Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 110 (2018)
Heft: 3

Artikel: Absenkversuch Limmat : ein hydraulischer Versuch im Massstab 1:1
Autor: Zünd, Benno / Federer, Markus / Oplatka, Matthias
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941588

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: 10.07.2025

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

Absenkversuch Limmat – ein hydraulischer Versuch im Massstab 1:1

Benno Zünd, Markus Federer, Matthias Oplatka

Zusammenfassung

Der Zürichsee-Spiegel wird in Zürich rund zwei Kilometer limmatabwärts des See-Endes durch das Wehr beim Platzspitz reguliert. Bei grösseren Abflussmengen limitiert die dazwischenliegende Rathausbrücke das Abflussvermögen. Im Rahmen des Projekts «Hochwasserschutz Sihl, Zürichsee, Limmat» hat der Kanton Zürich einen Absenkversuch an der Limmat durchgeführt zur Überprüfung der hydraulischen Modelle. Ziel war die Messung der Wasserlinie bei möglichst hohem Gefälle zwischen See und Wehr. Das bedingte eine fast vollständige Absenkung des Platzspitzwehrs. Das Vorhaben hatte beträchtliche Auswirkungen auf viele Stakeholder und erforderte entsprechende Vorbereitungen. Der Absenkversuch im Mai 2016 lieferte wesentlich aussagekräftigere Werte als frühere Messungen.

Résumé

Le niveau du lac de Zürich est régulé par le barrage du Platzspitz. Ce dernier est situé en aval sur la Limmat, à environ deux kilomètres de l'extrémité du lac. En cas de débits importants, la capacité du tronçon situé entre le lac et le barrage est limitée par le pont du Rathausbrücke. Dans le cadre du projet cantonal «Hochwasserschutz Sihl, Zürichsee, Limmat», un test d'abaissement du niveau d'eau a été effectué sur ce tronçon afin de vérifier le résultat de modèles hydrauliques. L'objectif de ce test était de mesurer la ligne d'eau au long du tronçon pour un gradient aussi élevé que possible, ce qui a nécessité un abaissement presque complet du barrage aval du Platzspitz. Ce projet a eu des implications importantes pour les riverains et a nécessité des préparatifs appropriés. Ce test d'abaissement, qui s'est déroulé en mai 2016, a fourni des résultats beaucoup plus significatifs que les mesures précédentes.

1. Auswirkungen eines höheren Zürichsee-Pegels klären

Das Projekt «Hochwasserschutz Sihl, Zürichsee, Limmat» des Kantons Zürich hat zum Ziel, die Stadt Zürich vor Hochwasser zu schützen. Langfristig soll ein Entlastungsstollen zwischen Langnau am Albis und Thalwil Hochwasserspitzen der Sihl in den Zürichsee überleiten.

Die Pöyry Schweiz AG, die TK Consult AG und die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, untersuchten die Auswirkungen der geplanten Umleitung von Sihl-Hochwasserspitzen in den Zürichsee im Teilprojekt «Massnahmen Zürichsee-Limmat». Die Untersuchungen zeigten, dass eine Überleitung zu einem zusätzlichen Anstieg des Zürichsee-Spiegels von durchschnittlich rund fünf Zentimetern führt. Weiter war abzuklären, ob diese Seespiegelerhöhung durch eine Erhöhung der Abflusskapazität der Limmat in der Innenstadt kompensiert werden kann.

Der Zürichsee wird mit dem 1951 in Betrieb genommenen Platzspitzwehr reguliert. Das Platzspitzwehr liegt aber zwei Kilometer unterhalb des Seeausflusses und verliert bei Hochwasser seine Kontrollfunktion. Grund dafür ist der schmale, durch Einbauten zusätzlich verengte Moränendurchbruch in der Zürcher Altstadt *(Bild 5)*. Dieser Engpass bei der Rathausbrücke limitiert die Abflusskapazität der Limmat – selbst bei völlig abgesenktem Platzspitzwehr – und verursacht einen Anstieg des Zürichsees. Will der Kanton Zürich einem Seespiegelanstieg entgegenwirken, so ist eine Erweiterung dieses Limmat-Engpasses unumgänglich. Eine solche Kapazitätserhöhung dient auch bei kleineren Hochwasserereignissen der besseren Regulierung des Zürichsees.

Für die Berechnung der Auswirkungen auf der Basis von Niederschlagszenarien und zur Untersuchung baulicher Massnahmen wurde die Limmat zwischen Seeausfluss und Platzspitzwehr numerisch in 1D und 2D modelliert. Wasserspiegelmessungen zur Kalibrierung dieser Modelle waren vorhanden, aber mit diversen Mängeln behaftet. Eine eindeutige und aktuelle Eichbasis bei möglichst abgesenktem Wehr fehlte.

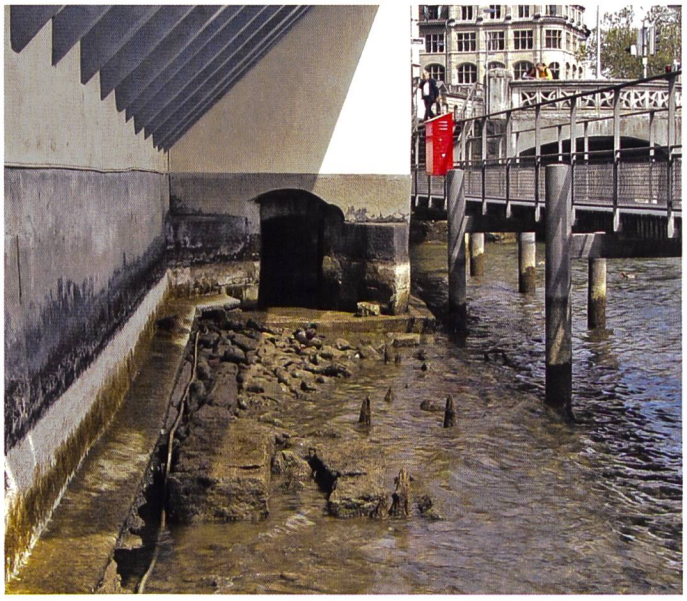

Bild 1. Die abgesenkte Limmat beim Heiristeg mit Resten des alten Holzstegs und den schon seit Längerem dokumentierten Unterspülungen am Heimatwerk (Quelle Andreas Huber).

2. Absenkversuch zur Messung der Wasserlinie bei hohem Gefälle

Aus diesem Grund lancierte das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich im Juni 2013 während eines längeren Seehochstands einen Absenkversuch. Hauptziel war die Überprüfung der numerischen Rechenmodelle (Abstich- und Abflussmessungen). Weitere Ziele waren: schlecht zugängliche Partien der innerstädtischen Ufermauern inspizieren und deren Verhalten bei abgesenktem Wasserspiegel beobachten; Positionen und Verhalten von Wasserfassungen bei abgesenktem Wasserspiegel überprüfen; Strömungsverhalten im Bereich Münster-/Rathausbrücke mit einer neuen Methode (Drohne plus Particle Image Velocimetry, PIV) analysieren.

Geplant war eine schrittweise Absenkung des Platzspitzwehrs. Schon vorher war aber bekannt, dass im Bereich der Walchebrücke eine systemrelevante (d. h. mit weitreichenden Folgen bei einem allfälligen Versagen) Brauchwasserfassung mit hoch liegendem Ansaugstutzen trockenfallen könnte. Diese Fassung wurde während des Versuchs überwacht. Prompt begann sie schon nach dem ersten Absenkschritt Luft anzusaugen, worauf das AWEL den Versuch abbrach. Zwar konnte wenigstens der Ausgangszustand vor der Absenkung noch gemessen werden; auch der Abfluss war dank der Ultraschall-Doppler-Profil-Strömungsmessung (Acoustic-Doppler-Current-Profiler, ADCP) eindeutig bekannt, aber die Wasserspiegelgefälle im unteren Teil waren flach und damit wenig aussagekräftig.

Im Nachgang wurden alle Wasserrechtsnehmer brieflich aufgefordert, ihre Anlagen auf ihre Funktionalität bei tiefen Limmat-Spiegeln zu überprüfen. Die besagte systemrelevante Fassung wie auch weitere wurden baulich angepasst. Daraufhin beauftragte das AWEL die Pöyry Schweiz mit der Organisation eines neuen Absenkversuchs bei möglichst abgesenktem Platzspitzwehr.

Bild 2. Das abgelegte und für zwei Stunden beinahe frei durchströmte Platzspitzwehr, 230 m³/s (Quelle AWEL).

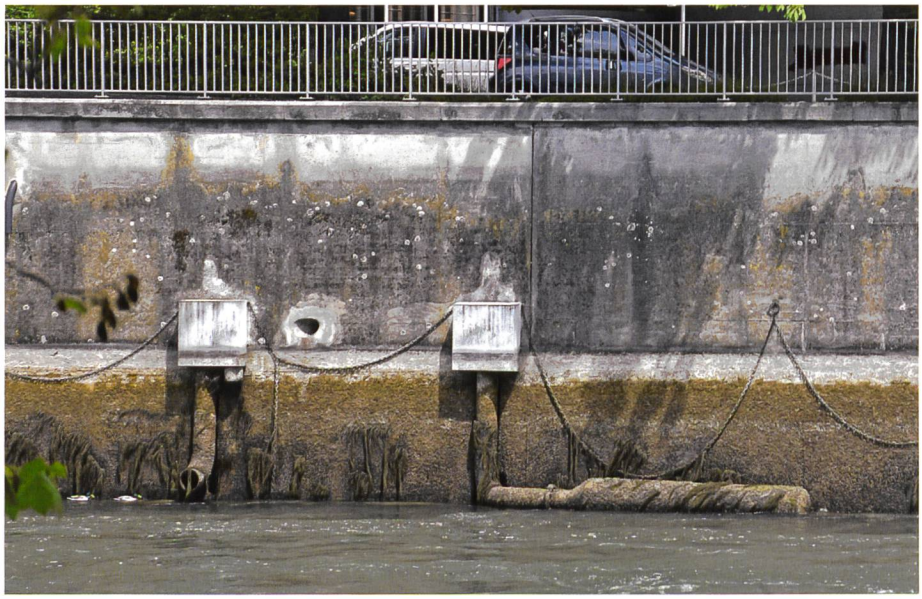

Bild 3. Freigelegte Kühlwasserentnahme oberhalb des Platzspitzwehrs, Fliessrichtung von rechts nach links. Rechts die Fassung mit dem Seiher, links die Rückgabe (Quelle AWEL).

3. Terminierung des Versuchs für Mai/Juni 2016

Die Laichzeit der Salmoniden beschränkt das Zeitfenster für einen Absenkversuch in der Limmat auf die Monate Juni bis September. Das Zeitfenster kann um wenige Wochen erweitert werden, wenn für den Absenkversuch ein Hochwasser genutzt werden kann. Die Sommerferien fallen ebenfalls weg, weil die Akteure nicht verfügbar sind. Und schliesslich ist auch der Herbst ungeeignet, weil dann ausreichende Zuflüsse zur Verhinderung einer zu starken Seeabsenkung nicht gesichert sind. Für die Durchführung des Absenkversuchs verbleibt somit das Zeitfenster Mai/Juni.

Der Versuch wurde schliesslich auf die Nacht vom 27. auf den 28. Juni 2016 terminiert (Fall A). Falls vor Ende Juni ein Hochwasser auftreten sollte, würde der Versuch vorgezogen (Fall B, Seestand über 406.15 m ü. M.). Bei einem Hochwasser sind die Auswirkungen (Absenkung des Zürichsees, Wasserspiegelabsenkungen in Zürich, Abflussänderungen im Unterwasser des Platzspitzwehrs) wesentlich geringer. Im Gegenzug ist die Terminierung kurzfristig, was ausreichende Personalreserven erfordert. Im Fall A wiederum sind die vor wenigen Jahren in Kraft getretenen, fischereilich bedingten Maximalgradienten für die Abflüsse im Unterwasser des Platzspitzwehrs zu beachten. Bei Abflüssen unter 100 m³/s verlängern sie die Versuchsdauer wesentlich und haben daher eine stärkere Absenkung des Zürichsees zur Folge.

4. Planung und Information der Stakeholder

Eine erste technisch zu klärende Frage betraf die Uferstabilität oberhalb des Platzspitzwehrs. Dies umso mehr, weil bei der ersten kompletten Ablegung des Wehrs 1953 ein Stück Ufermauer eingestürzt war. Nach der Beschaffung der verfügba-

ren Pläne bei diversen Amtsstellen wurden die Uferabschnitte beurteilt und priorisiert. Prioritäre Abschnitte wurden auf ihre geotechnische Sicherheit hin untersucht. Zwar resultierte keine signifikante Gefährdung, dennoch wurden zur Erfassung allfälliger Auswirkungen ein Nivellement der Ufermauern sowie Rissprotokolle der flussnahen Liegenschaften erstellt. Für den Fall A wurde zudem eine laufende Vermessung prioritärer Uferabschnitte während des Absenkversuchs vorbereitet. Im Fall B beschränkte man sich auf die Beobachtung der Ufer entlang der Schipfe.

Im Staubereich oberhalb des Platzspitzwehrs bestehen neben der bereits genannten Brauchwasserfassung zehn weitere Wasserrechte. Aufgrund der verfügbaren Unterlagen wurden die Fassungen auf mögliche Beeinträchtigungen durch den Absenkversuch, aber auch auf ihre Relevanz hin untersucht. Zwei Fassungen erwiesen sich als systemrelevant.

Eine Wehrablegung betrifft im heutigen Umfeld auch eine Reihe von weiteren Stakeholdern, was sehr umfangreiche Abklärungen erforderte. Zu nennen sind der Bund und die Anrainerkantone Schwyz, St. Gallen und Aargau als Genehmigungsinstanz eines Absenkversuchs, die achtzehn Limmattalgemeinden und die zuständigen Ämter der Stadt Zürich, die Zürichsee-Schifffahrtsgesellschaft, die Laufkraftwerke und Baustellen entlang der Limmat bis Turgi sowie die Blaulicht-Organisationen.

Ein besonderes Augenmerk galt der Fischerei und den Freizeitaktivitäten: Die Fischer, Flussbäder, Wasserfahrvereine (Pontoniere, Kanuten), Wassertaxis, Bootsplatzinhaber sowie eine Pedalo-Vermietung konnten gut in den Informationsfluss eingebunden werden. Dies ist bei individuellen Erholungssuchenden – Schlauchbootfahrer, Camper – viel schwieriger. Im Fall A wäre der Versuch deshalb nachts durchgeführt worden, mit Kontrollpatrouillen am Vorabend.

Die etwa 150 erfassten Stakeholder wurden zunächst telefonisch kontaktiert und informiert. Danach wurden sie in einen E-Mail-Verteiler aufgenommen, welcher der vorbereitenden Information sowie der Avisierung im unmittelbaren Vorfeld des Versuchs diente.

5. Koordination vieler Beteiligter

Die Versuchsleitung bestand aus Vertretern des AWEL und von Pöyry Schweiz, in enger Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) als Betreiberin des Platzspitzwehrs und des daran angeschlossenen Kraftwerks Letten. Folgende Equipen nahmen am Versuch teil:

- ein Team des Bundesamtes für Umwelt für die ADCP-Abflussmessung am Drahtschmidlisteg direkt oberhalb des Platzspitzwehrs *(Bild 4)*;
- zwei Abstichequipen, zuständig für die eigentliche Wasserspiegelmessung;
- ein Beobachter der Brauchwasserfassungen (systemrelevante Fassungen wurden überdies durch die Betreiber überwacht und zum Teil mit Notversorgungen vorsorglich ausgerüstet);
- zwei Beobachter an der Schipfe (linkes Ufer zwischen Rathaus- und Rudolf-Brun-Brücke, *Bild 1)*;
- eine Vermessungsequipe für die laufende Vermessung prioritärer Uferabschnitte (nur Fall A);
- einer PIV-Equipe der VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich), die mittels Drohne das Strömungsbild aufnahm.

Involviert waren die Kommunikationsdienste der kantonalen Baudirektion und des ewz. Auch Anliegen des Neubauprojekts Platzspitzwehr (hydraulische Beobachtungen und Lärmmessungen) sowie des Tiefbauamts der Stadt Zürich (Inspektion der Ufermauern) waren in den Ablauf zu integrieren.

Vorgängige Begehungen mit den Mess- und Beobachtungsequipen gehörten zur Vorbereitung.

Oberhalb des Platzspitzwehrs wurden die Wasserspiegel mit Abstichmessungen erfasst. Als Abstichpunkte dienten die schon früher verwendeten Endpunkte der seit den Fünfzigerjahren erhobenen Limmat-Querprofile. Diese Punkte waren so zu markieren und zu dokumentieren, dass die Messequipen sie auch in der Nacht schnell auffinden konnten.

Im unmittelbaren Unterwasser des Wehrs gibt es kaum günstige Abstichpunkte, weshalb zusätzlich zu einem bestehenden Schrägpegel zwei Messlatten installiert wurden.

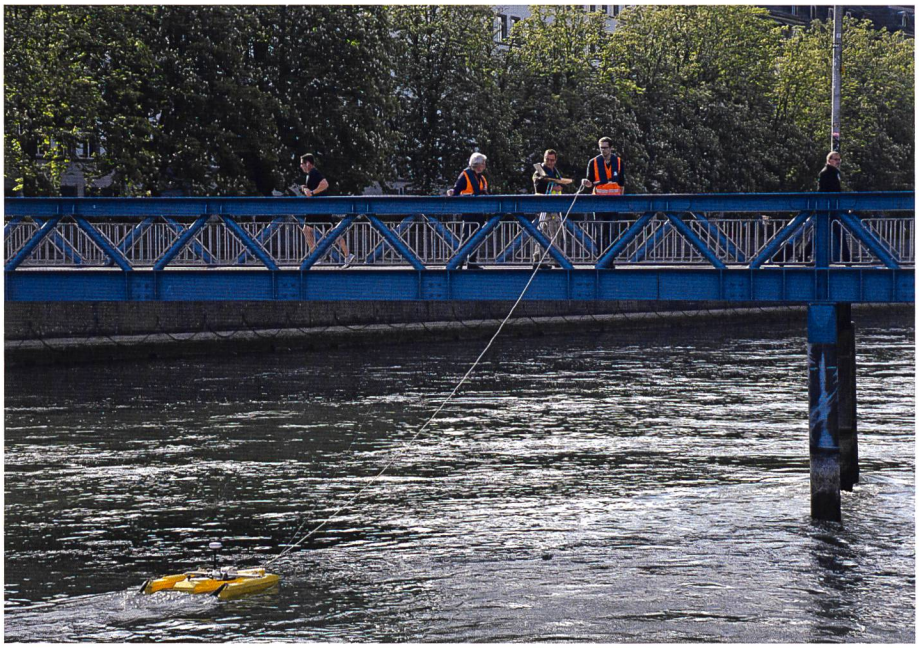

Bild 4. ADCP-Messung am Drahtschmidlisteg, 40 m oberhalb des Platzspitzwehrs (Quelle AWEL).

6. Definierte Abbruchkriterien

Folgende Ereignisse oder Beobachtungen hätten zum sofortigen Abbruch des Versuchs geführt:

- Im Fluss treibt eine Person auf das Wehr zu.
- Die laufende Vermessung der prioritären Uferabschnitte zeigt Auffälligkeiten ausserhalb der Messgenauigkeit (nur im Fall A).
- An den überwachten Ufern werden Ausspülungen von Sedimenten beobachtet (innere Erosion).
- Eine systemrelevante Brauchwasserfassung fällt aus.

Beim Eintreten eines dieser Fälle wäre das Platzspitzwehr so schnell wie möglich gehoben worden. Die Ausnahme bildete eine im Fluss treibende Person: In diesem Fall ist ein genügend schnelles Anheben mit dem gegenwärtigen Dachwehr nicht gesichert. Dieses wäre sofort abgesenkt worden, um die tödliche Wasserwalze zu eliminieren, damit die Person unterhalb des Wehres hätte gerettet werden können.

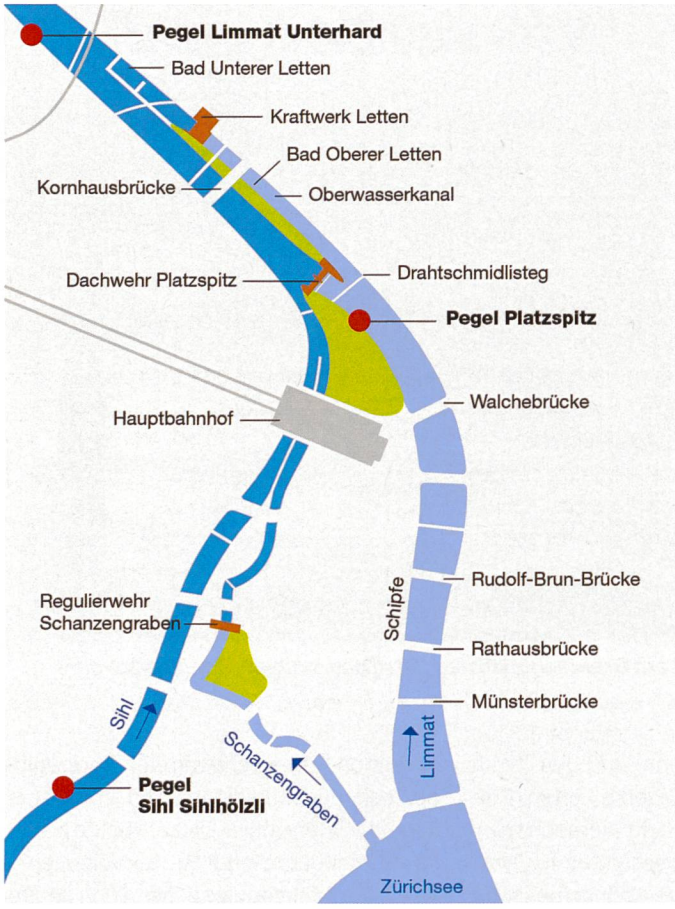

Bild 5. Übersicht Zürcher Innenstadt (Quelle ewz).

7. Absenkversuch am 18. Mai 2016

Vor Pfingsten 2016 zeichnete sich ein kleines Seehochwasser ab, für welches aber zunächst kein ausreichend hoher Seestand prognostiziert wurde. Kurz vor dem Wochenende wurden die Vorhersagen aber stark nach oben korrigiert, sodass die Versuchsleitung die Durchführung des Falls B für den Mittwoch, 18. Mai 2016, ins Auge fasste. Die wichtigsten Beteiligten und Stakeholder konnten noch am Freitag vor Pfingsten informiert werden.

Über das Wochenende wurde der Abfluss aus dem Zürichsee in Absprache mit den betroffenen Kantonen und in enger Zusammenarbeit mit dem BAFU und dem ewz gedrosselt, sodass der See am Messtag noch genügend hoch stand und dennoch keine negativen Auswirkungen am Zürichsee auftraten. In der Nacht vor dem Messtag wurde der Abfluss wieder an das Zürichseereglement angepasst.

Am frühen Morgen fand ein Briefing mit allen Beteiligten statt. Diese erhielten ihr in Taschen vorbereitetes Material sowie letzte Anweisungen zum Ablauf, zur Sicherheit, zu Notfällen und zur Kommunikation. Die ADCP-Messungen begannen sofort und wurden bis zum Versuchsende dreimal wiederholt. In einer ersten Messkampagne wurde der Ausgangsspiegel vor Ablegung des Platzspitzwehrs aufgenommen.

Um 10.45 Uhr begann die Absenkung des Wehrs. Gegen Mittag pendelte sich der Pegel Platzspitz bei 403.80 m ü. M. ein, was praktisch einem Freilauf entspricht (vgl. *Bild 2*) Die zweite Wasserspiegelmessung konnte starten und dauerte wie die erste rund 90 Minuten. Ab 13.50 Uhr wurde das Wehr wieder gehoben. Das Wehr ist in tiefen Lagen nur schwer steuerbar. Dies äusserte sich darin, dass das Wehr auf dem letzten Meter plötzlich absackte.

8. Bessere Messwerte und schadenfreie Absenkung

Der Absenkversuch lieferte Wasserspiegelmessungen bei praktisch ganz abgelegtem Platzspitzwehr und damit bei durchgehend hohem Wasserspiegelgefälle. Die gewonnenen Messwerte sind weit aussagekräftiger als die bisher verfügbaren Daten. Der Vergleich der ADCP-Abflussmessungen mit den Daten aus den relevanten Abflussmessstationen Limmat Unterhard, Sihl, Sihlhölzli und den Angaben des ewz für das Regulierwehr Schanzengraben ergab eine sehr gute Übereinstimmung. So können diesen Wasserspiegelmessungen auch eindeutige Abflüsse zugeordnet werden.

Die Uferstabilität wurde nicht beeinträchtigt. Nur die Ankersteine einiger vor der Schipfe stationierter Weidlinge wurden etwas verschoben. Daraus lässt sich schliessen, dass das Platzspitzwehr im Rahmen der für die Zürichsee-Regulierung festgelegten Abläufe ohne schädliche Folgen für die innerstädtischen Ufermauern ganz abgelegt werden kann.

Die beobachteten Brauchwasserfassungen hatten auch bei diesen sehr tiefen Wasserspiegellagen keine betrieblichen Probleme – mit Ausnahme einer Kühlwasserfassung, deren Auftauchen erwartet worden war *(Bild 3)*. Mindestens eine weitere Fassung war nur noch wenig überdeckt.

9. Gute Vorbereitung als Erfolgsfaktor

Der Absenkversuch war dank der guten Zusammenarbeit der Stakeholder und der Beteiligten erfolgreich. Angesichts der vielen kontaktierten Personen und der zu klärenden Fragen war der problemlose Ablauf keine Selbstverständlichkeit. Der Vorbereitungsaufwand war grösser als zu Beginn erwartet.

Für den langfristigen Hochwasserschutz will der Kanton Zürich die Abflusskapazität der Limmat erhöhen: durch lokale Ausbaggerungen der Flusssohle bei der Rathaus- und der Münsterbrücke sowie durch eine Änderung der Pfeilerkonstruktion der Rathausbrücke. Die Rathausbrücke muss dadurch neu gebaut werden. Zudem wird das Platzspitzwehr aus Altersgründen erneuert, wobei auch eine bessere Regulierbarkeit des Zürichsees angestrebt wird.

Ein allfälliger zukünftiger Absenkversuch, zum Beispiel nach der Erhöhung der Abflusskapazität der Limmat, sollte während eines Hochwassers durchgeführt werden. Dies primär mit Blick auf die in den letzten Jahren rasant angewachsenen Freizeitaktivitäten auf und entlang der Limmat.

Dass eine Wasserspiegelabsenkung im innerstädtischen Raum sorgfältig geplant sein muss, illustriert ein Vorkommnis in Glasgow im August 2017: Eine Schütze des Tide-Wehrs im River Clyde havarierte. Danach konnte der Spiegel oberhalb des Wehrs zum ersten Mal nach 65 Jahren nicht mehr gehalten werden. Das Resultat waren beträchtliche Schäden an Strassen und Wegen entlang der Flussufer.

http://www.eveningtimes.co.uk/news/15501848.River_Clyde__at_lowest_level_for_65_years__after_weir_fails/#gallery3

http://www.bbc.com/news/uk-scotland-glasgow-west-41093744

Anschrift der Verfasser
Benno Zünd, Pöyry Schweiz AG,
benno.zuend@poyry.com
Markus Federer, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), markus.federer@bd.zh.ch
Matthias Oplatka, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL),
matthias.oplatka@bd.zh.ch