

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 42

Artikel: Stellungnahme zum Aufsatz von W. Amberg
Autor: Pacher, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73475>

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: 09.02.2026

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

Gebirgsverhaltens sind und als solcher auch die komplexesten Einflüsse erfassen. Anderseits ist aber eine richtige Interpretation der beobachteten Phänomene nur mit Hilfe geeigneter Rechenverfahren möglich. Solche stehen aber heute in genügender Anzahl zur Verfügung und ihre systematische Verwendung während des Vortriebs ist durchaus wirtschaftlich vertretbar. Anderseits erlaubt die Rechnung, den Einfluss geänderter Parameter, neuer Belastungen oder geänderter Randbedingungen zu berücksichtigen. Wird zum Beispiel in einem Sondierstollen oder in einer Teststrecke das effektive Verhalten durch Messungen erfasst und kennen wir aus Labor und «in situ»-Tests die Gebirgseigenschaften, so können wir ein möglichst naturgetreues Rechenmodell finden mit dem

- ganz verschiedene Bauverfahren theoretisch untersucht und miteinander verglichen werden können und
- mit dem das Tunnelverhalten unter geänderten Bedingungen vorausbestimmt werden kann.

Solche *neuen Bedingungen* können zum Beispiel sein: *andere Überlagerungsverhältnisse, andere Gebirgseigenschaften, oder andere neue Belastungen*, wie *Wasserdruck, Quellerscheinungen usw.*

Wichtig ist stets vor Augen zu halten, dass jede Berechnung nur so genau sein kann, als die Parameter gut zutreffen.

Adresse des Verfassers: *W. Amberg, dipl. Ing. ETH, Ingenieurbüro Dr. G. Lombardi, Postfach, 6601 Locarno.*

Stellungnahme zum Aufsatz von W. Amberg

Von Franz Pacher, Salzburg

Ich begrüsse diese Arbeit sehr und sehe die Notwendigkeit, solche Berechnungen und Vergleiche anzustellen, vor allem in dem Umstand, dass trotz Ausschöpfung aller möglichen Kennwertbestimmungen und aller Rechenmethoden es meiner Meinung nach noch nicht so weit ist, derartige exakte Vorausbemessungen zu machen, wie dies im Beton- oder Stahlbau, selbst in der Bodenmechanik möglich ist. Dies gilt vor allem für tief gelegene Tunnel. Erst gross angelegte Rückrechnungen können und werden uns die charakteristischen Gebirgskennwerte liefern, darunter Angaben über die noch weitgehend unbekannte, aber so wichtige «Viskosität» des Gebirges.

Im Einzelnen sei dazu ausgeführt:

1. Das *Rechenergebnis* ist ganz wesentlich von den *eingegebenen Parameterwerten abhängig*, die ihrerseits streuen. Das Resultat hängt bekannterweise ab von

- dem *Festigkeits- und Formänderungsverhalten der «Gesteine»*, das man nur beschränkt und nur für begrenzte Probengrößen gültig bestimmen kann,
- den *geologisch-tektonischen Verhältnissen* und den *Überlagerungshöhen*, die sich in der Primärspannung niederschlagen, deren Grösse man ebenfalls nur äusserst ungenau ermitteln kann,
- der *Vorgangsweise beim Ausbruch* (aber auch dem tunnelbautechnischen Können der Firma usw.), was in der Rechnung nur begrenzt nachgebildet werden kann, desgleichen von der Art und Wirkungsweise der eingebauten Sicherungsmaßnahmen.

Die Berechnungen der Gebirgsdrücke und der zu erwartenden Deformationen im voraus sind daher besonders in tieferliegenden Tunneln bestenfalls nur als eine *Vorbemessung* zu werten.

Um die vorgenannte Bemessung und andere Überlegungen anstellen zu können, halte ich es für äusserst wichtig, die geotechnischen Untersuchungen vor Inangriffnahme der Bauten so gründlich als möglich durchzuführen und zur Kontrolle auch während der Bauarbeiten weiterzuführen (Beispiele: Tauern- und Arlbergtunnel).

2. Die laufenden geotechnischen Gebirgskennwertbestimmungen und die messtechnische Überwachung sollen die Richtigkeit der eingegebenen Parameter kontrollieren und auch das Gebirgsverhalten bzw. die Verformungszustände überwachen.

Zur Kontrolle des Gebirgsverhaltens (in Summe) stehen uns nur wenige Messmöglichkeiten zur Verfügung, es sind dies Deformationsmessungen, Gebirgsdruckmessungen, Extensometer- und Ankerzugmessungen.

Da die Deformationsmessungen am einfachsten auszuführen sind, werden diese am meisten benutzt. Im nicht standfesten Gebirge dienen sie neben Vorbohrungen zur Erkundung der geologischen Verhältnisse, ferner dazu, den Sicherungsvorgang während der Bauarbeiten zu steuern. Die Messungen erstrecken sich weiter auf den Gebirgsdruck von aussen, den Normaldruck im Spritzbeton und – in besonderen Fällen – den Normaldruck im Innenring, um die Gebirgsdurchwerte bzw. die Berechnungsergebnisse zu prüfen.

Erst auf Grund der nachgewiesenen Stabilität und der aufgetretenen Drücke im Aussen- oder Innenring kann der «Stand sicherheitsnachweis» angetreten werden.

3. Die Erfahrung zeigt, dass die Auskleidungen auch in tiefgelegenen Tunneln meist nur relativ geringe Spannungen erleiden, obwohl sie unter hohen bzw. verschiedenen hohen Überlagerungsdrücken stehen.

4. Wenn Berechnungen vorgelegt werden, über deren Bedeutung keine Zweifel bestehen, dann soll – um diese in ihrer Richtigkeit oder in ihrem Wert beurteilen zu können – auch genau angegeben werden

- welche Parameter wurden verwendet, auf welche Art und Weise wurden sie gewonnen bzw. von woher wurden sie übernommen;
- wie gross ist die Streuung der Parameter, wie ausreichend sicher ist ihre Bestimmung;
- welche Auswirkung auf das Rechenergebnis hat die mögliche Streuung der Parameter, d.h. es ist jeder einzelne Faktor in seinen Auswirkungen auf das Ergebnis zu analysieren und aufzuzeigen;
- welche Auswirkungen auf das Ergebnis hat das Rechenverfahren bei Vernachlässigungen, Vereinfachungen usw.

Aus dem so dargestellten Breitband der Ergebnisse ist meiner Meinung nach erst eine zutreffende Beurteilung richtig und möglich.

Eigene Erfahrungen haben gezeigt, dass die Rechenergebnisse manchmal einen sehr weiten Spielraum aufweisen. Meiner Meinung nach kann man die Tunnelbelastung und -deformation nur vorher bestimmen, wenn die Bedingungen gut bekannt sind oder sie vergleichsweise aus ähnlichen Tunnelvorhaben abgeleitet wurden. Daher sind solche Berechnungen, die im Nachhinein die Übereinstimmung mit der Natur herstellen, besonders wertvoll. Erst daraus können die Gesetzmässigkeiten zusammenhängender Abläufe abgeleitet und – womöglich durch Modellversuche erhärtet – in ähnlich gelagerten Fällen angewendet werden.

Adresse des Verfassers: *Dr. F. Pacher, Büro für Fels- und Tunnelbau, Franz-Josef-Strasse 5, A-5020 Salzburg.*