

Zeitschrift: Bulletin für angewandte Geologie

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

Band: 5 (2000)

Heft: 2

Artikel: Das Bergwasser im Spannungsfeld zwischen Tunnelbauern und Umweltschutz

Autor: Ziegler, Hans-Jakob

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-222280>

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: 26.01.2026

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

Das Bergwasser im Spannungsfeld zwischen Tunnelbauern und Umweltschutz

mit 8 Figuren

HANS-JAKOB ZIEGLER *

Zusammenfassung

Anhand von Beispielen wird gezeigt, wie bei älteren Tunnelbauten im Fels mit dem Bergwasser verfahren wurde. Dabei wurde im Normalfall, d. h. falls nicht bautechnische oder wirtschaftliche Gründe dagegen sprachen, das angetroffene Wasser durch den Tunnel abgeleitet und der Bergwasserspiegel dementsprechend bis auf das Tunnelniveau abgesenkt.

Als Folge des Gewässerschutzgesetzes von 1991 sind solche Vorgehensweisen in der Schweiz nicht mehr *a priori* gestattet. Mit der Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) von 1998 wird versucht, die Massnahmen aufzuzeigen, die notwendig sind, damit Untertagebauten aus der Sicht des Grundwasserschutzes umweltverträglich resp. gesetzeskonform erstellt werden können. Die Problematik liegt nun aber darin, dass der Gesetzgeber in erster Linie den Schutz der untiefen und nutzbaren Grundwasservorkommen im Lockergestein anvisiert hat, die gleichen Empfehlungen aber auch beim Bau von tiefliegenden Tunnels, die im Fels verlaufen und teilweise sehr hohen Wasserdrücken ausgesetzt sind, durchsetzen möchte.

Am Beispiel des Lötschberg - Basistunnels der NEAT soll aufgezeigt werden, wie die gesetzlichen Vorgaben trotzdem erfüllt und mit vernünftigen Kosten umgesetzt werden können. Dies ist aber nur möglich, falls sowohl seitens der Bewilligungsbehörde wie auch seitens des Bauherrn die notwendige Bereitschaft vorhanden ist, gemeinsam die zweckmässigsten Lösungen zu erarbeiten.

1. Einleitung

Als Folge des neuen Gewässerschutzgesetzes von 1991 wurde vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft 1998 die Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten publiziert. Diese Richtlinie entstand ursprünglich wohl vorwiegend in der Absicht, Vorgehensweisen beim Untertagebau für den Schutz von genutzten oder nutzbaren Lockergesteinsgrundwässern darzustellen. Deswegen soll gezeigt werden, was für Massnahmen für den Grundwasserschutz beim Bau von tiefliegenden Untertagebauten im Fels sinnvollerweise gemacht werden können.

Im Folgenden werden zuerst einige historische Beispiele aufgeführt. Damit kann dargestellt werden, wie früher mit dem Grundwasser im Felsbau umgegangen wurde. Anschliessend wird kurz auf die Gesetzgebung sowie die in der Richtlinie vor-

* Kellerhals + Haefeli AG, Kapellenstr. 22, CH-3011 Bern

geschlagenen Vorgehensweisen eingegangen und deren Umsetzung beim Lötschberg-Basistunnel vorgestellt. Dabei beschränken sich die folgenden Ausführungen explizit auf den Grundwasserschutz, auf die Einleitung von Tunnelwasser in ober- oder unterirdische Gewässer wird nicht eingegangen.

2. Historische Beispiele

2.1 Simplontunnel

Zwischen 1898 und 1905 wurden zwischen Brig (Schweiz) und Iselle (Italien) durch den Simplon zwei parallele Eisenbahntunnel gebaut. Dabei traten bei km 15.4 ab Nordportal in der Teggiolozone auf einer Strecke von rund hundert Metern Wasszutritte von insgesamt knapp $1.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ auf (Fig. 1). Diese führten zu einer mehrmonatigen Verzögerung des Tunnelvortriebes. Durch einen Färbyversuch konnte nachgewiesen werden, dass eine direkte Verbindung zwischen den Quellen im Tunnel und den Versickerungsstellen der Cairasca, welche die in Italien gelegene Alpe Veglia entwässert, besteht (Schardt 1903). Daneben wurden auch Quellen in diesem Gebiet wenigstens teilweise abdrainiert.

Dieses Wasser wird seitdem durch den Tunnel in Richtung Südportal abgeleitet und das Gebirge demzufolge dräniert. Irgendwelche speziellen Massnahmen, um die Dränierung zu reduzieren, wurden während dem Bau keine getroffen.

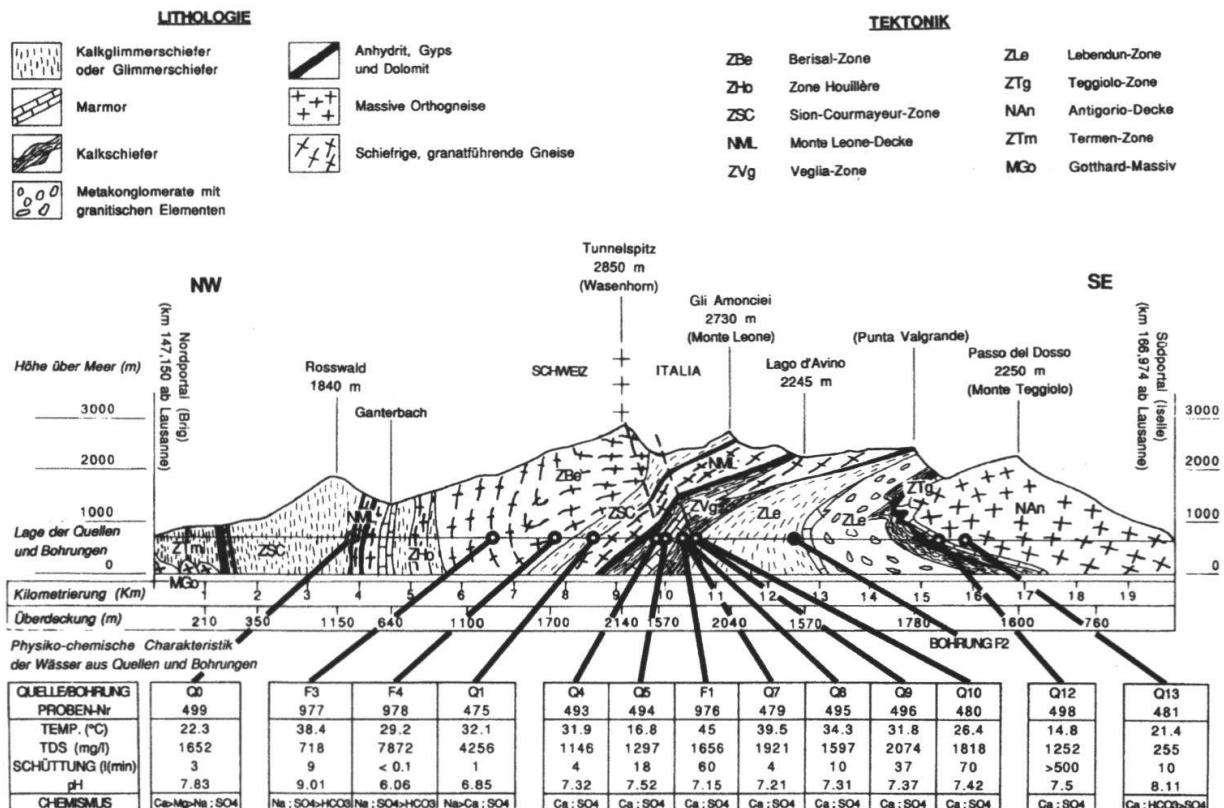


Fig. 1: Geologisches Profil entlang des Simplontunnels mit Lage der beprobten Quellen und Bohrungen und deren hauptsächlichen physiko-chemischen Parametern (aus Bianchetti et al. 1993).

2.2 Grenchenbergtunnel

Von 1911 bis 1915 wurde der Grenchenbergtunnel ausgebrochen. Dabei wurden nach Querung der Molasse im Malmkalk insgesamt knapp $1.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ Wasser angefahren (Fig. 2). Dieses Wasser wurde gefasst und es wird nach wie vor von der Wasserversorgung Grenchen als Trinkwasser genutzt. Heute bringen diese Tunnelquellen im Mittel etwa 500 l/sec , mit Spitzen bis gegen 900 l/sec .

Grenchenberg

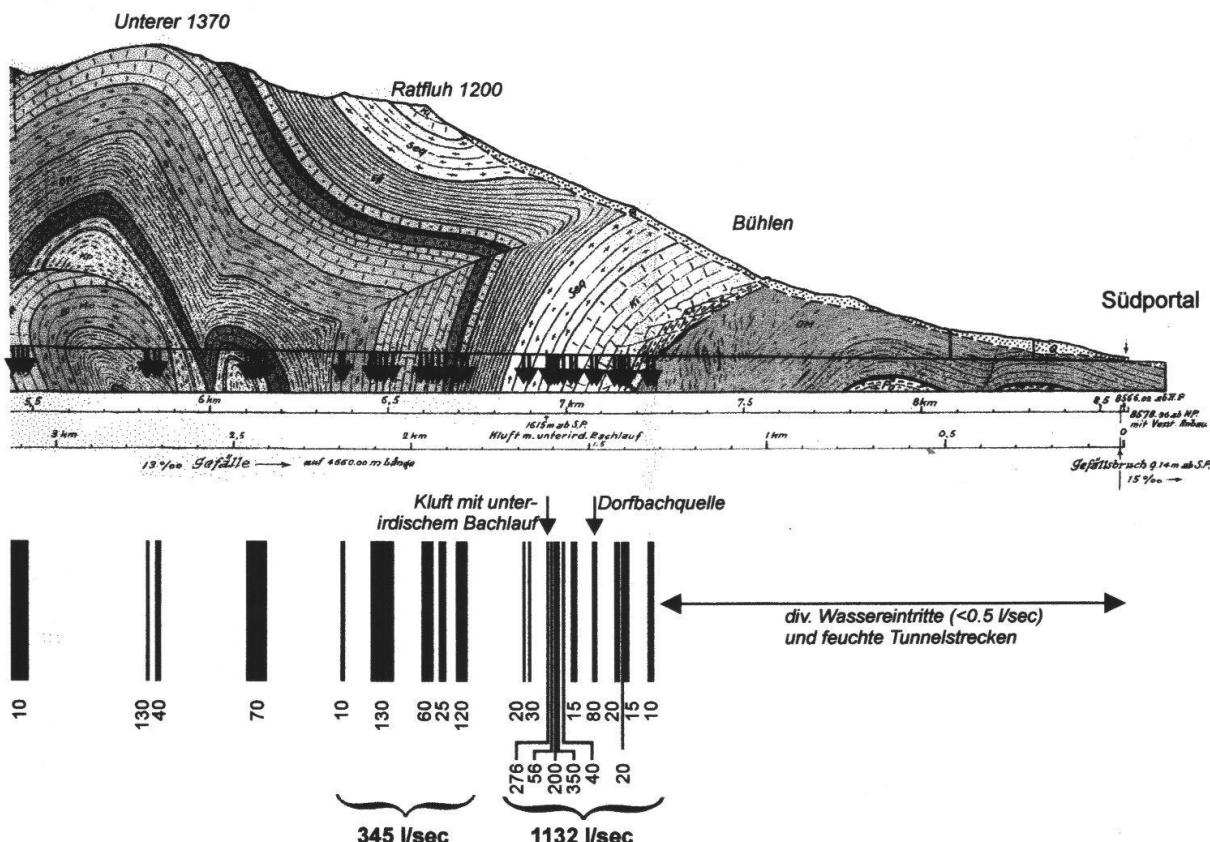


Fig. 2: Ausschnitt aus dem geologischen Profil des Grenchenbergtunnels mit Angabe der Wassereintritte und Schüttungen in l/sec (aus Buxtorf & Troesch 1917, ergänzt).

2.3 Kraftwerkstollen Handeck – Chapf

Beim Übergang vom Erstfelder Gneis zum Innertkirchner Granit erfolgte beim Vortrieb des Kraftwerksstollens im Jahre 1941 ein Wassereinbruch von rund $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ (Fig. 3 und 4).

Für den Vortrieb ergaben sich trotz dieser Wassermenge keine grossen Probleme, da die Wassereintritte aus Klüften im standfesten Fels erfolgten (Fig. 5).

Nach Abschluss des Vortriebes wurde das Wasser gefasst bzw. mittels Einwegventilen in den Stollen geleitet. Mit diesem Vorgehen konnte verhindert werden, dass bei einem tiefen Bergwasserspiegel Wasser aus dem Stollen in das Gebirge austrat. Es kann davon ausgegangen werden, dass heute bei einem hohen Bergwasserspiegel nach wie vor etwa 150 l/sec in den Stollen fliessen und so zur Stromproduktion genutzt werden können.

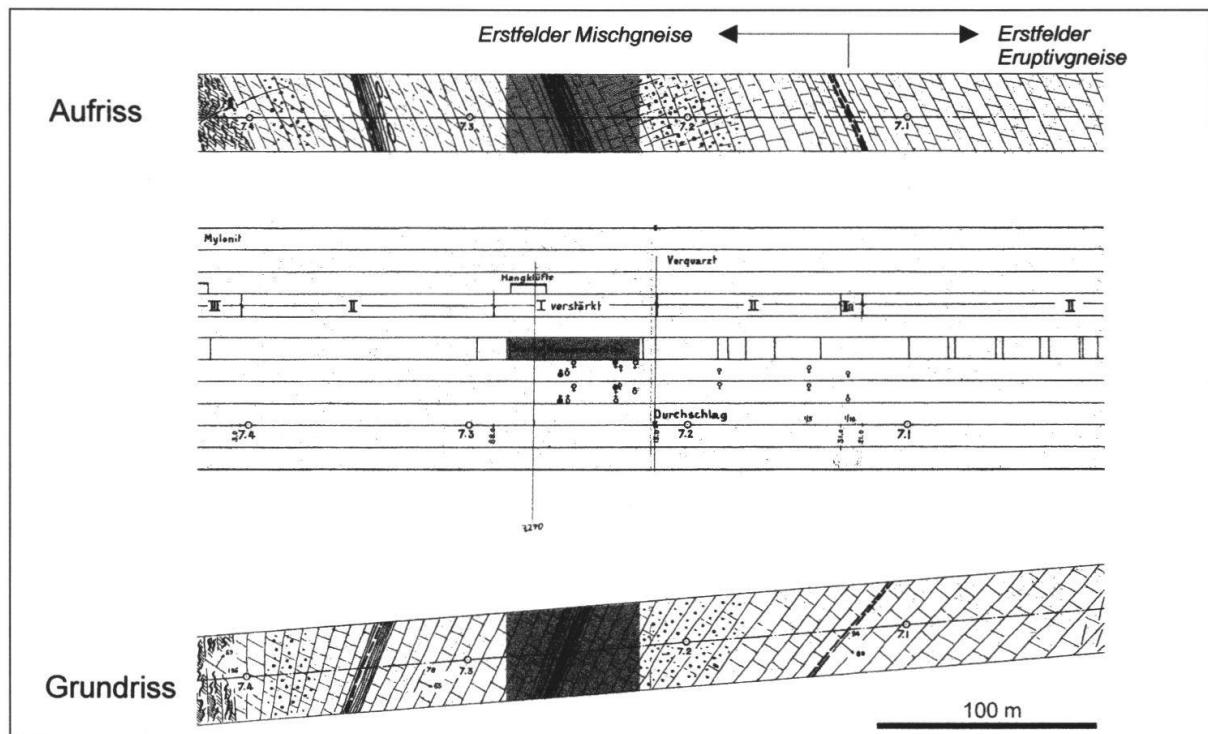


Fig. 3: Ausschnitt aus dem geologisch-petrographischen Profil des Zulaufstollens Handeck-Chapf mit Lage der starken Wassereinbrüche (nach Pflugshaupt & Grunder 1941).

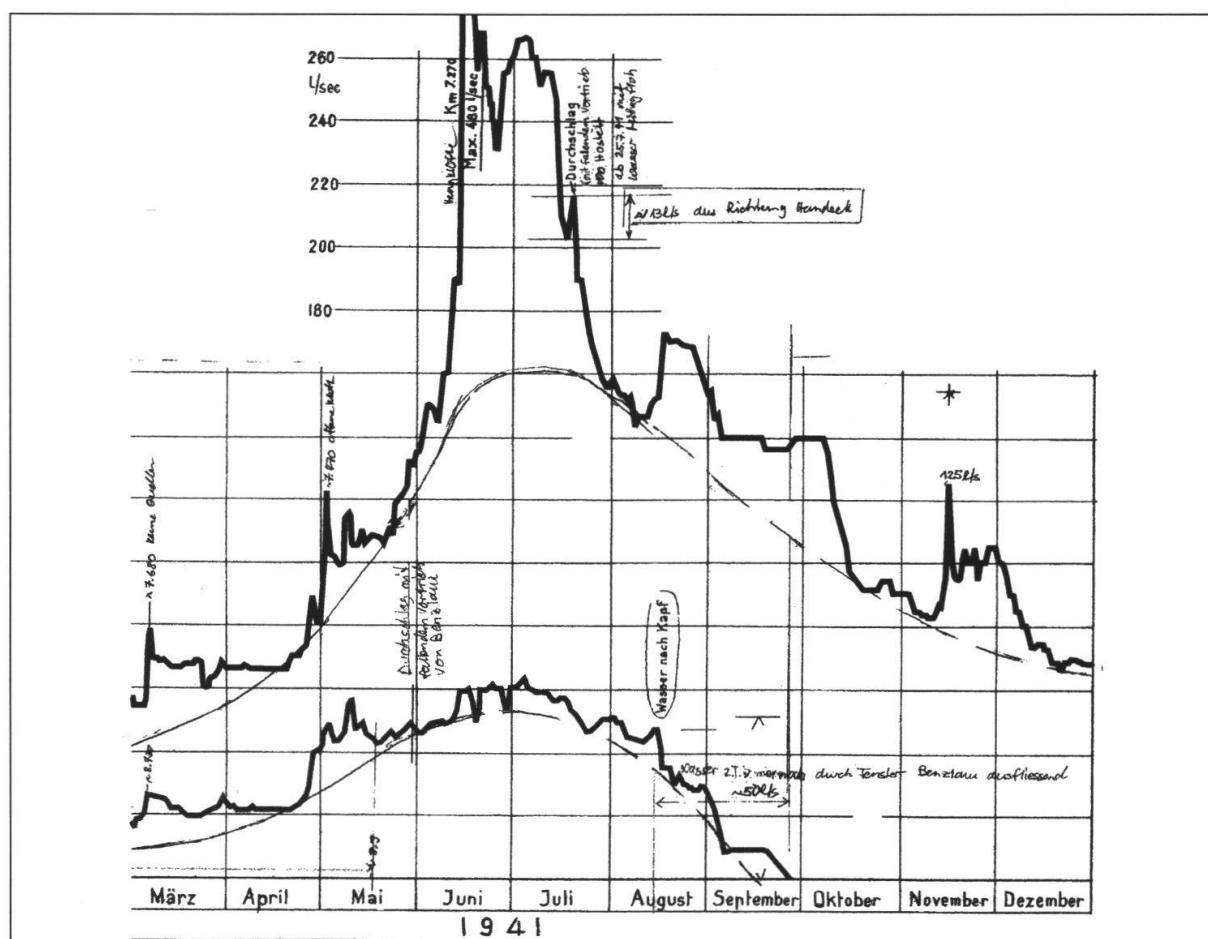
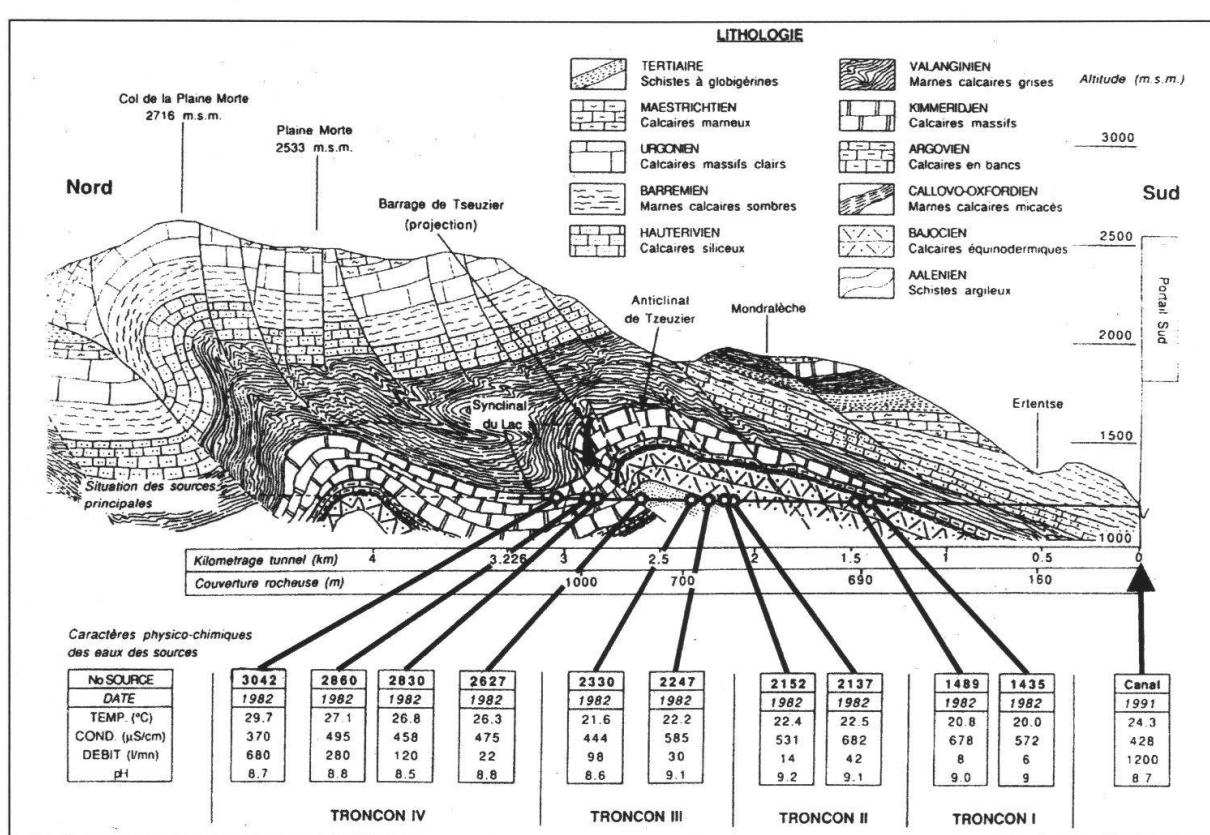


Fig. 4: Zulaufstollen Handeck-Chapf: Wasserausfluss Baufenster Benzlaui (nach Pflugshaupt & Grunder 1941).

Fig. 5:
Zulaufstollen Handeck-Chapf: Lokale
Wassereintritte von ca. 400 l/sec.



Fig. 6:
Geologisches Profil entlang des Ra-
wil-Sondierstollens mit Lage der be-
probten Wassereintritte und deren
hauptsächlichen physiko-chemischen
Parametern (aus Bianchetti 1993).



2.4 Rawil-Sondierstollen

Mit dem Sondierstollen für den Rawiltunnel der N6 wurde in den jurassischen Sedimenten der Wildhorn-Decke mehrere verkarstete Zonen mit teils grossen Wasserzuflüssen angefahren und entleert (Fig. 6). Dabei betragen die erstmaligen Entleerungen bis zu rund $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$. Sie verringerten sich aber innert weniger Wochen auf einige $1/\text{sec}$. Seit 1987 beträgt der Gesamtabfluss etwa 20 l/sec .

Zeitgleich mit der Entleerung traten Setzungen und Deformationen im dm-Bereich an der knapp 1.6 km entfernten und gut 400 m tiefer gelegenen Staumauer Zeuzier auf, die zu grösseren Schäden führten. Die Staumauer wurde repariert und wird seit gut zehn Jahren wieder betrieben. Im Stollen selber wurden keine Massnahmen getroffen, d. h. das Karstwasser wird weiterhin abdräniert. Diese Ereignisse führten aber dazu, dass das Projekt der N6 aufgegeben und der Rawiltunnel nicht gebaut wurde.

3. Heutige Gesetzgebung resp. Richtlinien

Für die Untertagebauten ist insbesonders der Artikel 43 des Gewässerschutzgesetzes von 1991 wichtig. In diesem Artikel werden die Grundsätze für die Erhaltung der Grundwasservorkommen folgendermassen festgelegt:

- Einem Grundwasservorkommen darf *längerfristig* nicht mehr Wasser entnommen werden als ihm zufliesst;
- einem Grundwasservorkommen darf *kurzfristig* nur mehr Wasser entnommen werden, wenn dadurch die Qualität und die Vegetation nicht beeinträchtigt werden;
- Grundwasservorkommen dürfen nicht dauernd miteinander verbunden werden, wenn dadurch Menge oder Qualität des Grundwassers beeinträchtigt werden kann;
- Speichervolumen und Durchfluss eines nutzbaren Grundwasservorkommens dürfen durch Einbauten *nicht wesentlich und dauernd* verringert werden.

Auf Grund dieser Ausgangslage wurde vom BUWAL die Wegleitung zur Umsetzung des Gewässerschutzes bei Untertagebauten erarbeitet und 1998 publiziert. Die darin empfohlene Vorgehensweise der Szenarienanalyse ist aus der nachstehenden Figur 7 ersichtlich.

4. Umsetzung am Beispiel Lötschberg-Basistunnel

Im folgenden wird nun am Beispiel des Lötschberg-Basistunnels kurz erläutert, wie das Grundwasser auch bei tiefliegenden Tunnels in den Alpen geschützt und das Gewässerschutzgesetz eingehalten werden kann. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass ein grosser Teil der in der Planungsphase vorgesehenen Arbeiten schon ausgeführt waren, als die Wegleitung publiziert wurde und deswegen gewisse Differenzen entstanden sind. Dies betrifft insbesonders die Szenarienanalyse, die nicht als solche gemacht wurde, sondern in den Fachberichten «Wasser» der UVB's der zweiten und dritten Stufe integriert ist.

Wie aus der Figur 8 ersichtlich ist, quert der Lötschberg-Basistunnel auf der Nordseite die möglicherweise verkarsteten und wasserführenden Sedimente der Dol-

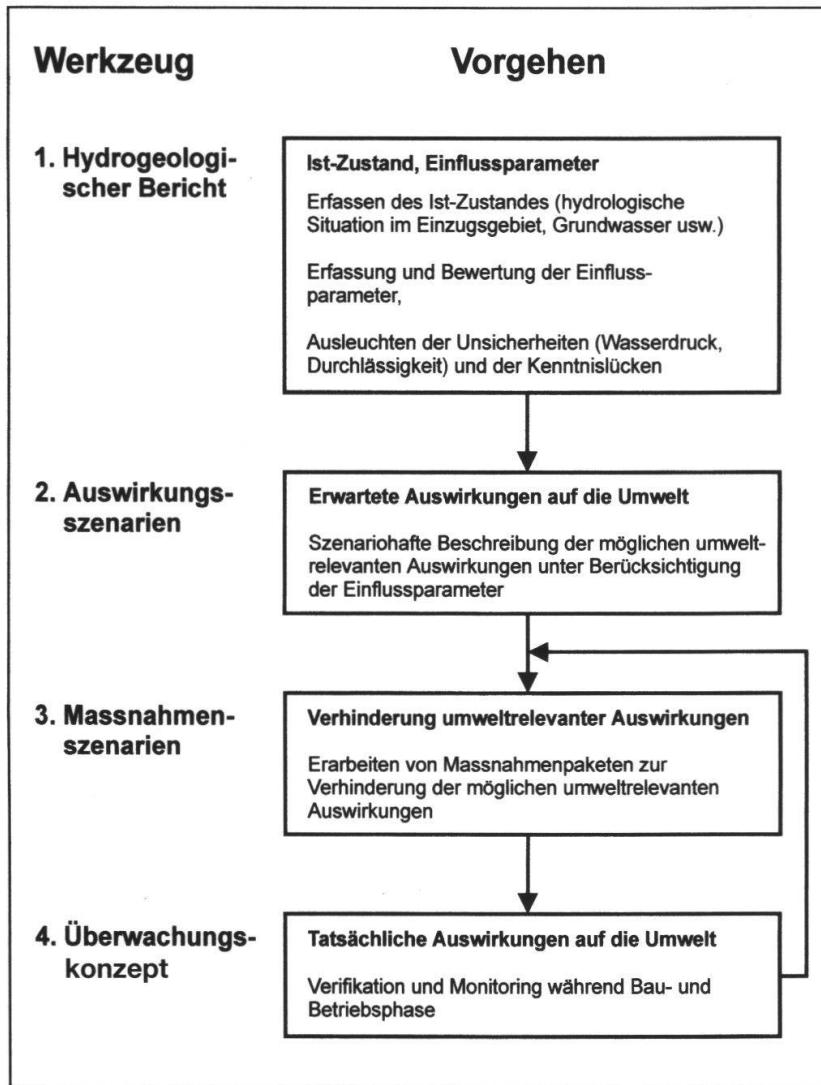


Fig. 7:
Schematischer Ablauf der Szenarienanalyse (aus BUWAL 1998).

denhorn-Decke und der Trias des Autochthon Nord. Dabei werden in diesen Abschnitten Wasserdrücke von 40 bis gegen 75 bar erwartet. Da diese Drücke extrem hoch sind, ist eine vollständige Abdichtung mittels Folien und «dichtem» Beton, wie sie in untiefen Tunnels im Lockergestein gemacht werden kann, nicht möglich. Dies bedeutet, dass der Basistunnel dränierend gebaut werden muss.

Auf Grund dieser Ausgangslage wurde zusammen mit den Gewässerschutzfachstellen des Bundes und des Kantons ein Vorgehen ausgearbeitet, das nun als Vorschrift in der Plangenehmigung enthalten ist. Es erlaubt eine teilweise Abdränierung des Grundwassers bis zu genau festgelegten Grenzwerten (Fig. 8). Dabei wurde für die beiden unabhängigen hydrologischen Stockwerke je eine separate Limite angeordnet. Diese wurden so bestimmt, dass entsprechend dem Gewässerschutzgesetz den beiden Grundwasservorkommen längerfristig nicht mehr entnommen wird als ihnen zufließt und gleichzeitig allfällige Beeinträchtigungen an der Oberfläche so klein sind, dass sie nicht bemerkt werden.

Damit diese Limitierungsmengen beim Bau des Basistunnels eingehalten werden können, sind gemäss Bauprojekt und Submission die folgenden Massnahmen vorgesehen:

- Vorauserkundung mit Bohrungen und Georadar zur Bestimmung der jeweiligen Wasserführung im erkundeten Abschnitt.

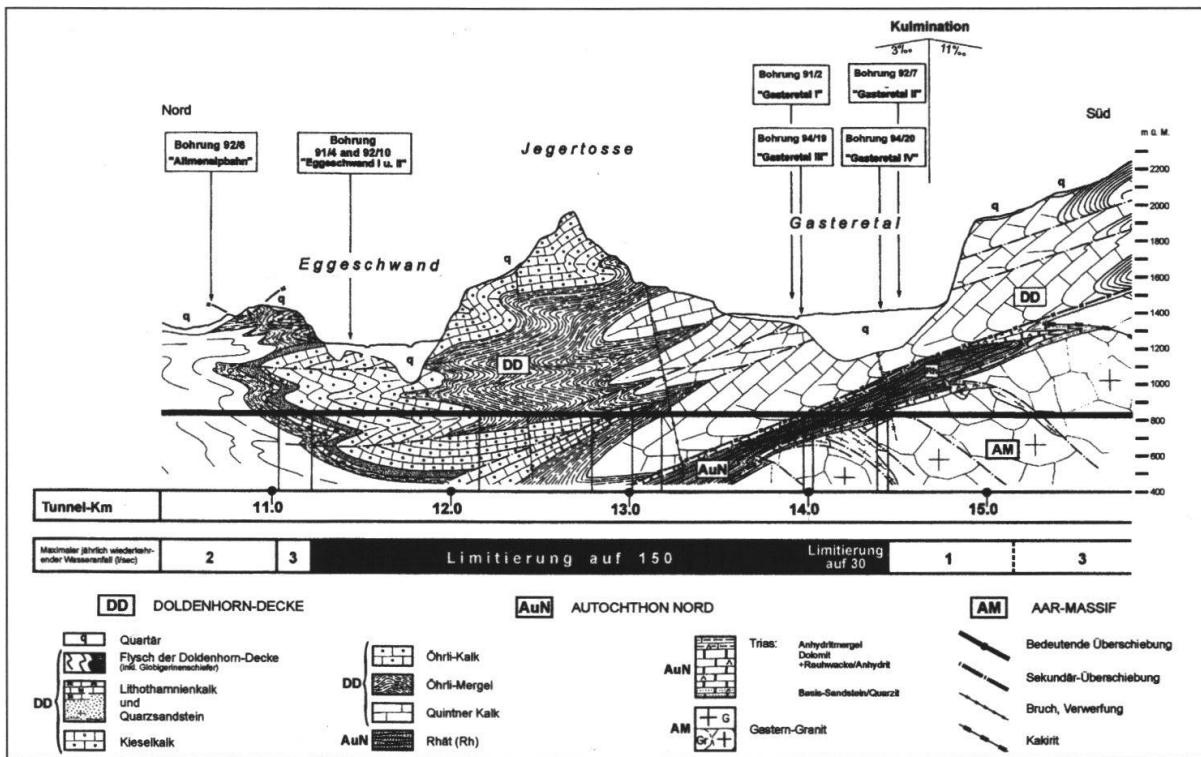


Fig. 8: Ausschnitt aus dem geologischen Prognoseprofil des Lötschberg-Basistunnels mit den einzuhaltenden Limiten der Abdrainage (aus Kellerhals & Isler 1998)

– Bei zu grosser Wasserführung Abdichtungs injektionen zu deren Reduktion. Je nach den angetroffenen Verhältnissen sind diese Injektionen dabei vorgängig des Ausbruchs oder im nachhinein möglich.

Mit diesem Vorgehen sollte es gelingen, die Limitierungen einzuhalten und den Lötschberg-Basistunnel gesetzeskonform zu erstellen.

Literaturverzeichnis

- BIANCHETTI, G. 1993: Hydrogéologie et géothermie des venues d'eau du tunnel du Rawyl (Valais, Suisse). - Bull. Centre d'Hydrogéologie Univ. Neuchâtel, Nr. 12 (1993).
- BIANCHETTI, G., ZUBER, F., VAATAZ, F.-D. & ROULLIER, J.-D. 1993: Hydrogeologische und geothermische Untersuchungen im Simplontunnel. - Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., Lief. 88.
- BLS AlpTransit AG 1996: UVP 3. Stufe, Fachexpertenbericht Wasser. (Abschnitt Portweid - Kantonsgrenze; Basistunnel Nord). - Unpubl. Fachgutachten.
- Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG; SR 814.20). - EDMZ, Bern.
- BUWAL 1998: Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten. - BUWAL (Dokumentation), Bern.
- BUXTORF, A. & TROESCH, A. 1917: Geologie des Grenchenbergtunnels mit Berücksichtigung der hydrographischen und thermischen Verhältnisse und der Tunnelbeben. - Schlussber. Berner Alpenbahn-Ges. Bern-Lötschberg-Simplon zHv. Schweiz. Post- und Energiedept.
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201). - EDMZ, Bern.
- KELLERHALS, P. & ISLER, A. 1998: Lötschberg-Basistunnel: Geologische Voruntersuchungen und Prognose. - Geol. Ber. Nr. 22, LHG Bern.
- PFLUGSHAUPT, P. & GRUNDER, C. 1941: Kraftwerk Innertkirchen, Zulaufstollen Handeck-Chapf: Geol.-petrogr. Profil 1:1000. - Unpubl. Plan Nr. 6595, Blätter 1 - 4. Archiv Kraftwerke Oberhasli AG.
- SCHARDT, H. 1903: Note sur le profil géologique et la tectonique du Massif du Simplon, suivi d'un rapport supplémentaire sur les venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Simplon du côté d'Iselle. - Corbaz & Cie, Lausanne.