

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr):

Heft 42

PDF erstellt am: **16.10.2019**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Gebirgsverhaltens sind und als solcher auch die komplexesten Einflüsse erfassen. Andererseits 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. Andererseits 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 unbekannt, aber so wichtige «Viskosität» des Gebirges.

Im Einzelnen sei dazu ausgeführt:

1. Das *Rechenergebnis* ist ganz wesentlich von den *eingelebten 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 Arlberg-tunnel).

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, Extensiometer- und Ankerzugmessungen.

Da die Deformationsmessungen am einfachsten auszuführen sind, werden diese am meisten benützt. 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 Gebirgsdruckwerte bzw. die Berechnungsergebnisse zu prüfen.

Erst auf Grund der nachgewiesenen Stabilität und der aufgetretenen Drücke im Aussen- oder Innenring kann der «Standsicherheitsnachweis» 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.