

KW Koralpe -*Geologische Erkundung und Betreuung
während der Planung und Bauausführung***

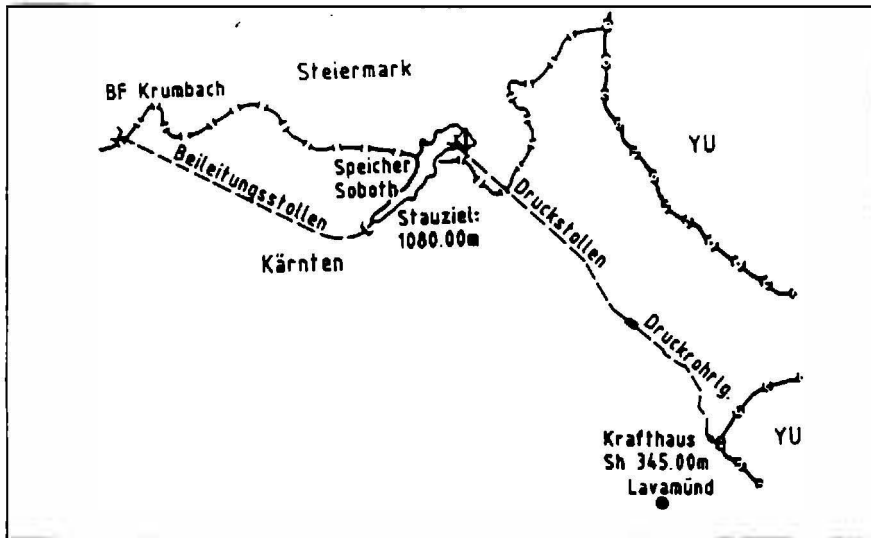
Dr. Heinz LITSCHER
Kärntner Elektrizitäts AG, Klagenfurt

1. EINLEITUNG UND VORGESCHICHTE

Die Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft hat bereits im Jahre 1960 mit topographischen und hydrographischen Erhebungen im südlichen Teil des Koralpenzuges begonnen. Zweck dieser Untersuchungen war, die Möglichkeiten zur energiewirtschaftlichen Nutzung der abfließenden Wassermengen im Feistritz- und Krumbachgraben zu erforschen.

Unmittelbar im Anschluß an diese Erkundungen setzten geologische Übersichtsbegehungen zur Erstellung eines Grundkonzepts für eine Kraftwerksanlage in diesem Gebiet ein (Abb. 1).

Abb. 1: KW Koralpe - Lageplan



Konkrete Untersuchungen mittels Aufschlußbohrungen, Seismik und detaillierten geologischen Kartierungen begannen im Jahre 1977 und fanden ihren Abschluß Ende 1980. Als Grundlage für diese Vorarbeiten diente das in den sechziger Jahren erstellte Projekt. Es erfolgten im weiteren Planungsverlauf Abänderungen und als Ergebnis dieser Projektierungsphase war eine Sperre am Krumbach und eine Sperre am Feistritzbach vorgesehen; beide Speicher sollten durch einen Stollen kommunizierend verbunden werden. Der Kraftabstieg wird über einen Druckstollen und eine Druckrohrleitung zum Krafthausstandort in Lavamünd bewältigt. Die Gesamtfallhöhe dieser Anlage beträgt 735 m.

Ende 1983 mußte aufgrund weiterer geologischer Erkundungen am Sperrenstandort Krumbach wegen ungünstiger Untergrundverhältnisse dieser Sperrenstandort aufgegeben werden (siehe 3.1.).

Das derzeitige Projekt, an dem seit 1987 gebaut wird, umfaßt daher nur noch den als Steinbrockendamm ausgebildeten Feistritzbachdamm mit einer Höhe von 85 m und einer Schüttkubatur von 1,7 Mio. m³. Der Speicherinhalt beträgt rund 16,2 Mio. m³. Druckstollen (ca. 5 km) und Druckrohrleitung (3,2 km) sind im Bau oder bereits fertiggestellt.

Mit dem Bau der Bachfassung am Krumbach und dem Vortrieb des Krumbach-Beileitungsstollens wurde im Sommer 1989 begonnen.

2. ZUR ALLGEMEINEN GEOLOGIE

Sämtliche Bauteile des Kraftwerkes liegen im mittelostalpinen Kristallin der Koridendecke, die sich ca. 40 km in Nord-Südrichtung erstreckt; die nördliche Begrenzung liegt im Einschnitt des Packsattels, die südliche in der Draufurche bei Unterdrauburg. Eine grobe Unterteilung ist in eine zentrale Gneisgruppe und eine höhere Glimmerschiefergruppe möglich. An Gesteinsinhalten liegen vor:

Gneise (vorwiegend Disthenfiasergneise), Amphibolite, Eklogit-Amphibolite, Marmore und Kalksilikatmarmore.

Da dieser Bericht nur auf ingenieurgeologische Aspekte ausgerichtet ist, wird auf die Diskussion über die sogenannte Plattengneistektonik nicht eingegangen.

Die Analyse bruchtektonischer Strukturen im Projektgebiet zeigt grundsätzlich drei Hauptstörungenrichtungen, die

- *annähernd Nord-Süd parallel zur Lavantaler Bruchzone verlaufen,*
- *West-Ost in der sogenannten Jauksattelstörung ihren Ausdruck finden und*
- *in einem NW-SO streichenden Störungsbündel im Bereich des Feistritzbachgrabens.*

Das Streichen des Schieferungsflächengefüges ist im Nordabschnitt Nord-Süd, im Süden des Kristallinostockes Ost-West gerichtet.

Die Koralle war bis auf wenige Kargletscher während der Eiszeit unvergletschert und es hat sich daher eine mächtige, nachgewiesen bis 85 m Tiefe, Verwitterungsdecke gebildet, die nun von tiefen Erosionsrinnen durchzogen wird. In manchen Straßeneinschnitten und Baugruben konnte festgestellt werden, daß unter Erhaltung des Flächengefüges die Gneise und Amphibolite chemisch zersetzt und in ihrem Korngefüge gänzlich entfestigt vorliegen.

Im innersten Talgrund des Feistritzbachgrabens, oberhalb des Weilers St. Vinzenz, wurden auch in der Überlagerungsdecke dunkle, oft stark gerundete Quarzgerölle gefunden, die auf eine tertiäre Verwitterungsdecke hinweisen.

3. GEOLOGISCHE DETAILBESCHREIBUNG

Im vorgelegten Bericht wird nur auf jene Bauteile des Kraftwerkes im besonderen eingegangen, die geologisch interessante Aufschlüsse oder Einblicke ermöglichen.

Im einzelnen sind dies:

3.1 der Sperrenstandort Krumbach

3.2 der Beileitungsstollen Krumbach

3.3 die Sperre Feistritzbach mit Stauraum und

3.4 der Druckstollen, die Druckrohrleitung und der Krafthausstandort in Lavamünd

3.1 Geologie und Tektonik im Bereich des Sperrenstandortes am Krumbach

Die Furche des Krumbaches verläuft in ihrem Oberlauf von West nach Ost und biegt bei der Einmündung des Kesselbaches in Nord-Süd-Richtung ein. Der Oberlauf ist in die Auflockerungszone der Störungsbahn eingeschnitten, die von Maria Rojach (Lavanttal) über den Jauksattel in Richtung Eibiswald zieht. Durch diese Störung wird der Ostrand des Lavanttalbruches in West-Ost-Richtung versetzt.

Im Schnittpunkt des Krumbaches mit dem nördlich einmündenden Kesselbach ist eine deutliche Verbreiterung des Talquerschnittes festzustellen; auch für die Einkerbung des Kesselbaches kann eine tektonische Vorzeichnung angenommen werden.

Der Talkessel ist mit Muren- und Bergsturzmateriale aufgefüllt. Vereinzelt liegt grobes Blockwerk aus Bergstürzen von der orographisch linken Talflanke auf der Talfüllung fächerförmig auf.

Nach umfangreichen geologischen Kartierungsarbeiten im Maßstab 1:500 wurden im Jahre 1977 mehrere Bohrungen im Talboden und in den Flanken niedergebracht, um die Geologie des Untergrundes zu klären. Im Zuge dieser Arbeiten zeigten sich mehrere tektonische Horizonte, die dem jeweiligen Talverlauf entsprechend durchziehen und die bisherigen Annahmen bestätigen:

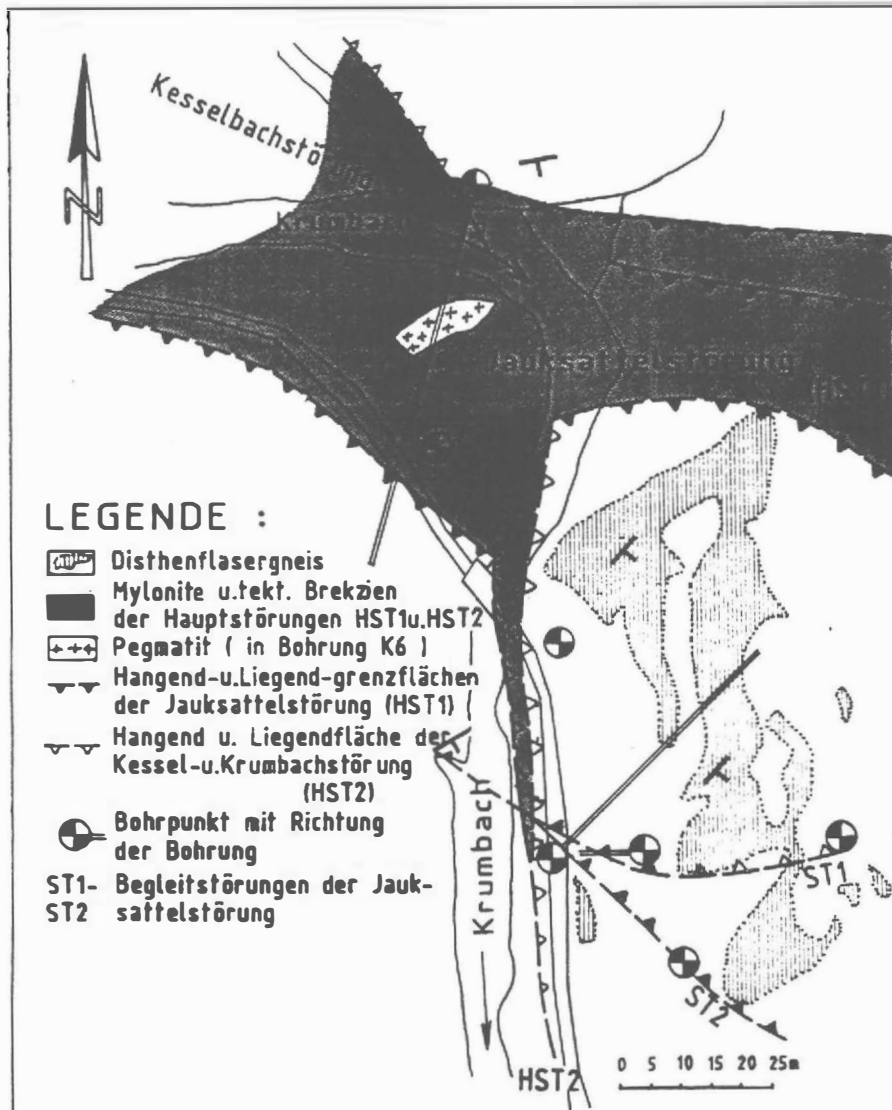
- *Das Störungsblatt der West-Ost verlaufenden Jauksattelstörung, welches als mächtiges Band mit mylonitischen brekziösen Gesteinseinheiten (mit Pegmatileinlagerungen) vorliegt und*
- *die Störung, die Nord-Süd im Einschnitt des Kesselbaches und im weiteren im Einschnitt des Krumbaches durchschlägt, führt ebenfalls mylonitische Gesteinsinhalte.*

Aufgrund der Anordnung der Bohrungen, die nach den jeweiligen Ergebnissen der vorangegangenen ausgerichtet wurden, konnte die Einfallsrichtung der Jauksattelstörung ermittelt werden. Die schwarzen Mylonite und muschelartig brechenden graphitischen Aggregate, die in einer horizontalen Ausdehnung von über 60 m aufgeschlossen sind, liegen auch in den Bohrungen K 3 und K 5 in einer solchen Position, daß die Einfallsrichtung des Störungsblattes mit annähernd 50° nach Süd festgelegt werden konnte.

Die Orientierung der Kesselbachstörung (Nord-Süd) ist in Verbindung mit dem s-Flächengefüge zu sehen, welches nach Südosten einfällt; das Störungsblatt fällt ebenfalls nach Südosten ein.

Die ungünstige geologische Situation, vor allem die Unterschneidung des Felssockels im geplanten Sperrenstandort durch die nach Süd einfallende Jauksattelstörung, haben die KELAG dazu veranlaßt, diesen Sperrenstandort fallen zu lassen und die Überleitung des Krumbaches über eine Bachfassung und einem als Freispiegelstollen konzipierten Beileitungsstollen zu bewältigen.

Abb. 2: KW Koralpe - die tektonischen Strukturen am geplanten Sperrenstandort Krumbach



3.2 Beileitungstollen Krumbach

Der geplante Freispiegelstollen mit einer Länge von 5.477 m (Neigung 1,2 Promille) und einem Querschnitt von ca. 10 m² wurde westlich der Kirche von St. Vinzenz in einer SH von 1.081 m angeschlagen und unterfährt den Breitenkogel (1.377,0 m), den Geißofen (1.482,0 m) und wird am Krumbach in einer SH von 1.087,5 m durchgeschlagen. Die höchste Gebirgsüberlagerung liegt im Abschnitt der Unterfahrung des Geißofens und beträgt ca. 385,0 m.

Eine geologische Detailkartierung im Maßstab 1:10.000 wurde im Herbst 1985 angefertigt. Sie umfaßt einen ca. 500 m breiten Kartenstreifen. Erschwerend bei den Kartierungen war der Mangel an geeigneten Aufschlüssen, bedingt durch die mächtige Schuttüberdeckung, die zum Teil aus der tiefgründigen Verwitterung des Gebirges stammt. Auch sind im Süden des Kartierungsgebietes bei St. Vinzenz vermutlich noch tertiäre Landreste vorhanden.

Verschiedene Gneistypen, "Plattengneise", Disthenflasergneise, Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer sowie Eklogit-Amphibolite und kleinere Marmoreinschlaltungen in der Abdachung zum Krumbach, bilden die zu durchörternde Gesteinsabfolge.

Untergeordnet treten Quarzgänge in Verbindung mit schmalen Amphibolitstreifen auf.

Im nördlichen Abschnitt der Stollentrasse durchtrennen Mylonitzonen der parallel zum Krumbach verlaufenden Jauksattelstörung das Gebirge.

Der Stollen wurde mit einer Stollenfräse (3,5 m Durchmesser) aufgefahren. Trotz sehr schweren, schon in der Prognose beschriebenen Gebirges im Bereich der Jauksattelstörung konnte nach mehrmaliger Überfristung der Durchschlag im Krumbachgraben erfolgen.

Neben diesen tektonischen Hindernissen wurde auch das flache Lagerungsgefüge zu einem wesentlichen Erschwernis. Die in der Ausschreibung

angeführten Gebirgsgüteklassen wurden in den Klassen I bis III nahezu im gleichen Prozentsatz wie ausgeschrieben, aufgefahren. In den höheren Klassen IV bis VI fand aber eine markante Verschiebung zur Gebirgsgüteklasse VI und "Sonderbaumaßnahmen" statt.

Hier hat sich wie schon so oft gezeigt, daß eine prognostische Abgrenzung bestimmter Gebirgsgüteklassen, vor allem in schwerem Gebirge, bei ungünstigen Aufschlußverhältnissen im Detail nicht möglich ist.

3.3 Sperre Feistritzbach und Stauraum

Die Aufstandsfläche für das Dammbauwerk im Einschnitt des Feistritzbaches wurde bereits im Jahre 1977 durch 11 Rotationsbohrungen aufgeschlossen. Durch Wasserabpreßversuche wurde die Wasserwegigkeit im Gebirge ermittelt und es wurden auch eine Unzahl mineralogisch-petrographischer Analysen zur Feststellung des Gesteinsbestandes durchgeführt.

Eine Gliederung der Sperrenstelle ist aufgrund der morphologischen Verhältnisse in

- *den Bereich der orographisch linken Flanke und Talschulter*
- *den zentralen Bereich mit einer Störungsbahn im tiefsten Talabschnitt und*
- *den Bereich der orographisch rechten Talflanke, der durch hervorstehende Felsbarrieren gegliedert und von einer Störungsbahn durchschnitten wird,*

möglich.

Für alle Bereiche ist die tiefgründige Verwitterung, die in Mulden und Einschnitten durch Bohrungen erkundet über 25 m betragen kann, charakteristisch. Die an die Oberfläche tretenden Felsrippen sind aber sehr

kompakt und zeigen nur bei ausgeprägtem Kluff- und Lagerungsgefüge Auflösungsstendenzen (rechte Talflanke).

Zur Gestaltung der Dammaufstandsfläche wurden in Teilabschnitten die obersten Lagen der Verwitterungsdecke abgetragen und nach einer für die Baustelle anwendbaren Bewertung (Verwitterungsgrad V1 - V3) des jeweiligen Aufschlußzustandes die Schüttung vorgenommen. Das 1,7 Mio m³ umfassende Dammschüttmaterial wurde aus drei im Stauraum liegenden Steinbrüchen entnommen.

Auch in den Steinbrüchen waren dieselben Kriterien wie bei der Dammaufstandsfläche Grundlagen bezüglich der Materialbeschaffenheit und maßgebend für den Einbau in die jeweiligen Dammmzonen.

Zu bemerken ist noch, daß das Sperrbauwerk einen Asphaltbetondichtkern hat und daß der Kontrollgang, von dem aus die Untergurndichtung eingebracht wurde, in anstehendem Fels gegründet ist. Als Untergurndichtung wurde ein mehrreihiger Injektionsschleier geplant, der in mehreren Phasen - unter Berücksichtigung des Felszustandes und Gefügeaufbaues - injiziert wurde. Die Injektionsarbeiten waren noch im Sommer 1991 im Gange.

3.4 Druckstollen, Druckrohrleitung und Krafthausstandort in Lavamünd

3.4.1 Der Druckstollen

Der im Endzustand mit Beton ausgekleidete, ca. 5 km lange Druckstollen wurde im Magdalensberg oberhalb von Lavamünd angeschlagen. Problematisch beim Vortrieb war der große Wasserandrang im Stollenabschnitt von km 1,7 - 2,1; es wurde eine Marmorlinse angefahren, aus deren Kluff- und Karstsystemen in den ersten Tagen bis zu 300 l/s Wasser ausgeflossen sind; dieser Wasserzutritt ist im Laufe der Zeit auf 60 bis 80 l/s zurückgegangen.

In Verbindung mit dem Wassereinbruch sind auf der Paßhöhe der Soboth-Bundesstraße mehrere Quellen trocken gefallen, die aber im letzten Jahr (ab 1990) wieder langsam angesprungen sind, nachdem sich durch die Abdichtungen im Stollen der Bergwasserspiegel wieder aufgebaut hat.

Ein weiteres Problem für den Fräsvortrieb (3,5 m Durchmesser) war die flache Lagerung, die immer wieder durch das Aufsitzen von Felsplatten auf den Bohrkopf den Vortrieb behinderte. Der häufige Wechsel der Gebirgsgüteklassen erschwerte ebenfalls den Vortrieb.

Grundsätzlich ist jedoch festzuhalten, daß in den Gebirgsgüteklassen nur unwesentliche Verschiebungen im Bereich der Gebirgsgüteklassen IV bis VI und Sonderbaumaßnahmen der Ausschreibung zum tatsächlichen aufgefahrenen Gebirge eingetreten sind.

3.4.2 Die Druckrohrleitung

Die 3200 m lange Druckrohrleitung (Durchmesser 1,60 m auf 1,40 m verjüngt) wurde nach einem von der KELAG im Zuge der Errichtung der Kraftwerksgruppe Fragant entwickelten System in einer bis zu 5 m tiefen Künette verlegt, zur Gänze von einem Betonmantel umgeben und überschüttet. Die durchgehende Betonumhüllung bietet neben einem ausgezeichneten Korrosionsschutz den Vorteil eines kontinuierlichen Reibungsschlusses in der Sohlfuge. Sie kann zur Stützung der im geschlossenen System ohnehin reduzierten Längsbiegewirkungen des DRL-Stranges im Krümmerbereich herangezogen werden, um das Verformungsverhalten der Knickpunkte zu beherrschen, wobei das Gleichgewicht des Stranges selbst nicht betroffen wird. Nur in Fällen starker Richtungsänderungen, wo mittels zusätzlich eingelegter Bewehrungslagen nicht das Auslangen gefunden wird, werden Sondermaßnahmen (Anker, Festpunkte) erforderlich. Parallel verlegte Drainrohre links und rechts des Rohrstranges sorgen für eine sichere Abfuhr anfallender Hangwässer. Zusätzlich sind in stark vernäbten Strecken oberflächennahe Drainagen mit entsprechend gesicherten Ausleitungen angeordnet.

In steilen Hanglagen sind zur Erhöhung der Gleitsicherheit Ankerpunkte und zur Stabilisierung der Hinterfüllung Querwerke aus Beton, Holz oder Sandsackbarrieren vorgesehen.

Im mittleren Abschnitt des Rohrstranges mußte ein von Hangbewegungen durchsetztes Gebiet durchfahren werden, das intensive geotechnische Voruntersuchungen erforderte. Aufgrund des hohen Verwitterungsgrades des Untergrundes und der oft steilen Hanglage wurde als Ergebnis dieser Untersuchungen eine Zonengliederung für den Aufbau der obersten Hangschwarte erarbeitet.

Zone 0:

Der guterhaltene Fels ist nur schwach geklüftet, mit Kluffabständen von 1m. Verwitterungsspuren in Form von oxydierten Streifen entlang von K- und s-Flächen treten nicht auf.

Zone 1:

Der Fels ist im Zentimeter- bis Dezimeterbereich geklüftet; Verwitterungsspuren im Einflußbereich offener K- und s-Flächen sind deutlich zu erkennen.

Zone 2:

Der stark verwitterte Fels, der häufig von mylonitführenden Klüften durchsetzt ist, weist eine Gesteinszersetzung aufgrund chemischer Einflußfaktoren auf. Bildung von Gesteinsgrus.

Zone 3:

Stark verwitterter Boden mit eingelagerten Gesteinstrümmern.

Zone 4:

Humusdecke von verwittertem, grusigem Blockwerk durchsetzt.

In Absprache mit dem Sachverständigen für Geologie der Obersten Wasserrechtsbehörde durfte eine Gründung des Rohrstranges im schlechtesten Fall im Material der Zone 2 erfolgen; es mußten jedoch in derartigen Abschnitten zusätzliche Sicherungsmaßnahmen, sowohl in der Aushubkünette als auch in der Auflagerfläche durchgeführt werden.

Die Beobachtung der an mehreren Stellen eingebrachten Felsanker zeigte bis zum Herbst 1989 keine Verformungen im geklüfteten Fels der Ankerstrecken an. Ebenso sind auch an der Oberfläche keinerlei Bewegungen in der Hangschwarte im unmittelbaren Trassenbereich festzustellen.

Die Wasserschüttung aus den Drainagen schwank in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlägen (0,2 - 0,5 l/s).

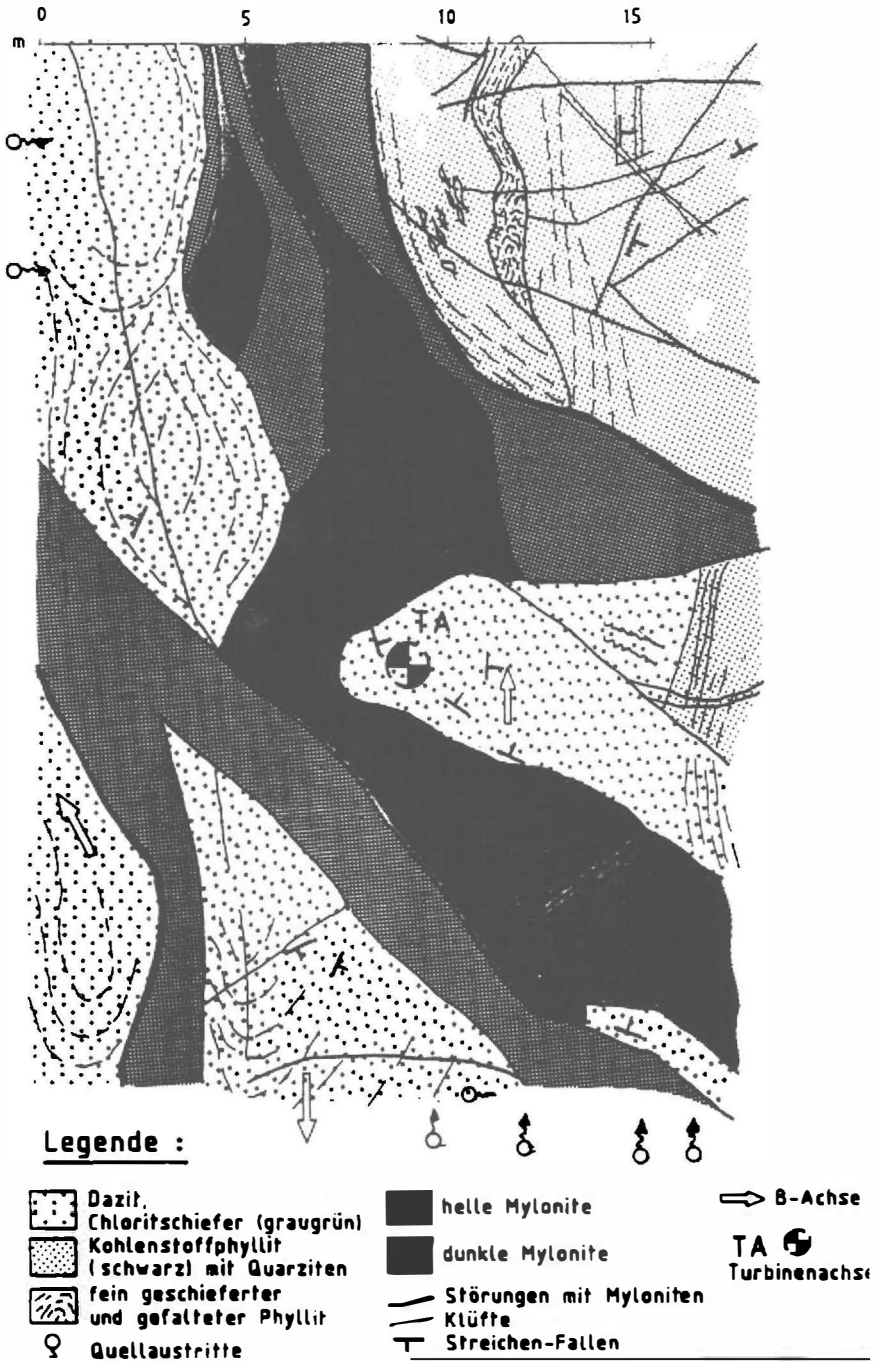
3.4.3 Krafthausstandort in Lavamünd

Zur Festlegung des Krafthausstandortes wurden am östlichen Siedlungsrand von Lavamünd, im Bereich zwischen Bundesstraße und dem alten Bahndamm der Bahnverbindung Lavamünd-Unterdrauburg (Dravograd), drei Rotationsbohrungen bis zu einer Maximaltiefe von 51 m abgeteuft.

Durch diese Bohrungen wurden Mylonitzonen mit eingelagerten Chlorit-Phyllit- und Dazitinsen aufgeschlossen. Außerdem konnte ein hangwasserführender Horizont im Grenzbereich Überlagerung/anstehender Fels (Mylonit) ermittelt werden (Abb. 3).

Problematisch für den Baugrubenaushub war der große Hangwasserandrang und die damit verbundene Einwässerung der Mylonitzonen. Um das zu verhindern, wurde die Sohle in kleinen Abschnitten aufgeschlossen und sofort durch eine Magerbetonschicht (über 1 m dick) gesichert.

Abb. 3: KW Koralpe - Geologie der Krafthausgründungsfläche



4. SCHLUSSBEMERKUNG

Die geologischen Aufschlüsse, die vor und während des Baugeschehens für das Kraftwerk Koralpe erzielt wurden, konnten nahezu lückenlos dokumentiert werden. Die Aufzeichnungen geben einen Einblick in den geologischen Bau des Gebietes im südlichen Abschnitt der Koralpe; die Auswertung aller vorliegenden geologischen Unterlagen kann erst in späterer Zeit erfolgen.