

Vollausbau hochrangiger Verkehrsverbindungen – Zurück an den Start bei der ingenieurgeologisch-geotechnischen Planung der zweiten Tunnelröhren?

Full expansion of main traffic axes – one step back in geological engineering and geotechnical design of second tunnel tubes?

Gerhard Poscher¹, Peter Sommer²

¹ Dr. Gerhard Poscher, geo.zt gmbh poscher beratende geologen, Hall i. Tirol, Österreich, gerhard.poscher@geo-zt.at;

² Mag. Peter Sommer, geo.zt gmbh poscher beratende geologen, Hall in Tirol, Österreich, peter.sommer@geo-zt.at

Zusammenfassung

Im Zuge des Vollausbaus hochrangiger Straßenverbindungen wurden im letzten Jahrzehnt zahlreiche Tunnelstrecken im Sinne der Verkehrs- und Tunnelsicherheit um die sogenannte „zweite Röhre“ erweitert. Den verständlichen Wünschen der Bauherren, die tunnelbautechnische Planung auf die geologische Dokumentation des Erstbauwerkes aufzusetzen, konnte nur bedingt entsprochen werden. Der Beitrag analysiert an ausgewählten Fallbeispielen von sogenannten „zweiten Röhren“ – ausgehend von den Bestandsunterlagen des Erstbauwerkes – methodische und inhaltliche Unterschiede bezüglich der ingenieurgeologischen Bearbeitung der Zweitprojekte.

Schlüsselworte: Infrastrukturprojekte, Tunnel, Vollausbau, Baugrundmodell

Abstract

As part of construction of higher road links during the last decade, several tunnels were expanded by the so-called "second tube" for purposes of traffic and tunnel safety. The comprehensible wishes of the customer, to set up the tunnel construction design based on the geological documentation of the existing building could only be satisfied partially. On selected case studies of so-called "second tubes", this paper analyses both methodological and substantive differences regarding the geological engineering processing of second tunnel tubes.

Keywords: infrastructure projects, tunnels, full extension, underground model

1 Einleitung

Im Zuge des Vollausbaus hochrangiger Straßenverbindungen wurden im letzten Jahrzehnt zahlreiche Tunnelstrecken im Sinne der Verkehrs- und Tunnelsicherheit um die sogenannte „zweite Röhre“ erweitert. Den verständlichen Wünschen der Bauherren, die tunnelbautechnische Planung auf die geologische Dokumentation des Erstbauwerkes aufzusetzen, konnte nur bedingt entsprochen werden.

Einerseits wurden die Anforderungen an die geologisch-geotechnische Planung hinsichtlich Genehmigungs- und Ausschreibungssicherheit in den letzten Jahrzehnten erhöht, andererseits zeigt sich, dass in Ermangelung von verbindlichen Standards für die ingenieurgeologische Bearbeitung, geologische und hydrogeologische Unterlagen zur Planung und Bauausführung der ersten Röhren in unterschiedlichster Qualität vorliegen und teilweise auch fehlen.

Die Planung der Zweitbauwerke erforderte mitunter eine komplette Neubearbeitung beginnend mit der geologischen Grundlagenerhebung im Gelände, weiteren Bodenerkundungsmaßnahmen und einer Evaluierung der geologischen Modelle bis hin zur Ausarbeitung neuer Baugrundmodelle.

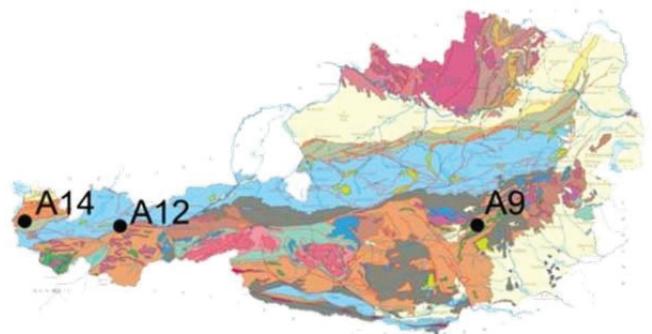


Abb. 1: Vollausbau „2. Tunnelröhre“ - Übersicht Fallbeispiele
Fig. 1: Full expansion „2nd tunnel tube“ - overview case studies



Die Fallbeispiele, die dieser Arbeit zugrunde liegen sind der Tunnel Amberg an der A14 Rheintalautobahn (Helvetikum), der Roppener Tunnel an der A12 Inntalautobahn (Kalkalpin, Quartär) und der Gleinalmtunnel an der A9 Phyrnautobahn (Altkristallin), siehe Abb. 1.

2 Planungsstandards

Die geologisch-geotechnische Planung von Untertagebauwerken als auch die baugelogeologische Dokumentation waren bis weit in die 1990-er Jahre durch einen bemerkenswerten Individualismus gekennzeichnet. Wenngleich dies in eingeschränktem Maße auch noch heute für die fachlichen Ansprüche in der Grundlagenbearbeitung gilt (geologische, Kartierung, hydrogeologische Voruntersuchungen usw.), so haben sich durch die nationale und internationale Normung als auch durch publizierte Fallbeispiele und methodische Arbeiten Standards in der Erkundung und Projektbearbeitung etabliert.

Vor allem wirkte die „Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb“ (Österr. Gesellschaft für Geomechanik) normierend und stellte mit der Erstausgabe ab 2001 Mindeststandards in der ingenieurgeologischen Bearbeitung von Untertagebauwerken mit zyklischem Vortrieb sicher.

Gebirgsart	Gebirgstyp (GABAG, 1974)	Kurzbeschreibung (GABAG, 1974)	Gesteinstyp (GABAG, 1974)
GA 0	A	massig	Typ A
GA 1	A'	massig-schiefrig	Typ A, tw. Typ C,D
GA 2	B	plattig	Typ B
GA 3	B'	plattig-schiefrig	Typ B, tw. Typ C,D
GA 4.1 / GA 4.2	*	stark geklüftet, gestört	alle Gesteinstypen

Tab. 1: Korrelation der Gebirgstypisierung der ersten Röhre mit den Gebirgsarten der Zweitöhre am Beispiel Gleinalmtunnel

Tab. 1: Correlation of rock mass typology from the first tube with the rock mass typ of the second tube on the example Gleinalmtunnel

GVT ÖGG RILI, 2008	G GK GABAG, 1974	Beschreibung ÖGG RILI, 2008
GVT 1	standfest	schwerkraftbedingtes Herausfallen und Herausgleiten von Klutkörpern
GVT 2	nachbrüchig GVT 2.1	Großvolumige gefüge- und schwerkraftbedingte Ausbrüche, vereinzelt lokales Überschreiben der Scherfestigkeit an Trennflächen
	leicht gebräch GVT 2.2	
GVT 3	gebräch	Spannungsbedingte Entfestigung bzw. Plastifizierung des Gebirges in Hohlraumnähe, event. in Kombination mit gefügebedingten Ausbrüchen

Tab. 2: Korrelation der Gebirgsgüteklassen (G GK) aus der ersten Röhre mit den Gebirgsverhaltenstypen lt. ÖGG Richtlinie (2008)

Tab. 2: Correlation of rock mass classification (G GK) from the first tube with the rock mass behavior types according to the ÖGG Directive (2008)

Bei der Bearbeitung der zweiten Tunnelröhren ist es unumgänglich sich mit der Gebirgstypisierung und -charakterisierung des jeweiligen Erstprojektes auseinanderzusetzen was zu zahlreichen Problemen führt. Diese betreffen die nachvollziehbare Ableitung als auch die notwendige Übersetzung nach den Kriterien heutiger Regelwerke. Dies wird in vielen Fällen nicht befriedigen, ist aber eine erforderliche „Krücke“ um die Überlegungen und Erfahrungen aus dem Erstbauwerk in die Bearbeitung des Zweitbauwerkes zu integrieren, wie dies die nachfolgenden Beispiele zeigen (vgl. Tab. 1, Tab. 2).

3 Fallbeispiele – Zweite Tunnelröhren

3.1 Tunnel Amberg - A14 Rheintalautobahn

Nach ersten Erkundungsmaßnahmen in den 1970-er Jahren erfolgte der Vortrieb des Richtstollens in Achse der geplanten Weströhre (1.Röhre) 1981. Der Stollen wurde anschließend zum Vollprofil der Weströhre erweitert, die mit einer Länge von ca. 3 km und einer max. Überlagerung von rd. 140 m im Jahr 1985 dem Verkehr übergeben wurde.

Die geologisch-geotechnische Bearbeitung für den Vollausbau erfolgte 1997 – 2000 (AVLR 2000), der Vortrieb der bergseitig liegenden Oströhre, die einen max. Achsabstand von 80 m aufweist, wurde in den Jahren 2001 – 2003 bewältigt.

Die Bauwerke durchörtern die Säntisdecke des Helvetikums, die im Trassenabschnitt der Tunnelröhren aus Drusbergsschichten (gebantke Kalkmergel bis Tonmergel), Schrattenkalk (gebantker bis massiger Kalk, teilweise wandbildend) und untergeordnet aus Gamser Schichten (tonig-mergelige Sandsteine, pyrit- und glaukonitführend) aufgebaut ist.

Der Richtstollen wurde maschinell und steigend von Nord nach Süd vorgetrieben. Im gefrästen Richtstollen wurde nur ein geringer Teil der im Gebirge vorhandenen Trennflächen erkannt und charakterisiert, sodass die baugelogeologische Dokumentation ein relativ zu günstiges Bild der Gebirgsverhältnisse vermittelte.

Der Ausbruch des Vollprofils der Weströhre wurde nur fallweise geologisch dokumentiert, sodass für die Projektierung der Oströhre auf keine umfassende geologisch-geotechnische Vortriebsdokumentation zurückgegriffen werden konnte.

Das Baubuch, der Baustellenschriftverkehr, die bautechnische Dokumentation sowie Informationen von am Erstprojekt Beteiligten rundeten schließlich das gewonnene Bild ab.

Zurück an den Start? Nach Aufarbeitung der Bestandsdaten aus Richtstollen und Weströhre wurde nicht zuletzt auf Betreiben des Prüfgeotechnikers entschieden, das Projekt Vollausbau Oströhre auf eine solide Grundlagenbearbeitung aufzusetzen. Unter Einbeziehung der Erkenntnisse der Grundlagenforschung (u.a.: DE GRAAFF 1989; BERGMESTER & OBERHAUSER 1993; OBERHAUSER 1991, 1993) und auf Basis einer geologischen Detailbearbeitung und Geländekartierung sowie ergänzenden Erkundungsmaßnahmen mittels horizontalen Kernbohrungen aus Querschlägen der



dieses zentrale Tunnelbauwerk erstellt. Die Aufweitung des ca. 8,3 km langen Tunnels erfolgte großteils im Vollprofil in den Jahren 1974 und 1975 mit Tagesspitzenleistungen von bis zu 23 lfm/AT.



Abb. 4: Vortriebssituation Tunnel Gleinalm Weströhre (1973-74)
Fig. 4: Excavation situation Gleinalm, western tube (1973-74)

Trotz des Alters des Bauwerkes und eines mehrfachen Wechsels in der Betriebsorganisation ist eine umfassende Dokumentation in den Archiven gegeben, die auch den Baustellenschriftverkehr und nachtragsrelevante Bearbeitungen umfassen. Das Ausschreibungsprojekt des Richtstollens fußte auf einer geologischen Kartierung und Erkundungsbohrungen, wovon ausgewähltes Bohrkernmaterial selbst 2012 noch aufgefunden werden konnte. Der Richtstollen wurde vollständig geologisch dokumentiert wozu Tunnelbänder in Detailmaßstäben vorliegen. Zur Aufweitung der Weströhre liegen punktuelle geologische Informationen vor. Zusätzlich wurde das Bauwerk in mehreren Publikationen gewürdigt (u.a.: NOWY 1977).

Die Planungsarbeiten für die Oströhre starteten 2010 und 2011/2012 wurde die geologisch-geotechnische Bearbeitung für das Einreich- und Ausschreibungsprojekt vorgenommen. 2013 ist der Baubeginn vorgesehen. Die Bearbeitung umfasste die geologische Dokumentation der teilweise ungesichert stehenden Querschläge, die bereits 1974/75 vorbereitet wurden sowie die geologische Detailkartierung, der Bauwerkstrasse mit geotechnischer Aufschlussdokumentation. Zur Verifizierung des Baugrundmodells wurden aus den Querschlägen mittels 4 horizontaler bzw. schwach geneigter Kernbohrungen lithologische bzw. strukturelle Schlüsselstellen im Profil der Oströhre erkundet (s. Abb.5, Abb.6).

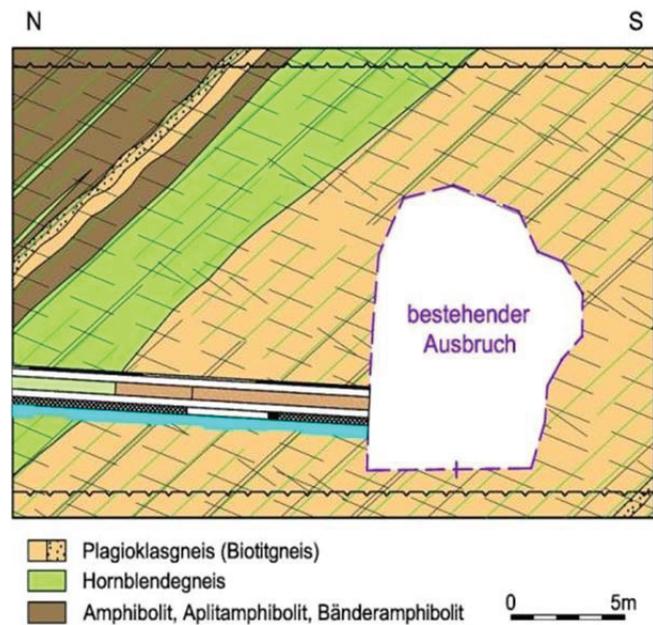


Abb. 5: Geologisches Szenario Querschlag mit Ansatz der Erkundungsbohrung im Profil der Oströhre

Fig. 5: Geological crosscut scenario with starting point of exploration drilling in the eastern tube profile

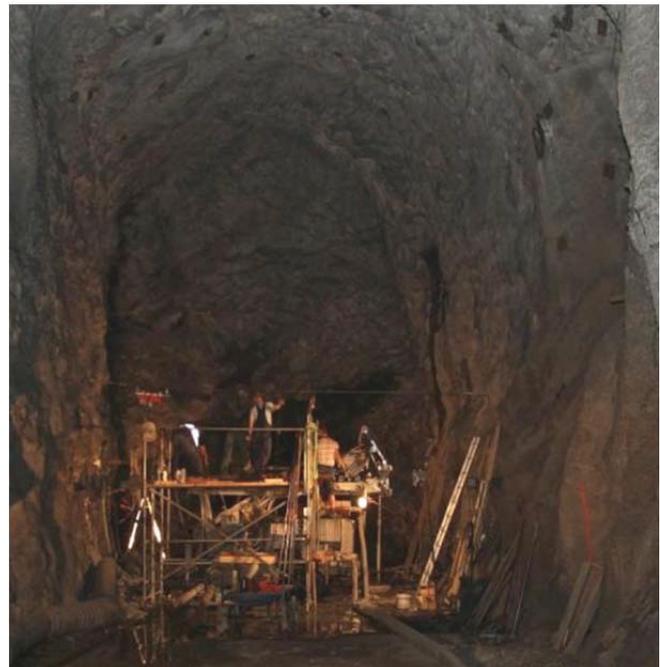


Abb. 6: Situation Querschlag Bestand und Erkundungsmaßnahme (vgl. Abb. 5)

Fig. 6: Situation existing crosscut and exploration activity (see Fig. 5)

Bearbeitungsschwerpunkte ergaben sich aus der Erfordernis einer nachvollziehbaren Gebirgscharakterisierung auf Basis gültiger Regelwerke, wozu Trennflächencharakteristika unter- und obertags erhoben, Gesteinskennwerte ermittelt und Gebirgskennwerte abgeleitet wurden. Weitere Untersuchungen umfassten Fragen zur Abrasivität und Bohrbarkeit, zu lungengängigen Mineralien und zur natürlichen Radioak-

tivität. Hydrogeologische sowie abfallwirtschaftliche Themen rundeten den Bearbeitungsumfang für das Ausschreibungsprojekt der Oströhre ab.

Für Detailfragen wurden die Baustellendokumentation und der Schriftverkehr ausgewertet. Beispielfhaft sei hier auf die Dokumentation des Vollaubruchs im Südvortrieb der Weströhre verwiesen, wo im Zusammenhang mit der Beurteilung des Ausbruchsverhaltens bei jedem Abschlag die Sichtbarkeit und Qualität der Bohrrillen festgehalten wurde (s. Abb.7).

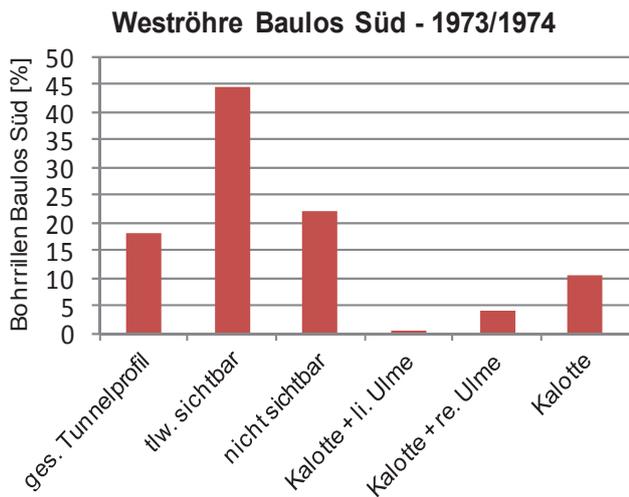


Abb. 7: Tunnel Gleinalm Weströhre – Dokumentation der Bohrrillen je Abschlag

Fig. 7: Tunnel Gleinalm, western tube - documentation of drilling tracks per tunnel blasting round

4 Schlussfolgerungen

Die geologisch-geotechnische Bearbeitung der sogenannten „zweiten Röhren“ ist eine interessante und fachlich vielfältige Aufgabe. Die Archivarbeit vermittelt Einblicke in die Abwicklung von Großprojekten, so wie dies noch vor wenigen Jahrzehnten mit technischem und wirtschaftlichem Erfolg üblich war. Aus dem Baustellenschriftverkehr erschließen sich Eindrücke zur Planungs- und Projektkultur, zur Schlankheit des Schriftverkehrs, und zur Effizienz im Besprechungswesen und in der Entscheidungsfindung. In der fachlichen Bearbeitung weniger normiert und digital vorgefertigt, durchaus die persönlich Handschrift vermittelnd, dafür ganz offensichtlich unter geringerem Zeit- und Kostendruck als unserer Zeit eigen erdacht und mit Liebe zum Detail zu Papier gebracht – sind manche Projektunterlagen zu den Erstbauwerken bereits ein Teil unserer jüngeren Kulturschichte.

Die vorgestellten Fallbeispiele zeigen, dass die Datenlage zur baugewissens-geotechnischen Projektierung und Dokumentation von Bestandsbauwerken, d.h. den „ersten Röhren“, hinsichtlich Verfügbarkeit, Umfang und Inhalt bauwerksindividuell zu beurteilen ist.

Dies kann – wie am Beispiel Tunnel Amberg dargelegt – dazu führen, dass eine vollständige Neubearbeitung der geologischen Grundlagen erforderlich ist. Andererseits können aus den baugewissens-geotechnischen Erfahrungen

des Erstbauwerkes Fragestellungen auftreten – wie am Beispiel Roppener Tunnel gezeigt - die eine umfassende Erkundung des Zweitbauwerkes erfordern. Das Beispiel Tunnel Gleinalm zeigt schließlich, dass selbst bei ausgezeichneter Archivdatenlage, mit Rücksicht auf die heute gültigen Bearbeitungsstandards und Richtlinien sowie dem heutigen bauwirtschaftlichen Umfeld, ergänzende Untersuchungen für die Zweitbauwerke unumgänglich sind.

Ein getrennt zu beurteilendes Feld stellen die Ansprüche an die Projektbearbeitung in materienrechtlicher Hinsicht dar. Hier haben sich die Randbedingungen in den letzten Jahren massiv verändert, sodass vor allem in wasserrechtlicher und abfallwirtschaftlicher Sicht die Projekte neu aufgesetzt werden müssen. Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Anliegen, Fragen der Materialeignung und abfallwirtschaftlich-deponietechnische Aspekte erfordern im Regelfall, unter Beachtung der gesetzlichen Rahmenbedingungen, eine partielle bis umfassende Neubearbeitung der Zweitprojekte.

Literatur

- ABV WESTTIROL (1995): Deponie Roppen II – Geologie-Hydrogeologie.- Unveröffentl. Bericht ILF Innsbruck i.A. Abfallbeseitigungsverband Westtirol, 46 S., Anlagen, Planbeilagen.
- ABV WESTTIROL (1997): Deponie Roppen II – Baugeologische Dokumentation.- Unveröffentl. Kurzbericht ILF Innsbruck i.A. Abfallbeseitigungsverband Westtirol, Planbeilagen.
- AVLR (2000): A14 Rheintal Autobahn Ambergtunnel Oströhre – Geologisch-geotechnische Verhältnisse, Detailprojekt ILF i.A. des Amtes der Vorarlberger Landesregierung, 60 S., Anlagen, Planbeilagen.
- BERGMEISTER, U. & OBERHAUSER, R. (1993): Rheindelta, Vorarlberger Rheintal mit Inselberg- und Talrandaufschlüssen im Helvetikum (Exkursion B am 15. April 1993).- Jber. Mitt. oberrhein. Geol. Ver., N.F., 75, 45 – 73.
- BRENNER AUTOBAHN AG (1986): A12 Inntal-Autobahn, Roppener Tunnel: Baugeologische Prognose.- Baugeologischer Längenschnitt RRFB unveröffentl., ILF Innsbruck i.A. der Brenner Autobahn AG.
- BRENNER AUTOBAHN AG (1989): A12 Inntal-Autobahn, Roppener Tunnel: Baugeologischer Schlussbericht.- Unveröffentl. Bericht ILF Innsbruck i.A. der Brenner Autobahn AG, 27 S., Planbeilagen.
- DE GRAAFF, L.W.S. ET AL. (1989): Schlußvereisung und spätglaziale Entwicklung des Mooregebietes Gasserplatz (Feldkirch-Göfis, Vlb.).- Jb. Geol. B.-A., 132/2, 397-413.
- GABAG (1974): Ausschreibungsprojekt: Gleinalm-Tunnel Weströhre, Geologischer Bericht.- Unveröffentl. Gutachten Büro Dr. Demmer i.A. Gleinalm-Autobahn A.G.
- HEISSEL, G. KÖHLER, M. & LEIMSER, W. (1989): Erfahrungen mit dem Infrarot-Temperaturmessgerät IRS3 beim Bau des Roppener Tunnels.- Felsbau, 7/4, 198 – 201.
- HARTLEITNER (1993): Die Planungen der „Neuen Bahn“ im Abchnitt Ötztal-Landeck: Geologische Ergebnisse. In: Geologie des Oberinntaler Raumes – Tagungsführer, Arbeitstagung Geol. B.-A., 139 - 140.



- NOWY, W. (1977): Die Geologie des Gleinalm-Autobahntunnels.- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **24**, 59 – 123.
- OBERHAUSER, R. (1991): Zur Hydrogeologie des Rheintales zwischen Illfächer und Diepoldsauer Rheinschlinge, der Talränder und des Freschengebietes.- Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **13**, 101-110.
- OBERHAUSER, R. (1993): Molasse, Helvetikum, Flysch und Kalkalpen längs eines Schnittes vom Bodensee durch den Bregenzerwald zum Großwalsertal (Exkursion F am 16. April 1993).- Jber. Mitt. oberrhein. Geol. Ver., N.F., **75**, 137 – 153.
- PATZELT, G. & POSCHER, G. (1993): Der Tschirgant-Bergsturz. In: Geologie des Oberinntaler Raumes – Tagungsführer Exkursion D vom 8.10.1993.- Arbeitstagung Geol. B.-A., 208 – 213.
- VILANEK, J. (1988): Inntal-Autobahn A12, Kufstein-Innsbruck-Zams: 145,5 km, Roppener Tunnel – Durchschlag am 22. September 1988, 82 S., Kartenbeilage (Brenner-Autobahn AG).
- Österr. Gesellschaft für Geomechanik (2001): Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb.
- Österr. Gesellschaft für Geomechanik (2006): Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb.
- Österr. Gesellschaft für Geomechanik (2008): Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb.
- ÖNORM B 2003 (1975): Untertagebauarbeiten; Richtlinien und Vertragsbestimmungen.- Österr. Normungsinstitut.
- ÖNORM B 2003 (1978): Untertagebauarbeiten; Richtlinien und Vertragsbestimmungen; Werkvertragsnorm.- Österr. Normungsinstitut.
- ÖNORM B 2003 (1983): Untertagebauarbeiten; Werkvertragsnorm.- Österr. Normungsinstitut.
- ÖNORM B 2003 (1994): Untertagebauarbeiten; Werkvertragsnorm.- Österr. Normungsinstitut.
- ÖNORM B 2203-1 (2001): Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm Teil 1: Zyklischer Vortrieb.- Österr. Normungsinstitut.