Hydraulische Modellversuche = Essais hydrauliques sur maquette

Autor(en): **Hinkelammert-Zens, Florian / Röber, Isabel**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Anthos : Zeitschrift für Landschaftsarchitektur = Une revue pour le paysage**

Band (Jahr): **56 (2017)**

Heft 4

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-730657

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Hydraulische Modellversuche

Die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW der ETH Zürich überprüft im Auftrag von Kommunen und Unternehmen in einer grossräumigen hydraulischen Modellanlage die Wirksamkeit von Massnahmen zum Hochwasserschutz. 2017 stand das Hochwasserschutzprojekt Würzenbachstollen (LU) auf dem Prüfstand.

Essais hydrauliques sur maquette

Le Laboratoire de génie hydraulique, d'hydrologie et de glaciologie (VAW) de l'École polytechnique fédérale de Zurich teste, sur mandat des communes et des entreprises, l'efficacité des mesures de protection contre les crues sur des maquettes hydrauliques de grandes dimensions. En 2017, c'est le projet de galerie de délestage du Würzenbach, à Lucerne, qui se trouvait sur le banc d'essai.

Florian Hinkelammert-Zens, Isabel Röber, Volker Weitbrecht

Heftige Niederschläge führten im Juni 2015 zu grossräumigen Überflutungen des Würzenbachquartiers in der Stadt Luzern. Insgesamt entstanden Schäden von rund einer Million Franken. Dies, obwohl oberhalb des Stadtgebiets bereits 1978 ein Entlastungsstollen errichtet wurde, der im Hochwasserfall überschüssige Wassermengen vom Würzenbach in den Vierwaldstättersee ableiten sollte (Abb. 1).

En juin 2015, de violentes précipitations ont provoqué d'importantes inondations dans le quartier du Würzenbach, à Lucerne. Les dégâts causés se sont élevés à près d'un million de francs. Une galerie de délestage, destinée à évacuer les eaux de crue excédentaires du Würzenbach dans le lac des Quatre-Cantons, avait pourtant déjà été réalisée en 1978, dans les hauts de la ville (ill. 1).

Aktueller Zustand

Der Einlauf des bestehenden Entlastungsstollens ist in einem Verzweigungsbauwerk angeordnet, welches mit einer Staumauer abgeschlossen ist (Abb. 2, orange Markierung). Vor dem Stolleneinlauf ist ein Feinrechen angeordnet, um das Eindringen von

État actuel

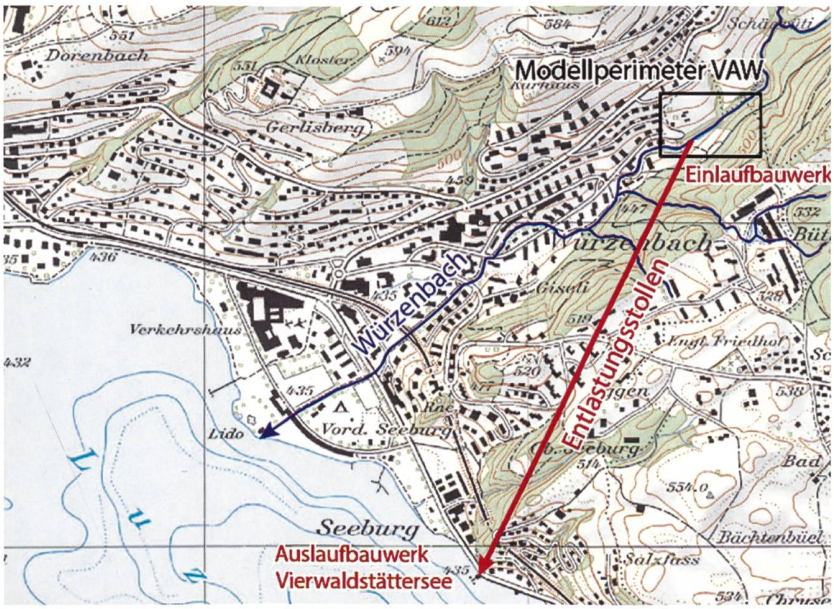
La prise d'eau de la galerie de délestage actuelle est intégrée à un ouvrage d'embranchement terminé par un mur de retenue (ill. 2, marquage orange). Devant celle-ci est posée une grille de retenue destinée à empêcher le bois flottant – branchages et troncs d'arbres notamment – d'y pénétrer. Le bassin sert aussi à retenir les matériaux charriés par la rivière et à éviter que ceux-ci ne se déposent dans son lit.

Or, en 2015, ce dispositif n'a pas fonctionné (ill. 2, à droite). Du fait des intempéries, de grandes quantités de bois flottant et autres matériaux ont obstrué la prise d'eau de la galerie. Les eaux ont débordé du mur de retenue et occasionné d'importantes inondations. La Ville et le canton de Lucerne ont donc pris des mesures immédiates pour améliorer l'efficacité de la galerie de délestage. Une solution durable nécessitera, toutefois, de lourds travaux de transformation de la prise d'eau. Le bureau d'ingénieurs Hunziker, Zarn & Partner (HZP) a été mandaté pour élaborer un projet de protection contre les crues.

État projeté

Au sein du territoire urbanisé, le canal possède une capacité d'écoulement de 3 m^3/s. Pour dimensionner

1 Lage des Würzenbachs sowie des Entlastungsstollens im Stadtgebiet Luzerns.
Localisation du Würzenbach et de la galerie de délestage en ville de Lucerne.



1

VAW ETH Zürich (4)

2

Derzeit durchfliesst der Würzenbach bei geringen Abflüssen eine Fischtreppe (1) und gelangt durch eine regulierbare Öffnung in der Staumauer (2) in das unterstrom gelegene Stadtgebiet. Bei grösseren Wassermengen reicht die Durchflusskapazität der Öffnung in der Staumauer nicht aus und es kommt zum kontrollierten Aufstau des Würzenbachs. Das Wasser erreicht daraufhin über eine Wehrschwelle (3) den Einlauf des Entlastungsstollens (4) und wird in den Stollen abgeleitet.

En cas de faible débit, le Würzenbach franchit une passe à poissons (1) et rejoint, à travers une ouverture réglable pratiquée dans le mur (2), le territoire urbanisé situé en aval. En cas de crue, la capacité d'écoulement de l'ouverture ménagée dans le mur ne suffit pas, ce qui entraîne la rétention contrôlée du cours d'eau. Après avoir franchi un seuil (3), l'eau atteint ensuite la prise d'eau de la galerie (4).

Schwemmholz wie Ästen oder Baumstämmen zu verhindern. Der Stauraum dient auch als Geschieberückhaltebecken und soll starke Sedimentablagerungen im Flussbett unterstrom verhindern.

Dieses Entlastungssystem hat 2015 nicht funktioniert (Abb. 2, rechts). Durch das Unwetter wurden grosse Mengen Schwemmholz und Geschiebe eingetragen, welche den Einlauf des Stollens verstopften. Das Wasser konnte nicht mehr abgeführt werden, überströmte daraufhin die Staumauer und führte im Stadtgebiet zu massiven Überschwemmungen. Stadt und Kanton Luzern haben daraufhin Sofortmassnahmen eingeleitet, um die Wirksamkeit des Entlastungsstollens zu verbessern. Für eine dauerhafte Lösung sind jedoch umfangreiche Umbaumassnahmen am Einlauf des Stollens notwendig. Das Ingenieurbüro Hunziker, Zarn & Partner HZP erhielt den Auftrag zur Entwicklung eines Hochwasserschutzprojekts.

Projektzustand

Das Gerinne hat im Stadtgebiet eine Abflusskapazität von 3 Kubikmetern pro Sekunde (m^3/s), wobei als Bemessungsereignis ein 300-jährliches Hochwasser mit 30,5 m^3/s festgelegt wurde. Im Hochwasserfall muss daher ein Grossteil des Abflusses durch den Entlastungsstollen abgeleitet werden. Gleichzeitig muss der Stollen auch bei massivem Schwemmholz- und Geschiebeandrang betriebsbereit bleiben. Das neu entwickelte Hochwasserschutzprojekt sieht verschiedene Massnahmen vor (Abb. 3).

Modellversuche der VAW

Bei Projekten mit kombiniertem Rückhalt von Geschiebe und Schwemmholz können bereits kleine Änderungen grosse, teils unerwartete Auswirkungen

le nouveau dispositif, on s'est basé sur une crue tricentennale d'un débit de 30.5 m^3/s. Une grande partie des eaux de crue devra ainsi être évacuée par la galerie de délestage, qui doit rester opérationelle même en présence de grandes quantités de matériaux charriés. Le nouveau projet comporte diverses mesures (ill. 3).

Essais sur maquette du VAW

Dans les projets prévoyant la rétention combinée du bois flottant et des autres matériaux charriés, de légères variations peuvent déjà avoir des répercussions importantes – et parfois imprévues – sur l'ensemble du système. En l'occurrence, la capacité de délestage de la galerie du Würzenbach devra être assurée pour une multitude de cas de charge. Le Laboratoire de génie hydraulique, d'hydrologie et de glaciologie (VAW) de l'École polytechnique fédérale de Zurich a ainsi été chargé de tester l'état projeté à l'aide d'essais hydrauliques sur maquette. Cette dernière, qui mesure 14,5 x 3 mètres, reproduit, à l'échelle 1:15, un tronçon de cours d'eau d'environ 170 mètres ainsi que 35 mètres de galerie. Elle permet de mesurer et d'évaluer la caractéristique de séparation de l'ouvrage de délestage, les modifications du fond du lit du cours d'eau et les mécanismes de retenue du bois flottant.

Le VAW a commencé ses essais au printemps 2017. Ceux-ci ont confirmé l'adéquation des transformations projetées. Les résultats ont montré que le bassin de sédimentation des matériaux charriés présenterait des dimensions suffisantes et pourrait contenir les apports de plusieurs crues importantes. En revanche, la rétention du bois flottant ne s'est pas avérée satisfaisante. Au terme de diverses études de variantes, on

2 Entlastungsbauwerk des Würzenbachs im aktuellen Zustand, Blick in Fliessrichtung. Die Staumauer ist orange markiert, die Wehrschwelle weiss.
Ouvrage de délestage du Würzenbach dans son état actuel, vue dans le sens d'écoulement du cours d'eau. Le mur de retenue est indiqué en orange, le seuil en blanc.

3 Projektzustand im hydraulischen Modell der VAW, Blick in Fliessrichtung. Die Staumauer ist blau markiert, die erhöhte Wehrschwelle weiss.
Maquette hydraulique de l'état projeté, vue dans le sens d'écoulement du cours d'eau. Le mur de retenue est indiqué en bleu, le seuil surélevé en blanc.

4 Schwemmholzrückhalt und Geschiebeablagerungen im Modellversuch.
Rétention du bois flottant et dépôt des matériaux charriés, essais sur maquette.

3

Vorgeschlagene Massnahmen:
- Erstellung eines seitlich angeströmten Streichwehrs vor dem Entlastungsstollen. Durch die Anhebung und Verlängerung der bestehenden Wehrschwelle soll der Eintrag von Geschiebe verhindert und die benötigte Abflusskapazität auch bei Verlegung des Rechens garantiert werden (A).
- Ersatz des bestehenden Rechens vor dem Stolleneinlauf durch einen grossflächigen Grobrechen vor dem neu erstellten Streichwehr (B).
- Abbruch der bestehenden Fischtreppe inklusive Zwischenmauer und Ersatz durch eine circa 25 Meter oberstrom angeordnete, fischgängige Blockrampe und damit eine deutliche Erhöhung des Ablagerungsraums für Geschiebe (C).

Les mesures proposées:
- Réalisation d'un déversoir latéral devant la galerie de délestage. En surélevant et en prolongeant le seuil actuel, on empêchera l'afflux de matériaux charriés et garantira la capacité d'écoulement nécessaire même en cas d'obstruction de la grille de retenue (A).
- Remplacement de la grille actuellement située devant la prise d'eau de la galerie par un dispositif de retenue plus grossier devant le nouveau déversoir latéral (B).
- Démolition de la passe à poissons actuelle, mur intermédiaire compris, et réalisation, environ 25 mètres en amont, d'une rampe en enrochements praticable pour les poissons. Surélévation sensible du bassin de sédimentation des matériaux charriés (C).

auf das Gesamtsystem haben. Im vorliegenden Fall muss die Entlastungskapazität des Würzenbachstollens für eine Vielzahl an Lastfällen erhalten bleiben. Die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW der ETH Zürich wurde daher mit der Untersuchung des Projektzustands mittels hydraulischer Modellversuche beauftragt. Das Modell im Massstab 1:15 bildet mit Laborabmessungen von 14,5 Metern mal 3 Metern in Natur circa 170 Meter Fliessstrecke des Würzenbachs sowie 35 Meter des Entlastungsstollens ab. Im Modell werden die Trenncharakteristik des Entlastungsbauwerks, die Sohlveränderungen des Flussbetts sowie der Schwemmholzrückhalt gemessen und beurteilt.

Die VAW begann im Frühjahr 2017 mit ihren Untersuchungen, welche die Zweckmässigkeit der geplanten Umbauten bestätigten. Die Ergebnisse zeigten eine ausreichende Dimensionierung des Geschiebeablagerungsraums, welcher den Sedimenteintrag mehrerer grosser Hochwasserereignisse aufnehmen kann. Der Schwemmholzrückhalt war im Projektzustand noch nicht zufriedenstellend. Nach einer Vielzahl von Variantenuntersuchungen konnte der Rückhalt, insbesondere grosser, für eventuelle Verlegungen kritischer Schwemmholzfraktionen, durch die Installation einer Tauchwand (Abb. 4, grüne Markierung) deutlich verbessert werden.

Aufbauend auf den Ergebnissen der VAW wird derzeit durch HZP die finale Projektlösung entwickelt, welche dann nochmals im Modell der VAW in diversen Hochwasserszenarien validiert wird. Die Untersuchungen werden Ende 2017 abgeschlossen.

a pu, grâce à l'installation d'une paroi immergée, améliorer la rétention des grandes fractions de bois flottant susceptibles d'obstruer le dispositif (ill. 4).

Sur la base de ces résultats, le bureau HZP est en train d'élaborer le projet définitif, qui sera à son tour validé à l'aide de la maquette du VAW pour différents scénarios de crues. Les études s'achèveront d'ici à la fin de l'année 2017.

4