

Die geologischen Verhältnisse beim Ersatzstollen Scheibbs für die II. Wiener Hochquellenwasserleitung

(Erfahrungen mit der Teilschnittfräse im Flysch)

A. BILAK

1. Einleitung - Projektsübersicht

Die von 1901 bis 1910 erbaute rund 170 km lange II. Wiener Hochquellenleitung bringt täglich ca. 230.000 m³ Hochquellwasser aus dem Hochschwabgebiet nach Wien (siehe Abb. 1).

Die Leitung, die sich aus Stollenstrecken, Hangkanälen, Aquädukten und Dükerleitungen zusammensetzt, verläuft bis Peutenburg in der geologischen Zone der Kalkalpen und in weiterer Folge in der Flysch- und der Molassezone.

Vor allem an den seichtliegenden Bauwerksteilen in der Flysch- und Molassezone kommt es infolge von Hanginstabilitäten, wie Kriechvorgängen und Rutschungen, zu Schäden in Form von Rissen, die laufend Sanierungsmaßnahmen nötig machen (Abb. 2, 3).

So mußten bereits diverse Teilauswechslungen und Verlegungen in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten an der Leitung vorgenommen werden.



Abb. 2: Bewegungsfläche aufgrund von Hangkriechen

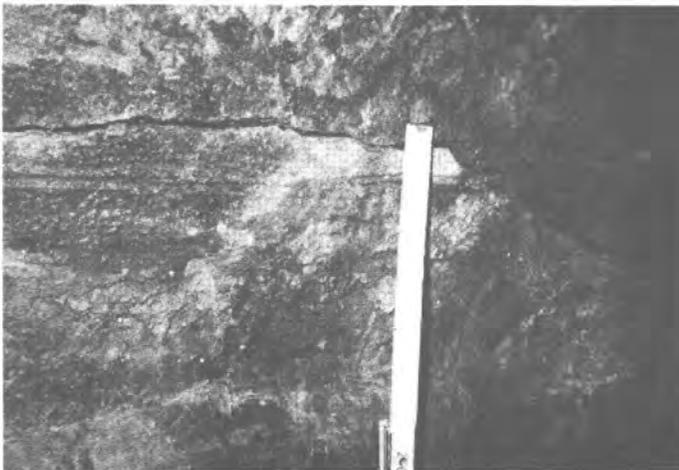


Abb. 3: Rißbildung im Alten Österreicherstollen

Der Abschnitt im Bereich Scheibbs gilt schon lange als sehr problematisch. Bereits kurz nach Fertigstellung der II. Wiener Hochquellenleitung wurde bei Neustift ein Ersatzrinnstollen gebaut und in weiterer Folge noch der Hochphyra-Ersatzstollen und der Neue Österreicherstollen. Zusätzlich wurden in instabilen Hangbereichen umfangreiche Drainagierungsmaßnahmen gesetzt. Im Stadtgebiet von Scheibbs haben auftretende Schäden im Zuge des Baues des Gymnasiums in den 70-er Jahren Sanierungsmaßnahmen nötig gemacht. In diesem Leitungsbereich besteht seither eine andauernde Gefährdung der Leitung. Deshalb wurde auch die Verlegung des gesamten Leitungsabschnittes tiefer in den Berg, nämlich unter den Höhenzug Grainberg - Holzkogel - Blassenstein, in Erwägung gezogen.

Der von der Magistratsabteilung 31 nach langen Voruntersuchungen und Planungen letztlich beschlossene 420 Mill. ÖS teure Bau des Umgehungsstollens Scheibbs setzt sich aus einem bergmännisch vortriebenen Stollen und zwei Leitungskanälen, die durch eine Leitungsbrücke über den Leysbach miteinander verbunden sind, zusammen. Der mit einer Teilschnittfräse aufgefahrene Stollen mit einer Länge von 4.922 m und einem Gefälle von 0,0295 % beginnt im Norden bei der Lokalität Steinhaus und verläuft über drei Bögen und dazwischenliegenden Geraden in Richtung Scheibbs, wo er in den bestehenden Neuen Österreicherstollen bergmännisch eingebunden wird (siehe Abb. 4, Falttafel).

Er weist ein Hufeisenprofil mit einer Ausbruchsquerschnittfläche von ca. 10 m^2 auf. Die maximale Überlagerung beträgt 235 m. Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten und dem Aufbringen des Isolierträgers wird mit dem Betonieren des Innenbetonringes begonnen, wobei der endgültige Rohrdurchmesser eine lichte Weite von 2,40 m bei einer Innenschalenstärke von 30 cm aufweist. Im Norden schließt an den Stollen ein ca. 144 m langer Leitungskanal an. In weiterer Folge wird das Wasser über eine 10 m lange Leitungsbrücke und einen 66 m langen Leitungskanal in die bestehende Wasserleitung geführt.

LEGENDE:

QUARTÄR

Q Überdeckung, Talfüllung

MOLASSE

Tonstein, Tonmergel, Sandstein

FLYSCHZONE (und flyschoide Gesteine der Molasse)

Tonstein, Mergel Sandstein
Tonstein, stark durchbewegt Sandstein karbonatreich

GRESTENER KLIPPENZONE

Aptychenkalk Buntmergelserie

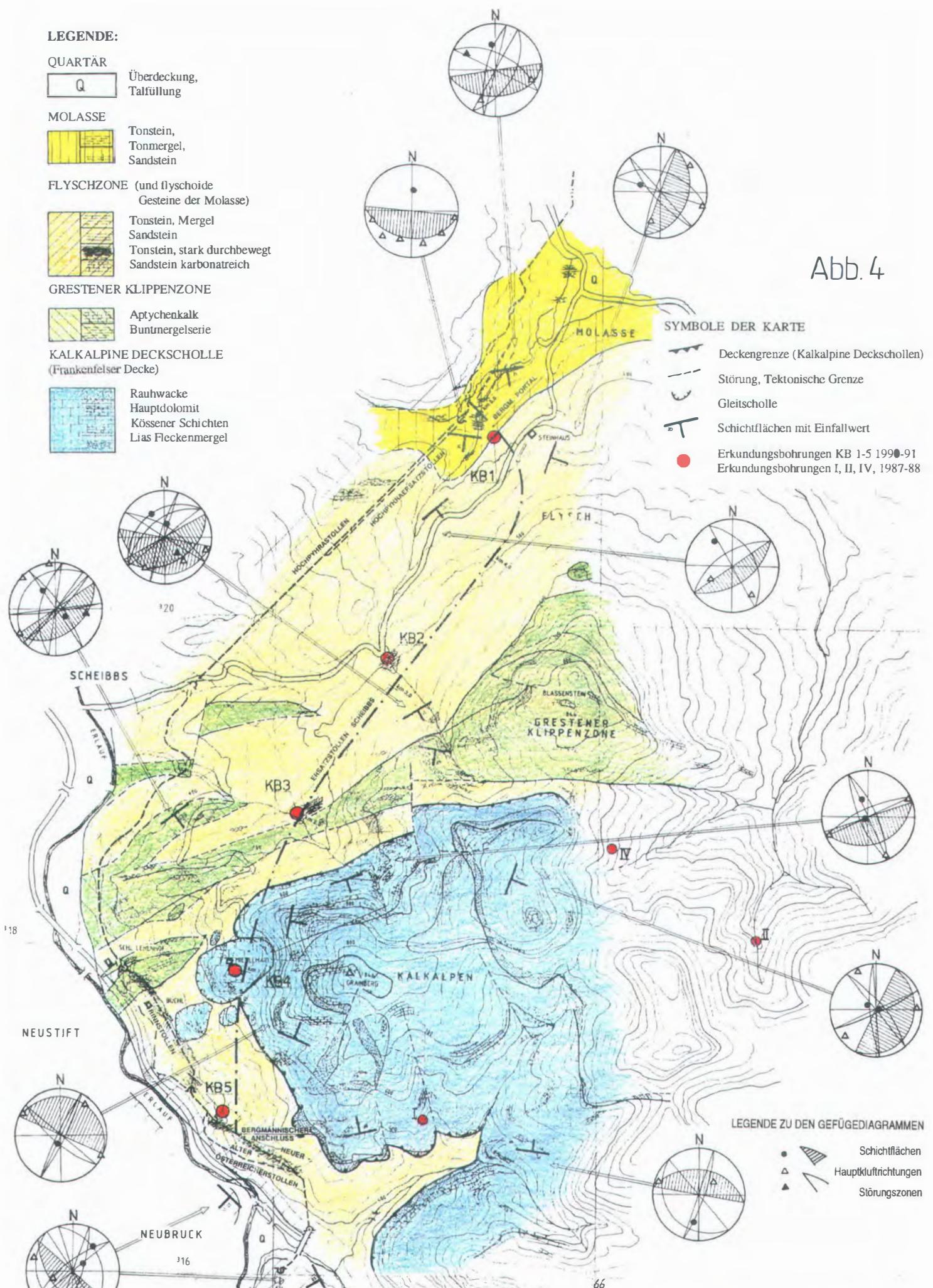
KALKALPINE DECKSCHOLLE (Frankenfelscher Decke)

Rauhwaacke Hauptdolomit Kössener Schichten Lias Fleckenmergel

SYMBOLE DER KARTE

- Deckengrenze (Kalkalpine Deckschollen)
- Störung, Tektonische Grenze
- Gleitscholle
- Schichtflächen mit Einfallwert
- Erkundungsbohrungen KB 1-5 1990-91
- Erkundungsbohrungen I, II, IV, 1987-88

Abb. 4



LEGENDE ZU DEN GEFÜGEDIAGRAMMEN

- Schichtflächen
- Hauptkluftrichtungen
- Störungszonen

Geologische Kartierung von R.SCHIMANA (1989-90). Ausarbeitung unter Miteinbeziehung bestehender Geländeaufnahmen von W.SCHNABEL, einer Stollenaufnahme von I.STTNY sowie einem handgeologischen Bericht

0 500 1000 m

2. Geologischer Rahmen

2.1. Prognose

2.1.1. Allgemeines

Erstmals wurde seitens des Büros Dr. Nowy 1987 eine geologisch - geotechnische Vorstudie über vier Varianten durchgeführt, wobei davon die längste 14 km betrug. 1989/90 wurde dann eine geologisch - geotechnische Trassenkartierung der II. Wiener Hochquellenleitung erstellt, deren Resultat nach wirtschaftlichen und betriebstechnischen Überlegungen eine kürzere Variante mit sich brachte. Im Jahre 1990 traf man magistratsintern die Entscheidung, eine kürzere Variante in Angriff zu nehmen. Für das Projekt Ersatzstollen Scheibbs wurden anfänglich drei neue Trassenverläufe diskutiert, wobei detailliertere geologisch - geotechnische und hydrogeologische Untersuchungen über das Projektgebiet und planerische Überlegungen in diesen drei neuen Varianten bereits berücksichtigt wurden. Für das wasser-rechtliche Einreichverfahren stand die nun zur Ausführung gelangte Trassenwahl bereits fest.

Die geologisch - geotechnischen Voruntersuchungen basierten auf einer im Maßstab 1:10.000 durchgeführten geologischen Detailkartierung, auf einer hydrogeologischen Grundaufnahme, auf fünf bis in das Stollenniveau abgeteufte Kernbohrungen und auf anhand ausgesuchter Kernproben durchgeführten Laboruntersuchungen, wie Druckfestigkeiten, Spaltzugfestigkeiten, tonmineralogischen Untersuchungen und mikroskopischen Untersuchungen an Gesteinsdünnschliffen.

Die daraus resultierenden Ergebnisse zeigten vor allem, daß mit einem sehr inhomogenen Aufbau des Gebirges zu rechnen ist, welches vor allem durch einen mitunter sehr raschen Wechsel von „harten“ und „weichen“ Gesteinen mit unterschiedlichstem Zerlegungsgrad gekennzeichnet ist.

2.1.2. Geologischer - Hydrogeologischer Überblick

Das Projektsgelände befindet sich im Nahbereich der nördlichen Ausläufer der Kalkalpen. Im wesentlichen sind vier geologische Serien anstehend (siehe Abb. 4):

Diese sind vom tektonisch Hangenden zum Liegenden:

- Kalk-Dolomit-Komplex der Frankenfelscher Decke
- Flyschserie
- Gesteine der Grestener Klippenzone
- Molasse

Die Trasse wurde so gewählt, daß eine Berührung der kalkalpinen Deckscholle weitgehend ausgeschlossen werden konnte, da in dieser aufgrund der Charaktereigenschaft der Gesteine mit vermehrter Wasserführung zu rechnen ist (Abb. 5, Falttafel).

Somit werden die Gesteinsserien der Molassezone, der Flysch- und der Klippenzone durchörtert. Aufgrund der Nähe zur Deckenstirn der Nördlichen Kalkalpen sind die Gesteinsserien von einem hohen Tektonisierungsgrad gekennzeichnet, welcher aus der Überschiebung resultiert.

Gesteine der Kalkalpinen Deckscholle

Die triadische Schichtfolge beginnt an der Basis mit einem meist geringmächtigen Rauhwackenhorizont, über dem mit einem mächtigen Schichtpaket der Hauptdolomit folgt, auf dem die Kössener Schichten lagern. Darüber liegen in einzelnen Teilbereichen die jurassischen Allgäuschichten.

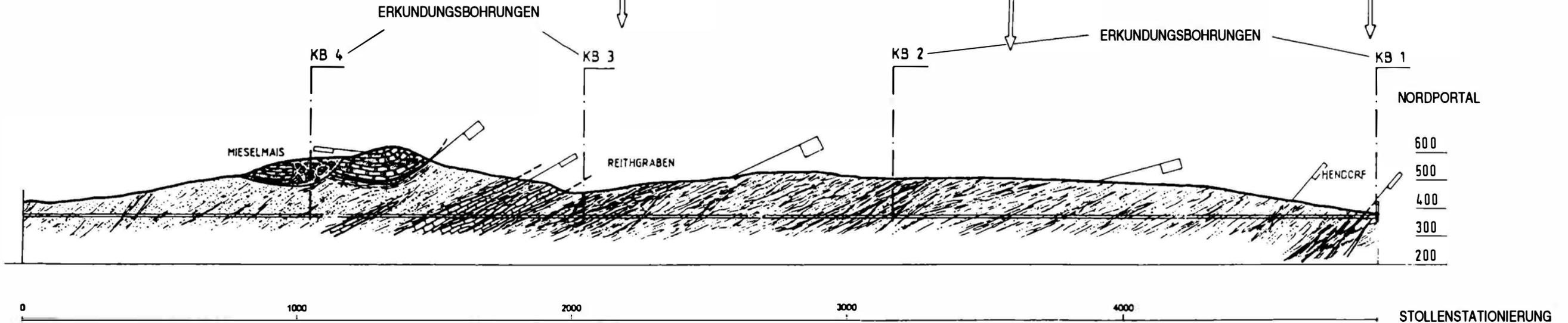
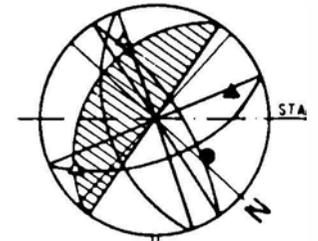
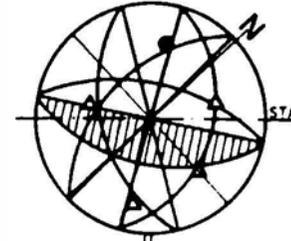
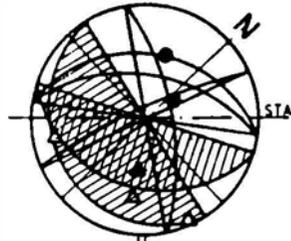
Gesteine der Flyschzone

Die Gesteine der Flyschserie zeichnen sich durch einen häufigen Wechsel von sandigen und tonigen Ablagerungen aus. Aufgrund der tektonischen Verhältnisse und dem unterschiedlichen Bruchverhalten

Abb. 5

LEGENDE ZU DEN GEFÜGEDIAGRAMMEN

- Schichtflächen
- Hauptkluftrichtungen
- Störungszonen



FLYSCH		GRESTENER KLIPPENZONE	FLYSCH	
SANDSTEINE MIT EINSCHALTUNGEN BZW. ÜBERGÄNGEN ZU TONSTEIN UND MERGEL. SANDSTEINE Z.T. MIT HOHEM QUARZANTEIL (HART).	SANDSTEIN, TON- BIS KALKMERGEL, EINSCHÜPPUNGEN DER KLIPPENZONE MÖGLICH.	MYONENKALK, KIESELIGE UND MERGELIGE KALKE; TONSTEIN- UND MERGELLAGEN.	WEICHER TONSTEIN U. MERGEL ("TONSCHIEFER"), UNTERGEORDNET SANDSTEIN, EINSCHÜPPUNGEN DER KLIPPENZONE MÖGLICH.	"HARTE" SANDSTEINE IN WECHSELLAGERUNG MIT "WEICHEN" TONSTEINEN ("TONSCHIEFER") UND TONMERGELN, MERGELN UND KALKMERGELN. SANDSTEINE DOMINIEREND KARBONATISCH VERFESTIGT, Z.T. MIT HOHEM QUARZANTEIL.
SANDSTEINE PLATTIG BIS GEBANKT, MITTELSTEILE RAUMSTELLUNG DER σ_3 -FLÄCHEN, SENKRECHT DAZU GEKLÜFTET; EINFALLEN DER σ_3 -FLÄCHEN IN VORTRIEBSRICHTUNG. DANEBEN MASSIGE ABSCHNITTE, BLOCKIG ZERLEGT. BEWEGUNGSZONEN MIT HARNISCHFLÄCHEN BEVORZUGT IN TONSTEIN- UND MERGELLAGEN.	KALKE DÜNNBANKIG, WELLI- GE σ_3 -FLÄCHEN; TONSTEIN UND MERGEL INTENSIV ZERSCHERT.	TEKTONISCH INTENSIV ZERSCHERT, ENGSTÄNDIGE LINSIG VERLAUFENDE HARNISCHFLÄCHEN ("TONSCHIEFER"), Z.T. BIS ZU MYLONITISCH / TONIG AUFGEARBEITET.	MITTELSTEILE RAUMSTELLUNG DER PLATTIG BIS BANKIG AUSGEBILDETEN σ_3 -FLÄCHEN; TONSTEIN- UND MERGELLAGEN PARALLEL ZUR BANKUNG UNTER AUSBILDUNG VON HARNISCHFLÄCHEN Z.T. INTENSIV ZERSCHERT. IN SANDSTEINDOMINIERTEN ZONEN ABSCHNITTE MIT MASSIGEM HABITUS UND BLOCKIGER ZERLEGUNG.	

STOLLENSTATIONIERUNG

GESTEINSVERHÄLTNISSE

GEFÜGEVERHÄLTNISSE

der Gesteine konnte von plastischen und spröd-harten Gesteinsverhältnissen ausgegangen werden. Somit war eine intensive Wechsellagerung aus Tonsteinen, Tonmergeln, Tonmylonit-„schiefern“ und Sandsteinen mit unterschiedlichen Mächtigkeiten zu erwarten.

Gesteine der Grestener Klippenzone

Bei den Gesteinen der Grestener Klippenzone handelt es sich vor allem um Aptychenkalke, die dünnbankig-mergelig an der Oberfläche anstehen und um z.T. verkieselte Kalke sowie Gesteine der Buntmergelserie. Es wurde davon ausgegangen, daß diese Gesteine vor allem als tektonische Schuppen in der Flyschzone vorliegen.

Gesteine der Molassezone

Die Gesteine der Molassezone, die v.a. im Bereich des N-Portals anstehen, zeigen kaum einen geotechnischen Unterschied zu den Gesteinen der Flyschzone. Primär handelt es sich ebenfalls um Tonstein -Sandstein-Abfolgen.

Die hydrogeologische Situation wird durch die unterschiedlichen Gesteinsserien und tektonischen Gegebenheiten bestimmt. Während man in den Gesteinen des Flysches aufgrund des hohen Ton- und Mergelanteils von weitgehend dichten Verhältnissen ausgehen konnte, mußte in der auflagernden Kalkscholle mit sehr guten Wasserwegigkeiten gerechnet werden. Diese sind durch den sehr hohen Zerlegungsgrad des Dolomites, durch Karstphänomene, sowohl in den Kalk- und Dolomitserien, als auch in den basalen Rauhwacken, begründet. An diese sind Quellaustritte mit zum Teil beachtlichen Schüttungsmengen gebunden. Da ein Anschneiden dieser Deckscholle beim Vortrieb mit massiven Wasserzutritten verbunden wäre und ein Trockenfallen der daran gebundenen Quellen eintreten würde, wurde seitens des Büros Nowy eine in Richtung Westen verschwenkte Stollentrasse vorgeschlagen, bei der ein Anschneiden dieser Deckscholle grundsätzlich ausgeschlossen werden konnte.

2.1.3. Laboruntersuchungen

An einigen Bohrkernproben wurden felsmechanische Untersuchungen, wie die Ermittlung der einachsialen Druckfestigkeit und der Spaltzugfestigkeit, tonmineralogische Untersuchungen zur Abklärung der Frage nach quellfähigen Tonmineralen und Untersuchungen an Gesteinsdünnschliffen, vor allem aus Sandsteinen, durchgeführt, um nähere Informationen über Mineralbestand, Korngrößen, Kornverband, Schleiffestigkeit etc. zu bekommen.

Einachsiale Druckversuche und Spaltzugversuche

Die Untersuchungen der Kerne in der Materialprüfanstalt der Tauernkraftwerke/Dr. HUBER ergaben Werte für die einachsialen Druckfestigkeiten in den Sandsteinen zwischen 38,2 und 99,9 N/mm². Die Werte der Spaltzugfestigkeiten lagen zwischen 4,99 und 11,20 N/mm².

Die Werte der Mergel (Tonmergel und Kalkmergel) schwankten bei den einachsialen Druckfestigkeiten zwischen 35,0 - 45,3 N/mm² und bei den Spaltzugfestigkeiten zwischen 4,82 und 14,98 N/mm².

Die Untersuchungen an den Tonsteinen und den zerscherten Tonsteinen ("Tonschiefer") ergaben 0,6 N/mm² für die Druckfestigkeit und 0,1 - 0,87 N/mm² für die Spaltzugfestigkeit.

Tonmineralogische Untersuchungen

Die an der Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Angewandte Geologie / Univ. Prof. Dr. SCHWAIGHOFER) röntgen-diffraktometrisch untersuchten Proben wiesen 23 - 36 % quellfähige Smektitminerale auf sowie 10 - 17 % Mixed - Layer Minerale, in denen ebenfalls quellfähige Substanzen in unterschiedlichem Ausmaß enthalten sein können. Vor allem in tektonisch stark beanspruchten Zonen mußte von einem Vorkommen solcher quellfähiger Gesteine ausgegangen werden.

Mikroskopische Untersuchungen an Gesteinsdünnschliffen

Die an den Dünnschliffen vorgenommenen Untersuchungen ließen erkennen, daß der Gehalt an schleißscharfen Mineralen - bezogen auf Quarz - zwischen 40 - 60 Vol.% liegt.

2.2. Angetroffene Geologie im Stollen¹

2.1.1. Gestein

Aufgrund der schwierigen Aufnahmebedingungen, bedingt durch die durchwegs starke Zerlegung der Gesteine, das sehr ähnliche makroskopische Aussehen und die Ausbildung (vor allem der Flysch- und Molassegesteine) und das, durch das mechanische Lösen stark beeinträchtigte, Aufnahmebild, wird nachfolgend auf eine differenzierte stratigraphische Beschreibung und Unterteilung verzichtet. Grundsätzlich werden mit dem Vortrieb begleitend Proben genommen, die in der Geologischen Bundesanstalt für eine weitere Differenzierung untersucht werden.

Vereinfacht lassen sich die bisher in dem Stollen aufgefahrenen Gesteinsabschnitte in einer Dreigliederung zusammenfassen, nämlich in die von Sandsteinen dominierten Zonen, in die von den stark zerscherten Tonsteinen-Tonmergeln aufgebauten „Tonschieferzonen“ und in die Mergelzonen, die vor allem von Tonmergeln und Kalkmergeln mit unterschiedlichem Sand-Schluffgehalt gebildet wurden (Abb. 6 a, b, c).

¹ Zum Zeitpunkt des Vortrages am 30.10.1996 stand der Vortrieb bei Station 3700.

Abb. 6 a: Stollenbrustaufnahme bei Station 1006,70:

- ① graugrüner, mittelkörniger Sst mit feinen Glimmerbelägen auf d. Schichtflächen
- ② siltig-feinsandige Tonmergel mit feinverteiltem Glimmer auf den Schichtflächen
- ③ von Kalzitadern durchzogener grauer, mittelkörniger Sst.
- ④ im feuchten Zustand braungraue Mergel mit feinen, schwarzen, tonigen Flaserungen // ss

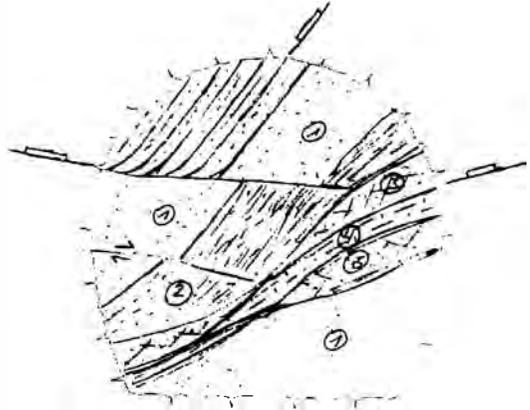


Abb. 6 b: Stollenbrustaufnahme bei Station 1175,70:

- ① dunkelgraue Mergel mit Kalzitadern
- ② grüne, tw. zerscherte Mergel (-0,1 m)
- ③ hellbraune-ockerfärbige Tonmergel (-0,2 m)
- ④ graue Kalkmergel mit Kalzitadern
- ⑤ schwarzer "Tonschiefer"-horizont, ruschelig aufbearb.
- ⑥ sandig-siltige, graue Mergel, splittrig-linsig brechend

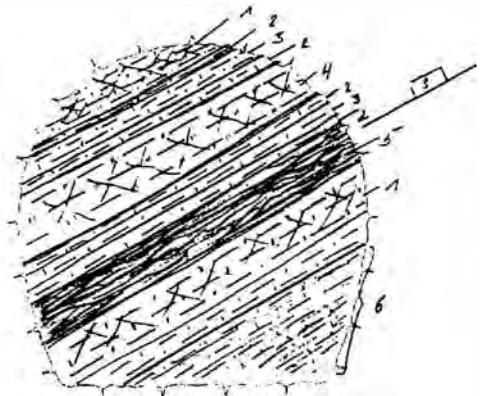
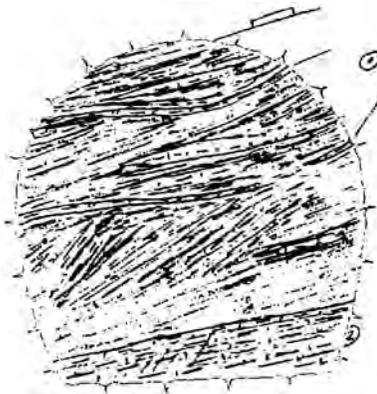


Abb. 6 c: Stollenbrustaufnahme bei Station 2472,70:

isolierte Bruchstücke und Lagenreste von Tonstein-(mergel) und Sandsteinen in "Tonschiefermatrix"

- ① 5 cm mächtige graue, siltige Kalkmergellagen
- ② linsig-splittrig zerlegte, sandig-siltige Tonmergel



Nach der Durchörterung einer ca. 40 m langen, durch die Hangtektonik beeinflussten Strecke wurde auf dem ersten Kilometer eine Wechsellagerung von Sandstein und Tonschiefern angetroffen, die nach einem anfänglich häufigen Orientierungswechsel in eine flache bis mittelsteile Lagerung nach SE mit vereinzelt Muldenstrukturen überging.

Bis Stat. 1530 wurden graue, graubraune, grüne und vereinzelt auch rote, unterschiedlich stark tektonisierte Tonmergel und Kalkmergel durchörtert.

Daran anschließend wurde eine, durch teilweise grobschollig zerlegte, teilweise massige Sandsteine charakterisierte, ca. 70 m lange Strecke aufgefahren, an die ein rund 500 m langer, aus linsig-splittrig zerlegten, grauen sandig-siltigen Mergeln aufgebauter Gesteinsabschnitt, in dem auch immer wieder Sandsteinlagen und deren tektonische Reste auftraten, folgte. In diesem Bereich konnten auch eingeschuppte Kalkbrekzienfragmente beobachtet werden. Diese beinhalteten Lithotamnienkalkbruchstücke und Bruchstücke aus einem feinlaminierten, beigen Mergelkalk, die von einer feinkörnigen, dichten grauen Matrix umgeben waren.

Bis Stat. 3180 herrschten „weiche“, graue bis schwarze, von Spiegelharnischen intensiv durchtrennte „Tonschiefer“ vor. Darin isolierte Tonmergel- und Kalkmergelbruchstücke waren keine Seltenheit. Auch kurze, von Sandstein, Kalk- und Tonmergeln dominierte Abschnitte und eine Zunahme an eingeschuppten beige - hellbraunen Kalkschollen und Kalkbrekzien konnten beobachtet werden.

Ab Stat. 3180 trat dann eine "Bunte Entwicklung" aus unterschiedlich stark tektonisierten, geringmächtigen grauen, grünen, schwarzen, mittel - dunkelbraunen Mergellagen und Mergelbrekzien auf, die in weiterer Folge ab Stat. 3570 sich mit grünlichgrauen Fleckenmergeln und roten Tonschiefern abwechselten.

2.2.2. Trennflächengefüge

Das Trennflächengefüge in dem bisher aufgefahrenen Stollenabschnitt war durch den unterschiedlichen Tektonisierungsgrad und das unterschiedliche Bruchverhalten der verschiedenen Gesteinsarten geprägt.

Abschnitte mit einem sehr hohen Zerlegungsgrad und einer hohen Teilbeweglichkeit, charakterisiert durch ein sehr engständiges Harnischflächengefüge, wechselten einander mit solchen von nur "hoher" bis "mittlerer" Zerlegung ab. Diese wurden vor allem von den massigeren Sandsteinen, Mergeln und Kalkmergeln gebildet. Die über weite Strecken dominierende sehr hohe Zerlegung resultiert aus einer intensiv linsigen Zerschering der tonreichen Gesteine. Ruschelzonen mit Verknetungen und Spiegelharnischen zeigten sich in diesen Bereichen an der geöffneten Stollenlaibung.

Die härteren Sandstein- und Mergellagen waren meist von mit Kalzit verheilte Bruchstrukturen senkrecht zu den Schichtflächen gekennzeichnet, wobei deren Erstreckung größtenteils auf die Schichtstärke beschränkt war. Die Schichtflächen wiesen häufig spiegelglatte tonige Beläge auf.

Trotz der streckenweise sehr hohen Zerlegung, vor allem in den „Tonschiefern“ und den feinblättrig, ruschelig bis mylonitisch aufgearbeiteten Scherzonen kam es nur selten zu rascheren Entfestigungserscheinungen. Dieses sehr gute Gebirgsverhalten hat seine Gründe in den weitgehend trockenen Gebirgsverhältnissen, dem gebirgschonenden Lösen durch die Teilschnittmaschine und den sehr rasch eingebrachten Stützmitteln, womit dem Gebirge zum Reagieren kaum Zeit gelassen wurde. Das haupttragende Trennflächenelement bildeten die Scherflächen, die über den gesamten aufgefahrenen Bereich das Ausbruchverhalten bestimmten (Abb. 7).

Das flache bis mittelsteile Einfallen der Gesteine in dem aufgefahrenen Abschnitt pendelt zwischen SSW - SSE, wobei lokal auch Einfallen nach SE - E bzw. SW beobachtet werden konnte. Dies führte beim Auftreten von stark durchtrennenden Harnischen in der Firste zu sichelförmige Ablösungen und in Zonen mit gebrächen Gebirgsverhältnissen zu geringen Überprofilen.

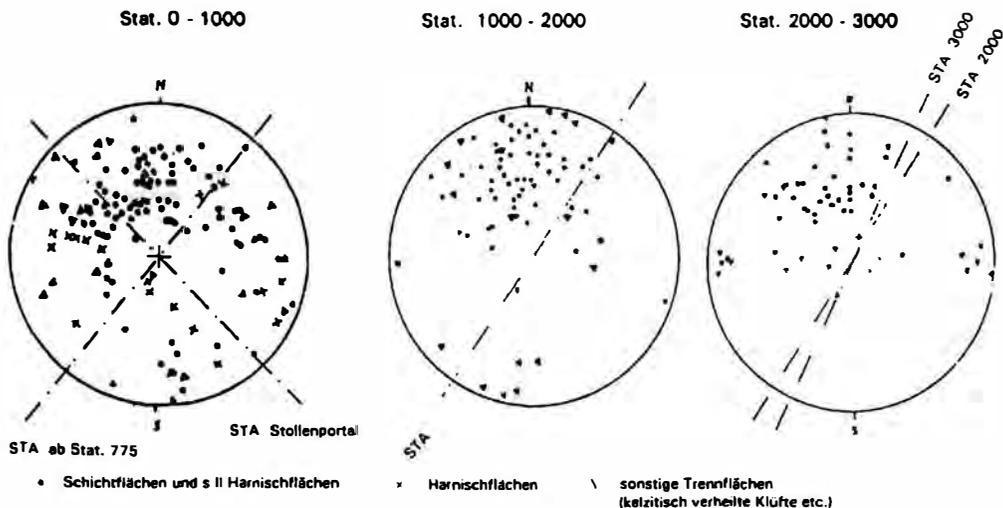


Abb. 7: Polpunktverteilung gemessener Trennflächen

2.2.4. Bergwasserverhältnisse

Entgegen der Annahme der Prognose, wo über große Bereiche doch von bergfeuchten bis leicht tropfenden Verhältnissen ausgegangen wurde, erwies sich der Großteil des bis dato aufgefahrenen Stollens als trocken.

Geringe Wasserzutritte während des Vortriebs beschränkten sich auf die ersten 200 m des Stollens. In dieser Stollenstrecke traten neben einer mehr oder weniger konstanten Bergfeuchte sehr geringe, meist flächenhafte Rinnwasserzutritte, welche nur schwierig zu fassen waren, auf. Diese zeigten einen unmittelbaren Zusammenhang mit den oberflächennahen Hangwässern, welcher sich durch ein rasches Reagieren der Schüttungsmengen bei Niederschlagstätigkeit bemerkbar machte.

Die Wasserempfindlichkeit der Gesteine zeigte sich in ihrer ganzen Deutlichkeit auf den ersten Stollenmetern. Aufgrund auch geringer Wasserzutritte kam es zu raschen Entfestigungserscheinungen, denen nur durch umsichtiges Öffnen des Gebirges und vorausseilende Stützmaßnahmen Einhalt geboten werden konnte.

2.2.5. Grubengas

Erstmalig kam es am 26.10.1995 bei Stat. 350, in einem von einem hell - mittelgrauen, von Kalzitadern und feinen Rißchen durchzogenem Sandstein aufgebauten Abschnitt, zu einem hörbaren Gaszutritt, womit der Vortrieb vorübergehend eingestellt werden mußte, um eine Entgasung abzuwarten und bestimmte Vorsichtsmaßnahmen für den weiteren Vortrieb zu treffen. Eine Messung am 27.10.1995 vor Ort ergab noch immer Methangaskonzentrationen an der Austrittsfläche von max. 17 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) und von max. 10 % (UEG) in der Stollenluft.

In weiterer Folge kam es immer wieder zu Gaszutritten unterschiedlichster Konzentration (z.B. Stat.715, Meßergebnis von 6 Proben - Firste max. 45 Vol.%, Bohrloch 20 Vol.%, 4 m hinter der Ortsbrust 15 Vol.% Methan), die primär an Sandsteinhorizonte und Schichtgrenzen von Sandstein zu Tonschiefern beziehungsweise auch an isolierte Sandsteinblöcke gebunden waren. Der Untersuchungsbefund von Proben zeigte eine Zusammensetzung aus Methan, Ethan, Propan Butan, Essigsäuren in Spuren und Schwefelwasserstoff.

Aufgrund des nicht zu unterschätzenden Risikos wurden in weiterer Folge diverse Vorkehrungen zur Hintanhaltung einer möglichen Explosion getroffen. Da die maschinelle Ausrüstung nicht schlagwettergeschützt ausgeführt war, wurden einige Teile, wie die Beleuchtung auf dem Nachläufer, die Beleuchtungskörper im Abbaubereich, etc. ausgetauscht. Zusätzliche einfache Maßnahmen bestanden in Vorbohrungen, Einsatz von Handmeßgeräten zur laufenden Kontrolle an der Ortsbrust, Preßluftleitung zur Verwirbelung der Luft im Abbaubereich, und Vorhaltung von Selbstrettern. Weiters wurde ein Gaswarngerät mit vier Spionen, die an der Maschine, in der Absaugung, auf dem Nachläufer und im Bereich des Stollenportals installiert wurden, eingebaut.

Mit zunehmender Vortriebslänge war jedoch die Tendenz zur Abnahme der Häufigkeit und der Intensität der Gaszutritte erkennbar.

2.2.6. Geotechnische Messungen

Um das Verformungsverhalten des Gebirges zu erkennen, wurden Konvergenz- und Extensometermeßquerschnitte in Abschnitten gesetzt, in denen während des Vortriebs mit stärkeren Auflockerungen zu rechnen war.

Die Meßergebnisse, die sich im Millimeterbereich bewegten, ließen ein gutmütiges Verformungsverhalten des Gebirges erkennen. Das ließ sich einerseits durch die trockenen Gebirgsverhältnisse und der

damit verbundenen, relativ guten Verbandsfestigkeit und andererseits durch den raschen Einbau der Stützmaßnahmen erklären. Zusätzlich diente das durch die Fa. GEODATA installierte Vermessungsnetz im Stollen als Kontrolle für Bewegungen.

Zwischen Stat. 3610 - 3700 kam es aufgrund von in den Ulmen stark durchtrennenden, steilstehenden Scherflächen und damit verbundenen keil- bis schollenförmigen Ablösungen von Tonschiefern zu Rissen in der Spritzbetonschale. Die versetzten Extensometer- und Konvergenzmeßquerschnitte zeigten Entspannungserscheinungen im linken Ulm mit Maximalwerten von 1,5 cm, die sich durch das nachträgliche Versetzen von zusätzlichen Ankern rasch beruhigten.

2.2.7. Stützmittelausbau

Je nach Vortriebsklasse und Gebirgstyp waren unterschiedliche Stützmaßnahmen vorgesehen. Diese reichten von vorausseilenden Spießen und 2-lagig bewehrter 20 cm starker Spritzbetonschale mit Stahlbögen und eingebautem Sohlgewölbe in den stark gebrächen Gebirgsabschnitten, die v.a. den vordersten Stollenabschnitt aufbauten, bis zu 5 cm Spritzbetonschale, unbewehrt, mit lokalen Swellex-Ankern nach Erfordernis in den leicht nachbrüchigen Bereichen.

Auf Wunsch der Bauleitung der MA 31 wurde auch in den standfesten bis nachbrüchigen Gesteinsstrecken immer ein 10 cm 1-lagig bewehrter Spritzbetonausbau nach jedem "Abschlag" eingebracht. Die Vorteile sind eine sehr schöne Profilhaltung, Einsparungen beim nachträglichen Aufbringen des Isolierträgers und keine Rißbildungen, wie sie beim Übergang von einer bewehrten zu einer unbewehrten Schale auftreten können.

3. Vortrieb

3.1. Allgemeines

Der Vortrieb wurde als zyklischer Sprengvortrieb, eventuell kombiniert mit einer Teilschnittmaschine ausgeschrieben. Der Einsatz einer Vollschnittmaschine wurde aufgrund der zu erwartenden geologisch - geotechnischen Verhältnisse von Anfang an ausgeschlossen. Die bauausführende Firma entschloß sich zum gänzlichen Auffahren mittels einer Teilschnittmaschine mit vollmechanisierter Nachläufereinrichtung.

Die Vorteile dieses Systems liegen in der guten Profilhaltung vor allem in den gebrächen Gebirgsabschnitten, dem schonenden Lösen und den damit verbundenen geringeren Auflockerungen, dem geringeren Stützmittelverbrauch und bei günstigen Gesteinsverhältnissen in einem annähernd kontinuierlichen Vortrieb.

Die Nachteile liegen in der hohen Staubbelastung, dem Risiko der Wirtschaftlichkeit beim Auffahren harter Gesteine, den Schwierigkeiten beim Lösen unterhalb der Fahrwerksebene und dem Gewicht der Maschine bei instabilen Sohlenverhältnissen.

3.2. Maschinentechnische Ausrüstung

Beim Vortrieb kam eine ALPINE WESTFALIA Teilschnittmaschine des Typs WAV 130/160 zum Einsatz. Die mit einem Querschneidkopf ausgerüstete, rund 46 t schwere Maschine hatte eine installierte Antriebsleistung von 160 kW und brachte eine Schneidleistung von 8,0 m³/h (Abb. 8).



Abb. 8: Anlieferung der Teilschnittmaschine

Hinter der Maschine folgte ein 126 m langer, eingleisig ausgerüsteter Nachläufer, auf dem die diversen Versorgungseinrichtungen installiert waren. Das Schuttermgut wurde mit SIG ATS 100 Elektroloks und Kippern mit Seitenentleerung zur Kippgrube beim Stollenportal gefördert.

3.3. Problematik beim Vortrieb

Nach dem Anfräsen des Stollens am 10. 7.1995 wurde der Vortrieb aufgrund diverser Umbauarbeiten an der Maschine bis Stat. 55 mit einem Stollenbagger durchgeführt. Danach kam zum erstenmal die Maschine zum Einsatz.

In dieser von Bergwasser beeinflussten Strecke und der damit verbundenen Aufweichung der Sohle traten die ersten Probleme auf. Die Teilschnittmaschine grub sich ein und konnte nur mit großem Aufwand wiederum zurückgezogen werden. Die nächsten rund 60 m wurden dann kombiniert mit Bagger- und Sprengvortrieb aufgeföhren.

Ab Stat. 136 kam dann ausschließlich die Teilschnittmaschine zum Einsatz. Das komplette Maschinensystem mit installiertem Nachläufer nahm seine Arbeit ab Stat. 177 auf. Diese Umstellungen der Vortriebsart machten sich in einem vorerst empfindlichen Bauzeitverzug bemerkbar.

Mit fortschreitendem Vortrieb trat die Hauptproblematik immer mehr in den Vordergrund. Diese hatte ihre Ursachen in dem Vorkommen von harten, mächtigen Sandsteinbänken, die lange Schneidzeiten, einen hohen Meißelverschleiß, Schäden an Motor und Getriebe und Defekte an der Elektrik zur Folge hatten. Da eine seriöse Voraussage über Häufigkeit und Mächtigkeit solcher Sandsteinabschnitte über den gesamten Stollen nicht möglich war, führte dies zu einer zunehmenden Nervosität bei der ausführenden Firma.

Die Gedanken einer eventuellen Vortriebskombination mit Sprengen der Sandsteinbänke wurden bald wieder aufgrund der sich ergebenden Problematik mit dem relativ starren Maschinensystem (blockiges scharfkantiges Ausbruchsmaterial, Zurückziehen des Maschinensystems) verworfen. Das Testen verschiedener Meißeltypen, die Optimierung des Kühlsystems und verstärkte Wartungsintervalle waren nur einige der Maßnahmen, um die Vortriebsleistung wieder zu erhöhen.

Mit diesen und einer zunehmend „maschinenfreundlicheren“ Geologie konnte die Vortriebsleistung von Monat zu Monat gesteigert werden und im Juli 1996 ein bis dato Maximum von 445 m, das entspricht ca. 14 m Tagesdurchschnitt, erreicht werden. Dabei betrug die maximale Tagesleistung ca. 20 m. Diese Monatsleistung wurde in einem zum Fräsen günstigen Gesteinsabschnitt aus Tonschiefern und mit Tonschiefermatrix dominierten Gesteinsabschnitten (77 %) und stärker zerlegten mergeligen Gesteinen und Sandsteinen (23 %) erreicht.

Durch die zunehmende Länge des Stollens und den damit verlängerten Rüstzeiten, vermehrtes Auftreten mergeliger Gesteine

und nicht zuletzt wieder durch eine Zunahme der Häufigkeit an Reparaturen (mit z. T. beträchtlichen Stillstandszeiten) fand die im Juli erbrachte Leistung keine Fortsetzung.

4. Vorläufiger Erkenntnisstand

Die Einsatzkriterien für den Vortrieb mittels einer Teilschnittmaschine sind neben der Maschinengröße und der Leistung vor allem das zu lösende Gestein. Die Druckfestigkeiten, Spaltzugfestigkeiten, Härte der Mineralien, Bindemittel und das Trennflächengefüge sind einige der hauptausschlaggebenden Parameter für den wirtschaftlichen Einsatz einer TSM.

An dem Beispiel des hier angeführten Projektes ist die Gratwanderung zwischen Erfolg und Mißerfolg eines solchen Maschinensystems in stark wechselhaften Gebirge mit höchst unterschiedlichen Gesteinsbedingungen zu erkennen.

Grundsätzlich ist der erfolgreiche Einsatz einer TSM, mehr noch als bei anderen Vortriebsarten, von einer möglichst genauen und detaillierten Erkundung der Geologie abhängig. Gerade in tektonisch verschuppten Bereichen aus Gesteinen stark unterschiedlicher Schneidbarkeit, in denen Mächtigkeiten nur sehr schwer vorauszusagen sind, ist der Einsatz eines solchen Maschinensystems mit einem ungleich höheren Risiko verbunden als der herkömmliche Sprengvortrieb.

Endgültige Aussagen über den Erfolg des Einsatzes der TSM lassen sich erst nach dem Auffahren des gesamten Stollens, dessen Durchschlag im Frühjahr 1997 erwartet wird, machen.

5. Verwendete Unterlagen

Nowy, W. (1993): Ausschreibungsprojekt Ersatzstollen Scheibbs - Ingenieurgeologischer Bericht. - unveröffentlichter Bericht, Wien.

Magistrat der Stadt Wien, MA31- Wasserwerke. (1985): 75 Jahre II. Wiener Hochquellenleitung. - Sonderdruck aus „der aufbau“ 9/85.

Autor:

Dipl.-Ing. Andreas Bilak

Büro Dr. Walter Nowy

Ingenieurkonsulent für Technische Geologie

A-3400 Klosterneuburg, Hermannsstraße 4