

Zeitschrift: Jahrbuch / Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee
Herausgeber: Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee
Band: - (2013)

Artikel: Kanderdurchstich : das wasserbauliche Experiment als hydrologische Exkursion
Autor: Hauser, Felix / Schneeberger, Stefan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1095921>

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>

Kanderdurchstich – das wasserbauliche Experiment als hydrologische Exkursion

1 Einleitung

Der «Hydrologische Atlas der Schweiz» HADES stellt seit rund 20 Jahren hydrologische Grundlageninformationen und Spezialwissen einem breiten Kreis von Nutzerinnen und Nutzern zur Verfügung. Er liefert mittels Karten, Grafiken und Texten verlässliche Grundlagen zu den verschiedensten Aspekten des Themenbereichs Wasser. Neben den gedruckten Karten umfasst der Atlas auch eine Reihe von Exkursionsführern sowie ein Lehrmittel für die Sekundarstufe II. Ausserdem stellt er digitale Raster- und Tabellendaten sowie ausgewählte Karten und Abbildungen via Internet zur Verfügung.

Die Idee, das Potential des Atlases mittels Exkursionen noch besser zu nutzen, entstand im Rahmen von Überlegungen zum Internationalen Jahr des Süsswassers 2003. So wurde die Reihe der Exkursionsführer «Wege durch die Wasserwelt» initiiert.

Die Exkursionsführer werden von einem Team ausgewiesener Fachleute erarbeitet; sie bieten einen ausgezeichneten Einblick in die ausgewählten Themen und fordern zum bewussten Beobachten und Nachfragen auf. Der Text führt die Benutzerinnen und Benutzer durch den Raum und durch das Thema. Er vermittelt Impulse und macht neugierig auf eigenes Entdecken und gedankliche «Abstecher». Die Broschüren umfassen neben dem Text auch Bild- und Kartenmaterial, eine Literatúrauswahl sowie weitere zur Exkursion nötige Informationen. Als Zielpublikum sind angesprochen: an der Natur und am Wasser Interessierte, Touristinnen und Touristen, Schulen, aber auch Fachleute.

Seit 2004 wurden in sechs Regionen der Schweiz insgesamt 21 Exkursionen realisiert; die jüngste Serie umfasst vier Wanderungen in den Berner Voralpen und im Seeland. Eine davon soll hier näher vorgestellt werden.

siert wird hier der Kanderdurchstich selbst, da dies in anderen Beiträgen ausführlich gemacht wird. Selbstverständlich will der Text keineswegs vom eigenen Entdecken der Route und der Themen abhalten.

2 Hydrologie von Kander und Simme

Der Startpunkt der Exkursion befindet sich im Naturschutzgebiet Augand, direkt über dem Zusammenfluss von Simme und Kander. Vor rund 300 Jahren flossen Simme und Kander etwa auf dem Niveau dieses Aussichtspunktes. Seitdem haben sie sich durch Sohlerosion tief in den Untergrund eingeschnitten und ihren Zusammenfluss verlagert. Dies ist nur eine der Auswirkungen, mit der man nicht unbedingt gerechnet hatte, als man um 1714 in einem kühnen Experiment einen Einschnitt in den Moränenhügelzug zwischen dem alten Kanderlauf und dem Thunersee machte und den Fluss in den Thunersee einleitete.

2.1 Einzugsgebiete und Regimes von Kander und Simme

Bis zum Zusammenfluss mit der Kander entwässert die Simme ein Gebiet von ungefähr 596 km². Das Einzugsgebiet weist eine mittlere Höhe von 1575 m auf und ist mit 2.1 % nur wenig vergletschert (Breinlinger/Gamma/Weingartner 1992). Die oberhalb der Simmeporte bei Latterbach gelegene Abflussmessstation des Bundesamts für Umwelt BAFU wies in der Periode von 1986 – 2010 einen mittleren Jahresabfluss von 20.2 m³/s aus.

Auf der gegenüberliegenden Seite des Startpunkts ist die Kander sichtbar, die bis hierhin eine Fläche von rund 502 km² entwässert, 44 km zurückgelegt und zwei geologisch bedingte Steilstufen überwunden hat. Das Einzugsgebiet der Kander weist eine grosse mittlere Höhe von 1840 m und einen Vergletscherungsgrad von 6.4 % auf (vgl. Breinlinger/Gamma/Weingartner 1992 sowie Wehren 2010). An der Abflussmessstation des BAFU bei Hondrich, rund 4 km flussaufwärts des Standorts, wurde in der Periode 1981–2010 ein mittlerer Jahresabfluss von 20.5 m³/s verzeichnet. Das Wasser erscheint trüb und weist eine leicht weisse Färbung auf. Die Trübung wird durch sehr feine Schwebstoffe verursacht und zeugt vom Gletscherwasseranteil der Kander. Der Name Kander stammt übrigens vom keltischen Wort «candera», was soviel wie die «Weisse» oder auch «Glänzende» bedeutet (Wehren 2010:21).

Der hohe Schmelzwasseranteil spiegelt sich auch in der Abflussganglinie der Kander durch erhöhte Werte in den Monaten Mai, Juni, Juli und August wider, wobei im Juni ein deutliches Maximum zu erkennen ist (vgl. Abb. 3). Die Zwischenspeicherung von Niederschlag als Schnee und Eis führt zu geringen Abflüssen im Winterhalbjahr und höheren im Sommerhalbjahr. Der Kander kann somit ein sogenanntes glacionivales Abflussregime zugeordnet werden (vgl. BAFU 2011). Mit dem Begriff Abflussregime wird in der Hydrologie das mittlere Abflussverhalten eines Fließgewässers bezeichnet, das hauptsächlich durch die Faktoren Klima, Relief, Vegetation und durch den hydrogeologischen Aufbau eines Gebietes gesteuert wird (BAFU, 2011:20). Das Klima ist der wichtigste Einflussfaktor. Wie die Abbildungen 2 und 3 zeigen, lassen sich meteorologische Einflüsse wie der schneereiche Lawinenwinter 1999 und die Hitzewelle im Sommer 2003 in der Abflussganglinie der Kander und der Simme nachweisen. Die Abflüsse von Simme und Kander sind kurzfristigen, saisonalen und auch jährlichen Schwankungen unterworfen. Besonders ausgeprägt sind bei Kander und Simme die extremen kurzfristigen Abflussschwankungen, die sich durch einen raschen Anstieg der Abflussmenge und einen ebenso schnellen Rückgang auszeichnen.

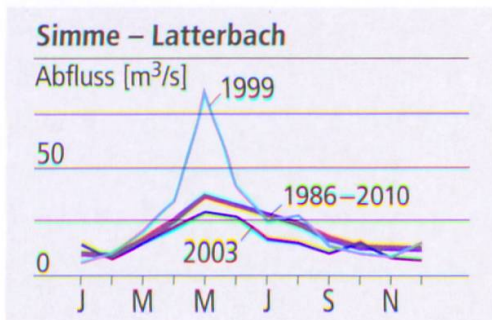


Abb. 2: Mittlere Jahresganglinie der Simme bei Latterbach 1986–2010 und Jahresganglinien 1999 und 2003 (aus: Schneeberger 2013:8, Daten: BAFU)

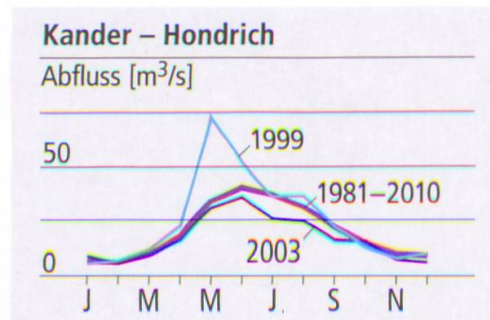


Abb. 3: Mittlere Jahresganglinie der Kander bei Hondrich 1981–2010 und Jahresganglinien 1999 und 2003 (aus: Schneeberger 2013:8, Daten: BAFU)

2.2 Ausgangslage für die Kanderkorrektion

Noch vor etwas mehr als 300 Jahren mündete die Kander nicht wie heute in den Thunersee, sondern floss durch das heutige Glütschbachtal an Allmendingen und Thierachern vorbei, um gegenüber der Zulg unterhalb von Thun in die Aare zu münden (Vischer 2003:61). Die hohen Spitzenabflüsse der Kander bei Hochwasser machten sich so bis nach Bern – wo die Aare die Quartiere Marzili

und Matte unter Wasser setzte – und weiter flussabwärts bemerkbar (Grosjean 1962:5). Bei Hochwasser führte die Kander grosse Mengen an Geschiebe mit sich und lagerte sie auf der flachen Teilstrecke im Glütschbachtal und bei der Einmündung in die Aare ab. Dies hatte zweierlei Konsequenzen: Erstens wurde das Flussbett der Kander im Glütschbachtal und auf der Thuner Allmend laufend aufgefüllt, was die Kander dazu veranlasste, aus ihrem normalen Lauf auszubrechen (Grosjean 1962:4). Dies führte zu grossräumigen Feststoffablagerungen, sogenannten Übersarungen. Zweitens bildeten die Geschiebeablagerungen der Kander und der Zulg in der Aare einen Riegel, welcher von dieser nicht vollständig ausgeräumt werden konnte und zu einem Rückstau führte. Das löste häufige Überschwemmungen der angrenzenden Gebiete durch die Aare selber aus, verminderte aber auch die Abflusskapazität aus dem Thunersee, was eine Überschwemmung von tiefer gelegenen Ufergebieten zur Folge hatte (AWA 2010: 4).

Der ursprüngliche Projektplan der Kanderkorrektion sah neben der Einleitung der Kander auch Korrektionsarbeiten an der Aare beim Ausfluss aus dem Thunersee vor, um deren Abflusskapazität zu vergrössern (Grosjean 1962:4). Diese wurden jedoch erst nachträglich umgesetzt. Trotz vehementer Einsprachen durch die Thuner, die zu Recht befürchteten, dass durch dieses Projekt der Thunersee häufiger und stärker über die Ufer treten würde, wurde das Projekt von der Berner Regierung gutgeheissen.



Abb. 4: Geschiebeablagerungen beim Zusammenfluss von Simme und Kander.
(Foto: Tom Reist 2012)

3 Die Aufweitungsstrecke Augand

Auf der weiteren Exkursionsroute, die nun zunächst am Kanderlauf entlang führt, wird die Geschiebeproblematik eindrücklich erlebbar (vgl. Abb. 4). Sie war letztlich auch Auslöser für die Umgestaltung der Kander in diesem Abschnitt mittels verschiedener Massnahmen.

3.1 Ausgangslage und theoretische Grundlagen

Wird die der Transportkapazität entsprechende Menge an Geschiebe vom Fließgewässer nicht herangeführt – oder anders formuliert, nicht im selben Masse abgelagert wie erodiert – so findet eine Sohlerosion und eine Eintiefung des Gerinnes statt. Wer von Hani zur Kander in die Augand hinuntersteigt, erkennt, wie tief sich die Kander seit der Umleitung bereits in das umliegende Gelände eingeschnitten hat.

Um die Ufer vor Seitenerosion zu schützen, wurden in der Augand 1944, 1956 und 1966 Buhnen errichtet und somit die Kander in einen fixen Lauf eingezwängt. Das hatte eine verstärkte Sohlerosion zur Folge, da die Strömung zwischen den Buhnen kanalisiert wurde.

Kurz vor dem Zusammenfluss der Kander mit der Simme schützt eine gut sichtbare Vierer-Betonsperre als Querwerk die oberliegende Flusssohle der Kander vor Erosion und bildet einen Fixpunkt im Flusslauf (vgl. auch Abb. 4). Auf Grund anhaltender Sohlerosion unterhalb der Betonsperre wurde deren Fundament durch Unterspülung gefährdet. Die Flusssohle soll sich dort zwischen 1971 und 1990 um 1.5 bis 2 m abgesenkt haben (Projektteam Augand 2005:4). Die Buhnen wurden ebenfalls unterspült und waren teilweise schon abgebrochen. Daher wurde entschieden, eine anpassungsfähigere und auch naturnahe flussbauliche Massnahme umzusetzen.

3.2 Bauliche Massnahmen in der Augand

In der Augand schweift der Blick über das rund 60 m breite Flussbett der Kander. Falls nicht gerade ein Hochwasserereignis stattfindet, beschränkt sich der durchflossene Teil des Flussbettes auf vielleicht 20 Meter. Sonst lassen sich Kiesbänke erkennen, auf denen Schwemmholz abgelagert wurde, und auf manchen sind Ansätze einer Vegetation oder vielleicht gar eine dichtere Pflanzendecke sichtbar. Es kann gut sein, dass zu einem späteren Zeitpunkt die Kiesbank

verschwunden ist und die Kander auf der anderen Seite des Flussbettes durchfließt. In der Augand ist eine naturnahe Umlagerungsstrecke entstanden, wo ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Abtrag und Akkumulation herrscht.

Im Jahre 2004 floss die Kander hier noch in einem geraden und mit Bühnen eingefassten Gerinne, das nur rund 30 m breit war. Die zwischen 1940 und 1960 errichteten Bühnen, welche die Ufer vor Erosion schützen sollten, führten zu einer Konzentration der Strömung in der Flussmitte und somit zu einer Verstärkung der Sohlerosion. Mit einer rund 1.3 km langen und 2004–2006 realisierten Flussaufweitung zwischen Kapf und Hani sollten die Erosionsraten reduziert, aber auch der Gewässerraum ökologisch aufgewertet werden (Projektteam Augand 2005:18). Die Erosionsproblematik wurde mit der Einleitung der Kander in den Thunersee ausgelöst. Dabei wurde der Flusslauf um rund 8.5 km verkürzt. Die Mündung lag aber nur 10 m höher als vorher, was eine Zunahme des Gefälles und eine Störung des dynamischen Gleichgewichts zur Folge hatte: Durch eine Erhöhung des Gefälles nimmt die Fließgeschwindigkeit zu und mehr Geschiebe wird mobilisiert. Die durch den Kanderdurchstich ausgelöste Rückwärtserosion macht sich auch heute noch bis weit flussaufwärts bemerkbar. Zudem haben Geschiebesammler und Geschiebeentnahmen an der Kander und ihren Seitenbächen heute weitere negative Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt (vgl. LANAT 2009a, LANAT 2009b).

Bevor 2004 die Bauarbeiten zur Flussaufweitung und der aufgelösten Blockrampe in der Augand in Angriff genommen wurden, erfolgte eine Ausscheidung des Projektperimeters als Naturschutzgebiet. Im August 2005, kurz nach der Fertigstellung der Blockrampe, wurde diese bereits ihrem ersten Härtetest unterworfen, als zeitweise mehr als 500 m³/s über sie hinwegflossen (Künzi/Hunzinger/Jahne 2005:281). Obwohl dieser Abfluss oberhalb der Dimensionierungsgrösse der Blockrampe lag, überstand diese das Ereignis ohne weitreichende Beschädigung.

In der 2. Bauetappe im Winter 2005/2006 erfolgte eine durchgehende Aufweitung der Kander von Kapf bis Hani (vgl. Projektteam Augand 2005). Gleichzeitig wurden eine Diskussions- und eine Interventionslinie definiert. Die Kander darf und soll sich innerhalb vorgegebener Grenzen frei bewegen und ihr Flussbett neu gestalten. Erreicht sie jedoch durch seitliche Erosion die Diskussionslinie, so muss die Situation neu eingeschätzt und das weitere Vorgehen

mit den betroffenen Grundeigentümern diskutiert wird. Weitet sich das Bett der Kander noch stärker aus, so dass die Interventionslinie erreicht wird, müssen zwingend Massnahmen ergriffen werden, um eine weitere Seitenerosion zu verhindern (Künzi/Hunzinger/Jahne 2005:279). Auf der Exkursion können die baulichen und planerischen Massnahmen mithilfe der Abbildungen in der Natur eingeordnet und deren Wirkung beurteilt werden. So entsteht ein umfassendes Bild der Umgestaltungen (vgl. Abb. 5).

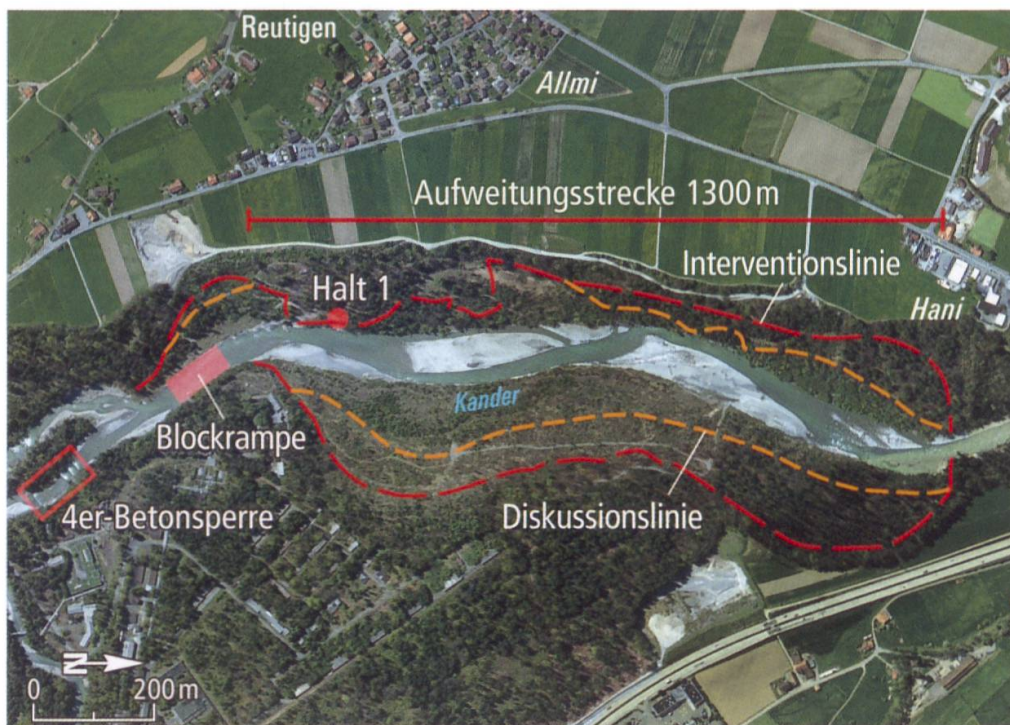


Abb. 5: Illustration der flussbaulichen Massnahmen und Lage der bestehenden 4er-Betonsperre. (aus: Schneeberger 2013:14, nach: Projektteam Augand 2005, Grundlage: SWISSIMAGE)

4 Das neue Kanderdelta

Im weiteren Verlauf erreicht die Exkursionsroute – nach dem eigentlichen Kanderdurchstich – das «neue» Kanderdelta, eine weitere Auswirkung des Kanderdurchstichs.

4.1 Entstehung des Deltas

Deltaaufschüttungen sind grundsätzlich eine natürliche Erscheinung bei der Einmündung von Flüssen in stehende Gewässer. Auf Grund der abnehmenden Transportkapazität lagert das Fliessgewässer sein Geschiebe je nach (Korn-)

Grösse und Wasserführung auf dem Delta oder am Rand des Deltas im See ab. Die Deltaablagerungen können letztlich zur vollständigen Auffüllung eines Seebeckens führen.

Die Exkursion führt an die Spitze des Kanderdeltas, wo sich das trübe Wasser der Kander mit demjenigen des Thunersees vermischt. Hier findet man ausgedehnte Kiesbänke, die mit feinen Sand- und Tonablagerungen überzogen sind, und vielerorts liegt auch Schwemmholz. Das Kanderdelta hat heute eine Oberfläche von rund 850 000 m² und wurde innerhalb von nur 300 Jahren seit der Einleitung der Kander aufgeschüttet. Aufgrund der hohen Erosionsraten unmittelbar nach der Realisierung des Kanderdurchstichs und der Nachlieferung von Geschiebe durch den Einsturz des Stollens in der Kanderschlucht sowie den Nachböschungen an den Schluchtwänden, waren die Aufschüttungsraten zunächst sehr hoch und nahmen mit der Zeit langsam ab (Tab. 1) (vgl. Geiser 1914, Niklaus 1969).

1716	222 800 m ²	1857	648 800 m ²
1740	478 700 m ²	1879	762 600 m ²
1777	619 200 m ²	1909	850 000 m ²

Tab. 1: Entwicklung der aus dem See ragenden Oberfläche des Kanderdeltas (Daten: Geiser 1914)

Durch die Eintiefung der Kander in der Augand um bis zu 40 m und der bis heute anhaltenden Sohlerosion wurde laufend Material nachgeliefert. Im Kanderdelta findet sich Material aus dem gesamten Einzugsgebiet der Kander, das bei normaler Wasserführung laufend (Schweb- und Schwimmstoffe, Sand, feiner Kies) oder bei Hochwasser stossweise (grober Kies, Felsbrocken) transportiert wird. Ohne die Kiesentnahmen auf dem Delta würde sich das Kanderdelta heute noch weiter in den Thunersee hinaus erstrecken. Im Vergleich zur Situation vor 100 Jahren ist keine Zunahme der Oberflächenausdehnung des Deltas zu verzeichnen (Hunziker, Zarn & Partner, 2004:47). Dies ist auch eine Folge der Geschieberückhaltmassnahmen im Einzugsgebiet.

Die Entstehung des Kanderdeltas kann folgendermassen umschrieben werden: Kurz nach der Einleitung der Kander in den Thunersee trifft deren Wasser mit Geschiebe, Schweb- und Schwimmstoffen wegen der grossen Gerinne- neigung mit einer hohen Fliessgeschwindigkeit auf das stehende Wasser des

Thunersees. Die Fließgeschwindigkeit und somit die Geschiebetransportkapazität nehmen sofort ab und das gröbere Geschiebe lagert sich unmittelbar bei der Mündung ab. Die Schwebstoffe werden noch etwas weiter in den See hinaus transportiert, sinken dann aber ebenfalls langsam zum Seegrund ab. Die Schwimmstoffe (Schwemmholz, Blätter etc.) bleiben an der Wasseroberfläche und erreichen mit den Strömungen im See den Ausfluss oder werden ans Ufer geschwemmt. Der Prozess der Deltabildung hält weiter an, und die im Mündungsbereich abgelagerten Schichten nehmen an Mächtigkeit zu.

Da das Delta am Mündungsbereich schneller wächst als an den Randbereichen, stellt sich eine Schrägschichtung ein. Bei Hochwasser nimmt die Transportkapazität der Kander temporär zu, und auch gröberes Geschiebe wird weiter hinaus transportiert. Bei normaler Wasserführung erreichen dann wieder nur feineres Geschiebe und Schwebstoffe dieselbe Stelle. Es entsteht eine Wechsellagerung von Schichten mit grobem, gerundetem Kies und feinen Sandablagerungen (vgl. die Korngrößenuntersuchungen von Hunziker, Zarn & Part-

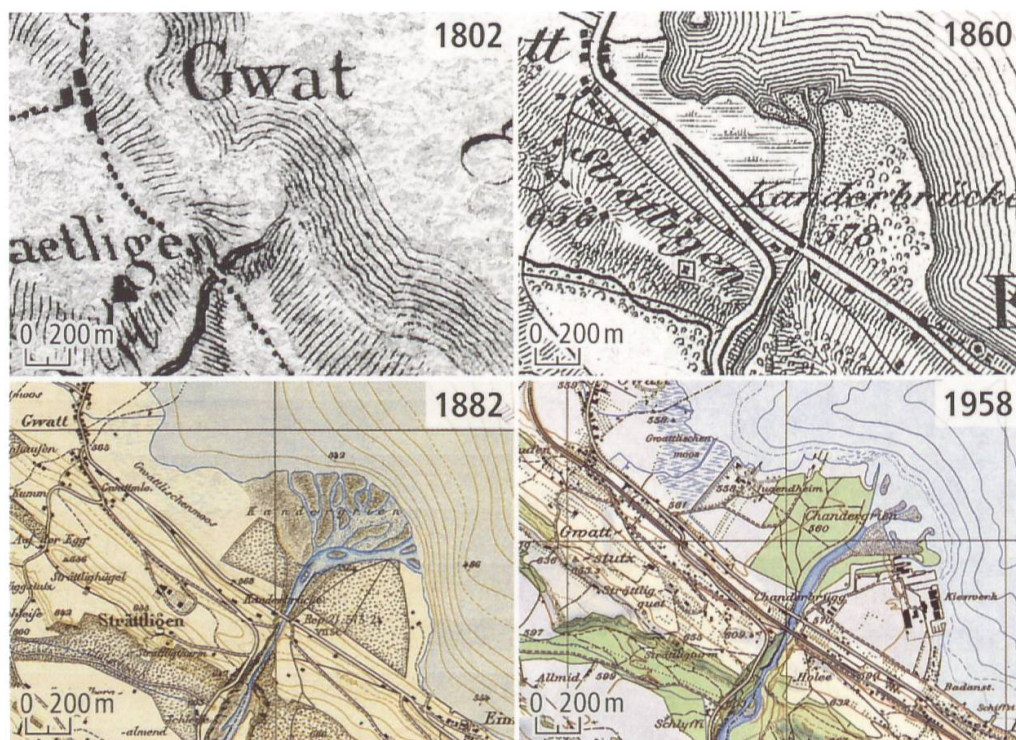


Abb. 6: Entwicklung des Kanderdeltas seit 1800; links oben: Meyer-Weiss-Atlas 1802, rechts oben: Topographische Karte der Schweiz 1860, links unten: Topographischer Atlas der Schweiz 1882, rechts unten: Landeskarte der Schweiz 1958 (aus: Schneeberger 2013:22).

ner AG 2004:48). Auf dem Delta finden auch Umlagerungen statt; Kiesbänke erodieren, andere werden neu aufgeschüttet, und gelegentlich sucht sich die Kander einen neuen Weg über das Delta (Abb. 6).

4.2 Nutzung des Kanderdeltas

Das Kanderdelta gilt heute als wichtiges Naherholungsgebiet für die Region Thun. Mit dem Bau des Gwatt-Zentrums um 1960 wurde das grösste Seminarzentrum und Hotel am Thunersee errichtet. An der Spitze des Kanderdeltas befindet sich eine öffentliche Badewiese. Auf der rechten Seite liegen die Produktionsstätten der Creabeton Matériaux AG, die zugleich im Mündungsbe- reich des Deltas mit Schwimmbaggern Kies abbaut. Da das Kanderdelta ein ökologisch wertvoller Lebensraum für spezialisierte Tier- und Pflanzenarten sowie eines der wenigen hoch dynamischen Flussdeltas der Schweiz ist, wurde 1976 eine Fläche von rund 31 ha unter Naturschutz gestellt. 1992 wurde die Fläche des Schutzgebietes auf 36 ha erweitert. Zudem ist das Kanderdelta Teil des Wasser- und Zugvogelreservats, das sich bis nach Hilterfingen am gegen- überliegenden Seeufer erstreckt (vgl. Impuls AG 2007). Um Interessierten das Naturerlebnis zu ermöglichen, wurde im Naturschutzgebiet ein 40 Meter brei- ter begehbare Uferstreifen ausgewiesen und der Trampelpfad eingerichtet, auf dem die Exkursion bis an die Spitze des Deltas führt. Eine angrenzende Zone mit ganzjährigem Begehverbot soll störungsanfällige Tier- und Pflanzen- arten schützen. Die vielfältige Nutzung des Deltas und die Berücksichtigung der verschiedenen Interessen sind aber nach wie vor eine Herausforderung.

5 Stadtentwicklung Thun

Neben den rein hydrologischen Phänomenen beleuchtet die Exkursion auch den Einfluss des Menschen, gerade weil es sich heute um einen dicht besie- delten Raum handelt. In diesem Zusammenhang ist die Stadtentwicklung von Thun zentral.

5.1 Vom Flachmoor zum Wohnen am See

Der Weg führt am Gwattlischenmoos – einem Flachmoor von nationaler Bedeu- tung und wichtigen Lebensraum für verschiedene Zug- und Wasservögel – vor- bei. Vor der Inbetriebnahme des Hochwasserentlastungstollens in Thun machte man sich Gedanken darüber, inwiefern dessen Betrieb die Feuchtgebiete am

Thunersee beeinflussen würde. Der Entlastungsstollen führt zu weniger häufigen und weniger lang andauernden Hochwasserständen. Zudem wird im Vorfeld eines drohenden Hochwasserereignisses der Seespiegel kurzfristig abgesenkt. Die Auswirkungen auf die Feuchtgebiete können aber erst nach einer längeren Beobachtungszeit richtig eingeordnet werden. Beim Gwattlischenmoos findet daher ein laufendes Monitoring statt (vgl. AWA 2010:18).

Beim Halt 4 auf der Seeallmend zeigt sich, wie gering der Höhenunterschied zwischen dem Seespiegel des Thunersees und den angrenzenden Wohnsiedlungen ist. Viele der direkt angrenzenden Wohnhäuser verfügen über einen eigenen Landungssteg oder ein Bootshaus. Die Wohnlage am Seeufer ist sehr attraktiv, bringt aber auch eine gewisse Gefahr mit sich. Das Gebiet stand sowohl beim Hochwasserereignis im Mai 1999 als auch im August 2005 bis zu einem Meter tief unter Wasser (vgl. BWG 2000 und AWA 2010). Zur Zeit des Kanderdurchstichs war dieser Uferabschnitt des Thunersees praktisch unbesiedelt. Nur entlang der Strasse, die von Thun über Scherzligen und Gwatt nach Spiez führte und die damalige Hauptverbindung darstellte, befanden sich einzelne Höfe. Auch bis ins 20. Jahrhundert ist generell eine geringe Siedlungsentwicklung in diesem Gebiet festzustellen. Die Ebene zwischen Schoren, Gwatt und Scherzligen neigte aufgrund der hohen Grundwasserstände und gelegentlichen Überschwemmungen zur Versumpfung. Viele Gebäude stehen also in einem ehemaligen Moor. Ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist jedoch eine exponentielle Zunahme der Bautätigkeit in diesem Gebiet zu verzeichnen (vgl. Abb. 7). Dies mag aufgrund des nicht unwesentlichen Hochwasserrisikos erstaunen.

5.2 Schadensereignisse am Thunersee und Schutzmassnahmen

Der mittlere Wasserstand des Thunersees beträgt im Sommer ungefähr 557.80 m ü.M., und die Hochwassergrenze ist bei 558.30 m ü.M. festgelegt. Der Spielraum für die Seeregulierung bei Hochwasser ist also sehr gering. Die Hochwassergrenze wurde bisher beim Thunersee bereits mehrfach überschritten. 1999 stieg der Wasserspiegel auf 559.17 m ü. M. und 2005 gar auf 559.25 m ü. M. Im Vergleich mit den bisher gemessenen Hochwasserständen sind diese beiden Ereignisse aber Ausnahmefälle (Abb. 8) (vgl. AWA 2010). Einige Wohnsiedlungen in der Seeallmend sind mit einem Erdwall umgeben – eine von verschiedenen baulichen Massnahmen, um die Gebäude bei Hochwasser vor den grössten Schäden zu bewahren.

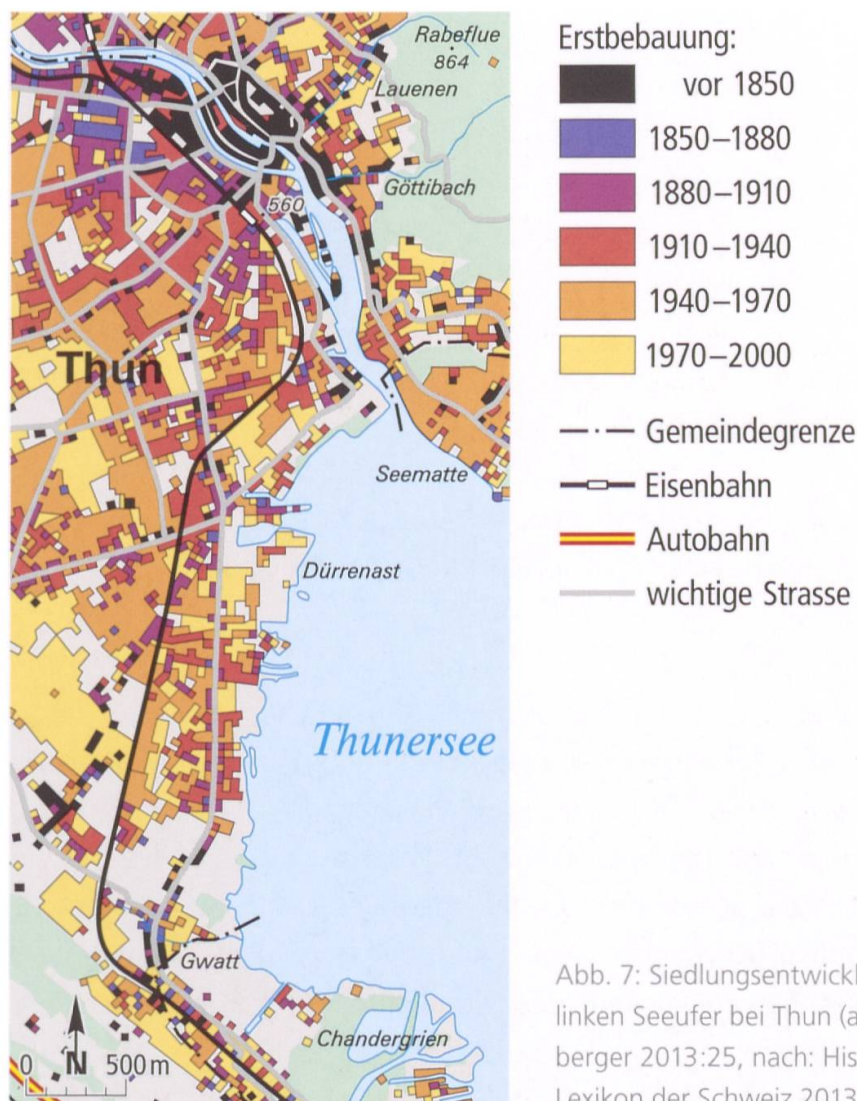


Abb. 7: Siedlungsentwicklung am linken Seeufer bei Thun (aus: Schneeberger 2013:25, nach: Historisches Lexikon der Schweiz 2013)

Bei den Ereignissen von 1999 und 2005 wurden noch in mehreren hundert Metern Entfernung vom Ufer Schäden an Gebäuden und Mobiliar verzeichnet. Menschen oder Tiere kamen hingegen nicht zu Schaden (vgl. Infraconsult 2003 und Ereigniskataster im Geoportal des Kantons Bern). Im Mai 1999 wurden insgesamt auf einer Fläche von 125 ha Probleme mit Hochwasser verzeichnet. Diese entstanden aber auf fast der Hälfte der Fläche nicht durch Überflutungen, sondern durch Grundwassereinbrüche in Kellern und Rückstaus in der Kanalisation.

Es gibt verschiedene bauliche Massnahmen, um ein Gebäude vor den grössten Schäden einer statischen Überflutung zu schützen. Solche Massnahmen können unter dem Begriff Objektschutz zusammengefasst werden. Für Neu- und Erweiterungsbauten müssen geeignete Massnahmen zum Schutz von Sach-

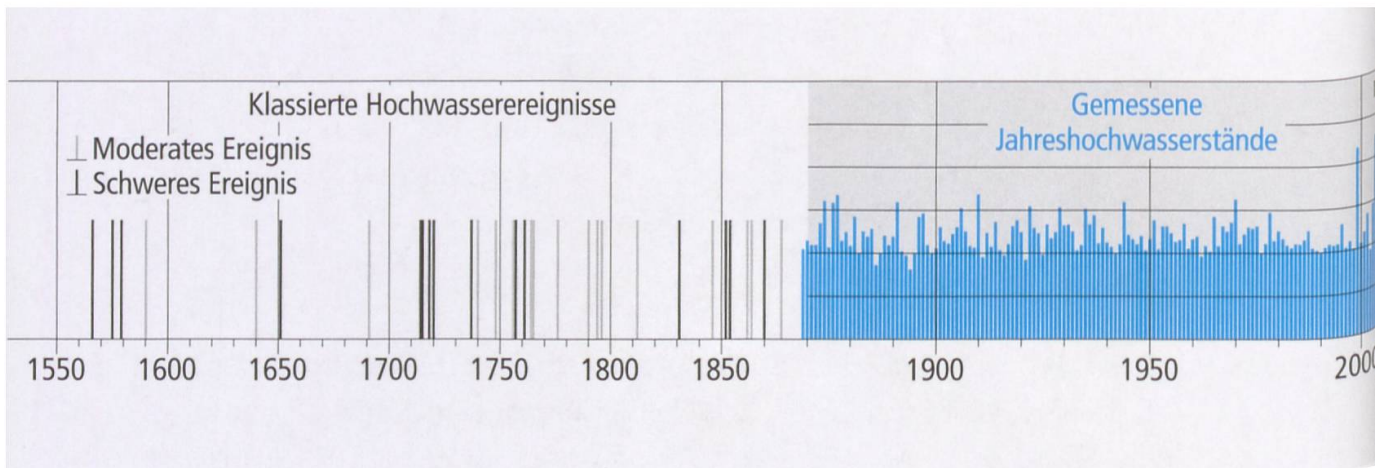


Abb. 8: Jahreshöchststände des Thunersees seit 1869 sowie klassierte Hochwasserereignisse zwischen Thun und Bern (aus: Schneeberger 2013:27, Daten: AWA, nach: Stucki/Luterbacher 2010)

werten und Umwelt sowie für die Sicherheit von Menschen und Tieren nachgewiesen werden. Dies können etwa die erhöhte Anordnung von Wohn- und Arbeitsräumen sowie von Öffnungen und Schächten, die erhöhte Anordnung von Einrichtungen der Trinkwasser- und Stromversorgung, die Verankerung von Heizöltanks, der Schutz vor Rückstau oder Rückfluss in der Kanalisation, die Sicherung der Fluchtwege sowie die Abdichtung von Gebäudehüllen und -öffnungen sein (Baureglement der Stadt Thun 2002:19).

Einige dieser Massnahmen sind entlang der weiteren Exkursionsstrecke zu beobachten. Ein grosses Problem ist neben der eigentlichen Überflutung durch das Seewasser auch der Grundwasseraufstoss. Durch Infiltration wird der Grundwasserspiegel angehoben. Dies setzt Keller unter Wasser und generiert bei Gebäuden mit geschlossenem Fundament einen gefährlichen Auftrieb sowie einen hohen Wasserdruck. Bei diesen Gebäuden müssen dann bei einem entsprechenden Hochwasserereignis und hohem Wasserstand des Thunersees die Keller präventiv geflutet werden.

6 See und Seeregulierung

Die Regulierung des Thunersees ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Am Halt in der Schadau werden die Voraussetzungen und Folgen der Regulierung erläutert.

6.1 Ausgangslage

Durch die Einleitung der Kander wurde die Einzugsgebietsfläche des Thunersees auf einen Schlag von 1370 km² auf 2490 km² erhöht. Die Fläche des Thunersees beträgt gerade mal 48.4 km², also nur rund 2 % der Fläche des Einzugsgebiets (BUWAL 1994:79). Das Verhältnis von See- zu Einzugsgebietsfläche ist beim Thunersee im Vergleich mit anderen grösseren Schweizer Seen ungünstig (Zürichsee z.B. 5 %) (AWA 2010:6). Das zur Verfügung stehende Rückhaltevolumen ist also, bezogen auf die Einzugsgebietsfläche, sehr klein. Das potentielle Rückhaltevolumen ergibt sich durch die Multiplikation der Seefläche mit der zulässigen Schwankungsbreite des Seespiegels. Beim Thunersee beträgt die Differenz zwischen Niedrigwasser- und Hochwassergrenze 1.3 m. Jedoch stellt sich eine Hochwasserdisposition vor allem in den Sommermonaten ein, wo die Differenz zwischen aktuellem Seestand und Hochwassergrenze selten mehr als 0.7 m beträgt (vgl. AWA 2010). Die grossen Abflussspitzen bei Hochwasser der aus dem Haslital kommenden Aare werden durch den Brienzersee abgedämpft, bevor sie den Thunersee erreichen. Kander und Simme, die bei Hochwasser kurzfristig sehr grosse Wasser- und Geschiebemengen führen können, erreichen den Thunersee jedoch direkt und können zusammen mit der Aare innert relativ kurzer Zeit zu einem grossen Anstieg der Seestände führen. Der Thunersee hat eine abdämpfende Wirkung auf die Abflussspitzen seiner Zuflüsse, was zu einer ausgeglicheneren Wasserführung der Aare unterhalb von Thun führt.

6.2 Bau des Hochwasserentlastungstollens

Um dem Problem der ungenügenden Regulierbarkeit des Abflusses aus dem Thunersee zu begegnen, wurden mehrere Varianten geprüft. Eine Option sah eine Ausbaggerung und Vertiefung der Flusssohle an der seichten Stelle im Bereich Schadau/Scherzligschleuse vor. Da sich hier aber ein bedeutendes Laichgebiet der Äsche befindet, die mittlerweile in der Schweiz selten geworden ist, wurde diese Variante aus ökologischen Gründen verworfen. Eine andere Option sah den Bau eines 1.2 km langen Stollens mit einem Innendurchmesser von 5.40 m vor, der vom Ende des Schifffahrtskanals aus, unter dem Stadtzentrum von Thun hindurch, bis unterhalb des Stauwehrs des Flusskraftwerks führen sollte. Dieser Hochwasserentlastungstollen sollte den Abfluss aus dem Thunersee kurzfristig und nach Bedarf erhöhen. Der Durchfluss sollte regulierbar sein und maximal 100 m³/s betragen. Im November 2004 wurde dieser Variante der Zuschlag erteilt und am 12. Juli 2007 begann offiziell der Bau des Hochwasserentlastungstollens. Die Inbetriebnahme erfolgte 2009

(vgl. Schudel/Wyss 2010). Beim Exkursionshalt an der Einfahrt in den Kanal steht eine Ampel, die Schiffen, die den Schifffahrtskanal ansteuern, signalisiert, ob und mit welcher Abflussmenge der Stollen in Betrieb ist. Je nachdem ändern sich die Strömungsverhältnisse, und die Anlegestelle muss anders angefahren werden.

6.3 Vorausschauende Regulierung

Damit der Hochwasserentlastungsstollen eine optimale Wirkung erzielen kann, bedarf es einer zuverlässigen Früherkennung von Hochwasserereignissen, damit durch eine Seeabsenkung im Voraus das nötige Rückhaltevolumen geschaffen werden kann. Anhand aktueller Daten von Abflussmessstationen im Einzugsgebiet des Thunersees, Niederschlagsmesswerten und Wettervorhersagen erfolgt eine Bewertung der aktuellen Gefährdung (vgl. AWA 2010).

In diese Bewertung fliessen auch Zustandsgrössen mit ein wie die aktuelle Höhe der Schneedecke im Einzugsgebiet bzw. deren Wasseräquivalent (z.B. enthält 1 m Pulverschnee deutlich weniger Wasser als 1 m Sulz- oder Nassschnee), die aktuellen Pegelstände von Thuner- und Brienzersee sowie eine Abschätzung der Bodenfeuchte bzw. Bodensättigung, die aus den vorangegangenen Niederschlagsereignissen abgeleitet werden kann. Die hohe zeitliche Auflösung der Messdaten von den Abflussmessstationen im Einzugsgebiet erlaubt eine Beurteilung der Situation. Basierend auf all diesen Informationen wird die aktuelle Gefahrenstufe bestimmt und der See auf eine im Regulierreglement vorgeschriebene Bereithaltehöhe (maximal 35 cm unterhalb des mittleren Sommerpegels) abgesenkt. Dabei wird unterschieden, ob die Hochwassergefahr vor allem auf ein Niederschlagsereignis zurückzuführen ist oder ob Schmelzwasser eine entscheidende Rolle spielen wird (AWA 2010:15).

Die vielen Parameter, die in die Regulierung miteinfließen, zeigen, dass diese äusserst komplex ist und eine genaue Vorhersage von Ablauf und Ausmass eines Hochwasserereignisses schwierig ist. Einige Ereignisse, wie zum Beispiel das Hochwasser vom Oktober 2011 im Einzugsgebiet der Kander, sind sehr schwierig vorauszusagen, da eine Aneinanderkettung von so vielen ungünstigen Faktoren nicht erwartet werden kann. Im Oktober 2011 kam der Entlastungsstollen ausser zu Testzwecken das erste Mal überhaupt zum Einsatz. Aufgrund der unerwarteten Entwicklung des Ereignisses reichte die Zeit für eine Vorabsenkung des Seespiegels aber nicht aus. Dennoch führte der Einsatz

des Entlastungstollens dazu, dass der Seespiegel rund 10 cm weniger hoch anstieg (AWA 2011b:1).

6.4 Schutz der Unterlieger

Eine Bedingung beim Bau des Hochwasserentlastungstollens war, dass die Hochwassergefahr für die Unterlieger nicht vergrößert werden darf. Die Abflusskapazität des Stollens kann daher nicht zu jeder Zeit voll ausgenutzt werden, und der Abfluss muss gegebenenfalls gedrosselt werden. Steigt der Abfluss der Aare in Bern über etwa $440 \text{ m}^3/\text{s}$, so sind in den Quartieren Marzili und Matte die ersten Schäden zu erwarten (AWA 2010:14). Die zwischen dem Thunersee und Bern in die Aare mündenden Zulg, Chise, Rotache und Gürbe können der Aare kurzfristig sehr viel Wasser zuführen. Es reicht daher nicht aus, nur den bei Thun gemessenen Abfluss der Aare zu begrenzen, sondern es müssen auch die Entwicklungen im Zwischeneinzugsgebiet der Aare zwischen Thun und Bern beobachtet werden. Im Bedarfsfall muss schnell reagiert und eine Drosselung eingeleitet werden. So zum Beispiel am 4. Juli 2012: Aufgrund anhaltender und intensiver Niederschläge war der Entlastungstollen bereits im Einsatz, als der Abfluss der Zulg sehr schnell und unvermittelt bis auf über $220 \text{ m}^3/\text{s}$ anstieg. Da der Abfluss der Aare bei Thun bereits hoch war, musste der Entlastungstollen, der zu diesem Zeitpunkt etwa $70 \text{ m}^3/\text{s}$ führte, gedrosselt werden, um die Situation zu entschärfen (Abb. 9).

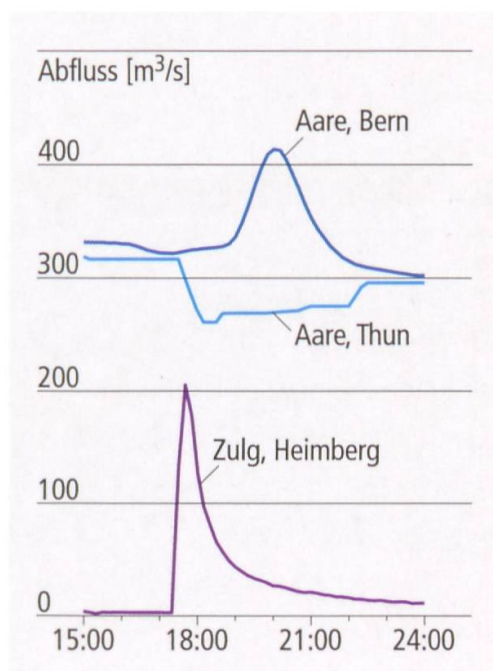


Abb. 9: Abflüsse der Aare bei Thun und Bern sowie der Zulg bei Heimberg am 4. Juli 2012 (aus: Schneeberger 2013:35, Daten: AWA, BAFU)

6.5 Wasserkraftnutzung an der Aare in Thun

Nachdem der Exkursionsweg die Untere Schleuse, auch als Mühleschleuse bekannt, passiert hat, liegt der letzte Halt beim Mühleplatz. Hier wurde noch bis 1982 Korn gemahlen. Das Mühlegebäude wurde mittlerweile abgebrochen und der Platz umgestaltet.

Heute dient der Mühleplatz vor allem der Freizeitnutzung. Früher gehörte dieser Bereich vor allem dem Gewerbe. Ein Blick auf die Mühleschleuse lässt erahnen, welches Potential an Wasserkraft hier vorhanden ist. Dieses wurde auch für verschiedene gewerbliche Tätigkeiten genutzt. Um 1860 zweigten oberhalb der Mühleschleuse zwei Kanäle ab und versorgten zwei Mühlen mit Wasserkraft. Die obere Mühle verfügte über zwei und die untere über vier Wasserräder. Zwischen diesen beiden Mühlen befand sich eine Sägerei, die jedoch 1880 den expandierenden Mühlen weichen musste.

Mit Hilfe von Riemen und Rädern konnte die Kraft des Wassers auf verschiedene Maschinen übertragen werden. Auf der linken Aarseite zweigten ebenfalls mehrere kleine Kanäle ab, verschwanden unter den Häusern und trieben dort mehrere kleinere Wasserräder für verschiedenes Gewerbe an (Abb. 10). Die Kanäle mündeten in ein Becken der Inneren Aare, das mittlerweile wieder aufgefüllt wurde. Zum Gewerbe dort gehörte eine Hanfreibe, eine Knochenstampfe, eine Schleife und zwei Ölen – alles Betriebe, die einen grossen Einsatz von mechanischer Energie, beziehungsweise Arbeit erforderten.

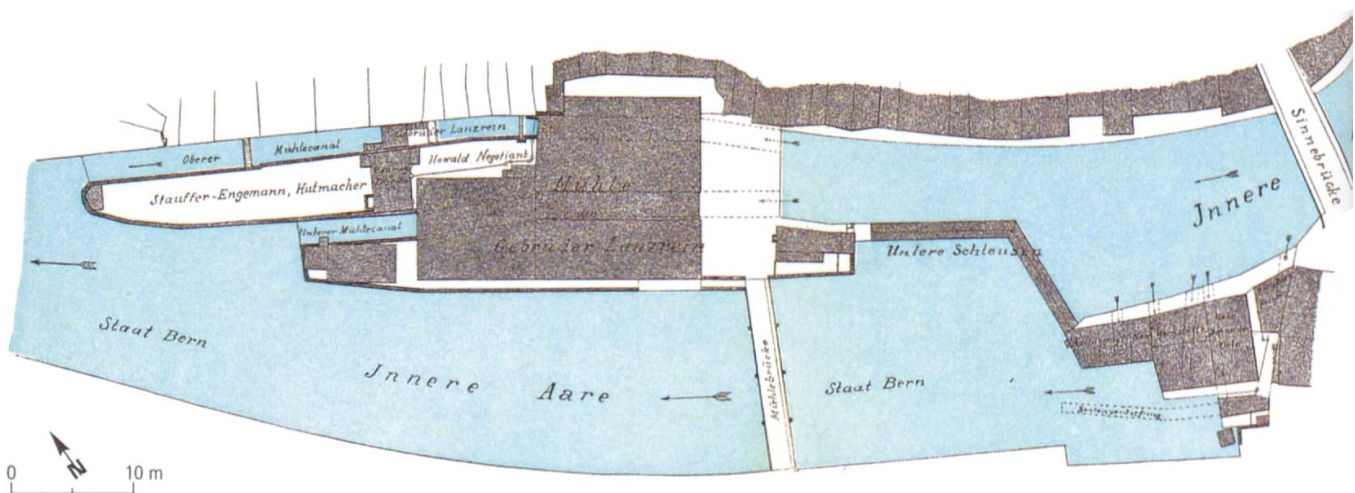


Abb. 10: Gewerbekanäle an der Inneren Aare bei der Mühleschleuse um 1860 (nach: Geiser 1914)

Mit dem Aufkommen der Elektrizität, die den Transport von Energie über längere Distanzen ermöglichte, nahm die Bedeutung der direkten Lage am Wasser für das Gewerbe ab. Heute erinnert nur noch die «Alte Oele», ein Theater und Café, mit ihrem Namen an den ehemaligen Zweck des Gebäudes und an die direkte Wasserkraftnutzung mitten in der Altstadt von Thun. (vgl. Bähler 2007, Herrmann 2012).

7 Schlussfolgerungen

Die Kanderkorrektion war für ihre Zeit ein aussergewöhnliches und ehrgeiziges Projekt, das aus heutiger Sicht natürlich Defizite aufwies. Die grösste Unterlassung bestand sicherlich darin, dass die Abflusskapazität der Aare beim Seeausfluss bei Thun nicht – wie ursprünglich vorgesehen – vor der Einleitung der Kander vergrössert wurde. Somit wurden die Probleme einfach verlagert.

Es sollte nach dem Kanderdurchstich noch fast 300 Jahren dauern, bis diese Problematik mit der Inbetriebnahme des Hochwasserentlastungstollens entschärft wurde. Man darf die Kanderkorrektion aber auf keinen Fall nur negativ sehen. So wurden die Hochwasserspitzen der Aare in Bern gedämpft, seitdem die Kander nicht mehr direkt in die Aare mündete.

Mit dem Kanderdelta entstand ein bedeutendes Naherholungsgebiet, ein ökologisch wertvoller Lebensraum und eine sich laufend erneuernde Kiesquelle; das Wasserkraftpotential der Aare in Thun wurde gesteigert, und nicht zuletzt bildete die Kanderkorrektion ein Lehrbeispiel für ein durchdachteres Vorgehen bei späteren Projekten, etwa der Einleitung der Linth in den Walensee bei der Linthkorrektion (1807–1816) oder der Aare in den Bielersee im Rahmen der 1. Juragewässerkorrektion. All diese Aspekte werden in der HADES-Exkursion 6.3 thematisiert und können im Gelände visualisiert werden.

Route

Die Exkursion «Kanderdurchstich – ein wasserbauliches Experiment» startet beim Zusammenfluss von Simme und Kander in der Augand in der Nähe von Reutigen. Anschliessend folgt die Route zunächst der Kander, überquert diese beim Fussgängersteg im Durchstich und erreicht schliesslich das Delta. Von dort führt der Weg via Gwattlischenmoos entlang des Seeufers bis zur Thuner Schadau. Endpunkt der Exkursion ist der Mühleplatz in Thun. Die reine Wanderzeit beträgt rund drei Stunden. Die Exkursion ist – wie alle HADES-Exkursionen – auf die öffentlichen Verkehrsmittel hin ausgerichtet.

Bezug

Die Exkursionsführer aller bisher erschienenen Regionen (Zürich, Brig–Aletsch, Léman–Jura, Davos, Tessin und Bern) im Format 10.5 cm x 14.5 cm sind einzeln (CHF 12.–) oder als Set (CHF 30.–/CHF 40.–/CHF 50.–) erhältlich, Bestellung unter www.hades.unibe.ch oder im Buchhandel.

Literatur

AWA – Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (2010): Hochwasserschutz am Thunersee.

AWA (2011): Fakten zum Hochwasser vom 10. Oktober 2011. Bern (unpubliziert).

Bähler, A. (2007): Gebändigt und genutzt – Die Stadt Thun und das Wasser in den letzten 300 Jahren. In: Berner Zeitschrift für Geschichte und Heimatkunde, 69. Bern.

Breinlinger, R., Gamma, P., Weingartner, R. (1992): Kenngrössen kleiner Einzugsgebiete. In: Bundesamt für Umwelt (Hrsg.): Hydrologischer Atlas der Schweiz, Tafel 1.2, Bern.

BAFU – Bundesamt für Umwelt (2011): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie – Abflussregime Stufe F. Bern.

BUWAL – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1994): Der Zustand der Seen in der Schweiz. Bern.

BWG – Bundesamt für Wasser und Geologie (2000): Hochwasser 1999 – Analyse der Ereignisse. Studienbericht Nr. 10. Biel.

BWG (2001): Hochwasserschutz an Fliessgewässern. Bern.

Geiser, K. (1914): Brienzersee und Thunersee. Historisches und Rechtliches über den Abfluss. In: Publikation des Schweizerischen Wasserwirtschafts-Verbandes, Nr. 2, Bern.

Grosjean, G. (1962): Die Ableitung der Kander in den Thunersee vor 250 Jahren. Thun.

Herrmann, M. (2012): Funktionen und Funktionswandel urbaner Gewässer. Publikation Gewässerkunde Nr. 509. Masterarbeit am Geographischen Institut der Universität Bern. Bern.

Historisches Lexikon der Schweiz (2013): Artikel «Thun (Gemeinde)», in: Bd. 12, Basel.

Hunziker, Zarn & Partner AG (2004): Geschiebehaushalt Kander – Projektübergreifende Gesamtbetrachtung zum Geschiebehaushalt und der morphologischen Entwicklung der Kander zwischen Kandersteg und der Mündung in den Thunersee. Aarau.

Impuls AG – Wald Landschaft Naturgefahren (2007): Gewässerentwicklungskonzept – GeKa Modul Umwelt. Fachbericht Teilprojekt Ökologie – Oeka. Herausgegeben im Rahmen des Projekts Kander.2050. Thun.

Infraconsult AG (2003): Hochwasserschutz Thunersee. Variantenvergleich und Projektempfehlung. Bern.

Künzi, R., Hunzinger, L., Jahne, D. (2005): Gesamtprojekt Augand – Umsetzung der flussbaulichen Massnahmen. In: «Wasser Energie Luft» – 97. Jahrgang, 2005, Heft 9/10. Baden.

LANAT – Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern (2009a): Gesamtprojekt Kander.2050. Gewässerentwicklungskonzept GEKa. Technischer Bericht. Bern.

LANAT (2009b): Neues schaffen auf altem Grund. Bern.

Niklaus, M. (1969): Die Kander und ihr Delta im Thunersee. In: Jahrbuch vom Thuner- und Brienzersee: 59–85. Interlaken.

Projektteam Augand (2005): Wasserbau- und Renaturierungsprojekt Augand in einem Auengebiet von nationaler Bedeutung. Spiez und Reutigen.

Schneeberger, S. (2013): Kanderdurchstich – ein wasserbauliches Experiment. In: «Wege durch die Wasserwelt» – Hydrologische Exkursionen in der Schweiz. Hrsg. Hydrologischer Atlas der Schweiz, Bern.

Schudel, B., Wyss, M. (2010): Hochwasserschutz am Thunersee: Der Entlastungsstollen Thun und sein Betrieb. In: Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee (Hrsg.): Jahrbuch 2010: 101–120, Thun.

Stadt Thun (2002): Baureglement 2002 der Stadt Thun. Thun.

Stucki, P., Luterbacher, J. (2010): Niederschlags-, Temperatur- und Abflussverhältnisse der letzten Jahrhunderte. In: Bundesamt für Umwelt (Hrsg.): Hydrologischer Atlas der Schweiz, Tafel 1.4, Bern.

Vischer, D. (2003): Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 5. Bern.

Wehren, B. (2010): Die Hydrologie der Kander – gestern, heute, morgen. Analyse und Modellierung der Hochwasser und ihrer raum-zeitlichen Dynamik. Dissertation am Geographischen Institut der Universität Bern. Bern.



