

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 102 (2010)
Heft: 4

Artikel: Schwemmholtzrückhalt Ettisbühl/Malters
Autor: Tamagni, Simona / Weitbrecht, Volker / Müller, Urs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941667>

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: 13.01.2026

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

Schwemmholzrückhalt Ettisbühl/Malters

Simona Tamagni, Volker Weitbrecht, Urs Müller, Roni Hunziker, Hanspeter Wyss, Roger Kolb, Walter Baumann

Zusammenfassung

Bei grossen Hochwassereignissen kann die Kleine Emme grosse Mengen von Schwemmholz aus dem Entlebuch mobilisieren, was auch im Jahr 2005 zu ernsthaften Verklausungsproblemen entlang der Kleinen Emme und der Reuss im Kanton Luzern und auch in den Unterliegerkantonen geführt hat. Im Rahmen des Gesamtprojekts «Hochwasserschutz Kleine Emme und Reuss» wurde deshalb in Ettisbühl (Gemeinde Malters) in Kombination mit dem Neubauprojekt des Kraftwerkes der Steiner Energie AG eine Schwemmholzrückhalteanlage für einen gezielten Rückhalt und für die Entnahme eines Teils des Schwemmholzes projektiert. Mit Hilfe eines physikalischen Modells wurde das Projekt auf die Wirksamkeit des Schwemmholzrückhaltes und auf den Hochwasserschutz erfolgreich geprüft und optimiert. Die Versuche zeigten, dass durch eine Modifikation der Anströmungsrichtung des Holzrechens und der Form des Holzrückhalteraums sowie durch den zusätzlichen Einbau einer zweiten Rechenreihe im Entlastungskorridor die geforderten Ziele bezüglich Holzrückhalt und Hochwassersicherheit auch im Überlastfall erreicht werden können. Das Projekt befindet sich zurzeit in der Ausführungsphase; die Arbeiten sollten im Sommer 2011 fertig gestellt sein.

schränkte Abflusskapazität in den kritischen Abschnitten der Kleinen Emme bei Emmen führte zu einer Ausuferung des Wassers und zu grossen Holzablagerungen in den Quartieren von Reussbühl und Emmenbrücke (Bild 1 und Bild 2). In der Reuss führte das anfallende Schwemmholz bei den Wehranlagen in Perlen, Bremgarten und Windisch zu gefährlichen Verklausungen, und es entstanden grosse Sachschäden. Aber nicht nur bei Grossereignissen wie im August 2005, sondern auch bei vergleichsweise kleinen Hochwasserabflüssen wie beim Gewitter vom 29. Juli 2008 im Einzugsgebiet des Rümligs und der Entlen können grosse Schwemmholzmengen mobiliert werden (Bild 2).

Der Kanton Luzern hat als Reaktion auf das Hochwassereignis 2005 ein umfassendes Hochwasserschutz- und Renaturierungsprojekt für die Kleine Emme und die Reuss in Auftrag gegeben.

Das Teilprojekt Kleine Emme, dessen öffentliche Planauflage im Juli 2010 durchgeführt wurde, umfasst den Flussabschnitt von der Fontanne oberhalb Wolhusen bis zur Mündung in die Reuss. Es beinhaltet Massnahmen zur Vergrösserung der Abflusskapazität im Siedlungsgebiet, eine Stabilisierung der beschädigten Ufer, eine ökologische Aufwertung sowie einen Umbau der Wehre. Im Weiteren wurde im Rahmen dieses Projektes auch beschlossen, gemeinsam mit dem Bund und den Kantonen Aargau, Zug und Zürich die

1. Einleitung

Die Hochwassereignisse in den vergangenen Jahren haben immer wieder gezeigt, dass die Kleine Emme bei Hochwasser viel Schwemmholz aus ihrem Einzugsgebiet mitführt. Das Schwemmholz erhöht das Risiko von Verklausungen und Ausuferungen sowohl an der Kleinen Emme wie auch an der Reuss und verursacht Probleme bei Brücken und Wehranlagen in den Kantonen Luzern und Aargau. Anhaltende grossflächige und intensive Niederschläge führten dazu, dass in der Nacht vom 21. auf den 22. August 2005

an der Kleinen Emme ein Hochwasser wütete, welches alle seit Beginn der Messungen registrierten Abflussspitzen bei Weitem übertraf und Schäden an Bauten und Industrieanlagen in Höhe von über 200 Mio. CHF verursachte (Bezzola und Hegg, 2007).

Bemerkenswert beim Hochwasser vom August 2005 war nicht nur der sehr grosse maximale Abfluss von ca. 700 m³/s (Messstation Littau zuzüglich Ausbruch nach Emmenbrücke), sondern auch, dass eine aussergewöhnlich hohe Schwemmholzmenge in der Kleinen Emme transportiert wurde. Die be-



Bild 1. Beim Hochwasser im August 2005 abgelagertes Schwemmholz in Reussbühl. Quelle: vif, Kanton Luzern.



Bild 2. Schwemmholzteppich beim Seetalplatz Emmenbrücke im Juli 2008. Quelle: vif, Kanton Luzern.

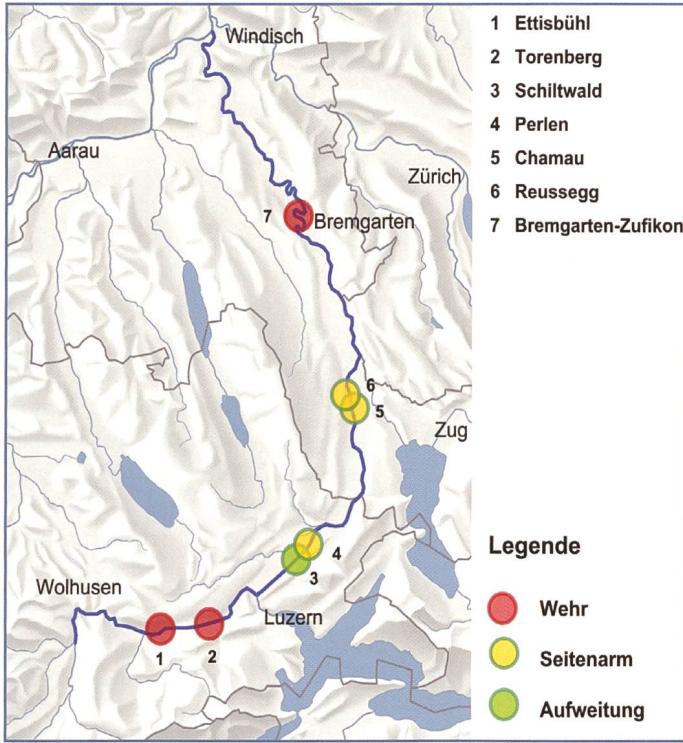


Bild 3. Übersicht über die Standorte mit den vorgeschlagenen Rückhaltemassnahmen. Quelle: Hunziker et al. (2009).

Schwemmholzproblematik anzugehen und Möglichkeiten für einen gezielten Rückhalt und für die Entnahme des Schwemmholzes zwischen Malters (Kleine Emme) und Bremgarten (Reuss) zu erarbeiten (s. Abschnitt 2). Als erste Massnahme zur Schwemmholzbewirtschaftung wird zurzeit die Holzrückhalteanlage Ettisbühl in der Kleinen Emme realisiert (s. Abschnitt 5).

Das im März 2009 erstellte Bauprojekt für die Holzrückhalteanlage Ettisbühl sieht die Kombination einer Schwemmholzanlage, bestehend aus einem Ausleitungskorridor mit integriertem Rechen und Holzrückhalteraum, mit einem neuen Flusskraftwerk der Steiner Energie AG vor (s. Abschnitt 3). Zeitlich parallel zur Ausarbeitung des Bauprojekts wurden an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich hydraulische Modellversuche zur Holzrückhalteanlage Ettisbühl durchgeführt (s. Abschnitt 4 und VAW, 2009). Die aus den Modellversuchen gewonnenen Erkenntnisse und Optimierungsmöglichkeiten flossen in die laufende Planung ein.

2. Schwemmholzstudie

Das Hochwasser im Jahr 2005 war gekennzeichnet durch ein sehr grosses Schwemmholzaufkommen. Die Kleine Emme schwemmte ca. 3500 m³ Holz (Festvolumen) in die kritischen Abschnitte bei Emmen und Littau, wo es infolge von Schwemmholzablagerungen zu grossen Schäden kam. In der Reuss waren vor allem die Wehre vom grossen Schwemmholzanfall betroffen. Um die



Bild 4. Schwemmholzaufkommen beim Hochwasser 2005 und im Zustand nach der Realisierung der vorgeschlagenen Massnahmen zwischen Sörenberg und Windisch. Ein steigender Verlauf bedeutet eine Zunahme der Schwemmholzfracht, ein sinkender Verlauf bedeutet Ablagerungen von Schwemmholz an Brücken, Wehren oder am Ufer. Quelle: Hunziker et al. (2009).

3. Projekt Ettisbühl/Malters

Die Wasserkraftnutzung hat in Malters eine lange Tradition. Bereits im Jahr 1879 hat die Familie Steiner das Wasser der Kleinen Emme für ihre Mühlen verwendet. Ab 1913 wurde mit zwei Zentralen bei einer Höhendifferenz von 13.52 m und einer Ausbauwassermenge von 6 m³/s die Wasserkraft über viele Jahre genutzt. Auf Grund hoher Unterhaltskosten am Werkkanal sowie Immissionsproblemen in der Zentrale Feld wurde im Jahr 1998 der Kraftwerksbetrieb eingestellt und ein Teil der Anlagen zurückgebaut. Aus den Steiner Mühlen entstand die Steiner Energie AG mit einem eigenen Versorgungsgebiet in der Gemeinde Malters. Die Besitzer der Mühle verkauften 1996 das gesamte Aktienpaket der Steiner Energie AG an die Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW). Alle Dienstleistungen werden unverändert weitergeführt.

Ein Konzessionsprojekt in den 1990er-Jahren und eine Machbarkeitsstudie (CKW, 2005) zeigten das nach wie vor hohe Energiepotenzial eines Wehrkraftwerkes in Ettisbühl auf. Zusätzlich veränderte sich die Situation grundlegend durch das Hochwasser 2005. Es stellte sich heraus, dass der Standort Ettisbühl mit seinem Gefällssturz und seinen topografischen Gegebenheiten sowohl als Standort für ein Wehrkraftwerk als auch für eine Schwemmholzentnahme geeignet ist. Die Steiner Energie AG trieb zusammen mit der CKW das konzessionierte Projekt von 1995 erneut voran. Die IM Ingenieurbüro Maggia AG (IM) aus Locarno erhielt den Auftrag, ein entsprechendes Vorprojekt in Zusammenhang mit einem Konzessionsprojekt für das Kraftwerk zu erarbeiten. 2007 beschlossen der Kanton Luzern und die Steiner Energie AG, die beiden Projekte gemeinsam zu rea-

lisieren. Unter der Federführung der Steiner Energie AG in Zusammenarbeit mit dem Verkehrs- und Infrastruktur-Departement des Kantons Luzern wurde ein Vorprojekt erstellt. Auftrag: Schwemmholt und Kraftwerk im Gebiet Ettisbühl, Malters, Kt. Luzern.

Mit den bereits vorhandenen Projektideen für einen Holzrückhalt in diesem Flussabschnitt entwickelte IM im Auftrag der Steiner Energie AG/CKW am Standort Ettisbühl ein Multifunktionsprojekt mit Wasserkraftwerkernutzung und Holzrückhalt (Bild 5). Durch die Schaffung einer aus Hochwasserschutzgründen ohnehin notwendigen Seitenentlastung für das neue Flusskraftwerk Ettisbühl und der Ausrüstung des Seitenwehrs mit einer regulierten Stauklappe, kombiniert mit einem Holzrückhalterraum, ergab sich die Möglichkeit, mit einer gezielten Regulierung der Abflüsse eine wirksame Holzausleitung in den Rückhalterraum zu erzielen.

Die Bestvariante des Vorprojekts sieht eine kombinierte Lösung vor, bestehend aus Schwemmholtzrückhalt und Nutzung der Wasserkraft. Mit Hilfe eines neu zu errichtenden Wehrs, bestehend aus einem Hauptschütz und einem Spülshütz (Bild 6, Nr. 9 und 10), soll bei einer Höhendifferenz von 6.30 m und einer Ausbauwassermenge von $QA = 16 \text{ m}^3/\text{s}$ eine Ausbauleistung von 872 kW realisiert werden. Als weiteres Regulierorgan dient eine Stauklappe (Bild 6, Nr. 12), die den Zufluss zum geplanten Holzrückhalterraum steuert (Bild 6, Nr. 23). Es ist vorgesehen, die Kleine Emme oberhalb der Wehrorgane und des Kraftwerks auf der rechten Seite (Kurvenaussenseite) aufzuweiten. Auf diese Weise entsteht ein Korridor, durch den im Hochwasserfall das anfallende Schwemmholtz über das Ausleitbauwerk (Stauklappe und Tosbecken, Bild 6, Nr. 12) in den geplanten Holzrückhalterraum transportiert werden soll. Am unteren Ende des Holzrückhalterraums soll ein V-förmiger Schwemmholtzrechen (Bild 6, Nr. 14) installiert werden, hinter dem das ausgeleitete Wasser über einen 2 m hohen Absturz wieder in das Hauptgerinne der Kleinen Emme geführt wird. Für eine Notentlastung ist zusätzlich ein unregulierter seitlicher Überfall vorgesehen (Bild 6, Nr. 13), der bei einem Versagen der Wehrorgane bzw. einer Fehlbedienung eine Entlastung ins Unterwasser gewährleistet.

Bei ansteigenden Abflüssen und einsetzendem Geschiebetransport in der Kleinen Emme (ab ca. $80 \text{ m}^3/\text{s}$) kann das Spülshütz der Wehranlage geöffnet werden, um den Geschiebetransport ins Unterwasser zu gewährleisten. Bei grösseren Abflüssen wird auch das als Segmentschütz ausgebildete Hauptschütz angehoben, um eine Verlängerung des Stauraums zu vermeiden. Bei Wassermengen über $350 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{10}), bei denen

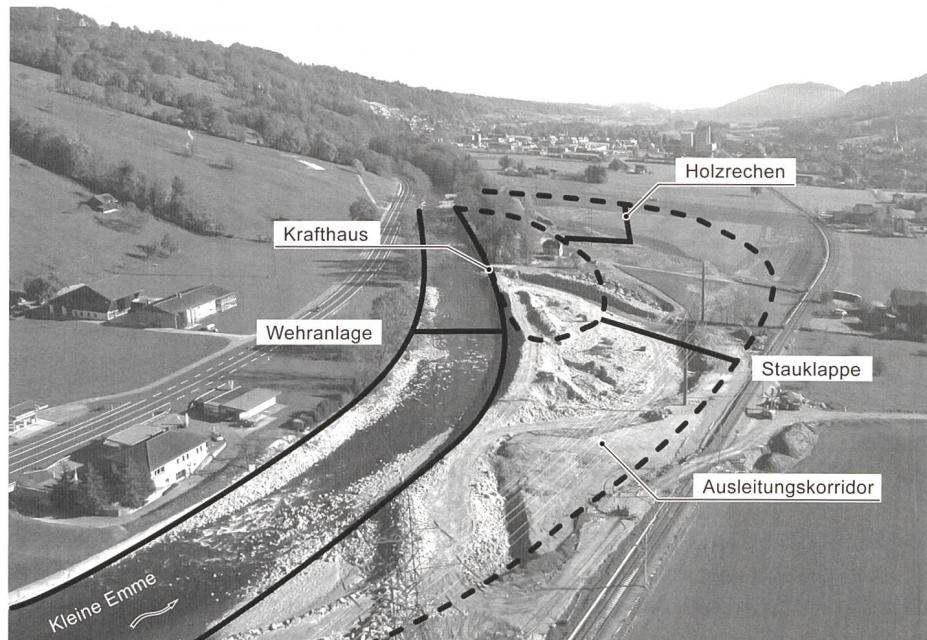


Bild 5. Überblick über das Projektgebiet. Eingezeichnet ist das geplante Konzept mit Krafthaus, Wehranlage, Ausleitungskorridor und frontal angeströmtem Holzrechen. Zu sehen ist die starke Seitenerosion im Bereich der Außenkurve während des Hochwassers 2005. Quelle Foto: vif, Kanton Luzern.

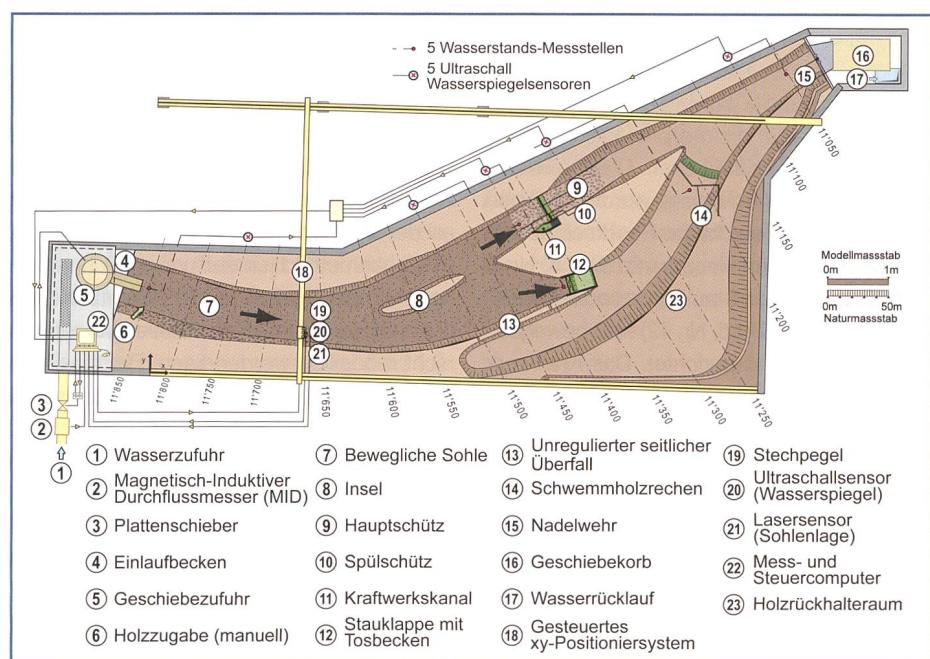


Bild 6. Übersicht des physikalischen Modells an der VAW auf Grundlage der vom Ingenierbüro Maggia AG ausgearbeiteten Pläne, Modellmaßstab 1:50.

mit Schwemmholtz gerechnet werden muss, wird die Stauklappe zum Holzrückhalterraum hin geöffnet, so dass anfallendes Schwemmholtz im Bereich des Rechens zurückgehalten werden kann. Im Überlastfall mit Abflüssen über $650 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{100}) und gleichzeitigem Versagen eines der Wehrorgane oder einer Fehlbedienung springt zusätzlich der unregulierte seitliche Überfall an. Bei absteigender Hochwasserwelle wird zuerst das Hauptschütz geschlossen, um eine Spülung des Kraftwerkskanals zu gewährleisten. Nach einem Hochwasserereignis muss der Holzrückhalterraum maschinell geräumt werden.

4. Modellversuche an der VAW

Zur Überprüfung und Optimierung des Holzrückhaltekonzepts am geplanten Neubau des Kraftwerks Ettisbühl bei Malters beauftragte die Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kantons Luzern die VAW mit der Durchführung von hydraulischen Modellversuchen.

4.1 Physikalisches Modell

Die im Vorprojekt von IM Ingenierbüro Maggia AG gewählte Bestvariante mit V-förmigem Holzrechen (s. Kap. 2) wurde im Massstab 1:50 modelliert. Die Modellgrenzen reichen

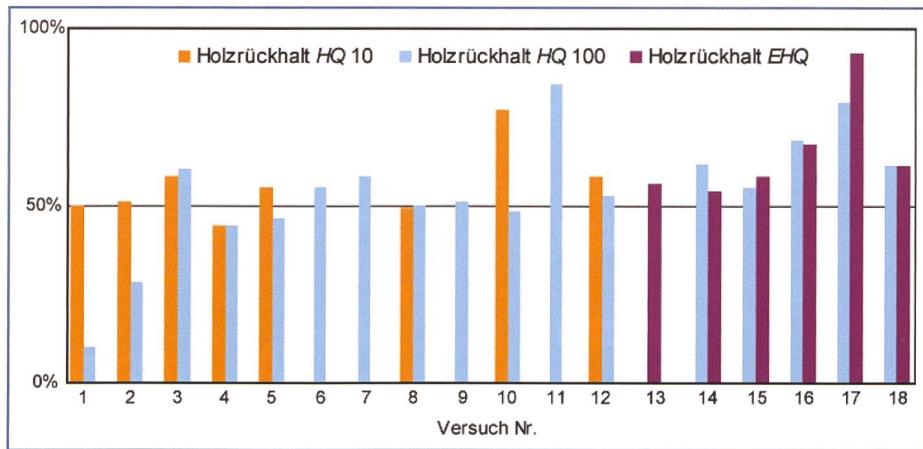


Bild 7. Rückhaltebilanz der durchgeführten Versuche mit Schwemmholtzugabe.

von km 11 025 bis km 11 850, d.h. vom Beginn der Linkskurve vor der Aufweitung bis nach dem Zusammenlauf des Holzrückhalteraums und der Kleinen Emme (Bild 6). Mit dem gewählten Massstab von 1:50 ergeben sich somit Modellabmessungen von etwa 12.5 m Länge und 6 m Breite. Bild 6 zeigt schematisch das nachgebildete Gebiet und die wichtigsten Bestandteile für den Modellbetrieb.

Das Modell ist zwischen Einlaufbereich und den Wehrorganen mit einer beweglichen Sohle ausgestattet (km 11 350 bis km 11 850, Bild 6, Nr. 7), um die morphologischen Veränderungen zu untersuchen. Die Flusssohle unterhalb der Wehrorgane wurde hingegen fest eingebaut. Sowohl das Hauptschütz und das Spülschütz im Hauptkanal (Bild 6, Nr. 9 und 10) als auch die Stauklappe vor dem Holzrückhalteraum (Bild 6, Nr. 12) sind beweglich und regulierbar eingerichtet. Das Kraftwerk wird nicht modelliert, da für die Modellversuche nur die Hochwassereignisse (HQ₁₀, HQ₁₀₀ und EHQ) massgebend sind und dabei der Kraftwerksbetrieb eingestellt ist.

Die Wasser- und die Geschiebemenge werden PC-gesteuert über das Einlaufbecken bzw. mit einer Beschickungsmaschine dem Modell zugeführt. Das Schwemmholt wird am oberen Ende des Modells manuell und gleichmäßig über die Querschnittsbreite verteilt zugegeben. Der Unterwasserstand wird mit Hilfe eines Nadelwehrs gemäss den von Hunziker, Zarn & Partner bestimmten Wasserständen geregelt. Der Versuchsstand ist mit einem Laserabstands- und einem Wasserstandssensor auf einem 2D-Positioniersystem ausgestattet. Zusätzlich sind an fünf festen Positionen Wasserstandssensoren zur kontinuierlichen Erfassung der Wasserspiegellagen installiert. Eine unter dem Hallendach montierte Kamera dient der fotografischen Dokumentation des Versuchs.

Die Modellabmessungen und die Strömungs- und Transportgrössen wurden nach dem Froud'schen Ähnlichkeitsgesetz für Strömungen mit freier Oberfläche bestimmt.

Die Skalierung der natürlichen Kornverteilung in die Kornverteilung des Modellsediments wurde nach Zarn (1992) durchgeführt. Dabei wird berücksichtigt, dass durch die geometrische Skalierung der Naturkorngrössen in Modellgrösse viele Kornfraktionen in Bereiche fallen, in denen die kritische dimensionslose Schubspannung zur Bestimmung des Bewegungsbeginns nach Shields von der Korn Reynoldszahl abhängt und nicht, wie im Fall des Natursediments, konstant ist.

Das anfallende Schwemmholt wird für die Simulation in drei Klassen eingeteilt. Die beiden grössten Klassen (Stamm- und Astholz) werden analog den Untersuchungen an der Matteschwelle in Bern (Möller et al., 2009) geometrisch skaliert und mit Schnittholz nachgebildet, während die kleinste Klasse (Feinholz) in einem Modell dieses Massstabs nicht modelliert werden kann. Damit wird in Kauf genommen, dass der Verlegungsgrad des Rechens im Modell etwas unterschätzt wird. Es wird auch davon ausgegangen, dass die Holzrückhalterate leicht unterschätzt wird, da das verwendete Schwemmholt gegenüber den in Natur herrschenden Verhältnissen glatter und weniger verastet ist.

Insgesamt wurden 18 Versuche mit Schwemmholtzugabe durchgeführt. Die Versuche 1–9 (Bild 7) dienten der Optimierung der Verhältnisse im Oberwasser vor allem hinsichtlich der Abflussverteilung zwischen Kleiner Emme und Ausleitungskorridor. Anhand des Versuchs 10 wurde prinzipiell die Funktion eines parallel angeströmten Rechens getestet. Mit den Versuchen 11–18 wurde die Anordnung der einzelnen Elemente im Unterwasser optimiert und der endgültige Entwurf hinsichtlich der Funktionalität während der Bemessungshochwassereignisse getestet.

4.2 Erkenntnisse und Optimierung

Die Versuche wurden für die Hochwassereignisse HQ₁₀, HQ₁₀₀ und EHQ unter statio-

nären Bedingungen durchgeführt. Bei den Optimierungsversuchen mit V-förmigem Holzrechen (Versuche Nr. 1 bis 9) konnten für ein HQ₁₀ im Allgemeinen mindestens 50% des anfallenden Schwemmholzes zurückgehalten werden (Bild 7).

Somit waren die Anforderungen bezüglich des Holzrückhaltes bereits erfüllt. Als problematisch zeigte sich bei dieser Anordnung der starke Rückstaueffekt am Holzrechen, verursacht durch die sehr hohen Fließgeschwindigkeiten im Bereich zwischen dem Tosbecken und dem frontal angeströmten Rechen. Dies führte zu einem starken Auftürmen von 2–3 Holzlagen über die Oberkante der Rechenstäbe und damit auch zu einem starken Rückstau (Bild 8). Im Falle eines HQ₁₀₀ führt dies zu einem Überströmen des Hochwasserschutzbauwerks (Bild 10, Nr. 4). Somit besteht in diesem Fall kein Freibord bzw. keine nutzbare Reserve für den Überlastfall.

Analog zu Beobachtungen im Rahmen von Modellversuchen zur Matteschwelle in Bern (Möller et al., 2009, und VAW, 2008), die aus Sicht des Holzrückhalts einen sehr gut funktionierenden Schwemmholtrechen darstellen, wurde für das Projekt Ettisbühl eine neue Konfiguration mit parallel angeströmtem Rechen entworfen (Bild 9 und Bild 10). Die parallele Anströmung, kombiniert mit einem grösseren Tosbecken und kleinerer Sohlneigung zur Verringerung der Fließgeschwindigkeiten in Richtung des Holzrechens, sollte zu einer Verringerung des Rückstaus führen. Zusätzlich bildet sich bei dieser Anordnung im Holzrückhaltebereich eine «Rezirkulationszone» aus (Bild 9 und Bild 10), in der treibendes Holz zurückgehalten wird, ohne direkt vor dem Rechen zu verklausen. Auch beim Anspringen des nun linksseitig angeordneten Überlastkorridors (Bild 9), bleibt sämtliches Holz in diesem Bereich und kann nicht wie im ursprünglichen Entwurf über den Überlastkorridor ins Unterwasser ausgetragen werden.

Mit dieser Konfiguration konnten bei jedem durchgeführten Versuch selbst bei HQ₁₀₀ und EHQ mindestens 50% des anfallenden Schwemmholzes zurückgehalten werden (Bild 7, Versuch Nr. 10 bis 15), wobei die Kote des Hochwasserschutzbauwerks nie erreicht wurde. Die erforderlichen Freiborde für den HQ₁₀₀- und den EHQ-Fall konnten eingehalten werden.

Um den Holzrückhalt zusätzlich zu erhöhen, wurde in einer weiteren Phase (ab Versuch Nr. 16) eine zweite Rechenreihe unterhalb des bestehenden parallel angeströmten Rechens angeordnet (Bild 10). Dieser zweite Rechen verläuft von einem in Natur vorhandenen Strommast (Bild 10) «geschützt» durch ein schlankes Betonfundament mit maximalem

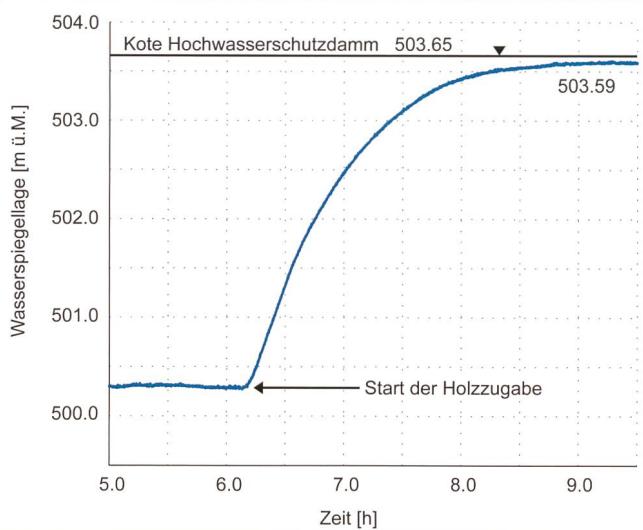


Bild 8. Auftürmen des Schwemmhholzes am V-förmigen Holzrechen während eines HQ₁₀₀-Ereignisses. Links: Während des Versuchs Nr. 5 (Blick gegen die Strömungsrichtung); rechts: Messung der Wasserspiegelage vor dem Holzrechen während des Versuchs Nr. 9.

Durchmesser von 4 m bis zur Kraftwerksinsel. Auf der rechten Seite zwischen Fundament des CKW-Strommastes und Hochwasserschutzbau ist ein Entlastungskorridor vorgesehen, der eine ausreichende Kapazität für den Überlastfall aufweisen muss, um die Gefahr eines Rückstaus und ein Abschwemmen des Holzteppichs über die Rechenstäbe von Rechen 1 auszuschliessen.

Mit dem zweiten Rechen erreicht man eine Erhöhung der Holzrückhalterate um ca. 10% (Bild 7, Versuche Nr. 16 bis 18), so dass insgesamt ca. zwei Drittel des anfallenden Holzes zurückgehalten werden können. Mit der gegebenen Konfiguration im Oberwasserbereich ist es kaum möglich, den Holzrückhalt weiter zu verbessern, da ca. ein Drittel des anfallenden Holzes direkt im Hauptkanal der Kleinen Emme transportiert wird und somit nicht in den Bereich der Holzrechen gelangt. Die Konfiguration des Rückhalteraums mit dem optimierten Tosbecken und den beiden Rechenreihen stellt somit eine optimale Lö-

sung dar, da es nahezu das gesamte in den Rückhaltebereich eingeleitete Schwemmhholz zurückhält. Mit dem im Modell untersuchten «Final Design» wird die Kote des Hochwasserschutzbau (Bild 10) auch bei einem EHQ nicht erreicht, es bleibt ein Freibord von ca. 50 cm.

5. Laufende Bauausführung

Mit Beschluss vom 7. Juli 2009 hat der Regierungsrat des Kantons Luzern das Projekt für den Bau einer Holzrückhalteanlage an der Kleinen Emme im Abschnitt Ettisbühl bewilligt. Seit Januar 2010 wird das Bauprojekt mit parallel angeströmtem Rechen und mit einer zweiten Rechenreihe umgesetzt (Bild 11). Die Arbeiten dauern noch bis in den Sommer 2011. Die Kosten der Holzrückhalteanlage belaufen sich auf rund 7.3 Millionen Franken. An diesen Kosten beteiligen sich neben dem Bund, dem Kanton Luzern und der Gemeinde Malters auch die Unterliegkantone Aargau, Zug und Zürich.



Bild 9. Situation nach einem EHQ mit der gewählten Bestvariante: angedeutet sind die «Hauptströmungsrichtungen» und die Rezirkulationszone im Holzrückhaltebereich.

6. Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Hochwassereignis August 2005 hat in der Schweiz etliche Hochwasserschutzmassnahmen ausgelöst, darunter auch ein Projekt zum Schwemmhholzmanagement Kleine Emme/Reuss. Mit diesem Projekt wurde auf-

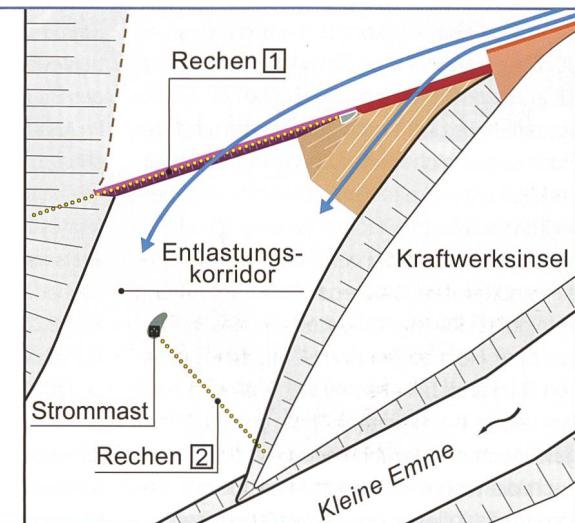
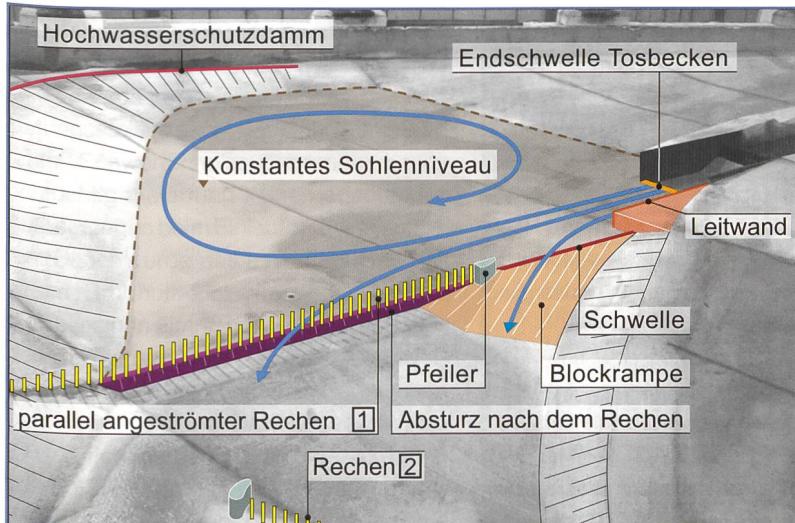


Bild 10. Links: Darstellung des optimierten Holzrückhalteraums mit parallel angeströmtem Rechen (Blick gegen die Strömungsrichtung). Rechts: Detail des optimierten Unterwasserbereichs mit einem zweiten Rechen.



Bild 11. Baustelle der Holzrückhalteanlage im September 2010. Quelle: vif, Kanton Luzern.

gezeigt, wie durch gezielte Schwemmholtzrückhaltemassnahmen die Hochwassersituation in diesem Bereich deutlich entschärft werden kann. Ein wesentliches Element ist dabei für den Standort Ettisbühl bei Malters an der Kleinen Emme vorgesehen. Zusammen mit dem Neubau eines kleinen Wasserkraftwerks soll hier eine Schwemmholtzrückhalteanlage entstehen, mit dem Ziel, mindestens 50% des anfallenden Schwemmholzes zurückzuhalten.

Die Modellversuche an der VAW bestätigten das grundlegende Konzept, bei dem anfallendes Schwemmholtz über einen Ausleitungskorridor, kontrolliert mit einer zusätzlichen Wehrklappe, in einen in der Aussenkurve liegenden Holzrückhalteraum geleitet wird und dort durch einen Rechen zurückgehalten werden soll. Während der Optimierungsphase konnte ein neues Konzept zum Schwemmholtzrückhalt entwickelt werden. Der ursprünglich vorgesehene, frontal angeströmte V-Rechen konnte zwar mindestens 50% des anfallenden Schwemmholzes zurückhalten, führte jedoch zu starken Rückstaueffekten und somit zur Gefährdung der Hochwassersicherheit. Das neue, im Modellversuch entwickelte Konzept sieht einen parallel angeströmten Rechen bei einer gleichzeitigen Minimierung der vorhandenen Fließgeschwindigkeiten vor. Die parallele Anströmung verhindert das starke Auftürmen des Holzes vor dem Holzrechen und somit einen grossen Rückstau bei gleicher Rückhalterate. Mit der neuen Konfiguration kann nicht nur der gewünschte Holzrückhalt erreicht, sondern auch die Hochwassersicherheit für alle Be-messungsabflüsse gewährleistet werden.

Um auch für andere Massnahmen an grösseren Flüssen einen möglichen

Schwemmholtzrückhalt besser planen zu können, wird derzeit der genaue Einfluss der Anströmungsverhältnisse eines Schwemmholtzrechens mit weiteren grundlegenden Modellversuchen untersucht. Dabei geht es vorwiegend um die Frage, wie der Rückstau im Bereich des verlegten Rechens minimiert und gleichzeitig der Holzrückhalt maximiert werden kann.

Literatur

- Bezzola, G.R., und Hegg, C. (2007). Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung, Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Umwelt-Wissen Nr. 0707.215 S.
- CKW (2005), Feasibility Study: Run of the River Hydro Electric Power Plant in Malters Switzerland, Nr. 039016779, Autor H.P. Wyss, August 2005.
- IM Ingenieurbüro Maggia AG Locarno (2009). Hochwasserschutz und Renaturierung Kleine Emme und Reuss, Holzrückhalteanlage Ettisbühl-Malters, Technischer Bericht und Pläne des Bauprojektes, Bericht Nr. 11.1959.32-RT01 im Auftrag der Dienststelle für Verkehr und Infrastruktur des Kantons Luzern (vif).
- Möller, G., Weitbrecht, V. und Nussle, D. (2009). Matteschwelle Bern – Erkenntnisse zur Hochwassersicherheit aus hydraulischen Modellversuchen, «Wasser Energie Luft» 101. Jahrgang, Heft 2, 2009, Seite 146–152.
- Hunziker, R., Kaspar, H., Stocker, S. und Müller, D. (2009). Schwemmholtz-Management Kleine Emme und Reuss, «Wasser Energie Luft» 101. Jahrgang, Heft 1, 2009, Seite 21–25.
- VAW (2008). Schwemmholtzproblematik an der Matteschwelle Bern, Bericht Nr. 4248, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, unveröffentlicht.

VAW (2009). Hochwasserschutz und Renaturierung Kleine Emme und Reuss – Schwemmholtzrückhalt Ettisbühl/Malters – Hydraulische Modellversuche, Bericht Nr. 4264, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, unveröffentlicht.

Zarn, B. (1992). Lokale Gerinneaufweitung, eine Massnahme zur Sohlenstabilisierung der Emme bei Utzenstorf, Mitteilung Nr. 118, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich.

Anschrift der Verfasser

Simona Tamagni, Dr. Volker Weitbrecht

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und

Glaziologie (VAW), ETH Zürich

Gloriastrasse 37–39, CH-8092 Zürich

tamagni@vaw.baug.ethz.ch

weitbrecht@vaw.baug.ethz.ch

Urs Müller

IM Ingegneria Maggia SA

Via Stefano Franscini 5, Casella Postale 46

CH-6601 Locarno 1, urs.mueller@im-maggia.ch

Dr. Roni Hunziker, Hunziker

Zarn & Partner AG

Schachenallee 29, CH-5000 Aarau

rhunziker@hzp.ch

Hanspeter Wyss

Centralschweizerische Kraftwerke AG

Postfach, CH-6002 Luzern

hanspeter.wyss@ckw.ch

Roger Kolb

Niederer + Pozzi AG

Zürcherstrasse 25

Postfach 365, CH-8730 Uznach

roger.kolb@nipo.ch

Walter Baumann

Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kantons

Luzern, Abt. Naturgefahren, Schutzbauten

Arsenalstrasse 43, CH-6010 Kriens

walter.baumann@lu.ch