Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 95 (2003)
Heft: 1-2

Artikel: Bergwasserproblematik im Tunnel- und Stollenbau
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939434

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

die eigentliche Umsetzung der baulichen Massnahmen relativ rasch vollzogen werden kann, wenn keine grösseren Hochwasserereignisse die Bauarbeiten zunichte machen.

4.1 Grundwassernutzung und Hochwasserschutz

Die Auswirkungen der Hochwasserschutzmassnahmen auf das Grundwasser sind eine der massgebenden Steuerungsgrössen für die 2. Thurkorrektion. Durch die Verbesserung des Flussraumes und die vorgesehenen Rückhalteräume darf keine wesentliche Veränderung der Grundwasserverhältnisse und der Infiltrationsverhältnisse entstehen. In der landwirtschaftlich und industriell intensiv genutzten Thurtalebene wird jede Parzelle, jeder Raum heute schon von verschiedenen Nutzern in Anspruch genommen. Es besteht somit nur noch ein kleiner Spielraum, um zum Beispiel einen neuen Standort für ein grosses Grundwasserpumpwerk zu finden. Wasserbauliche Massnahmen und ihre Auswirkung auf die Grundwasserverhältnisse sind schon früh in der Projektausarbeitung zu erfassen und zu bewerten, damit keine neuen Konflikte zwischen Grundwassernutzung und Hochwasserschutz entstehen.

4.2 Hochwasserschutz und Ökologie

An der Thur sind Hochwasserschutz und Ökologie keine Gegensätze. Der Fluss bekommt Raum, der über seine sichtbare Wasserfläche hinausgeht, um seine vielfältigen Funktionen erfüllen zu können. Genug Platz ermöglicht den schadlosen Abfluss von Wasser und Geschiebe und wirkt ausgleichend bei Hochwasser. Die Flusssohle und die Uferbereiche verbinden Lebensräume und Landschaftsteile. Bei genügender Ausdehnung erhöht das standorttypisch bewachsene Ufer und Umland die Selbstreinigungskraft des Flusses und hilft Schad- und Nährstoffe abzubauen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung zur Sicherung der Grundwasserqualität.

4.3 2103?

Was passiert, wenn der Flussraum neu gestaltet ist? Wie sollen die neu angelegten Vorländer, die Flachufer und die Dämme genutzt und bewirtschaftet werden? Sollen nach jedem Hochwasser die kleinen Auflandungen entfernt werden? Oder soll zugewartet werden, bis wiederum hundert Jahre verflossen sind? Antworten auf diese Fragen müssen heute schon gefunden werden, da der im unteren Bereich der Thur aufgewertete Flussraum sich weiterentwickelt, sich verändert. Die Nutzung der Vorländer spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Bei extensiver Nutzung und kontinuierlicher Pflege des Flussraumes kann der gewünschte Zustand aufrechterhalten werden. Jedoch müssen wir uns im Zusammenhang mit Eingriffen in Fliessgewässer und Flussraumgestaltung immer daran erinnern, dass das Endziel einer Flusslandschaft eine Verlandungsebene ist (Peneplain). Die natürlichen Erosionsprozesse sind nicht aufzuhalten. Wir können sie nur verlangsamen.

Literatur

A. Enz (2002): Fünf Kantone – ein Einzugsgebiet; «wasser, energie, luft – eau, énergie, air», Heft 1/2, 2002.

M. Baumann & A. Enz (2000): Die 2. Thurkorrektion im Kanton Thurgau; Ingenieurbiologie 3/00.

Arbeitsgruppe Thur (2001): Die Thur – Ein Fluss mit Zukunft für Mensch, Natur und Landschaft. Bezugsquelle: kantonale Fachstellen für Wasserbau der Kantone Appenzell I.Rh., Appenzell A.Rh., St. Gallen, Thurgau und Zürich sowie Bundesamt für Wasser und Geologie.

Niederer + Pozzi und Urs Fröhlich (1997): Extremereignis-Analyse Thur 1997.

Hunziker, Zarn & Partner (2001): Thur, Grüneck bis Ror – Konzept für sohlenstabilisierende Massnahmen an der Thur zwischen Grüneck und Ror.

Luftfotos: Ch. Herrmann, BHA, Frauenfeld

Anschrift des Verfassers

Dr. *Marco Baumann*, Leiter Abteilung Wasserwirtschaft/Wasserbau, Amt für Umwelt Kanton Thurgau, Bahnhofstrasse 55, CH-8500 Frauenfeld, E-Mail: marco.baumann@kttg.ch

Bergwasserproblematik im Tunnel- und Stollenbau

Das Bergwasser beeinflusst durch Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Bauwerk die Funktion und Dauerhaftigkeit von Tunnel- und Stollenbauten. Davon betroffen sind vor allem die Bauwerksabdichtung, die Entwässerung und Bausubstanz, was sich zunehmend auf die Planung und Ausführung von untertägigen Bauten auswirkt. Über die «Bergwasserproblematik in Tunnelbauwerken» [1] wurde anlässlich eines Symposiums in der Eidgenössischen Materialprüfanstalt (Empa)-Akademie in Dübendorf berichtet.

In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Tunnel für das schweizerische Schienen- und Strassennetz sowie Stollen und Schächte für die Nutzung der Wasserkraft gebaut; einige Grossprojekte werden derzeit verwirklicht. Aspekte des Bergwassers gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung:

- einmal im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit (heute werden über 100 Jahre Nutzungsdauer für Tunnelbauwerke gefordert) und
- zum anderen wegen der hohen Unterhalts- und Sanierungskosten und damit verbundenen Betriebsbeeinträchtigungen.

Deshalb müssen Schäden an Tunnel- und Stollenbauten durch Umgebungseinflüsse möglichst vermieden werden, was auch für untertägige Wasserkraftanlagen gilt.

1. Bergwasserproblematik

Dementsprechend hoch sind die Anforderungen, die an Dauerhaftigkeit und Korrosionswiderstand der Bauteile und der verwendeten Baumaterialien in derartigen Bauwerken gestellt werden.

Im Rahmen von Forschungsarbeiten sind in den letzten Jahren an der Empa die vielfältigen und komplizierten Schädigungsmechanismen untersucht worden, die bei der Wechselwirkung zwischen Tunnelbauwerken und unterschiedlich stark mineralischem Bergwasser zu Betonkorrosion führen können.

Dabei hat sich gezeigt, dass die Zersetzung des Betons besonders entlang von Inhomogenitäten (Risse usw.) einsetzt und allmählich ins Innere des Betons vordringt. Derartige Schadstellen sind Zirkulationswege für das Regenwasser; sie entstehen bereits bei der Bauausführung oder infolge mechanischer Einwirkungen oder als Auswirkung der chemischen Korrosion des Betons. Den ungünstigen Auswirkungen des Bergwassers muss durch konstruktive und materialtechnologische Massnahmen entgegengewirkt werden.

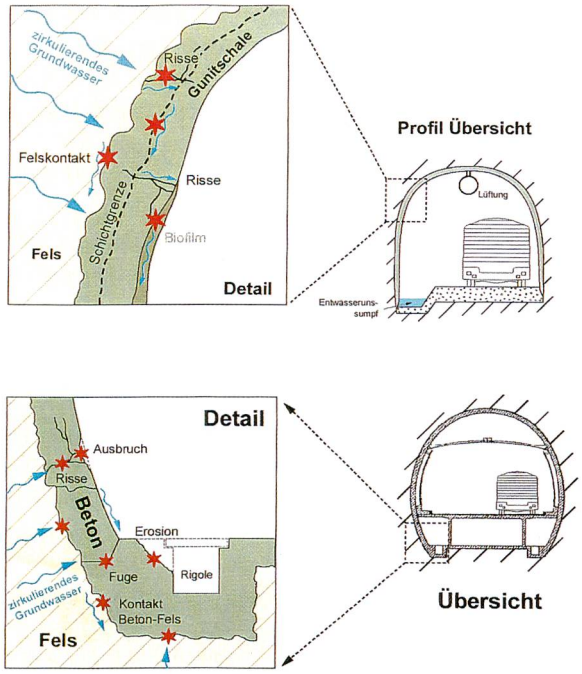

Bild 1. Spritzbetonaussen- und Ortbetoninnenschale eines Tunnels mit Angriffen durch Bergwässer (Pfiffner/Holzer, Empa).

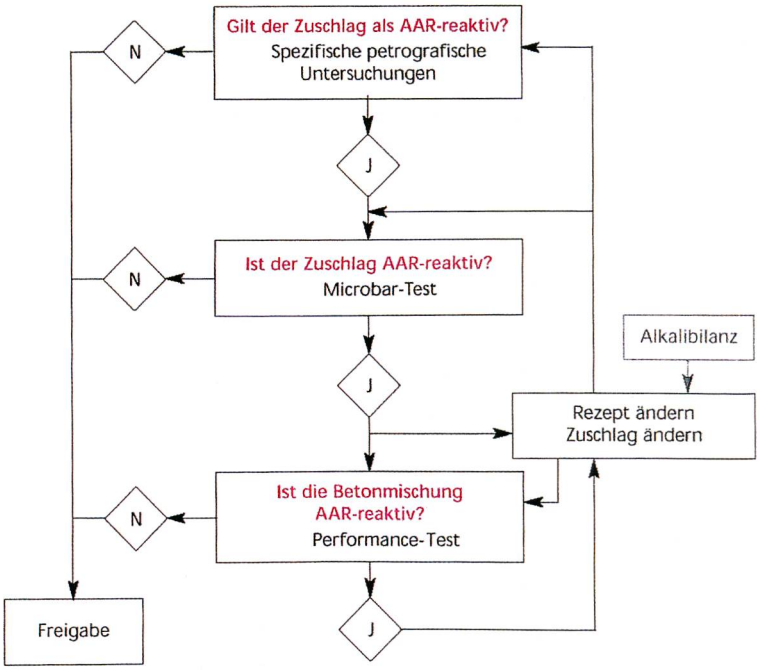

Bild 2. Prüfung von Betonzuschlägen auf Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) (Hammerschlag, TFB Nyon).

2. Forschungsergebnisse – Betonkorrosion

Ausser den Grundlagen (Betonmischung, Hydratation und Wirkungsweise von Zusatzmitteln und Porosität) interessiert hier, dass sich unter Einfluss von Bergwasser bei der Korrosion des Betons Ettringit und Thaumasit bilden kann ([1] S. 5–8).

3. Dauerhaftigkeit und Schädigungsmechanismen

Schädigungsmechanismen der Zementsteinkorrosion mit Erläuterungen zu Auslaugung und Sulfatangriff ([1] S. 9–34, [2–4]) (Bild 1), neue Prüfungsmethoden für Sulfatbeständigkeit, die sich einfacher und schneller durchführen lassen ([1] S. 35–42) und Alkali-Silikat- und Alkali-Aggregat-Reaktion (ASR, AAR) mit Ursache, Verbreitung in der Schweiz und Auswirkung ([1] S. 43–50) (Bild 2).

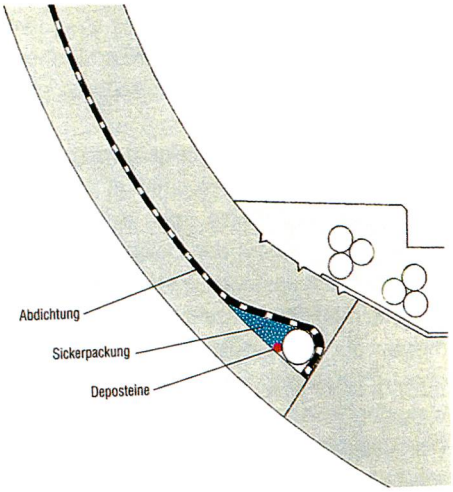

Bild 3. Einbau von Depotsteinen in die Sickerpackungen (Wegmüller) [2].

4. Entwässerungssysteme und Abdichtungen

Dauerhafte drucklose Ableitung des Bergwassers und Bemessung der Versinterungshohlräume [3–4] (Bild 3) und Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis mit den Fallbeispielen Gotthard-Basistunnel und Üetlibergtunnel ([1] S. 65–80, [5]) sowie Entwicklung von Abdichtungssystemen für die tief liegenden Eisenbahntunnel der Alpentransversalen (Neat) [6] und Prüfverfahren dafür [7].

5. Planung und Realisierung

Betonkonzept bei problematischem Gebirgswasser am Beispiel Gotschnatunnel, wo man wegen des teilweise aggressives Bergwassers (Sulfatgehalt über 5000 mg/l) die Spritzbeton-Aussenschale mit einem Zement CEM 1 HS und Mikrosilika möglichst wasserdicht ausgeführt und die Ortbetoninnenschale mit einer Vollabdichtung (Tunnelgewölbe einschliesslich der Widerlager) auf ganzer Tunnellänge geschützt hat ([1] S. 91–96, [8]), und Entwicklung innovativer Bindemittel, wie z.B. Spezialzement Vigier CT 180 und Portland-Kalksteinzement Vigier CEM II/A-L 32,5 R wegen der AAR-Problematik beim Verwenden des Tunnelausbruchs als Spritzbetonzuschlag am Lötschberg-Basistunnel ([1] S. 97–102).

Daraus ergeben sich Folgerungen für die Planung und Ausführung von Tunnel- und Stollenbauten. Dabei ist zu beachten, dass die Widerstandsfähigkeit von Baustoffproben in Laborprüfungen nur eine indirekte Information über die zu erwartende Dauerhaftigkeit der entsprechenden Konstruktion liefert. Der Planung, Ausführung und Kontrolle der Abdichtungs- und Betonierarbeiten ist grosse Aufmerksamkeit zu widmen, um bei diesen Arbeiten die primären Zirkulationswege für das Bergwasser und damit für die schädigenden Prozesse zu verhindern. *BG*

Literatur

[1] Bergwasserproblematik in Tunnelbauwerken. Symposium 30. 11. 2001, Empa-Akademie, Dübendorf.

[2] *Wegmüller, M.; Chabot, J. D.:* Einflüsse des Bergwassers auf die Dauerhaftigkeit von Bauwerken. Institut für Bauplanung und Baubetrieb IBB, ETH Zürich, 1997, 132 Seiten.

[3] Einfluss des Bergwassers auf die Dauerhaftigkeit von untertägigen Bauwerken. Tunnel 18 (1999) 5, S. 58–62.

[4] *Wegmüller, M.:* Einflüsse des Bergwassers auf Tiefbau/Tunnelbau. Verlag Stäubli AG, Zürich, 2001, 215 Seiten.

[5] *Chabot, J. D.:* Entwässerung bergmännischer Tunnel. Tunnel 21 (2002) 2, S. 18–24.

[6] *Böhni, H.; Flüeler, P.; Zwicky, P.; Rietmann, Ph.:* Abdichtungssysteme für Lötschberg- und Gotthard-Basistunnel. SchweizerBauJournal 67 (2002) 3, S. 25–27.

[7] *Rietmann, Ph.; Flüeler, P.; Zwicky, P.:* Prüfverfahren für Abdichtungssysteme (Neat-Tunnel). Tunnel 21 (2002) 1, S. 26–34.

[8] *Stalder, E.:* Umfahrung Klosters–Gotschnatunnel. SchweizerBauJournal 66 (2001) 6, S. 60–62.