

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 44

**Artikel:** Messtechnische Überwachung  
**Autor:** Amberg, Felix  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78554>

### **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:** 21.01.2026

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

frühzeitig korrigierend eingegriffen werden kann.

Für alle Betons/Spritzbetons mit besonderen Eigenschaften und alle zementgebundenen Baustoffe mit selbst aufbereiteten Zuschlagstoffen werden Vorversuche gemacht. Nachher wird die Fabrikation gemäss dem vom Ingenieur festgelegten Prüfprogramm und durch zusätzliche Stichproben überwacht. Es werden vor allem die folgenden laufenden Kontrollen und nachträglichen Prüfungen ausgeführt:

☐ **Beton:** Frischbetonkontrolle, Würfeldruckfestigkeit und besondere

Eigenschaften wie Wasserdichtigkeit, Frostbeständigkeit usw.

☐ **Spritzbeton:** Frischbetonkontrolle, Porenkennwerte, Bohrkern-Druckfestigkeit und besondere Eigenschaften, Ergiebigkeit und Rückprall.

☐ **Fertigelemente:** Frischbetonkontrolle, Ausschallfestigkeit, Würfeldruckfestigkeit und besondere Eigenschaften.

Die Häufigkeit der laufenden Qualitätskontrollen ist auf die gestellten Anforderungen und die Wichtigkeit der Bauteile abgestimmt. Der Aufwand für die Betonprüfungen variiert demzufolge je nach Bauteil und Objekt beträcht-

lich. Der Gesamtaufwand der baubegleitenden Kontrollen des Festbetons und der Zuschlagstoffe stellt sich am Vereina im Mittel auf ungefähr auf 5 Promille der Baukosten der Betonkonstruktionen.

Die Resultate werden bauteilbezogen gesammelt und halbjährlich in Berichtform dokumentiert. Neben der Präsentation aller Einzelresultate werden diese statistisch ausgewertet und teilweise grafisch dargestellt (Bild 1).

Adresse des Verfassers: H. C. Schmid, dipl. Ing. HTL, Amberg Ingenieurbüro AG, 7320 Sarganz

## Messtechnische Überwachung

**Ein wichtiges Element der Qualitätssicherung beim Bau des Vereinatunnels ist die messtechnische Überwachung der Lockermaterialstrecken im Zugwaldtunnel und der Felsstrecke im Vereinatunnel. Im Vereinatunnel wird ferner ein neues System der seismischen Vorauserkundung eingesetzt.**

### Lockermaterialstrecken Zugwaldtunnel

Die messtechnische Überwachung der Lockermaterialstrecken des Zugwaldtunnels konzentriert sich auf die Erfas-

VON FELIX AMBERG,  
REGENSDORF

sung der Lage(n) und Bewegung(en) der Gleitfläche(n), da diese Angaben von grösster Wichtigkeit für die Fertig-

stellung der Tunnelröhre sind. Dabei kommen herkömmliche vermessungstechnische Hilfsmittel wie Nivellements und Polygonierung zur Anwendung. Bereits während der Ausbruchsarbeiten wurde festgestellt, dass sich entgegen den Slopemessungen kein eindeutiger Gleithorizont bestimmen lässt. Alle bisherigen Messungen zeigen ein wesentlich komplexeres Bild mit mehreren Bewegungsflächen, die noch keine abschliessende Beurteilung der Bewegungen zulassen.

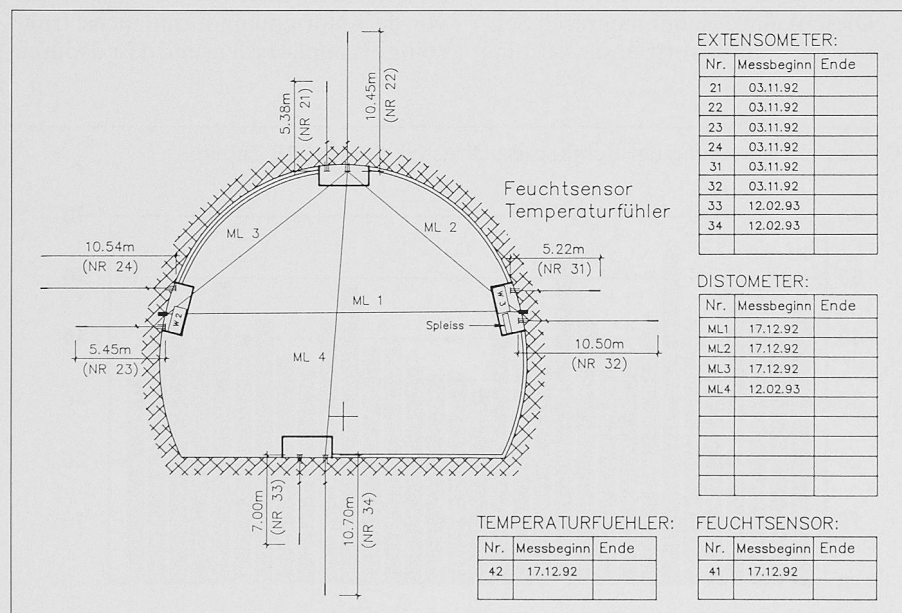


Bild 1. Messquerschnitt TM 795 im Vereinatunnel mit Blickrichtung Vortrieb

### Felsstrecken Vereinatunnel

Die Felsstrecken des Vereinatunnels werden einschalig ausgebaut. Der messtechnischen Überwachung, mit der festgestellt werden soll, ob die eingebrachte Felsicherung zusammen mit dem Ausbau die Stabilisierung des Hohlraumes gewährleistet, kommt deshalb entscheidende Bedeutung zu.

Diese Überwachung muss folgende Kriterien erfüllen:

☐ es muss sich der gesamte Tunnel abdecken lassen

☐ völlige Freiheit in der Anordnung (bezüglich Tunnelmeter und im Querschnitt) und der Ausgestaltung (Art, Position und Anzahl der Sensoren) jedes Messquerschnittes

☐ hohe Messdichte örtlich wie zeitlich.

Zum Einsatz kommt das Tunnel Net 400 der Amberg Messtechnik AG (A.MT), das folgende Charakteristiken aufweist:

☐ modularer Aufbau. Bestandteile sind:

– eine Messstation (deckt 10 km Tunnel ab, Serieschaltung möglich)

– eine in Kabelschutzrohren eingespritzte Kabelverbindung durch den gesamten Tunnel

☐ verschiedene AD-Wandler für die Mess-Sensoren (Extensometer, Temperatur usw.)

☐ Die Mess-Sensoren lassen sich jederzeit und an beliebiger Stelle innerhalb des Systems anschliessen, wodurch eine grosse Freiheit im Aufbau des Systems gegeben ist und es sich optimal an die angetroffenen Verhältnisse anpassen lässt.

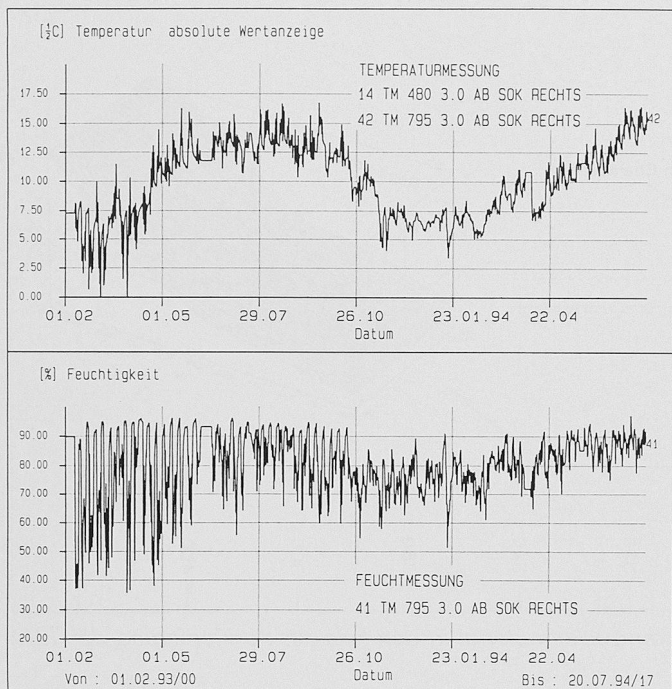


Bild 2. Messung: Temperatur und Feuchte

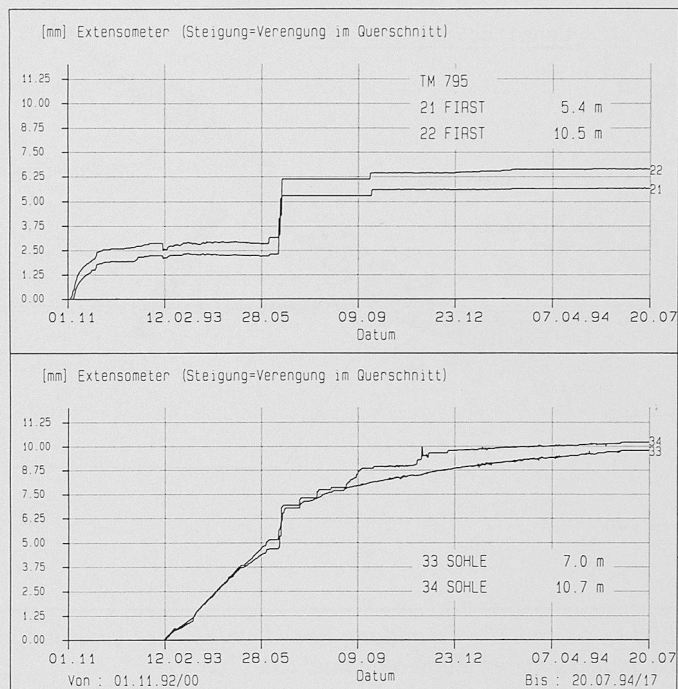


Bild 3. Messung: Extensometer (Steigung = Verengung im Querschnitt)

□ Die Daten werden digital direkt ins Büro der Bauleitung beziehungsweise des Felsmechanikers übertragen.

□ Jeder einzelne Mess-Sensor ist entweder von Ferne über ein Telefon-Modem und/oder vor Ort durch einen direkten PC-Anschluss ansprechbar (für Einzelmessungen beziehungsweise für das Programmieren der Funktionen).

An Funktionen stehen pro Sensor zur Verfügung: Messintervall, Startzeiten, Lesen und Löschen von Messwerten, Definition von Alarmbereichen.

Dieses Messsystem bietet Gewähr, dass der gesamte Tunnel mit der notwendigen messtechnischen Überwachung erfasst werden kann. Zur Zeit sind am Vereintunnel neben Distometerquerschnitten rund 90 Extensometer und rund 10 weitere Sensoren (Temperatur, Feuchte) angeschlossen. Ein repräsentatives Beispiel eines Messquerschnittes zeigt Bild 1. Auswertungen der Messresultate sind in den Bildern 2 bis 4 dargestellt.

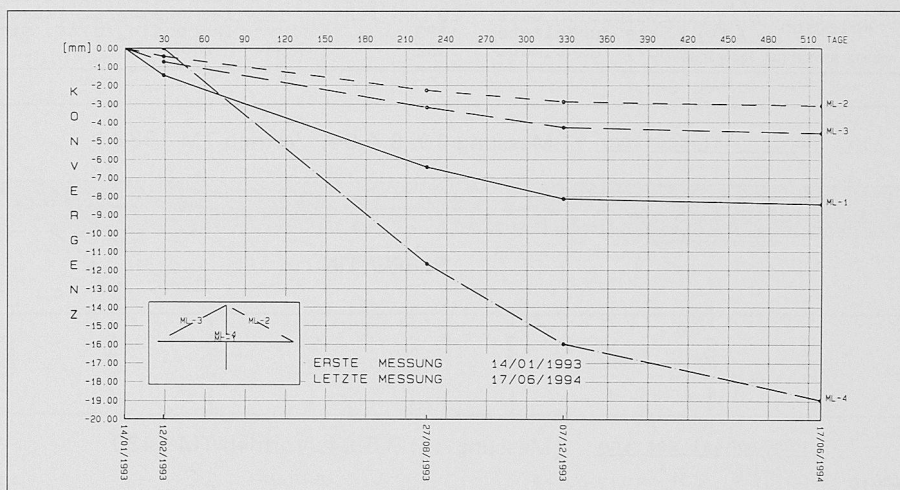


Bild 4. Messung: Distometer-Konvergenz (ansteigend = Erweiterung, abfallend = Verengung)

### Seismische Vorauserkundung

Beim Bau des Vereintunnels kommt erstmalig das A.M.T TSP 202-System der seismischen Vorauserkundung zum Einsatz. Mit diesem System, das auf der Basis von seismischen Wellen arbeitet, lassen sich Gesteinswechsel vor der Tunnelbrust und im Umfeld des Tunnels erkennen (Bild 5).

Dieses System wurde bereits mehrfach eingesetzt, so beispielsweise zur optimalen Positionierung der Montageka-

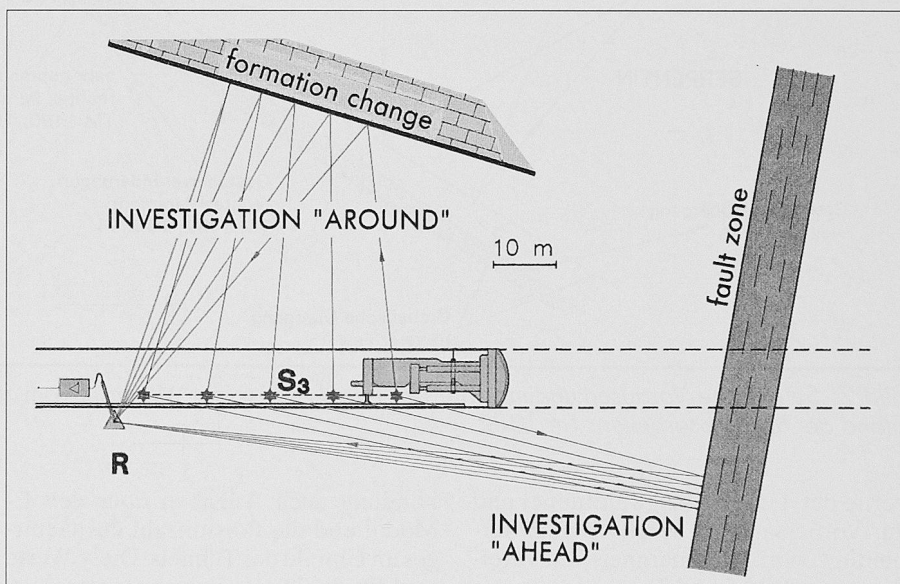


Bild 5. Prinzip des TSP-202-Systems



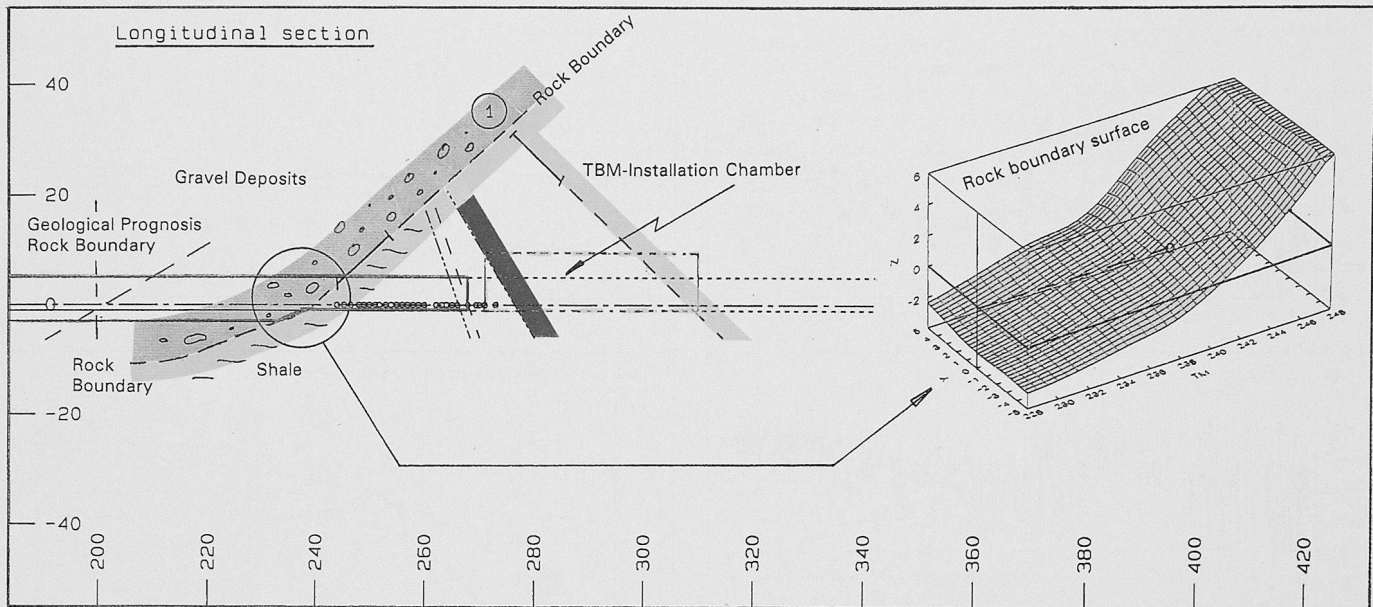


Bild 6. Seismische Erkundung des Umfeldes des Überganges vom Lockermaterial in den Fels zur Positionierung der TBM-Montagekammer, Zugwaldtunnel Los T1a

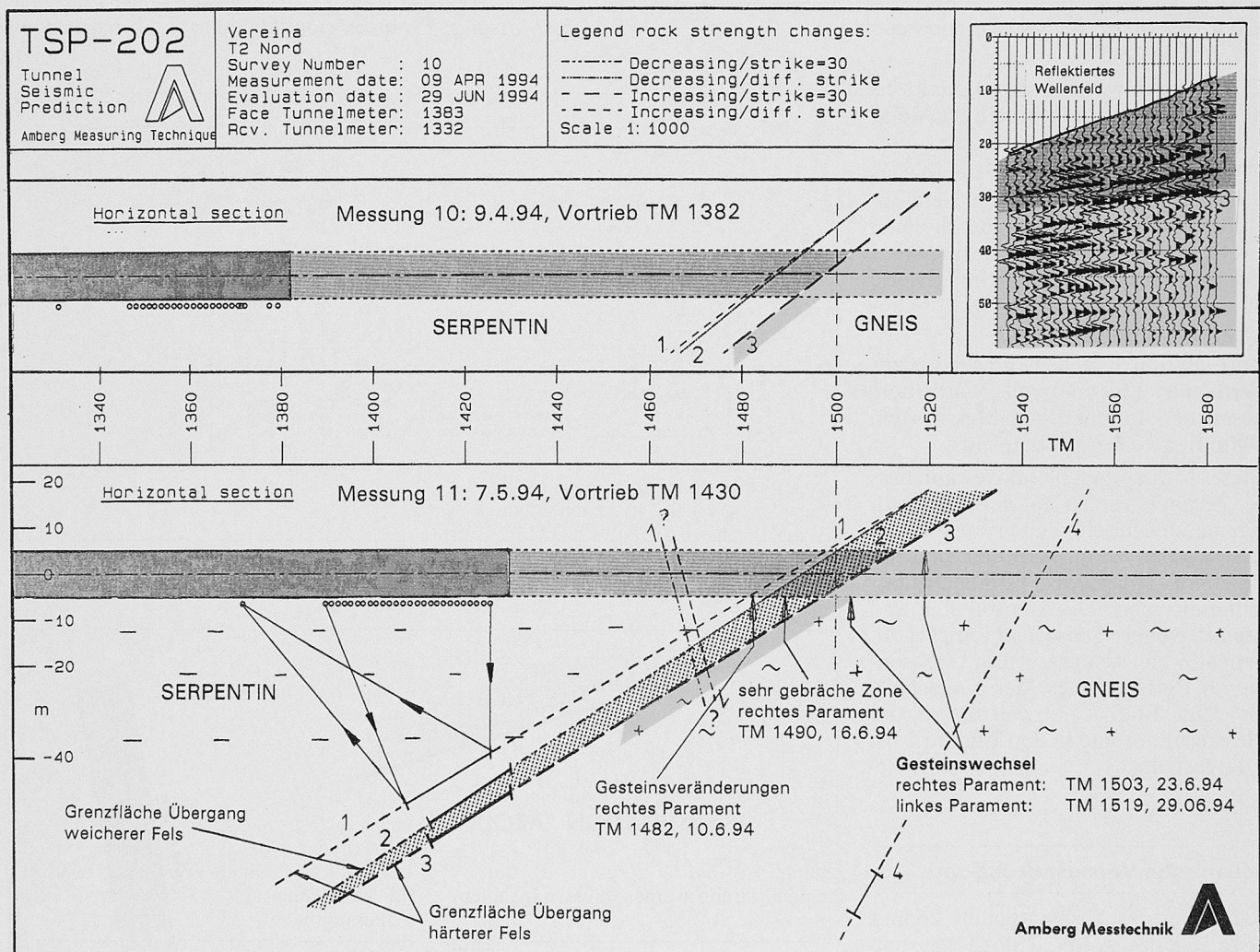


Bild 7. Seismische Vorauserkundung, die bei Tm rd. 1510 den Wechsel vom Serpentin zum Dorfbergkristallin anzeigt. Stand der Vortriebsarbeiten: Tm 1382

verne der TBM im Zugwaldtunnel und zur Vorhersage des Wechsels vom Serpentin zum Glimmergneis im Vereinatunnel (Bild 6 und 7). Das System liefert bei einer Vorauser-

kundung auch Angaben über den E-Modul und die Poissonzahl des Gebirges im Umfeld des Tunnels. Diese Werte sind für die Dimensionierung des Ausbaus von grosser Wichtigkeit.

Adresse des Verfassers: F. Amberg, Dipl. Bauing, ETH, Amberg Ingenieurbüro AG, Trockenloostrasse 21, 8105 Regensdorf-Watt