

Draukraftwerk - Strassen-Amlach: Geologische Erkenntnisse

Von
Ewald TENTSCHERT

Mit 2 Abb. und 2 Tab.

1. Allgemeine geologische Situation:

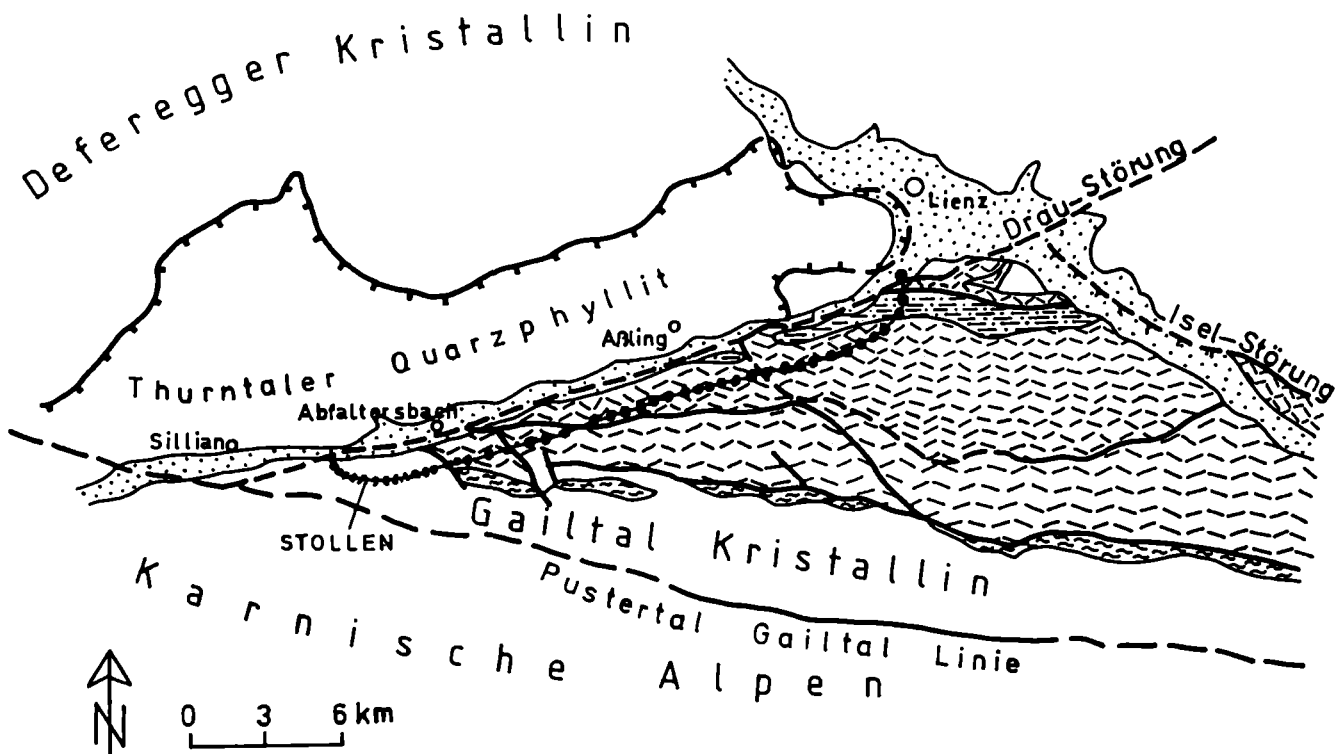
Das Osttiroler Pustertal berührt mehrere geologische Einheiten:

- Westabschnitt der Gailtaler Alpen (Gailtalkristallin und Lienzer Dolomiten)
- Thurntaler Quarzphyllit
- Kristallin der Deferegger-, Schober- und Kreuzeckgruppe
- Karnische Alpen

Drei große, überregionale Störungszonen begrenzen den Westabschnitt der Gailtaler Alpen:

- Draustörung
- Iselstörung
- Pustertal - Gailtal - Linie.

Im engeren Projektbereich werden nur Gesteine des Gailtalkristallins und der Lienzer Dolomiten angetroffen.










-  Glimmerschiefer u. Gneise
-  Permoskyth : Sandsteine u. Mergel
-  Trias: Kalke u. Dolomite (+ Tonschiefer u. Mergel)
-  Jura u. Kreide: Kalke u. Mergel der Amlacher Mulde
-  Hauptstörungslinien, Bruchlinien
-  Überschiebung von Teileinheiten
-  Talschotter u. Schuttkegel

Abb.1 geotektonische Übersicht nach BRANDNER 1980 (Tirol - Atlas)

Die südlichen Drautalflanke im Projektbereich im Abschnitt zwischen Strassen und Lienz (Amlach) umfaßt im wesentlichen 3 Zonen:

Das "Gailtaler Kristallin" umfaßt vorwiegend feinblättrige, muskowitzreiche Glimmerschiefer, untergeordnet auch Gneise und Amphibolite.

In den Lienz Dolomiten dominiert der Hauptdolomit, der die meisten Gipfel des Projektbereiches aufbaut. In der Abfalterbacher Schuppenzone tritt eine tektonisch stark verschuppte Abfolge von Permotrias - Sandsteinen bis zum Hauptdolomit auf.

Im Bereich der "Amlacher Mulde", welche vom Kraftabstieg durchörtert wird, kommen auch Jura-Fleckenmergel, Jurakalke und Kreidemergel vor.

Stratigraphie siehe R. BRANDNER & M. SPERLING, J. BLAU & B. GRÜN.

Die postglaziale Talbildung und -verfüllung erfolgte örtlich unterschiedlich. Im Raum Sillian-Strassen ist sie vor allem durch junge Verlandungssedimente repräsentiert, welche durch den Seiteneinstoß des großen Schwemmkegels des Thurnbaches verursacht wurden. Es herrschen dort Stillwassersedimente (Schluffe, Tone, Torf) vor, welche örtlich mit gröberen Schuttkegelablagerungen (vor allem durch den Tessenbergerbach und die Tiroler Gail) verzahnen. Die Verlandungen dauerten bis in die historische Zeit an.

Im Bereich des Krafthauses Amlach handelt es sich um weitgestufte Kies-Sandgemische.

In der Tabelle 1 (folgende Seite) sind die Gesteine des Projektbereiches in ihrer zeitlichen Abfolge zusammengestellt.

Gebirgsbau und Tektonik

Siehe auch den Beitrag von Th. SCHMIDT.

In den Lienz Dolomiten ist die Schichtfolge größtenteils steil aufgerichtet und entlang WSW - ENE - streichender, flachliegender Faltenachsen zu einzelnen Faltenzügen verfaltet. Die permomesozoische Abfolge der Gesteine wird im N von der Draustörung (gegen den Thurntaler Quarzphyllit hin), im W von der NW - SE - streichenden Auenbachstörung (zum Gailtal - Kristallin) und im S (außerhalb des Projektgebietes)

von der Südrandstörung begrenzt. So wie beispielsweise die Auenbach-Störung setzen sich auch die Dehnungsbrüche bis in das Gailtalkristallin fort.

Im Bereich südlich von Abfalterbacher Bach erkennt man eine strikte tektonische Gliederung in Segmenten und Blöcken, die allseits von Störungszonen begrenzt werden und die unter dem Begriff "Abfalterbacher Schuppenzone" zusammengefaßt wird. (SPERLING, 1992)

2. Projektsbeschreibung

Das Kraftwerk Strassen-Amlach wurde in den Jahren 1985 - 1989 ist vorwiegend für die Versorgung Osttirols errichtet, das bis in die 80-er Jahre nur einige Kleinkraftwerke aufwies und vorwiegend von außen versorgt werden mußte. Genutzt wird die 370 m hohe Gefällsstufe zwischen Sillian und Lienz.

Das Drauwehr bei Tassenbach leitet das Wasser bis auf eine Restwassermenge von mind. 1 m³ in den Speicher über. Vom Speicher mit einem Inhalt von 240.000 m³ (für den Schwellbetrieb bei geringer Wasserführung) führt ein 22 km langer Druckstollen zum Wasserschloß oberhalb von Amlach, wonach das Wasser über einen 500 m langen Schrägschacht den Turbinen zugeführt wird. Bei einer Leistung von 60 MW können so im Regeljahr ca. 233 Mio KWh erzeugt werden.

An geologischen Vorarbeiten wurden durchgeführt:

Geologische Luftbildauswertung und Kartierungen, Probennahmen in allen auftretenden Gesteinsarten für felsmechanische Versuche, umfangreiche Gefügemessungen und Parameterstudien zur geotechnischen und hydrogeologischen Charakterisierung der Gebirgstypen, Quellbeweissicherungen, Sondierbohrungen, Geoelektrik und Seismik im Bereich des Krafthauses und des Speichers Tassenbach sowie der Vortrieb des Sondierstollens Amlach.

2.1 Wehr und Speicher Tassenbach

Der flache Talboden zwischen Strassen und Sillian entstand durch junge Verlandungssedimente eines ehemaligen Sees, den der Thurnbach - Schuttkegel rückstaute. Dementsprechend wer

Tab. 1 Stratigraphische Gesteinsabfolge

Ära	Abteilung	Stufe	Serie	Gesteinsinhalt	Vorkommen	
	Alter (Mio a)				(im Proj.-Bereich)	
Känozoikum (Erdneuzeit)	QUARTÄR	Holozän	nacheiszeitl. Ablagerungen	Hangschutt, Schuttkegel, Talfüllungen	je nach Morphologie (Oberfl.-nah)	
		Pleistozän	eiszeitl. Ablagerungen	Glaziale Sedimente (Moränen)	-----	
	1,8					
	TERTIÄR			keiner; nur Gebirgsbildung		
	65					
Mesozoikum (Erdmittelalter)	KREIDE	obere Kreide		nicht vertreten		
		unt. K. (Neocom)	Aptychenschichten	Mergelkalke, sandige Mergel (Flysch)	Galitzenklamm, Amlacher Wiesen	
		141				
	JURA	Malm	Allgäu-Schichten	mergelige rote Kalke, Knollenkalke	Galitzenklamm, Amlacher Wiesen, Rötenbach	
		Dogger				
			Lias	Fleckenmergel	mergelige Kalke, Kieselkalke	Abßing bis Galitzenbach
		195		Rhätolias-Riffkalk	massive, reine Kalke	Galitzenbach (Dolomitenhütte)
	TRIAS	obere	Rhät	Kössener Schichten	dunkle Mergel, Kalke, Tonschiefer	Schuppenz. Abfaltersb., Gailitzenb, Thal-Abßing
			Nor	Plattenkalk	plattige bis bankige Kalke +/- Tonschf.	Abßing bis Galitzenbach
		mittl.	Karn	Hauptdolomit	bankige und massige Dolomite	Abfaltersbach bis Lienz
			Abfaltersb. Form. (~ Raibler Sch.)	Tonschf., Mergel, Dolomit, Sandst., Gips	Schuppenzone Abfaltersbach	
Ladin			Wettersteinkalk u. -dolomit	dickbankige Kalke	Kerschbaumertal	
		Fellbacher Plattenkalk	plattige Kalke +/- Mergellagen	Schuppenzone Abfaltersbach		
	Anis	Alpiner Muschelkalk	dunkle Flaserkalke, Dolomit, +/- Mergel	Schupp.Zo. Abf`bach, Trist. See		
untere	Skyth	Werfener Schichten	sand. Mergelschiefer, Tonschfr., +/- Gips	Heisinger Wald, Tristacher See		
	230					
Paläo- zoikum	PERM	Ob.Perm	Buntsandstein (Grödner Form.)	rote Sandsteine u. Konglomerate	-----	
		280				
Proter o- zoiku	KARBON u. älter		Gailtaler u. Deferegger Kristallin,	Gneise, Glimmerschiefer, tw. Amphibo- lite eingelagert	Tassenbach-Abf`bach, Trist. See	
		> 570	Thurntaler Phyllite	Quarzphyllite, Quarzite, Gneise	nördlich der Drau	

den die Talböden im Bereich des Wehres und des Ausgleichsspeichers von schluffigen und tonigen Sanden mit Torflagen gebildet, die im Bereich der linken Einbindung des Drauwehres mit dem gröberkörnigen Schuttkegel des Tesenberger Baches und an der S-Flanke des Speichers mit dem Gailbach - Kegel verzahnen.

Das Stauziel auf Kote 1069.00 m ü.A. entspricht in weiten Bereichen der ursprünglichen Geländeoberfläche. Der erforderliche Stauraum wurde fast zur Gänze durch Eintiefung um 4,5 m gewonnen. Das so gewonnene Aushubmaterial wurde zum Schütten der Dämme, für Geländeanhebungen im Baulosbereich verwendet, von Privaten für Auffüllzwecke gebraucht und der Rest (118.000 m³) auf Deponie gelegt.

Für die Umschließung des Speichers waren Dämme nur entlang der nördlichen Uferlinie und beidseitig des Zulaufgerinnes mit Höhen zwischen 2 - 3,5 m notwendig.

Mit der unregelmäßigen Gestaltung des Speicherbeckens durch ausgreifende Buchten, Seichtwasserzonen, Tümpel und einer Insel wurde ein See geschaffen, der in weiten Bereichen einen natürlichen Charakter aufweist.

Die Drau wird durch die Wehranlage rund 1100 m zurückgestaut. Dies erforderte auf 500 m Länge die Anhebung der Uferleitdämme und deren Abdichtung im Untergrund durch Schmalwände und parallel zu den Ufern geführte Drainagegräben, die in das Unterwasser eingeleitet werden.

2.2 Triebwasserweg

Zur räumlichen Darstellung der komplexen geologischen Verhältnisse wurde ein dreidimensionales geologisches Modell gebaut. Die aufgetretenen Gesteinsarten sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Der Druckstollen wurde aufgrund der bereits erwarteten baueologisch unterschiedlichen Verhältnisse in zwei Baulose verschiedener Längen unterteilt: das 13,6 km lange Baulos Amlach und das 8,1 km lange Baulos Griesbach und dem nachträglich angeordneten Fenster Auenbach.

Baulos 4 Amlach:

Nach Durchörterung der Jurakalke und einer

kurzen Strecke von Kössener Schichten im Druckstollen verlief der Vortrieb in beinahe durchwegs standfestem und gut bohrbarem Hauptdolomit. Trotz des äußerst starken Bergwasserandranges, welcher den Einbau der Sohlfertigteile erschwerte (600 bis max. 850 l/sec am Portal) und einer zeitraubenden Durchörterung von drei Störungszonen und Errichtung eines Lüftungsschachtes in Stollenmitte zum Ansaugen von Frischluft, wurde eine durchschnittliche Vortriebsleistung von 36 m/AT erreicht und im Dezember 1986 die Baulosgrenze erreicht. (Max. Spitzenwerte 82 lfm pro Arbeitstag und 1200 lfm pro Monat).

Baulos 3 Griesbach:

Nach anfänglich planmäßigem Vortrieb in Hauptdolomit und Kössener Schichten wurde im Druckstollen bei Vortriebs-Stat. 1.363 aus standfestem Jurakalk am Übergang zur Abfattersbacher Schuppenzone eine verkarstete Störungszone angefahren, aus dem sich Wasser, Schlamm und Felsmaterial murenartig ergoß und den Stollen samt Fräse auf 60 m Länge begrab. Es folgte ein aufwendiges Sanierungsprogramm, bei dem durch umfangreiche Bohrungen das Bergwasser abgeleitet, das Gebirge erkundet und durch Injektionen von PU-Schaum und Zement verbessert und stabilisiert werden konnte. Durch einen Umgehungsstollen konnte der Fräskopf freigelegt werden. Während der anschließende, 240 m lange Stollenabschnitt in gestörten Rauwacken mit konventionellen Methoden im Teilausbruch und schweren Sicherungseinbauten ausgeführt werden mußte, konnte die Fräse generalüberholt werden. Nach einem Zeitverlust von 10 Monaten wurde bei Vortriebs-Stat. 1.603 der Fräsvortrieb wieder aufgenommen.

Zur Sicherung des Fertigstellungstermines wurde das Stollenfenster Auenbach eingerichtet und sprengmäßig in gebrächem Glimmerschiefer vorgetrieben. Darüberhinaus wurde vom Einlauf ausgehend ein fallender Stollenvortrieb eingerichtet, bei dem 857 m Druckstollen sprengmäßig aufgefahren wurden.

Kraftabstieg:

Die Trasse unterfährt mit einem 33° geneigten 500 m langen Schrägschacht (Jurakalke und Kreidemergel) und einer Flachstrecke mit 490 m Länge (Hauptdolomit des Rauchkofel) die Galitzenklamm und taucht mit einer 100m- Schräg-

Verteilung der Gesteinsarten in Prognose und Auffahrung *)				
Gesteinsart	Prognose		angetroffen	
	lfm	%	lfm	%
1. Baulos 3 Griesbach				
Amphibolit	300	3,7	575	7,1
Glimmerschiefer+Schiefergneis	3370	41,7	3528	43,6
Partnach-Kalke (Fellbacher)	1554	19,2	1635	20,2
Abfaltersb. Form. (~Raibler Sch.)	30	0,4	208	2,6
Hauptdolomit	2060	25,5	832	10,3
Jura-Kalke	100	1,2	30	0,4
Kössener Schichten	670	8,3	1278	15,8
Summe 1.	8084	100,0	8086	100,0
1.1. Fensterstollen Griesbach				
Hauptdolomit	688	100,0	683	100,0
1.2. Fensterstollen Auenbach				
Abfaltersb. Form. (kalkig)	35	4,4	56	7,2
Schiefergneise	765	95,6	721	92,8
Summe 1.2.	800	100,0	777	100,0
2. Baulos 4 Amlach				
Hauptdolomit	13170	97,2	13286	98,0
Kössener Schichten	378	2,8	277	2,0
Summe 2.	13548	100,0	13563	100,0
2.1. Fensterstollen BL 4				
Überlagerung, Voreinschnitt	30	11,5	10	4,0
Jurakalke	195	75,0	210	84,0
Kreidemergel	15	5,8	20	8,0
Kössener Kalke	20	7,7	10	4,0
Summe 2.1	260	100,0	250	100,0

Abfaltersbacher Fm. (SPERLING, 1990) wurden abrechnungstechnisch den Partnachkalken und den Kössener Schichten zugeordnet.

Tab. 2 Verteilung der Gesteinsarten im Druckstollen

strecke auf das Niveau der beiden Francisturbinen im Krafthaus Amlach ab. Der Druckschacht ist durchwegs gepanzert.

2.3 Auswirkungen auf das Baugeschehen

Der Grad der Gesteinszerlegung war insbesondere im Baulos 4 (überwiegend Hauptdolomit) geringer als in der Prognose, dadurch ergaben sich auch bessere Vortriebsklassen und dadurch eine verkürzte Bauzeit.

Im Baulos 3 ergaben sich Verschlechterungen gegenüber der Prognose vor allem dadurch, daß im Raum Abfaltersbach/Jochbach die in der Literatur als Kössener Schichten bezeichneten Gesteinsserien (kalkige Mergel mit Tonschiefern) sich nach aufwendigen Untersuchungen als eine spezielle, untypische Abart der Raibler Schichten herausstellten (vgl. Diplomarbeit SPERLING, 1992). Dies führte dazu, daß nach der erwarteten Jochbach - Störungzone noch tektonisch stark durchbewegte und zerriebene gipsführende Rauhwacken auftraten, welche auch nach der Freilegung der Fräse noch

einen weiteren konventionellen Vortrieb nötig machten. Dort wurde in vorausseilenden Sondierbohrungen auch zeitweise Methangas an-

getroffen.

Nach gutem Baufortschritt in standfesten Kössener Schichten, Muschelkalk und Fellbacher Plattenkalken wurde im Gailtaler Kristallin die Leistung durch Verbrüche in der Firste so stark reduziert, daß bei Vortriebs-Stat. 6920 der Fräsvortrieb eingestellt wurde und die restlichen 336 m bis zum Stollendurchschlag im März 1988 mit dem Gegenvortrieb konventionell ausgebrochen wurden. Die Glimmerschiefer des Gailtalkristallins waren vor allem in den letzten 2 km vor Tassenbach überdurchschnittlich stark durchbewegt und aufgelockert. Diese Störungszonen waren als "möglich" vorausgesagt, konnten aber durch die verbreitete Überlagerung und den starken Bewuchs nicht in der Prognose verifiziert werden.

In Abbildung 2 ist der Zusammenhang zwischen Zerlegungsgrad und Gebirgsgüteklassen am Beispiel der Verteilung im Hauptdolomit (Baulos 4) dokumentiert.

Der Zerlegungsgrad wurde quantifiziert durch Summe von zugeordneten Punkten für Schichtung/ bzw. Schieferung, Klüftung sowie Kluffbelägen.

Eine ähnliche Abhängigkeit ist auch für die anderen Gesteinsarten festzustellen. Dadurch

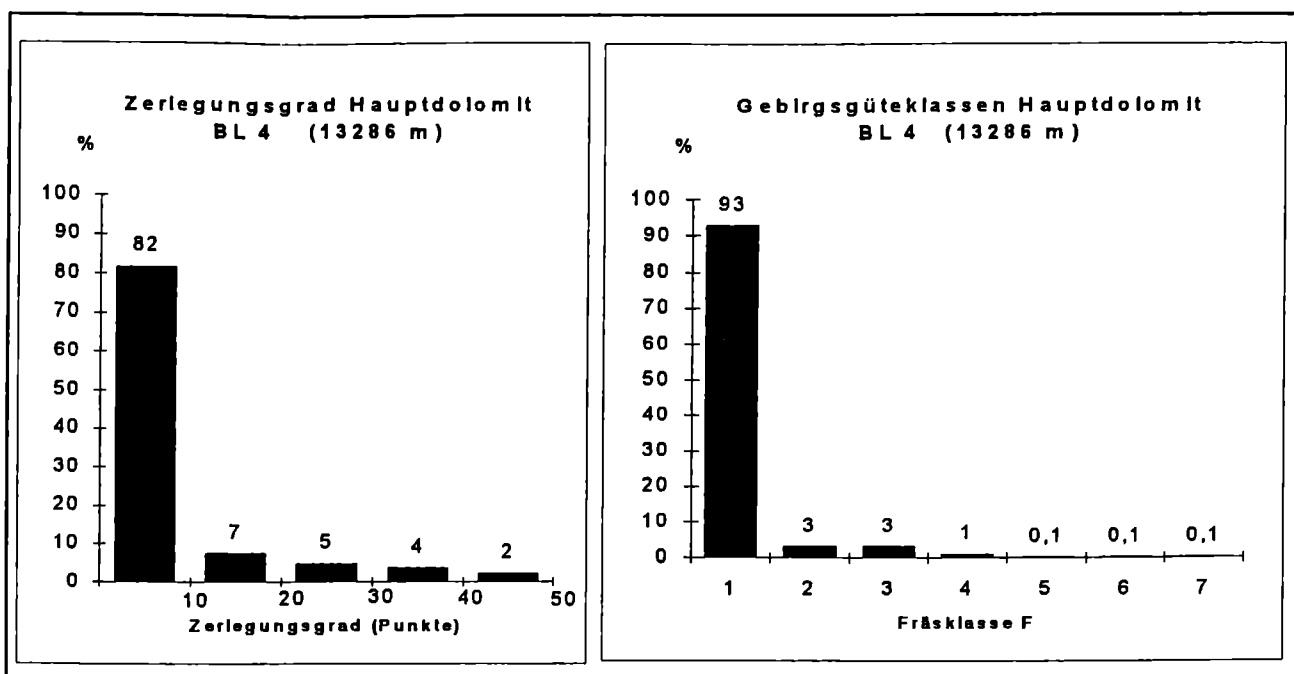


Abb. 2: Verteilung von Zerlegungsgrad und Fräsklassen

war es möglich, jeweils nach einem Teil des Vortriebes eine aktualisierte Vortriebsprognose für das jeweils verbleibende Trum zu erstellen (mit Ausnahme der nicht prognostizierbaren Auswirkungen von weiteren Störungszonen).

Für die Bereiche der im Baulos 3 noch erwarteten Störungszonen wurde eine Methode der seismischen Vorauserkundung mit der Fa. Interfels - Salzburg entwickelt. Die Methode wurde an der "Katastrophenstörung" Baulos 3, Station 1363 geeicht und im Bereich Auenbach angewendet. Allerdings zeigten sich diese Störungszonen als relativ harmlos, die grundsätzliche Machbarkeit einer seismischen Vorauserkundung konnte aber bestätigt werden.

Druckschacht (Baulos 5)

Die im Druckschacht angetroffenen Gesteine entsprachen in etwa der Prognose, die besseren geologischen Verhältnisse brachten eine Zeitverbesserung um 1,2 Monate, die besseren Fräsleistungen und Verkürzungen in der Umbauzeit der Fräse zusammen 2,6 Monate.

Die Jura-Gesteine erwiesen sich als durchwegs standfest, die Kreidemergel waren durch querschlägige Durchörterung ausreichend gut und selbst die Rauchkofelstörung im Übergangsbereich zwischen Flachstrecke und Schrägschacht erwies sich als relativ harmlos und konnte mit Fräsklasse 4 durchörtert werden.

Im Hauptdolomit des Schrägschachtes konnten 99 % in der Fräsklasse 1 aufgeföhren werden. Aber auch in den Jurakalken und in den Kreidemergeln war eine deutliche Verbesserung gegenüber der Prognose zu erkennen.

2.4. Hydrogeologie

Grundwasser:

Die Grundwasserstand- und Temperaturmessungen in den Grundwassermeßstellen sowie die Lattenpegelablesungen in den Entwässerungsgräben und an der Drau wurden wöchentlich durchgeführt. Im Bereich Tassenbach steht der Grundwasserspiegel 0 - 3 m unter GOK, Im Bereich KH Amlach bei ca. -30 m.

Quellen, Bergwasser:

Seit Sommer 1983 wurden im Projektgebiet 142 Quellen registriert. Insgesamt wurden durch den Stollenbau 10 Quellen (vorübergehend) trockengelegt, worunter 5 genutzte waren. 9 Quellen haben ihre Schüttung nach 1990 wieder voll aufgenommen, darunter alle 5 genutzten.

Zur Anschätzung der Bergwasserzutritte wurde bereits vor Baubeginn eine Parameterstudie durchgeführt, wobei für jedes Baulos verschiedene Varianten gerechnet wurden. Die prognostizierten Wassermengen und Zutrittsstellen entsprachen in etwa den Erwartungen (TENTSCHERT 1991).

An den Stollenportalen wurden folgende Wassermengen gemessen:

- **Baulos 3 (Griesbach):** max. 200 l/s, bei Betonierbeginn 30 l/s
- **Baulos 4 (Amlach):** max. 850 l/s, bei Betonierbeginn 350 l/s
- **Baulos 5 (Schacht):** max. 1,5 l/s, bei Betonierbeginn ca. 1 l/s.

Nicht nur im Bereich der Jochbach-Störung, sondern auch im Bereich der Partnach-Schichten (Fellbacher Plattenkalk) zwischen Vortriebskm 3,2 und 3,8 im BL 3 waren die Wässer auf lange Strecken sulfathältig (Sulfatgehalte im Bereich der Jochbachstörung: bis 1600 mg/l, im Fellbacher PK max. 930 mg/l), sodaß hier sulfatbeständiger Sicherungsspritzbeton und Auskleidungsbeton eingebracht werden mußten.

In größeren, aber auch in den kleineren Störungszonen des Hauptdolomits führten die beständigen Wasserzutritte zu Ausschwemmungen von Kluft - Füllungsmaterial, sodaß die in der Stollensohle liegenbleibenden Feinteile zu Erschwernissen führten (STANGL, 1992).

Der Bergwasserspiegel ist seit der Füllung weiter gestiegen und liegt über weite Strecken über dem Innendruck. Die Wasserzutritte in den entleerten Druckstollen lagen 1992 bei 110 l/s.

Die durch den Vortrieb beeinträchtigten Quellen zeigten ab 1989/90 wieder normale Schüttungen.

Krafthaus Amlach:

Das Krafthaus wurde in seiner Längsachse parallel zum Bergfuß angeordnet und möglichst na-

he an diesen herangerückt, um es auf Fels zu gründen. Unmittelbar hinter dem Krafthaus verläuft parallel zur Krafthausrückwand die Draustörung, welche die geologische Grenze Lienzer Dolomiten - Altkristallin bildet. Bergseits davon steht der Hauptdolomit und talseits Granitgneis an, auf dem das Krafthaus gegründet wurde. Beim Rohrstollenvortrieb wurde eine hangauswärts einfallende Kluft angefahren. Aufgrund des bereits erfolgten Voraushubes und rasch durchgeführter Aufschlußbohrungen konnte ihre Fortsetzung bis zur Felsoberfläche festgestellt werden.

Für die weiteren Bauarbeiten war eine Sicherung des potentiellen Gleitkörpers nötig. Dies geschah mit 64 Stk von bis zu 32,5 m langen, ca. 1500 kN - Freispiellitzenankern, welche in drei steigenden Reihen eingebaut sind. Um den Großteil der Dauerankerköpfe zugänglich zu machen und den Erddruck von der Krafthausrückwand fernzuhalten, wurde ein Felsanschlußbauwerk erstellt. Es besteht aus sieben vertikalen Wandscheiben, welche zur Aussteifung mit Betonfertigteilträgern verbunden sind. Sie stehen bergseits der Draustörung unten am Hauptdolomit auf und sind an diesen hingeankert. Nach oben dient eine überschüttete Betondecke (zum Schutz gegen herabfallende Steine) als Abschluß.

Literatur

*(nur bauwerksbezogene Literatur:
regional-geologische Literatur siehe
BRANDNER, R. & SPERLING, M.;
SCHMIDT Th.; BLAU, J. & GRÜN, B.)*

- BONAPACE, B. (1987): Leistungen und Grenzen des Fräsvortriebes beim Bau eines 22 km langen Druckstollens. 6th ISRM Kongreß Montreal, pp. 599-605.
- BONAPACE, B. (1990): Vorspanninjektionen für Stollenauskleidungen von Wasserkraftanlagen, Festschrift H. Lauffer, Felsbau 1990.
- ENZENBERG, A. (1987): "Draukraftwerk Strassen-Amlach", Druckschacht. PORR Nachrichten Nr. 101.
- GÖBL, P. (1989): Bewältigung außergewöhnlicher Verhältnisse beim Fräsvortrieb Griesbach. Felsbau 7/1, 9-14.
- GRUBMANN, P. & PISTAUER, W. (1989): Ringbeton und Injektion; Druckstollen Amlach bei Lienz/Österreich. Beton 8/89, pp. 329-332.
- GRUBMANN, P. & PISTAUER, W. (1989): Injektionen reduzieren Wasserandrang um 90 %, Druckstollen Amlach bei Lienz/Österreich, Züblin-Rundschau Stuttgart 12 (1989) Nr. 21, pp.16-19
- HEINRICHER, A. (1994): Beiträge zur Vogelwelt von Osttirol, Tiroler Vogelwarte 10, Jhg. Nr. 1/1994. 36 p.
- JACOBS, S. & TENTSCHERT, E. (1986): Gefügemessungen in gefrästen Stollen. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., Bd. 33 (Festband E. H. Weiss), pp. 47-56.
- JACOBS, S. & TENTSCHERT, E. (1987): Besondere geologische Vortriebsbetreuung bei geologischen Besonderheiten. Vortrag 36. Geomechanik-Koll. Salzburg.
- JACOBS, S. & TENTSCHERT, E. (1994): Stollen in Bergwasser: Prognose, Prophezeiung und Realität der Auswirkungen. Felsbau H. 6/1994, pp 466-473.
- JANZON, H., BÜCHI, E. & MÄKI, K. (1987): Tunnel-Boring-Machine Performance in Amlach, Austria. Sved. Detonic Research Foundation Report DS 1987: 7, 31 pp, 15 fig., 1 tab.
- MARTIN, D. (1986): Tirolean TBM scores several "firsts" Tunnel & Tunneling, May 1986, pp. 20-23.
- PERDACHER, B. (1989): Vegetationskundlicher Bericht (Speicher Tassenbach, Wehrbereich Tassenbach, Drau - Rückstaubereich) Manuskript, TIWAG.
- PIRCHER, W. (1987): Überwindung von Störzonen beim Fräsvortrieb des 22 km langen Druckstollens Strassen-Amlach. Tunnel, Sonderheft pp. 73-78.
- SCHIECHTL, H. M. (1990): 35 Jahre naturnahes Bauen beim Wasserkraftwerkebau in Tirol. Österreichische Wasserwirtschaft 42, Heft 11/12, pp. 295-301.
- SPERLING, M. (1990): Stratigraphie und Strukturgeologie der westlichen Dolomiten (Drauzug, Osttirol). Dipl. Arb. Uni Ibk., Institut für Geologie. 142 pp, 4 Karten, 14 Profile, 3 Blg. (cum lit)
- STANGL, G. (1992): Das Bergausschwemmungsphänomen. Diplomarbeit, Institut für Bodenforschung und Baugeologie BOKU, Wien. 90 pp. + 2 Blg.
- STRASSERWIRT, Gasthof (1982): Speisekarte Historisches bzw. geologisches Vorwort. 5pp., Eigenverlag E. Bürgler, Strassen.
- TENTSCHERT, E. (1989): Geologie der Lienzer Dolomiten sowie neue Erkenntnisse durch den Bau des Draukraftwerkes Strassen-Amlach, Osttiroler Heimatblätter, 57. Jg, Nr. 5-7, pp. 6-9.
- TENTSCHERT, E. (1991): Hydrogeolog. Prognose und tatsächlicher Bergwasserhaushalt für den Druckstollen Strassen-Amlach, Tirol. Geotech. 1991/2, Essen, 74-80.
- TSCHADA, H. & SCHNEIDER, E. (1988): Fräsvortrieb in sehr schwierigen Gebirgsverhältnissen auf längeren Strecken. Rock Mechanics and Power Plants, ISRM Symposium Madrid pp. 413-418.
- WERTHMANN, E. (1989): Einflüsse auf die Risseneigung - Erkenntnisse zu einem Praxisbeispiel beim Druckstollen-Auskleidungsbeton des Kraftwerkes Strassen-Amlach. Zement und Beton 34. Jhg., Heft 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [1995](#)

Autor(en)/Author(s): Tentschert Ewald

Artikel/Article: [Draukraftwerk - Strassen-Amlach: Geologische Erkenntnisse 75-82](#)