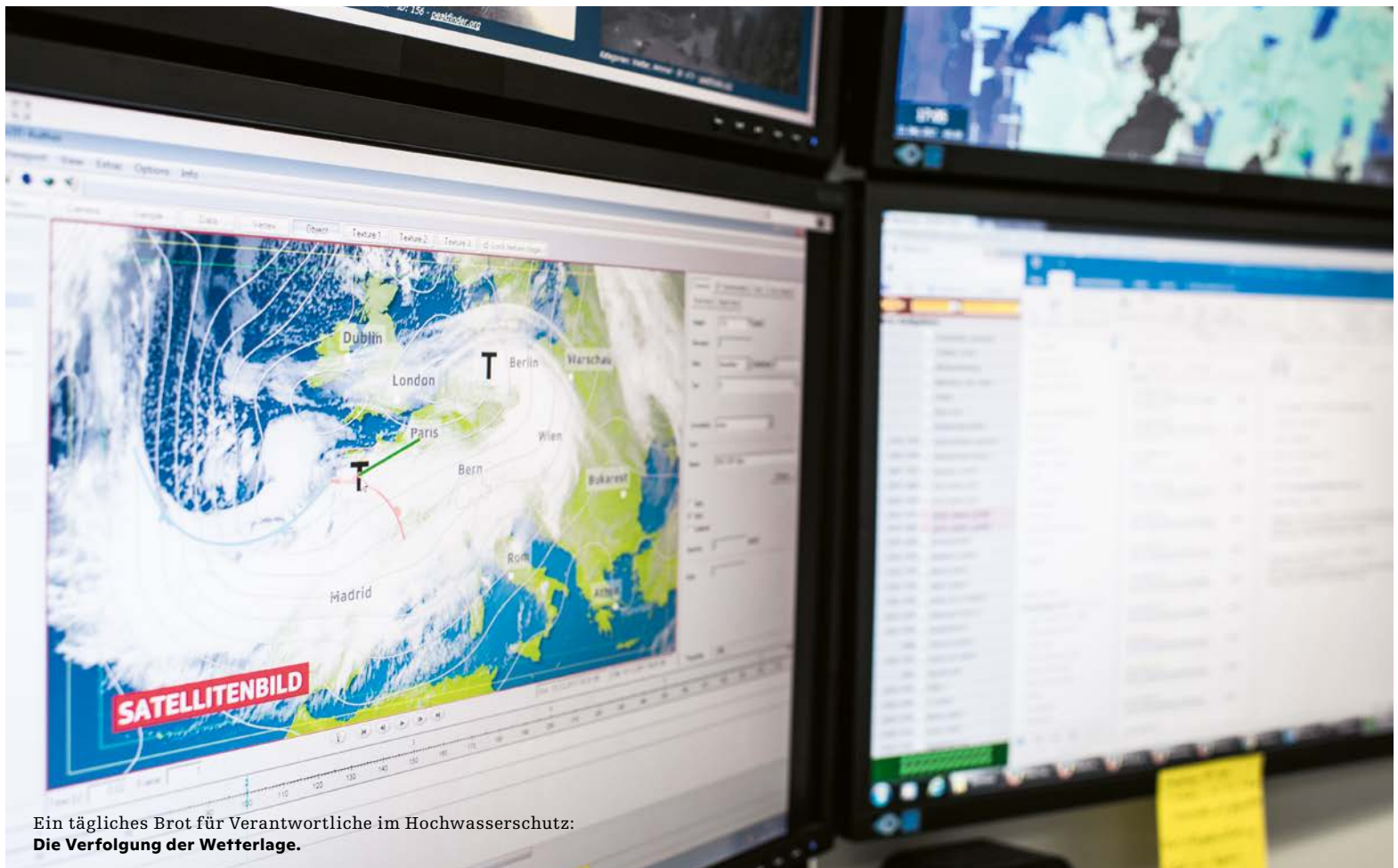




Ein tägliches Brot für Verantwortliche im Hochwasserschutz:
Die Verfolgung der Wetterlage.

Mehr (als) Durchfluss

Begrenzter Raum, eine immense Ereigniswucht, kurze Vorlaufzeiten, schwierige Prognosen, hohe Kosten und zuweilen ein fehlender Konsens:

Das ist Hochwasserschutz in alpinen Gegenden.

Es braucht Ausdauer, gute Ideen, Geld und leider auch manchmal – gegen das Vergessen – eine Katastrophe.

Text: Peter Seitz

Zu Beginn etwas Positives: Die schweizerischen Gefahrenkarten kann man als absolutes Erfolgsmodell ansehen. Noch nie war es für Planer so einfach, einem Eigentümer zu sagen, sein Objekt stehe am falschen Platz. Ob Wasser aus Flüssen, Bächen oder Seen, Murgänge, Sturzprozesse oder Lawinen – für praktisch jede Siedlung und jeden Verkehrsweg zeigen die Karten auf, welche Gefährdungen zugrunde liegen, in welcher Gefahrenzone sich ein Objekt befindet oder – bei Intensitätskarten – mit welchen Intensitäten zu rechnen ist (vgl. Abbildung S. 24). Müssen die Gefahrenkarten mit ihren verschiedenen

Zonen in der Raum- und Nutzungsplanung Berücksichtigung finden, dienen Intensitätskarten als Grundlage für die Notfallplanung und die Umsetzung technischer Massnahmen. Mittlerweile existiert sogar eine Gefährdungskarte für Oberflächenabflüsse – das Regenwasser, das direkt auf dem Boden und nicht in einem Gerinne abfließt. Diese hat allerdings keinen rechtsverbindlichen Charakter. Selbst für nicht besiedelte Gebiete existieren teilweise sogenannte Gefahrenhinweiskarten. Diese beruhen auf grob basierten Modellrechnungen oder auch auf Beobachtungen bei oder nach Extremereignissen. Hochwasserspuren etwa lassen sich anhand von Geschwemmsel glaubwürdig nachvollziehen.

Hochwasser? Gab es hier noch nie ...

Zu glauben, mit dem Aufzeigen der vorhandenen Gefahr oder einer Risikoabschätzung wäre die Begründung des Hochwasserschutzes schon erledigt, stellt sich allerdings oft als Trugschluss heraus. Gerade nach einigen Jahren ohne Ereignis wiegen sich die Menschen sehr schnell in vermeintlicher Sicherheit.

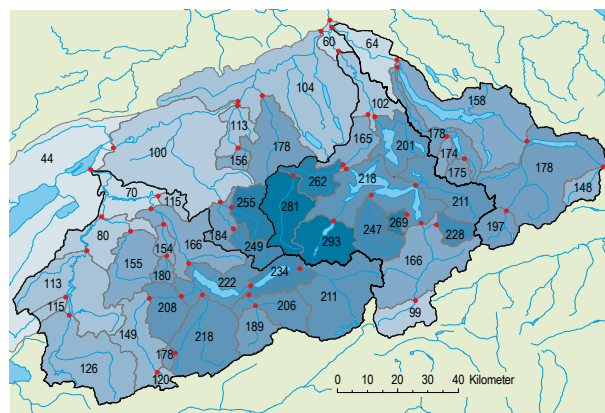
Je nach Region gehen die systematischen Abflussaufzeichnungen etwa 100 Jahre zurück. Vorher existieren oftmals nur einzelne Hochwassermarken oder Zeitzeugenberichte von Überschwemmungen. Betrachtet man die Datengrundlage, fällt auf, dass die zweite Hälfte des letzten Jahrhunderts eine relativ ruhige und trockene Periode repräsentierte. Sehr grosse Ereignisse, wie etwa die Extremhochwasser 1999 oder 2005, blieben aus. Daher war die Wucht dieser Ereignisse sogar für Fachleute überraschend.

Hochwasser 1999 und 2005 rütteln auf

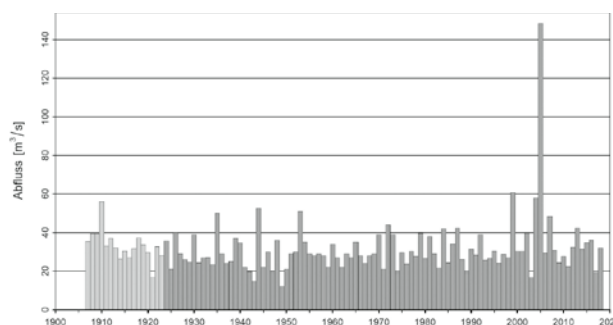
Die Hochwasserereignisse der Jahre 1999 und 2005 waren einschneidend. Beiden Ereignissen lag die berühmte Vb-Wetterlage zugrunde (vgl. «Vb-Wetterlage», S. 25). Die Gebietsniederschläge 2005 zeigen anhand ihres Ausmasses genau das Bild dieser wassergesättigten Luftströmung, die von Österreich und Bayern kommend in die Schweizer Alpen hineinzog. Obwalden (vgl. «Seen, angebohrt und aufgeschüttet», S. 26) bekam davon seinen Teil ab. Hier fielen die höchsten 5-Tages-Gebietsniederschläge der gesamten Schweiz. Waren in vielen Gegenden der Schweiz die gemessenen Abflussspitzen 1999 höher als die sechs Jahre später, verhielt es sich an der Sarneraas umgekehrt. 148 m³/s im Jahr 2005 standen 61 m³/s im Jahr 1999 gegenüber. Schweizweit gesehen nahmen die Schäden 2005 das bisher grösste Ausmass an: Sechs Todesopfer waren hierzulande zu beklagen und 3 Milliarden Franken an Sachschaden¹ – 250 Millionen Franken davon allein in Obwalden.

Überlastbarkeit integral bewältigen

Diese Grossereignisse führten in der Schweiz und auch im übrigen Alpenraum zu einem wachsenden Bewusstsein gegenüber der Gefährdung, ja geradezu zu einem Erwachen aus einer gewissen Lethargie. Hochwasserschutzprojekte wurden aufgegleist, umgesetzt und bereits angelaufene Planungen anhand der Erfahrungen aus den Katastrophen geprüft und überdacht. Bei den baulichen Massnahmen ist seither die Überlastbarkeit der Systeme mit das Wichtigste. Die Planer dimensionieren ein Bauwerk nicht mehr nur auf einen bestimmten Abfluss beziehungsweise ein bestimmtes Szenario, sondern betrachten und simulieren heutzutage auch die Folgen einer Überschreitung der Bemessungsgrundlage. Was passiert etwa, wenn ein Flussdamm überströmt wird? Muss man ihn darauf auslegen, oder reicht eine kontrollierte Entlastungsstelle, und wie wird mit dem austretenden Wasser verfahren? Bekommt man dieses kontrolliert in den Griff, etwa durch Ableitung



Gebietsniederschläge im Schweizer Alpenraum [mm] vom 18. August 2005, 12 Uhr, bis 23. August 2005, 12 Uhr. Die Zahlen beziehen sich auf die Teileinzugsgebiete. Das Maximum von 293 mm liegt genau über Obwalden mit Lungnersee und Sarnersee.



Jahreshochwasser der Beobachtungsperiode 1908–2018 an der Sarneraas; die hochwasserarme Zeit in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist auffällig. Deutlich stechen die Hochwasser von 2005 und 1999 heraus.

oder Retention, ergibt dies robuste Systeme. Der Großteil des Abflusses verbleibt im Gerinne, und die technischen Massnahmen funktionieren weiterhin. Schäden im Überlastfall können zwar auftreten, werden aber bedeutend weniger Auswirkungen haben. Beispiele für solche Überlastbauten wären etwa die Entlastungsstelle Hänggelgiessen am Linthwerk oder die Entlastung der Engelberger Aa in Buochs.

Jedoch nicht nur die baulichen Massnahmen bekamen von diesen Katastrophen Aufwind, auch die Gefahrenprävention, das Risikomanagement und die Notfallplanungen wurden überdacht und verbessert. Manch eine Gemeinde hat für viele denkbare Szenarien, etwa für ihre einzelnen Wildbäche, nun bereitliegende Notfallplanungen. In geordneter Struktur liegen Abläufe vor, was von den einzelnen Akteuren zu tun ist. Das fängt bei ganz profanen Dingen wie hinterlegten Telefonnummern von Einsatzkräften an, geht aber zu wichtigen Entscheidungshilfen über. Zu welchem Zeitpunkt wird wer alarmiert, wie kann der Kommandant vor Ort beurteilen, welcher Abfluss kritisch ist, braucht es Dammwachen, wo wird abgesperrt, welche Notfallwege kann man benutzen, wenn eine Strasse ausfällt? Im Hinblick, dass Ereignisse unregelmässig wiederkehren und über Jahre Einsatzkräfte und andere Akteure wechseln, erhält eine solche Notfallplanung ein bedeutendes



Intensitätskarte zwischen dem Sarnersee und dem Wichelsee vor Realisierung des Projekts Hochwassersicherheit Sarneraa für ein Hochwasser der Wiederkehrperiode 30–100 Jahre. Die überfluteten Flächen sind deutlich zu sehen.

Gewicht. Sie bedarf allerdings ständiger Anpassung und im besten Fall auch wiederkehrender Übungen. Dieses heute in der Schweiz angewandte integrale Risikomanagement, das zum Ziel hat, alle Phasen und Akteure bei der Ereignisbewältigung miteinzubeziehen, hat viel von den vergangenen Katastrophen gelernt.

Gewitter – kommt es oder kommt es nicht?

Nun tritt eine verheerende Vb-Wetterlage nicht jeden Tag ein und hinterlässt derartige Schäden. Allerdings muss moderner Hochwasserschutz auch lokale, kleinere Ereignisse abdecken, die im Sommer nahezu täglich auftreten können und ein immenses Schadenspotenzial besitzen: Gewitter, die in Form von Superzellen oder Multizellen im warmen Alpenvorland entstehen und von dort Starkregen in die Alpentäler verfrachten. Ihre Zugbahn kann man zwar im Internet verfolgen, allerdings bleibt es ein Roulettespiel, in welchem Bergkessel genau die Zelle abregnet. Es ist möglich, dass nur ein einzelner Bach betroffen ist und wenige Kilometer weiter nichts geschieht. Die Vorlaufzeit bei einem Gewitter ist extrem kurz, und die Abflussspitzen der Wildbäche können dabei höher ausfallen als bei einem Grossereignis. Oft stellt im Gebirge das Geschiebe oder auch Schwemmholtz das grössere Problem dar. Schutt und Holz können Engpässe wie Rohrdurchlässe, Brücken usw. verstopfen – und ein Bagger zum Eingreifen ist nicht immer rasch genug zur Stelle. Die Einsatzkräfte können in der Kürze der Zeit im Allgemeinen nur noch absperren – eine «gemächliche» Vorsorge, wie etwa Sandsäcke hinbeugen oder Keller abdichten, ist hier nicht möglich.

Wetterkerze oder investieren?

Ob ein Hochwasserschutzprojekt überhaupt oder in welchem Ausmass sinnvoll ist, kann anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse beurteilt werden. Sind die Investitionen (Kosten) in den Hochwasserschutz höher als der Schaden, der dadurch verhindert werden kann (Nutzen), wird man im Allgemeinen von einer Umsetzung Abstand

nehmen. Dabei werden nicht nur die Sachschäden aufgeführt, auch Personenschäden und sogar Mortalitätsfälle können berücksichtigt werden. Das Bundesamt für Umwelt (Bafu) bietet hierzu das Online-Tool EconoMe an. Der Kanton ist verpflichtet, damit die Zweckmässigkeit des Vorhabens nachzuweisen. Doch egal, wie genau die Berechnungsmethoden sind, der grösste Unsicherheitsfaktor ist das fehlende Wissen, wie oft ein Schadensereignis eintreten wird. Dies kann man zwar statistisch eingrenzen, ob diese Wahrscheinlichkeit jedoch zutrifft, bleibt letztlich mit Unsicherheit behaftet. Für die Finanzierung eines Hochwasserschutzprojekts ist ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis von immenser Bedeutung. Nur Projekte, in denen der prognostizierte Nutzen grösser ist als die veranschlagten Kosten, erhalten Bundesbeiträge. Zuständig in Sachen Hochwasserschutz ist hier das Bafu. Egal, ob nun ein Projekt sich durchsetzen kann oder nicht – eine Wetterkerze anzünden kann in keinem Fall schaden, es sei denn, das Haus brennt ab.

Die Ära der Gewässerräume?

Die Hochwasserschutzmassnahmen haben sich im Laufe der Zeit gewandelt. Waren die historischen Grossereignisse der Flussumleitungen – etwa der Kanderdurchstich in den Thunersee oder die Linthkorrektur in den Walensee mit Weiterführung eines Kanals in den Zürichsee – Meilensteine des Hochwasserschutzes, die bis in unsere Zeit wirken, könnten das zukünftig die heutigen Ausscheidungen der Gewässerräume werden.

Nach Jahrzehnten, ja Jahrhunderten des Näherrückens der Siedlungen an die Gewässer, wurde 2011 die Pflicht zur Festlegung des Gewässerraums im Gewässerschutzgesetz verankert. Der Gewässerraum definiert einen minimalen Randstreifen, der für die Funktion eines Gewässers praktisch jedem Gewässer in der Schweiz zugestanden wird. An einem Seeufer beträgt er beispielsweise mindestens 15 m, an kleinen Bächen ab 3 m beidseits. Dabei wird nicht nur das Ziel eines zukünftig naturnäheren Zustandes der Gewässer angestrebt, auch Hochwasserschutzüberlegungen liegen

dem Gewässerraum zugrunde: Lassen sich bei einem Bach innerhalb des ausgeschiedenen Gewässerraums etwa die Ufer abflachen, kommt dies Fauna und Flora zugute, und gleichzeitig können eventuell nötige Ufersicherungsmaßnahmen kostengünstiger umgesetzt werden. Das Ausscheiden des Gewässerraums, sprich die behördenverbindliche Umsetzung auf der Landkarte ist das eine, die eigentümerverbindliche wird schon schwieriger. Es ist eine Generationenaufgabe, aber wohl ohne Alternative. Die Gewässer brauchen mehr Raum, ansonsten wird der Hochwasserschutz noch aufwendiger, teurer oder gar unmöglich. Schliesslich hat der technische Hochwasserschutz seine Grenzen.

Was wollen wir bauen, viele Jahre lang?

Reine Dammerhöhungen zur Vergrösserung der Abflusskapazität bergen bei einem Versagen ein immens hohes Schadenspotenzial. Bricht ein Damm, ergiesst sich schlagartig ein Grossteil des Abflusses in die eigentlich zu schützenden Gebiete – und das alles unkontrolliert. Eine Verbreiterung eines Gerinnes ist im Allgemeinen besser zu handhaben und der Uferschutz leichter zu bewerkstelligen. In Kombination mit überlastbaren Dammabschnitten zur kontrollierten Ausleitung und anschliessenden Entlastungskorridoren kann ein sehr robustes System entstehen, das auch überdimensional grossen Ereignissen standhalten kann.

Eine weitere Möglichkeit des Hochwasserschutzes ist der Rückhalt des Wassers, die Retention. Im grossen Massstab geschieht dies schon auf «natürliche Weise». Die (vor allem grossen) Seen der Alpen und im Alpenvorland sind natürliche Retentionsbecken, die immense Wassermengen durch Anstieg des Seespiegels aufnehmen können. Retention ausserhalb von Seen, etwa in Flutpoldern oder natürlichen Geländemulden, ist für grosse Ereignisse im alpinen Raum kaum umsetzbar. Es fehlt an den hierfür notwendigen Flächen. Für lokale Ereignisse, etwa an Wildbächen, die durch ein kurzzeitiges Gewitter schnell anschwellen können, existieren jedoch funktionierende Lösungen. Das Wasser und auch das Geschiebe werden hier zurückgehalten, um unterstromige Engpässe nicht zu überlasten.

Egal, ob der Hochwasserschutz auf ein Durchleiten des Wassers oder auf Retention ausgelegt ist, beiden Möglichkeiten gemeinsam ist das Ziel, die Spitze der Hochwasserwelle zu kappen. Diese verursacht im allgemeinen nämlich die grossen Schäden. Für Rückhaltebecken ergibt sich hier eine Problematik: Man muss den richtigen Zeitpunkt erwischen, wann diese anspringen beziehungsweise, falls sie gesteuert werden, geöffnet werden. Ist er falsch gewählt und das Becken bereits vor der Hochwasserspitze gefüllt, geht das Konzept nicht auf. Bei gesteuerten Rückhaltebecken ergibt sich hier auch die Frage der Verantwortung. Wer steht dafür gerade, wann das Becken geöffnet wird?

Es gäbe noch eine weitere Möglichkeit der Retention im alpinen Raum, die jedoch nicht oft angewandt wird, da sie eine grosse Vorlaufzeit benötigt: Rückhalt des Wassers in den künstlichen, grossen Speicherseen

der Kraftwerke. Dafür spräche, dass die Stauseen ein oft sehr grosses Einzugsgebiet des Niederschlags abdecken – schliesslich lebt die Stromerzeugung davon, dass sie möglichst viel Wasser auf die Turbinen bekommt. Dagegen sprechen allerdings die Konzessionsverträge und die Unsicherheit der Prognosen. Es braucht Zeit, einen Stausee, vor allem einen grossen, auf ein Niveau abzulassen, das auf ein kommendes Grossereignis eine nennenswerte Auswirkung hat. Und falls die Niederschlagsprognose nicht eintrifft, bleibt die Frage offen, wer den Schaden zu zahlen hat. Die Stromausfälle durch ein Absenken des Seespiegels bilden beträchtliche Summen in Millionenhöhe. Im Jahreszyklus gesehen, wirken viele Stauseen allerdings doch als Retentionsbecken. Nach dem Winter sind die Becken oft auf einem niedrigen Niveau, da Winterstrom ein einträgliches Geschäft darstellt. Die Seen fassen daher Teile der Schneeschmelze, die zusammen mit Frühjahrsniederschlägen auch Hochwasser ergeben könnten.

Zur Umgehung von Engpässen stellen Entlastungsstollen eine Möglichkeit dar. Im alpinen Raum können sie gut als Druckstollen ausgeführt werden. Die Stollendurchmesser bleiben dabei im Rahmen und können trotzdem grosse Durchflüsse aufnehmen. Das Gebiet mit dem höchsten Schadenspotenzial der Schweiz erhält eine solche Lösung: Weite Teile Zürichs um den Hauptbahnhof sollen durch den Entlastungsstollen Thalwil, der Sihlwasser in den Zürichsee ableitet, geschützt werden. Auch in Obwalden setzte sich ein Entlastungsstollen am Sarnersee durch. Allerdings untergraben die unterirdischen Röhren die eigentliche Idee des Gewässerraums – mehr Raum für den Fluss. Oft sind sie aber leichter umzusetzen, da sie grösstenteils unsichtbar sind, meist weniger Landerwerb benötigen und eventuell auch weniger Einsparungen auf sich ziehen. Die beiden letzten Argumente sind tatsächlich bedeutende Gründe, weswegen wasserbauliche Projekte so lange Planungszeiten aufweisen. Dumm nur, dass ein Hochwasser darauf keine Rücksicht nimmt. •

Peter Seitz, Redaktor Bauingenieurwesen

Anmerkung

1 Bundesamt für Umwelt (Bafu), Eidg. Forschungsanstalt WSL: Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Bern 2007.

Vb-Wetterlage

Vb beschreibt eine Zugbahn eines Tiefdruckgebiets. Das auch je nach Lage des Zentrums Genua-, Mittelmeer- oder Adriatief genannte Wetterphänomen kann gewaltige Niederschlagsmengen in die Alpen bringen. Das Tiefdruckgebiet liegt über dem Mittelmeer. Warme, aus Süden kommende Hochdruckluft reichert sich über dem Mittelmeer mit Feuchtigkeit an und gleitet am Ostrand über die kalten Luftschichten des Tiefs auf. Die wasserangereicherten Luftmassen drehen sich aufgrund der Erdumdrehung auf der Nordhalbkugel spiralförmig gegen den Uhrzeigersinn und können an der Barriere der Alpen intensiv abregnen. • (ps)



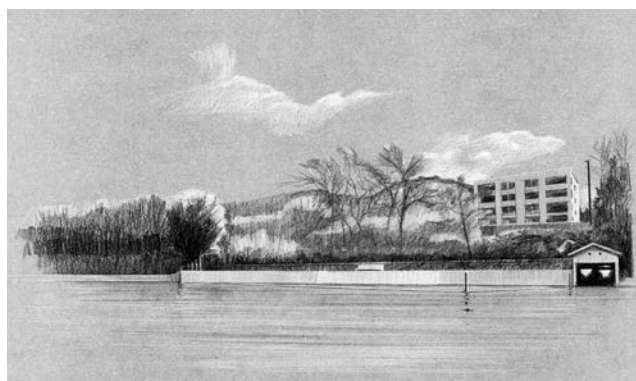
Seen, angebohrt und aufgeschüttet

In Obwalden wird derzeit eines der grössten Hochwasserschutzprojekte der Schweiz umgesetzt. 115 Mio. Franken sind für einen Entlastungsstollen veranschlagt, um im Ereignisfall den Spiegel des Sarnersees auf einem zulässigen Niveau halten zu können. Und der Stollen ist nur ein Teilprojekt anstehender Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen.

Text: Peter Seitz



Visualisierung des Stollenauslaufbauwerks unterhalb des Wichelsees (links). Rechts das Stauwehr des Wichelsees.



Visualisierung des Stolleneinlaufbauwerks am Sarnersee.

Am zukünftigen Auslaufbauwerk des Entlastungsstollens des Sarnersees – dieser liegt 6.5 km stromaufwärts – wird die Tunnelbohrmaschine montiert. In der Bildmitte der aufgestaute Wichelsee mit Fischschlitzpass (rechts).

Verfolgt man die Spuren des Wasserbaus in Obwalden, wird man recht früh fündig. 1836 gab es ein aufsehenerregendes Projekt am Lungernersee: Der See wurde durch einen 410 m langen Stollen um 35 m abgesenkt, um 180 ha neuen, bewirtschaftbaren Boden an seinen Ufern zu gewinnen. Erste Überlegungen hierzu gab es schon um 1700, begonnen wurde der Stollenvortrieb 1790, aber aufgrund politischer Ereignisse lange unterbrochen. Das Projekt spaltete die Anwohner in Gegner und Befürworter – «dia Nasse und dia Trockenä».

1921 ging das gewonnene Land wieder unter, allerdings nicht durch Hochwasser – die Elektrizitätswirtschaft staute zur Energiegewinnung den Lungerner-

see wieder auf. Zwei Fazite dieser Vorgänge haben bis in unsere Zeit immer noch Bestand: Land ist kostbar und nach wie vor von verschiedenen Interessen umkämpft. Und jede Zeit hat ihre Kühe, die sie melkt beziehungsweise denen sie den Vorzug einräumt – Ackerbau, Nutzvieh, Strom und vielleicht heute auch Natur. Und die Kühe werden mehr, nur der Boden bleibt begrenzt.

Die Nassen gehen unter

Und heute, 2021? Die «Nassen» und die «Trockenen» sind gar nicht mehr die grossen Gegenspieler bei wasserbaulichen Projekten, zumindest im Hinblick auf den Hochwasserschutz nicht. Spätestens nach dem Alpenhochwasser 2005 (vgl. «Mehr (als) Durchfluss», S. 22) war den



Augusthochwasser 2005 in Sarnen. Die Sarneraai fliesst entlang der Baumreihe (Bildmitte). Auch die Altstadt (rechts) ist betroffen.

allermeisten Obwaldnern klar, dass in Sachen Hochwasserschutz etwas getan werden musste. Neben den Verheerungen der Wildbäche war in Obwalden der Sarnersee ein grosses Problem. Beim Augusthochwasser 2005 hatte er seinen historisch höchsten Seestand erreicht – 472.42 m ü. M., etwa 2.60 m über dem normalen Seespiegel – und trat über die Ufer. Auf weite Teile Sarnens traf Land unter zu. Die Schäden in ganz Obwalden beliefen sich auf 250 Mio. Franken – bei einer Einwohnerzahl von gerade etwa 37000. Die «Trockenen», die für einen Hochwasserschutz plädierten, hatten daher die Oberhand, unterschieden sich allerdings in der Bevorzugung verschiedener Umsetzungsvarianten.

Den See absenken, nur wie?

Bereits 2006 gingen aus 20 Vorschlägen drei Varianten hervor, um den Seespiegel des Sarnersees und die hier ausfliessende Sarneraai hochwassersicher zu gestalten.

Als Bestvariante galt eine Tieferlegung und Verbreiterung des Flusslaufs der Sarneraai. Sie wurde aufgrund eines guten Kosten-Nutzen-Verhältnisses auch vom Bundesamt für Umwelt (Bafu) gutgeheissen. Auch wenn der Wasserbau an der Sarneraai in die Zuständigkeit des Kantons Obwalden fällt, ist das Bafu als Genehmigungsbehörde für die Bundesbeiträge in Sachen Hochwasserschutz und Revitalisierung zuständig. An ihm führt daher kein Weg vorbei.

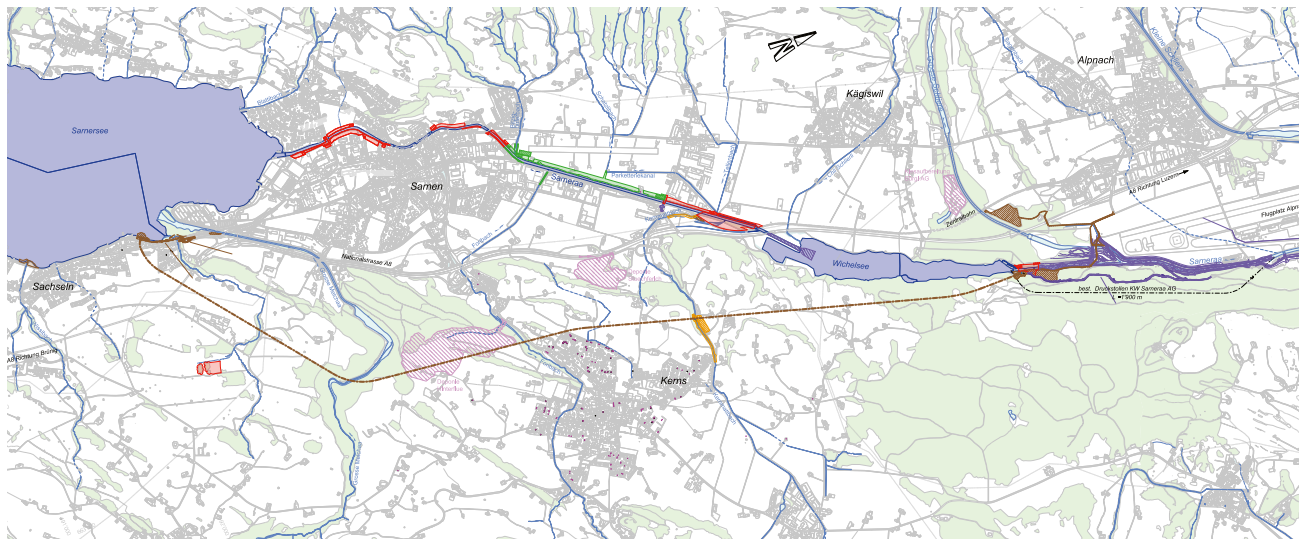
2009 lag der Entwurf des Bauprojekts der Tieferlegung vor – mit deutlich höheren kalkulierten Kosten als im Vorprojekt veranschlagt. Daher beschloss der Obwaldner Regierungsrat, die zweite Variante – einen westlich der Sarneraai geführten Hochwasserentlastungsstollen für den See – weiter aufzubereiten. Ein Volksbegehren, eingereicht von der Interessengemeinschaft (IG) Hochwasserschutz Sarnen, wollte jedoch anstatt der Variante mit dem westlichen Stollen die dritte Variante auf gleichen Planungsstand wie die Tie-



Baugrube des Einlaufbauwerks (vorne), darüber die Mündung der Grossen Melchaa in den Sarnersee, im Hintergrund Sarnen.



Das Einlaufbauwerk wird **9 m unter dem Seespiegel** liegen.



Hochwassersicherheit Sarneraatal mit den Projekten Sarneraa mit Hochwasserentlastungsstollen Ost, den Teilprojekten II und III und dem Projekt Sarneraa Alpnach I.

- | | |
|---|---|
|  Hochwasserentlastungsstollen Ost |  Projekt Kernmattbach (Bauherr Gemeinde Kerns) |
|  Teilprojektgenehmigung II |  Deponien |
|  Teilprojektgenehmigung III
Neuaufgabe aufgrund von Einsprachen |  Sarneraa Alpnach I
(Sarneraa Alpnach II nicht im Bild) |

ferlegung bringen. Hier würde ein Stollen, am Osthang des Tals geführt, den See anzapfen. Die Interessengemeinschaft konnte sich durchsetzen, sodass letztlich die Tieferlegung der Sarneraa mit dem Hochwasserentlastungsstollen Ost konkurrierte. Ungewöhnlich war die Kostenermittlung für den Stollen Ost: Die Umsetzungskosten wurden mit einer funktionalen Ausschreibung im Totalunternehmerverfahren kalkuliert. Das führte dazu, dass die ARGE HWS Marti als Totalunternehmer im Jahr 2013 bereits den Zuschlag für ein Bauprojekt erhielt, dessen Umsetzung noch nicht entschieden war. Der Variantenentscheid, die Projekt- und Baukreditgenehmigung waren also bei Zuschlag vorbehalten.

Entlastung in trockenen Tüchern

Im September 2014, nachdem der Entlastungsstollen Ost aufgrund fachlicher Beurteilung als Bestvariante ausgelobt worden war und das Bafu die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit ausgesprochen hatte, entschieden sich 82% des Stimmvolks für das Projekt. Die Teilprojektgenehmigung des Stollens – aufgrund einiger Einsprachen musste die Projektgenehmigung aufgeteilt werden – geschah 2017, und der Bund sagte die höchstmögliche Förderung von 65% der anrechenbaren Kosten zu. 75 Mio. von den erforderlichen 115 Mio. Franken für den Stollen trägt daher der Bund.

Um den gestauten Wichelsee herum

Das Einlaufbauwerk des Entlastungsstollens liegt am rechten Ufer des Sarnersees in der Nähe der Mündung der Grossen Melchaa, am sogenannten Seehof. Da der Stollen als Druckstollen konzipiert ist – das Wasser

wird also wie in einem Wasserrohr unter Druck und nicht im Freispiegelabfluss durchgeleitet – schliesst er 9 m unter dem Wasserspiegel am See an. Zukünftig wird er stets mit Wasser gefüllt, und vom Einlaufbauwerk selbst wird kaum etwas zu sehen sein. Ein im Wasser liegender Balkenring, der treibendes Schwemmholtz im See vom Einlauf abhalten soll, deutet auf das Bauwerk hin. Der Einlauftrichter wird durch einen schrägen Grobrechen abgesichert, um Verklausungen durch eingesogenes Material im Stollen selbst vorzubeugen. Vom Ufer aus kann der Rechen gereinigt werden. Ein Schütz kann den Stollen, der einen Innendurchmesser von 6.4 m aufweist und mit einem Sohlröhrling und einer Spritzbetonschale verkleidet ist, zu Revisionszwecken verschliessen.

6.56 km lang führt der Stollen mit einem Gefälle von 2.14‰ unterhalb der östlichen Talflanke bis um den Wichelsee herum zum Auslaufbauwerk. Der Wichelsee ist kein natürlicher See, sondern entstand 1955 durch den Aufstau der Sarneraa für die Stromerzeugung. Die Einleitung des entlasteten Wassers erst unterhalb des Stausees bringt Vorteile: Bauten des Sees wie das Wehr, die Dämme oder auch der seit 2008 fertiggestellte Fischschlitzpass werden vom Hochwasserabfluss des Sarnersees – der Stollen hat eine Kapazität von 100 m³/s – nicht belastet. Zudem stehen die Ufer- und Sohlensicherungen unterhalb des Stauwehrs auch den Abflüssen aus dem Entlastungsstollen zur Verfügung.

Geregt wird der Stollendurchfluss durch einen redundanten Schütz im Auslaufbauwerk. Im Notfall kann der Durchfluss aber auch über den Schütz im Einlaufbauwerk beeinflusst werden. Eine zusätzliche Beeinflussung des Seespiegels geschieht über ein Hilfswehr am Beginn der Sarneraa. Auf Höhe der Sportplätze



Die 800 m lange Betonmauer schützt als Objektschutzmassnahme das Flugplatzgebäude. Der Fotograf steht im Entlastungskorridor.

in Sarnen entsteht ein Schlauchwehr mit 14 m Breite und einer Höhe bis zu 1.6 m, um den Seeabfluss durch das Flussbett und den Seespiegel steuern zu können.

Der Wildbach wirbelt in den Schacht

Die Linienführung des Entlastungstollens streift das Dorf Kerns an seinem südwestlichen Ende. Dabei bleibt das Bauwerk im festen Gestein und nimmt auch Rücksicht auf bestehende Wärmepumpenfelder der Siedlung. Nördlich von Kerns unterquert die Röhre den Kernmattbach, der im Ereignisfall die zu Sarnen gehörende Industriezone Kägiswil gefährdet. Daher teilt sich ab einer bestimmten Wasserführung der Abfluss des Kernmattbachs auf. Ein Teil verbleibt im Bachbett, der andere wird über ein Ausleitbauwerk in einen 80 m tiefen senkrechten Wirbelfallschacht geleitet (vgl. Kasten unten), bevor er dem Seeentlastungstollen zugeführt wird. Das Gerinne des Kernmattbachs selbst wird vor dem Schacht auf einer Länge von etwa 300 m ausgebaut, samt Geschiebesammler und Holzurückhaltereichen.

Wirbelfallschacht

Um einen Freispiegelabfluss innerhalb eines Rohres von einem höheren auf ein tieferes Niveau bringen zu können, eignen sich Wirbelfallschächte. Das Wasser wird in einem gekrümmten Einlaufbauwerk, auch Drallkammer genannt, in eine spiralförmige Richtung gelenkt und legt sich hierbei an die Wandung des rohrförmigen Fallschachts an, der die Drallkammer senkrecht nach unten entwässert. Das Wasser fliesst nun entlang des Schachtes spiralförmig nach unten. Im Mittelpunkt des Schachtes verbleibt eine Luftsäule. Es bleibt bei einer klaren Trennung von Wasser und Luft im Fallrohr. Durch die Wandreibung auf den Abfluss wird Energie umgewandelt, sodass am unteren Schachtende die Toskammer kleiner ausgeführt werden kann als etwa bei einem normalen Fallschacht, in den das Wasser einfach hineinstürzt. Im Fall des Wirbelschachtes am Kernmattbach ist im Unterwasser keine Toskammer angeordnet, da das untere Ende des Fallrohrs stets vom Entlastungstollen her eingestaut ist. • (ps)

Einsprachen gegen Massnahmen im Fluss

Nun könnte man dem Irrglauben verfallen, dass mit den «harten wasserbaulichen Massnahmen», deren Umsetzung seit 2018 läuft, der Hochwasserschutz in Sarnen erfüllt ist. Das Projekt beinhaltet aber schon noch mehr, in erster Linie Aufwertungen der Sarneraa selbst. Aufgrund von Einsprachen gegen diese Projektteile musste eben eine Teilprojektgenehmigung erfolgen. Die nun angefangenen Bauten wurden mit der Teilprojektgenehmigung I rechtskräftig. Die angestrebte Teilprojektgenehmigung II umfasste ursprünglich hingegen vorwiegend die Massnahmen im Gerinne der Sarneraa selbst, sprich Uferschutzanpassungen, Instandsetzungen von Hochwassermauern in Sarnen, ökologische, aber auch für die Naherholung relevante Aufwertungen am Fluss, Aufweitungen des Flussbetts und ebenfalls Verbesserungen in den Mündungsbereichen diverser Bachzuläufe in die Sarneraa. Auch das Wehrreglement des zukünftig regelbaren Sarnersees ist Teil dieser Genehmigung.

Mittlerweile durchlief von all diesen Massnahmen nur ein Teil als Teilprojektgenehmigung II das Prozedere. Einsprachebehandlungen führten zu Projektanpassungen, sodass eine Neuauflage von den Projektbestandteilen zwischen Projektperimeter Sarneraa km 1.750 bis km 2.930, also im Bereich des Bitzighoferbachs, nötig ist. Folglich musste die ursprüngliche Teilprojektgenehmigung II in eine Teilprojektgenehmigung II (vom Regierungsrat 2019 genehmigt) und III aufgeteilt werden. Letztere soll nun, 2021, in die Auflage gehen.

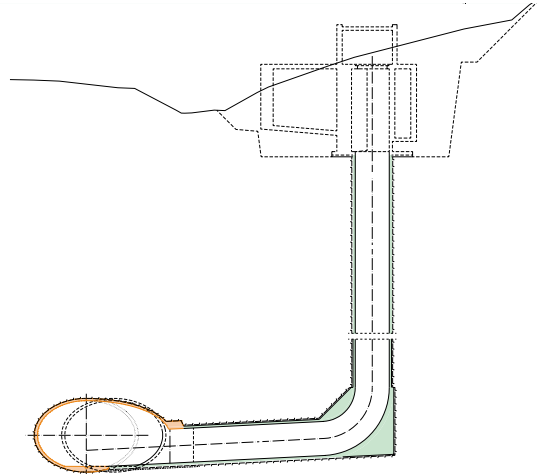
Neben der Projektverzögerung ist das eigentlich Ärgerliche, dass die Subventionsverfügung des Bundes für beide Verfahren erst beantragt werden kann, wenn auch Teilprojekt III rechtskräftig genehmigt ist.

Und weiter bis zum Alpnachersee

Mit der Einleitung des Entlastungstollens in die Sarneraa unterhalb des Wichelsees ist Sarnen zwar in Sachen Hochwasserschutz fein heraus, bei den Unterliegern liegt aber noch einiges im Argen. Weitere zwei wasserbauliche Projekte werden daher in Obwalden



Mündung der Sarneraa heute mit den Seebaggerungen aus früheren Zeiten.



Schnitt durch den 80 m tiefen Wirbelfallschacht, der die Hochwasserabflüsse des Kernmattbachs in den Entlastungsstollen leitet.

umgesetzt: Sarneraa Alpnach I und II. Ergänzen beim ersten umfassende ökologische Massnahmen den Hochwasserschutz, ist Letzteres ein reines Revitalisierungsprojekt.

Sarneraa Alpnach I schliesst unterhalb des Wichelsees an. Durch den ab 2025 in Betrieb gehenden Entlastungsstollen erhöht sich der Ausfluss im Ereignisfall aus dem Sarnersee. Das Wasser kommt «schneller und mehr» unterhalb des Wichelsees an, da es oberstrom kaum mehr ausferte. Dadurch erhöht sich die Gefährdung des Flugplatzes Alpnach und des militärischen Areals, die unterhalb des Wichelsees liegen. Das mit 27.6 Mio. Franken kalkulierte Projekt Sarneraa Alpnach I löst diese Problematik ähnlich wie der Nachbarkanton Nidwalden an der Engelberger Aa und dem Flugplatz Buochs. Die Stichworte dieses Erfolgsmodells sind in beiden Kantonen dieselben: überströmbarer Dammabschnitt, Entlastungskorridor über das Flugplatzgelände und Objekt- beziehungsweise Arealschutz.

Die Schlieremündung wird wild

Bis zum überströmbaren Damm nach Mündung der Grossen Schliere wird das Gerinne der Sarneraa verbreitert. Eine Niedrigwasserrinne sorgt bei geringen Abflüssen – in diesem Flussabschnitt ist zeitweise nur eine Restwassermenge aus dem Wichelsee vorhanden, da das Kraftwerk erst unterhalb des Projektperimeters das Wasser in den Fluss zurückführt – für die Möglichkeit der Fischwanderung in den Wichelsee. Das Kraftwerk am See selbst besitzt seit 2008 einen Schlitzpass für den Fischaufstieg. Das Entfernen der Eichschwelle – sie stabilisiert die Sohle zwischen Wichelsee und der Einmündung des Kraftwerkstollens – wird die Flusssohle ausserdem vertiefen, was sich ebenfalls günstig auf die Abflusskapazität auswirkt. Die Gerinneverbreiterung mit der Niedrigwasserrinne wertet den Flussabschnitt zwar auf, um aber eine ökologische Verbesserung zu vervollständigen, braucht der Fluss Geschiebe. Da der Wichelsee das Geschiebe zurückhält und auch der Entlastungsstollen des Sarnersees wenig Geschiebe durchlassen wird – dies könnte zu Kapazitätsproblemen

im Hochwasserfall führen –, muss das fehlende Gestein also anderswo mobilisiert werden. Dafür wird der Damm des bestehenden Geschiebesammlers an der Grossen Schliere rückgebaut. Die Grosse Schliere erhält stattdessen eine neue, breitere und geschiebedurchgängige Mündung in die Sarneraa. Auch der kleine Binnenkanal wird hierbei mit eingeleitet. In den ausgedehnten Flächen des Mündungsbereichs können ökologisch wertvolle Flächen für Fauna und Flora entstehen.

Im Anschluss an die Mündung wird der linksseitig überströmbarer Dammbereich liegen. Ab etwa einem HQ₃₀ strömt das Wasser in einen vorher genau definierten Überlastkorridor zwischen Flughafen und Abwasserreinigungsanlage, bevor es wieder in das Flussbett zurückgeleitet wird. Ein Überlastkorridor ist eine einfache Geländemulde, die durch Geländeanpassungen relativ leicht umgesetzt werden kann. Wegen der geringen Fliesstiefen ist im Korridor selbst kaum mit Schäden aufgrund eines Hochwassers zu rechnen. Allerdings muss das Gelände nach der Beaufschlagung durch ein Hochwasser gesäubert werden, da sich Schlamm, Schwemmholz und dergleichen dort gerne ablagern. Geschiebe in Form von Kies ist weniger ein Problem, da dieses in Sohlennähe im Flussbett geführt wird und daher im Gerinne verbleibt.

Die Gebäude des Flugplatzes werden mit Objektschutzmassnahmen, vor allem durch eine 800 m lange Betonmauer, geschützt. Für die militärischen Kavernen am rechten Ufer der Sarneraa wird ein Arealschutz bewerkstelligt, sprich, das Gelände wird in diesem Bereich wo nötig aufgeschüttet.

Revitalisierung – Nische im Gebirge

Nahezu alle Gewässer im Gebirge haben Nachholbedarf in Sachen Hochwassersicherheit, und praktisch jedes Gerinne der Schweiz weist ökologische Defizite auf. Dies hat Folgen für die Projekte in Bezug auf die Bundessubventionen. Die Beiträge werden zwar in beiden Fällen – Hochwasserschutz oder Revitalisierung – vom Bafu gesprochen, allerdings liegen unterschiedliche Förderungen und Regeln zugrunde. Im allgemeinen

werden die Gelder für Revitalisierungsprojekte eher weniger in Anspruch genommen, da etwa Gebirgskantone kaum ein Gewässer aufweisen, das einzig ökologisch aufgewertet werden soll. Ein Hochwasserschutzprojekterhält aber immer aus dem Hochwasserschutztopf seine Förderung, auch wenn es ökologische Verbesserungen mit sich bringt beziehungsweise ohne diese gar nicht genehmigungsfähig ist. Gebirgskantone kommen somit selten in Versuchung, den Revitalisierungstopf zu öffnen. Insofern ist Sarneraa Alpnach II – die ökologische Aufwertung des letzten Flussabschnitts bis zum Alpnachersee – ein für die Zentralschweiz ungewöhnliches Projekt, da es tatsächlich ein reines Revitalisierungsprojekt ist.

Das Gerinne erhält mehr Raum für seine natürliche Entwicklung, und ein neues Mündungsdelta entsteht. Die Umsetzung erfolgt allerdings erst nach Abschluss von Sarneraa Alpnach I ab dem Jahr 2025. Dem neuen Mündungsdelta wird aber bereits heute auf die Sprünge geholfen – mit einem weiteren wasserbaulichen Revitalisierungsprojekt, dem Teilprojekt Mündungsbucht, zugehörig zum Projekt Aufwertung Südufer Alpnachersee. Letzteres entspricht einem Monitoring, um den Istzustand des Ufers und der Fauna und Flora zu erheben und Daten für einen späteren Vergleich und einer Erfolgskontrolle nach Abschluss des baulichen Teilprojekts Mündungsbucht zu haben.

Dank Stollen ein neues Mündungsdelta

Man kennt das Vorgehen vom Gotthard-Basistunnel. Dessen Ausbruchmaterial wurde teilweise im Reussdelta im Urnersee eingebracht. Ein weitläufiges Flachufersdelta für Fauna, Flora und Naherholung entstand und wird auch gut angenommen. Kiesentnahmen in früheren Zeiten an der Reussmündung hatten hier Steilufer entstehen lassen, die wenig biologische Diversität und geringe Entwicklungsmöglichkeiten für die Tier- und Pflanzenwelt zuließen.

Und wie ist der Stand an der Mündung der Sarneraa in den Alpnachersee? Kiesentnahmen in früheren Zeiten und ein Stollenvortrieb wenige Kilometer flussaufwärts – die Lösung liegt auf der Hand. Der Ausbruch aus dem Entlastungsstollen wird in den alten Baggerlöchern versorgt und wird helfen, ein neues Mündungsdelta mit wertvollen Flachwasserzonen zu schaffen. Und Unterstützung hierbei kommt sogar aus dem Tessin.

Aus der Tessiner Tiefe in den tiefen See

Auch das von den SBB betriebene Wasserkraftwerk Ritom in der Leventina (vgl. TEC21 21–22/2020) erhält einen neuen Druckstollen. Das dort ausgebrochene Gestein tritt per Zug seine Reise nach Flüelen im Kanton Uri an, bevor es mit dem Schiff weiter über den Vierwaldstättersee zur Seeschüttung im Alpnachersee geht. 350 000 t Gestein – pro Schiffsladung werden 340 t transportiert – gelangen so zu ihrer Versenkung. «Harter Wasserbau» kann der Ökologie positive Möglichkeiten eröffnen. Die Chancen, dass solch revitalisierte Zonen



HWS Sarneraatal

Bauherrschaft
Kanton Obwalden
Gemeinde Sarnen
(Wirbelfallschacht)

Gesamtplanung
IG SAWI: Kissling + Zbinden,
Spiez; IUB Engineering,
Luzern; CES Bauingenieur,
Sarnen; Ingenieurbüro ZEO,
Alpnach Dorf

Geologie
Dr. von Moos AG

Unternehmung
(Entlastungsstollen)
ARGE HWS Marti
(Totalunternehmer):
Marti Tunnel, Marti
Bauunternehmung, Luzern

Unternehmung
(Einlaufbauwerk)
ARGE Sarneraatal:
Meier + Jäggi, Zofingen;
Lötscher Tiefbau, Malters;
Eberli Bau, Sarnen

Baukosten (Stollen)
115 Mio. Franken

Bauzeit (Stollen)
2018–2024

Sarneraa Alpnach I

Projektleitung
Bauherrschaft
Kanton Obwalden, Bau- und
Raumentwicklungsdepartement,
Amt für Wald und Landschaft,
Abteilung Naturgefahren und
Wasserbau

Ausschreibung/
Realisierung
Basler & Hofman, Kriens

Bauleitung
Schubiger Obwalden,
Kägswil

Umweltbaubegleitung
IC Infraconsult, Bern

Bodenkundliche
Baubegleitung
Friedlipartner, Buchrain

Unternehmung
(Objektschutz Flugplatz)
PK Bau, Giswil

Baukosten
27,6 Mio. Franken

Bauzeit
2020–2025

Sarneraa Alpnach II

Projektleitung
Bauherrschaft
Kanton Obwalden, Bau- und
Raumentwicklungsdepartement,
Amt für Wald und Landschaft,
Abteilung Naturgefahren und
Wasserbau

Ingenieur (Konzeptphase)
Kissling + Zbinden, Bern

Umweltplanung
(Konzeptphase)
AquaPlus, Zug

Baukosten
8–12 Mio. Franken

Bauzeit
2025–2030

Kleinode werden, stehen nicht schlecht. Bei einem Spaziergang im Reussdelta kann man sich überzeugen, wie gut ein solches Projekt von den Menschen angenommen wird. Für die Tier- und Pflanzenwelt muss man schon genauer hinsehen – dafür wurde innerhalb des Projekts Aufwertung Südufer Alpnachersee ein Monitoring der betroffenen Bereiche vor den Schüttungen angesetzt. Auf dieser Datengrundlage können spätere Erhebungen gemacht und verglichen werden. Eine solche Erfolgskontrolle ist für die Planung zukünftiger, vergleichbarer Projekte wichtig. Für eine zumindest oberflächliche Anschauung für jedermann wird dann auch ein Aussichtsturm bereitstehen. Die Erfolgskontrolle der Hochwasserschutzmassnahmen der anderen Projekte lässt sich schwieriger umsetzen. Hier heisst es warten – auf das nächste Hochwasser. Es wird kommen. Das ist sicher. Und hoffentlich sicher durchgeführt werden. •

Peter Seitz, Redaktor Bauingenieurwesen