Zeitschrift: Bulletin für angewandte Geologie

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung der Petroleum-Geologen und –Ingenieure; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieur-Geologie

Band: 5 (2000)

Heft: 2

Artikel: Trinkwassergewinnung von Kluftwasser aus Triebwasserstollen

Autor: Tentschert, Ewald

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-222278

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: 14.07.2025

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

Bull. angew. Geol.	Vol. 5	Nr. 2	S. 205 – 212	Dezember 2000

Trinkwassergewinnung von Kluftwasser aus Triebwasserstollen*

mit 9 Figuren

EWALD TENTSCHERT [1)]

Zusammenfassung

Triebwasserstollen dienen als Transportweg vom Speicher bzw. von der Wasserfassung zur Turbine. Die Wasserzutritte werden bei drucklosen Beileitungsstollen meist in diese eingelassen, bei Druckstollen hingegen bedarf es gesonderter Massnahmen.

Dabei werden oft auch Wasserzutritte angefahren, welche für den Stollen bzw. für das Kluftwasser von unterschiedlicher Auswirkung sein können:

- Zusätzliche Wasserzutritte in die Stollen;
- Wasserverluste aus dem Stollen;
- Vermischung Kluftwasser / Triebwasser.

Sollen solche Kluftwässer zur Trinkwassergewinnung gefasst werden, sind besondere Umstände zu berücksichtigen.

Anhand von zwei Beispielen aus Tirol werden diesbezügliche Untersuchungen vorgezeigt: Beispiel Druckstollen Prutz-Imst: Gefasste Kluftquellen im Hauptdolomit sollten für Trinkwasser ausgeleitet werden – die Verseuchung mit Bacterium Coli zeigte jedoch einen Zusammenhang von Flusswasser im Stollen mit der Quelle.

Beispiel Druckschacht Silz: Kluftquellen im Granitgneis wurden über eine Bohrung gefasst und im Auskleidungsbeton ans Tageslicht geführt. Die Fassung gelang, allerdings wurde das Transportrohr durch die spätere Stolleninjektion im Querschnitt eingeengt.

1. Allgemeines

Wasserzutritte in Druckstollen können sowohl im Bau- als auch Betriebszustand von unterschiedlicher Auswirkung sein:

- Grosse, teilweise schwer beherrschbare Wasserzutritte in die Stollen – (bei Wasserfassungsstollen ist dies sogar das Ziel der Aktion);
- Auswirkungen des Bergwassers auf den Stollen (Vortriebsbehinderungen, Einschwemmungen, Druck auf die Auskleidung);
- Auswirkungen der Stollens auf das Bergwasser (vorübergehend bzw. andauernd) wie z.B.: Veränderung der hydraulischen Gradienten, Verstärkung der Klufterosion, Beeinträchtigung von Obertage-Quellen).

---

* Beitrag an der Bodenseetagung 2000, Stein am Rhein, 3.11.2000

1) Institut für Ingenieurgeologie, TU Wien, Karlsplatz 13, A-1040 Wien

Triebwasserstollen sind meist als Druckstollen ausgebildet; es bestehen daher für das Bergwasser zusätzliche Randbedingungen:

- Verhältnis Aussen- zu Innendruck (Wasserverluste aus bzw. Zuflüsse in den Stollen);
- Vermischung Kluftwasser / Triebwasser;
- Wasserdruck auf die Auskleidung (Beton, Beton vorgespannt, Folie, Stahl) bei Entleerung (Bemessung der Betonauskleidung bzw. Beulsicherheit der Stahlauskleidung).

Während die Gewinnung und Ausleitung (evtl. auch Nutzung) von Bergwässern bei Verkehrstunnels wegen der besseren Zugänglichkeit relativ einfach ist, gilt es bei Druckstollen einige Schwierigkeiten zu überwinden.

2. Quell-Ausleitung aus einem Druckstollen

Aus dem Engadin fliesst der Inn nach Tirol in den Bereich Landeck – Imst. Hier wurde in den Jahren 1953–1958 das Ausleitungs-Kraftwerk Prutz-Imst errichtet.

Quellen

Kaverne

Stauhorizont

Fig. 1: Topographische/ geologische Übersicht KW Imst.

Ein ca. 12.5 km langer Stollen (Ø = 5.5 m) schneidet das «Inn-Eck» bei Landeck ab und quert die Grenze: Kristalline Phyllite der Zentralalpen («Landecker Quarzphyllit») zu den Nördlichen Kalkalpen (Normalerweise hält sich der Inn an die geologischen Grenzen – hier macht er örtlich eine Ausnahme). Der Kraftabstieg umfasst Wechsellagerungen von Kalken und Mergeln mit mehreren kleinen Kluftaquifer-Stockwerken. Beim Anbohren des mehr als1 km mächtigen Hauptdolomit-Stockes als Haupt-Aquifer wurden die Quellen der Gemeinde Arzl im Pitztal (horizontale Entfernung: ca. 2 km, Niveau ca. 200 m über dem Stollen) trockengelegt.

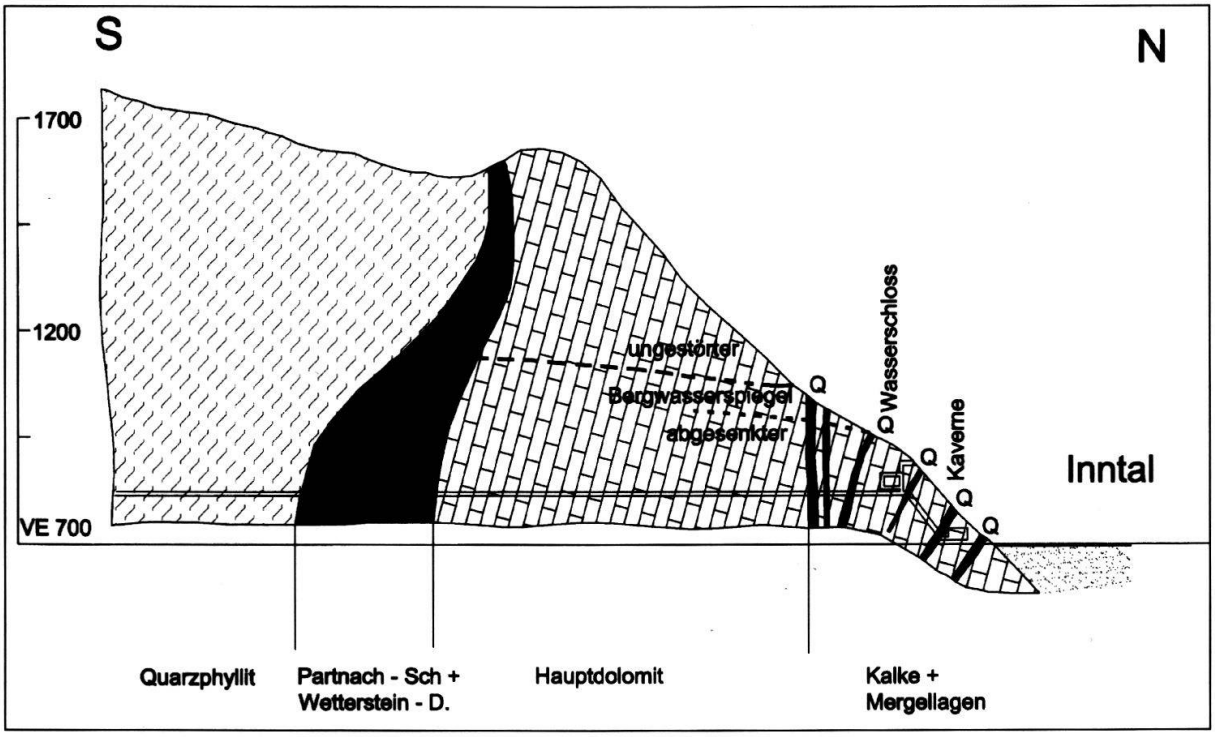

Fig. 2: Geologischer Längsschnitt KW Imst – Kraftabstieg.

Die Gemeinde wurde seit der Bauzeit aus dem über 200 m tiefer liegenden Inngrundwasser mit einer Pumpleitung versorgt – die nach 30 Betriebsjahren erneuerungsbedürftig war – so kamen wir auf die Idee, der Gemeinde wieder ihr bekanntes Bergwasser aus Hauptdolomit zu erschroten.

Die Quellen im Druckstollen waren mit Kugelventilen ausgestattet, welche das Bergwasser bei Überdruck ($p_{aussen} > p_{innen}$) einlassen sollten, aber bei Stollenüberdruck ($p_a < p_i$) Wasserverluste vermeiden sollte. Eine solche Quelle wurde probeweise in den Fensterstollen ausgeleitet (s. Fig. 4). Wir mussten allerdings feststellen, dass sie mit Coli-Bakterien verseucht war – ausserdem machte sie alle Druckschwankungen des Wasserschlosses synchron mit – also ein ziemlich direkter Zusammenhang mit dem Triebwasser des Inns. Dies könnte folgende Ursachen haben:

- Die Quellfassung ist nicht dicht;
- Trieb- (Innfluss-) Wasser dringt über Betonrisse in das Kluftwasser ein und vermischt sich in Stollennähe mit diesem;
- das gesamte Bergwasser ist bereits mit Innwasser vermischt.

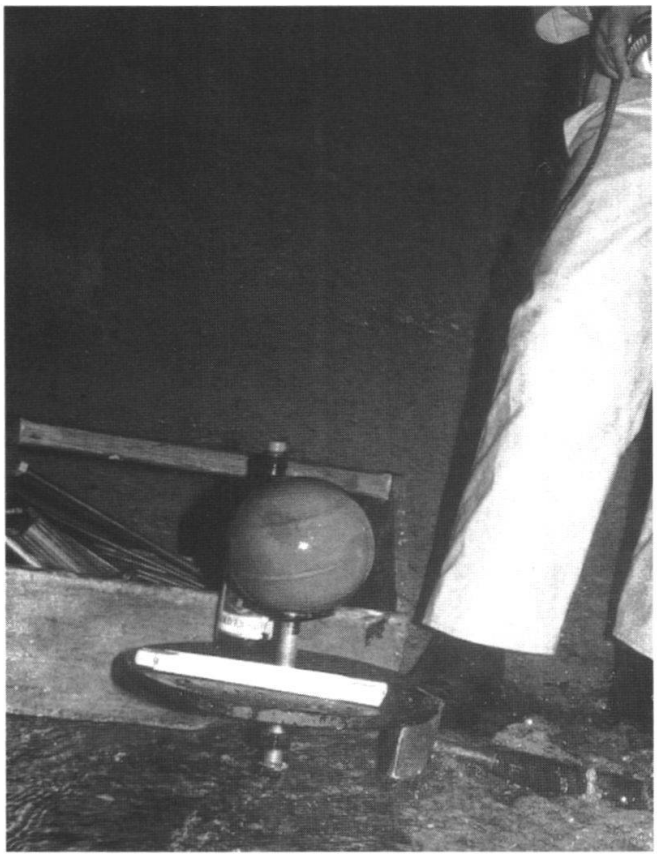

Fig. 3:
Kugelventil im Druckstollen (ausgebaut).

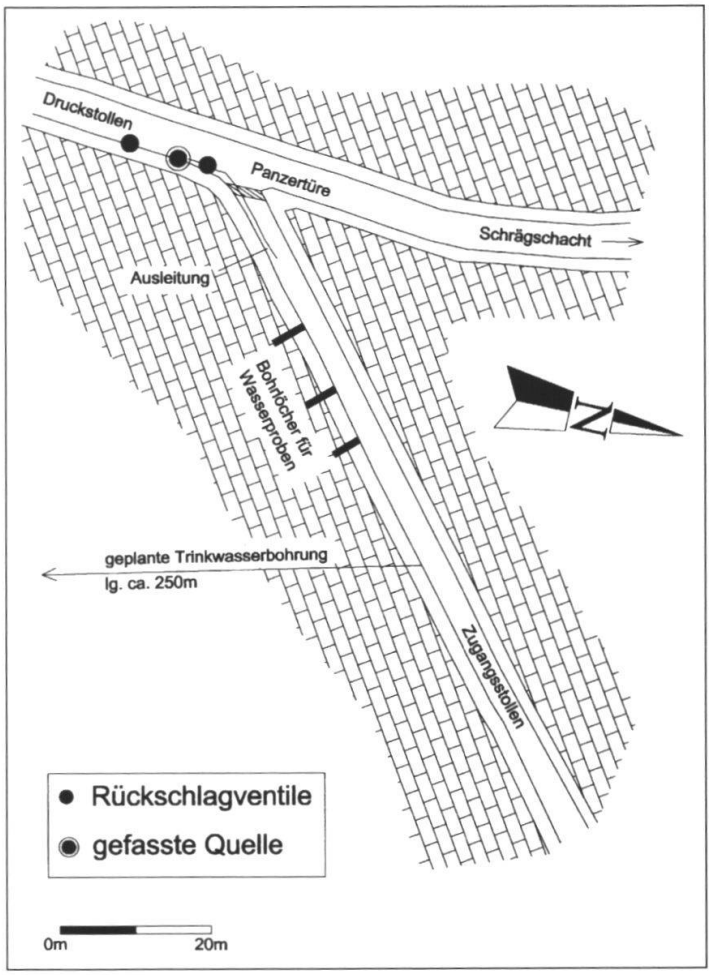

Fig. 4:
Ausgeleitete Quelle aus dem Druckstollen, Lageplan.

In grösserem Abstand wurde daher aus kurzen Bohrungen im Zugangsstollen Bergwasser entnommen, das keimfrei war – allerdings war die Hauptwasserzone des Dolomits hier 250 m entfernt (dies würde eine lange Bohrung bedingen) und die Wasserleitung zur Gemeinde wäre auch 2.5 km lang mit ca. 150 m Förderhöhe geworden.

Überlegungen zum Bergwasserhaushalt und Berechnung einer Wasserbilanz aufgrund der geologischen Verhältnisse, der ausgeflossenen Wassermengen und der Quellmessungen ergaben, dass sich der Bergwasserspiegel nur ca. 20–60 m unter den alten Quellfassungsstollen befinden müsste – es wurde daher im ehemaligen Quellgebiet, nahe der Ortschaft, eine Schrägbohrung abgeteuft. Tatsächlich wurde bei der ersten 80 m tiefen Bohrung der Kluftwasserspiegel in 35 m Tiefe angefahren und 5.5 l/s gefördert, aber das ist eine andere Geschichte.

3. Trinkwassergewinnung aus dem Druckschacht des KW Sellrain-Silz

Eine gelungenere Kluftwassergewinnung aus einem Druckstollen zeigt das folgende Beispiel (allerdings auch mit einigen Schwierigkeiten):
Die Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz (erbaut von den Tiroler Wasserkraftwerke AG 1977–81) befindet sich mit ihrem Kraftabstieg zum Inntal (etwa 40 km flussabwärts von Imst) an der N-Stirn der Ötztaler Kristallin-Masse.

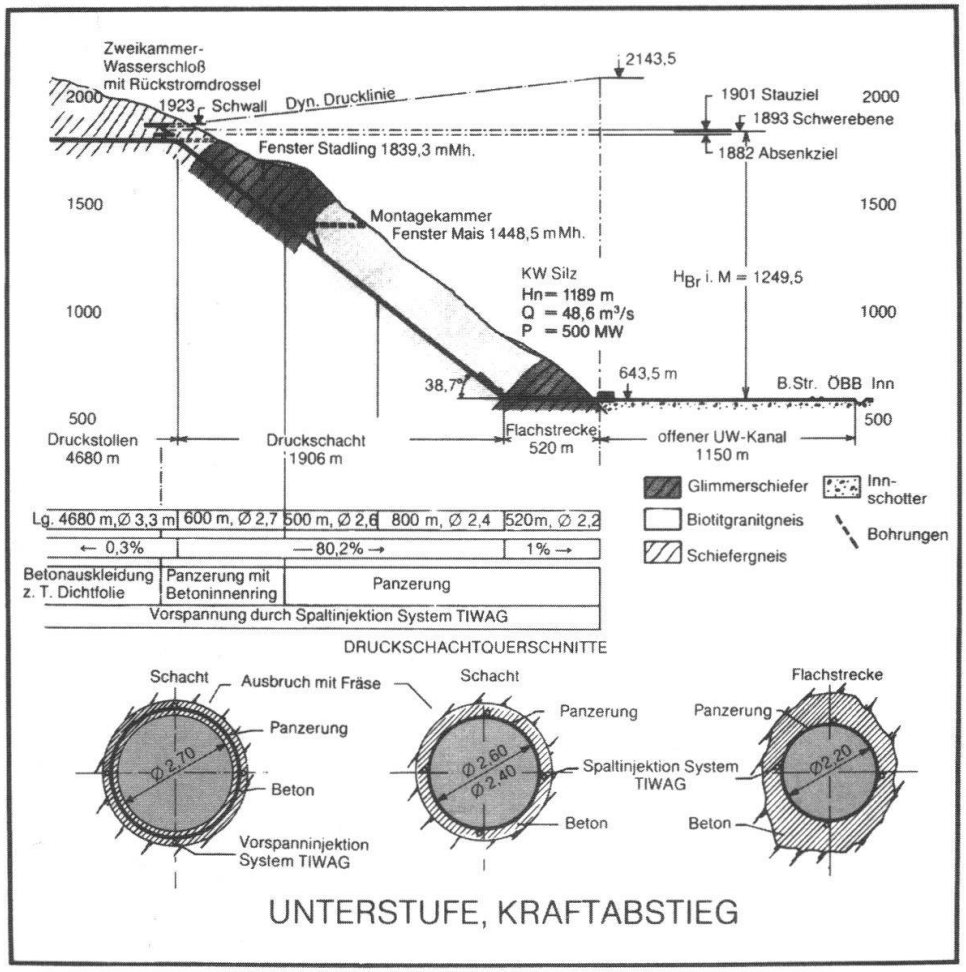

Fig. 5: Kraftabstieg Sellrain-Silz – Längsschnitt.

Die Fallhöhe (Ober- und Unterstufe gesamt) beträgt 1650 m, alleine in der Unterstufe können 1260 m genutzt werden – das hat maximale Stollen-Innendrücke von bis zu 150 bar zur Folge. Die Abfolge von Glimmerschiefern, Gneisen und Graniten ist durch die Nähe der Inntal-Störung tektonisch stark beansprucht (Hangbewegungen, teilweise zerscherte und zerriebene Glimmerschiefer, Granite mit offenen Klüften bis cm-Öffnungsweiten).

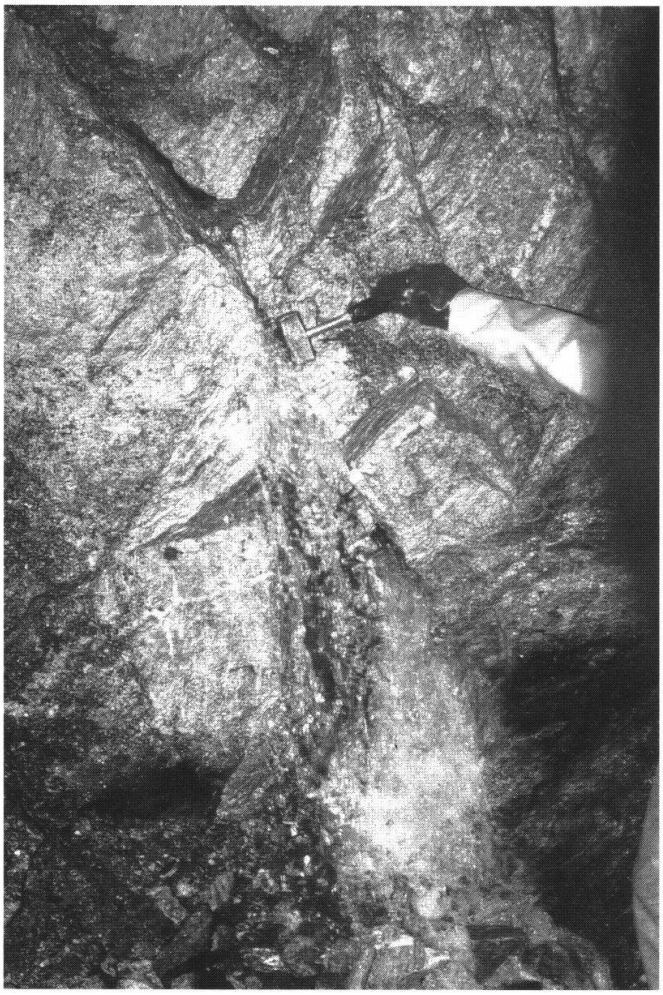

Fig. 6:
Wasserführende Kluft im Sondierstollen Silz.

Bereits beim Vortrieb eines Sondierstollens kam es nach Erreichen des Granitgneises zum Ausbleiben der Quellwasser-Versorgung der Ortschaft Silz (ca. 7 l/sec) durch Kluftwasserzutritte in den Sondierstollen bzw. aus Sondierbohrungen (in Summe bis 40 l/s).

Die tiefer gelegenen und vom Stollen weiter entfernten Quellen reagierten erst später, die tiefstgelegene Quelle QS 44 wurde zwar stark abgemindert, fiel aber nicht ganz trocken. Es kam zu einem «Beharrungszustand» über mehrere Jahre, bis dann bei Aufnahme der Haupt-Bautätigkeit (Vortrieb des Schrägschachtes) weitere Wasserklüfte angefahren wurden und damit die Wassermenge im Stollen bis auf max. 140 l/s anstieg (Fig. 7 und 8). Die Änderung des Kluftwasserspiegels konnte über die perlschnurartig an der Gesteinsgrenze Glimmerschiefer/Granitgneis aufgefädelten Quellen, aber auch durch Manometer in den Sondierbohrungen verfolgt werden. Durch die Wasserbilanz konnte ein entwässertes Kluftvolumen von 1.7 ‰ errechnet werden.

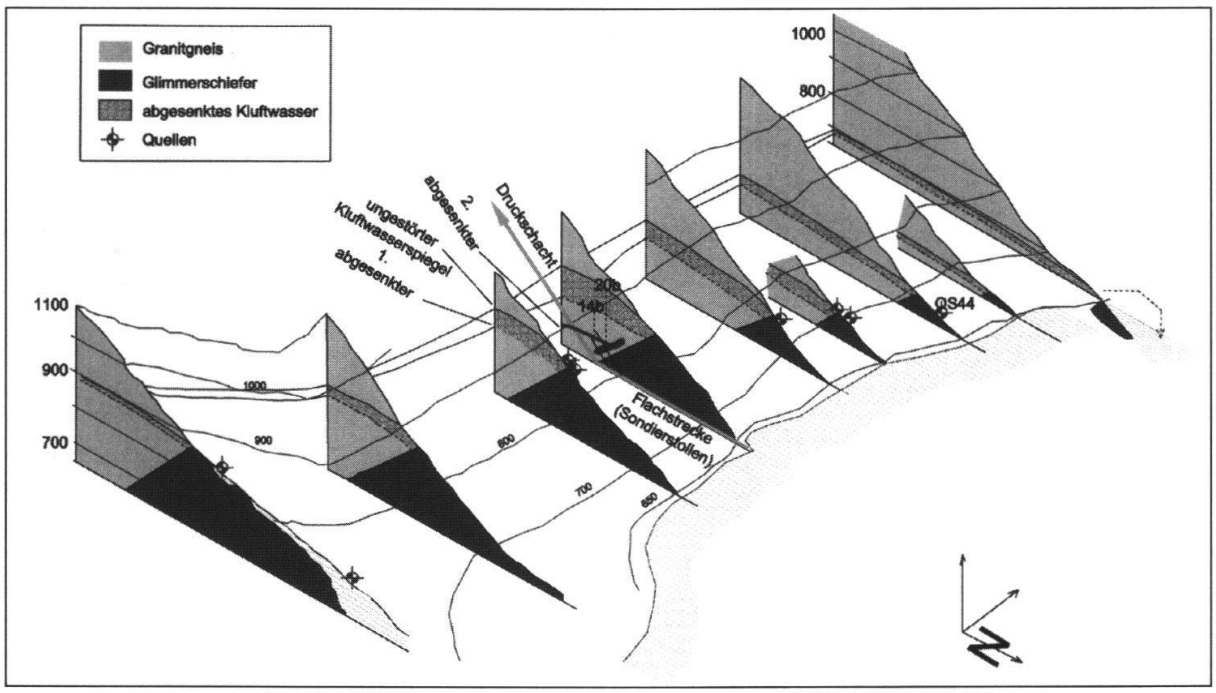

Fig. 7: Serienprofile Druckschachthang Silz.

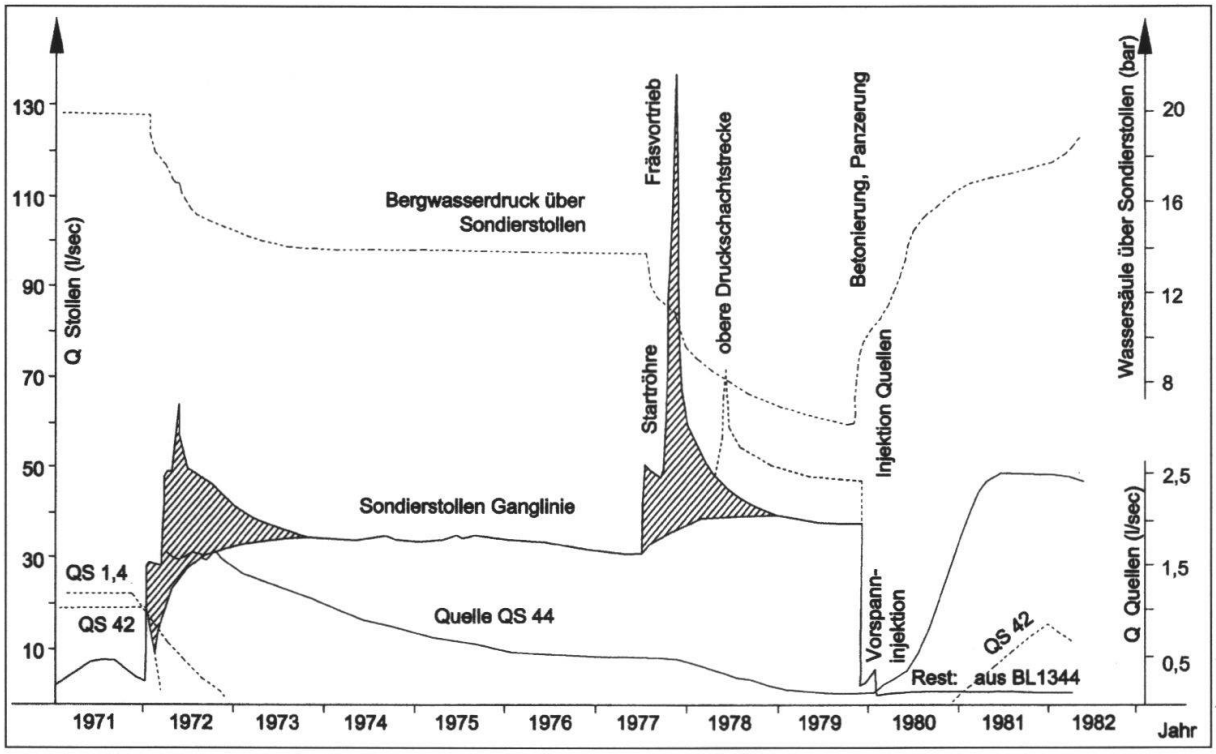

Fig. 8: Stollenwasser-Ganglinie Sondierstollen Silz.

Als vorläufiges Ersatzwasser für die Gemeinde wurde ein Brunnen im Inntalschotter geschlagen, aber für die Zeit nach Bauende wurde eine Ausleitung von Kluftwasser aus einem seitlichem Bohrloch im Stollen vorgesehen. Nach Einbau eines Filterrohres wurde das neu erbohrte Trinkwasser durch ein Rohr im Auskleidungsbeton (hinter der Stahlpanzerung) ausgeleitet und ins Gemeindewassernetz eingespeist.

Fig. 9:
Trinkwasserbohrung vom Stollen aus (ca. 5.5 l/s).

Nach Fassung und Injektion der übrigen Wasserzutritte und Auskleidung des Stollens verblieb noch die ausgeleitete Wassermenge von 5.5 l/s. In der Ganglinie (Fig. 8) erkennt man eine deutliche Reduktion auf ca. 1.7 l/s durch die danach ausgeführte Stollen-Vorspanninjektion, da offensichtlich die Wasserleitung durch den Injektionsdruck eingebeult wurde. Dies war natürlich nur möglich, wenn das Injektionsgut über einen kleinen Beton-Schwindriss seinen Druck auf die Wasserleitung ausüben konnte.

4. Folgerungen

Trinkwassergewinnungen aus Kluftwasser von Triebwasserstollen sind prinzipiell ausführbar, einige Besonderheiten sind allerdings zu berücksichtigen:
- Stollen muss dicht sein (dies wird bei Stahlpanzerung garantiert, bei Betonauskleidung ist dies nicht unbedingt gesichert);
- Entnahmebereich in deutlichem Abstand vom Stollen;
- damit Auswirkungsbereich des Stollens vermeiden;
- Ausleitung ans Tageslicht muss druckfest sein;
- spätere Erweiterung oder Reparatur ist kaum möglich.

Literatur

GYSEL, M. 1984: Bestimmung der Felsdurchlässigkeit aufgrund von Stollen-Abpressversuchen. Wasser, Energie, Luft 76, pp. 165-170.

JACOBS, S. & TENTSCHERT, E. 1994: Stollen in Bergwasser: Prognose, Prophezeiung und Realität der Auswirkungen. Felsbau (Essen) 6/1994, pp. 466-473.

KARRENBERG, H. 1980: Hydrogeologie der nichtverkarstungsfähigen Festgesteine. 320 pp., Springer Berlin-Heidelberg.

TENTSCHERT, E. 1991: Hydrogeologische Prognose und tatsächlicher Bergwasserhaushalt für den Druckstollen Strassen-Amlach, Tirol. Geotechnik 1991/2, pp. 74-80, Stuttgart.

SAMETZ, L. & OBERLEITNER, P. 1991: Wasserversorgung mit Bergwasser aus Triebwasserwegen von Wasserkraftanlagen. Öst. Zt. f. El.-Wirtschaft Jg. 44/3, pp. 82-86.

SCHLEISS, A. 1987: Einfluss der Sickerwasserströmungen in Betonauskleidung und Fels auf die Bemessung von durchlässigen Druckstollen. Zt. D. Öst. Wasserwirtsch. H. 1/2.