

Die Frässtollen Wölla-, Draßnitz- und Lamnitzbach

Betrachtungen zur Standzeit

von

H. LITSCHER

mit 8 Abbildungen

Anschrift des Verfassers:

Dr. H. Litscher
Kärntner Elektrizitäts-AG
Arnulfplatz 2
A-9020 Klagenfurt

Inhalt

1. Kurzfassung, Abstract	146
2. Einleitung und Problemstellung	146
2.1. Technische Daten	148
2.2. Geologische Übersicht	148
3. Geologische Beobachtungen in den Stollen	148
3.1. Der Wöllastollen	148
3.2. Die Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung	152
4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	156
5. Literaturverzeichnis	157

1. Kurzfassung

In der vorgelegten Arbeit wird auf die Stollenbauten im Bereich der Kraftwerksgruppe Fragant der Kärntner Elektrizitäts-AG hingewiesen. Weiters erfolgt eine Auswertung der geologischen und geotechnischen Daten im Wöllastollen (Kreuzeckgruppe) und die Anwendung der Ergebnisse beim Vortrieb der Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung. Es wird versucht, die üblichen Gebirgsklassifizierungen vor Ort durch zusätzliche Sicherungsarbeiten im Vortriebsbereich zu erweitern, um meist später auftretende Nachbrüche aus der Stollenleitung zu vermindern oder zur Gänze zu verhindern.

Abstract

The work presented deals with acit structures in the area of the Kaerntner Elektrizitaets AG's Fragant power plants. Furthermore, an evaluation of geological and geotechnical data from the Wölla adit (Kreuzeckregion) and application of the results by the propulston of the Draßnitz-Lamnitz water ways are given. We try to extend the vonventional rock mass classifications by additional safety measures in situ while advancing in order to reduce or totally prevent retarded break-ups.

2. Einleitung und Problemstellung

Die erste Ausbaustappe der Kraftwerksgruppe Fragant der Kärntner Elektrizitäts-AG begann im Jahre 1963 mit der Errichtung des Kraftwerkes Gössnitz an der Möll. In weiterer Folge wurden die Hauptstufe mit den Kraftwerken Innerfragant und Außerfragant sowie die Stufe Zirknitz errichtet. Die dazugehörigen Speicherräume mit dem Oscheniksee, Wurten-, Hochwurten-, Großsee und dem Speicher Zirmsee, die Verbindungsstollen und zwei kleinere Kraftwerkstufen im Fleiß- und Zirknitztal sind nunmehr fertiggestellt. Alle Bauwerke liegen im Bereich Obervellach-Heiligenblut, nördlich des Mölltales, im Gebiet der Sonnblickgruppe.

Da die für die Wasserkraftnutzung notwendige Erschließung dieses Areals zum größten Teil abgeschlossen ist, hat die Kärntner Elektrizitäts-AG ihre Ausbautätigkeit auch auf die Südseite des Mölltales, in die Kreuzeckgruppe, verlegt (Abb. 1 – Lageplan).

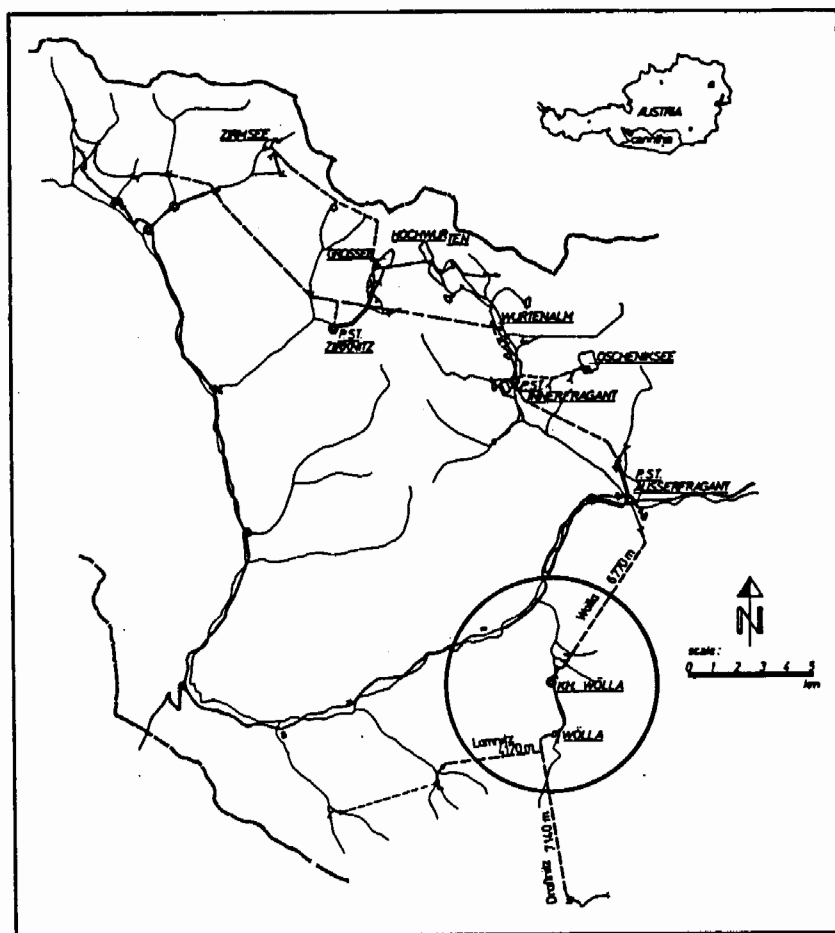


Abb. 1: Lageplan der Kraftwerksgruppe Fragant, der Kärntner Elektrizitäts-AG. Hervorgehoben ist die Kraftwerksstufe Wölla.

Die östlichen und südlichen Bereiche der Kreuzeckgruppe, südlich des Teuchlgrabens im Raum Napplach–Kolbnitz–Greifenburg, werden schon von den Österreichischen Draukraftwerken durch die Kraftwerksstufe Kreuzeck genutzt. Die Seitentäler der Teuchl, das Wölla-, Draßnitz- und das Lamnitztal, wurden nunmehr von der Kärntner Elektrizitäts-AG energiewirtschaftlich erschlossen. Die Überleitungsstollen in einer Gesamtlänge von über 18 km wurden mit einer Stollenfräse, Querschnitt ca. 10 m^2 , in den Jahren 1981–1984 aufgeföhren. In diesem Zeitraum wurden auch die geologischen Stollendokumentationen durchgeführt und nachfolgend geologisch interessante Abschnitte häufig begangen, so daß nunmehr Beobachtungsdaten vorliegen, die im besonderen auf nachträgliche Verformungs- und Spannungsäußerungen in der Stollenleibung ausgerichtet war. Es konnte auch die Möglichkeit für eine sofortige Behebung auftretender Schäden ergriffen und damit deren Begrenzung erzielt werden.

2.1. Technische Daten

In den Jahren 1981/82 wurde der 6770 m lange Wöllastollen aufgefahren. Im Anschluß daran erfolgte bis 1984 der Vortrieb des 7140 m langen Draßnitzstollens mit dem 4170 m langen Lamnitzstollen, der bei Station 750 in den Draßnitzstollen einmündet. Durch die Beileitungsstollen wurde die energiewirtschaftliche Nutzung der Wässer aus dem 1200 m SH Horizont und 1550 m SH Horizont möglich. Im neu errichteten Krafthaus Wölla wird das Wasserdargebot des Draßnitz- und Lamnitzniveaus abgearbeitet; das Unterwasser fließt durch den Wöllastollen dem Kraftwerk Außerfragant direkt zu oder kann nach Innerfragant verlagert bzw. in den Oscheniksee gepumpt werden.

2.2. Geologische Übersicht

Für die geologische Stollengruppe standen Aufnahmen von H. BECK (1928–1939), Ch. EXNER (1956), eine fotogeologische Karte von H.F. HOLZER (1958) und strukturgeologische Kartierungen von E. R. OXBURGH (1966) zur Verfügung. Weiters lag eine generelle geologische Stollenprognose von G. RIEDMÜLLER (1977–1980) für die Wöllabacheileitung und von H. LITSCHER (1982) für die Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung vor.

Der Gesteinsaufbau der Kreuzeckgruppe setzt sich hauptsächlich aus Glimmerschiefern (selten granat- oder hornblendeführend) zusammen. Auch Phyllite und quarzitisches Gesteine sind weit verbreitet. Untergeordnet sind in diese monotonen Schieferserien Eklogit-Amphibolitbänder und schmale Marmorlinsen eingelagert. Granodiorite (Ch. EXNER, 1956) und Porphyritgänge sind ebenfalls im Bereich des Wöllatales und der Gipfelregion des Hochkreuz (2708 m) bekannt.

Der beschriebene Gesteinsverband bildet eine großräumige Antiklinale mit einer NW–SE gerichteten Faltenachse.

Die Tektonik wird beeinflußt durch die im Norden durchziehende Mölltalstörung und im Süden durch die Drautalstörung. Parallel zu diesen großen Bruchlinien liegen im Streichen der Kammrichtung (E–W) mehrere Störungsblätter, die als breite Mylonitzonen oder stark phyllonitisierte Horizonte auftreten. Störungen in (ac) sind die Ursache zur Bildung der N–S gerichteten Talfurchen des Wölla-, Lamnitz- und Draßnitztales.

Die Morphologie des Gebietes ist durch eiszeitliche Formen geprägt. Charakteristisch ist auch die tiefgreifende Verwitterung, wobei aber der textuelle Habitus des Gesteins sehr oft erhalten geblieben ist (H. LITSCHER, 1979). Moränenbedeckte Flächen sind vorhanden.

3. Geologische Beobachtungen in den Stollen

3.1. Der Wöllastollen

Die wichtigste Ausschreibungsunterlage für den Wöllastollen war die geologische Aufnahme von G. RIEDMÜLLER (1980), in der bereits auf die zu erwartenden Verformungen in der aufgefahrenen Stollenröhre hingewiesen wird. Viele Details, die in

dieser Aufnahme beschrieben wurden, haben sich in späterer Folge im Vortrieb bestätigt.

Die vorgesehene Nutzung der Stollen als Speicher setzt eine Trassenführung in Gesteinen voraus, die eine möglichst geringe Klüftigkeit und dichte Lagerung aufweisen. Die Beanspruchung durch den Wasserdruck von 1,0 – 1,5 bar mußte gehalten werden. Üblicherweise werden derartige Stollen mit Beton ausgekleidet. Im Falle der Wölla- und Draßnitzbachbeileitung war aber diese Auskleidung nicht vorgesehen, daher war eine genaue geologische Stollendokumentation erforderlich, um jene Strecken abzugrenzen, die aufgrund ihrer gebirgsmechanischen Verhältnisse zu Nachbrüchen neigen oder Durchlässigkeiten erwarten lassen. Diese Zonen mußten abgedichtet werden. Der so nur teilweise erforderliche Stollenausbau stellt eine große finanzielle Ersparnis dar. Zusätzlich wurde auch die Anfälligkeit der Stollenleibung gegen Nachbrüche, deren Ursache im weiteren untersucht wird, vermindert.

Gebirgsveränderungen, die während und nach dem Vortrieb auftreten können, sind Schollenabplatzungen in den zähen, sehr schwer fräsbaren, kompakten Amphibolit- und Hornblendeschiefern. Diese Gesteinseinheiten sind im Profilschnitt (Stollenband) meist scharf abgegrenzt. Die Gebirgsentlastung erfolgt meist in Form von Bergschlägen, ein Hinweis auf die hohe Primärspannung im Gebirge (FETTWEIS, 1985) und für die Vortriebsarbeiten eine schwere Behinderung.

In den Glimmerschiefern und glimmerreichen Grob- und Feinkorngneisen ist aufgrund der hohen Teilbeweglichkeit innerhalb des Mineralverbandes der Spannungsabbau zum Ausbruchshohlraum langsamer abgelaufen. Meistens sind es kleine zusammenhängende Gesteinspakete, die durch feine Klüfte durchtrennt, aus der Stollenleibung herausgehoben werden.

Weiters werden Nachbrüche auch durch das Auftreten von Störungen beeinflusst. Dem passiven Gesteinsfall aus den Störungszonen und ihren aufgelockerten Randbereiche stehen tektonisch bedingte Spannungsumlagerungen gegenüber. Es können auch schmalere Gesteinspakete in rascher Wechselfolge beide Formen der Gebirgsentspannung zeigen.

Im Falle des Wöllastollens sind die Nachbrüche (Bergschläge) vorwiegend in Verbindung mit tektonischen Spannungen im Einflußbereich der Mölltalstörung aufgetreten, aber auch die hohe Überlagerung (Primärspannung) und die Ausbildung von Restspannungen durch den Vortrieb sind Ursachen. Da es sich meistens um eine typische Erscheinungsform von Spaltbrüchen in den kompakten Gesteinspartien handelt und es leider aufgrund des raschen Vortriebs und der beengten räumlichen Verhältnisse keine Möglichkeit zur Installation von Meßeinrichtungen gab, erfolgte die Beurteilung des Gebirgszustandes aus der Erfahrung und der Sachkenntnis des Beurteilenden. In den plastisch verformbaren Partien, die in ihrer Endphase zur Ausbildung von Schubbrüchen neigen, ist die Beobachtung allein für die Interpretation zielführend (FEDER, 1985).

Es konnten folgende drei Grundtypen der Gebirgsspannung festgestellt werden:

1. Seichte oberflächennahe Abplatzungen in Amphiboliten und Hornblendegneisen, die auf den Beginn von Spaltbruchbildung aufgrund des hohen Überlagerungsdruckes (P_v) zurückzuführen sind (Abb. 2).
2. Starke Spaltbruchbildung in den Ulmen und im Kämpfer, mit großflächigen schalenförmigen Gesteinsablösungen in Amphiboliten, Hornblendegneisen und Quarzitischen Gneisen (Abb. 3). Die Ursache für diese Spannungsäußerung ist ebenfalls auf den hohen Überlagerungsdruck zurückzuführen. Die starke Gebirgszerlegung

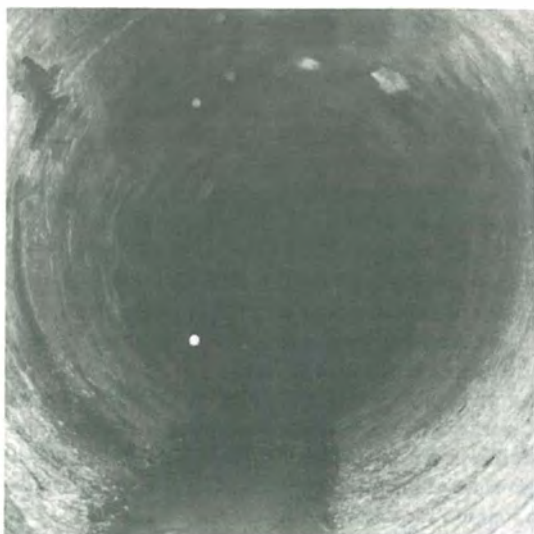


Abb. 2:
Seichte Abplatzungen im Amphibolit. Wöllabachbeileitung – Station 1200 m.

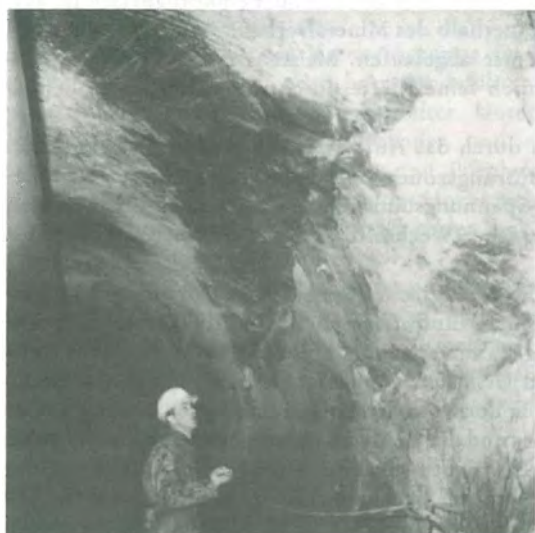


Abb. 3:
Spaltbruchbildungen im Zusammenwirken von Scherbrüchen in Ulme und Kämpfer in Quarzitischen Gneisen des Wöllastollens. Die abgeworfenen Gesteinspakete erreichen oft eine Größenordnung von über 1 m^3 .

ist durch das Zusammenwirken von Spaltbruchbildungen und Scherbrüchen zu erklären.

3. In den „weiche“ Gesteinstypen wie z. B. Phylliten und Glimmerschiefern machen sich der Primärdruck und die Spannungsumlagerungen vorerst als Verformungen in der Stollenleibung bemerkbar. Bei weiterem Fortschreiten kommt es zu kleineren Schubbrüchen aus Ulme und Firste (Abb. 4).

Da die aufgetretenen Schäden zu einer starken Behinderung des weiteren Vortriebes führten und nicht mehr durch die Gebirgsklassifikation vor Ort erfaßt wer-

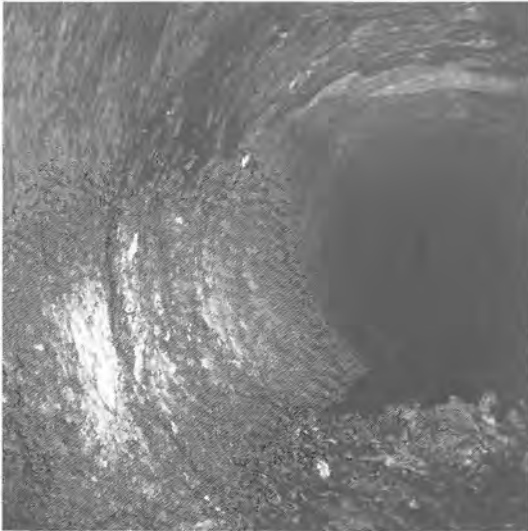


Abb. 4:
Ausbildung von kleineren Schub-
brüchen in Glimmerschiefern und
Phylliten im Wöllastollen.

den konnten (RIENÖSSL, 1979; PIRCHER, 1980), wurden Überlegungen angestellt, um dieses Problem in den Griff zu bekommen. Die geologischen Verhältnisse im Vortrieb und die Ausführbarkeit der entsprechenden Sicherungsarbeiten sollten die Basis dafür bilden.

Die geringste Vortriebsbehinderung wird durch das Setzen von Felsankern verursacht. Man hat sich daher zu dieser Maßnahme entschlossen und entsprechend den Erfahrungen bei Bergschlägen unverpreßte Felsanker gesetzt. In den harten und kompakten Gesteinen ist auch ein Erfolg rasch eingetreten. In den verformbaren Gebirgstypen hat sich das Einbringen einer Spritzbetonhaut in Verbindung mit einem weit gestreuten Ankernetz als zielführend herausgestellt.

Nach entsprechender Sicherung, die noch während des Vortriebes durchgeführt wurde, konnte der Stollen im Jahre 1982 in Betrieb genommen werden. Um die nachhaltigen Veränderungen in der Stollenleibung an einem Beispiel zu erläutern, werden nachfolgend einige Stollenstrecken die in der Gebirgsgüteklasse I aufgeföhren wurden und einer späteren Nachsicherung bedurften, beschrieben. Aus dem zeitlichen Ablauf dieser Nachsicherungen ist die Beruhigung des Gebirges abzulesen.

Begehungsdatum:

12.01.1982	21.10.1982	13.08.1983
Station	Station	Station (1. Revision)
680–685	675–683	—
Risse im Amphibolit	5 Anker	—
Spritzbeton 7–10 cm	rechter Ulm	—
1019 Gneis	1010–1021 Risse	—
Risse, mehrere Anker	4 Anker, 20 m ² Spritzbeton	—
1895–1920 Amphibolit	1890–1905 Risse	—
mehrere Anker, Spritzbeton	mit Sickamörtel verschlossen	—
2259 Amphibolit, 3 Anker	2250–2260, 4 Anker –	2230–2260
im rechten Ulm	rechter Ulm	Nachankerung

Die in Glimmerschiefern und Phylliten aufgefahrenen Strecken konnten durch rasch durchgeführte Nachsicherungen beruhigt werden.

Aus den vorerwähnten Beispielen ist zu entnehmen, daß die erwartete stete Abnahme der Spannungsumlagerungen eingetreten ist.

Die Überprüfung des Wöllastollens im Zuge der Revision in den Jahren 1984/85 zeigte weiters auf, daß getroffene Maßnahmen richtig waren. In den nachträglich sanierten Streckenabschnitten wurden nur mehr vereinzelt kleinere Risse im aufgetragten Spritzbeton und seltener abgerissene Anker vorgefunden. Ob die Anker durch Überbelastung, hervorgerufen durch den Gebirgsdruck oder durch zu straffes Spannen zum Bruch gekommen sind, war zum Zeitpunkt der Revision nicht feststellbar, da auch keine größeren Gesteinsplatten aus der Stollenleibung mitausgebrochen sind. Es kann daher angenommen werden, daß ein weiterer Druckaufbau durch das Einbringen der Felsanker gestoppt werden konnte.

3.2. Die Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung



Abb. 5: Stollenanschlag der Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung im oberen Wöllatal.

Ausgehend von den im Vortrieb des Wöllastollens gemachten Erfahrungen, daß bestimmte Gesteinstypen unter bestimmten Gefügeverhältnissen erst nach längerer Öffnungszeit zu reagieren beginnen, setzte die geologische – tektonische Erkundung der Beileitungstrassen des Draßnitz- und Lamnitzbachstollens ein. In den Jahren 1982 und 1983 wurde eine geologische Kartierung im Maßstab 1:10.000 entlang der geplanten Stollentrasse durchgeführt und Gesteinsproben entnommen (Abb. 6).

Gesteinseinheiten und tektonische Verhältnisse (Störungs- und Kluftgefüge) wurden kartenmäßig dargestellt (Abb. 6). Einen wesentlichen Gesichtspunkt bildeten die im Stollen zu erwartenden Verformbarkeiten der verschiedenen Gebirgstypen. Aus



Abb. 6: Geologisch-tektonische Karte – Beileitung Draßnitzbach
(Ausschnitt im Bereich der Stollenstationierung km 4 – km 5).

den Erfahrungen im Wöllastollen waren vorwiegend Spaltbrüche in den Amphiboliten, hornblendeführenden Quarzitischen Gneisen und Schubbrüche in den Phylliten und Glimmerschiefern zu erwarten.

Die Stollenterrassen der Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung liegen in unterschiedlich aufgebauten Gesteinskomplexen des Mittelostalpinen Altkristallins der Kreuzeckgruppe (A. TOLLMANN, 1977) und können so petrographisch mit der ebenfalls im Mittelostalpin liegenden Trasse des Wöllastollen verglichen werden, jedoch ist der An-

teil an Amphiboliten und quarzitischen Gesteinen im Wöllastollen etwas geringer. Grundsätzlich sind folgende Gesteinsarten zu unterscheiden:

1. Schiefergneise, Glimmerschiefer und Phyllite (Chloritphyllite)
2. Amphibolite, Eklogitamphibolite, Hornblendegneise
3. untergeordnet Kalksilikatschiefer und Marmore
4. untergeordnet Granodiorit, Porphyrit
5. in Störungen tektonische Breccien, Phyllonite, Mylonite.

Die Bewertung des Gebirges nach seinen gebirgstechologischen Parametern erfolgt ausschließlich im Hinblick auf den geplanten Fräsvortrieb und auf die Möglichkeit, unmittelbar hinter dem Vortrieb schon entsprechende Sicherungen zu setzen, um den unangenehmen Nachbrüchen, wie sie im Wöllastollen aufgetreten sind, zuvorzukommen. Da die Stollentrasse so gelegt wurde, daß man möglichst senkrecht auf die Streichrichtung des Gebirges vortreiben konnte, war eine klare Abgrenzung der Gesteinszüge in bezug auf die Stollentrasse möglich. Für den Fräsvortrieb schwierige petrologische Verhältnisse und s-Flächenlagen (horizontale Lagerung) und dem Einflußbereich tektonischer Linien konnte durch geschickte Trassenwahl in mehreren Fällen ausgewichen werden. Auch die s-Flächenausbildung (gewellt, ebenflächig etc.) im einzelnen sowie die Beschaffenheit des Gefügeverbandes lassen auf vorhandene Spannungen im Gebirge schließen (Abb. 7).

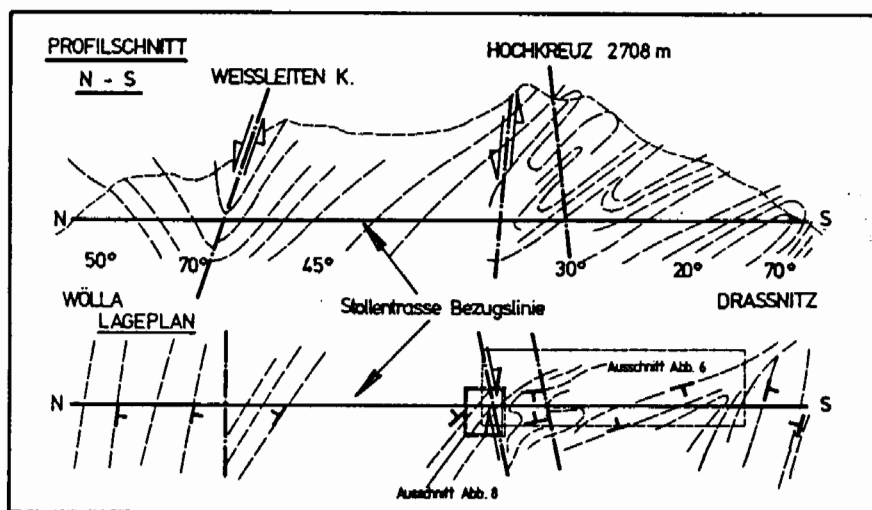


Abb. 7: Schematische Darstellung der s-Flächenlagen und tektonischen Hauptlinien im Verlauf der Stollentrasse. In den Bereichen mit härteren oder zäheren Gesteinen (Quarzite, Amphibolite) ist ein flächiges Gefüge festzustellen, in den weicheren Gesteinen (Phyllite, Glimmerschiefer etc.) ist deutlich die plastische Verformung des Gebirges zu erkennen.

Im Verlauf der Draßnitzbachbeileitung treten zwei dominierende Störungsbahnen nördlich und südlich des Hochkreuzes auf; die nördliche wird durch eine Querstörung um ca. 100 m nach Nordost versetzt.

Die tektonischen Verhältnisse in Verbindung mit dem Flächengefüge und Gesteinsaufbau gaben einen Hinweis auf die zu erwartenden Spannungsumlagerungen in der

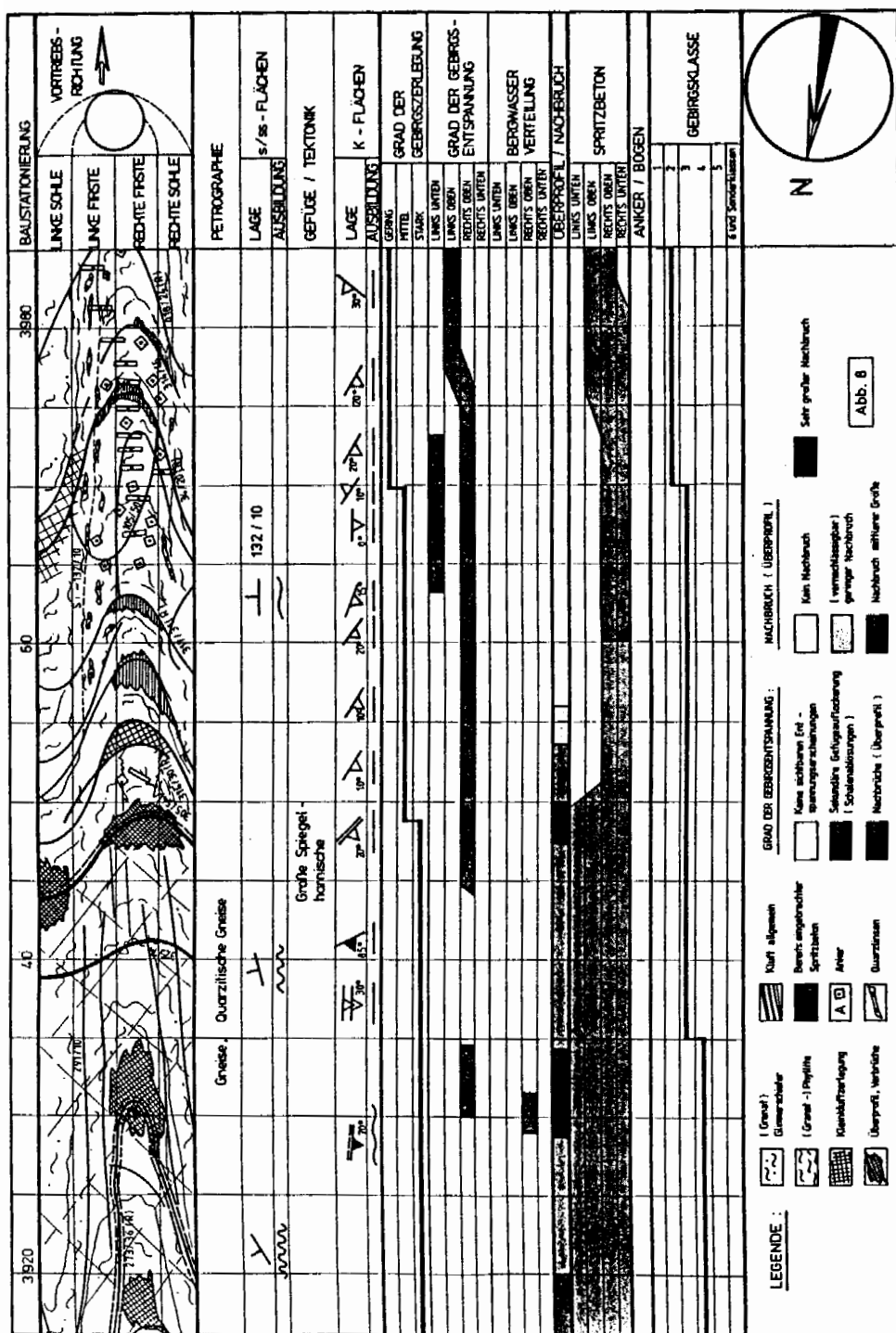


Abbildung 8: Draßnitzbachbeileitung - geologisches Stollenband (Ausschnitt). Aufgenommen von S. JACOBS 1984.

aufzufahrenden Stollenröhre. Den ebenflächigen Quarziten und Amphiboliten im Norden der Stollentrasse stehen die gefalteten Glimmerschiefer und Phyllite im Süden der Trasse gegenüber. Es war daher im Süden der Stollentrasse eher mit bruchloser, plastischer Verformung und der Ausbildung von Schubbrüchen in der Stollenleitung zu rechnen; im Nordabschnitt der Trasse waren jedoch Spaltbrüche zu erwarten. Da die gesamte Stollenstrecke eine Überlagerungshöhe zwischen 500–1000 m aufweist, ist hier ein Vergleich mit dem Wöllastollen möglich.

In der Ausschreibung für die Draßnitz- und Lamnitzbachbeileitung wurde daher bereits eine größere Leistungsposition für Ankerungen und Spritzbeton, zur Sicherung des Ausbruchshohlraumes hinter dem Vortrieb, in das Leistungsverzeichnis aufgenommen.

Im Vortrieb der Draßnitzbachbeileitung, die zuerst aufgefahren wurde, wurden jene Strecken, die in amphibolitischen und quarzitischen Gesteinen lagen, schon im Vortriebsbereich geankert oder mit einer dünnen Spritzbetonhaut ausgekleidet, obwohl die Gebirgsgüteklasse I (RIENÖSSL, 1980) nach der normalen Klassifikation vorlag. In den Glimmerschiefern und Gneispartien wurden diese Maßnahmen nicht gesetzt.

In Abbildung 8 ist der Übergangsbereich von ebenflächig ausgebildeten Gesteinspaketen (Amphibolite) des nördlichen Stollenabschnittes zu den verfalteten Phylliten des südlichen Stollenabschnittes im geologischen Stollenband dargestellt. Die senkrecht stehenden Mylonitzonen und Kluftgassen sind dem nördlichen Bruchsystem der Kreuzeck-Gipfelregion zuzuordnen.

Der Vortrieb in diesem Stollenabschnitt erfolgte in den bereits erwähnten Amphiboliten mit dem Übergang in Phyllite und wurde als Gebirgsgüteklasse I klassifiziert. Schon im Bereich der Stollenfräse (ca. 10 m hinter dem Fräskopf) ist es zur Ausbildung kleinerer Spaltbrüche gekommen, denen man vorerst wenig Beachtung schenkte. Ungefähr nach weiteren 50–100 m Vortrieb haben sich jedoch aus diesen kleineren Abplatzungen massive Bergschläge entwickelt. Man war daher mehrmals gezwungen, den Vortrieb zu stoppen, damit im räumlich sehr beengten Nachläuferbereich entsprechende Sicherungsmaßnahmen gesetzt werden konnten. Um nicht mehr in eine derartige Situation zu gelangen, wurden in weiterer Folge systematisch die Firse und Ulme geankert. Mit diesen Stützmaßnahmen konnte eine weitere Spaltbruchbildung verhindert werden. Die ca. 500 m lange Strecke, die noch aufzufahren war, konnte so rasch bewältigt werden. Anhand dieses Beispiels wurden die gewonnenen Erfahrungen beim Vortrieb des Wöllastollens wiederum bestätigt.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Gebirgsklassifizierung im Vortrieb ist begründet auf die unmittelbare Standfestigkeit des Gebirges vor Ort und enthält keinen Spielraum für eine Aussage vom Gebirgsverhalten in der offenstehenden Stollenröhre über einen längeren Zeitraum. Daher bringt die Klassifizierung vor Ort keine endgültige Bewertung für den Bestand des Bauwerkes. Die Erfahrungen beim Fräsvortrieb im Kristallin der Kreuzeckgruppe haben dies bestätigt.

Aus der Gegenüberstellung der Vortriebsarbeiten im Wöll- bzw. Draßnitz-, Lamnitzbachstollen wird versucht, eine Form der Gebirgsbewertung abzuleiten, die auch auf nachträglich zu erwartende Verformungen und Bruchbildungen eingeht. Die im

Vortrieb des Wöllastollens gewonnenen Erfahrungen, wurden in die geologische Stollenprognose der Draßnitz-, Lamnitzbachbeileitung eingebunden und in jenen Stollenabschnitt sofort Maßnahmen gesetzt, in denen Nachbrüche zu erwarten waren. Die Gebirgssicherungen erfolgten noch im Vortriebsbereich und haben so den Vortrieb durch nachträglich entstandene Verbrüche nicht behindert.

5. Literaturverzeichnis

- BECK, H.: Aufnahmsberichte. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1928–1939.
- EXNER, Ch.: Sedimentkeile und Mylonite im Altkristallinen Glimmerschiefer der Kreuzeckgruppe (Kärnten). — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., Sdbd. 1956, 32–39, 1956.
- FEDER, G.: Das Bergschlagproblem Bleiberg aus der Sicht der Gebirgsmechanik. — Grundlagen der Rohstoffversorgung, H. 8, Wien 1985.
- FETTWEIS, G. B.: Gebirgsschläge als bergmännisches Problem. — Grundlagen der Rohstoffversorgung, H. 8, Wien 1985.
- HOLZER, H.: Zur photogeologischen Karte der Kreuzeckgruppe. — Jb. geol. B.-A., 101, 187–190, Wien 1958.
- JACOBS, S.: Geologische Stollendokumentation der Beileitungen des Draßnitz- und Lamnitzbaches. — Archiv der Kärntner Elektrizitäts A.G., Abt. TBa, 1984.
- LITSCHER, H.: Ein Beitrag zur Geologie der Kreuzeckgruppe. — Carinthia II, 169/89, 59–63, Klagenfurt 1979.
- Stollenprognose für den Draßnitz- und Lamnitzbach. — Archiv d. Kärntner Elektrizitäts A. G., Abt. TBa, 1982.
- OXBURGH, E. R.: Superimposed Fold Systems in the Altkristallin Rocks on the Southeast Margin of the Tauernfenster. — Verh. Geol. B.-A., 33–46, Wien 1966.
- PIRCHER, W.: Erfahrungen im Fräsvortrieb bei der Kraftwerksgruppe Sellrain–Silz. — Rock. Mech. Suppl., 10, 127–154, 1980.
- RIEDMÜLLER, G.: Beileitung Wölla, Geologische Stollenprognose. — Archiv d. Kärntn. Elektrizitäts A.G., Abt. TBa, 1977.
- RIENÖSSL, K.: Normierung in Bauverträgen für den maschinellen Tunnelvortrieb. — Rock Mech. Suppl., 10, 103–112, 1980.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Bd. 1, 766 S. (Deuticke), Wien 1977.

Manuskript eingelangt am 31. Jänner 1986

angenommen am 8. April 1986