letztlich nur eine komprimierte Spitzenleistung des menschlichen Gehirns als physikalischem Organ oder aber eine Art neuer Qualität im Sinne von Emergenz bedeutet, die die biologische Natur übersteigt und dadurch eine ausserordentliche humane Deutungshoheit beanspruchen darf. Ganz einfach gefragt: Ist der Mensch dank seiner Vernunft etwas Besseres – als all die sonst in dieser Welt instinktsicher dahinvegetierenden Existenzen? Oder vielleicht gerade nicht? Auf jeden Fall verdreht sich die Sicht auf das Verhältnis zwischen Mensch und Natur radikal bis zur schieren Unkenntlichkeit, je nach Menschenbild, das man seiner Betrachtung ethisch und erkenntnistheoretisch unterlegt.

Kriege und Katastrophen neigt als Flurschäden eines humanistischen Veredelungsprozesses in Kauf zu nehmen, wer den Menschen im Stufenbau der Wirklichkeit ganz oben ansiedelt, als stolze Krönung der Schöpfung quasi, die sich im Bewusstsein ihrer absoluten Suprematie die Erde untertan macht und sich ihrer nach Bedarf und Belieben bedient. Ganz anders jene, die den Menschen als Mängelwesen sehen, das zivilisatorisch im Gestus instinktiver Verunsicherung alle Krücken und Tricks zur Anwendung bringt, um die triste Existenz nicht als ödes Vorwärtsstolpern am Abgrund seines permanenten Scheiterns zu erleben. Den einen gelten Zivilisation, Technik und Wissenschaft also als eine einzige

Erfolgsgeschichte anthropozentrischer Kultur. Den anderen dämert im Sog der rasenden Achterbahn des Misserfolgs, dass hier die Spezies Mensch daran ist, ihre Hypostasierung im nihilistischen Taumel bis an die Grenzen der Selbstzerstörung zu treiben.

Hinter die Aufklärung möchte aber doch wohl niemand zurück. Tatsächlich hat der «Vernunftglaube» (Immanuel Kant) den Menschen geholfen, aktiv aus der «selbstverschuldeten Unmündigkeit» hinaus zu finden. Es war in der Folge der Philosoph Arthur Schopenhauer, der diesem absoluten Glauben an die Kraft des Denkens das korrigierende Moment des Willens entgegenhielt. Sein Bild der Welt war ein doppeltes, bestehend aus Wille *und* Vorstellung. Das kantische «Ding an sich» wird bei Schopenhauer durch eine Art Lebensenergie ersetzt, ein Konzept von Willen, der den Menschen über seinen Leib immer direkt mit der Natur in Verbindung hält – mit «allen Erscheinungen der erkenntnislosen, sowohl der vegetabilischen als der unorganischen Natur» (Schopenhauer). Die anthropozentrische Arroganz wird dadurch radikal relativiert. Dem Menschen wird nur noch bedingt eine Sonderstellung zugestanden. Den blinden Optimismus des aufgeklärten Humanismus hält Schopenhauer für eine schreiende Absurdität. «Inzwischen heisst ein Optimist mich die Augen öffnen und hineinschauen in die Welt, wie sie so schön sei, im Sonnenschein, mit ihren Bergen, Tälern, Strömen, Pflanzen, Tieren usw. – Aber ist denn die Welt ein Guckkasten? Zu sehen sind diese Dinge freilich schön, aber sie zu sein ist etwas ganz anderes.»<sup>1</sup>

Das nährt den pessimistischen Blick auf die Welt. «Versucht man, die Gesamtheit der Menschenwelt in einem Blick zusammenzufassen; so erblickt man überall einen rastlosen Kampf, ein gewaltiges Ringen, mit Anstrengung aller Körper- und Geisteskräfte, um Leben und Dasein, drohenden und jeden Augenblick treffenden Gefahren gegenüber.»<sup>2</sup> Hundert Jahre später bestätigt der Philosoph ARNOLD GEHLEN dieses fragile Menschenbild: «Morphologisch ist nämlich der Mensch im Gegensatz zu allen höheren Säugern hauptsächlich durch *Mängel* bestimmt, die jeweils im exakt biologischen Sinne als Unangepasstheiten, Unspezialisiertheiten, als Primitivismen, d.h. als Unentwickeltes zu bezeichnen sind: also wesentlich negativ. (...) Mit anderen Worten: innerhalb *natürlicher*, urwüchsiger Bedingungen würde er als bodenlebend inmitten der gewandtesten Fluchttiere und der gefährlichen Raubtiere schon längst ausgerottet sein.»<sup>3</sup>

Weit krasser noch hat der Philosoph ULRICH HORSTMANN 1983 in seinem Buch *Das Untier* (Medusa, Wien, Berlin) die menschliche

1 SCHOPENHAUER, A. (1960): *Welt und Mensch. Eine Auswahl aus dem Gesamtwerk*, Stuttgart: Reclam, S. 171.

2 SCHOPENHAUER, A. (1977): *Zürcher Ausgabe. Werke in zehn Bänden*, Bd. IX, Zürich: Diogenes, S. 311.

3 GEHLEN, A. (1971): *Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt*, Frankfurt/M.: Athenäum, S. 33.

Existenz als ein Programm der Menschenflucht beschrieben. Kritiker waren empört, sprachen von purer Blasphemie und reinstem Zynismus. Horstmann sieht im menschlichen Handeln die Dynamik einer selbstzerstörerischen, anthropofugalen Kraft am Wirken, so als trage der *homo sapiens* in sich als Systemfehler den Virus der eigenen Elimination, auf dass sich die Natur irgendwann von diesem Irrtum der Schöpfung wieder endgültig würde befreien können. Es bestehe aber kein Grund zur Sorge, versucht Horstmann sarkastisch zu beruhigen, «denn der neuzeitliche Kulturfetisch des ›Humanen‹ ist wehrlos gegenüber der inneren Logik der Menschheitsentwicklung und in seiner beschriebenen Wirkung, jener halluzinierenden Realitätsuntüchtigkeit nämlich, nicht der Messias, sondern der Totengräber der Gattung.»<sup>4</sup> Horstmanns Thesen sind schwerverdaulich. Er wurde als Strategie der Demoralisierung beschimpft, der salopp und ahistorisch «die akuten Bedrohungen unserer Zivilisation von der politisch-ökologisch-militärischen auf die anthropologische und metapsychologische Ebene» verlagere. Der *Spiegel* bezeichnete Horstmann als einen «Radikalen im öffentlichen Dienst», denn der gerade mal 34-jährige Philosoph war damals schon Professor an der Westfälischen-Wilhelms-Universität in Münster.



Abb. 2 JOHAN CHRISTIAN DAHL, *Eruption of the Volcano Vesuvius*, 1821, Öl auf Leinwand, 98,3 × 137,5 cm, Statens Museum for Kunst, Kopenhagen

Etwas mehr als 30 Jahre später bestätigt schon der flüchtige Blick in die Medien, wie sehr der damalige Tabubruch heute zum Duktus täglicher Katastrophen- und Kriegsberichterstattung geworden ist. Der nihilistische Gestus mag etwas moderater anmuten, aber es wird keinem einigermassen wachen Zeitgenossen entgehen, wie sehr sich das Verhältnis zwischen Mensch und Natur zum zivilisatorisches Prekariat im Dauerzustand verdichtet hat. Es muss einer weder ein Nihilist noch ein sonderlicher Pessimist sein, wenn ihn beunruhigt, was an täglichem Horror medial vermittelt wird. Und es greift zu kurz, die Überbringer der Botschaften dafür verantwortlich zu machen. Am Tag, an dem ich beim Schreiben dieses Textes sass, als der Katastrophe von Mattmark gedacht wurde, berichtete die Zeitung auch vom Flüchtlingsdrama auf der Ostautobahn in Österreich, bei dem 71 Flüchtlinge erstickten. Ecuador beklagt Missernte, Dollarstärke, Rohstoffkrise und Naturgewalten. Der Vulkan Cotopaxi spuckt Asche. Die

<sup>4</sup> HORSTMANN, U. (1983): *Das Untier. Konturen einer Philosophie der Menschenflucht*, Wien, Berlin: Medusa, S. 103.

Ukraine kommt nicht zur Ruhe. In Syrien tobt der Krieg. Im Leitartikel der *NZZ* verliert der Schreiber semantisch jeden Feinsinn und bringt die Metapher von der «Vertreibung aus dem Paradies» mit den Kursverlusten an den Weltbörsen in Verbindung. Hunger in Äthiopien, Chaos in Südjemen, Brasiliens wirtschaftlicher Abstieg beschleunigt sich. China leckt sich die Wunden nach den Explosionen in der Hafenstadt Tianjin. Krieger der Islamischen Staates (IS) haben den Baalshamin-Tempel im syrischen Palmyra gesprengt. Derlei ist täglich zu vernehmen. Wir können es mit dem Hinweis relativieren, dass nur schlechte Nachrichten Schlagzeilen hergeben.

In dieser düsteren zivilisatorischen Gemengelage macht wenig Sinn, die Unterscheidung zwischen Katastrophen der Natur und menschlichen Tragödien zu machen. Anthropozentrisch veredelter Humanismus führt genauso in die Sackgasse wie anthropofugaler Pessimismus. Gerade wegen seiner prekären Dynamik gilt es das Verhältnis zwischen Mensch und Natur unablässig neu zu verhandeln. Nicht feinzeiselierte Abgrenzungen machen den entscheidenden Unterschied, sondern die sensiblen Übergänge, die immer auch phänomenologische Sinnesschwellen sind. Hans Magnus Enzensberger, der Vordenker in Permanenz seit über einem halben Jahrhundert, legt gerade wieder einen Essay vor, der diesen Übergängen therapeutisch auf der Spur ist. Sein *Versuch über den Unfrieden* (Suhrkamp, Berlin 2015) spürt unnachgiebig den Bruchstellen unserer globalen Zivilisation nach. Nicht weniger als die grossen Errungenschaften der Moderne scheinen auf dem Spiel zu stehen, bewährte Territorien des humanen Einverständnisses zerfallen. Der Feuilleton-Chef der *NZZ* MARTIN MEYER kommentiert eindringlich: «Enzensberger ist, so weit wir sehen, der Einzige unter den Meisterdenkern im deutschen Sprachraum, der es schon vor mehr als zwanzig Jahren gewagt hat, die Schönfärberei abzulaugen, damit eine Schrift an der Wand sichtbar wird.»<sup>5</sup>

Natur und Mensch rücken an den Bruchstellen zusammen. Erderwärmung kann eine Form von Krieg evozieren, der keine Unterscheidung kennt, und hinter den Containern des globalen Marktes hat die weltweite Völkerwanderung längst eingesetzt. Angesichts drohender Zerstörung ist alles Leben gleich.

---

<sup>5</sup> MEIER, M. (2015): *Hans Magnus Enzensberger über den Unfrieden. Eine Art von Erderwärmung*. In: *Neue Zürcher Zeitung*, 29. August 2015.

Das Humane müsste sich in den täglichen Dringlichkeiten lokaler Lebenswelten wieder etwas mehr um Demut und Respekt kümmern. Plötzlich werden der renaturierte Bach am Dorfrand und die Lawinenverbauungen hoch über dem Tal zum Fanal einer zeitgemässen ökologischen Achtsamkeit mit der Kraft einer



lebendigen Tradition. Es gab tatsächlich Zeiten, in denen Natur und Mensch im Kampf ums Überleben nur die Nähe kannten. Weil man wusste, wie sehr man aufeinander angewiesen war.

Zu allen Zeiten ereigneten sich Katastrophen, die die Menschheit in einen kollektiven Schock versetzten. Im 17. Jahrhundert war es das unvorstellbare Gemetzel des Dreissigjährigen Krieges, im 18. Jahrhundert erschütterte das Erdbeben von Lissabon (1755) die westliche Welt. Die Philosophen fanden meist nur zwei Antworten, wie Ulrich Horstmann schreibt: «metaphysische Überkompensation oder den schmerzhaften Versuch der Aufklärung»<sup>6</sup>.

Der Holocaust schliesslich und der Gulag hatten Tiefen eines zivilisatorischen Absturzes aufgerissen, wie sie jede menschliche Vorstellung überstiegen. Die Atomkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima signalisierten scheinbare Momente der Abkehr vom grenzenlosen technischen Machbarkeitswahn. Es vergehen ein paar Jahre und die Menschheit schreitet voran, als wäre nichts gewesen. Und jede Generation denkt, zu ihrer Zeit sei alles besser gewesen. Darin stecken Trauma und Hoffnung gleicherweise. Anders hätte das Mängelwesen Mensch nicht überlebt.

Abb. 3 THÉODORE GÉRICAULT, *Le Radeau de la Méduse*, 1819, Öl auf Leinwand, 491 × 716 cm, Louvre, Paris

<sup>6</sup> HORSTMANN, U. (1983): *Das Untier*, S. 33.

Die Kirche von Hergiswald oberhalb Kriens liegt direkt im Einzugsgebiet des Renggbachs. Das barocke Gotteshaus ist ein bekannter Wallfahrtsort, und in der Loretokapelle im Innern der Kirche hängen auch heute noch verschiedene Votivbilder. Keines davon bezieht sich auf den gefährlichen Renggbach. Die Hergiswaldkirche ist vollständig mit geheimnisvollen Tafeln ausgeschmückt. Eine davon zeigt das Selbstbildnis des rastenden Malers Kaspar Meglinger (1595–1670) mit Rosenkranz und Malkasten samt Palette bei dem Holzsteg, der den wilden Renggbach überquert.



GREGOR EGLOFF

## Der Renggbach und sein Meister

Die Zählung eines voralpinen Wildbachsystems  
zwischen Pilatus und Luzern

*Fünfunddreissig Stunden reine Gehzeit. So lange hat der Bachmeister Werner Haas jeweils gebraucht, um alle Bauwerke des Renggbach-Systems zu begehen. Siebenhundert Werke, die das Wildwasser zähmen, inspiziert ein Bachmeister jedes Jahr.*

*Fünfunddreissig Jahre lang war Werner Haas Renggbach-Bachmeister. Nun hat sein Sohn gleichen Namens dieses Amt übernommen | [Abb. 1](#) |.*

*Werner Haas, Landwirt, ist heute 75 Jahre alt. Über seine Erfahrungen als Bachmeister erzählt er in einer sehr bescheidenen, zurückhaltenden Art. Und doch war das Amt für ihn ein wichtiger Teil seines Lebens. Man konnte etwas bewirken, sagt er. Man konnte, oft schnell und unbürokratisch, mit guten Leuten grosse Schäden verhindern. Besonders die kollegiale Zusammenarbeit mit Ingenieuren und Fachleuten der beteiligten Bauunternehmungen hat er immer geschätzt.*

*Seit 1679 lebt und arbeitet die Familie Haas auf dem Bauernhof Längacher oberhalb der Gemeinde Kriens. Der Hof am Fuss des Pilatus ist nicht unmittelbar vom Renggbach bedroht, obwohl er auf dessen Schwemmland liegt.*

*Werner Haas junior bewirtschaftet heute mit zugepachtetem Land rund 30 Hektaren. Im Zentrum steht die Milchwirtschaft, aber*



**Abb. 1** Werner Haas, Vater und Sohn, Landwirte in Obernau, Gemeinde Kriens. Die Familie Haas stellt den Bachmeister seit 205 Jahren.

*Kraft des Bachs zu bändigen. Vor allem italienische Bauarbeiter haben unter der Leitung seiner Vorgänger Werke erstellt | [Abb. 2](#) |, die Werner Haas immer noch ehrfürchtig staunen lassen. Mit einfachsten Hilfsmitteln wurden roh behauene Steinblöcke bewegt und vor Ort verbaut. Der benötigte Zement musste noch zu Zeiten seines Grossvaters, in den 1930er Jahren, von den Arbeitern oft auf dem Rücken die steilen Hänge hochgetragen werden. Er wurde dann mit lokal gewaschenem Sand zu Mörtel vermischt. Werner Haas erinnert sich noch, wie in seiner Kindheit den Arbeitern der Wochenlohn für die schwere Arbeit auf dem Längacher ausgehändigt wurde.*



**Abb. 2** Arbeiter posieren in der Verpflegungspause, ca. 1895: «Der Grossvater kam immer zur Mittagspause nach Hause, während die Arbeiter oben blieben.» (Werner Haas)

*Doch meist sind die Arbeiter auf der Baustelle geblieben. Nur der Grossvater hat immer zu Hause zu Mittag gegessen und ist dann – auch noch als 75jähriger! – wieder zur Baustelle hochgestiegen.*

*Heute beschränkt sich das Amt des Bachmeisters auf Inspektionen und die Begleitung von Unterhalts- und Bauprojekten. Das Feststellen und Beobachten von Schäden ist auch Vertrauenssache, auf den Bachmeister muss man sich verlassen können. Ausgeführt werden die Arbeiten von zunehmend spezialisierten Bauunternehmern. Doch die Beobachtungen und Rapporte des Bachmeisters sind Grundlage für die Reparatur an den Werken und die Planung und Priorisierung künftiger Massnahmen.*

*Werner junior hat vor kurzem das Amt des Bachmeisters von seinem Vater übernommen. Gern hat sein Vater das Amt nicht abgegeben, doch hat sich die Vernunft durchgesetzt. Er ist aber stolz auf seinen Sohn, der die lange Familientradition weiterführt.*

*Bachmeister sein ist eine Berufung, das sagt er selber. Vorbereitet auf das Amt wurde er von seinem Onkel, seinem Amtsvorgänger, nicht. Der Bach war zwar Teil der Gespräche auf dem Hof, begleitet hat er seinen Onkel auf den Inspektionen aber nie. Wie selbstverständlich meinte der Onkel eines Tages: «Du musst das jetzt machen». Und an der folgenden Sitzung der Genossenschaft wurde ein jüngerer Haas Bachmeister, wie seit Generationen immer wieder. Anfangs übte er das Amt ohne grosse Begeisterung aus. Aber nach einiger Zeit «wird der Bach fast dein.»*

### Das Renggbach-System

Rund 30 Bäche aus einem vor allem bewaldeten Einzugsgebiet von rund 11,2 Quadratkilometern fliessen am Hang des Pilatus oberhalb der Gemeinde Kriens in den Hauptarm des Renggbachs. Entsprechend trägt dieses Wildwasser viele Namen, die heute unter «Renggbach» zusammengefasst werden und früher auch als oberer Krienbach bezeichnet wurden, um ihn vom unteren oder heute richtigen Krienbach, seinem östlichen Nachbarn, zu unterscheiden. Der Renggbach fliesst vom Pilatus nach Norden zur Kleinen Emme; der Krienbach, der ebenfalls am Pilatushang entspringt, nach Osten über Kriens nach Luzern. Wenn der Renggbach in den Krienbach überläuft, besteht die Gefahr einer Hochwasserkatastrophe.

Ein aufwändig zu unterhaltendes System von gut 700 Bachsperrern aus Holz, Stein und Beton zähmt heute dieses Wildwasser namens Renggbach. 1738 hat er, zusammen mit dem Krienbach, zum bisher letzten Mal das Dorf Kriens und den linksufrigen Teil der Stadt Luzern massiv überschwemmt. Trotzdem besteht auch aktuell ein enormes Schadenspotenzial.

Um dieses einzudämmen, wird seit 1887 das Renggbach-System im Einzugsgebiet des Renggbachs von einer Genossenschaft unterhalten, in der heute die Gemeinden Kriens und Horw, die Stadt, Korporation und Kirchgemeinde Luzern, die Zwinggenossenschaften Blatten und Littau sowie die Schweizerischen Bundesbahnen als potenziell Betroffene zusammengeschlossen sind. Über diesen Zusammenschluss werden das Fachwissen von Experten und die Infrastruktur der Verbauungen koordiniert mit dem Ziel, die Bachsperrern regelmässig zu unterhalten und deren Schutzwirkung zu erhalten. In die Unterhaltskosten des Systems teilen sich je nach Projekt die Renggbachgenossenschaft, die ca. 42% der Baukosten übernimmt (wobei die Stadt Luzern und die Gemeinde Kriens den Hauptteil daran tragen), zusammen mit dem Bund mit ca. 39% und dem Kanton Luzern mit ca. 19%.

### Die Herausforderungen mit dem Renggbach

Die erste Herausforderung ist der Berg |[Abb. 3](#)|. Das Pilatusmassiv gehört zur Kreideformation. An seiner fallenden Nordseite kommen unterschiedliche Kalkschichten vor. Ab dem Quellgebiet des Renggbachs findet sich eine abwechslungsreiche Geologie von Molasse, Nagelfluh und Mergel. Auf diesen Gesteinsschichten, quer zur Fliessrichtung nach Norden liegt eine eindruckliche Moräne. Über weite Strecken liegt die Bachsohle in dieser Moräne,



**Abb. 3** Schwere Arbeit im steilen Gelände, ca. 1895

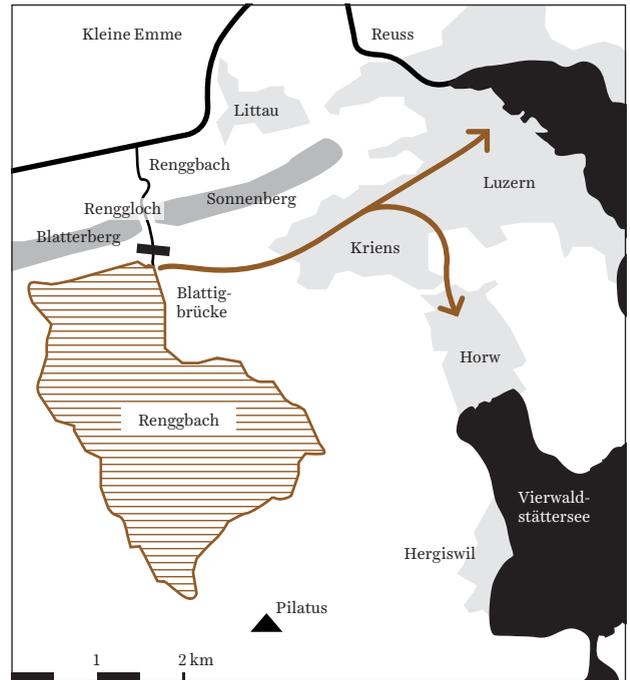
in die sich das Wasser tief eingefressen hat und aus der es laufend Geschiebe mitführt. Moränen bestehen aus unsortierten Lockergesteinmassen, vom Feinmaterial über Sand und Kies bis zu Gesteinsbrocken. Das Wasser wäscht kontinuierlich das feine Material aus, wodurch auch das gröbere Material an Halt verliert.

Die zweite Herausforderung, die sich beim Renggbach stellt, ist das Gefälle. Vereinfachend gesagt: Er weist oben ein sehr starkes Gefälle auf, das im unteren Teil stark verflacht. Der Hauptarm des Bachs entspringt am Nordfuss des Felsmassivs des Pilatus, bei der Boneralp auf 1350 Meter über Meer und fliesst mit seinen vielen Zuflüssen aus Seitenarmen nach gut 7 km bei Schachen/Littau (Malters/Stadt Luzern) in die Kleine Emme. Er fällt dabei über 885 Meter. Eindrückliche 750 Meter Gefälle überwindet er schon im Oberlauf, während er die ersten 4,5 Kilometer zu-

rücklegt. Dabei reichen die Abschnittsgefälle örtlich weit über 14%. Zwischen der Hergiswaldbrücke (635 m ü.M.) und Renggloch (535 m ü.M.) folgt dann eine fast 1,3 Kilometer lange Strecke mit vergleichsweise geringem Gefälle, es sind nur noch 5% – ein eigentlicher Kiessammler. Hier fließen zusätzliche, starke Seitenarme aus steilen Nebentälern hinzu, bevor der Renggbach dann durch das so genannte Renggloch in die Ebene der Kleinen Emme abfließt. Dabei durchsticht der Bach eine breite Sandsteinrippe in einem trichterförmigen Tälchen, das sich von 300 ziemlich unvermittelt auf 10 bis 12 Meter verengt. Hier beginnt die eigentliche, enge Renggbachschlucht, mit einem 20 Meter hohen Wasserfall, welche die steilstehenden Sandsteinfelsen über eine Distanz von gut 100 Metern in gerader Linie durchschneidet.

Die dritte Herausforderung schliesslich ist der Nachbar, der Krienbach, der östlich des Renggbachs ebenfalls im Pilatusgebiet oberhalb von Kriens entspringt. Unterhalb der Hergiswaldbrücke, im erwähnten flachen Bereich, bildete sich aus dem liegendebliebenen Geschiebe ein flacher Schuttkegel. Während der Renggbach normalerweise nach Norden durch das Renggloch abfließt, kann er bei Hochwasser oder bei einer Verstopfung der Renggbachschlucht in östliche Richtung nach Kriens und entlang des Krienbachs gegen Luzern ausbrechen. Just an dieser Stelle bewilligte der städtische Rat 1592 die Erstellung eines Kanals, um bei Trockenheit zusätzliches Wasser aus dem Renggbach in den Krienbach umzuleiten – ein Treibstoff, der auch die frühe Industrialisierung im Kriensertal antrieb. Über diesen Gewerbekanal wurde Wasserkraft bis ins 20. Jahrhundert hinein genutzt. 1895 wurde an der Entnahmestelle ein Weiler aufgestaut, der über Schwimmer die Wassermenge im Kanal regelte und überschüssiges Wasser in den Renggbach zurückleitete. Diese von Menschenhand geschaffene «Sollbruchstelle» in den Krienbach erhöhte das Risiko eines Überlaufs nicht direkt. Die Eingriffe im Gelände waren marginal. Indirekt aber trugen die wirtschaftlichen Interessen an der zusätzlichen Wasserkraft dazu bei, weiterführende Konzepte wie etwa eine Tieferlegung des Renggbachs zur Minderung des Ausbruchsrisikos im diesem Bereich zu verhindern.

Eine solche Avulsion des Renggbachs in den Krienbach bedeutet eine schlagartige Vergrößerung des Einzugsgebiets des Krienbachs um 165% – mit den entsprechenden Auswirkungen auf den Krienser Talboden und den linksufrigen Teil der Stadt Luzern |[Abb. 4](#)|. Die Bedeutung dieser Konstellation illustriert das folgende Beispiel: Der Renggbach und sein Nachbar Krienbach sind mit dafür verantwortlich, dass der Vierwaldstättersee seit der Steinzeit über 5 bis 6 Meter angestiegen ist. Luzern, die Stadt am See, wurde im Mittelalter als Stadt am Fluss gegründet. Für die Stauung des Sees sind im Wesentlichen die beiden Bäche



**Abb. 4** Einzugsgebiet des Renggbachs und Überlauf in den Krienbach in Richtung Kriens, Luzern und Horw

mit ihrem Geschiebe verantwortlich (auch wenn der Bau der städtischen Mühlen seinen Teil dazu beigetragen hat).

Mit einem Stollen durch den Sonnenberg (1993) und einem Entlastungskanal (1999/2000) wurde dafür gesorgt, dass der Krienbach unterhalb der Stadt Luzern in die Reuss entwässern kann. Mit dieser Kombination von Gewässer- und Hochwasserschutzmassnahmen wurde das Gefährdungspotenzial über den Krienbach wesentlich vermindert, wenn auch nicht zum Verschwinden gebracht.

### Überschwemmungen

Erst die Besiedlung von traditionellem Überschwemmungsgebiet macht den Bach zur Bedrohung. Im Jahr 1343 konnte man mit Booten bis zum Hochaltar der Franziskanerkirche fahren – diese eindruckliche Szene gehört zur ersten schriftlich festgehaltenen Nachricht über ein Hochwasser in Luzern, das durch Krien- und Renggbach verursacht wurde.

Seit längerem war die Bevölkerung in ganz Europa stark gewachsen. Städte wie Luzern boten die Basis für Handwerk, Handel und den alpenquerenden Warentransport, intensive Landwirtschaft wurde zunehmend auch in höheren Lagen wie am Krienser Pilatushang betrieben, auch die Nutzung in den Hochwäldern nahm stark zu. Mensch und Infrastruktur wurden dabei aber auch zunehmend verletzt. Der linksufrige Teil der Stadt Luzern ist auf traditionellem Überschwemmungsgebiet gebaut. Mit Geschiebe gefüllte Keller weit unterhalb des heu-



Abb. 5 Diebold Schilling der Jüngere hielt in seiner 1513 erschienenen Luzerner Chronik das Jahrhunderthochwasser des Krienbachs vom 23. Juli 1473 fest.

tigen Gelniveaus sind archäologisch nachgewiesen.

Ausbrüche des Renggbachs (und des benachbarten Krienbachs) erfolgten häufig, heftig und mit enormem Schadenspotenzial in Richtung Kriens, Luzern und Horw. In der Chronik des Diebold Schilling (1513) sind Überschwemmungen der Stadt erstmals bildlich festgehalten (↗Abb. 5): Man meinte, die Stadt müsse untergehen, und tatsächlich waren die Einwohner wieder mit Booten unterwegs. Die Überlieferung ist reich an solchen Geschichten.

Mangels besserer Erklärungen schrieb man diese Gewalt Hexenwerk oder dem Zorn des römischen Landpflegers Pontius Pilatus zu, dem Namensgeber des Luzerner Hausbergs. Er soll seine

letzte Ruhestätte in einem kleinen See am Pilatus gefunden haben und ahndete Störungen mit verheerenden Wildwassern. Der städtische Rat verbot entsprechend den Seezugang bei Strafandrohung, die Sennen der umliegenden Alpen wurden vertraglich verpflichtet, dieses Verbot zu überwachen. Zwar äusserte der Zürcher Konrad Gessner 1566 nach einer obrigkeitlich erlaubten Pilatusbesteigung erstmals eine natürliche Erklärung für die gewaltige Kraft des Renggbachs. Doch erst vom Luzerner Stadtschreiber Renward Cysat ist es überliefert, dass er gegen Ende des 16. Jahrhunderts in Begleitung des Stadtpfarrers zum See hochstieg, um den Glauben an das Übersinnliche zu bannen.

Trotz ersten Schritten zu einer rationalen Erklärung für die Bachausbrüche (und dem Bau von ersten Steinwuhren) blieb es dann bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts bei Symptombekämpfung, die Schäden allenfalls lindern, aber nicht verhindern konnte. Grundsätzlich konnte eine verheerende Überschwemmung, die heute als 100-jährliches Schadensereignis bezeichnet wird, bei jedem Wolkenbruch eintreten. In Erinnerung bleibt, weil am ehemaligen Bürgerspital als Hochwassermarken in Stein gehauen, die letzte Überschwemmung des linksufrigen Stadtteils im Jahr 1738 mit 1,6 m über Gelniveau. Trotzdem handelt es sich dabei nur um ein Ereignis unter sehr vielen. Nur die Spektakulärsten blieben im öffentlichen Gedächtnis haften.

Auch im 21. Jahrhundert bleibt das Schadenspotenzial enorm. Eine Risikountersuchung kam 1999 zum Schluss, dass die Wiederkehrperiode eines Gerinneausbruchs zwar mehr als 300 Jahre beträgt, wenn der Unterhalt im bisherigen hohen Niveau weitergeführt wird. Obwohl dies heute auch gemacht wird, bestand auch während des Hochwassers vom Sommer 2014 akut die Gefahr eines Jahrhundertereignisses. Hierzu nur ein Beispiel: Bei einem 100-jährlichen Ereignis beträgt die Wassermenge im Endabschnitt des unteren Renggbachs rund 100 Kubikmeter pro Sekunde. Das entspricht einer spezifischen Wassermenge von annähernd 8 Kubikmeter pro Sekunde und Quadratkilometer – fast 25-mal mehr als der mittlere Abflusswert von etwas über 0,33. Bei einem solchen Ereignis wird aktuell mit einer Schadenssumme von rund 200 Millionen Franken gerechnet.

### **Bachmeister**

Schon 1418 setzte die Stadt drei Bachaufseher ein, die mit der Beaufsichtigung der Verbauungen (Wuhren) und der Säuberung der Bachbette von Krien- und Renggbach betraut wurden. 1544 wurde der oberste Amtsträger der Stadt Luzern, der Schultheiss,

zugleich auch Renggbach-Bachmeister – der Kampf gegen Hochwasser wurde damit zur Chefsache. Doch ein städtischer Patrizier konnte natürlich nicht selber Hand anlegen, und so wanderte mit der Delegation der Aufgabe auch der Titel zu Angestellten der Stadt. Aktenkundig geworden sind spektakuläre Formen der Korruption, Amtsmissbrauch und Misswirtschaft: Schlechte Arbeitsausführung, um sich die Arbeit und das Einkommen zu erhalten, sowie die Beschäftigung von Lohnarbeitern auf dem eigenen Hof anstatt an den Bachverbauungen. Weniger die Verfehlungen sind charakteristisch für den Renggbach-Bachmeister, sondern die regelmässigen Kontrollen und Urteile, welche die Bedeutung widerspiegeln, die der Prävention zugemessen wurde. Erst 1812, nach der Entlassung eines Bachmeisters wegen Alkoholproblemen, kehrte Ruhe ein. Das Amt des Bachmeisters ist seither ununterbrochen in der Hand der Familie Haas, Förster und Bauern auf dem Hof Längacher unterhalb der Hergiswaldbrücke.

### Strategien zur Problemlösung

Die erste Strategie, das Wildwasser zu zähmen, war der Versuch zur Eindämmung und Bachbetträumung. Die für einen kurzen Bergbach enorme Geschiebeführung wurde besonders im relativ flachen Abschnitt zwischen der Hergiswaldbrücke und dem Renggloch zum Problem, indem Ablagerungen das Bachbett füllten und zu Übertritten in den benachbarten Krienbach führten. Dieses Geröll musste nach jedem Hochwasser abgetragen und konnte für die Erhöhung der Dämme verwendet werden. Diese Kanalisierung war wenig erfolgreich, und doch konzentrierte sich die Schadensbekämpfung über Jahrhunderte auf Wuhrarbeiten und Bachbettsäuberungen. Weder konnten die Wasser- und Geröllmassen wirksam eingedämmt werden, noch hielten die Bauwerke selber dem Druck stand. Experimentell blieb der Bau einer 10 m breiten und 3 m hohen Stahlschleuse unterhalb der Hergiswaldbrücke im Jahr 1812. Das Aufstauen und schnelle Ablassen des Wassers sollte das Bachbett vom Geschiebe säubern. Das Wasser verlief allerdings bei einem öffentlichen Test zum Amüsement der Schaulustigen nach hundert Metern im Sand, die Anlage wurde eine Woche später wieder abgebrochen.

Unrühmlicher Höhepunkt dieser Strategie war der Bau eines 340 Meter langen Kanals im Jahr 1831, der von den Hochwassern 1835 und 1840 fast vollständig abgetragen wurde. In den meisten Ingenieurgutachten des 19. Jahrhunderts ist Resignation zu spüren. Auf kostspielige Bauwerke sei zu verzichten, da diese ohnehin den Naturgewalten nicht standhalten könnten. Erst als 1872 und

1880 Hochwasser die meisten Holzverbauungen mitrissen, das Bachbett im Unterlauf komplett anfüllten, veränderte man den Fokus weg vom Unterlauf, hin zum Oberlauf.

Die zweite Strategie konzentrierte sich auf die Erweiterung der Abflusskapazität am Renggloch beziehungsweise in der Renggbachschlucht. Sechs Jahrhunderte lang wurde versucht, das Renggloch zu erweitern. Die Schlucht am Unterlauf, bevor der Renggbach in die Ebene der Kleinen Emme fliesst, wurde nicht zu Unrecht als Engpass angesehen, wie die Hochwasser auch am Ende des 19. Jahrhunderts noch einmal plastisch vor Augen führten.

Ins Reich der Erfindungen dürfte es gehören, dass eine Gräfin Gutta, die lange als Gründerin des Luzerner Franziskanerklosters angesehen wurde, im Jahr 1224 den Felsen zwischen Blatten- und Sonnenberg auf Anraten des heiligen Franz von Assisi durchbrechen liess, um dem Renggbach einen Abfluss weg von der Stadt in die Kleine Emme zu ermöglichen. Das Kloster steht zwar tatsächlich in einer überschwemmungsgefährdeten Zone am Rand der Stadt – wir erinnern uns an die Szene mit den Booten im Kirchenschiff. Wir wissen heute aber, dass die eindrückliche Renggbachschlucht natürlichen Ursprung ist. Die immer wieder kolportierte Anekdote zeigt aber deutlich, welche Bedeutung die vom Renggbach ausgehende Gefahr in den Köpfen der Betroffenen einnahm. Zwar wurde immer wieder versucht, diesen Engpass zu erweitern, und vor allem wird immer wieder darüber berichtet. Und doch ist vieles daran Mythos. Heroische Anstrengungen mit bescheidenen Mitteln wurden im 19. Jahrhundert romantisch überhöht. Tatsächlich wurden im 16. und 17. Jahrhundert rund 550 Kubikmeter Gestein entfernt, 1749 und 1766 gerade mal das doppelte weggesprengt – viel zu wenig, um bei einem Hochwasserereignis Wasser und Geschiebe in ausreichender Menge durchzulassen.

Die dritte Strategie ist der Kampf gegen die Erosion. Erste in die Zukunft weisende Lösungsvorschläge formulierte 1819 der Wasserbaupionier Hans Conrad Escher von der Linth. Neben dem weiteren Ausbau des Unterlaufs erkannte er als erster, dass Massnahmen zur Verhinderung oder Verlangsamung der Erosion am Oberlauf nicht nur das Gefährdungspotenzial massiv senken konnte. Escher schlug eine massive Wiederaufforstung im Einzugsgebiet des Renggbachs vor, um der natürlichen Erosion vor allem an den Bachufern die Spitze zu brechen, und Verbauungen im Unterlauf zur Verbesserung des Abflusses. Die meisten Ausbauversuche in den Jahren zwischen 1820 und 1880 folgten mehr oder weniger dieser Idee. Geldmangel bewirkte aber zu wenige und zu schwache Sperrn, die regelmässig durch Hochwasser

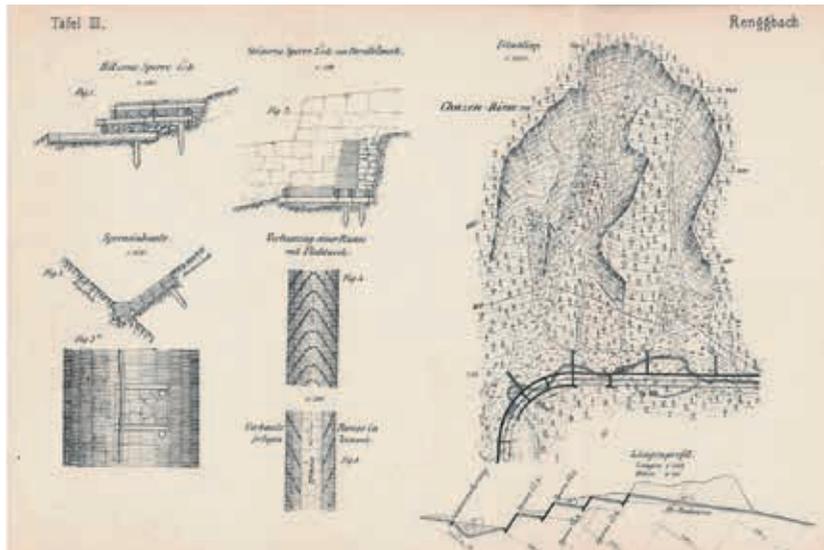


Abb. 6 Zeitalter der Gutachten 1818–1880: Hölzerne und Steinernen Sperren im Oberlauf

und Geschiebe wieder zerstört wurden. Es war die Zeit der technischen Gutachten und unverwirklichten Projekte – nach jedem Hochwasser wurde viel gerechnet und geschrieben. Fairerweise muss aber auch festgehalten werden, dass die so genannten Geschiebeformeln (Verhältnis von Wassermenge, Gefälle, Art des Flussbetts und Geschiebetrieb) erst zwischen 1934 und 1948 an der damals entstandenen Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH in Zürich erarbeitet wurden.

Das neue Eidgenössische Wasserbaupolizeigesetz von 1872 und das 1875 beschlossene kantonale Wasserrechtsgesetz ermöglichten es dann beiden staatlichen Ebenen, Hochwasserschutzbauten durch grosszügige Beiträge systematisch zu fördern. 1877 übertrug das Schweizervolk die Oberaufsicht über die Gewässer im Hochgebirge dem Bund, und schon zehn Jahre später wurde dieses Recht auf die gesamte Eidgenossenschaft ausgedehnt. In der Folge wurden in den 1880er Jahren erstmals mit Bundeshilfe Uferschutzarbeiten am Oberlauf des Renggbachs ausgeführt [↗Abb. 6]. Zwar riss das Unwetter von 1896 die meisten Bauwerke wieder herunter: Auch sie waren zu wenig grosszügig und konsequent errichtet worden. Doch war damit auch ein Paradigmenwechsel vollzogen. Ein neues Gutachten im Auftrag des Bundes durch Oberbauinspektor von Salis bestärkte die Überzeugung, dass starke Verbauungen am Oberlauf eine Voraussetzung für eine funktionierende Verbauung des Unterlaufs sind.

Als 1911 noch einmal ein mit Unterstützung des Bundes geschaffenes Kanalprojekt zerstört wurde, fielen die Dämme, was die Finanzierung der Renggbach-Verbauung anbelangt [↗Abb. 7a–b].



Ein Projekt mit einer für damalige Verhältnisse enormen Summe von 1665 Mio. Franken wurde ausgearbeitet (fünfmal die Summe, die in den 25 Jahren zuvor für Baumassnahmen ausgegeben wurde). Dieses sah im Oberlauf viele Sperren, Bachausräumungen, Entwässerungen und grossflächige Aufforstungen vor. Damit sollte endlich das Ausnagen der Bachsohle und der Uferhalden verlangsamt oder unterbunden werden, um der Geschiebebildung Einhalt zu gebieten. Im Unterlauf war dazu eine 9 m breite, mit Rippen verstärkte Schale aus solidem Mörtelmauerwerk über eine Länge von 1,5 km vorgesehen, um das Ausbrechen bei Hochwasser zu verhindern.

**Abb. 7a–b** Die Zerstörungskraft des Rengbachs: Unterer Rengbach vor und nach dem Hochwasserereignis vom 15. Mai 1911

### Das System Rengbach heute

Der Wildbach wurde ab dem ausgehenden 19. Jahrhundert als hydrologische Einheit behandelt, man konzentrierte sich nun auf die Ursachenbekämpfung. Wiederaufforstungen und die Regulierung des Rengbachs am steilen Oberlauf durch fast 700 Sperrbauten im gesamten Einzugsgebiet brachten die Wende zum Erfolg. Dank der Verwendung von lokalem Holz und vor Ort gebrochenen, massiven Steinblöcken konnten die Werke verhältnismässig rasch erstellt werden, obwohl in unwegsamem Gelände gebaut werden musste. In den Ausbau und Unterhalt der Werke wurde in den darauffolgenden Jahrzehnten massiv investiert. Im flacheren Unterlauf, unterhalb der Hergiswaldbrücke bis zum Rengloch, unterteilen Wehre den Bach in einzelne Abschnitte, um das Geschiebe bei Gewitter abzufangen und zu verlangsamen. Die Ufer und das Flussbett sind grösstenteils mit Steinen verbaut. Die Rengbachschlucht ist heute ein imposantes Natur- und Kulturdenkmal, an dem menschliche Eingriffe dem ungeübten Besucher nicht sofort ins Auge fallen.

→ **Abb. 8–10** Fotodokumentationen über die Verbauungen im Rengbach aus dem Jahre 1921

# Renggbach bei d

von un

Vor Erst. der Sperre I

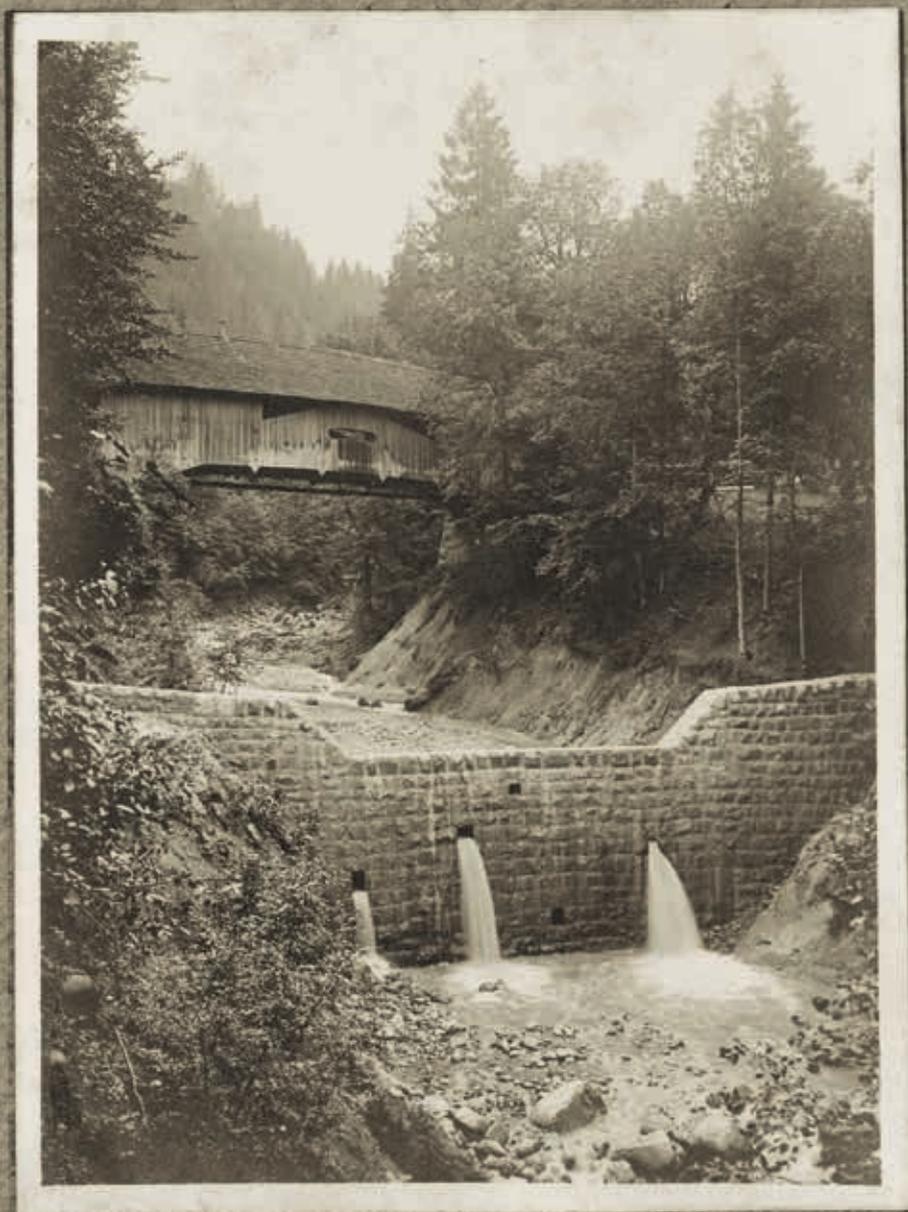


Aufn. vom 25. III. 1921

*er Hergiswald-Br.*

*enges.*

*Nach Voll. d. Sperre I*



*Aufn. vom 30. VI. 1921*

*E. Wild, Ing.*

Бугра  
Спе



11. IV. 1921

xben

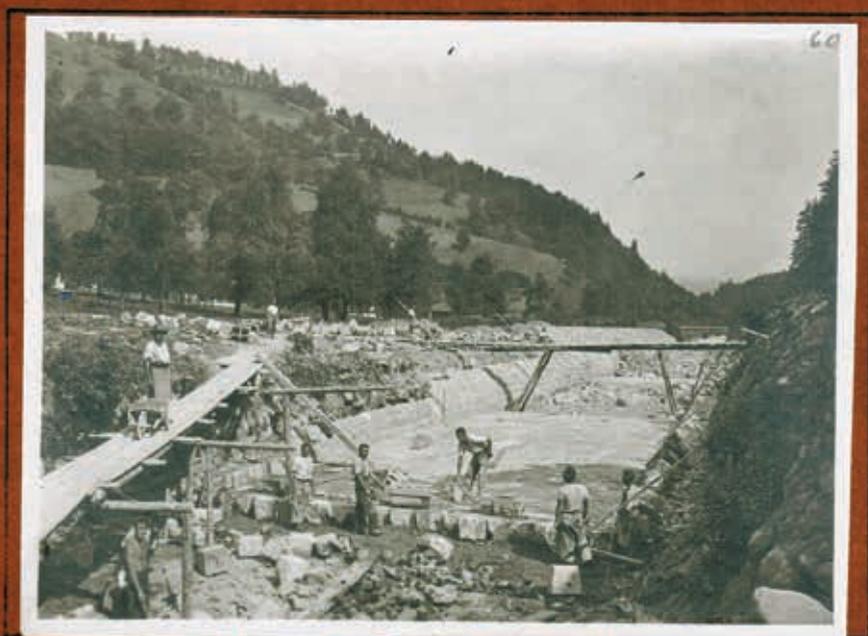
re 13



30. VI. 1921

E. Wild, Jng.

*Unterer Renggbach*  
*Baustadien*



*Bei der Fischernbachmündung*  
*August 1921*



*Fundation: Schwelle 8,*  
*April 1921*

*Sperre XV*  
*Dez. 1921*

Dem Unwetter vom Sommer 1979, eines der schwersten des vergangenen Jahrhunderts, vermochten die zum Teil sechzig- bis achtzigjährigen Bauten jedoch nicht mehr zu widerstehen. Ganz oder teilweise weggespült wurden nicht nur Holzsperrren | **Abb. 11** |, sondern auch mehr als 60 massive Steinquadersperrren und dazu viele Trockenmauerleitwerke und Sperrrenköpfe. Grosse Geschiebemenngen aus Anrissen und Sperrrenhinterfüllungen führten im Unterlauf und dann in der Kleinen Emme zu Ablagerungen, das mitgeführte Treibgut aus zerstörten Sperrren und ganzen Bäumen zu Stauungen und Überflutung. Weil sich das Geschiebe unterhalb der Hergiswaldbrücke staute, drohte wieder einmal ein Überlaufen in den Krienbach.

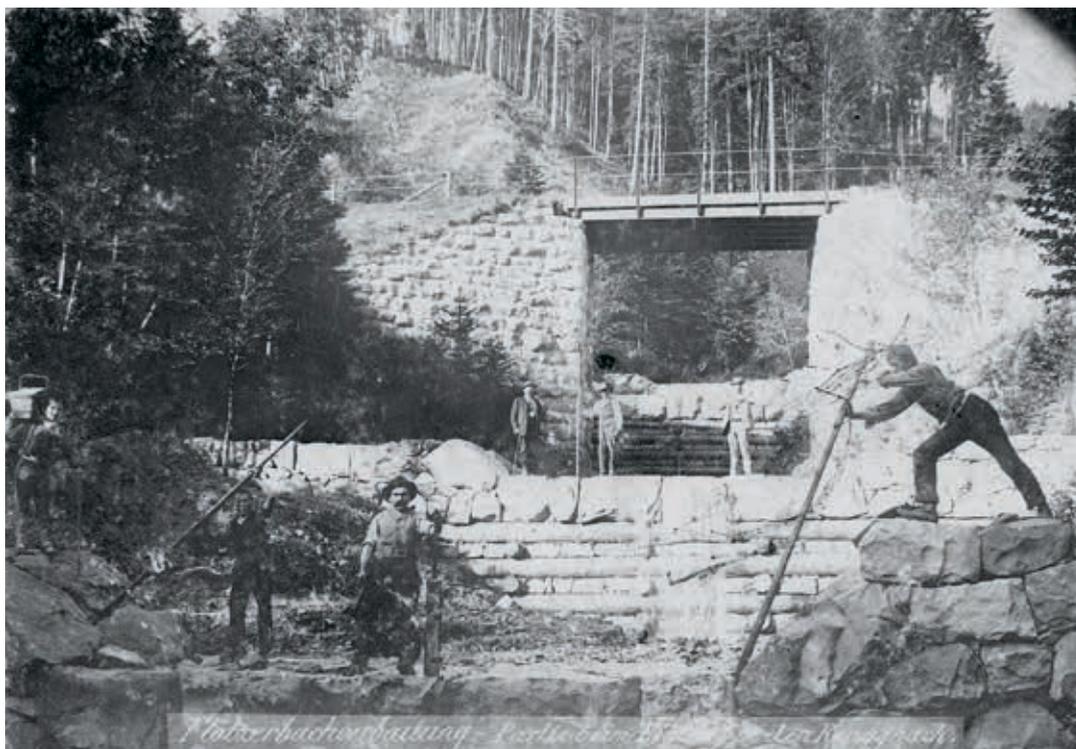
Die dabei entstandenen massiven Schäden bedeuteten, dass zwischen 1980 und 1989 für 6 Millionen Franken Uferschutzmassnahmen durchgeführt und rund 160 Bauwerke neu errichtet werden mussten, 83 davon aus Beton | **Abb. 12** |. Mit diesem nun erstmals im grossen Stil verwendeten Baumaterial wurden v.a. alte Quadersperrren ersetzt. Weitere Bauwerke wurden mit Schienen verstärkt und durch vorgelagerte Blöcke besser geschützt. Beachtenswert ist, dass am bewährten Grundprinzip des Systems nichts verändert werden musste.

Neben wasserbautechnischen Optimierungen erscheint in diesem Projekt eine auffällige Neuerung. In den neuen Betonsperrren mussten in einem Flügel Öffnungen als Nistgelegenheit für Wasseramseln ausgespart werden. Dagegen durfte die aus fischereirechtlichen Gründen wünschbare Sperrrenüberfallhöhe von 0,80 m bei ausserordentlichen Sohlengefällen überschritten werden. Solche ökologischen Auflagen mussten auch beim jüngsten Unterhaltsprojekt, das 2010 verabschiedet wurde, erfüllt werden. Hauptziel bei diesem (und wohl auch künftigen Nachfolgeprojekten) bleibt die Instandstellung und der Ersatz beschädigter Wildbachsperrren im gesamten Einzugsgebiet des Renggbachs, um die Funktionsfähigkeit des Sperrrensystms auch in Zukunft zu gewährleisten.



**Abb. 11** Sperrren am Oberlauf des Renggbachs, ca. 1920

**Abb. 12** Beton ersetzt Holz, Eygraben 1983. Eine Sperre aus Holz hält ca. 35 bis 40 Jahre, eine aus Beton mehr als doppelt so lange.



**Abb. 13** Arbeiter posieren vor Steinblockverbauungen, die auch heute noch Respekt verlangen. Auf der nächsthöheren Stufe posieren die Ingenieure, ca. 1910.

*An das Unwetter von 1979 vermag sich Werner Haas noch gut zu erinnern – wie an drei weitere, fast ebenso schlimme, die zu seinen Lebzeiten ausbrachen. Die Möglichkeit solcher Ereignisse gehört auch für den Bachmeister zu den natürlichen Umweltbedingungen. Seine Aufgabe ist es, zu kontrollieren und zu rapportieren.*

*Der jährliche, in Etappen durchgeführte Kontrollgang, beginnt auf dem Hof Längacher, auf gut 600 Metern über Meer, und führt hinauf in Richtung Pilatus, rund tausend Meter höher. Der Renggbach und seine Zuflüsse liegen in Dutzenden von Tälern und Einschnitten. Nur selten kann er ausgebaute Pfade benutzen, an manchen Stellen ist kaum ein Durchkommen. Nach Möglichkeit steigt er in einem Tal hoch und im anderen wieder ab, um Zeit zu sparen, doch auch solche horizontale Traversierungen liegen im unwegsamen, steilen Gelände.*

*Begangen wird das System im Spätwinter bis Frühlingsanfang, bevor die Vegetation aufblüht und dem Bachmeister die Sicht nimmt. Die Kontrollen folgen so der Vegetation den Berg hinauf. Gute Sicht ist auch ein Element der Sicherheit: Genügend Abstand zu den Bächen zu halten, ist eine wichtige Vorsichtsmassnahme – unterspülte Böschungen machen den Weg tückisch.*

*Neben der jährlichen Inspektion des gesamten Systems kontrolliert der Bachmeister nach jedem Unwetter die kritischen Stellen. Intime Kenntnisse des Systems sind für ihn unerlässlich – kein Computer kann das geschulte Auge ersetzen. Macht er sich nach einem Gewitter auf den Weg, trifft er an suspekten Stellen oft auch ohne Absprache auf die Ingenieure der Gemeinde oder der Korporation. Jahrelange Erfahrung und gutes Gespür für ihre Umwelt führt sie zusammen.*

*Auf seinen jährlichen Kontrollgängen hat Frau Haas ihren Mann begleitet so oft es ging. Sie hat die Wanderungen mit dem Bachmeister genossen, wie sie lachend sagt. Ohne Angst, denn Sicherheit geht vor. Später waren auch sein Sohn und eine Tochter oft dabei, wenigstens auf den einfacheren Gängen. War er doch einmal alleine unterwegs, kannte seine Frau den geplanten Weg, um notfalls Hilfe zu organisieren. Zum Glück können sich beide an keine Unfälle erinnern.*

*Was hat sich in Ihren 35 Amtsjahren verändert, Herr Haas? Stilles Nachdenken, eine «heikle Frage», meint auch seine Frau. Sicher ist im Bauwesen alles schneller geworden, wie sonst alles in der Welt. Doch aus Sicht des Bachmeisters dominiert die Kontinuität. Zuverlässig Beobachten, Kontrollieren, Rapportieren. Sein Sohn wird diese Familientradition weitertragen.*

## Dank

Ich danke der Familie Haas, Längacher/Kriens, herzlich für die Bereitschaft, mir aus ihrem Leben mit dem Renggbach zu erzählen.

## Literatur

BÄRTSCHI, H.-P. (1999): *Industriekultur in Kriens. Wasserbauten, Bergbau, Bahnen, Fabriken und Siedlungen zwischen Pilatusfuss und Sonnenberg*, Kriens: Brunner.

GLAUSER, F. (2002): *Luzern jenseits der Reuss. Das Viertel Kleinstadt Ost, seine Besiedlung, Bevölkerung und Raumnutzung (1100–2000)*, Basel: Schwabe.

Werner Haas, Längacher (Kriens LU), Interview mit Gregor Egloff am 23. März 2015.

KANTONALES TIEFBAUAMT LUZERN (1980): *Projekt für die Verbauung des Renggbaches und Zuflüsse (5. Ergänzungsprojekt)*, Technischer Bericht, Luzern.

ROESLI, F. (1965): *Das Renggloch als geologisches Phänomen und als Beispiel einer frühen Wildbach-Korrektion*. In: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 58, S. 109–126.

ROTH, M. et al. (2000): *Risikountersuchung an einem Wildbach bei Luzern (Schweiz)*. In: *Interpraevent 2000*, Tagungspublikation Band 2, Klagenfurt, S. 293–304.

STIRNIMANN, V. (1882): *Der Renggbach in der Gemeinde Kriens und dessen rationelle Verbauung*, Luzern: Bucher.



**E** Als wir ein Namen voll sand auf Lucer fährst wollt, sind wir  
in ein gefährliche Sturmwind gerathen in dieser euserst Le-  
bes gefahr habe wir uns der Allerhel. Mutter Maria allhero  
verlobt, worauf wir aus aller gefahr seind erretet worden,  
Gott und Maria sei ewig danckh gesagt.

Der Vierwaldstättersee war für die Schifffahrt immer sehr gefährlich. Verschiedene Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass neben Sturmwellen auch viel grössere Flutwellen auftreten können, die sogar Siedlungen gefährden können. In der Ridlikapelle in Beckenried gab es verschiedene Votivbilder, die auf die gefährliche Schifffahrt hinweisen. Bei diesem Votivbild (vor 1741) ist die Sturmgefahr gross, doch der Strahl des Gnadensbildes verheisst Rettung für die Schiffer. ↗ S. 31

FLAVIO ANSELMETTI / MICHAEL HILBE

## Tsunamis im Vierwaldstättersee

Eine Wand im Medienzentrum des Bundeshauses in Bern wird durch ein zeitgenössisches Kunstwerk von Nic Hess geschmückt (Icons Survive, 2006), auf dem das Matterhorn bedrohlich von einer grossen Welle umspült wird |[Abb. 1](#)|. Die Welle auf dem Bild ist eine direkte Reminiszenz an den Holzschnitt *Die grosse Welle vor Kanagawa* des japanischen Künstlers Hokusai (1760–1849), welcher eines der bekanntesten Kunstwerke aus Japan überhaupt ist und sich an ähnliche frühere Werke von Hokusai und anderen Künstlern anlehnt |[Abb. 2](#)|. Hokusais Welle hat sich – in ihrer ursprünglichen Form oder stilisiert – in den letzten Jahrzehnten in der Forschungsgemeinschaft und auch in der Öffentlichkeit zu einem Symbol für Tsunamis und ihr Gefahrenpotential entwickelt – obwohl sie vermutlich gar keinen Tsunami, sondern eine aussergewöhnlich grosse Sturmwelle darstellt (CARTWRIGHT & NAKAMURA, 2009). Die Wahl des Symbols ist naheliegend: Japan liegt auf der Grenze von zwei kollidierenden Lithosphärenplatten und wird – neben seiner Exposition gegenüber anderen Naturgefahren wie Vulkanausbrüchen und Taifunen – regelmässig von starken Erdbeben und dadurch ausgelöst, teilweise zerstörerischen Tsunamis heimgesucht. So ist es nicht verwunderlich, dass diese Wellen auch im kollektiven Gedächtnis der Japaner und ihrer Kultur Spuren hinterlassen haben. Doch wie gelangte die japanische Welle aus dem 19. Jahrhundert bis an den Fuss des Matterhorns beziehungsweise an die Wand des Medienzentrums in Bern?

Durch die Erdbeben in Indonesien am zweiten Weihnachtstag 2004 und das so genannte Tohoku-Erdbeben 2011 in Japan (Stichwort «Fukushima») ist die Naturgefahr Tsunami auch bei uns



**Abb. 1** Wandarbeit von Nic Hess im Medienzentrum des Bundeshauses: Das Matterhorn wird von einer Welle umspült, die durch den japanischen Meister Hokusai um 1830 entworfen wurde.

einer breiten Öffentlichkeit bekannt geworden, so dass ein durch einen Tsunami bedrohtes Matterhorn offenbar auch eine passende Metapher für verschiedene Formen der «politischen Tsunamis» geworden ist. Eindrücklicher Weise war der Tsunami im Indischen Ozean 2004 neben dem Bergsturz von Elm 1887 diejenige Naturkatastrophe, die seit dem Guldauer Bergsturz im Jahr 1806 (457 Tote) die meisten Schweizer Opfer gefordert hat: Am 26. Dezember 2004 starben am

Indischen Ozean 113 Schweizer Staatsangehörige, ein Grossteil dieser Opfer hatte in Thailand seine Weihnachtsferien verbracht. Die Globalisierung der Reisewege führt also gewissermassen auch zu einer geographischen Erweiterung des durch Naturgefahren betroffenen Gebietes, selbst wenn ein Ereignis weit weg von der Schweiz stattfindet. Dennoch waren die Opfer im Jahr 2004 nicht die ersten Schweizer, die durch Tsunamiwellen ums Leben kamen.

### Die Vierwaldstättersee-Tsunamis von 1601 und 1687

Es war später Abend des 23. Septembers 1687, der Wirt des Gasthauses an der Treib am Vierwaldstättersee war soeben im Gang im ersten Stock des Hauses von «einer Welle zu Boden geworfen» worden, die «Felläden» und Fenster des Gebäudes waren «hinweggeschlagen» und die Kellermauern so stark beschädigt, dass unter anderem die Weinvorräte in Fässern auf den See hinausgetragen wurden sowie Butter und Käse im Wasser versanken, wie der spätere Nidwaldner Landammann Johann Laurenz Bünti (1661–1736) in seiner Chronik berichtet: Eine seltene, gar exotische Naturgefahr hatte offenbar im Vierwaldstättersee zugeschlagen. Auch wenn der Wirt den Begriff «Tsunami» nicht kannte, wurde er Zeuge und Betroffener dieser «grossen Welle im Hafen» – so die wörtliche Übersetzung des japanischen Begriffs. Zahlreiche Schiffstege am Urnersee wurden durch die Welle weggerissen, viele Boote beschädigt (SCHNELLMANN et al., 2003). Das Ereignis

kam für die Menschen verständlicherweise überraschend, um so mehr, als keine naheliegende Ursache für diese Riesenwelle – wie etwa ein Sturm – zu eruieren war. Allerdings waren damals vielleicht Überlieferungen oder einzelne Chroniken bekannt, die von einer noch grösseren und fataleren Welle auf dem Vierwaldstättersee fast genau 86 Jahre zuvor, am 18. September 1601, berichteten. Bei jener war aber der Zusammenhang mit einer anderen Naturgewalt offensichtlich: Neben vielen anderen Quellen berichteten insbesondere die Aufzeichnungen von Renward Cysat (1545–1614), dem damaligen Stadtschreiber von Luzern, an diesem Datum von einem starken Erdbeben in der Zentralschweiz, welches besonders in Unterwalden grosse Schäden verursachte. Nach heutigem Ermessen, dokumentiert im Erdbebenkatalog ECOS-09 des Schweizerischen Erdbebendienstes an der ETH Zürich, erreichte das Beben eine Magnitude von 5,9 und ist somit nach jenem von Basel im Jahre 1356 (Magnitude 6,6) das stärkste historisch belegte nördlich der Alpen (SCHWARZ-ZANETTI et al., 2003).

Cysat erlebte das Erdbeben, welches zwischen 1 und 2 Uhr nachts stattfand, in Arth und ritt am nächsten Morgen nach Luzern zurück. Er berichtet in seiner Chronik von Schwemmgut, welches entlang des Vierwaldstättersees bis zu zwei Hellebarden hoch (also etwa vier Meter) über dem Seespiegel an Land gespült worden war. Die Reuss floss in Luzern eine Zeit lang alle zehn Minuten in den See hinein statt hinaus, und zwischen den Schwallen habe sich das «Wasser ... gar verloren», so dass «junge Leute» die Reuss «schiefer trockenen Fusses» durchqueren konnten. Zeitgenossen berichteten Cysat, dass sich das Wasser in der Mitte der grossen Seebecken «gleich einem hohen Berg» erhoben habe. Cysat selbst hat nach dem Ereignis besonders stark betroffene Gebiete in Unterwalden besucht und beschreibt aufgrund sichtbarer Spuren, wie zwischen Buochs und dem Bürgenberg das Wasser «1000 Schritt oder drei Büchenschuss weit» | **Abb. 3** | das Land überflutet haben muss, also etwa 500 bis 1000 m. Durch die Wasserwelle starben zumindest acht Personen, welche in ihren Häusern überrascht wurden, darunter auch «Kinder an den Armen der Mutter», die man ertrunken aufgefunden hat. Cysats Aufzeichnungen dokumentieren also die Folgen eines eigentlichen Tsunamis auf dem See, der zwar nur eine sehr begrenzte



**Abb. 2** *Die grosse Welle vor Kanagawa* oder *Unter der Welle im Meer vor Kanagawa* (Kanagawa oki nami ura) von Hokusai (1760–1849), Teil seiner «36 Ansichten des Berges Fuji»

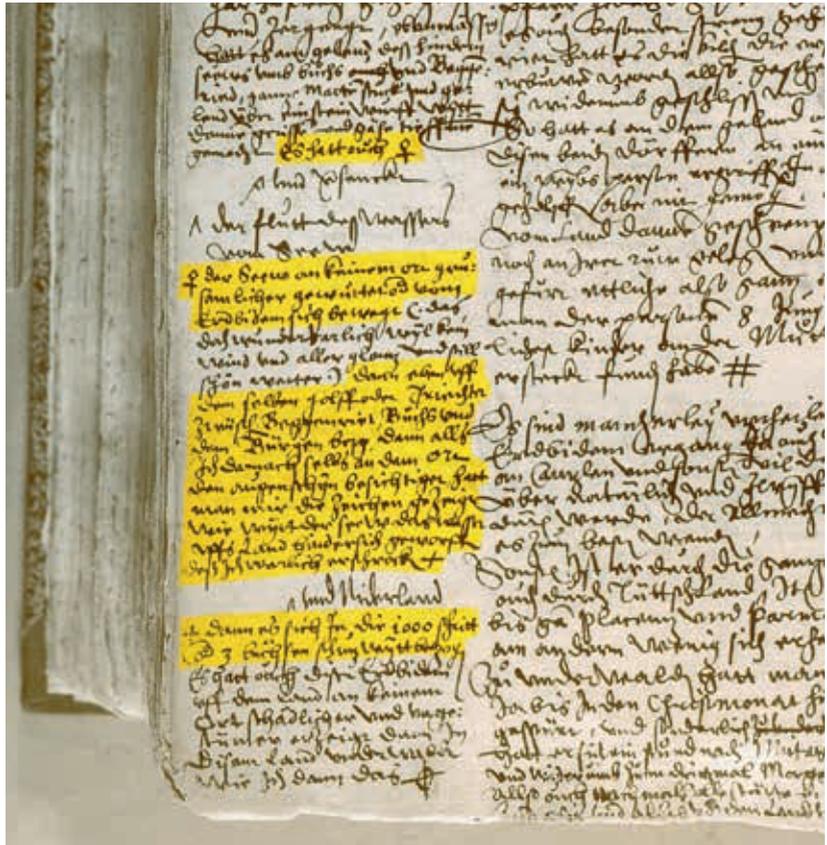
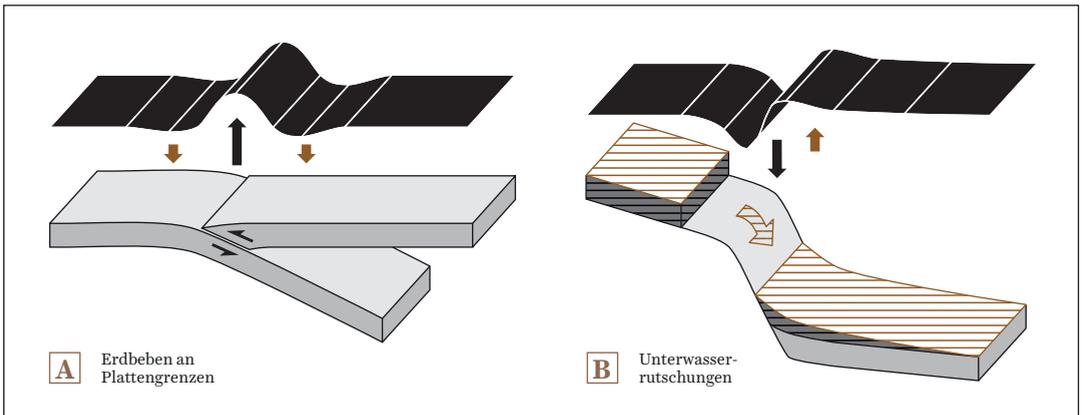


Abb. 3 Ausschnitt aus der Chronik des Luzerner Stadtschreibers Renward Cysat: Er berichtet von Folgen des Erdbebens am 18. September 1601. Nach dem Beben ist das Wasser des Vierwaldstättersees lokal «1000 Schritt oder drei Büchenschuss» an Land gedrungen.

regionale Ausdehnung erreichte, in sehr lokalem Rahmen aber ähnliche Wirkungen hatte wie die viel grösseren, zerstörerischen Tsunamis auf den Weltmeeren. Doch wie können fernab der Ränder der grossen Lithosphärenplatten solche Tsunamiwellen entstehen, die Wellenhöhen in der gleichen Grössenordnung wie grosse ozeanische Tsunamis erreichen?

### Wie entstehen Tsunamiwellen?

Klassische Tsunamis entstehen durch einen plötzlichen vertikalen Versatz der gesamten Wassersäule über eine grössere Fläche und weisen sehr grosse Wellenlängen auf. In Gebieten mit abtauchenden Lithosphärenplatten wie in Japan löst sich bei einem grossen Erdbeben – solche können Magnituden von 9 und mehr erreichen – ruckartig die aufgebaute Spannung an der Plattengrenze über mehrere hundert Kilometer Länge, so dass die unterfahrene Platte nach oben schnell. Dadurch wird die Wassersäule

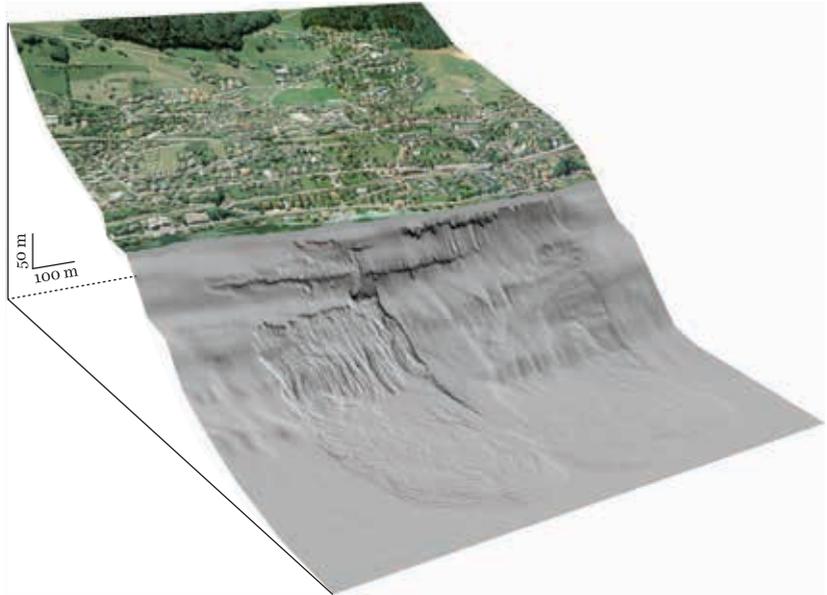


hier in einem grossen Gebiet angehoben, während sie angrenzend daran absinkt. Diese Bewegungen führen zur Bildung eines Tsunamis |[Abb. 4a](#)|, welcher sich ohne grosse Energieverluste lateral auf dem Ozean ausbreitet. Die Geschwindigkeit ist nur abhängig von der Wassertiefe und beträgt auf dem offenen Ozean typischerweise um 700 km/h, die Wellenamplitude lediglich wenige Dezimeter. Erst in Küstennähe verlangsamen sich Tsunamis, ihre Amplitude nimmt zu, und sie können in Form von mehreren Zyklen mit ansteigendem und absinkendem Meeresspiegel zu zerstörerischen Überschwemmungen führen. Die reine Wellenhöhe von einigen Metern ist dabei nicht die eigentliche Gefahr, da solche Höhen durch windinduzierte Wellen regelmässig erreicht oder sogar übertroffen werden. Es ist vielmehr die Kombination der Wellenhöhe mit der enormen Wellenlänge, die zu den schnellen, weitreichenden Überflutungen und dem ebenfalls gefährlichen Abfliessen der Wassermassen führt.

Plötzliche Bewegungen von Lithosphärenplatten in einer ähnlichen Grössenordnung, welche direkt die Wassersäule eines Sees anheben oder absenken, sucht man in der Schweiz vergeblich. Der Tsunami im Vierwaldstättersee im Jahr 1601 entstand zwar unmittelbar nach einem Erdbeben (SIEGENTHALER et al., 1987; SCHNELLMANN et al., 2002), aber jener von 1687 war ohne offensichtlichen Zusammenhang mit einem anderen aussergewöhnlichen Ereignis wie einem Erdbeben oder einem Sturm (SCHNELLMANN et al., 2003). Die Erklärung für solche «anderen» Tsunamis finden Geologen am Grund der Seen: Sowohl die Seesedimente als auch die Morphologie des Seebodens («Bathymetrie») lassen deutliche Spuren von grossen unterseeischen Schlammlawinen erkennen |[Abb. 4b, 5](#)|, die in ihrer Erscheinung grosse Ähnlichkeit mit Schneebrettlawinen in den Bergen haben.

**Abb. 4a-4b** Zwei verschiedene Prozesse der Generierung von Tsunamiwellen: Tektonische Verschiebungen an Plattengrenzen im Zusammenhang mit Erdbeben (A) sowie Unterwasserrutschungen, die Sedimente auf Abhängen mobilisieren (B). Man beachte, dass die Dimensionen an Plattengrenzen meist viel grösser sind, die Wellenhöhe lokal aber vergleichbar sein kann.

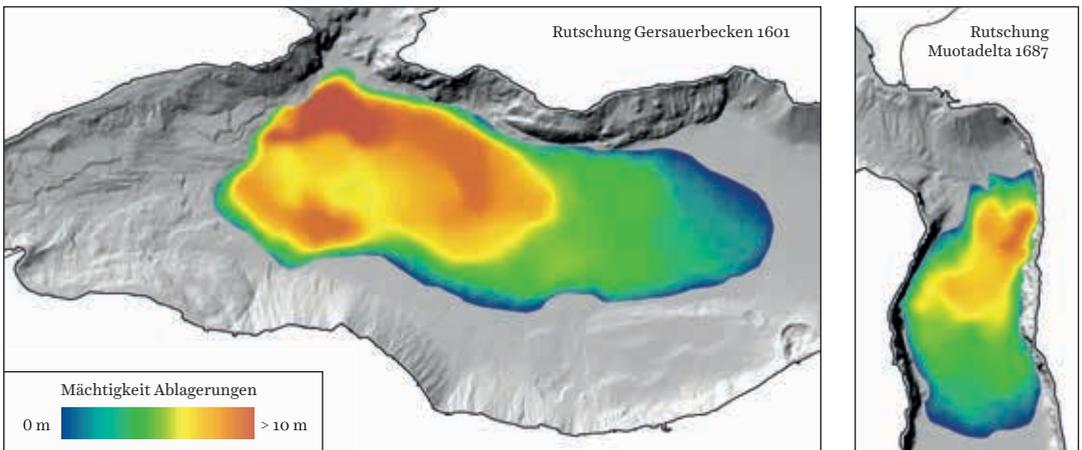
**Abb. 5** Hochauflösendes Tiefenmodell des Zürichsees (graues Relief), welches Spuren von zwei «SchlammLawinen» oder unterseeischen Rutschungen unterschiedlichen Alters zeigt, die in Ufernähe ausgelöst wurden und bis in das tiefe Seebecken vorgestossen sind. Das Alter der sich scharf abzeichnenden Rutschung links beträgt etwa 100 Jahre, jenes der durch laufende Sedimentation etwas undeutlich gewordenen Rutschung rechts mehr als 2000 Jahre. (Daten und Bild: STRUPLER et al., eingereicht)



Vereinfacht betrachtet, wird dort, wo die Schlammmassen abgleiten, typischerweise an den seitlichen Hängen eines Seebeckens, die Wassersäule abgesenkt; dort, wo sie sich ablagern, also in den Becken, wird die Wassersäule angehoben |↗Abb. 4b|. Demzufolge ergibt sich prinzipiell der gleiche Mechanismus wie bei den ozeanischen Plattengrenzen. Obwohl hier die direkte Ursache nicht tektonischer Natur ist, gibt es doch häufig einen Zusammenhang mit Erdbeben: Während manche, vor allem kleinere Rutschungen scheinbar spontan, d.h. ohne offensichtlichen Auslöser, erfolgen, haben Untersuchungen gezeigt, dass viele grosse Unterwasser-rutschungen, welche zu Tsunamis führen, durch Erdbeben ausgelöst werden. Dieser Mechanismus ist natürlich nicht auf Seen beschränkt, sondern tritt auch in den Meeren auf, beispielsweise an Kontinentalrändern. Hier können solche Rutschungen enorme Dimensionen annehmen und bis zu mehrere tausend Kubikkilometer bewegen. Bei einem der weltweit grössten bekannten Ereignisse, der Storegga-Rutschung, sind vor ca. 8000 Jahren vom Norwegischen Kontinentalabhang gewaltige 3500 km<sup>3</sup> Meeresedimente abgerutscht, welche eine Welle auslösten, die zum Beispiel auf den Shetlandinseln zwischen Schottland und Norwegen noch eine Höhe von über 20 m erreichte (BONDEVIK et al., 2003).

Die involvierten Volumina in Seen sind naturgemäss kleiner, können aber auch hier beträchtlich sein und damit zu grossen Wellen führen. Die unterseeische Rutschung im westlichen Teil des

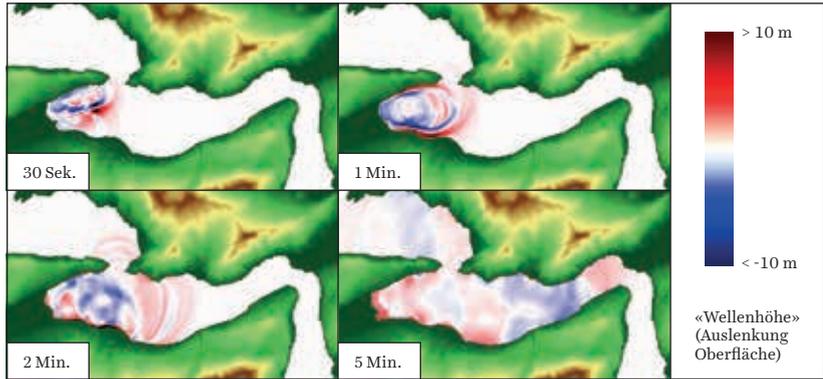
Gersauerbeckens im Vierwaldstättersee – die grösste der zahlreichen Rutschungen, welche als Folge des Erdbebens 1601 abgegangen sind – erfasste zwischen 20 und 30 Millionen Kubikmeter Schlamm auf den lateralen Hängen des Beckens (HILBE & ANSELMETTI, 2014). Die rekonstruierte Rutschung im Muotadelta, welche durch die verursachte Welle unter anderem zu den Schäden am Gasthaus Treib führte und offenbar spontan erfolgte, erreichte zwischen 5 und 10 Millionen Kubikmeter (HILBE & ANSELMETTI, 2014) |↗Abb. 6|. Mittels numerischen Modellen können die unterseeischen Rutschungen und die daraus resultierenden Wellen simuliert werden |↗Abb. 7|. Für die Ereignisse von 1601 und 1687 konnte gezeigt werden, dass die mit geophysikalischen Methoden kartierten Rutschmassen gross genug sind, um Wellen auszulösen, die den Beschreibungen in den historischen Chroniken entsprechen und Amplituden von vier Metern und mehr erreichen (SCHNELLMANN et al., 2002; HILBE & ANSELMETTI, 2015).



Die modellierten Wellen überqueren den Vierwaldstättersee in wenigen Minuten, haben Wellenlängen von 500 bis 1000 m und führen zu erheblichen Überflutungen. Uferzonen mit flacher Topographie sind diesen stärker ausgesetzt als steile Ufer. Die Ebene zwischen Buochs und Ennetbürgen wurde gemäss der Simulation über eine Distanz von 500 bis 700 Metern überflutet, was gut den historisch beschriebenen «tausend Schritten» oder «drei Büchenschüssen» entspricht |↗Abb. 8|. Die Wellen erreichen vor allem in den direkt betroffenen Becken grosse Höhen, breiten sich aber in abgeschwächter Form über den gesamten Vierwaldstättersee aus. So hat die Welle, die durch die 20 bis 30 Millionen Kubikmeter Schlamm im Gersauerbecken ausgelöst wurde, in Luzern immer noch eine modellierte Amplitude von einem Meter |↗Abb. 9|.

**Abb. 6** Mächtigkeit und Verteilung der Rutschmassen von 1601 und 1687

**Abb. 7** Momentaufnahmen der Ausbreitung des Tsunamis von 1601 im Gersauerbecken, als Folge der unterseeischen Rutschung im westlichen Teil des Beckens. Die Zeitangaben beziehen sich auf den Beginn der insgesamt mehrere Minuten dauernden Rutschung.



### Wie gross ist die Tsunamigefahr heute?

In der Schweiz werden Tsunamis in der öffentlichen Wahrnehmung kaum als signifikante Naturgefahr angesehen. Dies ist einleuchtend, da es sich um sehr seltene Ereignisse handelt. Betrachtet man allerdings die erwähnten historischen Beschreibungen sowie Modellierungen der bekannten Ereignisse und führt sich gleichzeitig das im Vergleich zum 17. Jahrhundert enorm gestiegene Schadenspotential an den Seeufern vor Augen, drängt sich eine etwas eingehendere Analyse der Gefährdung auf. Eine solche kann sich aufgrund der Seltenheit naheliegenderweise nicht auf eine statistische Auswertung bekannter Ereignisse stützen – im Vierwaldstättersee gibt es schlicht zu wenige dokumentierte Tsunamis, um solide Aussagen zu machen –, und zudem sind die mehrere Jahrhunderte alten Beschreibungen alles andere als vollständig. Man muss sich also mit einem anderen Ansatz behelfen und die Ursachen solcher Wellen betrachten.



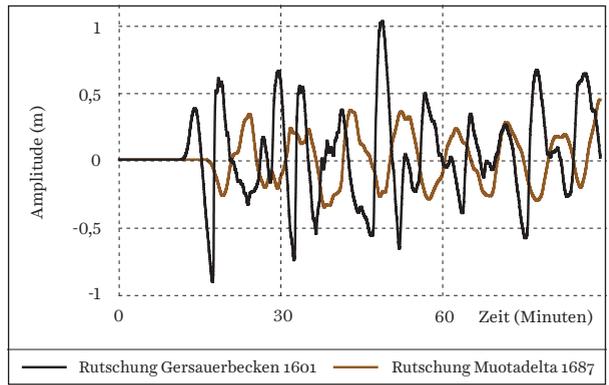
**Abb. 8** Simulation der Tsunamiwelle von 1601: Überflutung in der Gegend Buochs-Ennetbürgen

Die Gefahr für eigentliche «Seetsunamis» in der Schweiz ist direkt an das Auftreten von unterseeischen Rutschungen gekoppelt, da dies der einzige bekannte Mechanismus ist, der solche verursacht. Zusätzlich können Fels- oder Bergstürze sogenannte Impulswellen verursachen (z.B. FRITZ et al., 2009), welche eine ähnliche, aber eigene Klasse von Ereignissen darstellen und im Vierwaldstättersee in jüngerer Vergangenheit bei den Felsabbrüchen vom Steinbruch Obermatt aufgetreten sind (FUCHS & BOES, 2010). Diese Impulswellen erreichen in der Region des Impaktes sehr

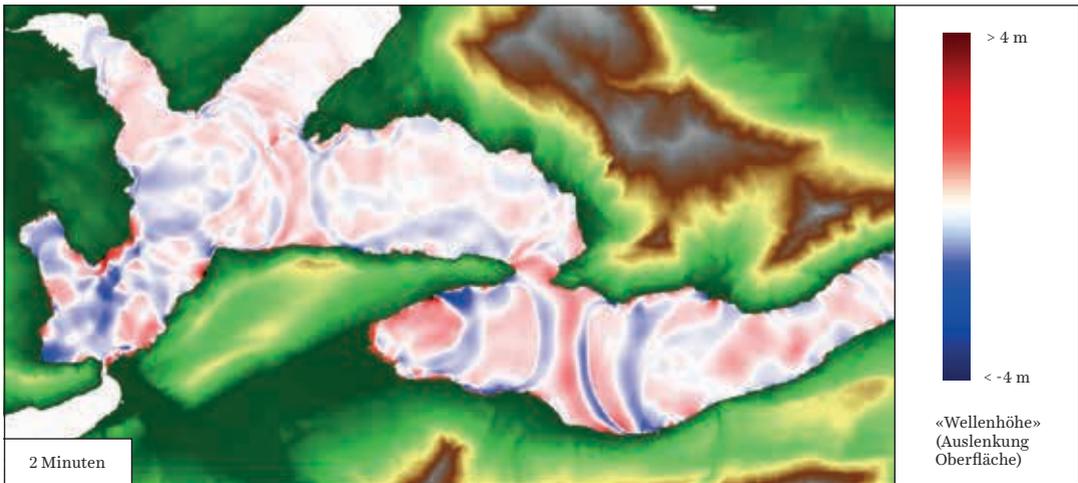
grosse Wellenhöhen, die aber im Vergleich zu denen von klassischen Tsunamis, welche die ganze Wassersäule bewegen, schneller abnehmen.

Die von einer gegebenen Unterwasserrutschung verursachten Wellen lassen sich heute mit geeigneten Berechnungsmodellen relativ gut abschätzen. Die maximale Wellenhöhe hängt beispielsweise unter anderem vom Volumen der Rutschung ab, wobei in einem See wie dem Vierwaldstättersee ein Mindestvolumen in der Grössenordnung von annähernd  $10^6 \text{ m}^3$  benötigt wird, um eine signifikante Welle zu verursachen, die sich über ein ganzes Seebecken ausbreitet. Der naheliegende Ansatz, die Rutschungen anhand ihrer Ablagerungen statistisch zu betrachten (z.B. Häufigkeiten, Verteilung von Volumina), ist ebenfalls problematisch. Zwar ist es in einzelnen Seebecken möglich, mehr oder weniger vollständige Kataloge von Rutschungsablagerungen zu erstellen, die sich über mehr als 15 000 Jahre erstrecken (SCHNELLMANN et al., 2006), aber besonders in Becken mit hohen Sedimentationsraten und häufigen Rutschungen können oft nur einzelne Ereignisse und Zeiträume von wenigen hundert Jahren betrachtet werden. Zudem genügen Informationen über die Ablagerungen allein nicht, um beispielsweise für Wellenmodellierungen relevante Parameter über die Anrissgebiete der Rutschungen zu erhalten. Man kann daher in der Kausalitätskette noch einen Schritt weiter zurückgreifen.

Im Allgemeinen ist allerdings eine Vorhersage, unter welchen Bedingungen es zu unterseeischen Rutschungen kommt, die zu Tsunamis führen, kaum möglich. In perialpinen Seen können sehr verschiedene Arten von Rutschungen auftreten, die beispielsweise unterschiedliche Sedimente erfassen oder andere Auslösefaktoren («Trigger») aufweisen. Ein probabilistisches Modell zur Gefährdungsanalyse müsste unter anderem verschiedene Arten von Rutschungen beinhalten und adäquat behandeln – dafür reichen die heutigen Kenntnisse, beispielsweise über Bruchmechanismen und geotechnische Eigenschaften der Sedimente, in der Regel nicht aus. Für bestimmte, eng definierte Fälle ist eine Abschätzung der Gefährdung aber durchaus möglich.



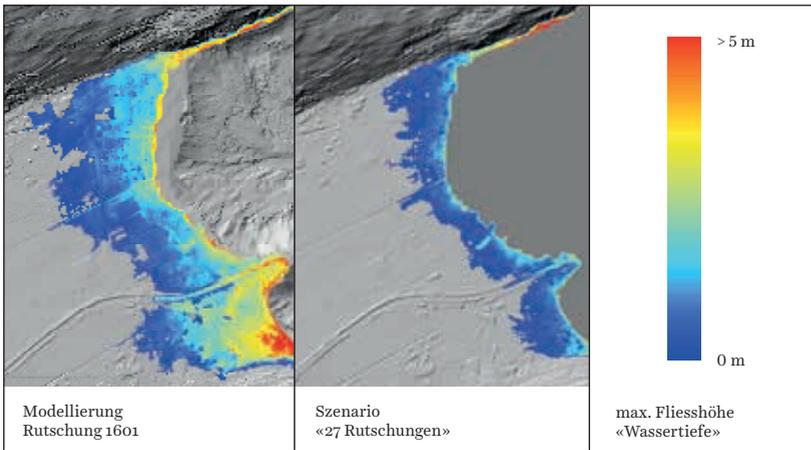
**Abb. 9** Simulierte Amplituden der Tsunamiwellen von 1601 (Rutschung im Gersauerbecken) und 1687 (Rutschung im Muotadelta) im Seebecken von Luzern. Die tatsächlichen Effekte von 1601 waren das Resultat von mehreren, annähernd gleichzeitig ablaufenden Rutschungen, während die Simulation nur eine einzelne Rutschung berücksichtigt.



**Abb. 10** Bei einem zukünftigen starken Erdbeben können im zentralen und westlichen Teil des Vierwaldstättersees gleichzeitig 27 Rutschungen ausgelöst werden, deren individuelle Tsunamiwellen sich zu einem komplexen Interferenzmuster überlagern. Das Bild zeigt die Simulation 2 Minuten nach dem Auslösen der Rutschungen bzw. näherungsweise nach dem Beben.

Im Vierwaldstättersee ist für die meisten Hänge, die beim Erdbeben 1601 ins Rutschen geraten sind, der Mechanismus der Instabilitäten durch eine Reihe von Forschungsarbeiten relativ gut bekannt (SCHNELLMANN et al., 2002, 2006; STRASSER et al., 2007). Viele der 1601 betroffenen Hänge waren bereits bei früheren, prähistorischen Erdbeben betroffen. Es handelt sich typischerweise um Hänge mit gleichmässiger Sedimentation und relativ uniformer Neigung, die ohne zusätzliche Belastung stabil sind. Diese Hänge werden praktisch nur durch Erdbeben grossflächig instabil und können dann auf einer diskreten und identifizierbaren Gleitfläche als massive Rutschungen abgleiten.

Um die aktuelle Gefährdung durch solche Ereignisse im Vierwaldstättersee zu beurteilen, kann also ein Stabilitätsmodell für diese Art von Hängen unter Erdbebenbelastung ausgearbeitet werden, welches allerdings andere Arten von Rutschungen vernachlässigt. Im einfachsten Fall des Modells und mit durch Messungen bekannten geotechnischen Eigenschaften der Sedimente (STRASSER et al., 2007; STEGMANN et al., 2007) hängt dabei die Hangstabilität nur noch von der Hangneigung, der Mächtigkeit der Sedimente über der potentiellen Gleitfläche sowie der Erdbebenlast ab. Da sowohl die Hangneigung als auch die Sedimentmächtigkeit mit geophysikalischen Methoden flächenhaft kartiert werden können, lässt sich die Hangstabilität in Abhängigkeit von der Erdbebenbelastung ermitteln. Somit können für verschiedene Belastungen – diese werden üblicherweise als maximale oder pseudo-statische Bodenbeschleunigungen angegeben, deren Jährlichkeit gut bekannt ist – die potentiellen Anrissgebiete von Rutschungen identifiziert und daraus die generierten Wellen modelliert werden.



**Abb. 11** Vergleich der simulierten Überschwemmung durch den Tsunami von 1601 (links) und der aktuellen Gefährdung durch 27 unterseeische Rutschungsereignisse (rechts) bei Buochs und Ennetbürgen.

Für ein Erdbebenszenario mit noch stärkerer Bodenbeschleunigung als 1601 – ein solches hat in der Region eine Wiederkehrperiode von mehreren tausend Jahren – konnten im zentralen und westlichen Teil des Vierwaldstättersees insgesamt 27 potentielle unterseeische Rutschungen identifiziert werden, die sich im Falle eines Erdbebens gleichzeitig lösen können und somit zu einem komplexen Wellenmuster von mehreren sich überlagernden Tsunamis führen | [Abb. 10](#) |. Die aufgrund dieser Rutschungen zu erwartenden Überflutungen sind aber in vielen Gebieten deutlich kleiner als jene, die 1601 beobachtet wurden | [Abb. 11](#) |. Der Grund dafür ist naheliegend: Potentiell instabile Sedimente wurden auf vielen Hängen durch die Rutschungen von 1601 entfernt. Dadurch bleiben jene Hänge heute stabil, oder die Volumina der Rutschungen sind deutlich kleiner als 1601. Diese heute wahrscheinlich geringere Gefährdung wird aber nicht so bleiben: Abhängig von den Sedimentationsraten baut sich auf den Hängen nach und nach eine dickere Sedimentdecke auf, die Stabilität nimmt ab, und bei einem zukünftigen Erdbeben wird es wieder zu Rutschungen und entsprechenden Tsunamis kommen.

Es stellt sich also nicht die Frage, ob in Zukunft wieder ein meterhoher Tsunami den Vierwaldstättersee überqueren wird, sondern lediglich, wann dies geschehen wird. Allerdings sind Erdbeben und damit auch Tsunamis nicht vorhersagbar, so dass nur eine probabilistische Betrachtung zur Abschätzung der Wiederkehrrate sinnvoll ist. Im Gegensatz zu Japan, wo allein in den letzten 100 Jahren mehrere verheerende Tsunamis aufgetreten sind, welche das Bewusstsein für diese mit Hokusais Holzschnitt illustrierte Gefahr aufrechterhalten haben, reicht unsere Erinnerung in den perialpinen Seen für eine Abschätzung dieser Gefahr nicht

aus. Die Wiederkehrperiode von grösseren «Seetsunamis» liegt hier in der Grössenordnung von tausend oder einigen tausend Jahren, also einer Dauer, die nicht oder nur ungenügend von historischen Aufzeichnungen abgedeckt wird. Ist aus historischen Quellen kein solches Ereignis bekannt, bedeutet das somit nicht, dass ein solches nicht auftreten kann. Um die gesamte Bandbreite der Naturgefahren zu verstehen, muss vielmehr der betrachtete Zeitrahmen ausgedehnt werden, wofür die geologischen Archive, wie beispielsweise Seesedimente, unerlässlich sind. Die beiden Tsunamis auf dem Vierwaldstättersee in den Jahren 1601 und 1687 dienen als Musterbeispiele und zeigen auf, was sich in ähnlichen perialpinen Seen wiederholen kann, auch wenn es dort seit Menschengedenken nicht zu solchen Tsunamis gekommen ist. In diesem Sinn ist Hokusais Welle, die im Pressezentrum des Bundeshauses gegen das Matterhorn brandet, eine Aufforderung, das «Undenkbare» zu denken, räumliche und zeitliche Horizonte zu erweitern sowie aus der geologischen Vergangenheit auf heute mögliche Ereignisse – etwa ihre Wiederkehrperioden und maximale Grössen – zu schliessen. Nur damit können wir die aktuelle Gefährdungslage angemessen beurteilen und allenfalls notwendige Massnahmen ergreifen.

### **Dank**

Die Untersuchungen der unterseeischen Massenbewegungen und der Tsunamigefährdung wurden unter anderem vom Schweizerischen Nationalfonds, der Eawag Kastanienbaum, der Nidwaldner Sachversicherung und zahlreichen Studierenden sowie Mitarbeitern der Eawag und der ETH Zürich unterstützt.

## Literatur

- BONDEVİK, S., MANGERUD, J., DAWSON, S., DAWSON, A. & LOHNE, Ø. (2003): *Record-breaking height for 8000-year-old tsunami in the North Atlantic*. In: *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 84, S. 289.
- CARTWRIGHT, J.H.E. & NAKAMURA, H. (2009): *What kind of a wave is Hokusai's Great Wave Off Kanagawa?* In: *Notes & Records of the Royal Society*, 63, S. 119–135.
- FRITZ, H.M., MOHAMED, F. & YOO, J. (2009): *Lituya Bay Landslide Impact Generated Mega-Tsunami 50th Anniversary*. In: *Pure and Applied Geophysics*, 166, S. 153–175.
- FUCHS, H. & BOES, R. (2010): *Berechnung felsrutschinduzierter Impulswellen im Vierwaldstättersee*. In: *Wasser Energie Luft*, 102, S. 215–221.
- HILBE, M. & ANSELMETTI, F.S. (2015): *Mass movement-induced tsunami hazard on perialpine Lake Lucerne (Switzerland): Scenarios and numerical experiments*. In: *Pure and Applied Geophysics*, 172, S. 545–568.
- HILBE, M. & ANSELMETTI, F.S. (2014): *Signatures of slope failures and river-delta collapses in a perialpine lake (Lake Lucerne, Switzerland)*. In: *Sedimentology*, 61, S. 1883–1907.
- SCHNELLMANN, M., ANSELMETTI, F.S., GIARDINI, D., MCKENZIE, J.A. & WARD, S. (2002): *Prehistoric earthquake history revealed by lacustrine slump deposits*. In: *Geology*, 30, S. 1131–1134.
- SCHNELLMANN, M., ANSELMETTI, F.S. & WARD, S.N. (2003): *Sturm trotz Flaute: Tsunamis auf dem Vierwaldstättersee*. In: *GAIA*, 12, S. 265–270.
- SCHNELLMANN, M., ANSELMETTI, F.S., GIARDINI, D. & MCKENZIE, J.A. (2006): *15 000 years of mass-movement history in Lake Lucerne: Implications for seismic and tsunami hazard*. In: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 100, S. 409–428.
- SCHWARZ-ZANETTI, G., DEICHMANN, N., FÄH, D., GIARDINI, D., JIMENEZ, M.J., MASCIARDI, V., SCHIBLER, R. & SCHNELLMANN, M. (2003): *The Earthquake in Unterwalden on September 18, 1601 – A Historico-Critical Macroseismic Evaluation*. In: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 96, S. 441–450.
- SIEGENTHALER, C., FINGER, W., KELTS, K. & WANG, S. (1987): *Earthquake and seiche deposits in Lake Lucerne, Switzerland*. In: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 80, S. 241–260.
- STEGMANN, S., STRASSER, M., ANSELMETTI, F. & KOPF, A. (2007): *Geotechnical in situ characterization of landslide deposits: The role of pore pressure transients versus frictional strength*. In: *Geophysical Research Letters*, 34, doi: 10.1029/2006GL029122.
- STRASSER, M., STEGMANN, S., BUSSMANN, F., ANSELMETTI, F.S., RICK, B. & KOPF, A. (2007): *Quantifying subaqueous slope stability during seismic shaking: Lake Lucerne as model for ocean margins*. In: *Marine Geology*, 240, S. 77–97.
- STRUPLER, M., HILBE, M., ANSELMETTI, F.S. & STRASSER, M. (eingereicht): *Das neue Tiefenmodell des Zürichsees: Hochauflösende Darstellung der geomorphodynamischen Ereignisse im tiefen Seebecken*. Eingereicht bei *Bulletin für Angewandte Geologie*.