

Geologische Vorarbeiten für den Bau des 21 km langen  
Walgaustollens der Vorarlberger Illwerke AG

von H. Loacker<sup>+)</sup>

Die Vorarlberger Illwerke AG bauen seit 1925 die Wasserkräfte der Ill aus. Durch die Errichtung der Speicher Kops, Vermunt, Silvretta und Lünensee wurde das Wasserangebot veredelt - Umlagerung von 160 Mio m<sup>3</sup> von Sommer- auf Winterwasser - und durch die Beileitung aus dem Innggebiet um 226 Mio m<sup>3</sup> im Regeljahr vermehrt. Das so veredelte und vermehrte Wasserangebot soll nun zum größten Teil durch das im Bau befindliche Walgauwerk in einer zusätzlichen Gefällsstrecke von ca. 150 m genutzt werden.

In den Jahren während und nach dem letzten Krieg wurde eine Mehrstufenlösung mit hangnahen Freispiegelstollen zum Ausbau dieser Flußstrecke studiert. AMPFERER, REITHOFER & KRASSER begutachteten diese Projekte von geologischer Sicht.

Im Jahre 1965 wurde neuerlich mit Projektierungsarbeiten für das Walgauwerk begonnen. Grundgedanke für die nun auszuarbeitenden Varianten war, den ganzen oder den größten Teil des zur Verfügung stehenden Höhenunterschiedes mit einem Ausleitungsstollen abzuarbeiten. Da dieser lange Stollen der bedeutendste Kostenfaktor des Gesamtprojektes war und die Stollenbaukosten stark von den geologischen Verhältnissen abhängen, wurde frühzeitig mit eingehenden geologischen Erkundigungen begonnen. Die beiden geologischen Karten "Geologische Karte des Rätikons" und "Geologische Karte des Walgaues, 1:25.000" von HEISSEL, OBERHAUSER, REITHOFER & SCHMIDEGG der Geologischen Bundesanstalt, Wien, bildeten die Grundlage für die weitere geologische Bearbeitung des Projektes. Um die geologisch günstigste Linienführung der Stollentrasse - die ja nicht unbedingt die kürzeste Verbindung sein muß - ausfindig machen zu können, wurden in engen Rastern vergitterte Profile (westlich der Alvier, von Dr. R. OBERHAUSER, GBA, Wien) entworfen. Diese vergitterten Profile zwingen zur räumlichen Anschauung des Gebirgsaufbaus, und aus ihnen wurden in den damals interessierenden Höhenlagen Horizontalschnitte und als weiterer Schritt auf Profilen und Horizontalschnitten zusammen ein geologisches Modell erstellt. Gleichzeitig wurde versucht, aus vorliegenden Beschreibungen und Besichtigungen bestehender Stollen, Begehung der möglichen Stollentrassen, Bestimmung der Gesteinsfestigkeiten und des Quarzgehalts und Klassifizierung nach Klüftigkeit, einen Katalog über Standfestigkeit und die notwendigen Sicherungen und die eventuelle Fräsbarkeit der im Bereich des Walgaustollens vorkommenden Gesteine und Gesteinsserien zu erhalten. Neben der sehr zeitraubenden Untersuchung der Grundwasserverhältnisse in den Illalluvionen als Beweissicherung für die Möglichkeit

---

<sup>+)</sup> Anschrift des Verfassers: Dr. Hermann Loacker, Vorarlberger Illwerke AG, A-6780 Schruns

der Ausleitung der Ill, wurden auch die Bergwasserverhältnisse im Rätikon untersucht, um Anhaltspunkte für den zu erwartenden Wasserandrang beim Stollenbau zu erhalten. Gleichzeitig wurden die im Bereich der Stollentrasse gelegenen Quellen aufgenommen und ein Meßprogramm erstellt.

Anhand dieser Daten wurden für verschiedene Vorprojekte Kosten ermittelt und ungünstige Varianten ausgeschlossen. Die aufgrund dieser Vorstudien ausgewählte Stollentrasse - Druckstollen mit geringem Innendruck von 6,25 m Ausbruchdurchmesser - verläuft zuerst durch die Mitteltrias der Kristakopfschuppe, dann durch die Glimmerschiefer und Gneise der Phyllitgneisdecke und nach Queren der Rellstalstörung durchörtert der Stollen die Valbonamulde der Zimba-Schesaplanascholle, die knapp östlich der Alvier von einem Aufbruch der Arosazone abgeschnitten wird. Westlich dieses Arosazonenaufbruchs liegen in einer flachen Schüssel (Mulde von Bürserberg der Fundelkopf-Alpilascholle) Raibler Schichten, unterlagert von mitteltriadischen Kalken und Mergeln. Nach Queren des Überschiebungshorizonts Nördliche Kalkalpen-Vorarlberger Flysch verbleibt der Stollen in der Flyschzone. Es wurde angestrebt, diesen Stollen mittels Vollschnittmaschinen auszubrechen.

Bei der Festlegung der Linienführung wurde versucht, geologisch ungünstige Gesteine oder Störzonen auf kürzestem Weg zu queren. Um stärkere Gebirgsdruckerscheinungen, die sich in gefrästen Stollen ungünstiger auswirken können als in konventionellen, möglichst zu vermeiden, wurde versucht, die Überlagerungshöhen in Grenzen zu halten. Andererseits wurde die Stollentrasse doch so weit in den Berg hineinverlegt, daß der Gebirgswasserspiegel über dem Innendruck des Stollens liegt, um teure Abdichtungsmaßnahmen zu vermeiden. Um die Wasserabfuhr in den Stollen zu erleichtern, wurden die Stollenneigungen den möglichen Bergwassereintritten angepaßt. Der Fensterstollen Bürs bildet einen Tiefpunkt und entwässert den östlich des Alvier gelegenen Teil des Stollens, in dem besonders viel Wasser erwartet wird. Der sich dadurch ergebende Hochpunkt wird durch einen kurzen Schacht in der Alvierschlucht entlüftet.

Im Bereich des Stollenfensters Bürs war es fraglich, ob der erforderliche Gebirgswasserdruck vorhanden war. Es traten hier am Fuß der Vandanser Steinwand große, jedoch stark schwankende Quellen aus, die auf eine Verkarstung im Gebirgsinneren hindeuten. Man entschloß sich daher, den Fensterstollen Bürs als Sondierstollen noch vor Baubeschluß des Walgauwerkes zu errichten. Der Sondierstollen wurde mit einem Durchmesser von 3,90 m von einer Robbins-Vollschnittmaschine aufgeföhren; seine Länge beträgt 1570 m. Der Sondierstollen beginnt im Kreidemergel, quert den hier stark kondensierten Jura, den Oberrhätischen Riffkalk, die Kössener Schichten, den Plattenkalk und endet im Hauptdolomit. Die angenommenen geologischen Grenzen zwischen den einzelnen Schichtpaketen wurden in der Natur bestätigt.

Von den dichten Kössener Schichten aus wurde der, wie nachträglich beobachtet werden konnte, stark verkarstete Plattenkalk angebohrt und ein Wasserdruck von 9,4 b im Winter bei niedrigstem Bergwasserspiegel gemessen, d.h. daß ein genügend hoher Bergwasser-

druck im zukünftigen Stollen vorliegt.

Nach Ausbruch des Sondierstollens im Plattenkalk folgte der Wasserandrang an diesen bis 1 m dicken Karstschlächten mit einer Verzögerung von ca. 12 Stunden den Niederschlägen. Die maximal gemessene Schüttung betrug 1200 l/s, die Minimalschüttungen betragen im Winter ca. 70 l/s. An drei weiteren Stellen (Einlauf Rodund, Verebnung Latz und im Bereich des Wasserschlosses Beschling) wurde der Bergwasserspiegel durch Piezometer ermittelt. Die Erfahrungen im Sondierstollen erlaubten es, die früher gemachten Annahmen über Standfestigkeit, Wasserverhältnisse und Gebirgsdruck zu verbessern.

Trotz der langjährigen Untersuchungen sind im Bereich dieses 21 km langen Stollens mit tektonisch komplizierten Verhältnissen noch sehr große Unwägbarkeiten vorhanden. Das am wenigsten bekannte Gebiet ist die schlecht aufgeschlossene Mulde von Bürserberg mit Raibler Schichten und Gips und den sie einengenden Aufbrüchen von Arosazone. Bohrungen entlang der Stollen-trasse, die - in kurzen Abständen angebracht - einen genauen Aufschluß über die geologischen Verhältnisse untertags gegeben hätten, wurden durch die zu hohe Gebirgsüberlagerung verhindert.

Die Ausschreibung erfolgte in zwei Varianten, konventionell und Vortrieb mittels Vortriebsmaschine. Um die Risiken für den Auftragsnehmer im Rahmen zu halten, wurde in der Ausschreibung auf die Gebirgsklassifizierung besonderes Augenmerk gelegt. Der Gebirgsklasseneinteilung liegt nur indirekt die geologische Beschaffenheit des Gebirges zugrunde, das Hauptaugenmerk wurde auf die durch sie verursachten stollenbaulichen Maßnahmen gelegt. Die insgesamt sechs Gebirgsklassen sind gekennzeichnet durch die Art der erforderlichen Stützungsmaßnahmen und den Ort und den Zeitpunkt ihres Einbaus. Um sich den sehr unterschiedlichen Gebirgsverhältnissen im Walgaustollen anzupassen, wurde zusätzlich zu den sechs Gebirgsklassen noch eine Unterteilung in fünf geologische Bereiche (Kristallin, Buntsandstein, Karbonate, Mergel und Tonschiefer, Flysch) mit Aufschlägen für höheren Quarzgehalt in den Bereichen 2 und 4 vorgenommen. Die Gebirgsklassen V und VI, die für Bereiche vorgesehen sind, wo in extrem gestörtem Gestein der Vortrieb mittels Vortriebsmaschine nur mehr schlecht oder gar nicht mehr möglich ist, und die daher sehr schlecht kalkulierbar sind, werden in Regie abgerechnet und die zur Verfügung stehende Bauzeit hängt von den im Stollen angefahrenen Gebirgsverhältnissen ab. Wenn im Bereich des Zalmstollens auf längere Strecke schlechtes Gebirge (Arosazone, Raibler Schichten) angefahren wird, ist vorgesehen, die Maschine abzubauen und konventionell weiter vorzutreiben.

#### Verwendete geologische Karten

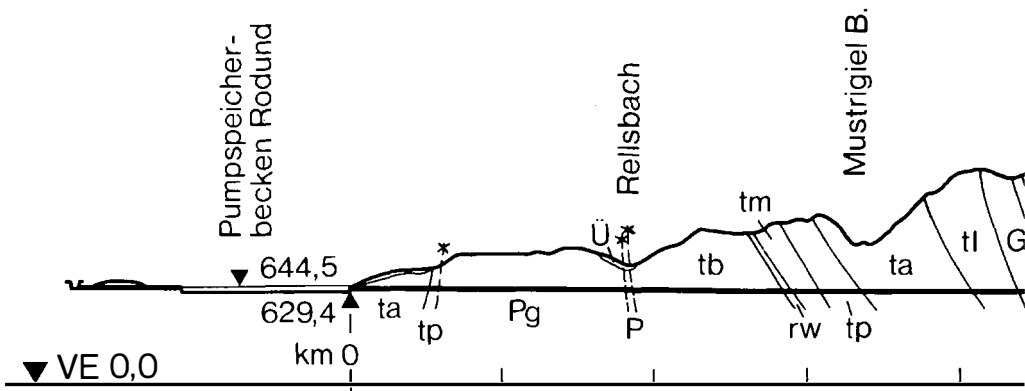
Geologische Karte des Rätikons, 1:25.000 (W. HEISSEL, R. OBERHAUSER, O. SCHMIDEGG, O. REITHOFER, 1953-1961), Geologische Bundesanstalt, Wien, 1965.

Geologische Karte des Walgaaues, 1:25.000 (W. HEISSEL, R. OBERHAUSER, O. SCHMIDEGG, 1953-1964), Geologische Bundesanstalt, Wien, 1967.

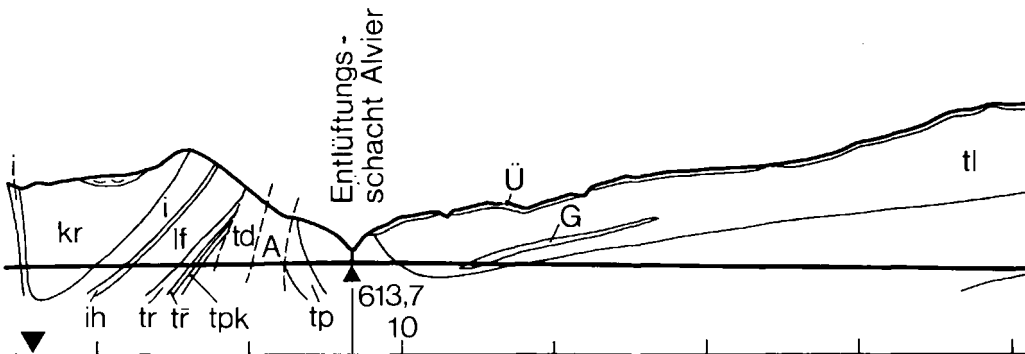
Geologische Karte des Fürstentums Liechtenstein, 1:25.000  
(F. ALLEMANN, R. BLASER, H. SCHAETTI), herausgegeben von  
der Regierung des Fürstentums Liechtenstein, 1953.

#### Schrifttum

- BLASER, R. (1952): Geologie des Fürstentums Liechtenstein. -  
Selbstverl. Histor. Verein f.d. Fsm. Liechtenstein, Vaduz.
- KOBEL, M. (1969): Lithostratigraphische und sedimentologische  
Untersuchungen in der Kalkalpinen Mitteltrias des Rätikons.  
- Mitt. aus dem Geol. Inst. E.T.H., N.F. 118, Zürich.
- LEUTENEGGER, O.W. (1928): Geologische Untersuchungen im mittlere-  
ren nordöstlichen Rätikon. - Druckerei Gebr. Leemann, Zürich.
- LOACKER, H. (1971): Berg- und Grundwasserhältnisse im Ill-  
gebiet. - Verh. Geol. B.A., H. 3, Wien.
- MIGNON, K. (1962): Ergebnisse der geolog. Stollenaufnahme  
für das Lünenseekraftwerk. Abschnitt Salonien-Latschau. -  
Jb.Geol.B.-A., 105, Wien.
- OBERHAUSER, R. (1970): Die Überkipplungserscheinungen des Kalk-  
alpen-Südrandes im Rätikon und im Arlberg-Gebiet. - Verh.  
Geol. B.-A., H. 3, Wien.
- REITHOFER, O. (1960): Über die geologischen Erfahrungen beim  
Bau des Alfenzkraftwerkes Braz der Österr. Bundesbahnen. -  
Verh. Geol. B.-A., H. 2, Wien.
- SCHAETTI, H. (1951): Geologie des Fürstentums Liechtenstein,  
1. Teil. - Selbstverl. Histor. Verein des Fsm. Liechten-  
stein, Vaduz.



	Valkastielstollen
Neigungsverhältnisse	3,22 ‰      12,0 ‰

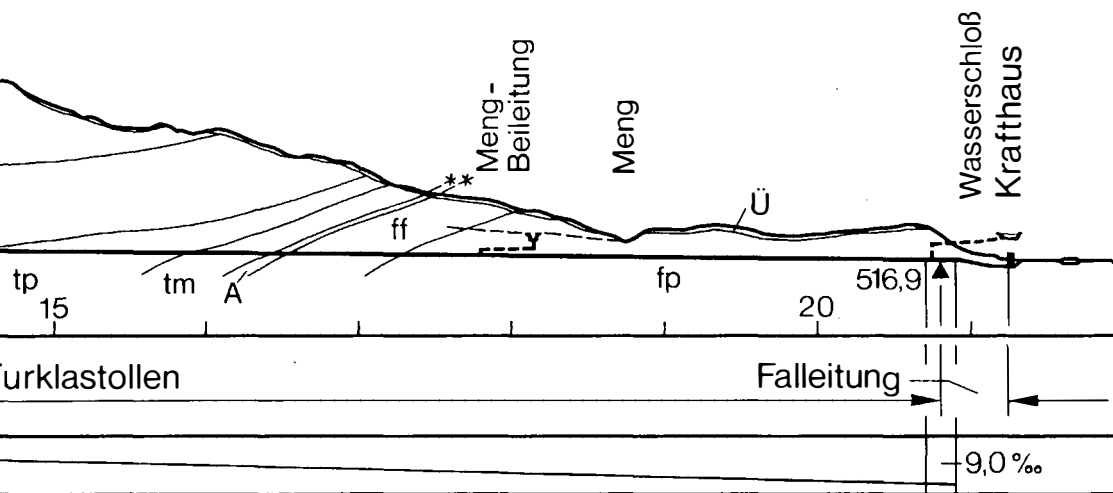
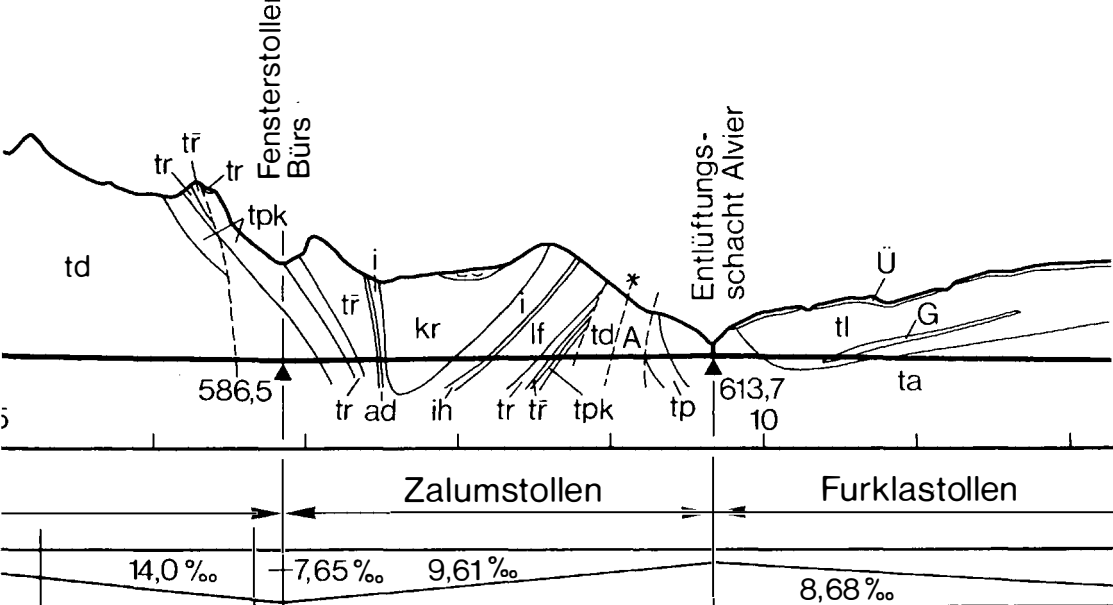


	Zalumstollen
Neigungsverhältnisse	8, ‰

- ≈≈ Rutschung in den Kreideschiefern
- Ü Überlagerung ( Hangschutt, Bergsturz, Moräne und Ver- bauungsschotter )
- \* Störzone, Deckengrenze

- Penninikum Vorarlberger Flysch
- ff Fanola Serie
- fp Plankner-Brücke Serie
- Unterostalpin
- A Arosa-Zone

kr  
i  
ih  
lf  
ac  
tr  
tr  
tp  
td



### Perostalpin Lechtaldecke und Basisschollen

Quaderschiefer	tl	Raibler Schichten
Styrienerkalke	G	Raibler Gips
Diolarite und rote Kalkmergel	ta	Arlbergschichten
Bläuschiefermergel	tp	Partnachschiefer
Wetter Schichten	tm	Muschelkalk
Unregelmäßiger Riffkalk	rw	Reichenhaller Rauwacken
Wassener Schichten	tb	Buntsandstein
Wetterkalk	P	Paläozoische Schiefer
Altdolomit	Pg	Pyllitgneis und Glimmerschiefer