

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 85 (1993)  
**Heft:** 5-6

**Artikel:** Staumauer Panix : Messungen am Grundablass  
**Autor:** Lier, Peter / Speerli, Jürg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-939969>

#### **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:** 21.01.2026

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

## Staumauer Panix – Messungen am Grundablass

Peter Lier und Jürg Speerli

In den Jahren 1985 und 1986 wurden an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich die Hochwasserentlastung und der Grundablass der Staumauer Panix strömungstechnisch überprüft. Die relevanten Größen wurden sowohl statisch als auch dynamisch gemessen.

Dynamische Messungen an erstellten Bauwerken sind selten, sei es wegen betrieblicher Einschränkungen oder wegen des grossen Aufwands, den solche Messungen erfordern. Dem Betreiber ist in der Regel nicht bekannt, wie nahe die Schützen vor dem Vibrieren stehen und ob Geräusche schon auf Kavitation schliessen lassen. Der Einfluss der Belüftung auf das Abflussverhalten, aber auch die Luftströmungen im Ventilationssystem selbst sind normalerweise ebenfalls kaum überprüfbar. Schliesslich kann der Abfluss des belüfteten Wassers im Grundablassstollen kaum je beobachtet werden.

Zweiphasenströmungen wie Wasser-Luft-Gemische sind im Modell schwierig nachzubilden. Man ist daher weitgehend auf Naturdaten angewiesen, mit welchen die im Labor entwickelten Formeln geeicht werden können.

Die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) entschlossen sich daher zur Durchführung einer Messkampagne am fertigen Bauwerk. Gegenstand der geplanten Messungen sollten die dynamische Erfassung der Wasserdrücke im Bereich der Regulierschütze sowie die Luftaufnahme und die Strömungsverhältnisse im abfliessenden Wasserstrahl sein.

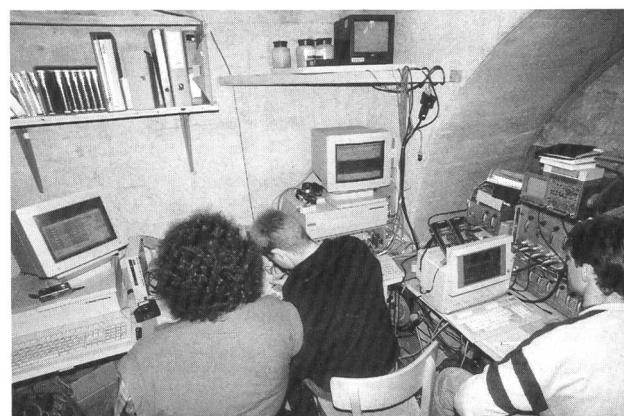
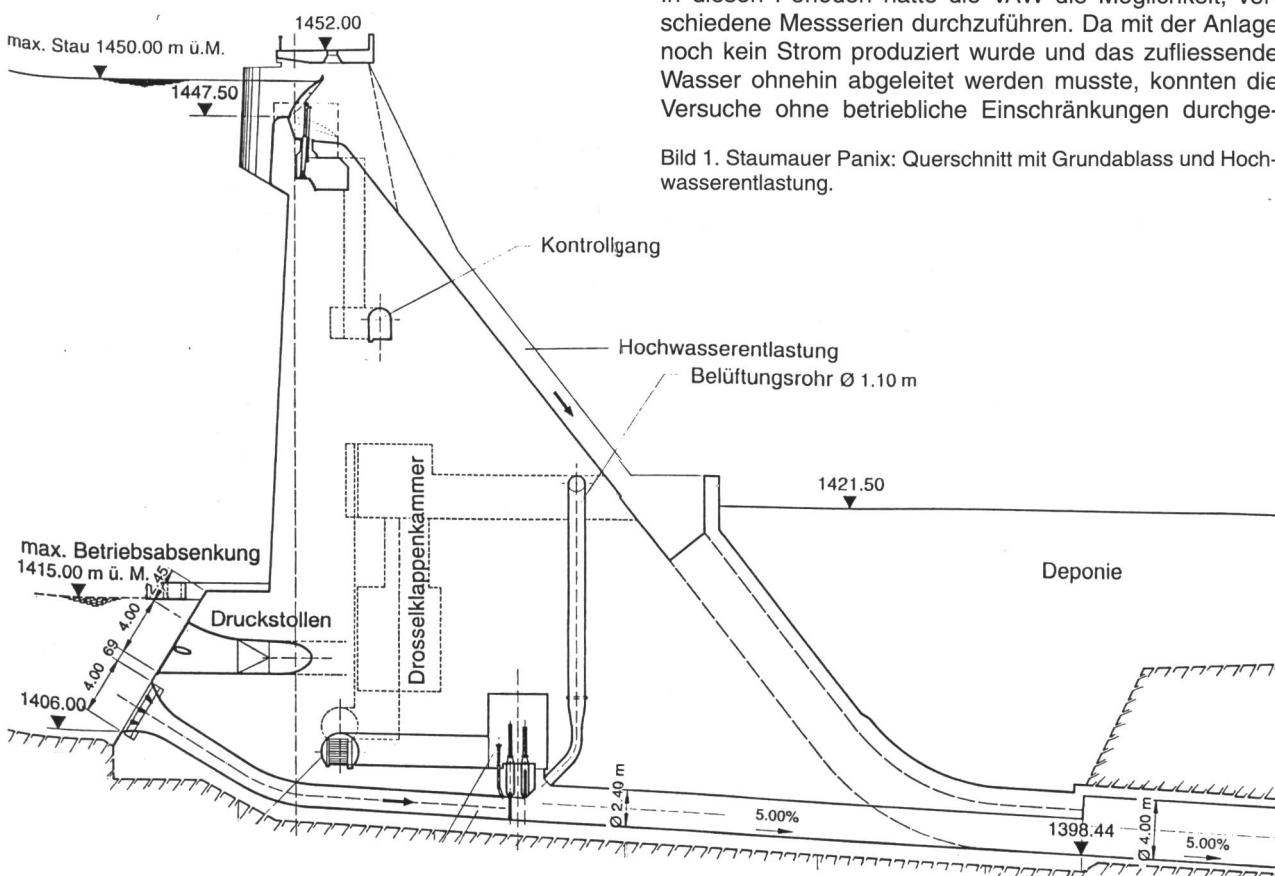


Bild 2. In der Grundablasskammer waren 3 Messcomputer inkl. Verstärker und Filter und 2 Videorecorder mit Monitor installiert. 1 Computer diente der dynamischen Erfassung der Wasserdrücke (22 Drucksonden), 1 Computer zur Messung der Luftdrücke (6 Drucksonden) sowie der Luftgeschwindigkeit (3 Messflügel in der Belüftungsleitung und 1 Messflügel im Grundablassstollen). Mit dem 3. Computer wurde die Luftkonzentration an 6, die Geschwindigkeit des Wasser-Luft-Gemisches an 4 Stellen mess-technisch erfasst.

(Foto J. Speerli, VAW)

Zu diesem Zweck wurden bereits während des Baus im Bereich der Regulierschütze fünf Messtöpfe in die Grundablasspanzerung eingebaut.

Die Messkampagne erfolgte durch Mitarbeiter des VAW während des Erstaufstaus des Stauses im Sommer 1992. Der See wurde in fünf Stufen aufgestaut, wobei der Seespiegel auf jeder Stufe eine gewisse Zeit verharre. Solange der Stauspiegel unter dem Niveau der Hochwasserentlastung lag, musste das zufliessende Wasser durch den Grundablass abgeleitet werden; bei höherem Seespiegel floss das Wasser über die Hochwasserentlastung. In diesen Perioden hatte die VAW die Möglichkeit, verschiedene Messserien durchzuführen. Da mit der Anlage noch kein Strom produziert wurde und das zufliessende Wasser ohnehin abgeleitet werden musste, konnten die Versuche ohne betriebliche Einschränkungen durchge-

Bild 1. Staumauer Panix: Querschnitt mit Grundablass und Hochwasserentlastung.

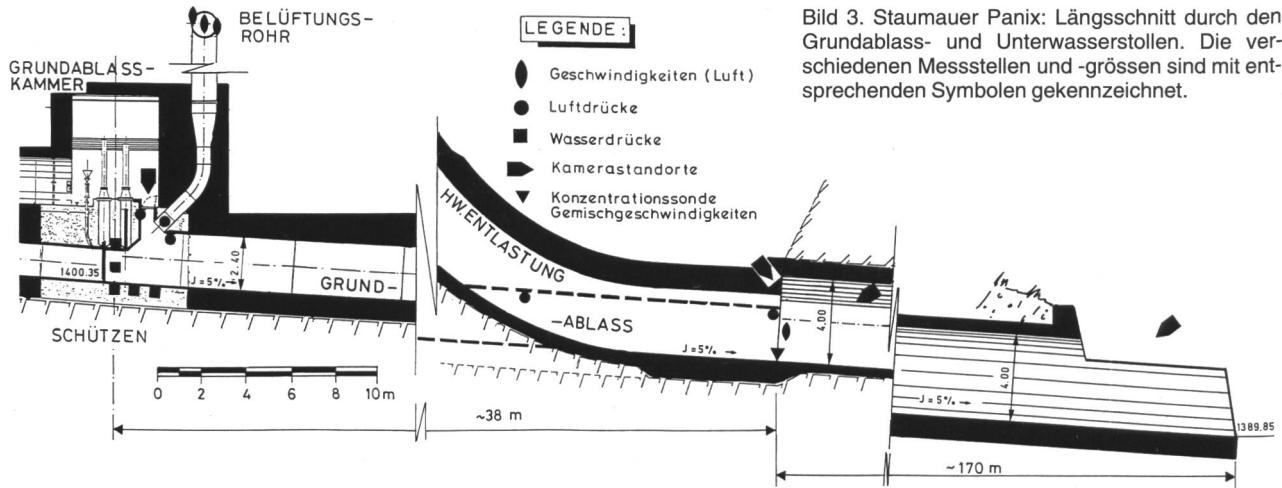
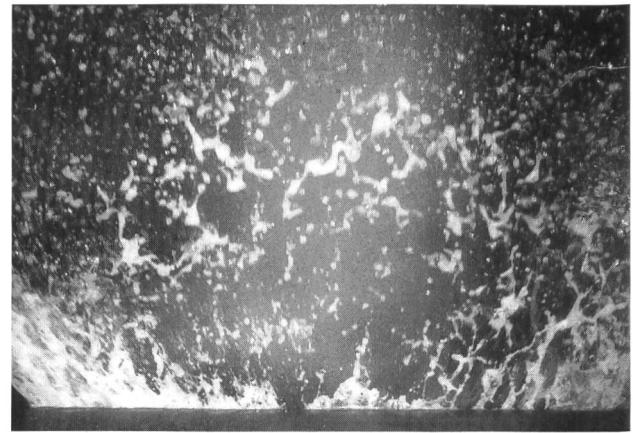
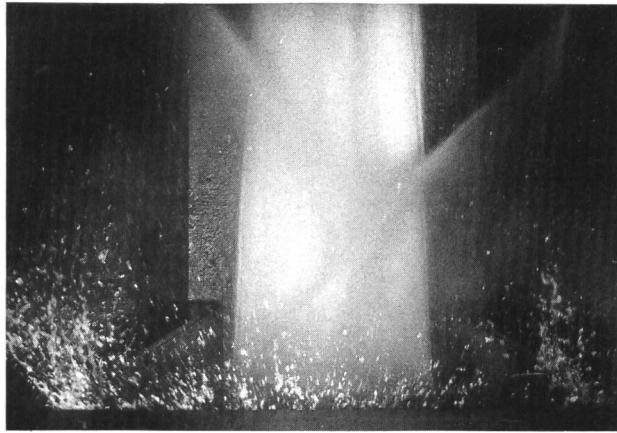


Bild 3. Staumauer Panix: Längsschnitt durch den Grundablass- und Unterwasserstollen. Die verschiedenen Messstellen und -grössen sind mit entsprechenden Symbolen gekennzeichnet.



Bilder 4a, links, und 4b, rechts. Blick von der Grundablasskammer auf den Grundablassabfluss im Bereich nach der Regulierschütze. Fließrichtung vom unteren zum oberen Bildrand. Die Bilder 3a) und 3b) zeigen die Grundablassströmung unmittelbar nach dem Ziehen der Regulierschütze, Bild 3a) nach zirka 1 Sekunde, Bild 3b) nach zirka 2 Sekunden. Bild 3a) zeigt zwei durch die Schützennuten abgelenkte Wasserstrahlen, einzelne Wassertrop-

fen werden bereits bis an die Decke des Grundablassstollens geschleudert. Auf Bild 3b) ist der Abflussstrahl bereits stark aufgerissen, das Wasser fliesst nicht als kompakter Wasserstrahl, sondern als Wasser-Luft-Gemisch, oder spray flow. In der Phase kleiner Schützenöffnungen ist die Luftaufnahme des Grundablassabflusses besonders gross.

(Foto P. Gisler, VAW)



Bild 5. Grundablassabfluss im Bereich der Vereinigungskammer Grundablassstollen – Hochwasserentlastung. Deutlich sichtbar sind die Stosswellen infolge der Gerinneaufweitung (Grundablassstollen – Vereinigungskammer) und der anschliessenden Gerinneeinengung (Vereinigungskammer – Unterwasserstollen). Blick in Strömungsrichtung. Der Stauspiegel lag bei 1447,5 m ü. M., woraus eine Druckhöhe von zirka 47 m resultierte; bei einer Schützenöffnung von 120 cm betrug der Grundablassabfluss in Abbildung 4 30 m<sup>3</sup>/s. (Foto J. Speerli, VAW)

führt werden. Tagsüber war der Maximalabfluss auf 15 m<sup>3</sup>/s festgelegt worden, grössere Abflüsse, bis max. 34 m<sup>3</sup>/s konnten erst ab 21 Uhr untersucht werden.

Durch eine Vielzahl von Messungen konnten wichtige Erkenntnisse über Strömungsvorgänge, Grenzschichtablösungen sowie Zweiphasenströmungen gewonnen werden.

Anhand der Versuchsergebnisse erhielten die NOK zudem detaillierte Auskünfte über die Strömungsvorgänge im Grundablasssystem, in der Vereinigungskammer Grundablass-Hochwasserentlastung sowie im anschliessenden Unterwasserstollen. Kritische Strömungsverhältnisse liessen sich dadurch klar erkennen und mittels entsprechender Betriebsvorschriften entschärfen.

#### Adressen der Verfasser:

Peter Lier, dipl. Bauing. ETHZ, Abteilungsleiter Projektierung Bau, NOK, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Parkstr. 23, CH-5401 Baden, und

Jürg Speerli, dipl. Bauing. ETHZ, Gruppenchef Stauanlagen, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, VAW, der ETH Zürich, Gloriastr. 37/39, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich.