

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 3

Artikel: Frühindustrielle Wasserkraftanlagen: Sanierung und Erhaltung solcher Werke im Zürcher Oberland, Teil 1
Autor: Kaspar, Heinz / Weiss, Heinz Willi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85878>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

Frühindustrielle Wasserkraftanlagen

Sanierung und Erhaltung solcher Werke im Zürcher Oberland (Teil 1)

Im Zürcher Oberland finden sich heute auf kleinem Raum eindruckliche Zeugen der frühindustriellen Wasserkraftnutzung. Wer den Spuren dieser frühen technischen Errungenschaften folgt, wird unmittelbar in den Bann der umrahmenden geographischen, wirtschaftlichen, kulturellen und sozialen Gegebenheiten gezogen. Und wenn so für das Verständnis der «dritten industriellen Revolution» etwas gewonnen wird, lohnt es sich, dem Erhalten dieser Wahrzeichen der «ersten industriellen Revolution» besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Bemerkungen zum Zürcher Oberland

Planerisch gesehen umfasst die «Region Zürcher Oberland» 22 Gemeinden des Bezirkes Hinwil sowie der Bezirke

VON HEINZ KASPAR UND
HEINZ WILLI WEISS,
ZÜRICH

Uster und Pfäffikon. Eine etwas bildhaftere Definition ordnet ihr das Tössberggebiet und das obere Glattal zu. Andererseits ist die Strasse Zürich-Winterthur nicht nur die Verbindungslinie dieser beiden Städte, sondern auch eine Trennlinie zwischen Zürcher Ober- und Unterland. Im Volksmund hingegen beginnt das Oberland erst oberhalb Uster.

Eindeutiger Bestandteil der Region ist das innere Tössbergland in der Gegend von Bauma/Fischenthal. Es wird beschrieben als Hirtenland mit voralpinen Lebens- und Kulturercheinungen, als Schulbeispiel der Streusiedlungen von Höfen und Weilern und ist heute beliebt als Ferien- und Erholungsraum. Umrahmt respektive durchdrungen ist es von den Industrielandschaften im Töss-, Jona- und im Glattal. Als breiter Durchgangskorridor vom oberen Zürichsee zum Zürcher Unterland, von gestreckten Strassen durchzogen, ist das Glattal der Raum verstärkter industrieller Dörfer.

Zum Bild des Zürcher Oberlandes gehört im weiteren der Pfäffikersee, an dessen Ufern die Feuerstellen der frühesten Dörfer der Region, der Pfahlbauten von Robenhausen und von Irgenhausen, verborgen liegen; aus der näheren und weiteren Umgebung stammen verschiedene Funde, die in die Zeit Helvetiens zurückdatieren. An sei-

nem nordöstlichen Ufer beherrschte bereits um das Jahr 300 n.Chr. das Römerkastell Irgenhausen eine beachtliche Strecke der frühgeschichtlichen Verbindungslinie zwischen dem Bodensee und den Bündner Pässen Julier, Septimer und Maloja. Das Stück der Römerstrasse entlang den heutigen Oberländer Ortschaften Illnau, Fehraltorf, Pfäffikon, Wetzikon und Hinwil besass ein Steinbett von bis zu drei Metern Breite.

Im Oberland befindet sich die höchste Erhebung des Kantons, das Schnebelhorn (1300 m ü.M.), einst Nebelhorn geheissen, rund tausend Meter über dem tiefsten Punkt des Unterlandes und damit des Kantons liegend, Quellgebiet der Töss. An seinem Fuss finden sich kaum Spuren der Kelten, noch Überreste römischer Dörfer; auch die seit etwa 450 n.Chr. gegen das schweizerische Mittelland anrollenden Wellen von Alemannen wurden durch das unwirtliche Tössbergland noch eine ganze Weile zurückgehalten: Zell und Fischenthal sind erstmals Mitte bis Ende des 9. Jahrhunderts genannt. Im 17. und noch im 18. Jahrhundert erreichten die frühesten Vorstösse die letzten Höhen unmittelbar unter dem Schnebelhorn. Im Gegensatz zum Pfäffikerseegebiet wurde das obere Tösstal erst etwa 1840 durch richtige Strassen erschlossen. Vorher musste das steinige Flussbett als Fahrweg dienen!

Das Zürcher Oberland, obschon nicht genau begrenzt, unterscheidet sich trotz den inneren Gegensätzen von den übrigen Regionen des Kantons in geographischer, meteorologischer und kultureller Sicht. Typische Oberländer Merkmale finden sich, so die Sprach- und Hausforscher, noch ein schönes Stück entlang der Glatt, und dabei darf man es für den Moment wohl bewenden lassen.

Industrielandschaften oder: Die frühindustrielle Entwicklung

Bereits zu Beginn der Besiedlung im Zürcher Oberland wurde intensiv Viehwirtschaft betrieben, gepaart mit Kleinackerbau. Aber die landwirtschaftlichen Grundlagen waren zu allen Zeiten karg und riefen nach zusätzlichem Einkommen. Tagelöhnerarbeit war notwendig, selbst Kinder wurden ausgeschickt, ihr Brot zu verdienen. Der Druck der Armut trieb auch die Söhne des Oberlandes in die Reisläuferei. Zwar bot das Waldland verschiedene, beschränkte Erwerbsmöglichkeiten. Es gab Köhler, Schindelmacher, Chellenmacher, Korber. Wohl die verbreitetste Hausarbeit, die den dringendsten Lebensunterhalt sichern half und schliesslich im Oberland ganz wesentlich zukunftsgebend wurde, war das Spinnen. Der Anbau von Hanf und Flachs war weitherum üblich. Zum Bild der Bauernstube gehörten im Winter und an Regentagen die spinnenden Frauen und Töchter, unterstützt durch Kinder und Greise. Der damit verbundene Garnhandel und die daraus hervorgegangene Leinenweberei blieben aber noch stark in den Kreis der bäuerlichen Wirtschaftsverhältnisse gebannt.

Dann erreichte die Industrialisierungswelle aus der Stadt das Oberland, noch im 17. Jahrhundert. Das Zürcher Textilgewerbe hatte bereits das Erwerbsleben im Seegebiet und im Knonaueramt umzugestalten begonnen und fing auch an, das Oberland zu beeinflussen. Neue Pflanzenfasern aus fernen Ländern erreichten die Kleinbauern des Tössberglandes. Das Baumwollgewerbe hielt Einzug in kleinen Stuben, verschuldeten Höfen. Diese abgelegene Welt wurde ein Teil eines der ersten Industriegebiete Europas.

Im 18. Jahrhundert vermehrte sich die Bevölkerung im Zürcher Oberland, begünstigt durch die Textilindustrie, in starkem Masse. Im Zuge der einsetzenden Holzkrise wurden die Nutzungsrechte an den Gemeindewaldungen streng beschränkt, Neubauten von Häusern untersagt. Im Oberland behalf man sich, indem die auf eine fixe Zahl festgenagelten Hofstätten in Viertel-, Achtel-, ja Zwölftelgerechtigkeiten aufgeteilt wurden; die Häuser wurden in ebenso viele Teilwohnungen unterteilt. Daraus entstand der wohl eigenwilligste Haustyp der Schweiz: der Flarz (Bild 1). «Flarzen» bedeutet ursprünglich umherkriechen, sich nahe dem Boden bewegen. Ein treffender Ausdruck für

diese langgezogenen, niedrigen, einst schindelgedeckten Bauten! Sie sind heute noch in grosser Zahl im Zürcher Oberland zu finden, mit einer Vielfalt von Formen: Längsflärze, Querflärze und Kombinationen davon.

Dann kam eine erste Welle einer langen Folge von Krisen. Bereits seit 1790 kamen englische Maschinengarne auch in die Schweiz; hinterher folgten die mechanischen Spinnmaschinen. Fabriken wurden eröffnet, und kurz darauf standen die häuslichen Spinnräder still. Allerdings zeichnete sich eine neue hausindustrielle Beschäftigungsmöglichkeit ab: die Weberei. Anstelle der surrenden Spinnräder traten die klopfenden Webstühle – der Webkeller wurde zu einer häufigen Erscheinung des Oberlandes. Kurz darauf verbreitete eine Nachricht Schrecken in den Weberfamilien: erste mechanische Webmaschinen kamen von England.

Mehrere Ereignisse von grosser Bedeutung fallen in diese Zeit. Die Rede von Heinrich Gujer, dem Müllerssohn von Bauma, gehalten am 22. November 1830 in Uster, verhalf dem Zürcher Landvolk zur wohlverdienten, gerechten Volksvertretung im Kanton. Am 22. November 1832 wurden die Flammen in die mechanische Weberei der Firma Korrodi und Pfister in Uster geworfen.

Die verzweifelten Verantwortlichen wurden in Ketten gelegt. Der Zürcher Oberländer Dichter Jakob Stutz (1801–1877) hat die äussere und innere Bedrängnis des Heimarbeitervolkes und das Geschehen in Uster packend bildhaft beschrieben in seinem Band «Der Brand von Uster oder die Folgen verabsäumter Volksaufklärung in Wort und Tat. Ein Zeitgemälde». Er fragt, ob die Hauptquelle des Unglücks bei Uster das unglaubliche Versäumnis war, das im Schulwesen stattgefunden hatte? Ist es ein Zufall, dass in diesem Jahr die Geburtsstunde der gesetzlich verankerten Volksschule schlug? – Im gleichen Jahrzehnt wurde in der Maschinenfabrik Rüti ein neuer mechanischer Webstuhl erfunden, der «Honeggerstuhl», benannt nach dem legendären «Weberkönig» Caspar Honegger (1804–1884). Dies löste etwa um die Jahrhundertmitte eine eigentliche Gründungswelle in der Maschinenweberei aus, vor allem im Jonatal bei Wald/Rüti. Andererseits war dem unermüdlichen Wirken von Caspar Honegger die erste Fabrikkrankenkasse der Schweiz zu verdanken; in einem seiner Betriebe errichtete er eine freie Schule, stiftete Pensionskassen und half, wo immer Hilfe nötig war.

In zunehmendem Masse fanden die Oberländer Beschäftigung in der Baumwollweberei in den Fabriken. Der Kleinbauer wurde Fabrikarbeiter, und



Bild 1. Beispiel des wohl eigenwilligsten Haustyps der Schweiz: Zürcher Oberländer Flarz

der Flarz hatte sich wieder neuen Bedürfnissen anzupassen. So wurde aus dem einstigen Bauernhaus ein Fabrikarbeiterlogis, in dem da und dort Kleinvieh gehalten wurde. Dazu entstanden schmucklose, zweck- und standortgebundene Arbeiterwohnhäuser (Kosthäuser). Diese mehrstöckigen Wohnhäuser bildeten damals eine völlige Neuheit im ländlichen Siedlungsgebiet.

Zwar wurde zu diesem Zeitpunkt noch in vielen bäuerlichen Häusern das Seidenweben heimisch, doch erstarb etwa zu Beginn der siebziger Jahre auch dieser Erwerbszweig. Dann folgte die Welle der Stickerei, die um die Jahrhundertwende als Hausindustrie im Schwunge war. Schliesslich kam im Jahre 1910 die Katastrophe mit der Erfindung des sogenannten «Automaten» durch einen in New York lebenden Schweizer; die Handstickmaschinen im Tössbergland standen für immer still.

Wasserkraftnutzung

Allgemeine Entwicklung

Währenddem zum Antreiben einzelner früherer Spinnmaschinen noch der Strahl eines laufenden Brunnens genügte, erforderten die neueren Maschinen schon bald viel grössere Antriebskräfte. Zuerst waren es noch Ochsen- und Pferdegöpel, die bis in die 1820er Jahre hinein verwendet wurden. Bald aber betrieb man die Maschinen vor allem im Oberland ausschliesslich mit Wasserkraft. Gebunden an die alten Wasserrechte entstanden Fabriken zuerst bei älteren Gewerbebauten wie Mühlen, Sägereien, Färbereien. Für recht lange Zeit fanden für die Krafter-

zeugung fast ausschliesslich Wasserräder Verwendung. Aber die Technik hielt Schritt. Praktisch brauchbare und mit gutem Wirkungsgrad regulierbare Turbinen kamen etwa ab den 1830–1840er Jahren auf den Markt. Sie erlaubten es auch, grössere Fallhöhen auszunützen, womit die Zahl der erteilten Wasserrechte drastisch erhöht werden konnte. Im Zürcher Oberland breitete sich ein Netz von Kanal- und Stausystemen aus.

Noch waren die Fabriken ausschliesslich an wassernahe Standorte gebunden, da die Kraftübertragung rein mechanisch erfolgen musste. Relativ spät folgte die Einführung der Dampfkraft in den schweizerischen Betrieben, mit rund einem halben Jahrhundert Verspätung auf die englische Textilindustrie. Abgesehen von der Ergänzung der vorhandenen Wasserkraft beeinflusste dies die hiesige Textilindustrie kaum mehr, da die in einem knappen Jahrhundert geschaffenen Produktionsstätten den Bedarf weitgehend deckten. Erst die Erfindung elektrischer Kraftübertragung Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts brachte nochmals einschneidende Veränderungen. Zahnräder, Riemen und Seiltransmissionen wurden allmählich ersetzt durch den elektrischen Strom, obwohl beide an vielen Orten noch für einige Zeit nebeneinander wirkten.

Wasserkraftnutzung im Zürcher Oberland

Innert weniger Jahre wurden im Kanton Zürich die ursprünglich durch Mühlen und andere Gewerbebetriebe genutzten Wasserkräfte unter kräftiger Mithilfe des Staates vervielfacht. Parallel zu den Bächen und Flüssen (Bild 2),

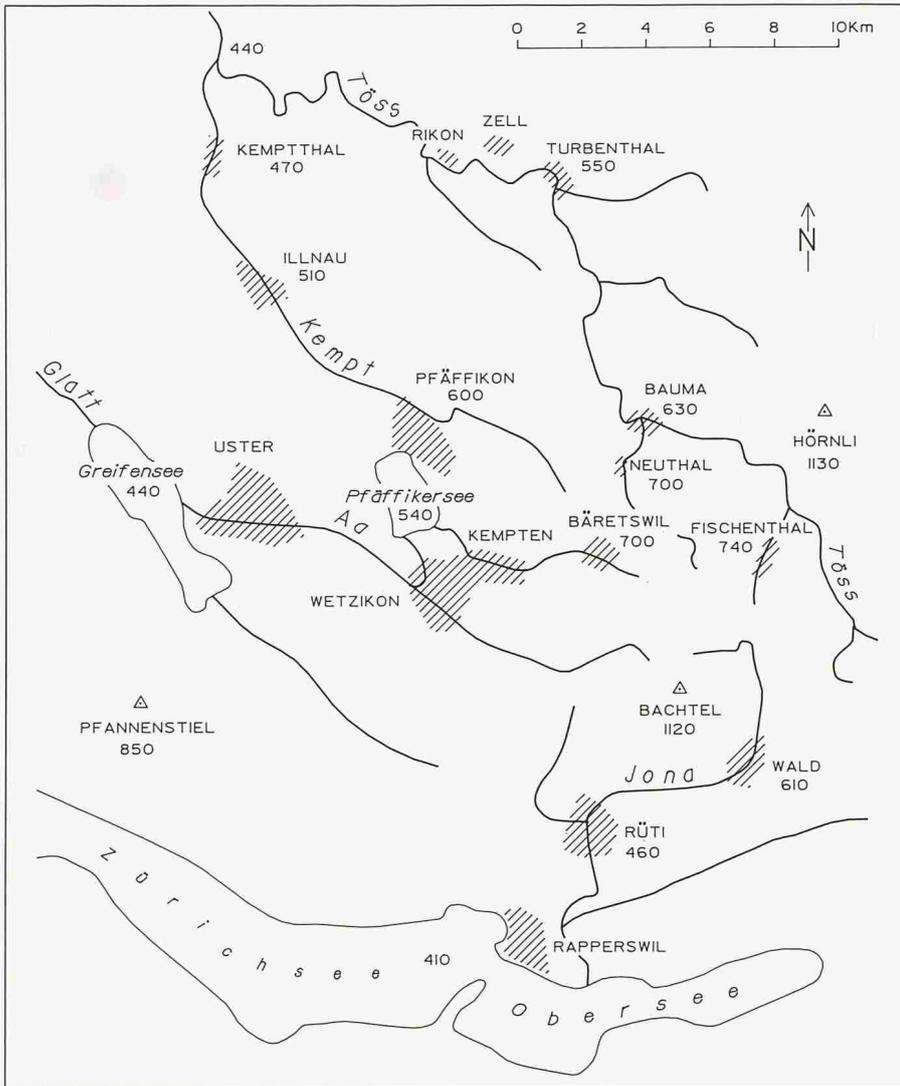


Bild 2. Gewässernetz des Zürcher Oberlandes mit den Flüssen Glatt, Töss, Kempt und Jona. Die angegebenen Meereshöhen veranschaulichen deren Gefälle. Mit den alten Wasserkraftanlagen wurden Fallhöhen in der Grössenordnung von 10 m genutzt. Bei einem Gefälle von ca. 8‰ sind im Tössstal somit die alten Fabrikgebäude mit den Wasserkraftanlagen, welche das Landschaftsbild massgeblich prägen, je ca. 1 km voneinander entfernt

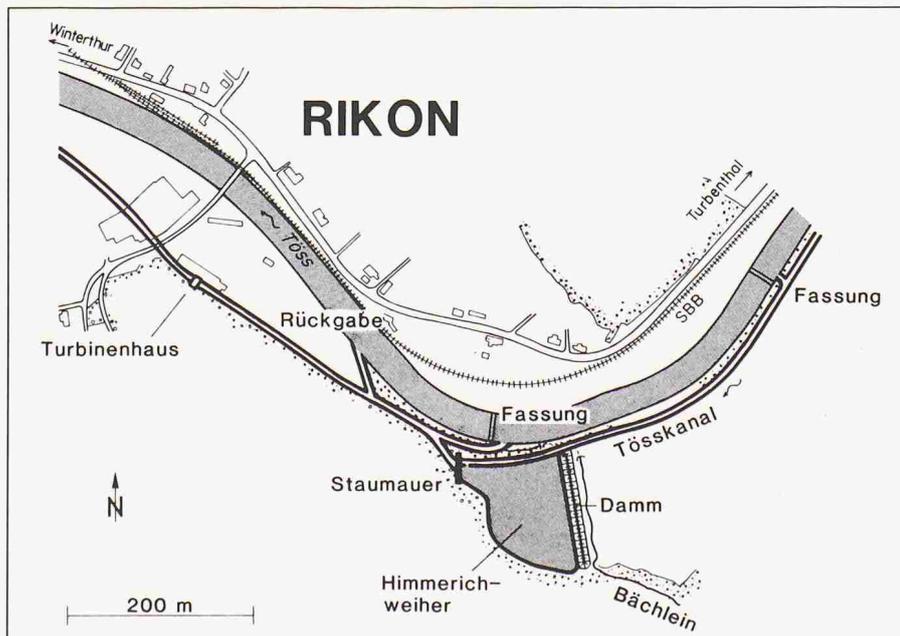


Bild 3. Die ehemalige Wasserkraftanlage Himmerichweiher am Tösskanal bei Rikon. Übersichtsplan

die in jener Zeit zum Teil gezähmt und begradigt wurden, entstand ein System von Kanälen und Weihern, das auf einfache, aber ausgeklügelte Art immer wieder mit dem natürlichen Flusslauf verbunden war.

Im Kemnertobel zwischen Bäretswil und Kempten/Wetzikon finden sich heute noch auffällige Reste der früheren Wasserkraftnutzung wie Turbinentürme, Wasserfassungen, Sperren, Weher, Kanäle, Druckrohre und Aquädukte entlang einer Bachstrecke von etwa zwei Kilometern Länge und über eine Höhendifferenz von 100 Metern. Zwischen Pfäffiker- und Greifensee hat der Aabach ein Gefälle von weiteren 100 Metern und misst knapp acht Kilometer. Das anschmiegende Kanalsystem wurde in groben Zügen nach den Projekten von Johannes Fehr (1763-1825), als stadtzürcherischer Schanzmeister in jenen Jahren Koordinator und Ingenieur, geschaffen. Damit wird ausnahmsweise einmal ein Ingenieur beim Namen genannt. In den meisten anderen Fällen hat sich wohl kein Techniker zu bleibendem Ruf verholten, dafür gelten die Kraftanlagen jener Zeiten als die Pionierleistungen der vom Unternehmerteil und von der ingeniosen technischen Begabung beseelten Fabrikantengeneration des 19. Jahrhunderts. Der Aabach zum Beispiel wurde um 1880 von 30 Fabriken genutzt! Nicht alle davon sind übriggeblieben, aber die jüngste Entwicklung lässt darauf schliessen, dass die Wasserkraftnutzung in dieser Gegend noch lange aktuell sein dürfte. Anders steht es mit der Glatt ab dem Greifenseeausfluss, wo die Wasserkraftmaschinen seit der abgeschlossenen Glattkorrektur stillstehen.

Im Tössstal wurden die ersten Fabriken an Nebenbächen errichtet, da sich die Töss vorerst als zu unberechenbar erwies. Das wohl interessanteste Beispiel, Neuthal am Wissenbach, wird noch etwas genauer umrissen. Am Hauptfluss selber entstand Ende der dreissiger Jahre, zum gleichen Zeitpunkt wie die durchgehende Tössstalstrasse, ein zusammenhängendes Kanalsystem - auf 55 km Flusslänge fallen 23 km Werkkanäle. Wer heute durch das Tössstal geht, stellt fest, dass etwa pro zehn Meter Gefälle des Flusses ein Fabrikgebäude steht. Die Nutzbarmachung der Töss hat die Sachverständigen übrigens bis 1914 beschäftigt, entstanden doch damals Pläne nicht nur für die optimale Nutzbarmachung des gesamten Flusslaufes zur Gewinnung elektrischer Energie, sondern auch für seine Schiffbarmachung vom Rhein bis nach Winterthur. Die noch funktionierenden Anlagen ursprünglicher, frühindustrieller Prägung zeugen davon, dass

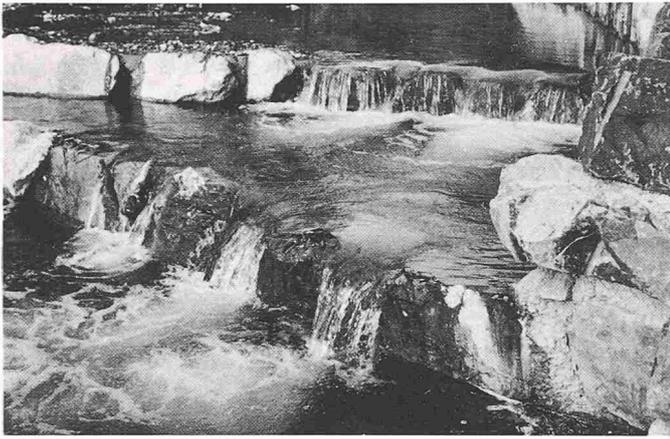


Bild 4. Das neue Tösswehr, ausgebildet als fester zweistufiger Absturz. Im Bild eines der zwei Fischbecken

dieses ambitionöse Projekt in keinem einzigen Ansatz verwirklicht wurde.

Weitere Erwähnung verdienen in diesem generellen Zusammenhang noch die Flüsse Kempt entlang der Strecke Pfäffikon-Illnau-Kemptthal sowie vor allem die Jona zwischen Wald und Rütli bis zur Mündung in den Zürichsee und Obersee. Bei genauem Hinschauen weisen aber noch unzählige kleine Bäche weitere Spuren der früheren Wasserkraftnutzung auf.

Erhaltung frühindustrieller Wasserkraftanlagen

Wir sind heute die Erben einer frühindustriellen Industrielandschaft, die im Zürcher Oberland intensiv wie kaum irgendwo in der Schweiz erlebt werden kann.

Oft ist aber der Betrieb der Wasserkraftanlage wegen dem aufwendigen Unterhalt nicht mehr rentabel. Auch wird in den genutzten Strecken der Fliessgewässer zunehmend mehr Restwasser gewünscht. Mit der Aufgabe der Wasserkraftnutzung wird zwar diese Restwasserproblematik gelöst, hingegen stellt sich die Frage, was mit den bestehenden Anlagen geschehen soll. Beim Erlöschen des Wasserrechtes gehen die Anlagenteile zur Nutzung der Wasserkraft, welche sich auf öffentlichem Grund befinden, an den Staat über (Heimfall).

Vor dem Heimfall kann der Staat verlangen, dass die Anlagen entfernt und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden. Mit den bestehenden Anlagen hat sich aber oft ein flussbaulicher Gleichgewichtszustand ergeben, der nur schwerlich und in vielen Fällen gar nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Dazu kommt die Tatsache, dass sich zwar teilweise ein heftiger Widerstand aus breiten Bevölkerungskreisen gegenüber der Erteilung von Neukonzessionen breit macht, dass aber andererseits ein Abbruch von histori-

schen Anlagen, verbunden mit dem Zuschütten von Kanälen und Weihern, als Verlust empfunden wird.

In manchen Fällen kauft der Staat eine unrentabel gewordene Wasserkraftanlage samt dem Wasserrecht, welches dann bestehen bleibt. Die Anlagen werden oft einer anderen Nutzung zugeführt als der Energieproduktion. Unter dem Gesichtspunkt der Naherholung, des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes sowie der Erhaltung von Lebensräumen für Tiere und Pflanzen gilt es, allseits befriedigende Lösungen zu finden. Ein Beispiel, nämlich der Himmerichweiher bei Zell/Rikon im Töss, wird im folgenden etwas genauer beschrieben.

Sanierung Himmerichweiher bei Rikon

Der Himmerichweiher in der Nähe von Rikon in der Gemeinde Zell war in früheren Jahren Bestandteil des weitverzweigten Energienutzungssystems entlang der Töss (Bild 3). Noch vorhandene Anlagenteile sind das Wehr in der Töss mit der Wasserfassung, der Himmerichweiher und Teile des ehemaligen Kanalsystems, soweit es für die Erhaltung des Himmerichweihers nötig ist.

Die Turbinenanlage im Fabrikgebäude der Firma Kuhn existiert nicht mehr. Entlang des Kanales zwischen der Tössfassung und der Rückgabe sowie entlang des Weihers hat sich hingegen ein äusserst vielseitiges Tier- und Pflanzenleben entfaltet, dessen Erhaltung sich der Kanton Zürich zum Ziel gesetzt hat. Umfangreiche Sanierungen am Wehr in der Töss und am Damm Himmerichweiher wurden dafür ausgeführt.

Das alte Wehr in der Töss mit einer beweglichen Klappe wurde abgebrochen und durch einen festen Absturz ersetzt, bestehend aus zwei Stufen, die den Fischeaufstieg ermöglichen. Am Fusse des Absturzes darf sich ein freier Kolk

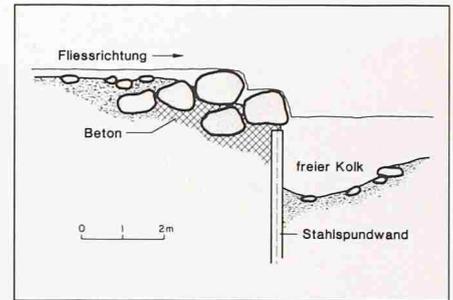


Bild 5. Querschnitt durch das neue Tösswehr, welches aus einem zweistufigen Absturz, aufgestützt auf einer Spundwand, besteht. Der Kolk unterhalb dem Wehr dient den Fischen als Lebensraum

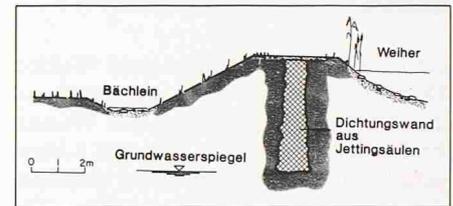


Bild 6. Querschnitt durch den sanierten Erddamm Himmerichweiher. Die Dichtungswand aus Jettingsäulen ist rund 4 m tief

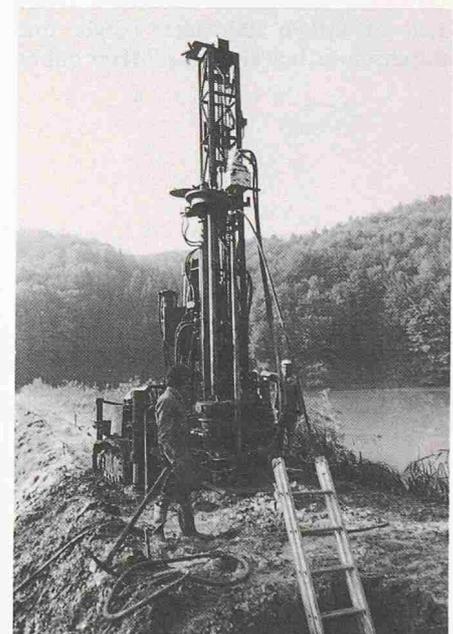


Bild 7. Modernstes Bohrgerät für die Ausführung der Jettingsäulen auf dem Erddamm Himmerichweiher. Während dem Rückzug der senkrecht in den Dammkörper gebohrten Bohrkronen wird mit hohem Druck ein Wasser-Zement-Gemisch in den Boden injiziert, welches zusammen mit dem Material des Dammes eine feste Säule bildet

(Gumpen) entwickeln, der den Fischen auch in wasserarmen Perioden als Lebensraum dient (Bilder 4, 5).

Durch die Wasserfassung fliesst ein Teil des Tösswassers im Kanal zum Wehr. Abgesehen von den kleinen Zuflüssen aus dem südlichen Waldhang ist dies

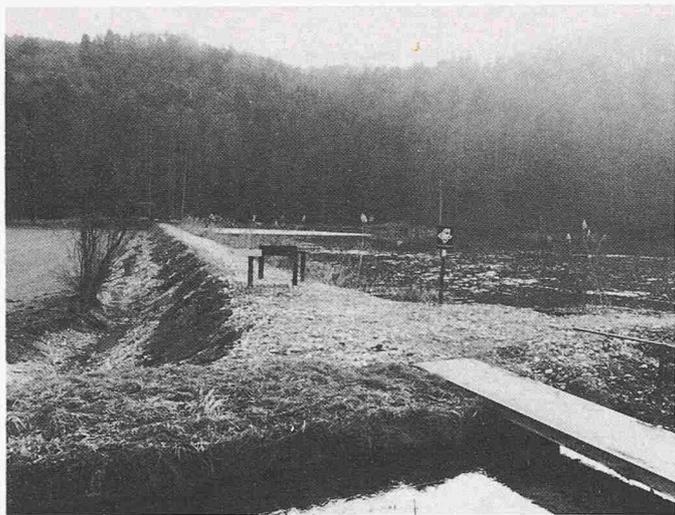


Bild 8. Der fertig sanierte Erddamm Himmerichweiher mit dem neu gestalteten Bächlein am Dammfuss. Im Vordergrund der Tösskanal

die einzige Wasserzufuhr zum Weiher. Der Zulaufkanal weist entsprechend der früheren Zielsetzung der Wasserkraftanlage ein relativ geringes Längsgefälle auf. Die sich im Kanal absetzenden feinen Feststoffe aus der Töss führen deshalb zu einer Verlandung, die im Rahmen des periodischen Unterhaltes unter Kontrolle gehalten werden muss.

Grössere technische Probleme boten sich am knapp 200 Meter langen und durchschnittlich etwa drei Meter hohen

Abschlussdamm, der teilweise ausgespült und vom Zerfall bedroht war. Es wurden verschiedene Sanierungsvarianten untersucht. Gewählt wurde schliesslich eine Lösung, welche die wasserseitige Dammböschung unverändert lässt, eine möglichst vollständige Abdichtung bietet, zur Verstärkung des Dammkörpers beiträgt und gegen eine Unterhöhlung durch allfällige unterirdische Dammbewohner bestmöglichen Schutz bietet. Mit einer neuen Methode wurde im Damm eine Dichtungswand

erstellt, indem durch Hochdruckinjektionen der Boden aus Kies und Sand mit Zement und Wasser durchmischt und so verfestigt wurde. Der Einsatz modernster Maschinen war dafür nötig. Zukünftige Unterhaltsarbeiten am Damm sind jetzt für Jahrzehnte auf ein Minimum reduziert (Bilder 6, 7).

Entlang dem Dammfuss fliesst ein kleines Bächlein, das in den vergangenen Jahren bis 30 Sekundenliter Sickerwasser aus dem Damm mitführte. Die Lösung mit minimalem Landverbrauch und optimaler Sicherung des Dammfusses wäre zweifelsohne eine Eindolung in Sickerschotter gewesen. Aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes wurde aber von dieser Variante abgesehen; das Bächlein konnte etwas verschoben werden und fliesst nun in leicht geschwungenem Lauf in sicherem Abstand vom Dammfuss. Am Himmerichweiher wird damit eine ursprünglich von der Technik geprägte Landschaft im Dienste des Natur- und Landschaftsschutzes weiterhin fortbestehen (Bild 8).

Adresse der Verfasser: *Heinz Kaspar*, dipl. Kulturingenieur ETH, und *Heinz W. Weiss*, Dr., dipl. Bauingenieur ETH, Basler & Hofmann, Forchstrasse 395, 8029 Zürich.

Spritzbeton-Technologie

3. Internationale Fachtagung in Innsbruck, 18./19.1.1990

Die 3. Internationale Fachtagung «Spritzbeton-Technologie» [1-3] fand wieder in Innsbruck-Igls (18./19. Januar 1990) statt. Der Einladung des Instituts für Baustofflehre und Materialprüfung der Universität Innsbruck [4, 5] folgten etwa 400 Fachleute aus Brasilien, Dänemark, Deutschland, Grossbritannien, Japan, Jugoslawien, Norwegen, Österreich, Schweden und der Schweiz. Durch 16 Fachvorträge mit anschließender offener Aussprache trugen Ausführende, Bauherren und Forscher zur raschen Umsetzung von Forschungsergebnissen in der Praxis und Lösung anfallender Probleme bei, wie einschalige Spritzbetonbauweise, frühes Verformungsverhalten des Spritzbetons, besondere Spritzbetone (Stahlfaserspritzbeton, Silicafume-Technologie, aluminatbeschleunigter Nassspritzbeton) und Instandsetzungen mit Spritzbeton.

Zu Beginn wurden «Gedanken zur Forschung» (*Lessmann*) vorgetragen, wie Herstellen der inneren Tunnelschale aus Spritzbeton in Verbundbauweise und Undichtigkeiten durch Rissbildung im Spritzbeton, und auf das veränderte Denken im Ingenieurwesen (Teilsicherheiten [6]; technische Machbarkeit und gesellschaftliche Massstäbe) eingegangen.

Einschalige Spritzbetonbauweise

Entsprechend «der statischen Wirkungsweise und dem Verbundverhalten der Spritzbetonschichten des einschaligen Tunnelbaues» (Kupfer/Kupfer) überschreiten die Radialspannungen an den Schichtübergängen die dort erreichte radiale Zugfestigkeit (Haftzugfestigkeit) nicht [7], so dass bei der Be-

rechnung der Schnittkräfte [8] von einer einheitlichen Schale ausgegangen werden kann, obwohl sie aus mehreren Spritzbetonschichten unterschiedlichen Alters ohne Verbundbewehrung besteht. «Die einschalige Spritzbetonbauweise aus der Sicht des Auftraggebers» (Weber) [9-13] lässt Kostensenkungen (Tabelle 1) und kürzere Bauzeiten erwarten. Durch verbesserte Spritzbetontechniken und Güte wird man die geforderte Wasserundurchlässigkeit der Spritzbetonschale [14-17] erreichen. Nach einem Firmenvorschlag wird Mitte 1990 bei der U-Bahn München ein 60 m langer eingleisiger Tunnelabschnitt im Kalotten- und Ulmenbereich einschalig mit Spritzbeton (Tabelle 1) bei Grundwasserabsenkung ausgebaut (Bild 1). «Spritzbeton hoher Güte für die einschalige Spritzbetonbauweise» (*Kusterle*) [18, 19] erreicht man durch möglichst wenig Erstarrungsbeschleuniger (BE) im Sicherungsspritzbeton, weitere Schichten ohne Zusatz von BE jedoch mit Si-Stoffen [20-26] und längere Nachbehandlung, wodurch Dichtigkeit und Beständigkeit verbessert, Fe-