



INTERPRAEVENT

2016 – Lucerne, Switzerland

Exkursionsführer Luzern, EX2
Excursion Guide Lucerne, EX2

INTERPRAEVENT 2016

**HOCHWASSERSCHUTZ IN DER AGGLOMERATION
UND STADT LUZERN**
***FLOODING PROTECTION IN LUCERNE AND
SURROUNDINGS***

Mittwoch, 1. Juni 2016
Wednesday, 1 June 2016

**Leben
mit
Naturrisiken**

**Living
with natural
risks**



Exkursionsprogramm

Excursion program

ÜBERSICHT

Das Hochwasserereignis vom 21./22. August 2005 an der Kleinen Emme hatte in der Agglomeration Luzern versicherte Schäden in der Höhe von 320 Millionen Franken verursacht. Im innerstädtischen Schadensgebiet - am Seetalplatz - wird die Hochwassersicherheit zusammen mit einer Neugestaltung der Verkehrsträger realisiert.

Die Kleine Emme führt nach Gewittern im stark bewaldeten Einzugsgebiet immer wieder Schwemmholz mit sich. Das Hochwasser vom 21./22. August 2005 hatte schätzungsweise 4'000 m³ Schwemmholz mobilisiert.

Der Vierwaldstättersee wird seit 1861 mit einem Nadelwehr (Poirée-Wehranlage) reguliert. In den Jahren 2009-2011 wurde die Reusswehranlage saniert. Das Stirn- und das Längsnadelwehr sind von kultur- und industriehistorischer Bedeutung.

OVERVIEW

The flooding event in August 2005 in the Kleine Emme caused damage costs of 320 million francs in the municipality of Lucerne. The most severe damage occurred at the Seetalplatz, one of the most active development zones and transit junctions in the city. A new protection concept was developed and transit routes had to be re-planned.

The Kleine Emme is known for its potential to transport woody debris since the watershed is largely forested. An estimated 4000 m³ of debris was transported in the 2005 event.

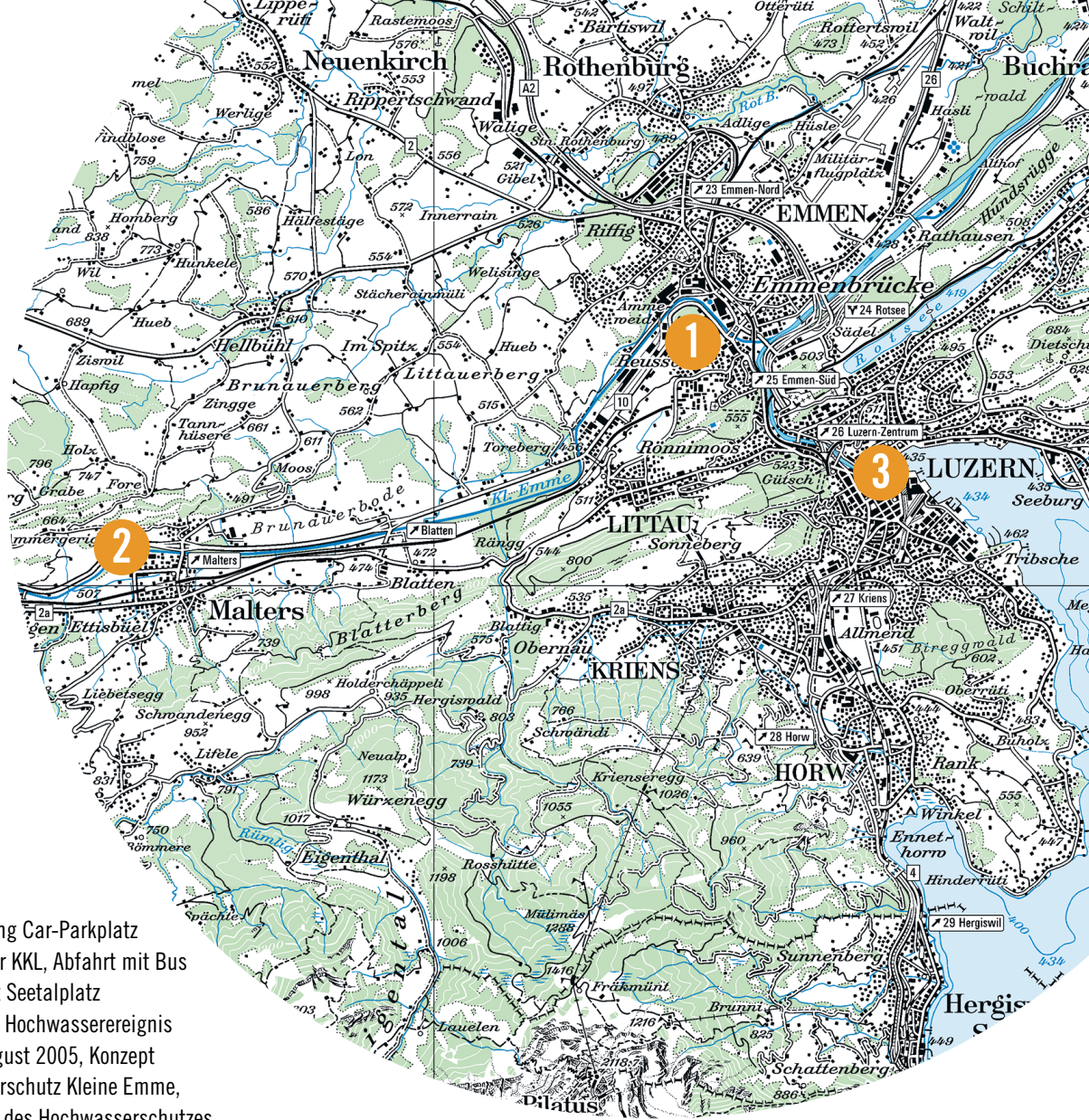
A system of weirs (Poirée weir) has been used to regulate water levels and outflow on Lake Lucerne since 1861. Major renovations were made to the Reuss weir system between 2009 and 2011, though the primary components of the stave weir were maintained, as they hold particular cultural and industrial importance in this region.

Inhalt

- 4 Hochwasser vom 21./22. August 2005 an der Kleinen Emme
- 6 Hochwasserschutz am Seetalplatz
- 12 Schwemmholz an der Kleinen Emme
Holzrückhalteanlage Ettisbühl, Malters
- 16 Regulierung des Vierwaldstättersees
- 20 Reusswehranlage: moderne Steuerung und manuelle Bedienung
- 22 Quellen und Literatur

Content

- 4 Flooding in the Kleine Emme in August 2005
- 6 Flood protection for Seetalplatz
- 12 Woody debris in the Kleine Emme
Removal of woody debris at Ettisbühl, Malters
- 16 Regulating water levels on Lake Lucerne
- 20 Reuss weir system: modern operation via manual control
- 22 References



Zeitplan

- 07.45 Besammlung Car-Parkplatz
Inseli hinter KKL, Abfahrt mit Bus
- 08.30 ① Ankunft Seetalplatz
Einführung Hochwasserereignis
21./22. August 2005, Konzept
Hochwasserschutz Kleine Emme,
Integration des Hochwasserschutzes
am Seetalplatz in die Gesamterneuerung
der Verkehrsinfrastruktur und Holzrückhalt
- 09.20 Exkursion auf Baustelle
- 10.30 Zwischenverpflegung
- 11.00 Bus ab Seetalplatz nach Malters
- 11.40 ② Rundgang Kleinwasserkraftwerk (KWKW)
Ettisbühl: Rechen - Wanderweg - Badeanlage
- Stauklappe - Infopavillon Steiner Energie AG
- 13.00 Mittagessen Infopavillon / Zelt
- 14.45 ③ Bus nach Luzern Mühlenplatz und
Gruppenaufteilung A und B
- 15.20 Posten 1) Regulierung VWSS, Reusswehr-
sanierung
Posten 2) Ausrüsten mit Schwimmwesten und
verschieben auf Reusswehranlage
Posten 3) Steuerung
Posten 4) Nadelsetzgerät
Posten 5) Stirnwehr
Gruppe A: Posten 1) mit Zwischenverpflegung und
Restaurationsbetrieb Mühlenplatz, 2), 3), 4), 5)
und Schwimmwesten abgeben bei 2).
Gruppe B: 2), 3), 4), 5), Schwimmwesten abgeben,
Zwischenverpflegung, Restaurationsbetrieb
Mühlenplatz bei 2), 1)
- 16.50 Abschluss der Exkursion und individuelle Rückkehr
in die Hotels

Schedule

- 07.45 Meeting at Car-Parking Inseli behind KKL,
departure by Bus
- 08.30 ① Seetalplatz: Introduction to the flood event
Flood protection, re-planning transit
infrastructure and removal of woody debris
- 09.20 Visit construction site
- 10.30 Coffee break
- 11.00 Bus to Malters
- 11.40 ② Tour of the hydroelectric dam at Ettisbühl:
Rakes – walking trail – pool – flood gates –
info centre at Steiner Energie AG
- 13.00 Lunch
- 14.45 ③ Bus to Lucerne, Mühlenplatz; division
into groups A and B
- 15.20 1: Regulating system and renovation
of the Reuss weir system
2: Distribution of life vests, water tour of
the Reuss weir system
3: Manual and automated control of the system
4: Machine-assisted exchange of needle parts
5: Transverse stave weir
- 16.50 Closing remarks

Hochwasser vom 21./22. August 2005 an der Kleinen Emme *Flooding in the Kleine Emme in August 2005*

Am 21./22. August 2005 ereignete sich ein Hochwasser von katastrophalem Ausmass. An der Kleinen Emme wurde es nach einer Überprüfung und Überarbeitung der Hydrologie grösser als ein HQ_{100} eingestuft (BAFU Messstation Emmen [2634]: $HQ_{100} = 686 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{2005} = 760 \text{ m}^3/\text{s}$). Im Unterlauf betrug die Summe der versicherten Schäden 320 Mio. Franken. Die vorhandene Abflusskapazität war im gesamten Unterlauf erschöpft. So betrug in Wolhusen die Kapazität $400 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einem Q_{2005} von $640 \text{ m}^3/\text{s}$, in Malters $450 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einem $Q_{2005} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ und in Littau (heute Luzern) $500 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einem $HQ_{2005} = 760 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Schutzbauten von 1905 erlitten massive Schäden, stellenweise kollabierten sie vollständig. Das Konzept für die Wiederherstellung der Hochwassersicherheit im Projektperimeter von Wolhusen bis zur Einmündung der Kleinen Emme in die Reuss sah vor:

- Differenzierter Hochwasserschutz gemäss Schutzzielmatrix des Kantons Luzern. Zentral ist der Schutz des geschlossenen Siedlungsraumes vor einem HQ_{100} .
- Naturnaher Wasserbau und Renaturierungen wo möglich und sinnvoll
- Holzentnahme aus der Kleinen Emme
- Notfallplanung (schweizweites Pilotprojekt)

Das Projekt „Hochwasserschutz und Renaturierung Kleine Emme“ lag 2010 öffentlich auf und wurde 2012 vom Regierungsrat bewilligt. Der Projektperimeter umfasst eine Länge von 23 km, der Kostenvoranschlag von 2010 beläuft sich auf 161 Mio. Franken.

The flood event on 21–22 August 2005 in the Kleine Emme was larger than a HQ_{100} event (BAFU station Emmen [2634]: $HQ_{100} = 686 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{2005} = 760 \text{ m}^3/\text{s}$) and incurred damage costs of 320 million francs. The discharge capacity was exceeded in all lower sections of the river:

in Wolhusen $Q_{2005} = 640 \text{ m}^3/\text{s}$ (capacity = $400 \text{ m}^3/\text{s}$), in Malters $Q_{2005} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ (capacity = $450 \text{ m}^3/\text{s}$) and in Littau (today Lucerne) $HQ_{2005} = 760 \text{ m}^3/\text{s}$ (capacity = $500 \text{ m}^3/\text{s}$). The original mitigation structures from 1905 were severely damaged or completely collapsed. The post-event project for flood protection targeted the section between Wolhusen and the confluence of the Kleine Emme with the Reuss, and included:

- flood protection based on the safety matrix of the Canton Lucerne; the central concept was protection of settled areas in a HQ_{100} event
- engineering interventions and renaturation that create as natural a surrounding as possible
- removal of woody debris from the Kleine Emme
- emergency planning (as part of a nation-wide pilot project).

This project was proposed in 2010 and passed by the cantonal government in 2012. The project extends along a 23-km section and had a proposed budget of 161 million francs.



Schwemmholz aus der Kleinen Emme im Industrieareal, Emmen. Aufnahme 23. August 2005. *Woody debris in the Kleine Emme, industrial zone in Emmen (23 August 2005)*



Weggerissene Kantonsstrasse, Kleine Emme, Werthenstein. Aufnahme Schweizerische Luftwaffe 22. August 2005.
Damage to the main road, Kleine Emme, Werthenstein (Swiss Air Force, 22 August 2005)



Hochwasserschutz am Seetalplatz *Flood protection in Seetalplatz*

Der Seetalplatz ist der grösste und der am stärksten frequentierte Verkehrsknotenpunkt auf dem Kantonsstrassennetz. Das Hochwasser vom 21./22. August 2005 verursachte hier über die Hälfte aller Schäden, welche im Kanton Luzern verzeichnet worden waren. Der Seetalplatz ist auch städtebaulicher Entwicklungsschwerpunkt der beiden Gemeinden Luzern und Emmen.

Um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten, ist die Gerinnekapazität unter Freibordbedingungen zu erhöhen. Die Kleine Emme wird im Mündungsbereich zur Reuss mit einem zweiten Flussarm ergänzt. Ausserdem wird er naturnah gestaltet, dient als Naherholungsgebiet und erlaubt zudem den Zugang an die Kleine Emme und Reuss.

Ein Eisenbahndamm im Bereich des zweiten Flussarms ist durch zwei Eisenbahnbrücken zu ersetzen. Die beiden Zollhausbrücken sind um je 7 m zu verlängern und die Unterseiten sind bis 1.5 m anzuheben.

Seetalplatz is one of the busiest transit junctions in the Canton and incurred over half of the total documented damage costs in 2005. It is also an important development zone for the municipalities of Lucerne and Emmen.

The first priority post-event was to increase channel capacity. A secondary arm was planned at the confluence of the Kleine Emme with the Reuss. This area was planned as a natural, park-like setting and provides recreational access to both rivers. To accommodate the railway, the protection dam was replaced by two rail bridges. The covered vehicle bridges were replaced, extended by 7 m and raised by 1.5 m. The project involved re-planning the transit infrastructure and seven new bridges. 39 million francs of the total project costs were allocated to engineering measures in the river.

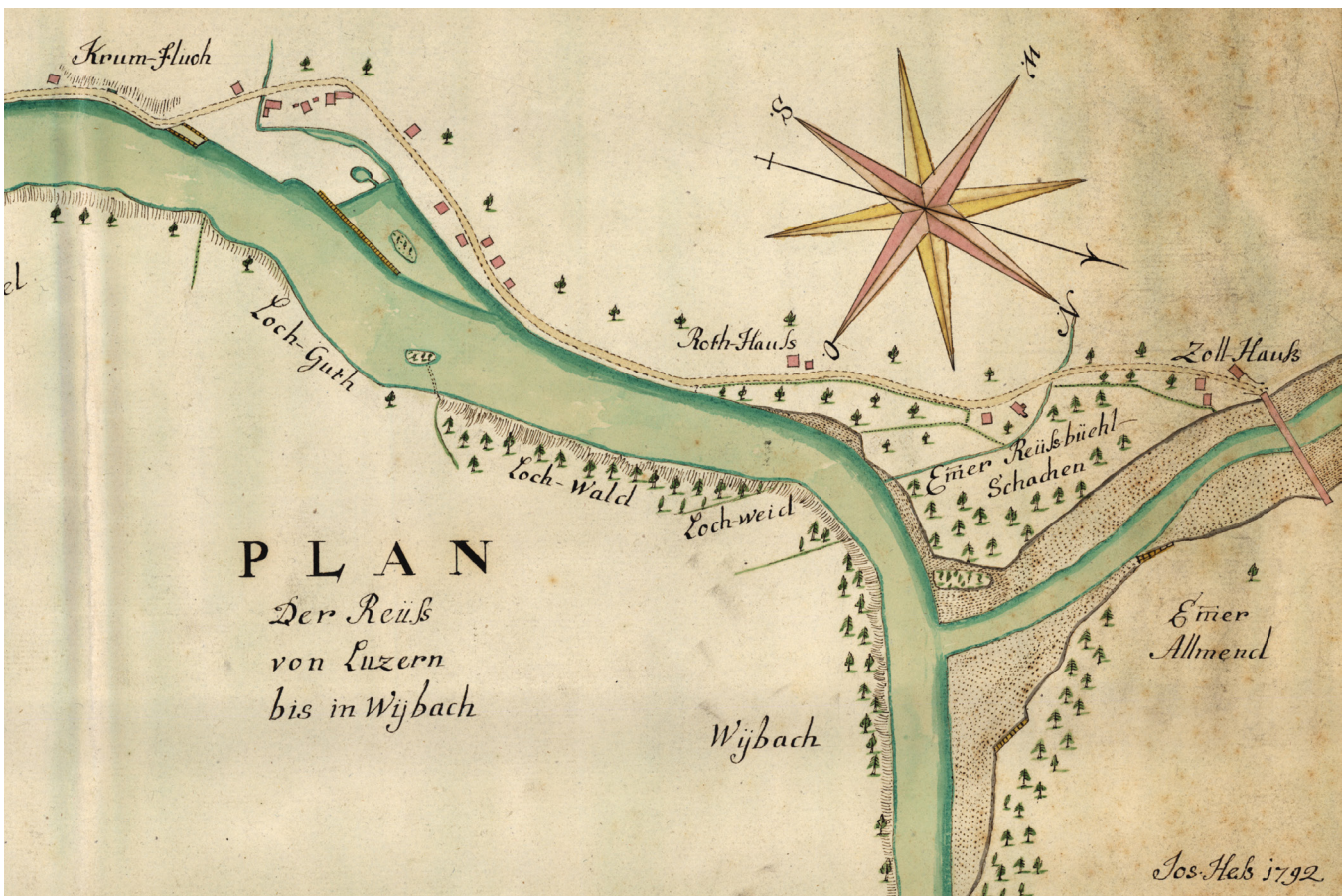


Übersicht Mündung der Kleinen Emme in die Reuss, Seetalplatz, Emmen. Aufnahme vif 27. Mai 2015.
Overview of the confluence into the Reuss, Seetalplatz, Emmen (Verkehr und Infrastruktur [vif], 27 May 2015)

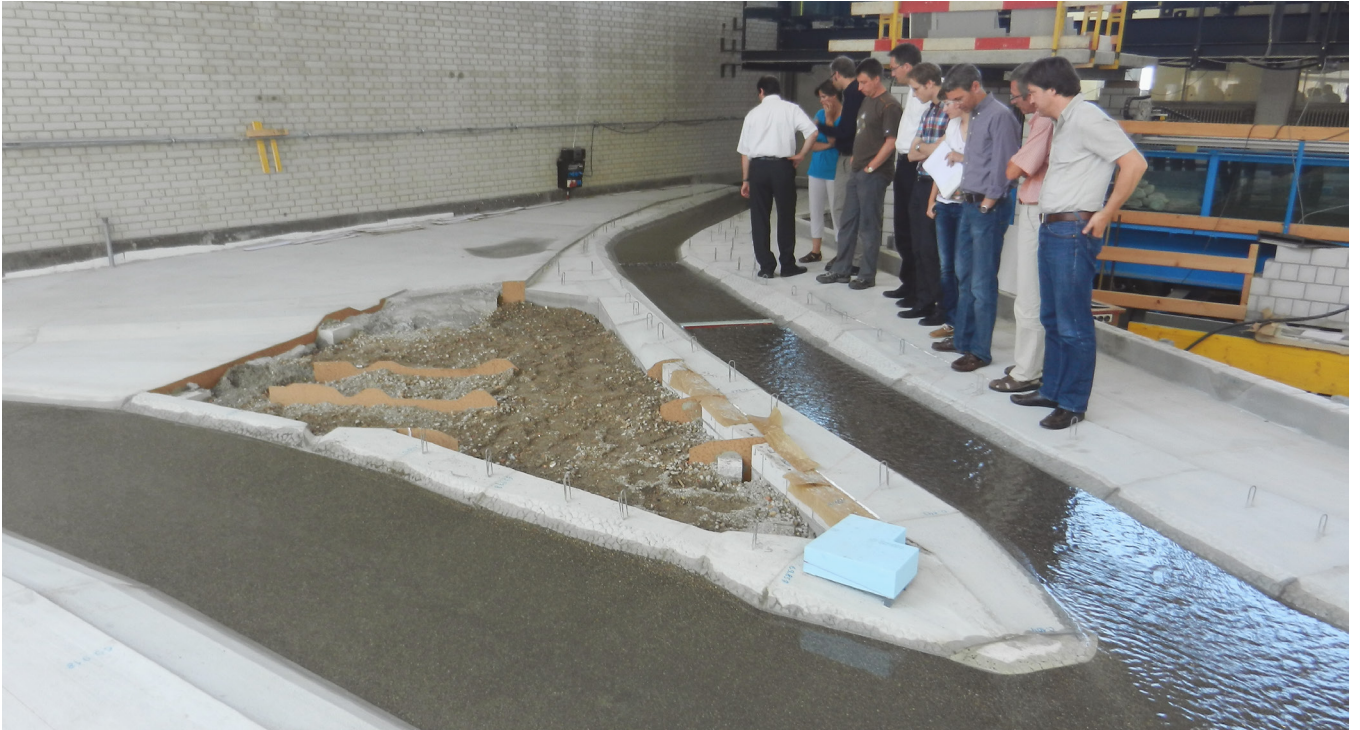
Zusammen mit der Neugestaltung des Verkehrssystems entstehen sieben neue Brücken. Von den Gesamtkosten von 190 Mio. Franken beträgt der Anteil für die wasserbaulichen Massnahmen 39 Mio. Franken.



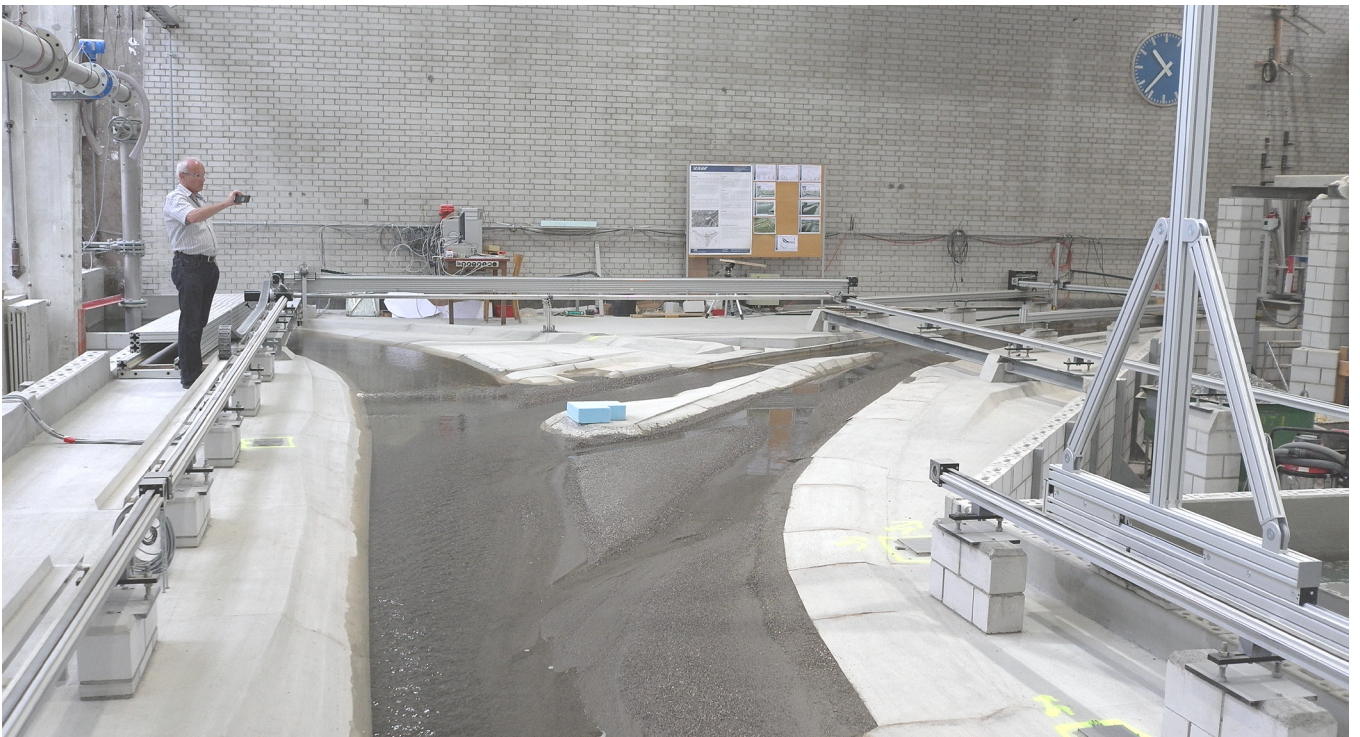
Die wilde unverbaute Reuss in der Gegend von Luzern
 Radierung von B.A. Dunker um 1780.
 The Reuss in its original form in the area of Lucerne
 (etch by B.A. Dunker in ca. 1780)



Auf diesem Plan sind die unverbaute Emme und Reuss sichtbar. (Ausschnitt des Plans der Reuss von Luzern bis Wybach von Joseph Hess, 1792, Staatsarchiv Kanton Luzern).
 Map of the Emme and Reuss before the era of engineering interventions (excerpt from the full map of the Reuss between Lucerne and Wybach by Joseph Hess, 1792, State Archives of Lucerne)



VAW-Modell der Ausgangssituation. Aufnahme vif 6. Juli 2011.
Model of the pre-scenario (current situation), Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) (vif, 6 July 2011)



VAW-Modell mit projektiertem Doppellauf der Emme. Aufnahme vif 4. Juni 2012.
Model of the post-scenario with the secondary arm on the Emme, Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) (vif, 4 June 2012)



Auf Verschubbahnen im Rohbau fertig erstellte Eisenbahnbrücke, Kleine Emme, Emmen. Aufnahme vif April 2014.
The new railway bridges on supports, Kleine Emme, Emmen (vif, April 2014)



Eingeschobene und in Betrieb genommene Eisenbahnbrücke, Aushub des zweiten Flussarmes, Kleine Emme, Emmen.
 Aufnahme vif September 2014.
The railway bridges after installation above the planned secondary arm, Kleine Emme, Emmen (vif, September 2014)



Kiesentnahme im Mündungsbereich zur Reuss, Kleine Emme, Emmen. Aufnahme vif November 2013.
Excavation of gravel at the confluence with the Reuss, Kleine Emme, Emmen (vif, November 2013)



Sitzstufen, Kleine Emme, Emmen, Aufnahme vif, Mai 2014.
Access and sitting area along the bank, Kleine Emme, Emmen (vif, May 2014)

Schwemmholz an der Kleinen Emme

Das Einzugsgebiet der Kleinen Emme umfasst 480 km². Davon sind 182 km² oder 38 Prozent des Einzugsgebietes bewaldet. Ein Grossteil der Waldungen stockt auf instabilem Untergrund. Nach lokalen Gewittern oder langanhaltenden Niederschlägen ereignen sich oft Spontanrutschungen und Hangmuren; ganze Waldpartien gelangen so in die Fließgewässer. Am 29. Juli 2008 beispielsweise ging an der Grossen Entlen ein lokales Gewitter nieder. In der Folge rutschten ca. 1.5 ha Wald ab. Die Abbildung zeigt den Schwemmholzteppich nach rund 30 km Transportdistanz.

Das Hochwasser vom 21./22. August 2005 riss entlang der Kleinen Emme rund 7 ha Wald mit sich; mobilisiert wurden im ganzen Einzugsgebiet schätzungsweise 4000 m³ Schwemmholz. Rund 3500 m³ davon wurden im Siedlungsraum abgelagert.

Woody debris in the Kleine Emme

The watershed of the Kleine Emme is 480 km², of which 182 km² (38%) is forested. The ground in many sections is unstable, and slides and hillslope debris slides are fairly common after local thunderstorms or longer periods of precipitation. Significant amounts of woody material can be transported by the river. For example, on 29 July 2008, 1.5 hectares of forest was mobilised by thunderstorms in the Grosse Entlen. The photos below show the mass of debris ca. 30 km downstream of where it was mobilised.

Approximately 7 hectares of forest were destroyed along the length of the Kleine Emme in the flooding on 21–22 August 2005. An estimated 4000 m³ of debris was transported in the whole watershed, 3500 m³ of which was deposited in town.



Schwemmholzteppich von ca. 400 m³, $Q = 33 \text{ m}^3/\text{s}$ (Messstation Chappelboden [2487]), Kleine Emme, Oberhalb Seetalplatz Aufnahme 29. Juli 2008.

Debris backlog with a volume of ca. 400 m³, $Q = 33 \text{ m}^3/\text{s}$ (station Chappelboden [2487]), Kleine Emme, upstream of Seetalplatz (29 July 2008)



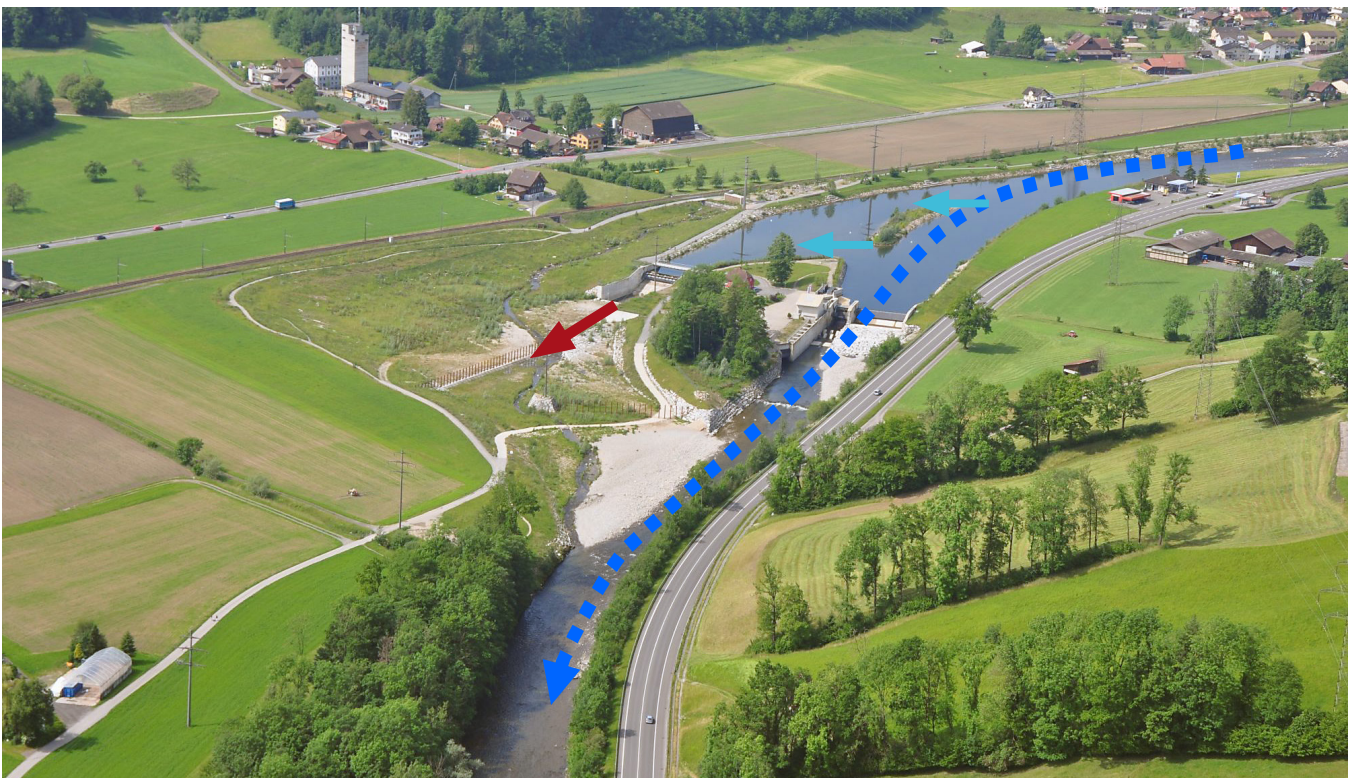
Holzrückhalteanlage Ettisbühl, Malters *Removal of woody debris at Ettisbühl, Malters*

Für eine Holzentnahme aus der Kleinen Emme oder aus der Reuss wurden sieben Standorte evaluiert. Ettisbühl zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Der Standort liegt nach dem Zusammenfluss aller holzführenden Fliessgewässer
- Er liegt vor den grossen Schadenpotenzialen
- Die hydraulischen und topografischen Verhältnisse sind ideal für eine Holzentnahme

Seven locations were investigated as possible sites to retain and remove woody material from the Kleine Emme or Reuss. The location at Ettisbühl had the following advantages:

- downstream of the inflow rivers that transport woody debris
- upstream of the protection objects (damage potential)
- ideal hydraulic and topographic conditions.



Gelände der Holzrückhalteanlage Ettisbühl, Malters. Aufnahme vif vom 8. Juni 2015.
Site in Ettisbühl where woody material can be retained and removed, Malters (vif, 8 June 2015)

Legende:



Gerinne Kleine Emme



Flachsee in Aussenkurve / Flachsee in the outer curve



Ausleitung Holzrückhalteraum / Diversion into the retention area



Situation nach dem Durchgang des Hochwasser, Gelände der Holzrückhalteanlage Ettisbühl, Malters. Aufnahme GVL 23. August 2005.
Situation at the Ettisbühl site after the 2005 flooding, Malters (Gebäudeversicherung des Kantons Luzern [GVL], 23 August 2005)

Der Bau der Holzrückhalteanlage Ettisbühl erfolgte in den Jahren 2009-2011. Die Kosten betragen 7.25 Millionen Franken. Sie ermöglicht den Rückhalt von bis zu 5'000 m³ Schwemmholz.

This site was constructed between 2009 and 2011 for 7.25 million francs. The site was fully operational in 2011. The retention capacity is 5000 m³.

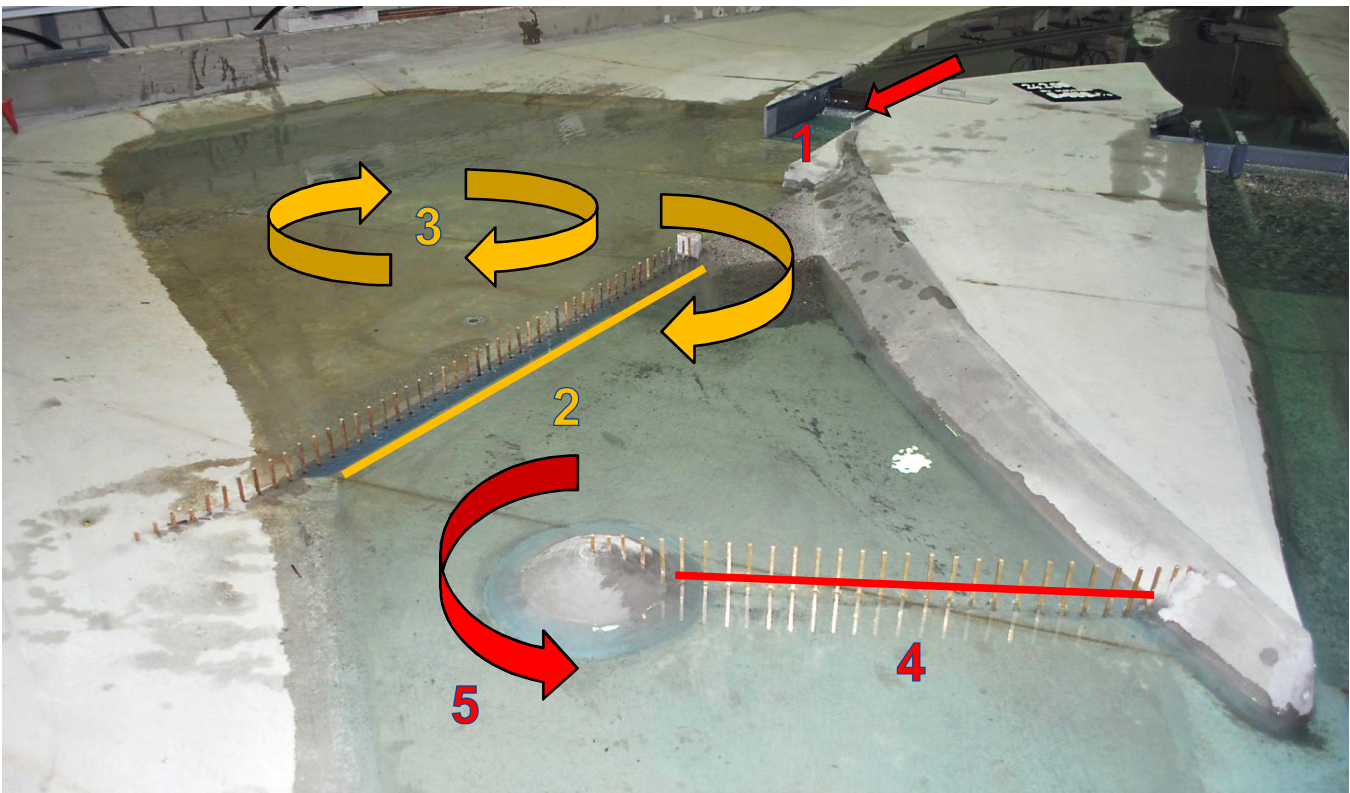


Abb. 15: Physikalische Modellversuche, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) ETH-Zürich (vif 2009).
Physical modelling by the Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW), ETH Zurich (vif, 2009)

1. Ausleitung über ein Tosbecken in den Rückhalteraum
2. Rechen 1 parallel angeströmt
3. Zirkulationszone und Überleitung zu Rechen 2
4. Rechen 2 frontal angeströmt
5. Rückfluss in Kleine Emme

1. Diversion via a holding basin into the retention area
2. Rake barrier 1, flow direction is parallel
3. Re-circulation zone and diversion to rake barrier 2
4. Rake barrier 2, flow direction is perpendicular (frontal)
5. Outflow into the Kleine Emme



Stauklappe geöffnet, Ausleitung Schwemmh Holz aus Flachsee in den Holzrückhalteraum, Ettisbühl, Malers, Aufnahme vif 1. Juni 2013.
The flood gates on the holding basin can be opened to direct debris from the Flachsee into the retention area, Ettisbühl, Malers (vif, 1 June 2013)



Rechen 1, zurückgehaltene Holzmenge ca. 400 m³, Ettisbühl, Malers. Aufnahme vif 1. Juni 2013.
Rake barrier 1, retained volume ca. 400 m³, Ettisbühl, Malers (vif, 1 June 2013)

Bekanntmachung

Das Aufstellen von Zelten und das Übernachten im Areal des Holzrückhalteraaumes sind polizeilich strengstens verboten. Zuwiderhandlungen werden mit Geldstrafe oder Freiheitsentzug bestraft.

Malters, den 1. Juni 2016
Die Polizei-Verwaltung



Notice

Tenting and overnighting is strictly forbidden in the retention area!

Violators will be fined or imprisoned.

Malters, 1 June 2016

Police administration

Regulierung des Vierwaldstättersees *Regulating water levels on Lake Lucerne*



Reusswehranlage, Blick über die Stadt Luzern in das Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees und der Reuss. Aufnahme vif 15. März 2012.
The Reuss weir system, view of the city towards the watershed of Lake Lucerne and the Reuss (vif, 15 March 2012)

Das erste manipulierbare Reusswehr war in den Jahren 1859 - 1861 erbaut worden. Mit dem Reusswehr war für die Linienschiffahrt ein minimaler Seestand von 433.25 m ü.M. zu halten und die Seeanstösser-Gemeinden waren vor Hochwasser zu schützen. Das zugehörige Wehrreglement zur Regulierung des Vierwaldstättersees (VWSS) von 1867 besagte, dass ein monatlich definierter Seestand anzustreben sei. Variierende Eingangsrösse der Regulierungsvorschrift war die Schneehöhe per 1. März der einzigen Messstation im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees auf Trübsee (1'796 m ü.M.).

The first Reuss weir system was built between 1859 and 1861. The objective was two-fold: (i) maintain sufficient water level for boats (minimum 433.25 m above sea level) and (ii) protect lakeshore settlements from flooding. The authoritative regulations from 1867 stated that the water level should be maintained at a height defined monthly. The input parameter to calculate this value was the snow height on 1 March at the only weather station in the watershed, Trübsee (1796 m).



Darstellung des Ausschnittes von der Senti bis und mit Reussbrücke. Bild von 1667, anonymer Votivmaler, Sammlung Bischofberger Zürich.
Painting of the section from the Senti to the Reuss bridge (anonymous, 1667, from the gallery Bischofberger Zurich)



Neubau der steinernen Schwelle von 1788. Gemälde von Jakob Businger, ZHB Luzern, Sondersammlung.
Construction of the stone weir in 1788 (painting, Jakob Businger, Zentral- und Hochschulbibliothek Luzern, special collection)

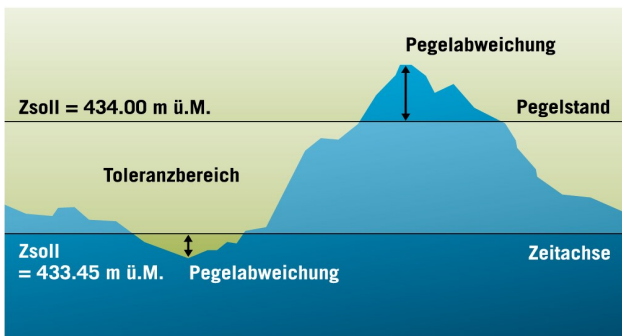


Baustelle des ersten Reusswehrs, in der Mitte ist das Fundament des künftigen Nadelwehrs erkennbar. Fotografie vermutlich aus dem Jahr 1861, anonymer Fotograf, ZHB Luzern, Sondersammlung.
Construction site of the original Reuss weir system; the foundation of the stave weir can be seen in the middle (photograph from ca. 1861, anonymous, Zentral- und Hochschulbibliothek Luzern, special collection)



Für die Sanierung der Reusswehrranlage in den Jahren 2009-2011 mussten das Stirn- und das Längsnadelwehr funktional überarbeitet werden. Die beiden Ziele der bisherigen Seeregulierung 1.) minimaler Seestand für die Linienschifffahrt und 2.) Hochwasserschutz wurde umfassend erweitert um die Erhaltung und Förderung aquatischer Lebensräume im VWSS und der Reuss sowie von Wasservogel- und Laichgebieten von nationaler Bedeutung. Es resultierte eine Regulierungsvorschrift mit

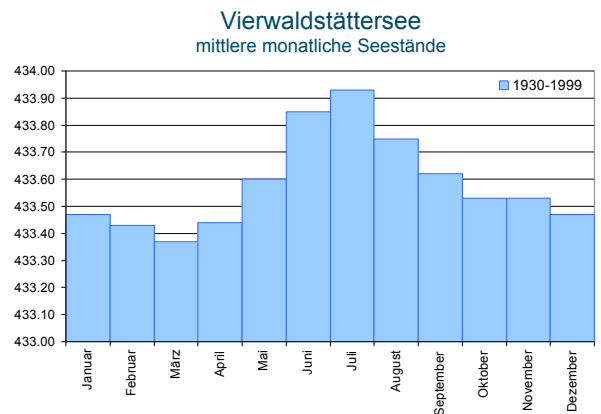
- einem natürlichen Pegelregime des Vierwaldstätter sees innerhalb von Toleranzgrenzen
- einer überproportionalen Drosselung bei einem Seepegel unterhalb des Toleranzbereichs
- einer überproportionalen bzw. vollständigen Öffnung bei einem Seepegel oberhalb des Toleranzbereichs.



Seeregulierung nach dem Wehrrglement von 2011.
Water level regime according to the regulations from 2011

Maintenance of the Reuss weir system and functional restoration of the stave weir were done between 2009 and 2011. The two original management objectives were still relevant (water level for boats and flood protection), though other aspects became important national objectives in this modern age of the weir, e.g. supporting the aquatic habitat, water birds and spawning areas. This resulted in additional regulations:

- a natural water level regime on Lake Lucerne but within threshold levels
- over-proportional (higher than normal) restriction of outflow when lake levels are under the threshold level
- over-proportional (lower than normal) or complete opening when lake levels are above the threshold level.



Ergebnis der Seeregulierung 1930 - 1999 nach dem Wehrrglement von 1867.
Average monthly water levels for the period 1930 to 1999, according to the regulation scheme from 1867.



Reusswehr, Neubau Seitenwehr. Aufnahme vif 7. September 2009.
Reuss weir, reconstruction of the gated weir (vif, 7 September 2009)



Reusswehr, Neubau des Stirnwehrfundamentes. Aufnahme vif 10. September 2012.
Reuss weir, reconstruction of the stave weir foundation (vif, 10 September 2012)



Reusswehranlage: moderne Steuerung und manuelle Bedienung

Reuss weir system: modern operation via manual control

Die Regulierung erfolgt nach einem PID-Regler. Er setzt sich aus drei Komponenten zusammen:

- Proportionalanteil P: funktionale Beziehung zwischen Seestand und Reussabfluss
- Integralanteil I: bewirkt mittel- und langfristige Einhaltung der Toleranzgrenzen auch bei extremen Seezuflüssen
- Differenzialanteil D: reagiert direkt auf rasche Änderungen im Seezufluss und gewährleistet damit eine schnelle Anpassung des Seeausflusses bei Hochwasser

Als Wehrgane stehen das Stirn- und Längsnadelwehr, das Seitenwehr und das Kraftwerk Mühlenplatz zur Verfügung. Am Stirnadelwehr erfolgt das Setzen und Ziehen der Holznadeln manuell - bis auf das Ziehen der Nadeln im letzten Drittel durch das Nadelsetzgerät. Ein vollständiges Setzen oder Ziehen aller Nadeln am Stirnadelwehr benötigt einen Arbeitsaufwand der Wehrmannschaft von

A so-called PID controller is used to regulate the weir system. The three PID components are:

- proportional (P): operates on a functional relationship between lake level and discharge in the Reuss
- integral (I): controls water level within the threshold levels over the mid- to long-term, even with extreme flow input
- differential (D): reacts to rapid changes in flow input and can adapt the outflow quickly in case of flooding.

The whole weir system comprises the stave weir (one component is oriented almost parallel to the flow and one perpendicular), gated weir and hydroelectric dam at Mühlenplatz. On the stave weir, the needles are exchanged manually in the first two-thirds and automatically using a device in the last third. Complete exchange of all needles on this weir requires the equivalent of two working days.



Vorbereitungsarbeiten der Wehrmannschaft am Stirnadelwehr. Aufnahme vif 8. Oktober 2012.
Preparing the perpendicular section of the stave weir (vif, 8 October 2012)



Reusswehr, Nadelsetzgerät am Längswehr im Einsatz. Aufnahme vif 5. Juni 2012.
 Reuss weir, automatic device in operation on the longitudinal section of the stave weir (vif, 5 June 2012)

zwei Arbeitstagen. Für das Setzen und Ziehen der Holz-nadeln am Längsnadelwehr ist ein Hilfsgerät - es wird Nadelsetzgerät genannt - entwickelt worden. Mit Hilfe des Krans können in einem Arbeitsgang bis 4 Nadeln gezogen und auf einen Transportwagen abgelegt werden. Gesetzt werden die Nadeln im Strömungsschatten eines Schildes, in welches die Nadeln mit dem Kran eingeführt und hydraulisch an die Nachbarnadel angepresst werden. Das Längsnadelwehr kann nur offen oder geschlossen betrieben werden. Das Öffnen oder Schliessen des Längsnadelwehrs benötigt einen vollen Arbeitstag. Während den Manipulationen am Längsnadelwehr muss das Seitenwehr geschlossen sein.

The automatic device was developed to exchange the wooden needles on the longitudinal stave weir. With the help of a crane, up to four needles could be removed and loaded onto a transport truck in one working shift. To replace the needles, a plate is used to divert flow and the crane sets and secures the needle to the neighbouring needle. This weir operates either completely open or closed, and changing between these configurations requires a full work day. The gated weir has to be closed to do any manipulations on this weir.



Wehrmannschaft im Einsatz am Stirnwehr. Aufnahme vif 10. September 2012.
Maintenance work on the perpendicular section of the stave weir (vif, 10 September 2012)

Quellen und Literatur

Sources and literature

Bezzola G. R., Hegg C. (Ed.), 2007: Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0707. 215 S.

Bezzola G. R., Hegg C. (Ed.), 2008: Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 2 – Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahrengrundlagen. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0825. 429 S.

Paravicini, Gianni (Hrsg.), 2013: Gestautes Wasser - Regulierter See. Geschichte, Bau und Betrieb der Reusswehranlage in Luzern. Kantonaler Lehrmittelverlag Luzern. 193 S.

Tamagni, S., Weitbrecht, V., Müller, U., Hunziker, R., Wyss, H., Kolb, R., Baumann, W., 2010: Schwemmholtzrückhalt Ettisbühl/Malters, Wasser Energie Luft, 102(4). S. 169-274.

Tamagni, S., Weitbrecht V., 2009: Hochwasserschutz und Renaturierung Kleine Emme und Reuss – Schwemmholtzrückhalt Ettisbühl / Malters: Hydraulische Modellversuche, VAW Bericht Nr. 4264, ETH Zürich.

Versuchsanstalt Für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, 1998: Reusswehr Luzern - Hydraulische Modellversuche zur Erhöhung der Abflusskapazität des Reusswehrs. VAW-Bericht Nr. 4107, ETH Zürich.

Weitbrecht, V., 2013: Hydraulische Modellversuche Reusszopf, VAW Bericht Nr. 4295, ETH Zürich

Autoren:

Authors:

Albin Schmidhauser

Gianni Paravicini

Adina Amrhein

alle Abteilung

Naturgefahren

Organisation:

KANTON LUZERN

Verkehr und Infrastruktur
(vif)

Naturgefahren

Arsenalstrasse 43

Postfach 6010 Kriens 2

Sternmatt

www.vif.lu.ch

