

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 73 (1981)
Heft: 4

Artikel: Messanlage für Porenwasserdruck : Bogenstaumauer Zervreila
Autor: Thut, Arno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941319>

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: 12.01.2026

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

Messanlage für Porenwasserdruck – Bogenstaumauer Zervreila

Dr. Arno Thut

Zusammenfassung

Die installierte Messanlage bei der Bogenstaumauer Zervreila erlaubt eine rasche Ermittlung der Porenwasserdrücke. Die verschiedenen im Talsperrenbau verwendeten Messsysteme zur Messung des Auftriebes werden miteinander verglichen.

Résumé: Centrale pour le contrôle des pressions interstitielles – Barrage voûte de Zervreila

La centrale installée au barrage de Zervreila permet une évaluation rapide des pressions interstitielles. Les différents systèmes utilisés aux barrages pour le contrôle des souspressions sont décrits et comparés.

Riassunto: Impianto di misura della pressione interstiziale – Diga ad arco di Zervreila

L'impianto di misura installato presso la diga ad arco di Zervreila permette il rilevamento rapido della pressione interstiziale. Si confrontano i diversi sistemi di misura della sottopressione impiegati nelle dighe.

Measuring station to determine pore water pressure – Zervreila arch dam

The installation at Zervreila allows a rapid evaluation of pore water pressures. The different systems to measure uplift used in dam construction are being compared.

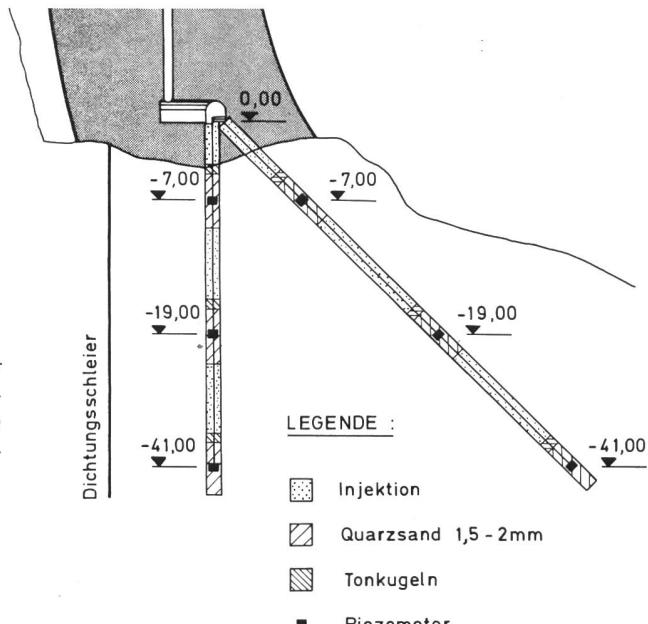


Bild 2. Bogenstaumauer Zervreila. Anordnung der Piezometer bei Block 8.

Wahl des Messsystems

Die Wahl des Messsystems zur Ermittlung der Porenwasserdrücke im Fels, bzw. des Auftriebes auf die Staumauer, richtet sich nach der Durchlässigkeit des Felsuntergrundes, der Grösse der zu messenden Drücke und dem Ziel der Messungen.

Die im Talsperrenbau verwendeten Systeme sind:
Einfacher Pegel: Filterstrecke einer bestimmten Länge, anschliessend Vollrohr. Messungen des Wasserstandes mit Wasserpfife.

Pegel mit Manometer: Filterstrecke bestimmter Länge, Vollrohr und Anschluss eines Manometers.

Porenwasserdruckaufnehmer: montiert an der Stelle, an welcher der Porenwasserdruck gemessen werden soll, Gletz-Ventilgeber (Zervreila), elektrische Druckaufnehmer.

Zur Durchlässigkeit:

Jede Änderung des Seespiegels hat im Fels eine Änderung des Porenwasserdruckes zur Folge. Damit der Porenwasserdruck sofort ermittelt werden kann, muss die Volumenänderung des Messsystems minimal sein.

Beim **einfachen Pegel** wird der Druck im Fels über den Wasserstand im Rohr ermittelt. Bei einer Druckänderung muss Wasser in das Rohr zu- oder abfließen, wobei die für den Druckausgleich notwendige Zeit mit folgender Formel abgeschätzt werden kann [1]:

$$t = \frac{d^2 \ln \frac{2L}{D}}{8 L k} \ln \frac{H1}{H2}$$

k Durchlässigkeitsbeiwert nach Darcy
 d Durchmesser des Rohres
 D Durchmesser Filterstrecke
 L Länge der Filterstrecke
 $\frac{H1}{H2}$ Verhältnis Druckhöhe zu Wasserstand im Piezometer

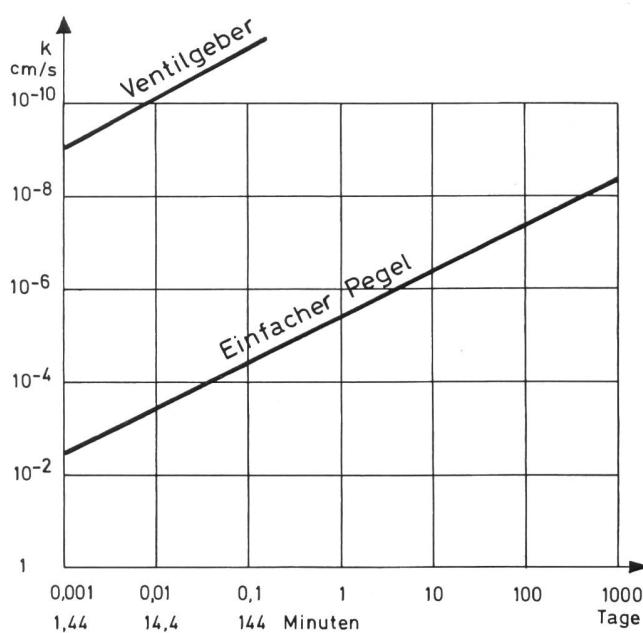


Bild 1. Abhängigkeit der Füllzeit des Piezometerrohres von der Durchlässigkeit des Felsens.

Die Abhängigkeit der Füllzeit des Piezometerrohres von der Durchlässigkeit des Felsens ist in Bild 1 dargestellt. Ab Durchlässigkeiten von 10^{-6} cm/s beträgt die Verzögerung



Bild 3. Schematischer Querschnitt durch die Ventilgeber.

etwa 2 Tage, bei 10^{-7} cm/s bereits 17 Tage. Einfache Per-
gel können daher bei diesen Durchlässigkeiten nicht mehr
angewendet werden. Die übliche Größenordnung der
Durchlässigkeit von nicht geklüftetem Fels beträgt 10^{-11}
bis 10^{-7} cm/s. Klüfte beeinflussen diese Werte wesentlich,
so entspricht zum Beispiel ein Lugeon einem Durchlässig-
keitswert von zirka 10^{-4} cm/s.

Ist am *Rohrende* ein *Manometer* montiert, so ist die Vol-
umenänderung zur Messung des Porenwasserdruckes ge-
ring, und die Drücke können ohne grosse Verzögerung
gemessen werden. Folgende Punkte sind jedoch zu be-
achten:

- Die Drücke bzw. die entsprechenden Wasserstände
müssen höher liegen als der Manometer, höchstens we-
nige Meter darunter.
- Das System muss immer gesättigt sein oder wieder ge-
sättigt werden können. Dies kann zu Schwierigkeiten füh-
ren, wenn die Wasserstände beim Entleeren des Sees un-
ter das Manometerniveau absinken.

Das System muss absolut dicht sein.

– Eine lückenlose Beobachtung der Drücke ist meist nicht
möglich, da bei tiefem Seespiegel die Wasserstände weit
unter die Kote des Manometers absinken können. Es ist
daher nicht möglich, Aufschluss über den Hangwasser-
spiegel zu erhalten.

Bei der Bogenstaumauer Zervreila wurden Gloetzl-Ventil-
geber eingebaut. Da die Volumenänderung dieses Mess-
systems äusserst gering ist, kann eine Porenwasserdruck-
änderung sofort ermittelt werden (Bild 1). Die Anordnung
der Messinstrumente im Querschnitt des Blockes 8 ist in
Bild 2 dargestellt. Diese wurden in drei Stockwerken bis zu
einer Tiefe von 41 m eingebaut.

Funktionsweise der Ventilgeber

Bild 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Quer-
schnitts durch das Messinstrument. Vorne am Geber be-
finden sich ein Filterstein und anschliessend eine kleine
Kammer, die beide vor dem Einbau gesättigt werden. Der
Porenwasserdruck wirkt über den Filter und die Kammer
direkt auf eine Membran, die sich hinter der Wasserkam-
mer befindet. Daher ist die Volumenänderung allein von
der Kompressibilität des Wassers abhängig. Zur Messung
des Porenwasserdruckes wird in der Zuleitung zum Geber
pneumatisch ein Druck erzeugt, bis sich die Membran öff-
net. Der Öffnungsdruck der Membran entspricht dem Po-
renwasserdruck. Die Membran, die wie ein Ventil wirkt, öff-
net sich, und in der Rückleitung fliesst die Luft zurück. Der
Porenwasserdruck wird bei Zervreila zentral (Bild 4) in der
Dotierwasserkammer ermittelt, wobei die Leitungslängen
von der Zentrale bis zum Ventilgeber bis zu 250 m betra-
gen. Für eine Messung der Porenwasserdrücke aller 16
Druckaufnehmer werden 15 bis 20 Minuten benötigt. Die
Messung erfolgt von Hand, doch ist bei grösseren Leit-
ungslängen über 500 m und bei einer grösseren Anzahl
von Druckaufnehmern eine automatische Mess- und Regi-
strieranlage zu empfehlen.

Einbau der Ventilgeber

Aus organisatorischen Gründen müssen neue Instrumen-
tierungen bei Talsperren in den Sommer- und Herbstmo-
naten, also bei Vollstau, durchgeführt werden. In erster Li-



Bild 4. Messzentrale für 16 Porenwasserdruckgeber in der Staumauer Zervreila.

nie ist zu dieser Zeit freie Zufahrt für die Bohrmaschinen
und den Zement gewährleistet, und ebenfalls ist die Instal-
lation der Baustelle, im besonderen die Zuleitung von
Wasser, leichter zu bewerkstelligen. Bei Vollstau können
jedoch schon durch kleine Undichtigkeiten im Injektions-
schleier Wasseraustritte aus den Bohrlöchern entstehen,
was das sachgemässen Abdichten zwischen den einzelnen
Porenwasserdruck-Stockwerken erschwert. Bei Zervreila
konnte ein Piezometer erst im folgenden Frühjahr, bei tief-
stehendem Seespiegel, eingebaut werden.

Der Durchmesser der Bohrung für die Piezometer betrug
76 mm. Bild 2 zeigt den Aufbau für die einzelnen Stock-
werke. Im Bereich des Ventilgebers befindet sich eine Filterstrecke von 5,0 m aus Quarzsand. Die Stockwerkabdichtung
erfolgte mittels Tonkugeln und anschliessender Zement/Wasser-Injektion.

Es ist beizufügen, dass vor dem Einbau und während des
Bohrfortschrittes Wasserabpressversuche oder andere
Messungen, zum Beispiel mit dem Micromoulinet, zur Ab-
klärung der Durchlässigkeiten im Bereich der Ventilgeber
unerlässlich sind.

Messresultate

Die Messresultate sind im Artikel «Porenwasserdruckmes-
sungen im Untergrund der Bogenstaumauer Zervreila»,
von N. J. Schnitter, dargestellt.

Literatur:

[1] J. Huder: Erkundung der Grundwasserverhältnisse. «Schweizerische Bauzeitung», Heft 37, 1976.

Überarbeitete Fassung eines Vortrages, den der Verfasser am 18. September 1980 anlässlich der Fachtagung über Talsperrenbeobachtung gehalten hat. Diese Tagung in Ilanz, Graubünden, wurde vom Ausschuss für Talsperrenbeobachtung des Schweizerischen Komitees für Grossen Talsperren, SNGT, organisiert.

Adresse des Verfassers: Dr. Arno Thut, Solexperts AG, Dufourstrasse 147,
CH-8008 Zürich.