

**Exkursion I/6:**  
**Übersichtsexkursion Baugeologie**

(Übersicht geologischer Hauptzonen mit Besuch von Wasserkraftwerken  
und Alpenstraßen)

Mit 1 Tafel und 10 Abbildungen

Von **E. Clar\***) und **G. Horninger\***)

Von Bludenz über Lünersee—Silvrettastraße—Landeck—Kauertal—  
Innsbruck—Gerlos—Kaprun—Glocknerstraße—Salzachtal—Ennstal—Linz  
Aschach—Wien.

Führung: **E. CLAR** und **G. HORNINGER** unter Mitwirkung von **A. FUCHS**,  
**W. HEISSEL**, **F. MAKOVEC**, **Ö. REITHOFER**, **J. SCHADNER** und **O. SCHMIDEGG**.

**A. Einführung und Übersicht (E. CLAR)**

Mit dem Wachsen der Aufgaben des Bauwesens in Zahl und Größe wachsen auch die Aufgaben der Baugeologie und der in ihr tätigen Geologen. Im Gebirgsland Österreich hat die Mitarbeit der Geologie neben vielen anderen Aufgaben gerade beim Ausbau der Wasserkräfte von Anfang an durch das Wirken von **J. STINI** eine besondere Rolle gespielt und viele dieser großen Anlagen bleiben für den Geologen auch nach ihrer Fertigstellung anregende Objekte des Einblickes in die Besonderheiten der betreffenden geologischen Zonen.

Die Exkursion will durch den kurzen Besuch von einigen der bedeutendsten Anlagen des Wasserkraftausbaues und von Alpenstraßen nicht nur die geologischen Bedingungen dieser Bauwerke erläutern, sondern dadurch auch eine Übersicht über die nördlicheren Hauptzonen des Ostalpenbaues vermitteln. Von beidem ist bei dem nötigen ausgreifenden Fahrprogramm natürlich nur ein roher, vielfach nur landschaftlicher Überblick zu erwarten, in dem Gesteinsfolge, Tektonik und Baugeologie nur in den einzelnen Streiflichtern vorgeführt wird.

Übersichten über die Anordnung und die technischen Daten der besuchten Anlagen werden den Teilnehmern der Exkursion von den

---

\*) Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. E. Clar, Geologisches Institut der Universität Wien I, Universitätsstraße 7. Dr. G. Horninger, Österr. Elektrizitätswirtschafts A. G. (Verbund-Ges.) Wien I, Am Hof 4.

zuständigen Bauherren bei der Führung zur Verfügung gestellt. Der folgende Einführungstext beschränkt sich daher auf geologische Angaben. In ihm sind die kurzgefaßten Einzelbeiträge der jeweils genannten Fachkollegen aus ihrem Arbeitsbereiche in der Folge der Exkursionstage aneinandergereiht und notfalls durch verbindende Hinweise ergänzt worden.

Für die geologische Gesamtübersicht wird die Mitnahme einer der Übersichtskarten der Geologischen Bundesanstalt in Wien 1:500.000 (1931) oder 1:1.000.000 (1964) empfohlen, auf einen Ausweis der geologischen Literatur der zahlreichen besuchten Teilgebiete und auch der technischen Literatur über die besuchten Anlagen mußte verzichtet werden. Für die Talsperren verweisen wir dabei auf die Verzeichnisse in den beiden Heften der Schriftenreihe „Die Talsperren Österreichs“ des Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, nämlich Heft 5 (1955) von J. STINI: „Die baugelologischen Verhältnisse“ und Heft 12 (1962) von H. GRENGG: „Statistik 1961“. Nur für darin nicht behandelte Objekte werden hier einzelne spezielle Darstellungen über die baugelologischen Bedingungen und Aufschließungen genannt.

Aus dem Rheintal nach Bludenz Anreisende sehen schon im Raume von Feldkirch die Kreidefalten der Helvetischen Zone des Bregenzer Waldes gegen Osten und Süden flach unter den überschobenen Vorarlberger Kreideflysch untertauchen; 1000 m höher thronen auf ihm flach die Zacken der überschobenen oberostalpinen Kalkalpentrias des nördlichen Rhätikon. Diese erreicht absinkend das Illtal erst vor Bludenz, wo sich ihre Basis bei Nüziders nochmals kurz aufhebt.

Die Auffahrt zum Lünensee führt quer durch die Kalkalpenzone des Rhätikon bis fast an ihren südlichen Überschiebungsrand auf die gewöhnlich ins Unterostalpin gestellte Sulzfluhdecke und auf den penninischen Prätigau flysch. Durch das vorpermische „Altkristallin“ der überschobenen Silvretta masse (Fenster von Gargellen!) führt die Fahrt durch Montafon, Silvrettastraße und Paznauntal. Nach einem Abstecher in die Quarzphyllitzone von Landeck wird das schmale Ostende dieses Kristallins am Inn verquert und im Bereich des Kaunertalwerkes das hier steil aus dem Untergrunde heraussteigende Engadiner Fenster mit unterostalpinen Randschuppenzone und mächtigen penninischen Bündner Schiefen im Kern erreicht. Deren flache Überlagerung im Osten durch das Altkristallin der Ötztaler Masse ist im Druckstollen des Kraftwerkes überzeugend bestätigt worden.

Zwischen Landeck und Imst tritt die Kalkalpentrias auf die Südseite des Inntales über, wird aber dann durch den Vorstoß der diskordant zum Innenbau zugeschnittenen Ötztalmasse wieder nach Norden gedrängt. Auch

östlich von Innsbruck verläuft das Inntal schräg zum Innenbau beider Talseiten, so daß erst ab Schwaz die altpaläozoische Grauwackenzone als die sedimentäre Unterlage des Kalkalpensüdrandes erscheint.

Das Zillertal quert diese, den Gneiszug des Kellerjoches und den Innsbrucker Quarzphyllit bis in den unterostalpinen Schuppenrand und die penninische Schieferhülle des Tauernfensters im Gebiet der neuen Straße über den Gerlospäß, die schließlich bei Krimml bis in Tauernzentralgneis vorstößt.

Die breite Talfurche des Pinzgau folgt geradlinig einer großen Längs-Störung, an der die östliche Tauernkuppel später gegenüber dem von ihr nach Norden abgeglittenen Oberostalpin aufgestiegen ist. Glocknerstraße und Kaprunertal führen in den Bereich der mächtigsten Entfaltung vorwiegend mesozoischer Anteile der metamorphen Tauernschieferhülle.

Östlich Zell am See bleibt das enge Salzachtal im Grauwackenalpazooikum, die Störung des Tauernnordrandes streicht wenig südlich davon vor dem durch die berühmten Klammern zerschnittenen, penninischen „Klammkalk“-Zug entlang. Ihre weitere Fortsetzung markiert offenbar der schmale Zug der Mandlingtrias im Längstal der Enns mit seiner Fortsetzung bis an den auch hier wieder diskordant zum Innenbau verlaufenden Kalkalpenrand. Erst etwa von Liezen an erscheint wieder die transgressiv übergriffene Unterlage des Kalkalpenrandes als die „Obere Grauwackendecke“, aber nun bleibt diese durch große Bewegungsbahnen an ihrer Basis (Oberkarbon, Mesozoikum der „Rannachserie“) vom Altkristallin der Muralpen abgelöst.

Entlang dem Ennstaldurchbruch werden die Kalkalpen gequert, zuerst in den Gesäusebergen mit den faziellen und morphologischen Merkmalen des hochalpinen Stockwerkes, dann in den Faltenzügen der voralpinen Lunzer und Frankenfelder Decke bzw. ihren Entsprechungen, mit Schichtfolgen von der Obertrias bis ins Neokom bzw. transgressivem Cenoman in der Randzone und Gosau weiter im Inneren. Besonders hinzuweisen ist hier auf das Einschwenken dieser Faltenzüge und Deckentrennung in die „Weyererbögen“; diese überschieben an ihrer Westseite den Zug von Gosaukreide, der die von Westen herankommenden, engstens vergleichbaren Faltenzüge der Reichraminger und Ternberger Decke bis gegen St. Gallen herab transgressiv abschneidet. Im Winkel dieser Bogenstruktur enthält nordwärts von Großraming die dort endende Grestener Klippenzone die Granitschollen des L.-von-Buch-Denkmales. Ab Ternberg bis vor Steyr quert das Ennstal die Flyschzone und bleibt dann bis zur Mündung im oligozänen und miozänen „Schlier“ der Molassezone.

Schließlich erreicht an der Donau das Kristallin des moldanubischen Anteiles der Böhmisches Masse, das am Alpenrand in diesem Abschnitt etwa 2000 bis 3000 m tief liegt, die Oberfläche; hier gegenüber Enns das bedeutende Granitgewinnungsgebiet Mauthausen. Seinem buchtenreichen Rand gegen die Molasse folgt die Fahrt bis Aschach nach West und am letzten Tag nach Ost bis über Melk, von wo an dann wieder die Molasse und schließlich die Flyschzone des Wienerwaldes schräg gequert wird.

## B. Erläuterungen zu den Exkursionstagen

### 1. Bludenz — Brandertal — Lünensee — Montafon — Silvrettastraße zur Bielerhöhe.

a) Allgemeiner Hinweis (E. CLAR). Über den geologischen Rahmen der Auffahrt von Bludenz durch das Brandertal zum Lünensee und um diesen selbst unterrichtet eingehend der Führer zur Nachexkursion III/1 ins Rhätikongebirge (R. OBERHAUSER, O. REITHOFER und O. SCHMIDEGG) in diesem Band, so daß hier nur auf diesen, die dortigen Abbildungen und besonders auch auf die neue Rhätikonkarte 1:25.000 hinzuweisen ist.

Die folgende Anfahrt durch das Montafontal liegt im Blatt Stuben der Geologischen Spezialkarte 1:75.000; erst die Anlagen Vermunt und Kops überschreiten den Südrand dieses Blattes. Zu den folgenden speziellen geologischen Erläuterungen möge auch die Übersicht im technischen Prospekt der Vorarlberger Illwerke A. G. benützt werden. Eine eingehendere Darstellung der geologischen Aufschließungsergebnisse geben folgende Arbeiten von O. REITHOFER:

Geolog. Beschreibung des Druckstollens Vallüla-Vermunt; Jb. Geol. B. A. 94. Wien 1951;

Geolog. Beschreibung der Taldückertrasse im Kleinvermunttal-Silvretta-Gruppe; Verh. Geol. B. A. Wien 1953;

Über Flächen- und Achsengefüge in den Triebwasserstollen der Silvretta-Gruppe; Jb. Geol. B. A. 97. Wien 1954;

Über Flächen- und Achsengefüge in den Triebwasserstollen des Rodundwerkes; Tscherm. Min. Petr. Mitt. 4. Wien 1954;

Der Berglerstollen am Westrande des Unterengadiner Fensters; Jb. Geol. B. A. 98. Wien 1955;

Der Untergrund des Speicherbeckens Latschau; ebda 98. 1955;

Geolog. Beschreibung des Predigstollens; Mitt. Geol. Ges. Wien 48 (1955) 1957; Über die Störungen in der Zone der Phyllitgneise und Glimmerschiefer im Montafon; Verh. Geol. B. A. Wien 1958;

Geolog. Beschreibung des Breitspitzstollens; Jb. Geol. B. A. 102. Wien 1959.

Weiters K. Mignon: Ergebnisse der geolog. Stollenaufnahme für das Lünensee- und Rodundwerk; Abschnitt Salomien-Latschau; Jb. Geol. B. A. 105. Wien 1962.

b) Zur speziellen Geologie der Kraftwerksgruppe „Obere Ill—Lünensee“ der Vorarlberger Illwerke A. G. (O. REITHOFER)

### Kraftwerk Lünersee

1920 Beginn der Arbeiten für Absenkung des Sees. 26. August 1925 Stollendurchschlag, Mitte September 1925 Beginn der ersten Absenkung, im Winter 1926 und 1927 bis auf 1889,20 m abgesenkt, Abdichtungsarbeiten an der undichten Seebarre in den Jahren 1926, 1927, 1930 und 1931. Zweite Absenkung des Sees im Mai 1955 und Fortsetzung der Abdichtungsarbeiten. Durch den Bau einer bis 28 m hohen Staumauer auf dem  $\pm$  O—W-streichenden und steil N fallenden Hauptdolomit der stark eisüberschliffenen Seebarre wurde das Wasser um 30 m auf 1970 gestaut.

Die Überleitung des Brandnergletscher-Abflusses erfolgte durch den Totalstollen, der von WNW nach OSO Liasfleckenmergel, Oberrätischen Kalk, Kössener Schichten und Hauptdolomit durchörtert. Sowohl dieser Stollen als auch der Druckstollen vom Lünersee bis zum Saloniental verbleibt in der Zimba-Scesaplanascholle der Lechtaleinheit. Der erste Abschnitt des Druckstollens, der Schafgafallstollen quert nur Hauptdolomit, in der Querung Lün wurden Raibler Rauhwacken, Gips und Anhydrit und Verrukano-Buntsandstein aufgefahren, während im Freskalotstollen Muschelkalk und Partnach-Schichten durchstoßen wurden. Taldüker Salonien-West im Muschelkalk. Der Taldüker Salonien Ost verbleibt nach Durchfahrung einer längeren Moränenschuttstrecke bis etwa 1820 m hinauf in der Aroscher Schuppenzone (Raibler Schichten und Buntsandstein). Der oberste Teil des Dükers, der Golmerjochstollen, der Panzerstollen Grüneck und der Druckschacht Latschau liegen im Kristallin der Golmer Scholle. Außer den  $\pm$  mächtigen Zwischenlagen von Muskowitgranitgneis und Amphibolit tritt in den Phyllitgneisen die stellenweise mächtige tektonische Einschaltung von Buntsandstein des Golmerjochzuges auf. Im Druckschacht Latschau wurde etwa zwischen 1226 und 1246 m Seehöhe, ca. 130 m unter der Geländeoberfläche, Grundmoräne aufgeschlossen. Im Zusammenhang mit den Aufschlüssen ober Tag zeigt dies, daß am Golmerhang Felsmassen in Form großer Schollen abgerutscht sind. Block I des Krafthauses liegt ganz auf anstehendem Phyllitgneis, die Blöcke II und III teilweise. Block IV ohne rotierende Maschinen steht auf Moränenschutt und Schotter.

### Kraftwerk Rodund

Vom Ausgleichbecken in Partenen führt ein Kanal bzw. Düker bis zum Garnerabach. Der Freispiegelstollen durchörtert vom Garnerabach bis zur O-Seite des Gampadelstaales Silvrettakristallin und verbleibt von der W-Seite dieses Tales bis zum Rasafeibach in der Zone der Phyllitgneise und Glimmerschiefer. An die Kanalbrücke Rasafei schließt eine über 200 m lange Kanalstrecke an, die interglaziale Schotter und jüngere Ab-

lagerungen quert. Im nördlichsten Teil des durch Aushub und Dammschüttungen geschaffenen Speicherbeckens Latschau wurde Muschelkalk aufgeschlossen, überlagert von Würm-Grundmoräne und Moränenschutt des Schlernstadiums, der auch auf der W-Seite des Speicherbeckens zutage tritt. Der übrige Teil dieses Beckens wird von dem Schuttkegel des Raseibaches bedeckt, auf dem auch das innerhalb des Beckens liegende Krafthaus Latschau steht.

Der Stollen der Rellsbach-Beileitung quert die Golmer Schuppe der Phyllitgneiszone und die ihr zwischengeschalteten Sedimentgesteine der oberostalpinen Lechtaleinheit der sogenannten Auenlatschmulde. Der Druckschacht und der Entlastungsstollen von Latschau nach Rodund hinab queren Muschelkalk, Partnach-Schichten und Arlbergkalk der Kristakopfscholle. Das Kraftwerk Rodund steht auf mächtigen Illschottern, die von Grundmoräne unterlagert werden.

#### Kraftwerk Vermunt

Die Stollen der Bachüberleitungen nach Vermunt (Bergler-, Predig-, Jamhang-, Alpkogel-, Verbella-, Breitspitz- und Zafernastollen) durchqueren alle Silvrettakristallin mit Ausnahme der östlichsten 572 m im Berglerstollen, die im Flysch (am W-Rande des Unterengadiner Fensters) liegen. Der Vermunt-Stausee mit rund 5 Millionen Kubikmeter wurde durch eine Staumauer, die am N-Ende einer glazialen Felswanne auf den Rundhöckern des sogenannten Kardatscharückens errichtet wurde, um 39 m gestaut. Der Druckstollen verbleibt auf seiner ganzen Länge in den dickgebankten, festen Biotitaugneisen, die entlang der Druckrohrleitung bis ca. 1280 m hinabreichen und von wenig mächtigen Schiefergneisen und mächtigerem Amphibolit überlagert werden. Das Krafthaus steht auf den Illschottern.

#### Kraftwerk Obervermunt

Der Silvretta-Stausee mit 38,6 Millionen Kubikmeter wird auf der O-Seite seines N-Endes durch den Bielerdamm und auf der W-Seite durch die 80 m hohe Staumauer aufgestaut. Auf der über 80 m mächtigen Würm-Grundmoräne wurde ein bis 20 m hoher Kiesdamm aufgeschüttet, der mittels einer Eisenbetonkernmauer gedichtet wurde. Die nördliche Hälfte der Hauptmauer steht auf stark mitgenommenem Schiefergneis, während die südliche Hälfte und die Seitenmauer auf sehr festem Amphibolit ruht. Der Überleitungsstollen für den Bielbach liegt im Amphibolit. Die Druckrohrleitung verläuft teils über Amphibolit, teils über Biotitaugneis, der auch in der näheren Umgebung des Krafthauses ansteht. Sie wurde teils auf anstehendem Fels, teils auf Moräne gegründet.

2. Baustelle Staumauer Kops — Paznauntal — Landeck — Prutz — Kaunertal-Kraftwerk — Landeck — Imst.

a) Die im Bau befindliche Talsperre Kops dient einem zusätzlichen Langzeitspeicher der Werksgruppe Obere III. In der Höhe der Gewölbemauer (120 m) gleich der Limbergsperre in Kaprun wird sie im Maße der „Nennbelastung“ (s. H. GRENGG, als Wasserdruck auf eine stellvertretende vertikale Abschlußfläche) nach dem Gepatschdamm im Kaunertal die größte der österreichischen Staumauern. Bei den schon vor vielen Jahren begonnenen geologischen Voruntersuchungen haben u. a. noch O. AMPFERER, J. STINI und R. STAUB mitgewirkt (E. CLAR).

Geologischer Aufbau des Abschlußprofiles (O. REITHOFER nach Doktor LOACKER): Von N nach S: Block 1 bis Block 9/10: Aplitgneis mit einzelnen Amphibolitlagen. Umgebung von Block 9 bis Block 10: Übergang von Aplitgneis in Amphibolit (Wechselagerung). Block 10 bis Mitte Block 24: Amphibolit, stellenweise von Aplitgneislagen durchbändert. Bereich künstliches Widerlager und in den anschließenden Blöcken 24 und 25 der Hauptmauer: den Amphiboliten und Aplitgneisen ist eine mächtige ( $\pm 15$  m) Lage von Glimmerschiefern bis Schiefergneisen zwischengeschaltet.

Seitenmauer: In den Blöcken 1 bis 4 und dem wasserseitigen Teil von Block 5 Wechselagerung von Amphibolit und Aplitgneis. Block 5 und 6 und Teil von Block 7: Vorherrschen von Aplitgneis, Amphibolit nur untergeordnet. Rest von Block 7 und Block 8: Schiefergneis. Block 9 bis 17: Amphibolit mit Zwischenlagen von Aplit- und Schiefergneisen.

b) Paznauntal — Inntal zwischen Prutz und Imst (E. CLAR). Die Autofahrt durch das Paznauntal bleibt im Kristallin der Silvrettamasse, tritt nach Ischgl in das Blatt Landeck der Geologischen Spezialkarte 1:75.000 ein, das noch den Tagesendpunkt Imst enthält. Gerade am Ausgang des Paznauntales wird die Quarzphyllitzone von Landeck erreicht; ihn überspannt eindrucksvoll die berühmte Trisannabrücke der Arlbergbahn, die gerade in den letzten Jahren in Fundamenten und Tragwerk erneuert worden ist (Geologische Mitarbeit H. SEELMEIER). Unter ihr durch geht der Blick auf einen der schwierigsten Fließhänge der Arlberg-Bundesstraße, der mit einem Hangbrückenbauwerk überwunden wird. Auf der späteren Weiterfahrt über Landeck inaufwärts stößt nahe der Ortschaft Fließ ein noch viel größerer Talzuschub wieder im Südteil der Quarzphyllitzone linksseitig gegen den Inn vor und zwingt ihn, sich durch hohe Uferanbrüche freien Weg zu halten.

Vorwiegend im Quarzphyllit verläuft auch der über 12 km lange Druckstollen des Innkraftwerkes Prutz-Imst der TIWAG, der die große Talschleife von Landeck abschneidet und 1953 bis 56 insofern eine

Wende im österreichischen Stollenbau bezeichnet, als bei ihm schon fast vollständig von anderen Sicherungsarten auf Ankerung und Spritzbeton umgestellt worden ist. Durch systematische Auswertung gefügekundlicher Beobachtungen (besonders Messungen geneigter B-Achsen) gelang der geologischen Prognose durch O. SCHMIDEGG eine überraschend genaue Voraussage der Unterfahrung der Phyllitgneise von der Pillerhöhe und der Tauchtiefe in der großen Muldenform des Quarzphyllites. Der Kraftabstieg bei Imst und das dortige zweite österreichische Kavernenkraftwerk konnten schon in dem schmalen Triaszug an der Südseite des Inntales günstig untergebracht werden.

Literatur hierzu:

- O. Schmidegg: Geolog. Ergebnisse beim Bau des Wasserkraftwerkes Prutz-Imst der TIWAG (Tirol); Jb. Geol. B. A. 102, Wien 1959.  
 O. Schmidegg: Geolog. Aufnahme und Voraussage beim Kraftwerksbau Prutz-Imst der TIWAG (Tirol); Geologie u. Bauwesen, 24, Wien 1958.

c) Geologische Verhältnisse im Bereich des Kaunertalkraftwerkes der Tiroler Wasserkraftwerke A. G. (OSKAR SCHMIDEGG)

Die Bauten des Kaunertalkraftwerkes erstrecken sich auf zwei gesteinsmäßig grundverschiedene geologische Einheiten (Tafel 1), einmal die altkristalline Masse der Ötztaler Alpen, in der sich der Damm und der größte Teil der Stollenbauten befinden, andererseits der Bereich der Bündner Schiefer im Engadiner Fenster, den der Druckschacht und ein Teil des Druckstollens durchfährt. Die Ötztaler Masse ist auf die Gesteine der Bündner Schiefer aufgeschoben.

Das Ötztaler Altkristallin besteht aus Paragneisen (hier hauptsächlich Biotitplagioklasgneise), in die Granitgneise, auch ein Amphibolit in mächtigen E—W-streichenden Lagern eingeschaltet sind. Letztere bilden infolge ihrer Festigkeit, die sich auch baueologisch günstig auswirkte, die Engstellen des Tales, während die Weitungen in den Paragneisen liegen.

Der Damm kommt auf Augengneis zu liegen, der einen Felsriegel von Ost her in das Tal hinein bildet. Auch in der Talrinne und auf der Westseite wurde in nicht zu großer Tiefe der Fels erreicht. Das Material für den Stützkörper des Dammes wird in einem bis 200 m hohen Steinbruch gewonnen, der einen im allgemeinen gut brauchbaren Augengneis liefert. Weniger günstig sind die eingeschalteten Schieferlagen. Gegenüber auf der westlichen Talseite wird das lehmige Material für den Dichtungskern gewonnen. Es sind Moränen, die sich in einer Mulde (Gschaidhang) angehäuft haben.

Der Druckstollen (Geologisches Profil Abb. 1) auf der Westseite des Tales durchfährt zunächst Augengneis, dann eine Zone von Schiefergneis (Gschaidhang) und mächtigen Muskowitgranit- und Augengneis,



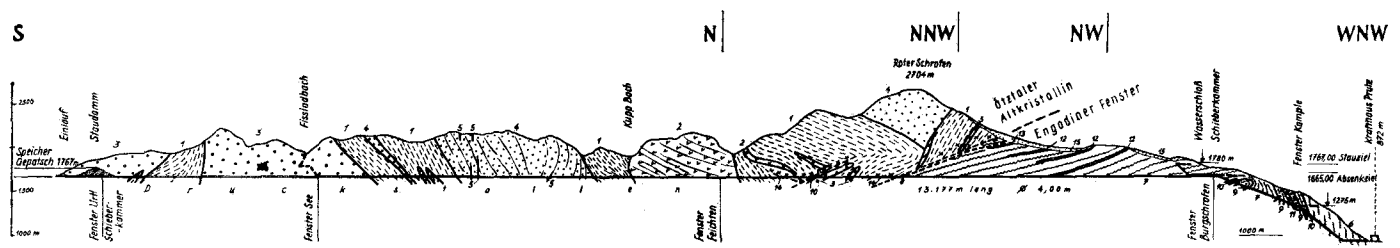


Abb. 1: Geologisches Profil des Druckstollens des Kaunertalkraftwerkes im Ötztaler Kristallin und Engadiner Fenster (O. Schmidegg)

- |   |   |
|---|---|
| 1 = Ötztaler Schiefergneis              | 9 = Serizitschiefer der Bunten Bünderschiefer |
| 2 = Amphibolit                          | 10 = Dolomit                                  |
| 3 = Muskowitgranitgneis (Augengneis)    | 11 = Gips                                     |
| 4 = Biotitgranitgneis                   | 12 = Breccien                                 |
| 5 = Diabasgänge                         | 13 = Diabasschiefer                           |
| 6 = Kalkschiefer (graue Bünderschiefer) | 14 = Mylonitzonen                             |
| 7 = Graue und grünliche Phyllite        | 15 = Moränen und Gehängeschutt                |
| 8 = Kalkanlagen in den Bünderschiefern  | 16 = Störungszonen                            |

worin auch das Fenster See und die Beileitung des Fißlad-Baches angelegt wurden. Hierauf wurde wieder eine Zone von Schiefergneisen durchfahren, die sich als sehr standfest erwiesen (Talweitung See). Sie gehen allmählich in den Granitgneis der Watzespitze über. Es wechseln hier granitische mit migmatitischen und schiefri gen Lagen, die sich, wie erwartet, als sehr standfest erwiesen, aber auch stellenweise stark wasserführend.

Getrennt durch eine Zone von Biotitschiefergneisen mit Quarziten setzte die mächtige Amphibolitmasse ein, die S Feichten die Talenge bildet. Darin Fenster Feichten. Nach N wieder in Schiefergneise übergehend trat in diesen eine mächtige flachliegende Mylonitzone auf, die als eine von der Hauptüberschiebungsf läche abzweigende Störung anzusehen ist, da in ihr auch eine den Gesteinen des Engadiner Fensters entstammende Dolomitscholle angetroffen wurde.

Im Bereich der Überschiebung selbst, die eine recht glatte Fläche mit ungefähr 25 Grad Einfallen nach S darstellte, waren die Verhältnisse in baugelogischer Hinsicht wieder besser. Sie trennte relativ festen Amphibolit im Hangenden von grauen kalkigen und grünlichen Bündnerschiefern im Liegenden. Letztere waren von der Überschiebung in deren Nähe nicht mehr beeinflußt, als sich durch die allgemeine tektonische Verformung auch weiter ab ergab.

Die Bündner Schiefer hielten in dieser Beschaffenheit bis zum Wasserschloß bei verhältnismäßig flacher Lagerung an. Im Kraftabstieg waren die Verhältnisse durch Einschaltung von grünen Serizitschiefern, Rauhacken mit Gips und Dolomiten komplizierter und zu einem Großteil auch baugelogisch recht ungünstig.

Auf der Ostseite des Kaunertales verläuft ein Zuleitungsstollen, der die Seitenbäche des Kaunertales vom Gsahlbach an einfängt. Geologisch hat er im wesentlichen dieselben Verhältnisse angetroffen, wie der Druckstollen. Die sekundäre Störungszone wurde unter einer großen Rutschung im Südhang des Verpeitales angefahren.

Die genaue geologische Stollenaufnahme wurde durch Dr. MIGNON durchgeführt.

### 3. Imst — Innsbruck — Europabrücke — Zillertal — Gerlospaß — Krimml — Kaprun.

a) Hinweise zur Fahrt im Inntal (E. CLAR). Die Durchfahrt durch Innsbruck und Auffahrt zur „Europabrücke“ an der Brennerstrecke verlangt einen Hinweis auf die bis wenigstens etwa 200 m unter Talsohle reichende Pleistozänverbauung des Inntales im Bereich der breiten „Mittelgebirgs“-Terrassen und deren für die inneralpine Eiszeitgliederung klassische

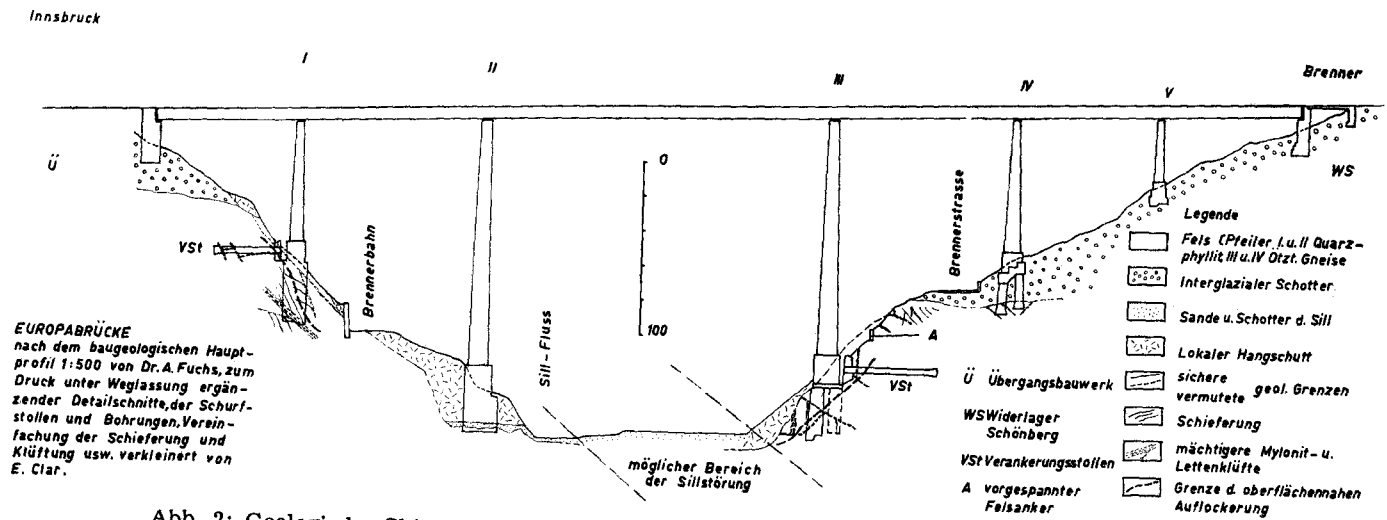
Teilgebiet der Höttinger Breccie am Fuß der Nordkette mit der Folge: Triasbasis - Mindelgrundmoräne - interglaziale Höttinger Breccie - Rißgrundmoräne - interglaziale Terrassensedimente - Würmgrundmoräne. In diesem Bereich wird auch die interessante Anlage des Innsbrucker Trinkwasserkraftwerkes überblickbar: Über basalem Triasgebirge erhebt sich hier hinter einer großen, zum Salzberg der Saline Hall führenden Störung die mit Buntsandstein und Reichenhaller Rauhwacken beginnende Schichtfolge der Nordkette als „Inntaldecke“ im Sinne von O. AMPFERER. Sie entläßt am Schnitt dieser Basis mit einer Querstörung ihr Karstwasser teilweise durch Höttinger Breccie in großen Quellen. Diese sind unter geologischer Beratung durch O. SCHMIDEGG in 1140 m Höhe mit einer Schüttung von 0,7 bis 1,6 m<sup>3</sup>/sec gefaßt und lassen vor Eintritt in das Versorgungsnetz ein Nettogefälle von 450 m in einem Kraftwerk abarbeiten.

Bei Schwaz begrenzt den Quarzphyllit im Norden der Zug des Schwazer Augengneis (Kellerjochgneis) gegen die altpaläozoischen Grauwackenschiefer, in denen der hohe Zug des Schwazer Dolomits, gespickt mit den Halden der alten Fahlerzbergbaue noch den Eingang des Zillertales quert. In den niederen Vorstufen am Inntal tritt nordalpine Trias wieder auf dessen Südseite über. Nördlich gegenüber in den Kalkalpen streicht das Wettersteinkalkgewölbe des Stanser Joches gegen das Inntal heran; auf ihm die Furche mit Deckschollen, an der O. AMPFERER den Begriff der Reliefüberschiebung abgeleitet hat. Das Stanserjochgewölbe wird vom Stollen des Achensee kraftwerkes durchstoßen. Die von Jenbach zum Achensee hinaufführende Furche ist bis tief unter die heutige Inntalsole nur durch Glazialsedimente verbaut; die Abdichtung der auf ihnen liegenden, nach Norden entwässernden Seewanne besorgt ein Teppich von Würmgrundmoräne, der bei der Seeanzapfung durchörtet worden ist.

b) Baugeologie der Europabrücke (kurzgefaßte Darstellung mit einem geologischen Schnitt, Abb. 2) (ALFRED FUCHS).

Die Europabrücke der Brenner-Autobahn quert das Sill-Tal an einer Stelle, wo dieses der großen Sillstörung (= Grenze zwischen Quarzphyllit im Osten und Öztaler Gneis im Westen) folgt. Die genannten Gesteine bauen die unteren Teile der beiden Hänge auf. Obere Hangbereiche werden von einer mächtigen Decke interglazialer Schotter gebildet.

Das Übergangs-Bauwerk (Ü), der Pfeiler V und das Widerlager Schönberg (WS) sind in den Schottern gegründet, die Pfeiler I und II in Quarzphyllit, die Pfeiler III und IV in den Öztaler Gneisen.



Während die Gründung von Ü, Pfeiler V und WS in den Schottern und des Pfeilers IV im Gneis ohne Schwierigkeiten möglich war, hat die Gründung der übrigen Pfeiler, besonders I und III, mehr oder weniger große Schwierigkeiten und baulichen Aufwand verursacht. Bei diesen waren die wesentlichen baugeologischen Probleme: in bezug auf den Hang ungünstig liegende Mylonit- und Lettenklüfte und andere Gefüge-Elemente, die Lage der Bauwerke in bezug auf die im Talboden durchziehende Sill-Störung und oberflächennahe Auflockerungsbereiche.

Die wesentlichen Züge des Gesteinsgefüges sind aus den Schnitten zu ersehen, da die meisten Klüfte und die Schieferung vom Haupt-Profil (längs der Brücke) etwa quer geschnitten werden. Aus der Zusammenschau mit den übrigen Schnitten kann die räumliche Lage einzelner großräumiger, mit Nummern bezeichneter Klüfte ersehen werden.

Der Pfeiler I mußte (u. a. im Hinblick auf den darunter liegenden Tunnel der Brennerbahn) unterhalb der hangparallel verlaufenden Störung 4 gegründet werden. Umfangreiche geologische Untersuchungen, felsmechanische Großversuche und Überlegungen waren nötig. Obere Hangbereiche mußten durch Abräumen und Ankerstollen gesichert werden.

Das Fundament des Pfeilers II mußte den dort mächtigen Hangschutt durchstoßen, um auf Fels zu gelangen.

Der Pfeiler III hat in der Tiefe die Öztaler Gneise in oberflächennahen Bereichen stark aufgelockert vorgefunden und überdies eine talwärts fallende Störzone mit Mylonit und Letten (9). Die Füße des Fundamentes mußten bis in den kompakten Bereich und unterhalb die Klüfte 8 und 9 abgeteuft werden. Der Hang oberhalb des Pfeilers wurde durch Ankerstollen und Felsanker gesichert.

c) Geologische Verhältnisse im Gerlostal, längs der Straße Zell am Ziller—Gerlos (O. SCHMIDEGG)

Der Ausgang der Gerlosschlucht liegt in Quarzphyllit, über den auch die Straße in engen Kehren emporsteigt. Der Hang unter der Kirche Hainzenberg neigt sehr zu Rutschungen, woran die darunter noch vorhandenen Hohlräume des aufgelassenen Goldbergbaues sicher nicht unschuldig sind.

Die Hochfläche von Hainzenberg wird von Terrassenschottern und Moränen aufgebaut, unter der die als Störung ausgebildete Grenze zwischen Quarzphyllit und den Gesteinen des Tauernfensters durchzieht. Zunächst sind es unterostalpine Serien. Triasdolomit und grüne Arkosen einer nördlichen Schuppe stehen im Wald hinter Ötschen an. Der Graben des Schönberg Baches ist in Triaskalke der Hauptzone eingeschnitten, nördlich dem bis zum Eck die jüngeren Quarzite und dunklen Phyllite

folgen. Die Kalke queren dann spitzwinklig nochmals die Straße und den Gerlosbach in tiefer Schlucht. Nach dem nächsten Bacheinschnitt folgen darüber (in verkehrter Folge) die grünen permotriadischen Arkosen und Serizitquarzite, die als Baustein für die Straße gute Verwendung fanden. Am Ausgang des Schwarzachtales bedecken Endmoränen die grünen Quarzite und bilden einen langgestreckten Hügel. Hinter ihm ist der tief eingeschnittene Gerlosbach durch die Gerlossperre, die erste Gewölbe-mauer in Österreich (1943—1945) gestaut. Weiter talein der See des Wochenspeichers. An seiner Südseite an der Straße weiße Quarzite mit dunklen Phylliten. In ersteren ist auch die Klamm des Wimmertal-Baches eingeschnitten.

N der Häuser von Gmünd setzen wieder die Kalke der Trias mit gelblichen Dolomiten ein, die das Tal an seiner Nordseite bis Gerlos begleiten, während an seiner Südseite bald nach Gmünd die grüne Serie der grünen Arkosen herrscht.

Im inneren Gerlostal sind Rutschhänge und Schuttfächer sehr verbreitet. So kommt bei der Einfahrt nach Gerlos ein großer Schuttkegel von S (Arbiskogel) herab, am Ortsausgang (Oberwirt) von N mit gut sichtbarer Ausbruchnische in schwarzen Phylliten und weißen Quarziten.

Im Schönachtal Blick auf den Augengneis des Hanger, der beiderseits von Hochstegenkalk ummantelt ist. Die Straße steigt allmählich einen Rutschhang hinauf, der anfänglich (Wiesen) aus dunklen Phylliten, dann aus Karbonatquarziten besteht.

Nach einer Brücke wird die Dammbaustelle erreicht. In ihrem Bereich stehen im S Chloritschiefer an, während sonst die Hänge von Rutschungen überdeckt sind.

d) Speicher Durlaßboden (im Bau) der Tauernkraftwerke A. G. (G. HORNINGER).

Erddamm mit zentralem Dichtungskern. Der Damm riegelt einen verhältnismäßig breiten Querschnitt des oberen Gerlostales ab. An der linken Flanke Einbindung des Dichtungskernes in anstehenden Grünschiefer. An der rechten Flanke Einbindung in eine durch Stollen, Schacht und Bohrungen eingehend erkundete Sackungsscholle aus hellgrauem Quarzit und Graphitphyllit. Felsgrund unter dem Talboden ca. 130 m tief verschüttet, anscheinend flach ausgerundet. Im tiefsten Bereich wurde durch Bohrung gipsreicher Phyllit nachgewiesen. Die Lockermassen der Tal-füllung sind eine komplizierte, vielfach wechselnde Folge mehr minder linsenartig übergreifender Ablagerungen aus Sand-Kiesgemenge, schluffigen Stauseesedimenten und — zum geringen Teil — aus steifer Grundmoräne. Die vielreihige Injektionsschürze bindet in einen durch Bohrun-

gen über die ganze Talbreite verfolgten Schluffhorizont, etwa 50 m unter dem Talboden ein. Die Sackungsmasse an der rechten Talflanke hat sich in den Sedimenten der Talfüllung festgefahren und hat diese noch gestaucht.

e) Gerlospaß-Straße bis Krimml.

Eine eingehende geologische Bearbeitung des Bereiches der Straße über den Gerlospaß mit Kartenskizze wird in diesem Band im Führer für den 6. Tag der Exkursion I/1, Großvenediger, von O. SCHMIDEGG gegeben. Hier wird nur ein kurzer Auszug (E. CLAR) aus diesen Daten wiederholt.

Von der Dammbaustelle Durlaßboden führt die bisherige Straße zuerst im Talboden des künftigen Speichers, der nach Süden in die Wildgerlos umbiegt, und steigt dann steiler durch kleinere Aufschlüsse von dunklen Phylliten, Karbonatquarzit und von grünen Quarziten und Arkosen, die in einem Stollen mit Gips verknüpft waren, zur Paßhöhe. Die Neue Straße steigt zuerst in zwei Kehren über die großen, einstigen Rutschmassen des nördlichen Hanges und dann in diesem unter Benützung flacherer Stufen über Stauziel gegen den Paß. Am westlichen Königsleitenschbach weiße Quarzite mit Chloritschiefern, am östlichen Quarzit mit Breccien und grobklastische Schiefer; am Larmerbach Karbonatquarzit und schwarze Phyllite.

Vom Paß nach Salzburg senkt sich die alte schmale Straße in die nördliche Talseite und erreicht genau unter der Salzachbrücke die große Störung, die die Hohen Tauern bzw. das Unterostalpin der Gerloszone von der Fortsetzung des Innsbrucker Quarzphyllites im Norden trennt. Die breite Furche des Pinzgau folgt geradlinig dieser Störung nach Osten. Die neue Gerlosstraße, von der Großglocknerhochalpenstraßen A. G. 1960-62 erbaut, wendet sich vom Paß schwach ansteigend gegen SE zunächst über Moränen mit eindrucksvollen Hochmooren; in den Moränen bald im Abstieg eine große Rutschnische, die mit einer Hangbrücke gequert wird. Hinter der Bergkante mit schwarzen Phylliten (weiter unten Quarzit und Kalk) öffnen sich die ausgedehnten und mächtigen Rutsch- und Fließhänge der Schönmoosalm und im Blaubachtal, in denen erst nach außergewöhnlich umfangreichen Drainagierungsarbeiten der Bau der kühnen Kehrenentwicklung gewagt werden konnte. Über den Blaubach wird auf dessen Südseite der wieder feste Rücken des Hochstegenkalkes erreicht, den im Bereich der Kehren und Parkterrassen am Aussichtspunkt gegenüber den Krimmler Wasserfällen die Augen- und Flasergrneise der Oberulzbachzunge des „Zentralgneis“-Kernes unterlagern.

Beim Verlassen des Talkessels von Krimml wird vor dem Bahnhof von Krimml im Sporn der Nöblachwand noch der Zug der Krimmler Trias (Dolomite in Steinbrüchen) gequert. Entlang der von den Alluvionen des Pinzgau verdeckten großen Störung des Tauernnordrandes spitzt die Gerloszone S von Neukirchen aus. Erst südlich von Mühlbach, bei Wensns-Veitlehen, markiert wieder ein steiler isolierter Zug von Triaskalk (früher für paläozoisch gehalten), nun zwischen den paläozoischen Schiefen der Habachserie der Tauern im Süden und dem Quarzphyllit im Norden die große tektonische Bedeutung dieser Grenzstufe.

#### 4. Großglocknerhochalpenstraße — Margaritzenspeicher — Kaprun

##### Zur Geologie der Straße (E. CLAR)

Trotzdem der Tauernhauptkamm in diesem Abschnitt mit dem Großglockner (3797 m) seine größte Höhe erreicht, ist er baulich als eine Depression der Längsachse gekennzeichnet, da hier die Gneiskerne in die Tiefe verschwunden sind und die Obere Schieferhülle wie eine Brücke geschlossen das Tauerngewölbe überspannt. Diese Depression wird durch etwa N—S-streichende enge Querfalten ausgeführt, deren Achsen im Hauptkamm flach liegen und im Abtauchen gegen Norden von einer jüngeren randparallelen Durchbewegung mit NW-Achsen abgelöst werden (siehe Exkursion I/2, G. FRASL, W. FRANK in diesem Band und Tafel dort).

Bei der Straßendurchfahrt bietet die nördlichste Zone der Fuscher Phyllite keinen Aufschluß. Die Steigung der Bärenschlucht innerhalb Fusch führt durch die steil bis überkippt nach Norden abtauchenden Kalkglimmerschiefer, also epimetamorphe, kalkreiche mesozoische Bündnerschiefer mit einer Hangendmasse von grünen Vulkaniten in Prasinitfazies; im linken Hang der Schlucht der Stollen des Bärenwerkes. Im Wiesbachhornkamm über Ferleiten legen sie sich flach und ziehen als eng gepreßtes N—S-Faltenpaket, in dem der Möllstollen liegt (s. u.) in die Südabdachung. Die Basis dieser „Oberen Schieferhülle“ ist ein Bewegungshorizont, mit Schollen von Triasdolomiten, Quarzit, Prasinit u. a., in dem weiter südlich die großen Serpentinkörper Brennkogel—Heiligenblut erscheinen.

Unter dieser Verschubbahn liegt im weiteren Bereich der Paßstraße über das Hochtorn in stengeligen N-S-Falten eine andere mesozoische Folge: Hangend dunkle Phyllite und Kalkphyllite mit hellen Quarziten, Karbonatquarziten und Breccienlagen, vermutlich vorwiegend Lias (Auffahrt unter Fuschertörl, Brennkogelbasis—Hochtorn W), helle Serizitquarzitschiefer und Chloritoidschiefer, vermutlich Obertrias-Quar-



tenschiefer (Fuschertörlgebiet), helle Dolomite, Rauhacken mit Gips und Bändermarmore der „Seidlwinkeltrias“, als Basis und Kern die quarzitisches „Wustkogelserie“ (G. FRASL), die im Seidlwinkeltal wieder von Bündnerschiefern unterlagert wird.

Die „Gletscherstraße“ zur Pasterze tritt über Serpentin wieder in Kalkglimmerschiefer ein und endet in der Prasinitmasse, die auch den Großglockner selbst aufbaut. Der Fußweg zur Hofmannshütte führt durch diese Prasinite in Kalkglimmerschiefer und noch zu Blockwerk aus den glaukophanführenden, eklogitischen Prasiniten der Gamsgrube. Der Moränenrand unter dem Weg ist die Marke des Hochstandes der Pasterze von 1856 und gibt damit ein lebendiges Bild des Eisschwundes der letzten hundert Jahre, in denen die Zunge schon mehr als 1 km Länge verloren hat. Südlich der Parkplätze liegt nur wenig über diesem Schuttsaum auf dem Rundbuckelrücken die kleine Gruppe der grünen Wälle des mittelalterlichen „Ferna“-Hochstandes.

Die Großglocknerhochalpenstraße wurde 1930—1935 von Hofrat Dipl.-Ing. F. WALLACK nach einem Entwurf aus dem Jahre 1924 erbaut. Das besondere Kennzeichen dieser Bauleistung aus wirtschaftlich schwerer Zeit liegt nicht in ihren großen oder kühnen Kunstbauten, sondern im Gegenteil gerade darin, daß solche nur unter Verzicht auf Schnelligkeit, nicht auf landschaftliche Schönheit durch eine meisterhafte Einfügung der Trasse in die Gegebenheiten des Geländes weitgehend vermieden werden konnten. So gingen die baugeologischen Schwierigkeiten nur selten über heiklere Felsanschnitte, Böschungssicherungen und Murbachdurchleitungen hinaus.

Nach Ferleiten geht die erste Kehregruppe der Piffalm über einen beruhigten ehemaligen Fließhang mit Moränenauflage, der großen Gleit- und Bergsturzmasse der „Hexenküche“ in der zweiten langen Kehregruppe entspricht noch in der Taltiefe — wie Schürfungen gezeigt haben — eine bedeutende Verschüttung des Felsprofils. Die Verwendung von roten Ammonitenkalken aus Adneth bei Salzburg als Randsteine in diesem Baulos ist ein Hinweis auf die überraschende Knappheit an formatisierbarem Baustein in der Trasse. Die Aussichtschleife um den Fuschertörlkopf muß mit der Überwindung eines Fließhanges in gipsführendem Dolomit erkämpft werden, die Auffahrt zu der auch geologisch hervorragenden Aussicht von der Edelweißspitze (früher Leitenkopf 2577 m) nur mit engen Kehren. Der 275 m lange Hochtortunnel (Abb. 3) erreichte unter den Schiefen der Paßhöhe noch die untertauchenden Karbonatgesteine des Törlkopfes, hatte aber in sandartig zerfallendem rauhackigem Dolomit die Neigung zu Firstnachbrüchen zu meistern. Ein älteres Touristenhaus in der Mulde südlich des Hochtortes wurde das Opfer

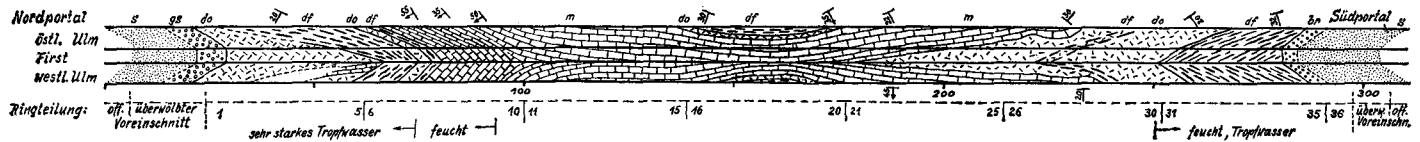


Abb. 3: Die geologischen Verhältnisse im Hochtortunnel der Großglocknerstraße.

Skizze; reine Tunnellänge 275,9 m, Gesamtlänge 310,17 m — Ulmen aufgeklappt, Anblick von oben und außen!

Nach Sohl-, vor Firststollen — Durchschlag aufgenommen. E. Clar, 29. 6. 1934

s... Hangschutt, 'gs... Blockwerk, br... Gehängebreccie; m... Kalkmarmor, meist hellgrau, do... heller, brecciöser Dolomit, df... Flaserdolomit, sand, Rauwacke.

von Lawinen. Den Fuß des rechten Guttalhanges sichern starke Verbauungen zugleich gegen Unterwaschung wie gegen den starken Hangschub, der hier am Rand einer gewaltigen Felsabsitzung wirkt, deren Sturzmassen über 1000 m Höhe bis zur Möll reichen. Der baulich schwierigste Teil der ganzen Straße sind anscheinend die fort und fort zu erweiternden und nun schon mehrstöckig dem einstigen Prasinitwandzug abgezwungenen Parkanlagen.

Hiezu: Geologische Karte des Großglocknergebietes 1:25.000 von H. P. Cornelius und E. Clar; Geol. B. A. Wien 1935;

Ältere Exkursionsführer im Straßenbereich:

S. Prey: VII. Tauernfenster in: Geolog. Führer zu den Exkursionen, Verh. Geol. B. A., Sonderheft A, Wien 1951, 95—110.

E. Clar: Gesteinswelt und geolog. Bau längs der Großglockner-Hochalpenstraße; Carinthia II. 143. Klagenfurt 1953.

b) Margaritzenspeicher (Stauziel 2000,0 m, SH) der Tauernkraftwerke A. G., Werksgruppe Glockner-Kaprun (G. HORNINGER).

Kleines Becken im unmittelbaren Vorland der rezenten Pasterzenzunge, das noch beim Vorstoß 1856 durch einige Jahrzehnte unter Eis lag. In diesem Becken wird der Pasterzenabfluß gesammelt und durch den 11,7 km langen Möllstollen nach Norden in den Mooserbodenspeicher übergeleitet. Beckenachse des Margaritzenspeichers quer zur Richtung Pasterze—Mölltal, durch glaziale Kolkung an steiler Nord—Süd-Störung angelegt (vgl. CLAR-CORNELIUS, Geologische Karte des Großglocknergebietes). 2 Unterbrechungen des talseitigen Beckenrandes: a) die tief eingekerbte nördliche, durch die die Möll abfloß und die nun durch eine schlanke, 90 m hohe Gewölbemauer abgeriegelt wurde; b) die flach eingesattelte südliche, die durch eine nur 30 m hohe Gewichtsmauer geschlossen wurde. Beide Sperren liegen in flach südfallendem, festem Kalkglimmerschiefer. Der Bau der Gewichtsmauer war in geologischer Hinsicht problemlos, da ihr Felsgrund von keiner Störung geschnitten wird. Dagegen wird der rechte Flügel der Gewölbesperre von einem steilen, mehrästigen, insgesamt etwa 4 m breiten Verwerfungstreifen tangential getroffen, der wegen seiner schlechten Gesteinsbeschaffenheit den Bau wesentlich erschwerte. Diese Verwerfung ist nur eine kurze Parallelstörung zu der kilometerlangen, die das Becken vorgezeichnet hat und endet im Süden blind genau auf Höhe Stauziel, während sie sich gegen die Möllschlucht im Norden allmählich verliert. In der 11 m tiefen, zum Teil nur einen halben Meter breiten, verschotterten Klamm unter dem natürlichen Möllbett stand völlig frischer Kalkglimmerschiefer ohne die Spur einer Längsstörung an.



luftseitig vom Sperrenfuß. An dieses Band legte sich eine technisch wenig störende, leichte Verwerfung mit Fuchsitnestern an.

Ernstliche Schwierigkeiten geologischer Art bereiteten allein die dachschindelartig zur Talachse einfallenden, mittelsteilen Kluffplatten am Osthang, die erst beim Aushub zum Vorschein kamen. Sie wurden damals, vor 18 Jahren, für den treppenförmigen Aushub für die geplante Pfeilerkopfmauer als so gefährlich erachtet, daß man der Sicherheit der Bauausführung zuliebe auf die Gewölbe-Gewichtsmauer umplante. Das kalkreiche Gestein erwies sich als ziemlich wasserundurchlässig. Nicht nur in den von Haus aus stärker geklüfteten äußeren 15 Metern, sondern auch noch viel tiefer, regellos über den Talquerschnitt verteilt, traten immer wieder hohe Abpressungsverluste und entsprechend hohe Aufnahmen bei den Zementinjektionen auf. 7300 lfm-Tiefenschirm-Bohrungen, darin 594 t Zementaufnahme.

Die Moosersperre riegelt die westliche, die Drossensperre die östliche Abflußfurche des Mooserbodenbeckens (1950 SH) ab. Stauziel 2036 m. Auch dieses Becken ist eine überwiegend durch schluffige Sedimente verlandete, weit über 100 m tief ausgekolkte, glaziale Seewanne. Beide Sperren stützen sich mit einer Flanke an den etwa 200 m breiten und 150 m hoch die Schwelle überragenden Felskopf der Höhenburg. Jede der beiden Mauern wurde auf eine gewachsene Felsschwelle gegründet. Die, auf der die Moosersperre, eine gekrümmte Gewichtsmauer, steht, war nur einige Meter mit Schotter und Sand überschüttet, auf dem die Kapruner Ache in einem seichten Bett floß. Im Fels der Schwelle war ein etwa 5 m tiefes, ehemaliges Achenbett mit schönen Strudeltöpfen eingeschnitten. Die Schwelle, der die schlanke Gewölbemauer „Drossensperre“ aufsitzt, trug etwa 15 m Sedimentauflage: unten Stauseeschluff, darüber Sand und Kies. In diesen Seeablagerungen wurden frische, ersichtlich durch Felssturz oder Eisbruch abgeschlagene Lärchenstämme gefunden, die nach einer C<sup>14</sup>-Bestimmung  $1790 \pm 80$  Jahre alt sind. In die Schwelle war eine 0,5 bis 1 m breite und etwa 6 m tiefe Klamm eingesägt.

Im Gegensatz zum einfachen geologischen Aufbau an der Limberg-sperre sind die Gesteinsverhältnisse im Bereich beider Mooserbodensperren durch das Ineinandergreifen von Verbänden der jüngeren und der älteren Schieferhüllen kompliziert. Die Kalkglimmerschiefer und Prasinite der jüngeren Schieferhülle einschließlich der häufigen stofflich vermittelnden Glieder, die wohl auf Aschentuffeinstreuungen im ursprünglichen Kalkschlamm zurückgehen, nehmen zwei Drittel im gesamten Längenschnitt über beide Sperren ein. Das dritte Drittel, durchwegs in sich kompliziert aus Dolomit, Kalkmarmor, Muskovit-Biotitglimmerschiefer und konglomeratverdächtigen Gneisen zusammengesetzte Schichtstöße,

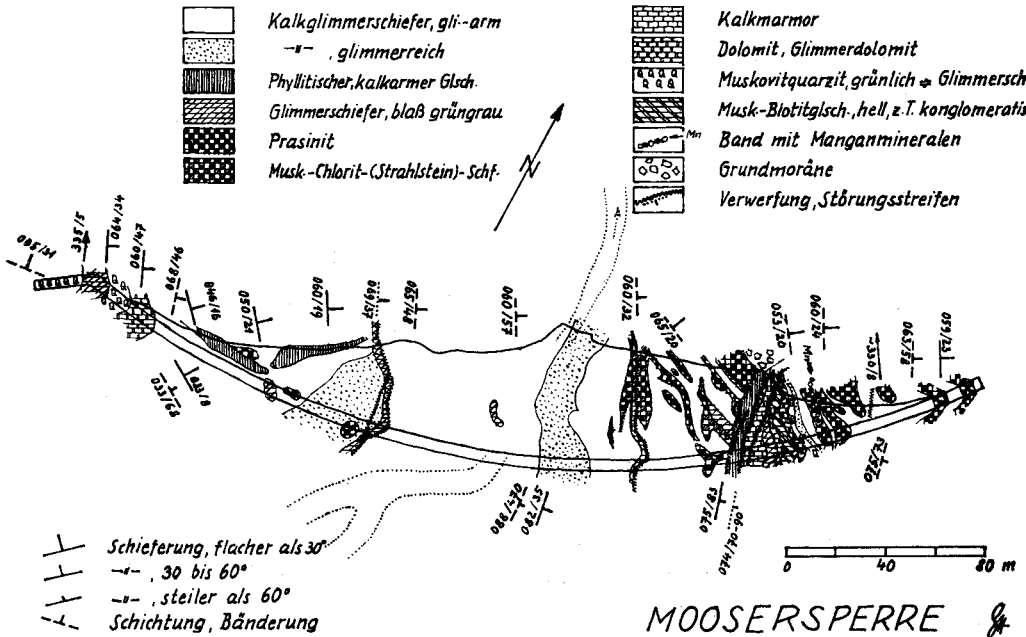


Abb. 5: Moosersperre — Oberstufe Kaprun; Geologische Skizze der Gründungsfläche (G. Horninger)

die zur Trias der älteren Schieferhülle gehören, verteilt sich auf den oberen linken Flankenbereich der Moosersperre, die rechte Flanke derselben und auf den Scheitelbereich der Drossensperre.

Bemerkenswert ist, daß im Bereich beider Sperren das regionale flache Nordfallen durch teils weitgespannte, teils dm-enge Faltung um flache Nord—Süd- bis NNW—SSO-Achsen überprägt ist. Nach solchen Achsenlagen sind im wesentlichen auch die Prasiniteinschaltungen im oberen Drittel des Osthanges der Moosersperre eingerollt. Durch jede der beiden Sperrenaufstandsflächen verlaufen jeweils am Knick vom Talbereich zur rechten Flanke steil ostfallende, mehrere Meter breite Störungsstreifen in Richtung der Talachse. Diese großen jungen Verwerfungen haben den Bauablauf empfindlich beeinflusst. Die Störung in der Moosersperre versetzte Kalkglimmerschiefer und Prasinit im W gegen einen Verband der älteren Schieferhüllen im E. Nebenbei bemerkt folgt an allen Grenzstellen die jüngere auf die ältere Schieferhülle ohne tektonischen Sprung. Die Störung im Grund der Drossensperre liegt in einer Prasiniteinschaltung des Kalkglimmerschiefers. Die Gesteinsverhältnisse und Ansätze zu Karstkluftbildung in besonders kalkreichen Kalkglimmerschieferbändern verursachten einen ziemlichen Aufwand an Dichtungsarbeiten. Insgesamt

# DROSSENSPERRE

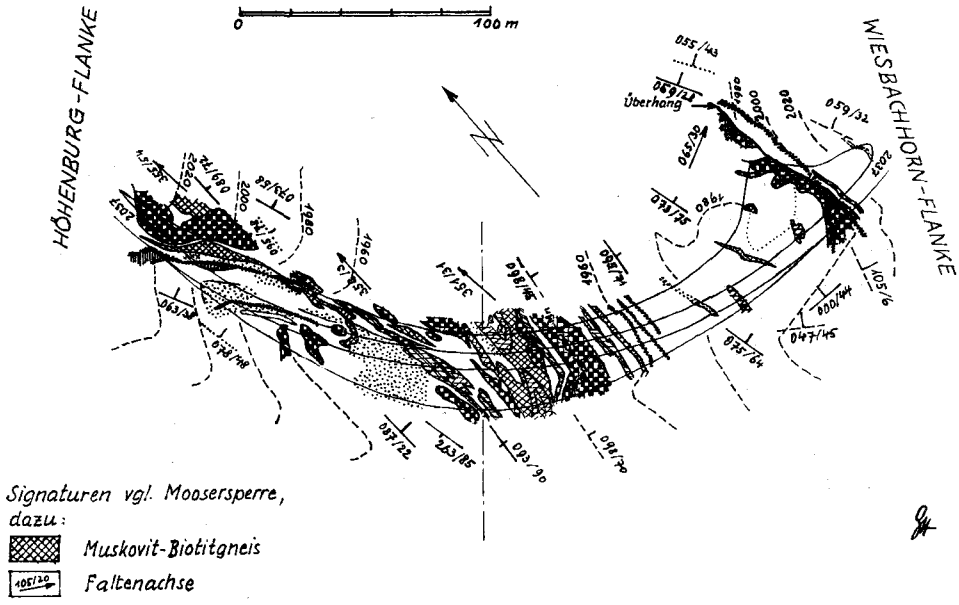


Abb. 6: Drossensperre — Oberstufe Kaprun; Geologische Skizze der Gründungsfläche (G. Horninger)

wurden allein für den Tiefenschirm über beide Sperren 41 km Bohrungen ausgeführt und 2,3 Millionen Kilogramm Zement plus Hilfsstoffe eingepreßt.

Die Triebwasserführung vom Mooserboden zum Krafthaus der Oberstufe an der Limbergsperre erfolgt im rechten Hang. Der Stollen liegt im Kalkglimmerschiefer und in schwarzen, phyllitischen Schiefen. Beide sind häufig durch Übergänge verbunden. Der Druckstollen vom Krafthaus der Oberstufe und Speicher zum Krafthaus Kaprun verläuft im linken Berghang. Im südlichen Drittel liegt er noch im Kalkglimmerschiefer der jüngeren Schieferhülle. Seine nördlichen zwei Drittel durchstoßen die auflagernden Rahmengesteine. Die Druckrohrleitung der Hauptstufe liegt auf Kalkphyllit. Ein kleiner Speicher zum Betrieb der sogenannten Eigenbedarfsanlage wird durch eine nur 19 m hohe Gewichtsmauer am Eingang der Sigmund-Thun-Klamm aufgestaut. Die Sperre liegt in teilweise phyllitischem Kalkglimmerschiefer.

b) Kraftwerk Schwarzach (Salzachstufe I) der Tauernkraftwerke A. G. (G. HORNINGER)

Bei Högmoos, westlich von Taxenbach wird ein Teil des Salzwassers ausgeleitet und in einem 16,9 km langen Stollen durch die rechten Hänge

des Salzachtales bis zu einem Ausgleichsbecken SW über dem Ort Schwarzach-Pongau geführt, sodann über 149 m Gefälle im Krafthaus Schwarzach abgearbeitet.

Wehr und Entsander Högmoos auf Glazial- und Interglazialablagerungen. Der Stolleneinlauf quert die 100 m breite, aus tonigen Phyllitmyloniten gebaute Salzachtallängsstörung. Der Stollen mußte im Streichen geführt werden. Man suchte nach Möglichkeiten die Klammkalkzüge auf, in denen rund die Hälfte der Gesamtlänge liegt. Die andere Hälfte fährt überwiegend durch blaßgrüne, gebräuche Phyllite der Radstätterserien; darin auch auf zwei Hundert-Meter-Strecken Gips mit Anhydrit. Der alten Salzachfurche, in der die Ortschaft Embach liegt, weicht der Stollen weit nach Süden in den südlichen Klammkalkzug aus. Ausgleichsbecken in trockenliegender, alter Längstalfurche. In ihr wurde beim Aushub unter einer Lockermassenfüllung aus Sand, Kies, Stauseeablagerungen, sowie Moräne eine Radstätterserie mit Gips, Rauhwacke, schwarzem und grünem Phyllit angetroffen. Das Becken mußte daher zur Gänze künstlich gedichtet werden. Kraftabstieg überwiegend durch phyllitische Kalkschiefer. Das Krafthaus Schwarzach steht auf konglomerierten Schottern.

Bauschwierigkeiten traten im Stollen durch große Warmwassereinträge im karsthöhlenreichen Klammkalk südwestlich von Lend (maximal 31 Grad Celsius) auf. Schwierige Unterfahrung der Tauernbahn und der Westbahn mit dem Triebwasserstollen bei Schwarzach, weil Schotter und Sand nicht verkittet waren.

Hiezu: G. Horninger: Baueologisches vom Salzachkraftwerk Schwarzach; Österr. Zs. Elektr.-wtsch. (ÖZE) 12. Wien 1959.

6. St. Johann im Pongau — Radstadt — Admont — Hief-lau — St. Gallen.

Gebiet der Enns in Steiermark mit Anlagen der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A. G. (E. CLAR).

Nach Bischofshofen beim Verlassen des Salzachtales kurzer Vorstoß aus dem Schieferpaläozoikum der Grauwackenzone in die Werfener Schiefer der Kalkalpenbasis, hier im „Werfen-St.-Martiner-Schuppenland“ zu gewaltiger Mächtigkeit gestapelt. Lange Aufschlüsse an der Salzachbrücke und an der Abzweigung eines jüngeren Felseinschnittes aus der älteren breiten Talfurche ein schwieriger Rutschhang.

Auffahrt zu den breit verschütteten Talflächen des oberen Ennstales; der „Mandlingpaß“, die Landesgrenze zwischen Salzburg und Steiermark, ist nur der Durchbruch der Enns aus ihnen durch die Trias des „Mandlingzuges“, der in der Fortsetzung der großen Tauernnordrandstörung und der Tertiärfurche von Wagrain die altpaläozoische Grauwacken-



gruppe von den „Ennstaler Phylliten“ im Südosten trennt. In den Steinbrüchen östlich Radstadt sind in dieser Trias tertiäre Schotter und Tone tektonisch eingeklemmt; im brüchigen Dolomit der Mitteltrias der eindrucksvollen, erst seit etwa 70 Jahren entwickelte „Eibenberger Tobel“.

In dem fast 100 km langen gefällsarmen Längstalaabschnitt der Enns sind die Zubringer von Süden aus dem Kristallin der Niederen Tauern noch kaum energiewirtschaftlich genützt, von Norden aus den Kalkalpen die Salza. Ein Großteil der morphologisch möglichen Sperrstellen für die der Enns noch fehlende Jahresspeicherung in Hochtälern enthält aber beachtliche baugeologische Schwierigkeiten.

**Salzasperre:** Die 52 m hohe Gewölbemauer sperrt nahe St. Martin am Grimming die enge Kalkschlucht der aus dem Mitterndorfer Becken kommenden Salza im „Paß Stein“ zwischen den Stöcken der Kammspitze (W, 2141 m) und des Grimming (E, 2351 m). Sie steht in mächtigem ungeschichtetem Riffkalk der Obertrias, hier schwach dolomitisch, nördlich mit Dachsteinkalk verbunden; Entspannungsklüfte parallel den Schluchthängen haben in ihm beim Neubau der Straße über dem Stausee größte Vorsicht erfordert. An der Sperre verengt sich die Schlucht an einer quer zu ihr durchschneidenden steilen Störung und bot so den Flügeln einen ausgezeichneten Aufstand. STINI vermutet hier nacheiszeitliche Verstellung. Eine ähnliche, starke Störung unten am Schluchtfuß (Salzafall) trennt den Riffkalk von älteren Triasdolomiten, Werfener Schiefen und Grauwackenschiefern; die Karstentwässerung beweist eine junge Hebung des Riffkalkes an ihr: Erst etwa 30—50 m über dem Stauziel (771 m), wo eine Reihe von Karstquellen austritt, beginnt eine allgemeine, kräftige Verkarstung des Riffkalkes mit Höhlen und Lösungsschläuchen. Daher gelang die Abdichtung in diesem Karstmassiv ohne Schwierigkeiten (Injektions-schleier im Mittel nur 13 m tief mit 7 kg/m Zementaufnahme (!); 0,5 l pro Sekunde örtliche Verluste durch Zusatzinjektionen praktisch verschwunden). Eine starke, tieferliegende Quellgruppe am Schluchtausgang blieb gemäß Voraussage vom Aufstau unbeeinflusst.

Weite Vermoorungen kennzeichnen den ursprünglichen Talboden des Ennstales zwischen Stainach und dem Gesäuse; Felssohle bei Wörschach in 192 m Tiefe erbohrt, in der Füllung eine Folge von drei Stauseen und seichte Schotterkegel der Seitenbäche auf ihnen (K. BISTRITSCHAN).

Energiewirtschaftlich ist der Ennsfluß selbst erst in seiner Durchbruchstrecke durch die Kalkalpen mit über 370 m Fallhöhe vom Eingang in die großartige Schlucht des Gesäuses bis zur Mündung in die Donau interessant. In einer mehr als vierzigjährigen Planungsgeschichte sind in Steiermark und Oberösterreich neben dem jetzt der Vollendung nahen Ausbau einer Kette von Staustufen mit oder ohne Fluß-

umleitung auch „große“ Lösungen mit Abschneiden des Ennsknie bis St. Gallen oder noch weiter bis Ternberg, außerdem die Möglichkeiten der Langzeit-Speicherung in Zubringern und im Flußtal selbst durchgearbeitet worden.

Das Gesäuse durchschneidet etwa 2000 m Trias neben einer erst nördlich des Tales durchziehenden und dieses bei Hieflau überschneidenden Störung. Die Felssohle liegt aber tief, schätzungsweise wenigstens 100 m unter der heutigen Enns; nur Bergstürze und große Felsabsatzungen bilden z. B. die scheinbare Schwelle am Gesäuseeingang, sie haben hier und weiter talab wiederholt Seen gestaut. Erst unter Altenmarkt erscheinen die ersten, noch zerschnittenen Felsschwellen und ab Großraming bis zur Mündung liegt der vorpleistozäne Untergrund allgemein ganz seicht. Der tiefe Felseinschnitt ist jedenfalls älter als Würm. Der Ennsgletscher des Würm endete mit einem Arm am Sattel der Buchau N Admont, eine ältere Großvereisung schob ihre Grundmoränen bis über Altenmarkt hinaus. Die teilweise konglomeratischen Schotter der „Niederterrasse“ des Würm füllen das Tal ab Hieflau bis über 50 m über den Fluß und dieser hat mehrfach neben diesem breiteren Schottertal epigenetische Felsengen eingeschnitten.

Das Wehr des Kraftwerkes Hieflau unter Gstatterboden konnte die weichen Schlammte eines einstigen Sees in der Talweitung vermeiden und im Trockenen auf einen dichten Grundmoränenrücken aufgesetzt werden (siehe Schnitt Abb. 7, Fig. 1). Der Stollen fand im Dachsteinkalk etwa die erwarteten, recht günstigen Verhältnisse; die enge Schlucht des Hartelsgrabens wurde 60 m unter ihrer Schuttsohle gequert und war hier erwartungsgemäß noch als eine 25 m breite Schutt- und Blockmasse mit sandigem Lehm zu durchfahren, die aber nur gegen 2 l/sec Wasser brachte. Das Wasserschloßgerinne und das künstliche Wochenausgleichsbecken auf der Würmterrasse der „Waag“ erforderte ausgedehnte Untersuchungen und Kontrollvorkehrungen gegen allfällige Undichtigkeiten; denn unmittelbar unter dem durch hohe Stützmauern gesicherten Steilabfall der Terrasse erstrecken sich die Bahnanlagen des Knotenpunktes Hieflau. Bei diesen Arbeiten zeigte sich eine Zweiteilung der Terrasse, die wahrscheinlich einer Zweiphasigkeit der Würmvereisung entspricht, in einen älteren Anteil mit Verkarstung durch Lösungsläuche („Orgeln“) und einen jüngeren Anteil etwas geringerer Höhe ohne diese. Beim Bau des Krafthauses (siehe Schnitt Abb. 7, Fig. 2) — an der Stelle eines einstigen Hochofens — wurden ältere Seetone erschlossen, die jedoch durch die geologische Auflast der 80 m Terrassenschotter ausreichend verfestigt waren.

Als Wehrstelle der nächsten Stufe bietet sich die Felsenge der Wand-

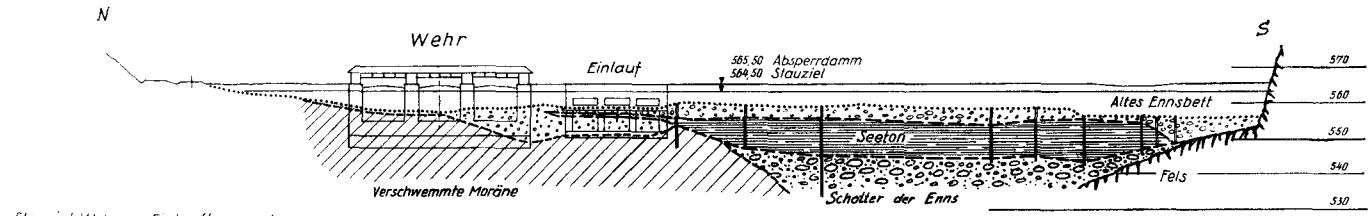


Fig.1

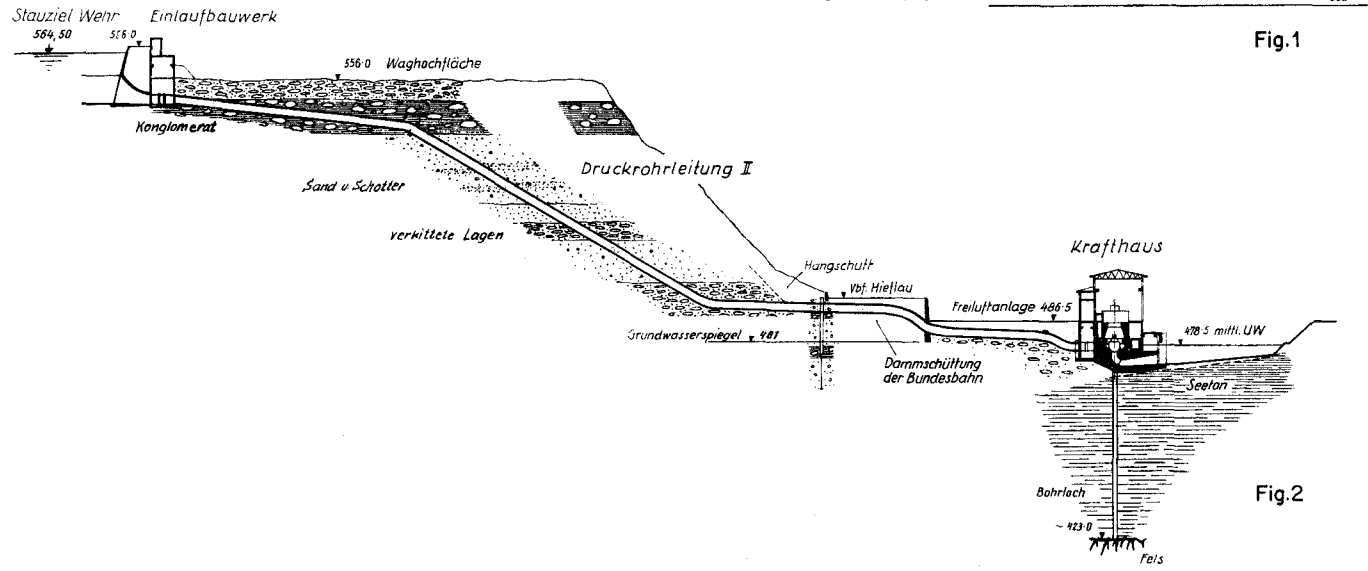


Fig.2

Abb. 7: KW Gstatterboden-Hieflau; Fig. 1: Geologischer Querschnitt beim Wehr Gstatterboden (STEWEG).  
 Fig. 2: Geologischer Querschnitt im Krafthaus Hieflau und im Kraftabstieg von der Würmerterrasse mit dem Wochenspeicher (STEWEG)

a u b r ü c k e an, in der Dachsteinkalk als „Stirn“ der Gesäusemasse steil nach N abtaucht. Die Felssohle ist hier über 30 m tief verschüttet.

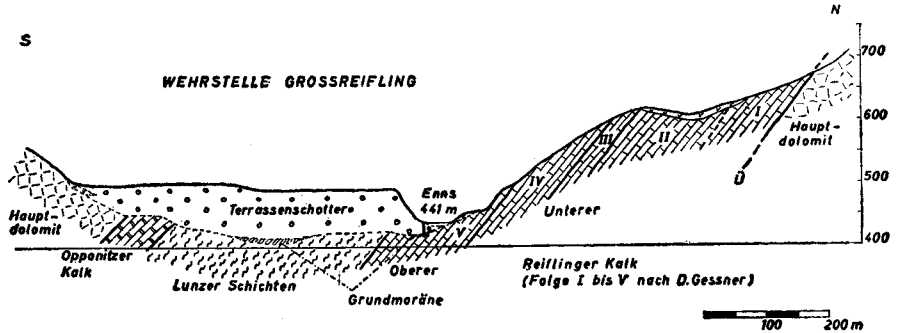


Abb. 8: Wehrstelle Großreifling; Geologischer Schnitt (D. G e s s n e r, G. S p a u n)

Im klassischen Mitteltriasprofil von Großreifling (Abb. 8) liegt das im Bau befindliche Wehr knapp unter der Mündung der zweiten Ennszubringers mit dem Namen Salza. Das Wehr findet Anschluß an einen von rechts abtauchenden Sockel von plattig-knolligem Reiflinger Kalk und eine ihm aufliegende Rib-Grundmoräne; links ist ein tieferes breites Felsprofil durch die Würmterrasse ausgefüllt, in der die nötige Länge des Umfließungsweges durch eine Dichtungschürze erzwungen wird. Der

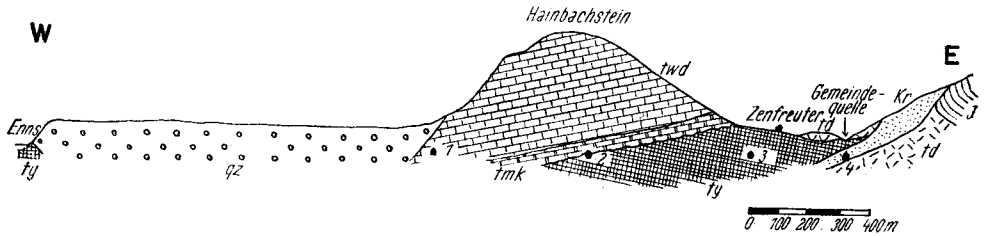


Fig.1

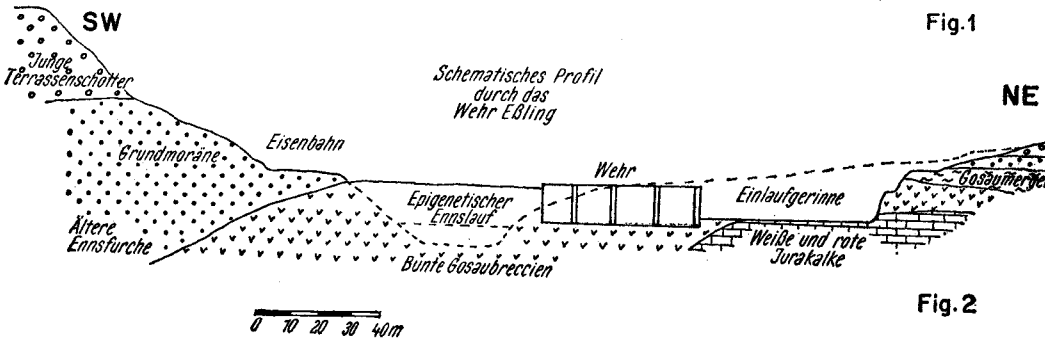


Fig.2

Abb. 9: KW Altenmarkt; Fig. 1: Schematisierte geologische Lage von vier Varianten des Triebwasserstollens (E. Clar). Fig. 2: Geologischer Schnitt im Wehr Edling (G. S p a u n)

Großteil des anschließenden Stollens und die Krafthauskaverne Krippa u liegen im obertriadischen Hauptdolomit; dieses kleinklüftig zerhackte, teilweise gebankte Gestein ist dem Hohlraumbau überraschend günstig, da es im Gefüge genügend beweglich ist, um den Spannungsumlagerungen beim Ausbruch zu folgen, der gelenkige Zusammenhalt aber meist noch für freie Standfestigkeit ausreicht oder durch eine Spritzbetonhaut relativ leicht zu sichern ist.

Das Wehr des KW Altenmarkt (Abb. 9, 2) ist im Trockenem an einerepigenetischen Felsrinne auf transgressiven Gosaubreccien über einem Jura-Kalksporn errichtet; eine mächtige auflagernde Grundmoräne besorgt einen ausreichenden Dichtscluß der linken Flanke gegen die anschließende tiefere und breite Hauptfurche des Tales unter der hochaufragenden „Niederterrasse“. Für das Abschneiden der Ennsschleife, standen vier geologisch verschiedene Stollentrassen zur Wahl (siehe Abb. 9, 1), von denen die längste, Lage 4 mit 2400 m Länge ausgeführt wurde. Die über dem Stollen liegende starke „Gemeindequelle“ versiegte ohne direkten Spaltenzusammenhang erst durch die allgemeine Absenkung des Karstwasserspiegels einige Wochen nach der Unterfahrung.

Hiezu Geol. Spezialkarte 1 : 75.000, Blätter Liezen und Admont-Hieflau.

#### Literaturhinweise:

- K. Bistritschan: Der Eibenberger Tobl bei Mandling im Ennstal; Geologie u. Bauw. Wien 1939;  
 — Flußbaugeologische Karte der Enns; III.; ebda 21. 1955;  
 — Ein Beitrag zur Geologie und Hydrologie der österr. Alpentäler; Z. D. Geol. Ges. 106 (1954) 1955.  
 E. Fischer: Baugeologische Einsichten in die Gesäusestrecke der steirischen Enns; Österr. Wasserwtsch. 8. Wien 1956;  
 E. Fischer u. G. Spau: Baugeologische Erkundungen auf der Waghochfläche; Geologie u. Bauw. 27, Wien 1961.  
 H. Seelmeier: Der Triebwasserstollen des Ennskraftwerkes Hieflau: ebda 24. 1959.  
 E. Clar: Geologisches vom Ennskraftwerk Altenmarkt; Österr. Wasserwtsch. 13. Wien 1961.

#### 7. St. Gallen — Steyr — Linz — Aschach — Linz.

a) Gebiet der Enns in Oberösterreich, Anlagen der Ennskraftwerke A. G. (J. SCHADLER).

Im oberösterreichischen Abschnitt wechseln in der weiteren Durchquerung der Kalkvorralpen und der Flyschzone mehrfach kurze Längs- und Quertalstrecken ab. Talweitungen und felsige Engstrecken gestalten das Landschaftsbild des waldreichen Mittelgebirges der Kalkvorralpen sehr abwechslungsreich. Der Unterlauf und die Mündungstrecke liegen im Bereich der Molassezone des Alpenvorlandes. An der Mündungsstelle wird das moldanubische Grundgebirge der Böhmisches Masse berührt.

Die bestehenden bisher ausgebauten sechs Kraftwerke Großraming, Losenstein, Ternberg, Rosenau, Staning und Mühlrading sind durchwegs als Staustufen ausgeführt, bei denen der Fluß in seinem Bett gelassen wurde, so daß eine Reihe von fjordartigen Stauseen der Kraftwerkskette ihr landschaftliches Gepräge gibt.

Für die Stufeneinteilung und für die Wahl der Sperrenstellen waren außer energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten die Rücksichtnahme auf die Lage der Bahntrasse an dem Ufer und im engeren Bereich die geologischen Verhältnisse in der Flußsohle und die Eignung des Taluntergrundes für die Bauwerksgründung maßgebend.

Der Ennsfluß hat sich flußabwärts des Gesäusedurchbruches in die würmeiszeitliche Niederflurablagerung 40—50 Meter als unzugängliche Flußschlucht nacheiszeitlich eingetieft. Für die engere Wahl des Standortes des Abschlußbauwerkes waren daher auch Gesichtspunkte der Bau-durchführung und der Baustellenerschließung mitbestimmend. In erster Linie und bei den ersten Entwürfen der Kraftwerke von nunmehr 40 Jahren waren aber doch die geologischen Überlegungen ausschlaggebend.

### G r o ß r a m i n g

Durch Zusammenfassung von ursprünglich geplanten zwei getrennten Stufen wurde eine Fallhöhe von 23,7 Meter, der höchsten an der ober-österreichischen Enns erreicht. Die Wehrstelle liegt in einer Längsstrecke des Ennstales im Bereich einer leichten Linkskrümmung.

Das Abschlußbauwerk ist einheitlich auf H a u p t d o l o m i t gegründet, der hier plattig bis bankig ausgebildet ist, wobei die Schichten steil gegen Süden, also schräg flußaufwärts, einfallen. Einige wenige eingeschaltete grüne Schiefertone und Störungs-Quetschstreifen, begleitet von stärkeren Zerrüttungen blieben ohne Einfluß auf die bautechnischen Gründungsmaßnahmen. Im übrigen war die Klüftigkeit eine normale; der Hauptdolomit neigt im allgemeinen zu Kleinklüftigkeit. Beim Aushub der Gründungssohle ergab sich hiedurch eine günstige Rauhmigkeit der Aufstandsfläche von 0,5—1,0 Meter Kleinrelief.

Die Flankeneinbindung erfolgte an beiden Ufern im Dolomitmfels. Rechtsufrig ereignete sich entlang einer steilen, bergauswärts geneigten verdeckten Schieferttonfläche die Ablösung eines größeren Felskeiles. Der Felskörper erwies sich befriedigend dicht, eine Umläufigkeit wurde nicht beobachtet.

Eine nach Fertigstellung des Kraftwerkes durchgeführte Sohleneintiefung des Flußbettes unterhalb der Staustufe ließ im Hauptdolomit ausgezeichnete natürliche Kolkbildungen in Form von eng aneinander ge-

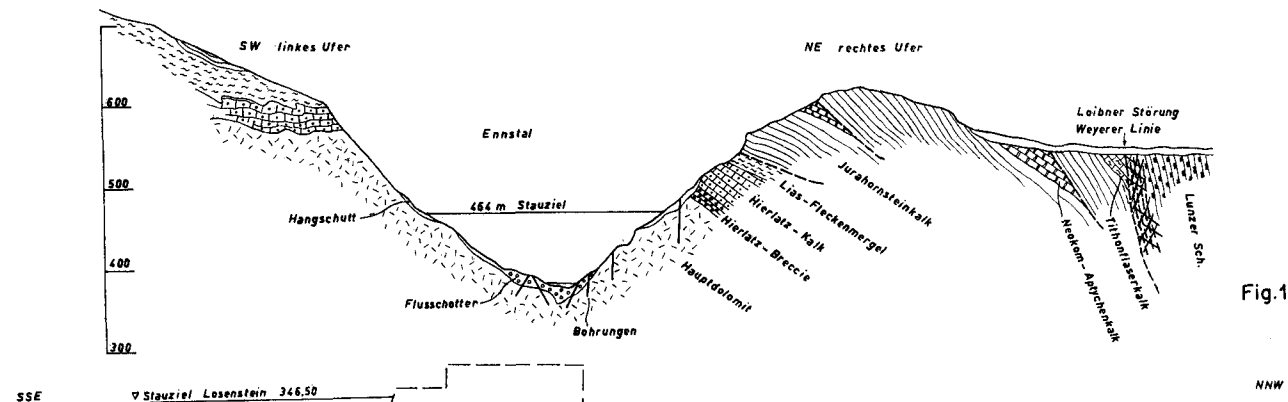


Fig.1

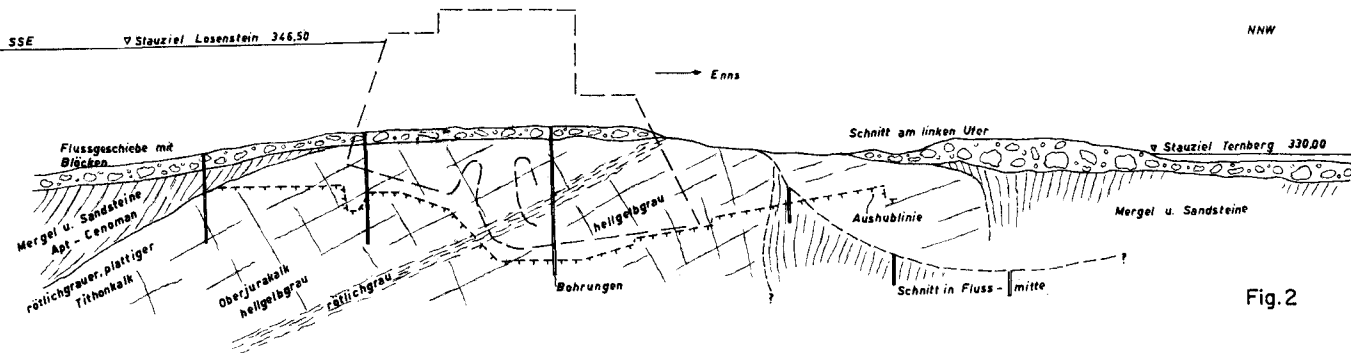


Fig.2

Abb. 10: Fig. 1: Geologischer Querschnitt des Ennstales bis zur „Weyerer Linie“ an der eingehend untersuchten Sperrenstelle des Speicherprojektes „Groß-Kastenreith“ (Ennskraftwerke A. G.), Fig. 2: Staustufe Losenstein; geologischer Schnitt entlang dem Flußbett der Enns (Ennskraftwerke A. G., J. Schädler).

reiheten Röhren, Strudeltöpfen und Rinnen bis zu Tiefen von 1,0—1,5 Meter in oft regelmäßigen Verteilungen erkennen.

### Losenstein

Die Talweitung von Losenstein liegt im Bereich der Reichraminger Zone der Kalkvoralpen; die Talweitung ist durch die Einschaltung von leichter ausräumbaren Oberkreide-Gosauschichten und Neokommargel in den mehrfach geschuppten Trias- und Juraschichtstößen bedingt. Inmitten der Talweitung ragt ein großer Schuppen-Scherlingskörper aus hellem Vilser- und roten Tithonkalk auf, der vom Ennsfluß durchgesägt und in zwei Felskuppen geteilt ist: rechtsufrig der Burgfelsen mit der Burgruine, linksufrig die Bahnhofkuppe. Zwischen beiden streicht durch das Flußbett eine Felsschwelle, die frei sichtbar schon zu Beginn der Kraftwerksplanungen im Ennstal vor 40 Jahren die Aufmerksamkeit der Projektanten auf sich lenkte.

Der Kalkfelsriegel bot sich als günstiger Baugrund für das 16 m hohe Abschlußbauwerk an; doch verlangte die geringe Breite der Felsbank eine sorgsame Einpassung des Bauwerkes.

Die Vilserkalkbank, aus der die Felsschwelle besteht, fällt flach gegen Südost flußaufwärts ein. Sie wird vom Tithonkalk und von Neokommargel in konkordanter Schichtfolge überlagert. Flußabwärts stößt sie an einem tektonisch steil angepreßten Gosaumergel ab.

Es wäre möglich gewesen, das Bauwerk zur Gänze auf den Kalkfels aufzustellen. Die Ergebnisse des Modellversuches erforderten jedoch eine geringe Verdrehung der Wehrachse, so daß die rechtsufrige Wehrzange zum Teil über den Kalkfels auf den meist stark gequetschten Kreidemergel übergreift, ebenso ein schmaler Streifen beim Turbinenauslauf.

Die Flankeneinbindung erfolgte rechtsufrig im massiv ausgebildetem Vilserkalk des Burgfelsen, linksufrig teilweise auch im Tithonkalk. Zwei Störungstreifen bedingten geringfügige Querverstellungen der Vilserkalkbank. Im allgemeinen erwies sich die Klüftigkeit als nicht überrnormal, teilweise sehr weitständig. Örtliche Engklüftigkeit und Kleinstörungen machten Zementeinpressungen im Gründungsbereich notwendig.

Flußabwärts der Felsschwelle wurde ein 10—12 m tiefer, mit Geschiebe erfüllter Kolk festgestellt, durch den die Umschließung der Baugrube erschwert wurde.

Im Unterwasser waren im Bereich der vielfach sehr verdrückten Kreidemergel schwierige Ufersicherungen durch Bohrpfahlwände auszuführen.

Der Maschinensaal des Kraftwerkes hat durch ein Wandmosiak des akademischen Malers Otto Götzinger (Steyr) eine originelle Ausschmückung erfahren. Das Mosaik ist aus natürlichen, verschiedenartigen und vielfar-



bigen Flußgeschieben der Enns zusammengefügt und versinnbildlicht in allegorischen Gestalten die Herkunft des Kraftstromes aus dem stürzenden Wasser. Die bunte Mannigfaltigkeit der Geschiebegesteine bietet eine geologische Musterkarte des Einzugsgebietes der Enns von den Niederen Tauern bis in die Kalkvoralpen.

### Ternberg

Das Ennskraftwerk Ternberg hat seinen Standort knapp am Außenrand der Kalkalpen, nur 1 km von der Flyschzone entfernt, im Bereich der „Ternberger Decke“ oder äußeren bajuvarischen Schuppenzone. Es werden diese äußersten Kalkvoralpenzüge von der Enns als Quertal durchbrochen, wobei dieses Quertal bei Ternberg eine Talweitung von fast einem Kilometer Breite erfährt.

Mehrfach verschuppte, saigere bis steil gegen Süden, also talaufwärts einfallende Schichtfolgen von Opponitzer Kalk, Dolomit und Rauhwacke mit Gips und Schieferton, dann Rhätkalke, Liasfleckenmergel, Doggerkieselkalk und Kieselschiefer bauen den Taluntergrund der Ternberger Zone auf.

Die Wahl der Sperrenstelle bei Redergut war durch einige im Flußbett sichtbare Felsbänke veranlaßt gewesen. Die Cräliusschrägbohrungen ließen dann einen lebhaften Schichtwechsel erkennen und ließen eine Verschiebung der ursprünglichen Wahlstelle ratsam erscheinen.

Die Gründung des Abschlußbauwerkes erfolgte schließlich auf einer 30 m mächtigen, quer über den Fluß verlaufenden Dolomitbank. Ausbau-Fallhöhe beträgt 15,5 m.

Rechtsufrig ist das Bauwerk in die teilweise zu Nagelfluh verfestigten würmeiszeitlichen Niederflurschotter, linksufrig in die aus Rauhwacke und Dolomit aufgebaute felsige Talflanke eingebunden.

Beim Aushub des Auslaufes des Maschinenhauses am linken Ufer wurde eine Einlagerung von Gips und von Schieferton in den Opponitzer Schichten angetroffen. Die Gründung der Auslaufstützmauer geschah mittels Senkkästen unter Auskleidung des Gründungskörpers mit Magnesitziegeln.

Bemerkenswert war die Feststellung einer schmalen, mehrere Meter tiefen Niederwasserrinne in der Dolomitbank. Eine hier vermutete Störung fand sich nicht vor. Ähnliche Felsrinnen sind auch in der Dolomitzone der Klause flußaufwärts von Losenstein bekannt.

Beim Aufstau stellte sich linksufrig eine Umläufigkeit ein. Die Dichtungsmauer des Krafthauses ist in dem dort anstehenden Rauhwacke—Dolomitmägel eingebaut. Trotz umfangreicher Einpressungen ist bisher eine völlige Abdichtung nicht gelungen. Ein in der Auslaufmauer des Maschi-

nenhauses in halber Stauhöhe vorgetriebener Entlastungsstollen führt rund 50 l/sec ab. Die Schüttung schwankt jahreszeitlich; sie ist im Sommer höher wie im Winter.

### Rosenau

In der Mitte der rund 10 km breiten Flyschzone zwischen Ternberg und Steyr ist dem im allgemeinen als Quer- und Durchbruchtal ausgebildeten Ennstal eine kurze Längstalstrecke eingeschaltet. In diesem Längstalabschnitt ist das Ennskraftwerk Rosenau gelegen (Fallhöhe = 12,5 m).

Die Flyschschichten gehören hier der Zementmergelserie (Obere Krei—Senon—Turon) und den Bunten Schiefeln an, streichen West—Ost, demnach parallel dem Talverlauf und fallen steil bis sehr steil gegen Süden ein.

Maßgebend für die Wahl der Sperrenstelle war das Bestreben, den Bunten Schiefeln möglichst auszuweichen; im übrigen waren im Längstal annähernd gleiche Untergrundverhältnisse zu erwarten und die engere Standortwahl freigestellt. Die Flußsohle wurde durch verquerende Crälius-Schrägbohrungen an mehreren Stellen untersucht. An der Gründungsstelle besteht der Felsuntergrund überwiegend aus Sandsteinbänken von 0,1—2,0 m Mächtigkeit mit dünnen Mergel- und Schiefertonzwischenlagen. Mit Ausnahme eines schmalen Schiefertonestreifens am linken Ufer, der in den Gründungsbereich des Maschinenhauses hereinreicht, ist das gesamte Abschlußbauwerk auf den Sandsteinschichten aufgestellt. Die Schiefertone zeigten sich oberflächennahe etwas bildsam aufgeweicht, in der Gründungstiefe aber genügend steif und fest. Im übrigen waren die Flyschschichten in der Gründungssohle durchwegs frisch und unverwittert.

Der Schichtwechsel bot die Möglichkeit zu einer guten Verzahnung des Bauwerkes mit dem Felsuntergrund, der sich im allgemeinen als trocken und dicht erwies. Einige mächtigere klüftige Sandsteinbänke wurden durch Zementeinpressung vorsorglich gedichtet.

Rechtsufrig fand sich im ansteigenden Uferhang eine alte verschüttete Talrinne vor.

### Staning

In der Mündungsstrecke des Alpenvorlandes flußabwärts von Steyr hat sich der Ennsfluß in die eiszeitlichen Schotterablagerungen stufenförmig nach Art einer Taltreppe eingetieft. An zahlreichen Stellen ist der Molasse-Untergrund im Flußbett und an den Ufern und Talflanken angeschürft.

Das Kraftwerk ist am unteren Ende der bis zu 40 Meter linksufrig über die Flußsohle aufragenden rißeiszeitlichen Hochterrasse günstig in die Landschaft eingepaßt (Fallhöhe = 13 Meter).

Die Gründung des Abschlußbauwerkes erfolgte auf der Molasse des Alpenvorlandes. Die waagrecht und ungestört gelagerten Molasseschichten bestehen aus sandigen Tonmergeln des miozänen, burdigalen sogenannten Haller Schlier. Als Schlier werden im Volksmund Oberösterreichs sandige Tonmergel, Weichmergel und Schiefertone bezeichnet. Die Molasseschichten des unteren Ennstales haben eine geologische Vorbelastung von mindestens 300—400 Meter mächtigen überlagernden Gesteinsschichten, sowie normale diagenetische Verfestigungen erfahren.

Als zulässige Belastung wurde eine Bodenpressung von 6—8 kg/cm<sup>2</sup> angenommen. Die Miozän-Molasse hat sich als ein sehr günstiger Baugrund für die Vorlandkraftwerke erwiesen und bewährt. Es ist auch eine Reihe von Kraftwerken am Inn auf gleichem Schlier, der in Bayern als „Flinz“ bezeichnet wird, erbaut. Der Schlier in der Ausbildung als sandiger Weichmergel ist leicht bearbeitbar, gut standfest, gleichmäßig beschaffen, trocken und wasserundurchlässig dicht. Außer der Druckfestigkeit ist auch die Scherfestigkeit für Vorland-Kraftwerke genügend groß.

Die Seiteneinbindung erfolgte in den teilweise zu Nagelfluh verfestigten würmeiszeitlichen Niederflurschottern, die Abdichtung mittels Betonplattenverkleidung.

Beim Aushub der Baugrube zeigten sich aus dem Schlier geringfügige Austritte von Erdgas. Die Gase wurden seitlich abgeleitet, doch hörten die Gasaustritte nach kurzer Zeit auf.

### M ü h l r a d i n g

Gleich wie das Kraftwerk Staning ist auch das Kraftwerk Mühlradung auf der Miozän-Molasse (Schlier) gegründet (Ausbau-Fallhöhe = 8,5 m). Es haben sich in gleicher Weise wie in Staning die sandigen Tonmergel als sehr günstiger Baugrund bewährt.

Die große Flußschleife von Ernthofen (Umspannwerk), an deren unterem Ende das Kraftwerk gelegen ist, und die vom Rückstauraum umspült wird, mußte abgedichtet werden; das Qualmwasser wird durch Sickerwasserleitung in das Unterwasser der Kraftwerkstufe abgeleitet.

### b) Donau-Kraftwerk Aschach der Österreichischen Donaukraftwerke A. G.

Eine Fallhöhe von 15 m macht das Kraftwerk Aschach zu der in der Leistung bedeutendsten unter allen schon ausgebauten oder noch projektierten österreichischen Donaustufen. F. MAKOVEC, als der bearbeitende

Geologe, der auch diesen geplanten Besuch führen wird, gab schon für eine Exkursion der Geologischen Gesellschaft in Wien 1962 zur Baustelle folgende Einführung (technische Daten siehe Prospekt):

Ungefähr 2,5 km oberhalb des Marktes Aschach treten die felsigen Steilhänge des ca. 70 km langen Durchbruchstaes der Donau zwischen Passau und dem Eferdinger Becken etwas zurück. Diese Talweiterung bildet ein natürlich vorgegebenes Baugelände, in dem das 500 m lange Hauptbauwerk Platz findet.

Die Felshänge des rechten Ufers werden vom bekannten *A s c h a c h e r G r a n i t* aufgebaut, am linken Ufer jedoch steht ein bereits mit mehreren Namen bezeichneter porphyrtiger *M i s c h g n e i s* oder Mischgranit an, der für die technischen Belange der Baudurchführung kurz als Landshager Mischgranit bezeichnet wird.

Die vor dem Bau durchgeführten *B o d e n u n t e r s u c h u n g e n* hatten die vordringliche Aufgabe, die Grenze der beiden Gesteine festzulegen und ihre technischen Eigenschaften zu erkunden, besonders Klüftungsgrad, Verwitterungsgrad und Wasserdurchlässigkeit. Daneben war die Feststellung und nähere Untersuchung von Störungen und Zerrüttungen von besonderer Bedeutung.

Nach Ausführung einer genauen geologischen Rahmkartierung in der engsten Umgebung des Hauptbauwerkes und der technisch-gefügekundlichen und gesteinskundlichen Untersuchung der künstlichen und natürlichen Felsanbrüche, wurden die ersten Bohrungen angesetzt.

Die vergleichenden *K l u f t m e s s u n g e n* an den Ufern und die Klüftuntersuchungen in den Bohrlöchern (Fernseh-Bohrlochsonde nach Dr. Müller) ergaben zwei Hauptklüftscharen:

Die NW—SE laufende Hercynische Richtung (Donaustörung, Pfahlstörung) und eine

NE—SW laufende Hauptrichtung, welche besonders im Linzerraum (Rodelstörung) hervortritt.

Andere Klüftscharen, auch die im Granit so häufigen Lagerklüfte, treten gegenüber den genannten beiden Hauptrichtungen weitgehend zurück. Störungszonen und Zerrüttungen, welche der NE—SW gerichteten Hauptschar parallel laufen, konnten an den Steilhängen näher untersucht werden. Da jedoch der Strom im Bereich des Kraftwerkes mehr oder weniger der hercynischen Richtung folgen, waren entsprechend parallel laufende Störungstreifen verdeckt.

Es kam daher eine senkrecht zum Strom verlaufende *H o r i z o n t a l b o h r u n g* zur Ausführung, welche die nahezu saiger einfallende Hauptklüftschar fast lotrecht traf. Die Bohrung wurde ca. 20 m unter dem Mit-

telwasserspiegel und 7 m unter der Felsoberfläche von einem 32 m tiefen Schacht aus 300,22 m weit vorgetrieben. Durch sie konnten die Klüftungsziffern und die Quetschstreifen der hercynischen Richtung genauestens festgelegt werden, da auch diese Bohrung bis zu einer Tiefe von 250 m optisch untersucht wurde.

Die genaue Prüfung und Auswertung der Bohrergebnisse und anderer Untersuchungen ermöglichten es dem planenden Ingenieur, eine genaue Gründungsvoraussage zu geben, die durch die Aufschlüsse während der Bauzeit voll bestätigt wurde.

Das wesentlichste Ergebnis der Bodenuntersuchungen war die Tatsache, daß das Aschacher Granitpluton im Baubereich eine weite Ausbuchtung nach Osten zeigt und dadurch das gesamte Hauptbauwerk mit Ausnahme eines kleinen Areals am linken Ufer auf den gesunden und nur von wenigen Quetschstreifen durchzogenen Aschacher Granit gegründet werden konnte.

Beim Aschacher Granit handelt es sich um den bekannten, fein- bis mittelkörnigen Granit vom Typus Mauthausen, massig und richtungslos körnig ausgebildet. Fast durchwegs frisch und unverwittert. Trotzdem die Bodenpressungen des Kraftwerkes örtlich 30 bis 40 kg/cm<sup>2</sup> erreichen, kann die Belastungsfähigkeit des Granites als vollständig ausreichend beurteilt werden.

Der Landshager Mischgranit stellt ein mittel- bis grobkörniges Mischgestein dar, in dem häufig schollenförmige Aufschmelzungsreste (Amphibolit) sichtbar sind. Der Mischgranit ist teilweise sehr stark verwittert, die Klüfte zeigen sehr häufig tonige Füllungen. Wenn auch die Belastungsfähigkeit dieses Gesteins teilweise unter der des Aschacher Granits liegt, sind seine technischen Eigenschaften für eine Bauwerksgründung voll ausreichend.

Die Sondierbohrungen und die Baugrubenaufschlüsse haben mehrere, schmale Querstreifen aufgeschlossen, für deren Sanierung und Überbrückung nur in Einzelfällen Maßnahmen geringen Umfanges notwendig wurden.

Die Wasserdurchlässigkeit der Gesteine ist im natürlichen und ungestörten Zustand gering, erhöht sich aber durch die Sprengungen, welche eine Auflockerung unter den Fundamenten hervorrufen. Zur Konsolidierung und Abdichtung wurden unter den oberwasserseitigen Herdmauern der einzelnen Bauteile Zementinjektionen ausgeführt.

Der Felsausbruch reicht bis zu 16 m unter die natürliche Felsoberfläche und umfaßt insgesamt 280.000 m<sup>3</sup>. Im gesamten Hauptbauwerk werden 1.200.000 m<sup>3</sup> Beton eingebracht, d. i. mehr als die doppelte Kubatur der Limbergssperre in Kaprun.

8. Linz—Wien; Zur Autobahndurchfahrt durch den Wienerwald (mit „Westeinfahrt“ bis Preßbaum) (E. Clar).

Die Autobahn Linz—Wien benützt verständlicherweise das weite Land der Schlierrücken und Schotterterrassen in der Molassezone und trifft nur in deren engstem Abschnitt bei Erlauf und Melk Granulit- und Gneisauftragungen auf beiden Seiten der auch in der Landschaft markanten großen „Diendorfer Störung“ im Tal der Melk. Vor St. Christophen tritt sie in die Flyschzone des Wienerwaldes ein. Diese birgt in baugelogischer Sicht eine kartierend noch nicht ganz befriedigend vorhersagbare Mannigfaltigkeit von Wechsellagerungen aus weichen Mergelschiefern, Sandsteinbänken und auch härteren Mergeln und einzelne große Härtlingsrücken aus mächtigen Sandsteinkomplexen der Oberkreide oder des eozänen Greifensteiner Sandsteines. Die Hänge kennzeichnen teils sehr mächtige, pleistozäne Fließschuttdecken bis zu tiefreichendem Felskriechen, aber nicht selten auch rezente Rutschbereiche. Bei der Wahl unter einer Reihe topographisch möglicher Varianten wurden geologische Gesichtspunkte weitgehend berücksichtigt. Die notwendigen langen Hangstrecken, hohen Anschnitte und Schüttungen und drei große Talübergänge brachten trotzdem noch genug schwierige Bauaufgaben.

Ohne für die Durchfahrt auf die Örtlichkeiten einzugehen, sei auf mehrfach ausgreifende Entwässerungen, auf flächenhafte Bodenauswechslungen und auf Stabilisierungen von vorhandenen oder in einigen Fällen erst beim Bau ausgelösten Rutschungen verwiesen. Einschneidend war, daß die für sandsteinreichere Schichtgruppen geplante Böschungsneigung von 3 : 2 nur in wesentlich geringerem Ausmaße anwendbar war als erwartet und daß in den weiter verbreiteten, besonders an bunten oder schwarzen Tonmergeln reicheren Anteilen auch bei günstiger Lagerung nicht nur auf 1 : 1, sondern auf 2 : 3 zurückgegangen werden mußte. Die großen Bauwerke des Knotens Steinhäusl und die Talübergänge fallen in mächtigere Sandsteinkomplexe bzw. wurden durch Trassenverschiebungen schon bei der Variantenwahl dorthin gebracht; trotzdem konnte KIESLINGER z. B. am Talübergang Großram im Greifensteiner Sandstein die Zeichen tiefreichenden Felskriechens in solchem Ausmaße feststellen, daß einzelne Pfeiler bis 14 m tief im Fels gegründet wurden. Der anschließende große Felseinschnitt des Steinhartberges hat randlich die schon bekannte mylonitische Überschiebung der „Kahlenberger Teildecke“ auf den Eozänsandstein freigelegt. Hier und in der Mehrzahl der Felsanschnitte sind die Böschungen unter bewußter Anpassung an das örtliche Felsgefüge und Vermeidung gewaltsam eckiger Schnittformen gestaltet worden.

Der noch nicht vollendete Restabschnitt zwischen Preßbaum und Wien schafft insbesondere in der ihn aufnehmenden Senke der „Hauptklippenzone“ erstmalig ausgedehnte Aufschlüsse von großem geologischen Interesse.

Hiezu: Geologische Karte der Umgebung von Wien 1:75.000, Geolog. B. A. Wien 1952 mit Erläuterungen.

