

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Schmocker, Lucas; Müller, Hans; Frei, Isabelle; Stalder, Jacqueline; Gander, Brigitta**

## **Sanierung Stauanlagen im Zürcher Oberland**

VAW Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:  
**ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/108454>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schmocker, Lucas; Müller, Hans; Frei, Isabelle; Stalder, Jacqueline; Gander, Brigitta (2021): Sanierung Stauanlagen im Zürcher Oberland. In: Boes, Robert (Hg.): Wasserbau-Symposium 2021. Wasserbau in Zeiten von Energiewende, Gewässerschutz und Klimawandel. Band 1. VAW Mitteilungen 262. Zürich: ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie. S. 57-64.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

Verwertungsrechte: CC BY 4.0



# Sanierung Stauanlagen im Zürcher Oberland

*Renovation of small dams in the canton of Zürich*

**Lukas Schmocker, Hans Müller, Isabelle Frei, Jacqueline Stalder,  
Brigitta Gander**

## **Kurzfassung**

Aufgrund der Anpassung des Stauanlagengesetzes (StAG) resp. der Stauanlagenverordnung (StAV) müssen schweizweit sämtliche kleine Stauanlagen betreffend der besonderen Gefährdung bei einem Dambruch überprüft werden. Eine besondere Gefährdung besteht, wenn bei einem Dammversagen Menschenleben gefährdet oder grössere Sachschäden verursacht werden können. Basierend auf dieser Überprüfung wurden mehrere Stauweiher, die nur noch einen ökologischen bzw. Naherholungscharakter aufweisen, dem StAG und der StAV unterstellt, womit erhöhte Anforderungen an die Damstabilität, die Hochwassersicherheit sowie Unterhalt und Überwachung gestellt werden. Basler & Hofmann AG hat bei mehreren Stauweihern im Kanton Zürich die Flutwellenausbreitung gutachterlich oder mittels 2D-Flutmodellen bestimmt, die Damstabilität überprüft und die Hochwasserentlastung betreffend Kapazität und Schwemmholtzverkläusung beurteilt. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden Sanierungsprojekte so erarbeitet und durchgeführt, dass die Unterstellung unter das StAG und die StAV aufgehoben werden kann. Somit kann mit wenig Aufwand die Sicherheit der teilweise denkmalgeschützten Stauanlagen z.B. «Unterer Weiher» im Neuthal garantiert werden und die Weiher können gleichzeitig als Naturschutzgebiete erhalten bleiben.

## **Abstract**

Due to the adaptation of the Water Retaining Facilities Act (WRFA) and of the Water Retaining Facilities Ordinance (WRFO), all small dams in Switzerland must be checked with regard to the high-risk potential due to a dam breach. A high-risk potential exists if the collapse of a water retaining structure could endanger human lives and/or result in extensive property damage. Based on this safety check, several dams that only have an ecological or local recreational character had to be subjected to the WRFA and WRFO, which requires increased demands on the dam stability, flood safety, and both maintenance and monitoring. Basler & Hofmann AG has assessed the flood wave propagation at several small dams in the canton of Zurich using 2D modeling, checked the dam stability and assessed the flood spillway in terms of capacity and driftwood blocking. Based on these investigations, renovation projects were projected and constructed, so that

the dams are no longer subject to the WRFA and WRFO. This means that the safety of the partially listed facilities can be guaranteed with little effort and the ponds are preserved as nature reserves.

## **1 Einleitung**

Aufgrund der Anpassung des Stauanlagengesetzes (StAG) resp. der Stauanlagenverordnung (StAV) wurden im Kanton Zürich rund 350 Stauanlagen überprüft, ob von Ihnen eine besondere Gefährdung ausgeht. Eine besondere Gefährdung besteht, wenn bei Dammversagen Menschenleben gefährdet oder grössere Sachschäden verursacht werden können. Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich hat ab 2008 sämtliche Weiheranlagen durch die Pöyry AG prüfen lassen (Pöyry, 2009 und 2015). Aufgrund der Überprüfung wurden auch mehrere Stauanlagen des Amts für Landschaft und Natur (ALN) dem StAG und der StAV unterstellt, unter anderen der Sülbachweiher in Bauma und der Brauiweiher in Weisslingen.

Basler & Hofmann AG hat bei diesen Stauweihern die Flutwellenausbreitung und die Dammstabilität überprüft, sowie die Hochwasserentlastung (HWE) betreffend Kapazität und Schwemmholzverklausung beurteilt. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden Sanierungsprojekte so erarbeitet und durchgeführt, dass die Stauweiher nicht mehr dem StAG und der StAV unterstellt werden müssen. Somit können die Naturschutzgebiete der beiden Weiheranlagen erhalten bleiben.

## **2 Vorgehen bei der Projektierung**

Viele der Stauweiher gehören zu ehemaligen Wasserkraftanlagen, die oft zur Energieerzeugung in der Textilindustrie genutzt wurden. Die Anlagen sind oft sehr alt und ihr Zustand nur schlecht dokumentiert. Heute sind die Stauanlagen teilweise Naturschutzgebiete und bieten einen wertvollen Lebensraum für Flora und Fauna. In den letzten Jahrzehnten wurden verschiedene Anlagen punktweise saniert, um z.B. Leckstellen zu schliessen. Für die Beurteilung der heutigen Dammstabilität, die Abschätzung der Flutwelle, sowie die zukünftige Überwachung, wurde ein systematisches Vorgehen gewählt:

- Vermessung der Dämme und Echolotaufnahmen des Weiheruntergrunds zur Festlegung der Dammabmessungen und des effektiven Stauvolumens
- Durchführung von Baugrunduntersuchungen (Kernbohrungen) zur Bestimmung der Bodenkennwerte und Installation von Piezometern für die zukünftige Überwachung
- Erbringen der Nachweise zu Dammstabilität, Erdbebensicherheit und Hochwassersicherheit

- Flutwellenberechnung bei Dammbbruch zur Ermittlung der besonderen Gefährdung

Basierend auf diesen Untersuchungen wurden mittels Variantenstudium bewilligungsfähige Sanierungsprojekte erarbeitet, mit denen die Dammsstabilität und Hochwassersicherheit gewährleistet wird, sowie die besondere Gefährdung entfällt. Ziel war es jeweils, die Stauziele der Weiher so wenig wie nötig zu verändern, um den Lebensraum bestmöglich zu erhalten.

### 3 Beispiele Sanierungsprojekte

#### 3.1 Sülbachweiher

Der Sülbachweiher ( $V \approx 30'000 \text{ m}^3$ ) in Bauma liegt in einem kleinen Seitental des Tösstals im Hauptschluss zum Sülbach. Vor rund 150 Jahren wurde im Sülbachtobel ein Damm ( $H = 9 \text{ m}$ ) aufgeschüttet und der heutige Weiher für die Wassernutzung eingestaut. Der frühere Bestandteil der Wasserkraftanlage ist nun als Naturschutzgebiet von überkommunaler Bedeutung inventarisiert. Aus der Beurteilung der Dammsstabilität resultierte, dass der Damm des Sülbachweihers, basierend auf den geologischen Untersuchungen, die Stabilitätsnachweise gemäss SIA und BFE nicht erfüllte. Der Damm musste daher saniert werden. Zur Abschätzung der Abflussintensitäten bei Dammbbruch wurden das Bruchscenario und der Breschenabfluss anhand der vorhandenen Pläne überprüft und die Fliesswege an der Feldbegehung abgeschätzt. Der maximale Breschenabfluss wurde mit dem progressiven Breschenabflussmodell Breach\_Macchione der ETH Zürich abgeschätzt (VAW, 2011). Mit diesen Angaben wurden die Abflussintensitäten im Ausbreitungsbereich der Flutwelle mittels einfachen Querprofilbetrachtungen unter Annahme von Normalabflussbedingungen berechnet und die besondere Gefährdung nachgewiesen. Bei der Sanierung wurde angestrebt, gleichzeitig die Unterstellung des Sülbachweihers unter das StAG und die StAV aufzuheben.

Basierend auf den Untersuchungen zur Flutwellenausbreitung und der Überprüfung der Dammsstabilität wurde ein Variantenstudium für die Sanierung des Sülbachweihers erarbeitet. Insgesamt wurden fünf Varianten (Rückbau Anlage, Neubau Damm, Sanierung sowie zwei Reduktionen des Stauziels) betrachtet und nach verschiedenen Kriterien bewertet (Basler & Hofmann AG, 2018). Die Bestvariante sah vor den Damm um 3.0 m abzusenken und den Damm wasserseitig mit 30 cm Lehm abzudichten. Die luftseitige Böschung war insbesondere im oberen Bereich sehr steil und wies infolge Setzungen verschiedene Mulden auf. Diese Unterschiede in der luftseitigen Böschungsneigung sollten im Zuge der Dammsanierung ausgeglichen werden. Bei der Absenkung der Dammhöhe

wurde eine einheitliche Böschungsneigung von 45% hergestellt. Das neue Auslaufbauwerk des Weihers wurde am Standort des alten Auslaufbauwerkes auf tieferem Niveau neu erstellt. Die Hochwasserentlastung (HWE) wurde ebenfalls um 3 m abgesenkt und am bestehenden Standort wieder gebaut (Abbildung 1 und 2).



Abb. 1: Neu geschüttet Luftseite des Damms



Abb. 2: Abgesenkte und breitere Dammkrone mit neuem Auslauf

Infolge der Sanierungsmassnahmen reduzieren sich die Dammhöhe sowie das Stauvolumen. Der Breschenabfluss wird dadurch soweit reduziert, dass keine besondere Gefährdung infolge eines Dammbbruchs mehr besteht und die Damm-

Stabilität nach SIA kann gewährleistet werden. Die Unterstellung des Sülbachweihers unter das StAG und die StAV konnte aufgehoben werden und gleichzeitig konnte zumindest ein Teil des wertvollen Naturschutzgebietes erhalten bleiben. Die Bauarbeiten wurden im Winter 2018/2019 durchgeführt.

### **3.2 Brauiweiher**

Der Brauiweiher liegt zwischen Weisslingen und Agasul. Der Brauiweiher ( $V = 110'000 \text{ m}^3$ ) und das 1891 eingerichtete Wirtshaus Brauerei erinnern noch heute an die Kleinbrauerei Wagner, welche von 1884 bis 1903 an der Illnauerstrasse von Weisslingen nach Agasul betrieben wurde. Der damals kleine Weiher diente der Eisproduktion für die Brauerei. 1820 wurde der Brauiweiher mit Hilfe eines Damms ( $H = 3 \text{ m}$ ) zusätzlich aufgestaut und vergrössert. Er diente der Firma Moos AG als Wasserreservoir. Der frühere Bestandteil der Wasserkraftanlage ist nun als Naturschutzgebiet von überkommunaler Bedeutung inventarisiert zum Schutz des Lebensraums seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten und –gemeinschaften.

Der Brauiweiher wurde aufgrund der Untersuchungen von Pöyry AG (2009) dem StAG und der StAV unterstellt, da bei einem Dambruch eine besondere Gefährdung in Weisslingen gegeben ist. Zudem resultierte aus der Beurteilung der Dammsstabilität, dass der Damm nicht genügend stabil ist. Die Hochwassersicherheit ist auch aufgrund der Verklauungsanfälligkeit des bestehenden Auslasses ungenügend. Der Damm des Brauiweihers muss deshalb saniert werden, so dass die notwendige Dammsstabilität wieder gegeben und die Hochwassersicherheit erfüllt ist. Bei der Sanierung wurde gleichzeitig angestrebt, dass die Unterstellung des Brauiweihers unter das StAG und die StAV aufgehoben werden kann.

Basierend auf den Untersuchungen zur Flutwellenausbreitung und der Überprüfung der Dammsstabilität wurde ein Variantenstudium für die Sanierung des Brauiweihers erarbeitet (Neubau Damm, Sanierung Damm sowie Reduktionen Stauziel). Es wurden verschiedene Möglichkeiten zum Erreichen der Dammsstabilität und zur Reduktion des Breschenabflusses betrachtet. Folgende Massnahmen wurden für das Sanierungsprojekt angedacht (Basler & Hofmann, 2019):

- Ausgleich der Unregelmässigkeiten und Schaffung einer einheitlichen Dammhöhe
- Anschüttung der Böschung luftseitig auf 1:2.5 von ursprünglich ca. 1:2
- Abdichtung des Damms mittels Verlängerung der teilweise bereits bestehenden Spundwand über die gesamte Dammkronenlänge

Mit diesen Massnahmen kann die Dammstabilität gewährleistet werden. Zur Sicherstellung der Hochwassersicherheit, wurden folgende Massnahmen umgesetzt:

- Abbruch des alten Auslaufbauwerks, welches gleichzeitig auch als HWE diente, und Rückbau des Ablaufgerinnes.
- Neubau des Weiherauslaufs in Dammmitte, als Niederwasserrinne in der neuen HWE integriert. Die Ableitung luftseitig besteht aus einem natürlichen Gerinne, das mit Blocksteinen befestigt ist und 1.5 m breit ist.
- Neubau HWE als 8 m breite und freie Überlaufsektion die garantiert, dass die HWE nicht mehr infolge Schwemmholz verlegen kann. Die luftseitige Böschung der HWE hat neu eine Neigung von 1:2.5 und wird mittels Rasengittersteinen (Creabeton) vor Erosion geschützt. Die Rasengittersteine werden mittels Ankerbügel zusätzlich gesichert. Die Energiedissipation erfolgt in einem Tosbecken am Ende der Schussrinne, das ebenfalls 8 m breit ist. Vom Tosbecken wird das Wasser in den Fürbach geleitet.

Der Grundablass wird beibehalten bzw. luftseitig in das neue Tosbecken geführt. Die Sanierungsmassnahmen haben im November 2019 begonnen und wurden im März 2020 abgeschlossen (Abbildung 3).



Abb. 3: Neu geschütteter Damm mit integriertem Auslauf und Hochwasserentlastung

Nach der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen ist die HWE nicht mehr verklausungsanfällig. Somit kann zur Berechnung der Flutwelle bei einem Dammbruch die Oberkante der HWE neu als Referenzpunkt gewählt werden. Die masgebende Dammhöhe zur Berechnung der Flutwelle beträgt dann noch 2.4 m. Die Flutwelle wurde mittels Basement 2D einem simuliert. Die Überflutungsbeurteilung zeigt, dass entlang den Gebäuden im Siedlungsgebiet von Weisslingen keine besondere Gefährdung mehr besteht. Die Dorfstrasse in Weisslingen gilt

als nicht stark befahren und wird aus diesem Grund bei der Flutwellenausbreitung als nicht relevant eingestuft. Somit kann mit der Sanierung des Brauiweiher die Gefährdung soweit reduziert werden, dass die Unterstellung des Brauiweiher unter das StAG und die StAV aufgehoben werden kann.

## 4 Schlussfolgerungen

Aufgrund der Anpassung des StAG und der StAV wurden im Kanton Zürich rund 350 Stauanlagen überprüft. Basierend auf dieser Untersuchung werden verschiedene Stauweiher aufgrund des Kriteriums der besonderen Gefährdung bei einem Dammbbruch dem StAG und der StAV unterstellt. Die Unterstellung führt zu hohen Anforderungen an die Dammsstabilität und Hochwassersicherheit, die bei vielen kleinen Stauanlagen nur mit unverhältnismässigem Aufwand erfüllt werden können. Viele der Weiheranlagen sind kommunale oder kantonale Naturschutzgebiete, welche stark unter baulichen Eingriffen oder notwendigen Anpassungen der Stauziele leiden. Mittels moderaten Sanierungsprojekten kann in vielen Fällen die Sicherheit der Stauanlagen garantiert und gleichzeitig die Unterstellung unter das StAG und die StAV vermieden oder aufgehoben werden. Somit können ökologisch wertvolle Weiheranlagen mit verhältnismässigem Aufwand weiterbestehen.

## Referenzen

- Basler & Hofmann (2018). Sanierung Sülbachweiher, Technischer Bericht.
- Basler & Hofmann (2019). Sanierung Brauiweiher, Technischer Bericht.
- BFE (2014). Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil B: Besonderes Gefährdungspotenzial als Unterstellungskriterium. Version 2.0
- BFE (2017). Richtlinie über die Sicherheit von Stauanlagen. Teil C1: Planung und Bau, Version 2.1
- BFE (2019). Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil C3: Erdbebensicherheit, BFE, Version 2.0
- Pöry Schweiz AG (2009). Prüfbericht kleinere Stauanlagen im Kanton Zürich, Wasserrecht h0104, Brauiweiher, Weisslingen
- Pöry Schweiz AG (2015). Prüfbericht Kleinere Stauanlagen im Kanton Zürich, Wasserrecht H0151, Sülbachweiher, Bauma.
- VAW (2011). Benutzeranleitung für BREACH\_MACCHIONE. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW). (erhältlich online: [www.basement.ethz.ch](http://www.basement.ethz.ch)). Project gesponsert vom AWEL, Kanton Zürich, Schweiz.

## **Adressen der AutorInnen**

Lukas Schmocker (korrespondierender Autor)

Hans Müller

Basler & Hofmann AG

CH-8133 Esslingen, Bachweg 1

[lukas.schmocker@baslerhofmann.ch](mailto:lukas.schmocker@baslerhofmann.ch)

Isabelle Frei

Marti AS

NOR-0278 Oslo, Karenslyst Allé 8b

Jacqueline Stalder

Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz

CH-8090 Zürich, Stampfenbachstrasse 12

Brigitta Gander

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Aufsicht Stauanlagensicherheit Kt. ZH

CH-8090 Zürich, Walcheplatz 2