

Prof. Dr. E. Cisar

DIE TALSPPERREN ÖSTERREICHS

SCHRIFTENREIHE HERAUSGEGEBEN VON DER
ÖSTERREICHISCHEN STAUBECKENKOMMISSION
UND DEM ÖSTERREICHISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBAND WIEN · SCHRIFTFÜHRUNG:
PROF. DR. HERMANN GRENGG

HEFT 5

Prof. Dr. Josef Stini
Die baugelologischen Verhältnisse
der Österreichischen Talsperren

WIEN 1955 · IM SELBSTVERLAG DES
ÖSTERREICHISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

DIE TALSPERREN ÖSTERREICHS

Prof. Dr. Josef Stini
Die baugeologischen Verhältnisse
der Österreichischen Talsperren

WIEN 1955 · IM SELBSTVERLAG DES
ÖSTERREICHISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

Nr.	Anlage	p
22	Bächental	52
13	Bieler Damm	26
15	Bürg	30
23	Dobra	52
29	Drossen	77
11	Enzinger Boden	19
2	Erlaufklause	4
14	Gerlos	27
34	Gosau	93
33	Großraming	92
18	Hierzmann	43
17	Hollersbach	40
7	Langmann	6
20	Limberg	49
27	Margaritzen	72
25	Möll	71
28	Mooser	75
31	Mühldorfersee	88
30	Ottenstein	82
10	Pack	12
19	Ranna	48
16	Salza	32
12	Sivretta	20
6	Spullersee Nord	10
5	Spullersee Süd	6
32	Stierwaschboden	91
4	Strubklamm	5
8	Tauernmoos	10
24	Thurnberg Wegscheid	62
9	Vermunt	10
21	Weissee	51
26	Wiederschwing	72
1	Wienerbruck	4
3	Wiestal	4

VORWORT

Die Baugrundverhältnisse haben auch in Österreich die Auswahl der Abschlussstellen mehr oder minder entscheidend beeinflusst; es ist daher meiner Meinung nach gerechtfertigt, in die Reihe von Veröffentlichungen über die Talsperren Österreichs auch ein Heft über die baugelogischen Verhältnisse dieser Bauwerke einzuschalten. Man möge es mir nicht verübeln, wenn ich bei der Niederschrift des reichhaltigen Stoffes jene Abschlusswerke etwas ausführlicher behandle, bei deren Planung und Bau ich fachlich mitarbeiten durfte. Es ist dies allerdings die Mehrzahl aller Mauer- und Dammbauten meines Heimatlandes. Für den Rest genügt wohl der Hinweis auf eine bereits vorliegende Veröffentlichung der Untergrundverhältnisse von anderer Seite; der mir zugemessene karge Raum zwingt nämlich zu äusserster Kürze. Aus diesem Grunde verzichte ich auch auf ein vollständiges Schriftenverzeichnis. Ich darf diesbezüglich wohl auf das Heft 1 der Schriftenreihe verweisen, in welchem Dr. H. Grengg sämtliche, öffentlich zugängliche Arbeiten über die Talsperren Österreichs zusammengestellt hat; die am Schlusse dieses Heftes angeführte Aufzählung einschlägiger Schriften führt daher nur jene Verfasser an, welche die Grengg'sche Liste nicht enthält, weil z.B. der betreffende Aufsatz erst nach ihrer Aufstellung erschienen oder rein geologischen Inhaltes ist.

Die Aufzählung der Bauwerke fusst ebenfalls auf der vom Schriftleiter der Reihe im Hefte 1, S. 10 gegebenen Zusammenstellung; die Benummerung entspricht daher der zeitlichen Aufeinanderfolge der Bauarbeiten.

Ich habe mich bemüht, die Darstellung wahrheitsgetreu zu gestalten. Aus falscher Scham geschminkte Berichte nützen der Allgemeinheit nicht; aus unterlaufenen Fehlern und aus überwundenen Schwierigkeiten lernt man mehr als aus gelungenem, alltäglichem Schaffen. Bringt doch nur das "vernünftige" Wagen Fortschritt; dieser nicht allen Ingenieuren schmackhafte Grundsatz gilt auch für den Baugeologen. Andere haben ja auch geirrt - vielleicht neben vielen, vielen Treffern; das entschuldigt auch die Berichterstattung.

Für die Überlassung von Unterlagen habe ich besonders zu danken: der Vorarlberger Illwerke A.G., den Salzburger Stadtwerken, der "Stewag", der "Newag" und der Bauleitung des Reisseckwerkes in Kolbnitz.

1. Talsperre Wienerbruck

Schriften: Singer E 1913, Kurzel-Runtscheiner E 1923, Vas E 1930.

Das Stauwerk quert den Lauf des Lassingbaches mit einer geraden Gewichtsmauer von 12m Höhe, welche in hellen Triasdolomit eingebunden ist.

2. Die Talsperre Erlaufklause

Schriften: wie bei 1.

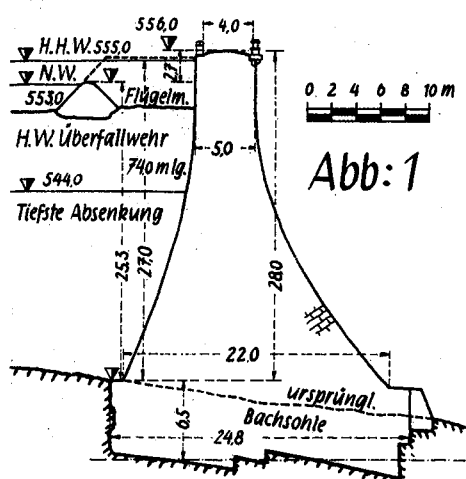
Diese erste grössere Gewichtsmauer Österreichs von 35 m Höhe schliesst die Erlaufschlucht bei der Einmündung des Webergrabens an einer Engstelle ab. Heller, ziemlich weitgehend zerhackter Dolomit der Trias ("Ramsaudolomit") baut den Querschnitt der Klamm auf; da ihn im Mauerbereiche mehrere Zerrüttungsstreifen durchziehen, gestalteten sich Gründung, Einbindung und Dichtung des Bauwerkes für die damalige Zeit (1908-1910) schwierig. Oberhalb der Felssohle waren 4,5 m bis 5 m Lockermassen abzuräumen; in den Fels selbst greift die Aufstandfläche 1-1,5 m tief ein. Ungefähr 4 m von der linksseitigen Baugrubenwand entfernt trat etwas Wasser aus der Sohle; man fasste den Austritt und führte ihn ähnlich wie einige Zusickerungen aus der Einbindung des linken Flügel ins Freie. Die massgeblichen Felsklüfte strichen in der Baugrube unter etwa 60° quer über die Schlucht. Die mit etwa 50 cm Unebenheitshöchstmass grobrauhe Sohle wurde mit einbetonierten, alten Kleinbahnschienen mit dem Mauerkörper in Entfernungen von rd. 1 m verheftet. Bei der statischen Berechnung vernachlässigte man den Auftrieb und verliess sich auf die angenommene gute Verbindung mit dem Untergrunde. Die Mauer ist aus Stampfbeton mit Dolomit als Zuschlagstoff erbaut und luftseitig mit Bruchsteinen aus Kalk verkleidet. Auf der Wasserseite führte man einen Schirm aus vermörtelten Formsteinen mit, brachte einen 4 cm starken Verputz mit Drahtgeflecht hoch und trug ausserdem noch bituminöse Anstriche auf. Trotzdem zeigten sich im Laufe der Zeit Durchsickerungen und Schäden, welche vor kurzem zu eingehenden Untersuchungen und zu Ausbesserungen zwangen.

3. Die Wiestalsperre (1911-1913)

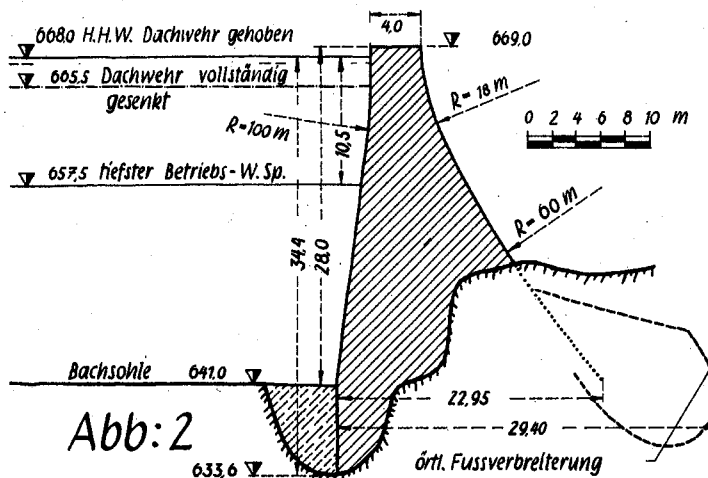
Schrifttum: Mayerhofer G 1923, Vas E 1930 (S. 84).

Die Mauer bettet sich durchaus in Hauptdolomit von mittlerer Güte; sie ist als gebogene Gewichtssperre von 35,5 m Höhe in Bruchsteinmauerwerk ausgeführt und völlig wasserdicht, obwohl man sie bloss mit Zementmörtel verfugte und weder dränte noch an der Wasserseite verputzte. Den ursprünglich vorgesehenen, festen Überfall am l.U. neben der Sperre ersetzte man 1948 durch ein einfeldiges Dachwehr von 32 m Lichtweite und 3,1 m Höhe (300 m³/sek).

Ungewöhnlich ist das Tal auswärtsfallen eines Grossteiles der Aufstandfläche der Mauer (siehe Abb. 1 nach einer Zeichnung der Salzburger Stadtwerke).



Wiestalsperre, Querschnitt



Strubklamm Sperre, Querschnitt

4. Die Strubklamm Sperre (1920-1924)

Schriften: wie bei 3, ausserdem Dittes G 1925, Fiechtl E 1927.

Die 36,5 m hohe, aus Stampfbeton (Bachschotter, 200 kg Portlandzement) hergestellte und wasserseitig mit einem Vorsatzbeton bester Mischung und 6 cm starkem, in 3 Schichten aufgebrachtem Torkretanwurf mit Drahtgeflecht hergestellte, bogenkronige Gewichtsmauer fügt sich gut in die in Hauptdolomit mittlerer Güte eingeschnittene Klamm ein, welche ihr den Namen gegeben hat. Gelegentliche Zerrüttungen, wie sie im nordalpinen Hauptdolomit recht häufig sind, kratzte man aus und verfüllte sie mit Beton. Die Mauer stützt sich in wohl einmalig günstiger Weise auf eine Felsschwelle auf (Abb. 2 nach einer Zeichnung der Salzburger Stadtwerke).

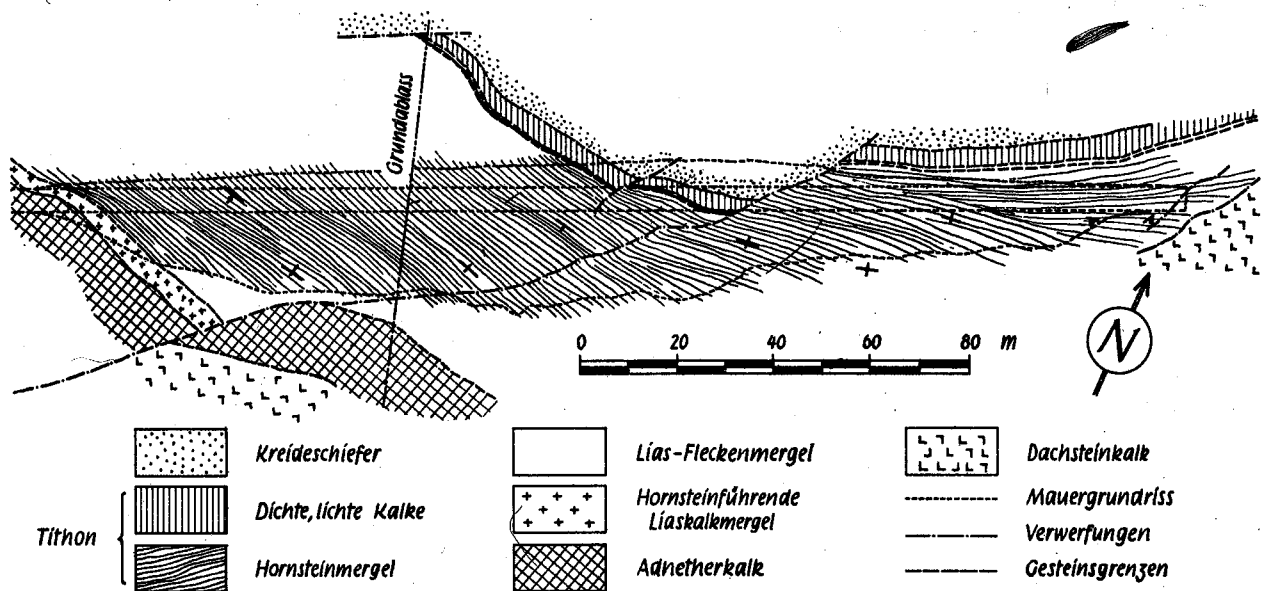
Die Hochwasserentlastung besorgt ein linksufrig neben der Talsperre angeordnetes, zweifeldriges Dachwehr (2 x 20 m, 2,5 m, 300 m³/sek.).

Das vielfach mit einem Grundmoränenteppich überkleidete Stau-becken ist gleich der Abschlusstelle wasserdicht. Im Wasser 2,08 mg/l freie Kohlensäure.

5. Die Spullersee-Südsperr

Schrifttum: Ampferer und Ascher G 1925; Hruschka - Schweitzer G 1925, Geilhofer G 1925, Hruschka G 1927, Ascher G 1929, Vas E 1930, Mühl-dorfer G 1933.

Die nur in ihrem Mittelstücke leicht gekrümmte Talsperre Spullersee Süd erhebt sich auf einer schmalen, gerade noch genügend breiten Fels-schwelle, welche vorwiegend aus nahezu saiger aufgerichteten Lias-fleckenmergeln besteht; das zähe, wasserdichte Gestein gewährleistet einen ausgezeichneten Abschluss des Beckens. Adneter Kalke mit gering-mächtigen, mergeligen Hornsteinkalken im Hangenden ziehen noch unter dem Westende der Mauer durch. Die Einbindung des Ostflügels streift noch knapp eine Verwerfung, welche die östliche Scholle des Riegels um rund 250 m gegen Nordwesten vorgeschoben und eine Schleppung des Randes der Westscholle verursacht hat; zwei Nebenstörungen von geringer Stärke ziehen schräge durch die Aufstandfläche des Bauwerkes. Nach mündlichen Mitteilungen des Elektrifizierungsamtes der Bundesbahnen hat man bisher keine Risse in der Mauer bemerkt, welche auf noch stattfin-dende Schollenverschiebungen schliessen liessen; sie würden sich bei der Art des Verschnittes der Störung mit der Mauerachse sehr unangenehm auswirken (Abb. 3).



Geologischer Grundplan der südlichen Spullersee-mauer

Abb: 3

(nach Ampferer-Ascher)

6. Die Langmannsperre

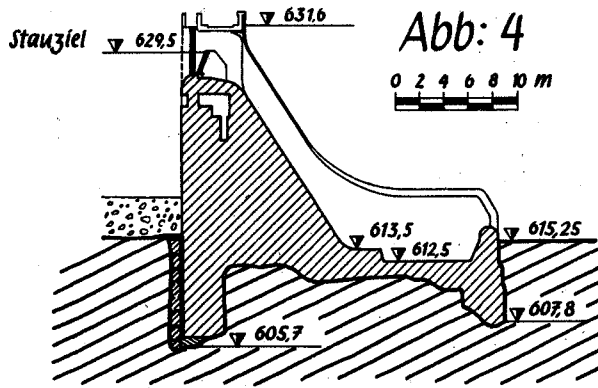
Schriften: Steweg G 1926, Heritsch - Czermak E 1923, Stini E 1923, E 1924, E 1925.

Die Beschreibung der Gesteinverhältnisse in der Sondernummer "Das Teigitschwerk" der Wasserwirtschaft erlaubt eine Kürzung meiner Darstellung.

Ursprünglich wählte man nach rein technischen und geländeförmlichen Gesichtspunkten als Bauplatz eine Stelle unterhalb des jetzigen Standortes der geraden Betongewichtmauer; sie erwies sich bei der Beschürfung als geologisch ungünstig, weil sie bereits im Kolkbereiche einer Prallstelle lag (Tafel 1). Man wollte nun die Schlucht weiter taleinwärts knapp unterhalb der Valentmühle abschliessen; hier lockte eine am rechten Ufer vorspringende, feste Felskanzel den Ingenieur. Mehrere Schürfröschen rechtsufrig und ein mehr als 20 m langer Versuchsstollen am linken Ufer ergaben jedoch, dass hier ein breiter, schwerer Zerrüttungstreifen am linken Talfusse bis zum Bachbette herabreicht und dass rechtsufrig auf die Felsschulter gleich ein zweiter Zerrüttungstreifen folgt. Die Mutungen und die mit ihnen Hand in Hand gehenden, geologischen Aufnahmen der ganzen Schluchtstrecke zwischen Niesenbachmündung und Langmannsäge lehrten, dass im weiteren Bereiche des gewünschten Talabschlusses zwei breite Ruschelstreifen mit dem Bache ungefähr gleichlaufen; zwischen ihnen verbleibt für ein Stauwerk nur ein schmaler, vermutlich linsenförmiger Körper festen Gesteins. Man musste sich nun dazu entschliessen, das Bauwerk, welches eine Breite von mehr als 60 m für seine Kronenentwicklung benötigte, in der geraden Passstrecke (Furtstrecke) zwischen den beiden, früher beschürften Baustellen in den Streifen gesunden, festen Gesteins von hier etwa 80 bis 90 m Breite so hineinzustellen, dass man seine Flügel noch in den guten Fels einzubinden vermochte. Dieser war in der Baugrube so gut wie wasserdicht; es entrieselte nur an einer einzigen Stelle dem Untergrunde eine ganz geringfügige Wassermenge. Die wasserseitige Herdmauer greift fast 9 m tief in den Untergrund ein; die grösste Überlagerung des Felsens mit Lockermassen betrug rund 3 m; meist lag das gewachsene Festgestein jedoch seichter.

Die Bergart, welche das Bauwerk aufnimmt, ist durchwegs ein ziemlich stark geschieferter, durchspritzter (injizierter) Glimmerschiefer, welcher durch Einpressung von heissen Lösungen Feldspat und andere Mineralien in sich aufnahm und so zum "Gneis" oder "Gneisglimmerschiefer" wurde, je nach der Menge des bei der Durchspritzung aufgeblühten Feldspates. Granaten finden sich in ihm häufig und auch Turmalin beobachtet man verhältnismässig oft; unbedeutende Anreicherungen von Schwefelkies in Form von Nestern und kurzen Schnüren machte man durch sorgfältigen Abschluss gegen sauerstoffhaltiges Wasser unschädlich.

Der Gneis streicht im Bereiche der Abschlusstelle nahezu senkrecht zur Längsachse der Talsperre und fällt dabei im Mittel aus mehr als 16 Messungen unter 30 Graden gegen 329 Nordnordwest. In der Baugrube selbst richtet sich das Verfläichen des Gneises mehr gegen Nordwesten, so dass man in ihr den Eindruck eines günstigerweise schräge taleinwärts fallenden Felsens empfing (Abb. 4). Die Beschaffenheit der Aufstandfläche entsprach allen billigen Anforderungen. Die nirgends fehlenden Zerrüt-



Langmannsperre;

Schnitt durch das Überfallbauwerk

Anmerkung: Nach Errichtung der Hierzmannsperre sind die automatischen Stauklappen als überflüssig ausgebaut und durch einen festen Wehrrücken ersetzt worden.

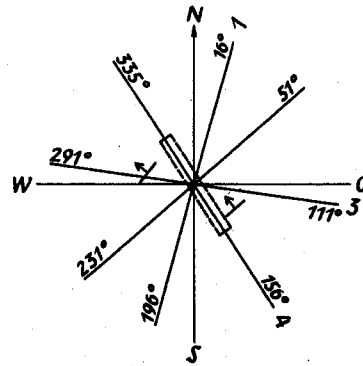


Abb: 5

Gesteinsklüftung bei der Langmannsperre

Gestrichnet: Lage der Talsperre zu den Klüftscharen.
1, 2, 3, 4 : Klüftscharen

tungsstreifen, welche hier und da die Sohle der Baugrube kreuzten, blieben stets schmal und überschritten niemals die Breite von wenigen Zentimetern; in solchen Bewegungsbereichen erscheint, wie auch aus anderen Gneisgebieten bekannt, der weissliche, seidenglänzende, feinschuppige, bei Zutritt von Wasser schmierig bis breiartig werdende Seidenglimmer (Serizit), welcher in schweren Zerrüttungstreifen sich derartig anreichern kann, dass man eine tonige Masse vor sich zu haben vermeint ("Weisserde"; häufig durch farbige Feinstoffe graulich bis satt blaugrau gefärbt). Derartige Massen schalten sich auch tatsächlich in die Zerrüttungstreifen ausserhalb der Talsperre an beiden Talhängen ein; den rechtsufrigen durchörterte der Einlaufstollen. Übergänge von dem festen, muskowitzführenden Gneis in seine seidenschiefrige (serizitische) Abart (Seidengneis) fuhr auch die Gründung der Mauer in Form mässig breiter bis schmaler Streifen von geringerer Festigkeit an.

Abschliessend darf man das Bauwerk als vollkommen gelungen bezeichnen. Die Wassermenge von etwa 2,5 l/sek., welche in den ersten Tagen nach der Füllung des Stauraumes am äussersten rechten Flügel eine kleine Umläufigkeit andeutete, verminderte sich bald; nach kurzer Zeit hörten die Durchsickerungen ganz auf, da Selbstdichtung eintrat.

In einem nahen Steinbruche (vgl. Tafel 1) am Ausgange des Niesenbaches hatte man Amphibolit gebrochen, um ihn dem Gneis des Stollenausbruches als Zuschlagstoff für den Bau der Talsperre beizumischen und den Beton mit ihm zu verbessern. Den Abraum stürzte man in den Niesenbach, welcher nach seinem Verhalten während der Bauzeit völlig harmlos erschien. Ein ungewöhnlich heftiger Wolkenbruch liess nun wenige Jahre nach der Inbetriebsetzung des Teigitschwerkes am 14. Sept. 1928 den Bach so heftig anschwellen, dass er imstande war, einen grossen Teil der Halde

abzutragen und in das Staubecken zu schwemmen; der Niesenbach soll damals etwa 30 m/s Wasser geführt haben.

7. Spullersee - Nordsperr

Schriften: wie bei 5.

Die bloss 25 m hohe Bogengewichtsmauer fand auf der niederen Bodenschwelle, welche das Stromgebiet des Rheins von jenem der Donau trennt, genügend Platz für die Anwendung eines Halbmessers von 400 m. Kräftig durchbewegte Liasfleckenmergel bilden den weitaus grössten Teil der Aufstandfläche; nur im östlichen Einbindungsbereich des rechten Flügels sind Tithonschuppen aufgeschoben. Eine ausführliche Schilderung der geologischen Verhältnisse des Baugrundes geben Ampferer und Ascher und entheben mich weiterer Erläuterungen.

8. Tauernmoossperr (1926-1929)

Schriften: Ascher G 1929, Ascher G 1929, Ascher und Powondra G 1930, Hruschka G 1931, Ascher G 1932, Weigl G 1932, Weigl G 1935, Cornelius E 1935, Cornelius und Clar E 1935, E 1939.

H. Ascher verdanken wir eine ausführliche Beschreibung des Untergrundes und der landformenkundlichen Verhältnisse der Tauernmoossperr, einer geradkronigen Gewichtsmauer aus Stampfbeton von 30 m Höhe; man verkleidete sie an den Aussenseiten mit Bruchsteinen aus Kerngneis (Zentralgneis), welchen man in einem nahen Steinbruche brach. Kerngneis bildet auch weithin den Untergrund der Schwelle, welche den 145 ha grossen Tauernmoossee abschloss; zahlreiche Einlagerungen von Seidenschiefer (Serizitschiefer) zwangen zu Mehrausräumungen; die Wasserdichtheit der Einschaltungen beschränkte allerdings die notwendigen Auskratzungen von Mürbgestein auf ein wirtschaftlich erträgliches Mass.

Vollste Ausnützung der geologischen Gegebenheiten und sparsamster Aufwand an Mauerwerk bestimmten die Einfügung des Bauwerkes im Gelände. Diese zeitbedingt eng auf die Gegenwart gefasste Blickrichtung erschwert nun die Erhöhung der Mauer (jetziges Stauziel 2.003 m), deren Staubecken mit Hilfe eines Stollens mit jenem auf dem Moserboden (Stauziel 2.035 m) zusammengeschlossen werden könnte, eine Möglichkeit, welche in gleichgrosser Auswirkung in den österr. Alpen sich nicht wieder ergibt.

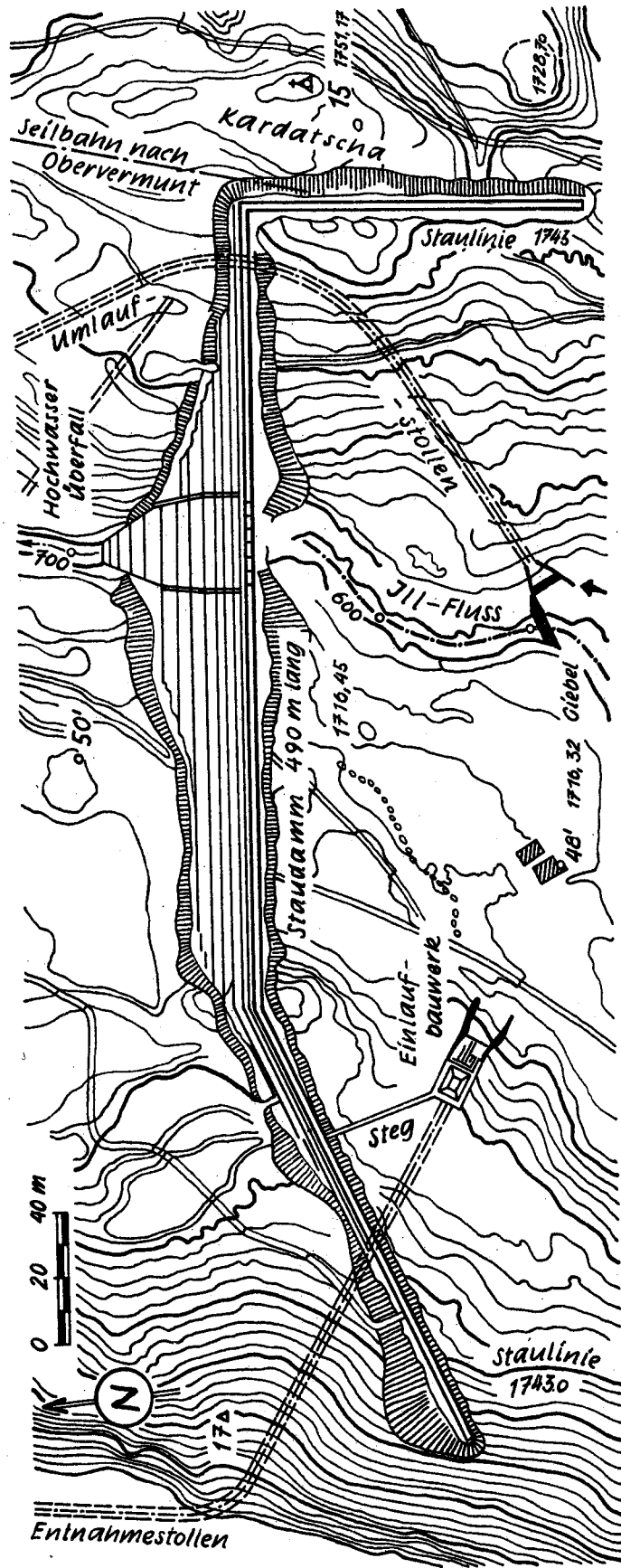
9. Die Vermuntssperre

Schriften: Vorarlberger Illwerke G 1931 und G 1947, E 1948, E 1953.

Die gerade, 57 m hohe Gewichtsmauer "Vermunt" bettet sich in die flasrigen Dunkelglimmergneise (Biotitgneise) der Silvrettadecke, welche durch die Aufnahme grosser Feldspäte häufig in Augen- und Knotengneise

übergehen; ihnen schalten sich feinkörnige, quarzreiche Hellgneise ein, in welchen der Hellglimmer (Muskowit) vorherrscht. Das Verflächen dieser meist festen, aber da und dort von Zerrüttungstreifen durchzogenen Bergarten richtet sich im allgemeinen gegen Nordnordwesten (40 bis 45/325 bis 40 bis 45/340).

Die Schwelle, welche das Staubecken von Vermunt abschliesst, ist verhältnismässig breit; aus ihr ragt der "Mitterriegel" der Kardatscha auf (Tafel 2); westlich desselben hat die Ill das vom Gletscher abgeschliffene Tal ziemlich hoch aufgeschüttet, während die von dem Kardatschabache durchflossene Nebenfurche weniger hoch mit Schutt überdeckt wurde. Die Ausformung des Geländes erforderte neben der rund 384m langen Hauptmauer noch eine niedrige Seitenmauer von 101m Länge auf der rechten Talflanke zum Abschlusse der Kardatschafurche. Der gesamte Schutt- und Felsaushub erreichte mit etwa 100.000 rm ungefähr zwei Drittel der aufgewendeten Betonmasse (142.000 rm). An der Wasserseite bindet die 2,5m tiefe Herdmauer in den Gneis ein.



Tafel: 2 Vermuntwerk, Staumauer

Die Verheftungseinpressungen von der Sohle aus griffen 4-7 m tief in den Untergrund ein und erforderten eine Gesamtlänge von 2.500 m an Bohrungen. Die Abdichtung des Untergrundes gelang mittels Einpressungen von Zementmilch in befriedigendem Ausmasse.

Sand und Kies lieferte eine 4,6 km lange Rollbahn vom Ochsenboden (2.000 m Seehöhe und mehr) bis zum oberen Ende des Vermuntbeckens, wo sie eine 1,9 km lange Luftseilbahn übernahm. Der Zuschlagstoff war z. T. nicht voll gerundet und umfasste Geschiebe von Amphibolit, Hornblendegneis und verschiedenen anderen widerständigen Gneisen.

An der Luftseite der Mauer entstanden feine, aber oberflächliche Spannungsrisse; breitere Risse dürften den grossen Blocklängen (bis zu rd. 30 m) zuzuschreiben sein. Die Risse in den Ecken der Blockfugen verursachte die Ausmündung der Blockfugenzähne. An der Wasserseite zerriss die Spritzbetonhaut; bis 1950 konnte man nicht feststellen, ob sich diese haarfeinen Risse in den Mauerkörper fortsetzen. In den Schächten und Überwachungsgängen beobachtete man im gleichen Zeitraume keine Risse.

10. Talsperre Pack

Schriften: Heritsch - Czermak E 1923, Grengg G 1935, Stewag G 1950, Stini E 1925.

Die ausgezeichnete Veröffentlichung von H. Grengg über den Bau der Talsperre Pack umreisst auch die wichtigsten geologischen Verhältnisse der Abschlusstelle; wenn ich diese Schilderung ergänze, so tue ich dies aus dem Grunde, weil die Ausräumung der Baugrube eine Überraschung brachte und auch sonst die technischen Eigenschaften unseres alpinen Altkristallins hell beleuchtete.

Die Abschlusstelle beim Albrechtswirt bezeichnete der geologische Berater der "Stewag" bereits im November 1920 als geeignet für den Bau einer Talsperre von mittlerer Höhe. Als man nach Vollendung des Kraftwerkes Arnstein die Örtlichkeit am Zusammenflusse des Packer und des Modriacher Baches beschürfte, bestätigte sich zwar die vorausgesagte seichte Lage der Felsoberfläche und die Einschaltung schmaler, technisch unschädlicher Zerrüttungstreifen, das Dasein eines breiten Ruschelstreifens am linken Flügel des Bauwerkes blieb jedoch verborgen, weil er gerade in den Zwischenraum zwischen zwei Probeschächten hineinfiel - ein tückischer Zufall, wie er häufig den Geologen und den Ingenieur heimsucht.

Abschlusstelle und Wahl der Mauerform (gekrümmte Gewichtsmauer mit Dammanschluss) ergaben sich zwangsläufig aus der schmalen Schwelle knapp unterhalb des Talziewesels, zu welcher von Westen her Reste einer alten Landoberfläche bis kaum 20 m über der felsigen Bachsohle herabziehen (Abb. 6); auch in der Nähe des Bachgerhabers und bei der Auffahrt

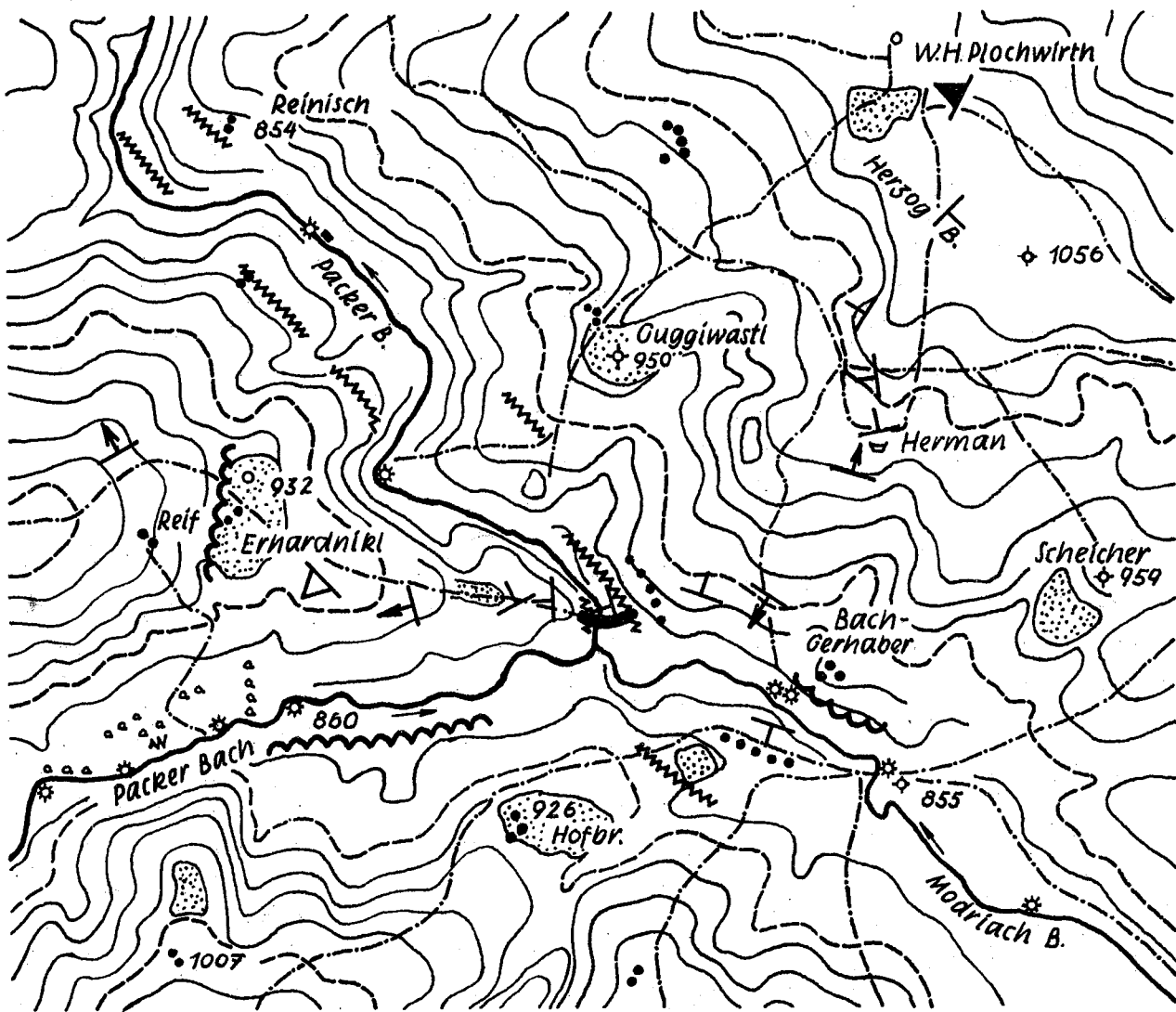
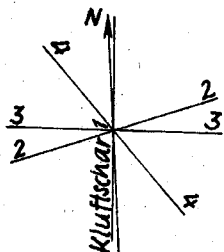


Abb: 6 Lage der Talsperre Pack



- | | | | |
|--|---------------------------------|--|----------------------------------|
| | Reste
alter Versanftungen | | Einfallwinkel < 30° |
| | Zerrüttungsstreifen | | Einfallwinkel zwischen 30 u. 45° |
| | Amphibolitlinsen | | Einfallwinkel zwischen 46 u. 60° |
| | Vorschieben des
Hangschuttes | | Einfallwinkel > 60° |

zum Hofbauer senken sich Altlandreste tief ins Modriacher Tal herab und geben dadurch einem verhältnismässig weiten Stausee Raum. Unspiegelbildlich steigt der rechte Hang (Abb. 7) steiler auf, dem allgemeinen Drängen des Wassers gegen Nordosten infolge der Korpalpenaufwölbung entsprechend. Die alten Versanftungsflächen auf dem Mitterberge, dem Herzogberge usw., welche die Gebirgswerdung allmählich emporhob, erscheinen durch die zahlreichen Eintiefungsstufen der sie jetzt trennenden Täler mehr oder minder deutlich abgetrepp; die Spuren der ruckweise

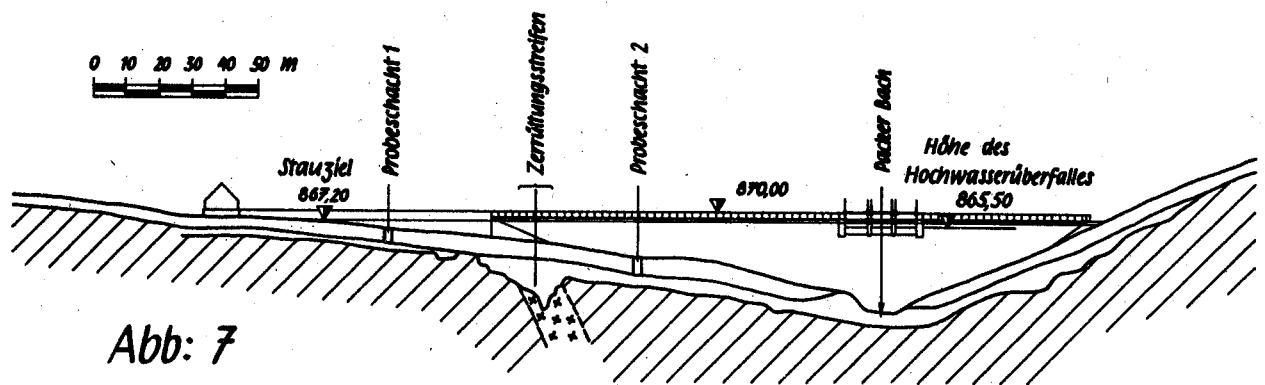


Abb: 7

Talsperre Pack, Talquerschnitt längs der Mauerachse

erfolgenden Eintiefung des rinnenden Wassers sind uns in zahlreichen Resten dieser alten Talböden und der mit ihnen verknüpften Versanftungen erhalten (vgl. Abb. 6). Der Stauraum liegt in seinen höheren Teilen ganz im Bereiche alter Landformen; nur seine tiefsten Bereiche gehören Neubaustreifen an.

Das Grundgestein bildet ein von der Langmannsperre her bekannter Glimmerschiefer, welcher durch Einspritzung von Stoffen aus der Tiefe bald wenig, bald mehr Feldspat aufgenommen hat; je reichlicher Stoffe der Tiefe in ihn eindringen, umso mehr nähert sich sein Aussehen jetzt dem eines Gneises (Gneisglimmerschiefer). Der Grad der erlittenen Umprägung bestimmt auch die technischen Eigenschaften der Bergart, indem die schwächer durchspritzten Abarten mit ihrem meist reichlichem Gehalte an Glimmer technisch minderwertig sind, während die örtlich sich einstellenden, kräftig stoffdurchpressten Spielarten technisch sehr befriedigende Eigenschaften zeigen können. Wie unter dieser von Stelle zu Stelle wechselnden Ausbildungsweise des Gneisglimmerschiefers die Aufbereitung der Zuschlagstoffe für den Beton der Mauer gelitten hat, davon überzeugt uns die Veröffentlichung von Grengg.

In den Körper dieser Gneisglimmerschiefer ("Hirschegger Gneise") schalten sich nun an der Baustelle nur spärliche und schwächliche Linsen anderer Bergarten ein. Ich meine damit nicht die Anreicherung von Granaten im Hauptgestein, welche im Teigitschgebiet recht verbreitet ist und Granatglimmerschiefer und Granatgneise erzeugt, sondern das gelegentliche Auftreten von Riesenkorngranit und von Amphibolit. Den gegenüber dem Muttergestein viel spröderen Riesenkorngranit (Pegmatit) hat die Gebirgsbildung meist kräftig zerdrückt, so dass man ihn oft schon mit der Spitzhacke hereingewinnen kann. Dagegen zeigen sich die Amphibolitlinsen meist zähe und frisch; leider erreichen sie in der Nähe der Baustelle nur derart geringe Mächtigkeiten, dass es nicht verlohnte, sie so wie beim Baue des Arnsteiner Werkes zu brauchbarem Sand und Grus zu zerquetschen.

Das Grundgestein überdeckten in der Talsohle der beiden Bäche geringmächtige Nahschotter der Einzugsgebiete. Reste derartiger Bachgeschiebeteppeiche tragen auch die niedrigeren Kanzeln und Auslaufrücken. Einer der Probeschächte am linken Flügel hat über ihnen eiszeitliche Aulehme angefahren. Eine Probe dieser Aulehme ergab bei der Schlämmung im Atterberg - Standglase die nachstehenden Körnungen:

Steine, Durchmesser grösser als 2 mm	0,60 v.H.
Sand, 2-1 mm	1,67 "
Sand, 1-0,5 mm	3,44 "
Sand, 0,5-0,2 mm	34,12 "
Mu, 0,2-0,02 mm	30,22 "
Schluff, 0,2-0,002 mm	24,73 "
Rohton, kleiner als 0,002 mm	5,22 "

zusammen 100,00 v.H.

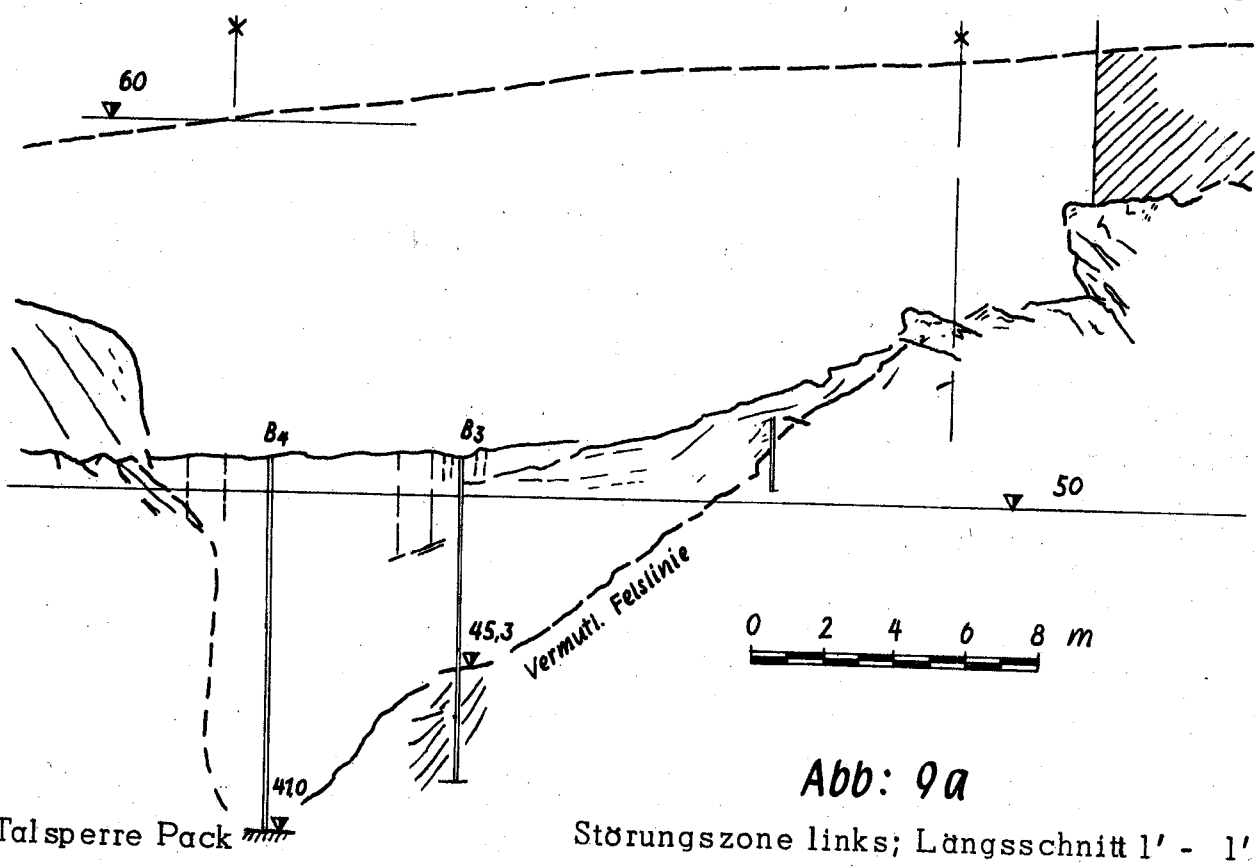
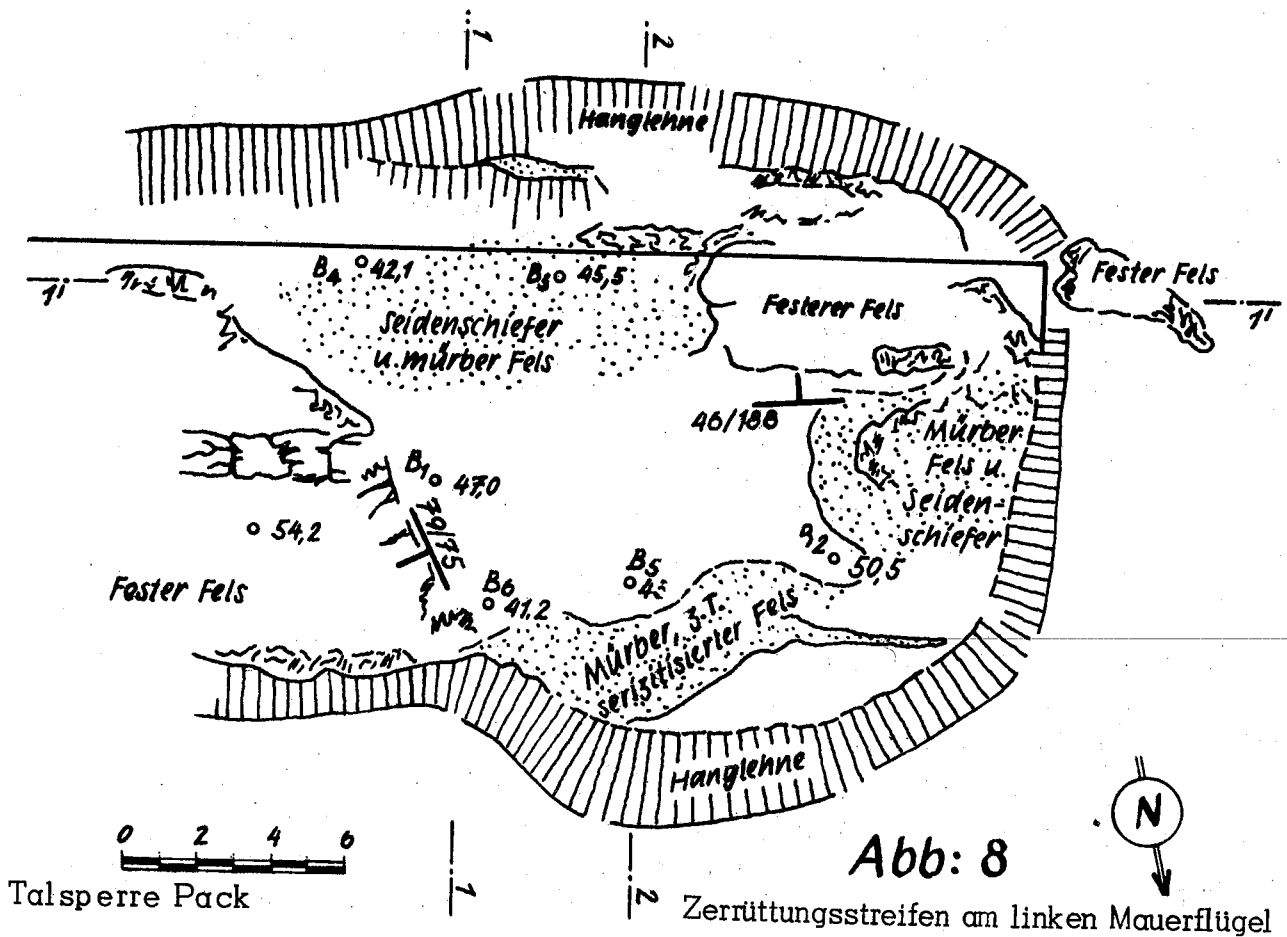
Auf den Hängen treffen wir meist einen mehr oder minder dünnen, selten mehr als 4 bis 5 m Mächtigkeit erreichenden Überwurf aus lehmreichem Gehängeschutt.

Die Gneisglimmerschiefer verfläachen an der Abschlusstelle unter kleinen, selten unter mittleren Winkeln gegen Westen oder gegen die unmittelbar an West anschliessenden Himmelsrichtungen (rechtsufrig 23/255, 24/257, 19/259, 24/265, 33/306; linksufrig 24/245, 28/255, 28/262, 23/265, 34/267, 38/272, 22/288, 22/325). Obwohl die Bergarten fast senkrecht zur Längsachse der Mauer streichen, lassen sie doch fast kein Wasser durch, weil die Schieferungsfugen in der Gründungstiefe der Mauer sich schliessen. Die nicht seltenen Gleitzerrüttungen, welche mit der Schieferung gleichlaufen oder einen nur wenig von ihr abweichenden Neigungswinkel besitzen, stören diese Unwegigkeit für Wasser nicht oder höchst selten; denn sie sind meist von Zerreibsel erfüllt, welches dem Wasser keine oder nur sehr enge Wege darbietet.

Aus 200 Kluftmessungen ergaben sich folgende Kluftscharen: Schar 1 streicht $1-181^{\circ}$ (Nord-Süd) und fällt meist sehr steil bald gegen Osten, bald gegen Westen (271°); sie folgt Störungen und Zerrüttungstreifen, welche in Hangsteilen (z.B. beim Erhardnikel) und in Talstrecken (Oberländer Säge, Grabenschmid, Stampf-Süd, Teigitsch-Schlucht unterhalb der Stampf) zum Ausdruck kommen (Längskluftschar).

Schar 2 streicht $71-251^{\circ}$ (ONO-WSW) und verflächt stets steil bis sehr steil gegen SSO (161°) oder NNW (341°); wir erkennen ihre Richtung in der Talstrecke des Packer Baches oberhalb der Talsperre wieder, ebenso in kurzen Schluchtstrecken südlich des Reinisch, oberhalb der Oberländer Säge usw.

Schar 3 streicht $92-272^{\circ}$ (O-W) und bildet so mit der Schar 1 einen rechten Winkel (Querklüfte); sie fällt häufiger gegen Norden (im Mittel 2°)

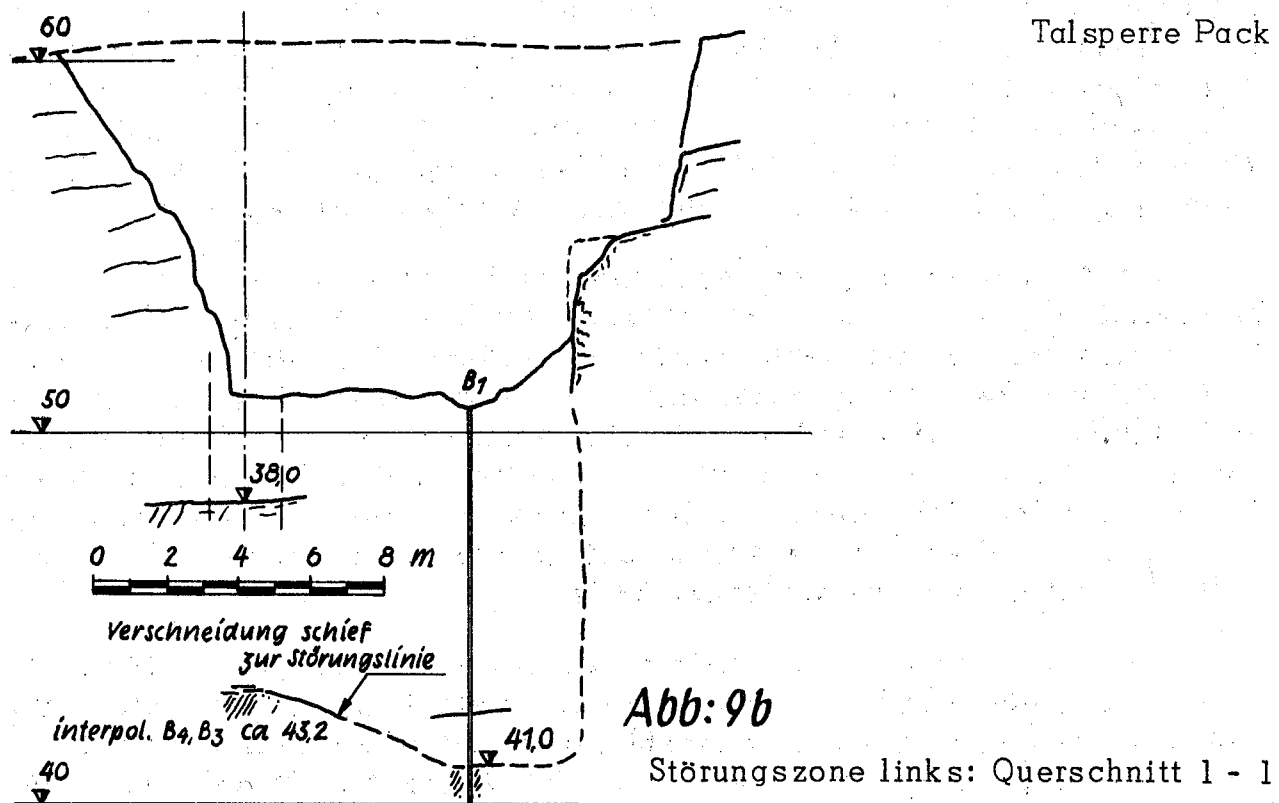


als gegen Süden (182°); sie bestimmte die Ausformung der Landschaft nur selten, erleichterte aber die Aussprengung der Baugrube abschnittsweise merklich.

Schar 4 streicht durchschnittlich $139-319^\circ$ (NW-SO) und fällt steil, seltener flach gegen NO ein (49° im Mittel); Verfläachen gegen SO (229°) ist selten. Sie hängt mit der "Modriacher Linie" zusammen. Diese Störung verursachte den Steilabfall der Kuppe 928 beim Oberländer gegen NO, begünstigte die Ausbildung der Hangversanftung beim Reinisch und schrieb längeren Talstrecken des Packer und des Modriacher Baches die Richtung vor; so z.B. unterhalb der Staumauer, besonders wirksam aber oberhalb derselben; hier schwenken ihre Teilstrecken in eine mehr östliche Richtung ein (etwa $133-313^\circ$).

Die Klüftung verläuft an der Baustelle günstig; denn nur die nord-südlich streichenden Schnitte der Schar 1 bieten dem Stauwasser unmittelbare Wege ins Freie (siehe Abb. 6). Der geringe Zudrang von Sickerwasser in die Baugrube beweist aber, dass solche Wege nur spärlich vorhanden oder wenig leistungsfähig waren.

Die Abschlussstelle liegt nahe dem Schnittpunkte zweier Hauptstörungen des Gebietes, der Modriacher und der Packerbachlinie (Schar 4 bez. 2 der Klüfte). Man darf sich diese Unregelmässigkeiten im Gebirgsbau jedoch nicht als einzelne, über lange Strecken zusammenhängende, gerade Linien vorstellen; sie sind vielmehr Störungsbündel, deren einzelne,



untereinander gleichlaufende Linien und Streifen sich bald verschmälern, bald auftun oder auch ganz auskeilen, um dann mit gleicher Richtung wieder aufzusetzen. Da die Bewegungen längs beider Störungen heute längst erloschen sind, war man vom geologischen Standpunkte aus berechtigt, die Baustelle zu benützen. Für den Fassungsraum des Staubeckens wirkten sich diese Störungen günstig aus, indem sie sich hier auftaten und die Verbreiterung des Talbodens erleichterten.

Die Packerbachstörung zieht übrigens knapp südlich an der Mauer vorüber und hat die Baugrube nicht einmal mit einer schwachen Begleit-zerrüttung gestreift. Die Ausformung des Talquerschnittes beim Albrechtswirt, dessen Keusche dem Sperrenbaue weichen musste, liess darauf schliessen, dass die Modriacher Linie, welche oberhalb der Auffahrt zum Hofbauer sich zu einem breiten Streifen auftut, an der Baustelle entweder ganz aussetzt oder sich ausserordentlich verschmälert. Die Aufschlussarbeiten zeigten, dass dies tatsächlich der Fall war; dort, wo man ihre Fortsetzung gegen Nordwesten vermutete, querte ein nur schmaler Zerrüttungsstreifen den rechten Flügel der Baugrube; ihn vermochte das Bauwerk schadlos zu überbrücken. Die Quellen nördlich des rechten Sperrenflügels, welche das Wirtshaus mit Trinkwasser versorgten, haben jedoch mit ihm nichts zu tun.

Es wäre möglich, dass die nicht vorausgesehene, fast 20 m breite Verruschelung am linken Sperrenflügel (Abb. 7) die eigentliche Fortsetzung der Modriacher Hauptlinie darstellt; sie würde dann in der Ausformung des linksufrigen Hanges nordwestlich der Abschlusstelle und in der Ausrichtung des Steilhanges östlich des Erhardnikel zum Ausdruck kommen, während die schwache Zerrüttung am rechten Ufer eine untergeordnete Begleitverruschelung darstellen dürfte. Aus der Gestaltung der während des Baues aufgeschlossenen Zerrüttung lässt sich jedoch ihre Zugehörigkeit zur Modriacher Störung nicht schlüssig beweisen.

Die Aufschliessung der Verruschelung am linken Flügel (Abb. 7 und 9) überraschte nicht nur, sondern führte auch zu Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich ihrer technischen Behandlung. Die getroffene Lösung - Ausräumung des gebrüchen und örtlich stark serizitisierten (verglimmernten) Felsens bis auf Seehöhe 841 herab - erzwangen Ausländer, welche damals in der Steweag die Führung inne hatten und unter dem Eindrucke des Bruches der Glenosperre standen. Die österreichischen Ingenieure und ihr Geologe wollten die Zerrüttung auf andere Art unschädlich machen, welche weniger Beton verschlungen hätte.

Die von Grengg mit Ziffern belegte und auch schaubildmässig dargestellte, eigentümliche, grobe Durchlässigkeit in nur 2 m Tiefe unter dem Höchststau hat mit dem wasserdicht ausgefüllten Zerrüttungsstreifen nichts zu tun; sie ist auch geologisch bis heute ein Rätsel geblieben.

Am rechten Flügel, wo die Schieferungsflächen hangauswärts fallen, wurden kräftige Verpressungen von Spalten und Klüften erforderlich, welche Zugbeanspruchungen im Felsgerüste geöffnet hatten. Von den beiden Bächen unterschritten, glitten trotz der mässigen Neigung der Lehne Schichtstösse ab; dabei klappten nicht nur die Schieferungsflächen auf, sondern auch die auf ihnen annähernd senkrecht stehenden Längsschnitte des Gneisglimmerschiefers.

Sieht man von der Beschaffenheit des Mauerwerkes ab, welche die geringe Güte des wirtschaftlich erreichbaren Zuschlagstoffes verschuldete, so hat die Talsperre Pack nach Ergänzung der Dichtungsarbeiten keine Mängel gezeigt, welche auf den Baugrund zurückzuführen wären. Damit hat die Zähigkeit der Ingenieure der Steweag den verdienten Erfolg errungen; denn es war nicht leicht, das Bauwerk gegen die Einwände des Geographen der Behörde durchzusetzen, dessen Urteil von dem Unglücke an der damals zu Österreich gehörigen "Weissen Desse" stark beeinflusst war.

11. Sperre Enzinger Boden

Schrifttum: Ascher G 1929, Ascher - Powondra G 1930, Ascher G 1932, G 1938, Oe. B. B. G 1951.

Die Talsperre Enzingerboden erweckt trotz ihrer geringen Höhe (29 m) Aufmerksamkeit wegen ihrer besonderen geologischen Verhältnisse, welche Ascher näher geschildert hat.

Den Enzingerboden, auf welchem ein Krafthaus das Gefälle vom Tauernmoossee herunter abarbeitet, schliesst eine Aufschüttung aus Bachgeschieben mit vereinzelt Blöcken ab, über welche sich ein Bergsturz von der linken Flanke her breitet; dieser hat den Talbach seinerzeit aufgestaut und die Talstufe des Enzingerbodens erhöht. Aus diesen Blockmassen tauchen Felswände aus Peridotit auf, u.z. am rechten Ufer knapp über der heutigen Talsohle, während sie im Westen erst in höheren Lagen hervortreten. In der Talsohle musste man die Lage der Felsoberfläche, welche mit flachgescheitelter Schwelle die vom Eise ausgehobelte Felswanne des Enzingerbodens abschliesst, erst durch Stollen, Tonnlagen und Bohrlöcher erkunden; ihre Überschüttung erreicht 17-18 m Mächtigkeit.

Man schwankte längere Zeit zwischen der Ausführung eines Dammes und dem Baue einer geraden Gewichtsmauer, ehe man sich für die letztere Bauweise entschied. Man setzte die Mauer in genügender Tiefe unter der Talsohle auf das grobe Bergsturzblockwerk auf und rechnete dabei mit einer Setzungen ausschliessenden Tragfähigkeit desselben. Den wasserdichten Anschluss an die Felsunterlage besorgt eine schlanke Herdmauer mit Gleitfuge. Die gewählte und von der Österreichischen Staubeckenkommission gebilligte Ausführungsweise des Abschlusswerkes des Ausgleichweihers "Enzingerboden" hat sich bewährt.

12. Silvrettasperre

Schrifttum: Vorarlberger Illwerke G 1947, E 1948, E 1953.

Die Silvrettasperre bildet den westlichen Abschluss des grossen Stausees auf der Bieler Höhe (134 ha Oberfläche, 38,6 Mio m³ Inhalt, Stauziel 2030 m); ihre landformenkundlichen und geologischen Verhältnisse fesseln sehr; O. Ampferer hat sie in mehreren Gutachten festgehalten, für deren Überlassung ich den Illwerken zu besonderem Danke verpflichtet bin. Den Zustand des Bauwerkes nach seiner Vollendung kenne ich aus eigener Anschauung.

Die gerade, rund 80 m hohe Gewichtsmauer legt sich mit ihrer rd. 579 m langen Krone knapp unterhalb des beckenbildenden Ochsenbodens quer über die ostwestlich verlaufende Strecke des Illtales 500 m oberhalb

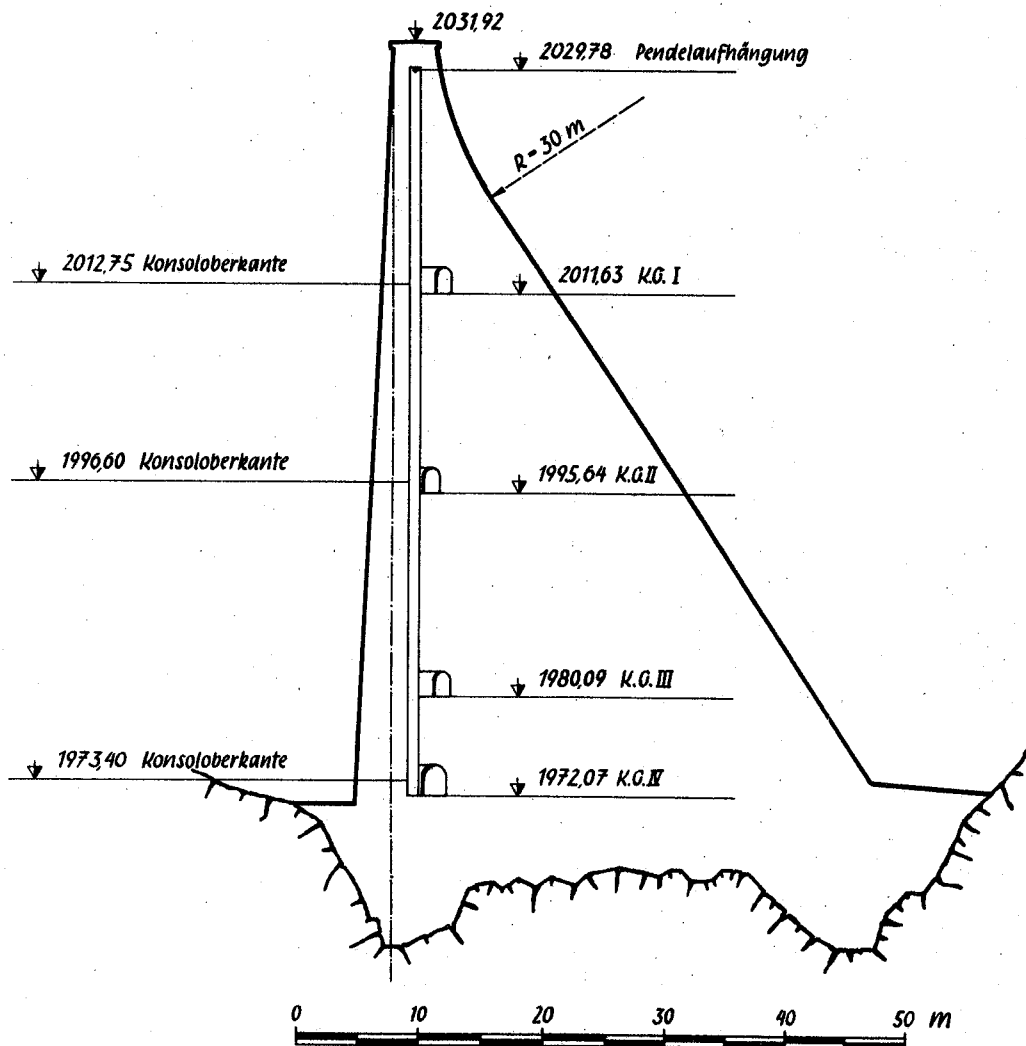


Abb: 10 Silvrettastaumauer

des Madlener Hauses. Der aus dem Talboden aufragende, prächtig vom Eise abgeschliffene Mitterriegel des Kl. Ochsenkopfes (Ochsenköpferl; 2034 m) zerlegt den Talraum und damit auch das Bauwerk in zwei Abschnitte (Abb. 11). Der breitere, nördliche gab der Ill die Bahn frei und ist stellenweise etwa 21 m hoch mit ihren jungen Absätzen verschüttet, welche ihrerseits auf einem geringmächtigen Grundmoränenteppiche aufliegen. Im schmälern Einschnitte südlich des Kl. Ochsenkopfes hat die Baugrube eine Störung aufgeschlossen, deren Ausbildung unsere Aufmerksamkeit weiter unten beschäftigen wird (Abb. 13 und 14).

Auch unter den Aufschüttungen des Ilbaches zieht eine Störung im Gebirgsbaue durch; sie verläuft in der Richtung O-W und lässt sich mehrere Kilometer weit verfolgen. Ampferer sagte sie vor ihrer Aufschliessung durch die Baugrube voraus, da ihm der verschiedene Aufbau des Gebirges südlich und nördlich der Ill nicht entging (Abb. 11).

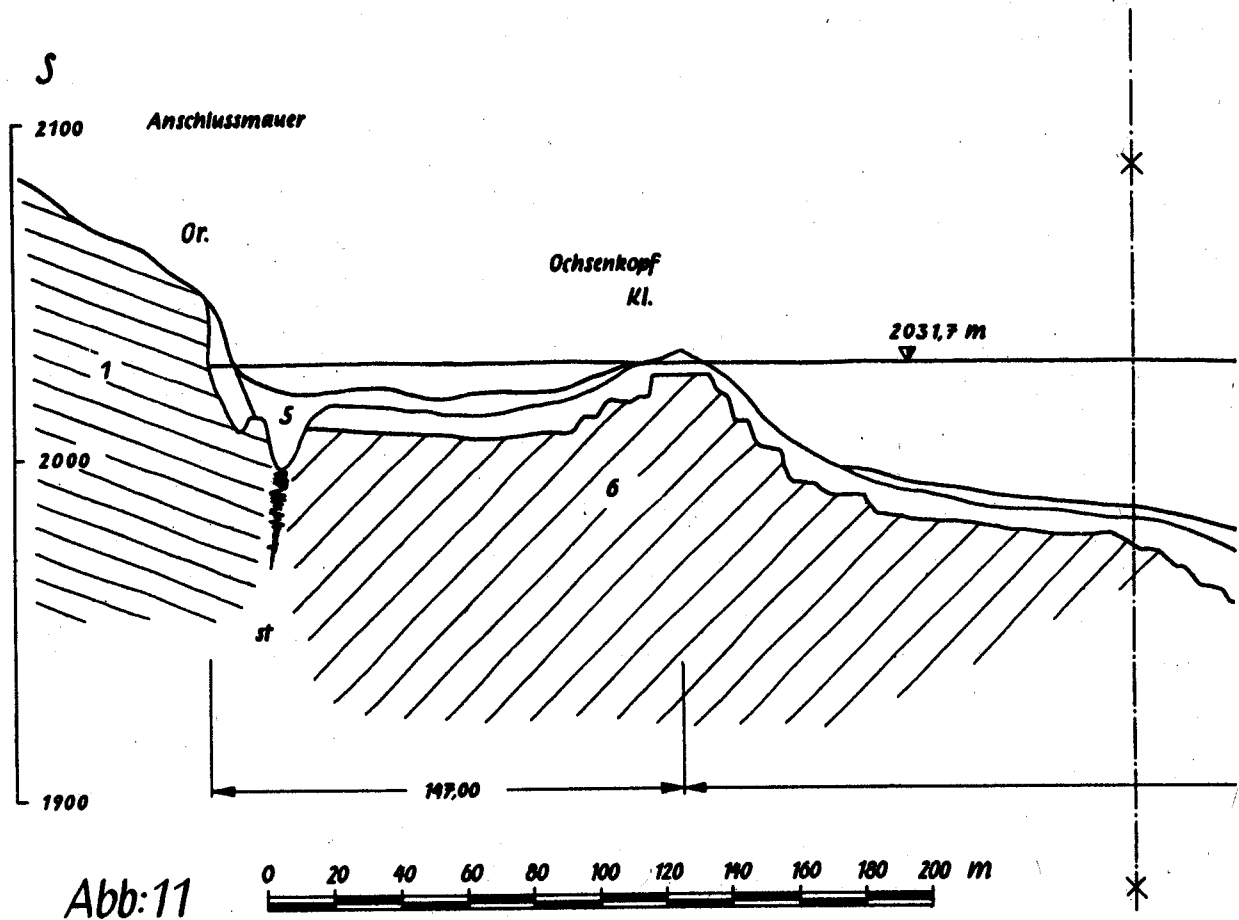
Nördlich des Talbaches stehen Truggneise an (Hellglimmergneise); sie beherbergen Quarzschwielen und gehen örtlich in Augengneise über. Gleitzerrüttungen stellt man häufig fest. Die Truggneise sind meist dünn geschiefert und heftig gefaltet, ihre Festigkeit ist nicht sehr gross, genügt aber trotzdem für die Bestandsicherheit der Mauer. Das Einfallen richtet sich unter mittleren Winkeln gegen Nordwesten (42/303, 48/308, 54/322).

Das Ochsenköpferl, in welches die Hauptmauer mit ihrer Kronenlänge von 432,26 m einbindet, baut eine Art Bänderamphibolit mit strahliger Hornblende auf. Er führt örtlich reichlich Granaten; so z.B. auf dem Sporne, welcher sich in den Stausee vorschiebt. Die Amphibolite verflachen gegen Südsüdwesten bis Westen (62/207, 43/244, 36/267), seltener gegen Süden (44/182); neben dieser Faltung weisen sie auch eine lebhafte Fältelung auf; schmale Zerrüttungstreifen sind mit dunkelgrünen Quetschmassen ausgefüllt, welche nahe der Tagoberfläche sich rostbraun verfärben. Hin und wieder durchsetzen Quarzadern von geringer Dicke lotrecht den Amphibolit.

Der linke Flügel bindet am grossen Ochsenkopf in Amphibolite ein, welche meist gebändert sind (streifige Amphibolite Ampferers). Sie sind ebenfalls kräftig gefaltet, jedoch weniger heftig als am Ochsenköpferl und wohl deshalb auch merklich gesünder und fester. Ihr Einfallen richtet sich gegen Westnordwesten bis Nordwesten (48/292, 32/294, 48/294, 31/314).

Unter den Kluftscharen des Baugeländes fallen besonders zwei ins Auge. Die eine streicht Nord-Süd ($5-185^{\circ}$) und schiesst steil bis sehr steil vorwiegend gegen Osten (95°) ein; die zweite streicht in ostwestlicher Richtung ($95-275^{\circ}$) und fällt meist gegen Norden (5°).

Die Störung, welche zwischen dem Amphibolit des Ochsenköpferls und jenem des Gr. Ochsenkopfes in der Richtung von Südosten gegen Nordwesten durchzieht, scheint irgendwie mit dem von weitem in Form

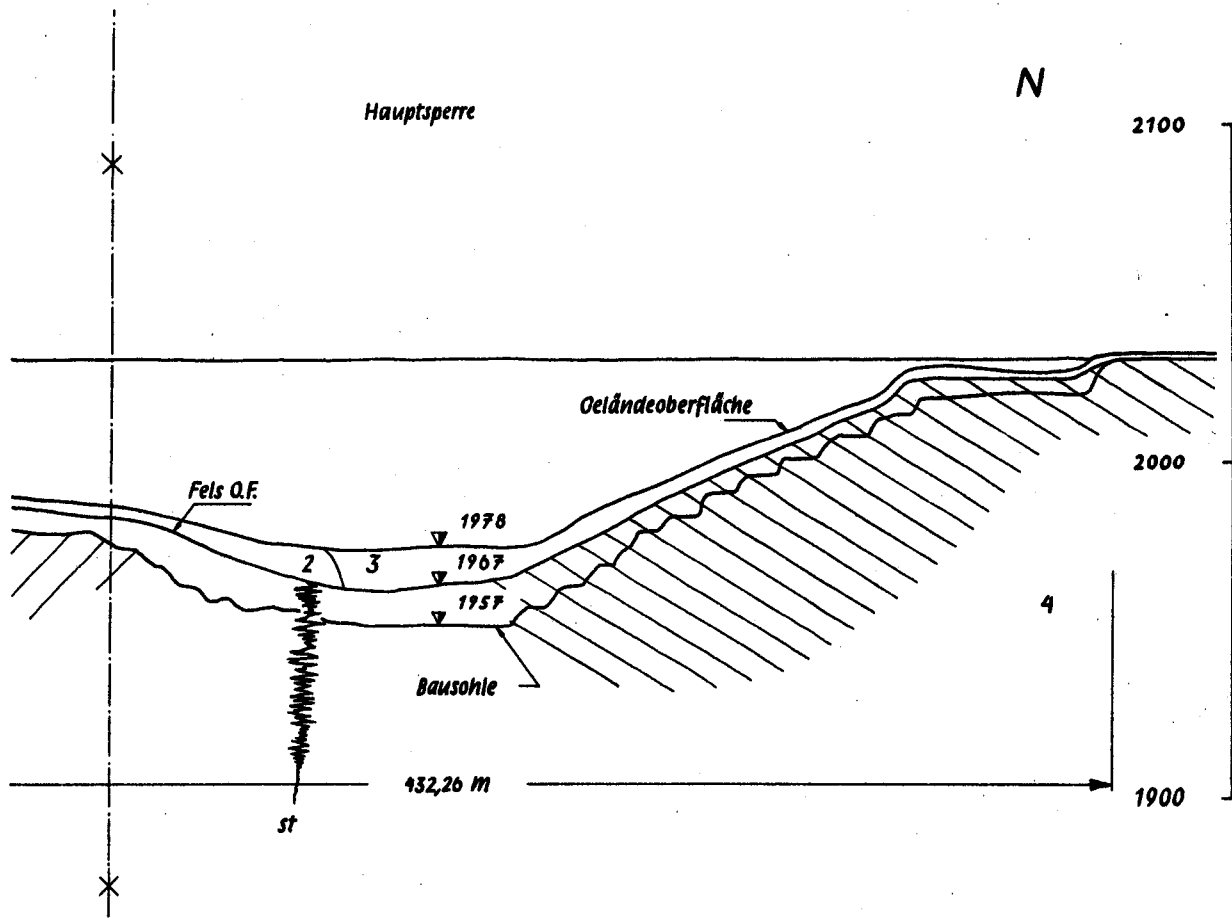


Längenschnitt in der Achse der Silvrettasperre

- 1) Heller bis dunkler, meist streifiger Amphibolit mit dunkelgrünen Verruschelungen
- 2) Blockmortnen Walle
- 3) Illablagerungen
- 4) Hellglimmergneise, meist dünnstriefig, kräftig gefaltet, gegen Süden in Augengneise übergehend.
- 5) Grundmoräne
- 6) Feinstrahliger Amphibolit, granatführend
- st Störung

einer Scharte ins Auge springenden Zerrüttungstreifen nördlich des Hohen Rades (2.612 m) zusammenzuhängen. Sie hat eine sehr tiefe Aufschliessung erfordert, liess sich aber, weil nach unten verschmälernd, sicher mit Beton verfüllen. Ampferer hat sie in seiner bekannten, treffenden Art beschrieben und zeichnerisch dargestellt (siehe auch die Zeichnungen 13, 14); ich gebe einen Auszug seiner Schilderungen wieder.

Die Seitenwände der Furche bilden Schubflächen mit Schrammen in verschiedenen Richtungen; die Scholle 4, (Abb. 13), wurde gegenüber der südlich anschliessenden, grossen Felsmasse selbständig verschoben. Auf den Bewegungsflächen haftet das dunkelgrüne Amphibolitzerreibsel, welches man heute am leichtesten am Ochsenköpferl beobachten kann. Dieses mehr oder weniger feine, wasserdichte Zerreibsel trennt die ein-



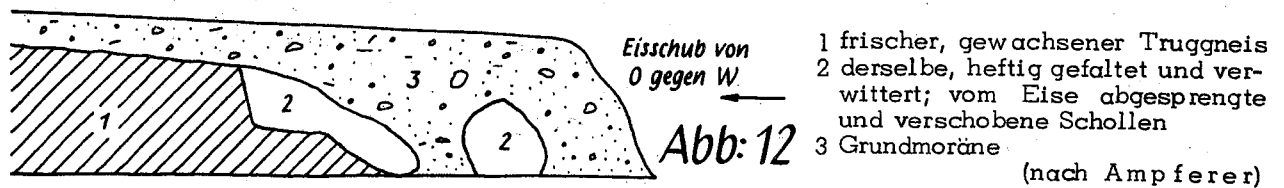
zelnen Schollen festen, geschonten Amphibolites, welche zwischen die Bergfesten des Gr. und Kl. Ochsenkopfes eingekleimt sind.

Die Füllung der alten Furche bestand bis auf etwa 2007,3 m Seehöhe herab zunächst aus grobem, kantigem Amphibolitblockwerk, welches in der benachbarten Steilwand beheimatet war. Nach unten zu wird dieser Schutt feiner und lagert in einer Seehöhe von 2007,3 m auf einer dünnen, sölhigen, lehmigen Schichte; Ampferer betrachtete sie als Verwitterungssaum. Unter ihm beginnt die Einschaltung von blanken Geschieben, welche z. T. sich in gelblichen Lehm betten. Die ziemlich gut gerundeten bis kopfgrossen Geschiebe stellen eine bunte Mischung aus Bergarten des Einzugsgebietes der Ill dar und reichen in der Baugrube bis ungefähr 1999 m Seehöhe herab. Ampferer spricht diese Einfüllung, welche sich ringsum mit einem Rostsaume abgrenzt, als umgeschwemmte Moräne an; die Rostfuge dieser Einlagerung zieht auch entlang der Schubwand der Scholle 3 der Abb. 13 ungestört weiter und beweist, dass diese Amphibolitmasse seit der Geschiebeeinschwemmung nicht mehr verschoben worden ist.

Die Furche stellt sich als ein schroffer Einschnitt in eisgerundetes Gehänge dar; ein Gletscherbach, welcher einem nahen Eishalte auf dem Ochsenboden entsprang, hat in verhältnismässig kurzer Zeit die Furche

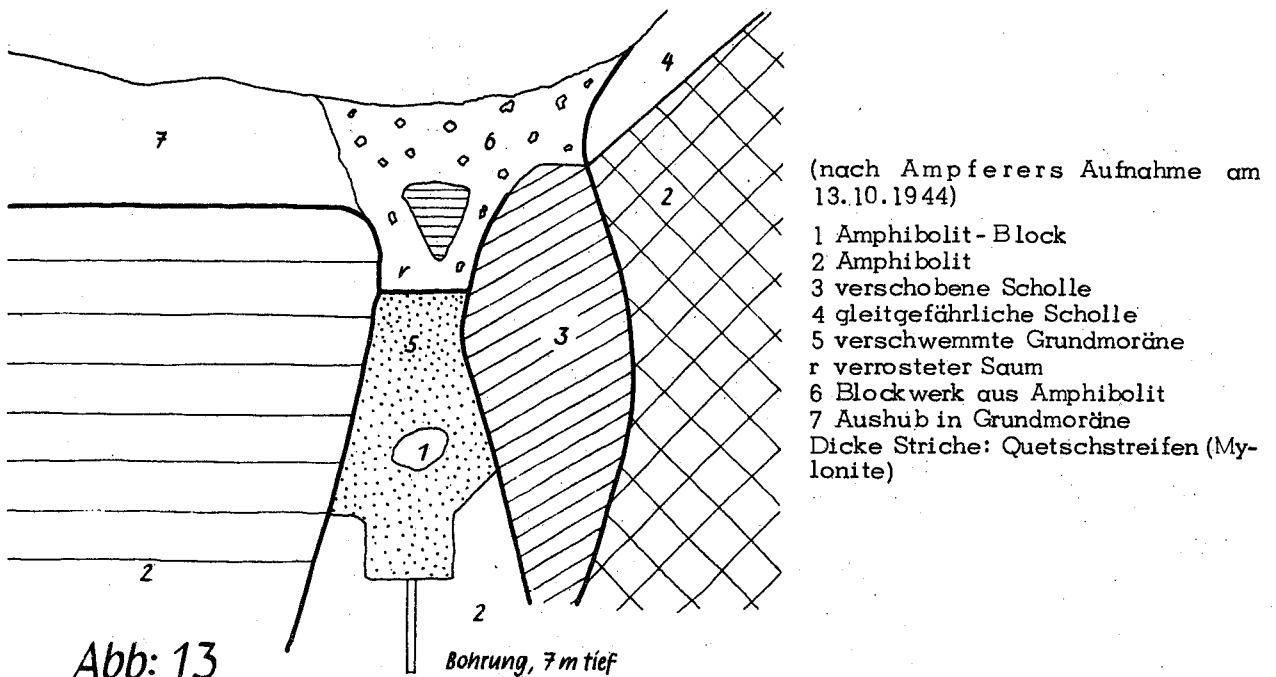
eingesägt und bald darauf Bestandteile der Moräne an seiner Stirne in sie hineingeschwemmt.

Die Aufschliessungen zeigten, dass sich die beiden Randklüfte der Furche in etwa 1996,8 m Seehöhe miteinander vereinigen. So konnte man die Furche erfolgsicher mit Beton verfüllen; indem man ausserdem im unteren Teile ein Gewölbe in die Mauer einzog und die Klüfte sorgfältig verpresste, tat man für die Standsicherheit der Nebensperre und für die Dichtheit des Verschlusses alles Nötige.



Auswirkungen des Eisschubes auf die Gneise des rechten Flügels der Silvrettasperre

Merkwürdige Schollenverschiebungen, welche Ampferer am rechten Flügel des Sperrenuntergrundes feststellte (Abb. 12), hat der Schub des Eises verursacht. Derartige Wirkungen kennt man seit langer Zeit aus Norddeutschland vom nordischen Inlandeise (Rügen u.s.w.).

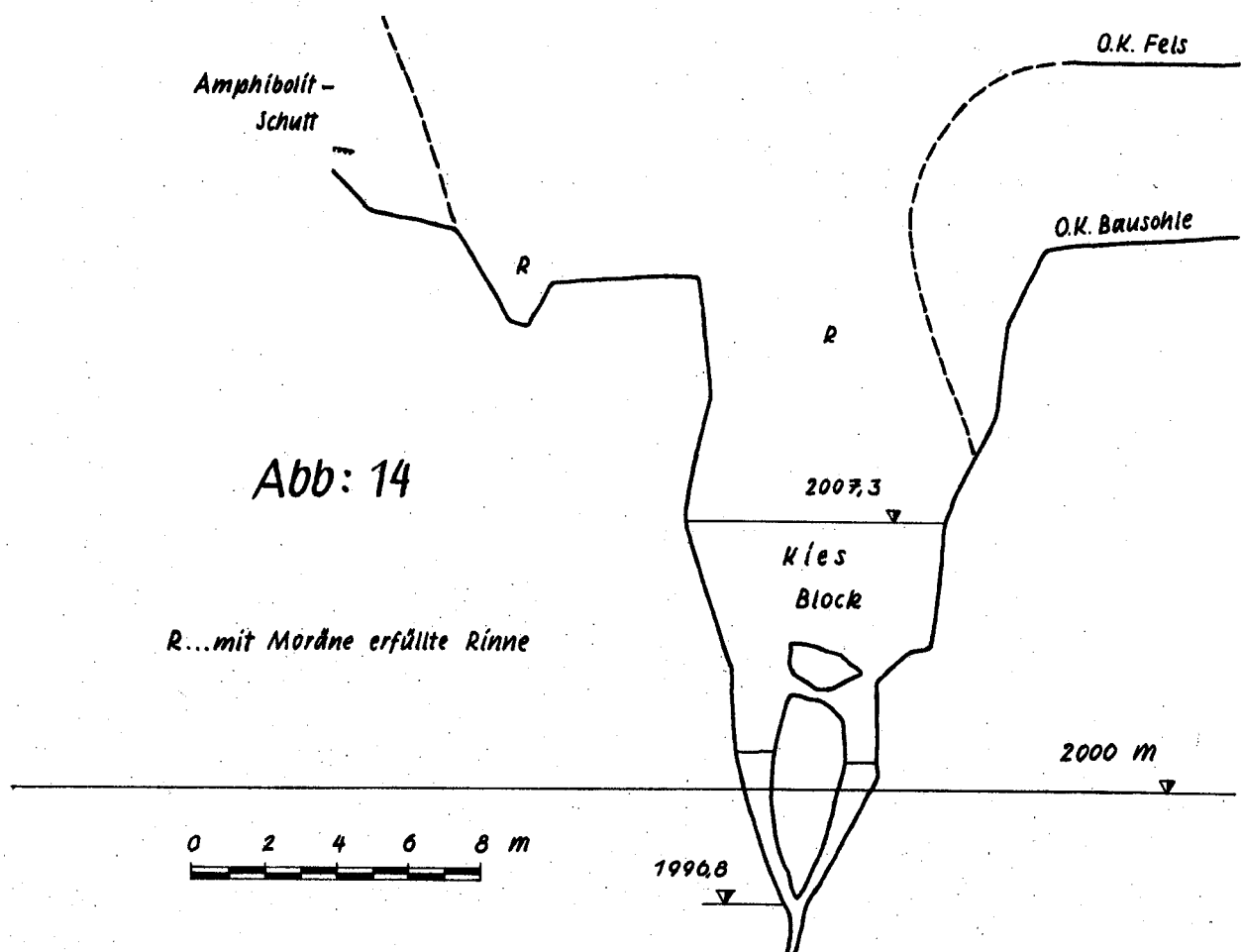


Ansicht der Baugrube zwischen Kl. und Gr. Ochsenkopf von W her

Der Sohlauftrieb wird von den Illwerken laufend gemessen; er ist über die Aufstandfläche der Mauer sehr unregelmässig verteilt, was wohl auf die zufällige Lage und räumliche Einordnung unverpresst gebliebener und daher offener Spalten im Untergrunde zurückzuführen ist.

Dank der vorgenommenen Einpressungen sind die Wasserverluste aus dem Becken an der Baustelle sehr gering; sie betragen anfangs September 1952 etwa 1,7 l/sek. In grösseren Entfernungen von dem Bauwerke ist das Becken schon von Natur aus völlig dicht.

Es wäre von wissenschaftlichem und praktischem Werte, durch Feinmessungen im Laufe der nächsten Jahrzehnte festzustellen, ob die beiden Störungen im Untergrunde der Mauer bereits vollständig erloschen sind oder heute noch, wenn auch ganz langsam, weitergehen.



Querschnitt durch den Störungstreifen am linken Flügel der Silvrettasperrre längs der Mauerachse

Als Zuschlagstoff verwendete man wie beim Baue der Vermuntsperrre die Ablagerungen des Ochsenbodens. Die Betonmassen umfassten 290.000 m³ Kernbeton, 80.000 m³ Vorsatzbeton wasserseits und 40.000 m³ Vorsatzbeton luftseitig.

An Erdaushub wurden 90.000 m³, an Felsabräumung 150.000 m³ geleistet.

Risse beobachtet man weder an der Luft- noch auf der mit bewehrter Spritzbetonhaut versehenen Wasserseite. Dagegen entstanden in den Überwachungsgängen und -Schächten geringfügige Haarrisse, welche die Illwerke lt. Bericht vom Jänner 1950 auf die Nähe von Betonier- Arbeitsfugen zurückführen.

13. Der Bieler Damm

Schriften: wie bei Talsperre 12.

Der Bieler Damm schliesst den Stausee des Kraftwerkes "Obervermunt" gegen Osten ab. Seine geologischen Verhältnisse hat man vor dem Baue ebenso sorgfältig geklärt wie jene des Untergrundes der Silvretta-sperre. O. Ampferer hat daran entscheidenden Anteil genommen; ich folge vielfach seinen gutachtlichen Äusserungen, in welche mir die Illwerke in dankenswerter Weise Einblick gewährten.

Die Ill nahm, wie schon ein Blick auf eine Karte grösseren Massstabes vermuten lässt, früher ihren Weg ins Paznauntal und zum Inn hinab. Der Gletscher der Schlusseiszeit presste gewaltige Massen von Grundmoräne an die östliche Flanke seiner Felswanne und verlegte mit ihren Anhäufungen auch die Talung im Nordost (Abb. 15); die Moränenablagerung

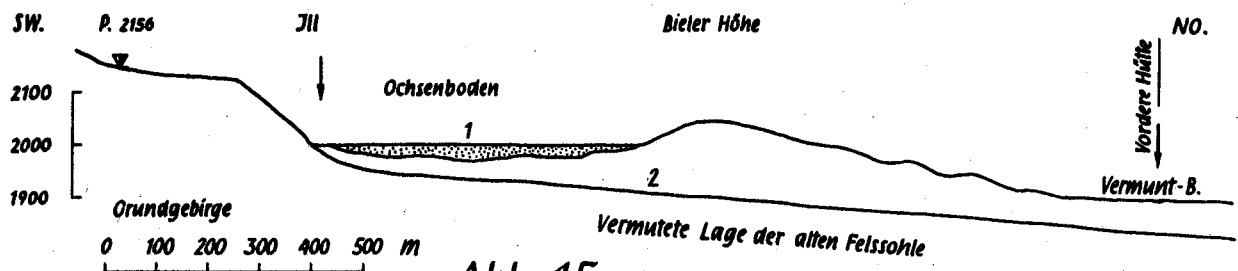


Abb: 15

Vereinfachter, geologischer Schnitt über den Ochsenboden und die Bieler Höhe

(im wesentlichen nach A m p f e r e r)
 1 Junge Aufschüttungen des Illbaches
 2 Grundmoräne

im Westen blieb niedriger. Nach dem Rückzuge des Eises bildete sich in der Felswanne ein Stausee; nach seiner Verlandung floss die Ill über die niedrige Schwelle im Westen ab. Die Moränenhaufen vor dem Paznauntale dünnen zwar gegen Westen hin aus, sind aber im Bereiche der Silvretta-sperre immer noch dick genug - 1 m und mehr - um die Wasserdichtheit des ganzen Staubeckens zu gewährleisten. Die Verlandungsfolge des natürlichen Stausees beginnt wie gewöhnlich mit feinem Schlamm - hier Gletschertrübe -, über welchen sich Sande und endlich Schotter breiten. Nach der Verlandung des Sees schob die Ill ihren riesigen Mündungskegel nunmehr als Schwemmkegel immer weiter nach Norden und Westen vor.

Bohrungen, deren eine in 60 m Tiefe den Fels noch nicht erreichte, und Schächte schlossen die Grundmoräne auf; Ampferer schildert sie als überall vollkommen dicht, festgepresst und im trockenen Zustande steinhart; tonige Massen umschliessen zahlreiche, gekritzte Geschiebe und einzelne Blöcke. Der mit gedichteten Fugen ausgestattete Betonkern des Dammes greift durchschnittlich 4 m tief in die wie ein tonreicher Mergel sich verhaltende Grundmoräne ein (etwa 34 m unter Kronenhöhe). Für die Schüttung des Dammkörpers bot der Schwemmkegel der Ill auf dem Ochsenboden ein unerschöpfliches Vorratlager. Die Pflasterung der Wasserseite und der Krone schützen den Damm gegen gelegentlichen Wellenschlag.

Wie ich anfangs September 1952 beobachten konnte, führt die Dränung des Schüttungskörpers nur einige Zehntel Sekundenliter ab; das ausfliessende Wasser ist vollkommen klar. Ein unbekannter Bruchteil der beobachteten Wassermenge stammt von dem Niederschlagwasser, welches auf die luftseitige Böschung des Dammes selbst auffällt. Die sommerliche Gletschertrübe im Stauseewasser dürfte voraussichtlich in wenigen Jahren die Dichtung des Bauwerkes vollenden. Schüttung und Zustand der Entwässerungsanlagen stehen laufend unter sorgfältiger Beobachtung.

14. Die Gerlossperre

Schriften: Jüngling G 1950, Grengg - Lauffer G 1948.

Mit der Gerlossperre, wegen ihrer Lage am Nordhange des eisgeschliffenen Bergrückens "Opferstock" (1240 m) auch Opferstocksperrre genannt, hat Prof. Dr. H. Grengg den Gewölbemauerbau in Österreich eingeführt; es erhob sich anfangs lebhafter Widerstand gegen diese in Deutschland sowohl wie in Österreich noch kaum bekannte Bauweise. Die züh vorgebrachten Einwände waren jedoch, zumindest soweit sie die Baugeschichte betrafen, unbegründet. Denn die Untergrundverhältnisse waren für die gewählte Bauweise durchaus günstig.

Fester Quarzschiefer (Quarzitschiefer) und untergeordnet auch Quarzsandsteinschiefer baut beide Einhänge der Opferstockschlucht auf; dünne Häute von Seidenglimmer (Serizit) trennen nicht selten die einzelnen Bänke und dicken Schichten der Bergart voneinander. Die Gesteins Härte ist ungewöhnlich hoch und liegt um 7 der Mohs'schen Härtestufenleiter; leider ist der Fels auch sehr spröde, so dass man bei der Aussprengung der Baugrube tiefe Bohrlöcher und brisante Ladungen vermeiden musste. Chemische Vorgänge vermögen das gesunde Gestein kaum anzugreifen; so erliegt es eigentlich nur der mechanischen Verwitterung - dem Zerfalle -, welcher die Bergart in grosse Blöcke zerlegt; die Schnitte, welche den Fels der Baustelle durchziehen, stehen nämlich ziemlich weit voneinander ab. Die Schieferungsflächen des Felsens fallen an der Baustelle unter mittleren bis steilen Winkeln durchschnittlich gegen Norden ein, doch sind Abweichungen sowohl gegen Nordnordwesten wie auch gegen Nordnord-

osten häufig (79/334, 44/341, 48/341, 37/346, 47/346, 41/349, 49/349, 41/351, 49/353, 41/359, 51/359, 56/3, 41/8, 61/12, 54/14). Aber schon in geringer Entfernung von der Talsperre misst man mehr oder minder steiles Verfläachen gegen Süden; es kommt darin die mannigfache Verfaltung und Schuppung der Schieferhülle der Tauern zum Ausdrucke.

Die Klüfte schliessen sich bereits in geringer Tiefe, da der Gletscher der Eiszeit die Witterschwarte des Felsens weitgehend entfernt hat. Die Schnitte gehören vier Kluftscharen an.

Schar 1 streicht ungefähr Nordsüd (171-351°) und schiesst dabei vorwiegend gegen Osten (81 Grad) ein.

Schar 2 streicht ungefähr Ostwest (84-264°) und fällt dabei meist steil überwiegend nach Süden ein.

Schar 3 streicht ungefähr Südost-Nordwest (126-306°) und schiesst gegen Nordosten (36°) ein.

Schar 4 streicht ungefähr Nordost-Südwest (45-225°) bei Verfläachen gegen Nordwesten.

Die Ausformung der Baugrube machte sich die räumliche Lage der Schnitte zunutze.

Die Wasserwegigkeit begünstigen an der Baustelle selbst eigentlich nur die Schnitte der Schar 2, welche der Schlucht und dem Opferstockrücken die Richtung vorgeschrieben haben. Doch blieb der Wasserzudrang in die Baugrube gering, da die Schnitte, wie schon ihr Name sagt, schon in geringen Tiefen mehr oder minder dicht zusammenschliessen. Auch die seltenen Zerrüttungstreifen, mit welchen sie verknüpft sind, ändern nichts an der geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes; ein schmaler Zerrüttungstreifen am rechten Flügel fiel als "Gleitzerrüttung" 56/347 und 64/344 ein und verlief schwach windschief; ein breiterer von 0,5 bis 0,6 m Mächtigkeit oberhalb des ersten verfläachte 57/359. Die Dichtungsmassnahmen erforderten daher nur einen verhältnismässig sehr geringen Aufwand; es genügten zum Verschliessen der Wasserwege Bohrlöcher von 6-10 m Tiefe und Höchstdrücke von 10-15 atü.

Am rechten Flügel lag der Fels bereits von Natur aus bloss (Abb. 16). Wenn man hier in waagrechter Richtung bis zu 14 m tief aussprengte, so tat man dies nicht etwa, um die Einbindung zu verbessern, sondern um der Gleichwinkelmauer eine spiegelbildliche Form zu geben.

Die Sohle der Schlucht war an der Abschlusstelle mit einigem Blockwerk und Bachgeschiebe überdeckt; 2-3 m darunter lag der feste, vom Bache zugeschliffene Quarzschiefer, in welchen die Herdmauer etwas mehr als 7 m tief eingreift, während an der Luftseite eine Aussprengung von 2 ½ m Fels vollauf genügte.

Ungünstiger verlief die Felsoberfläche am linken Flügel, wo sie nur bis 1173 m Seehöhe emporreichte und von dieser Uferkante ab nach Süden zu leicht rückfällig wurde; vom Muldentiefsten stieg sie dann südwärts sanft an (vgl. Abb. 16). Diese Art des Flankenverlaufes deutet eine alte Lage der Schluchtsohle an; sie zwang, den Gewölbeschub auf ein künst-

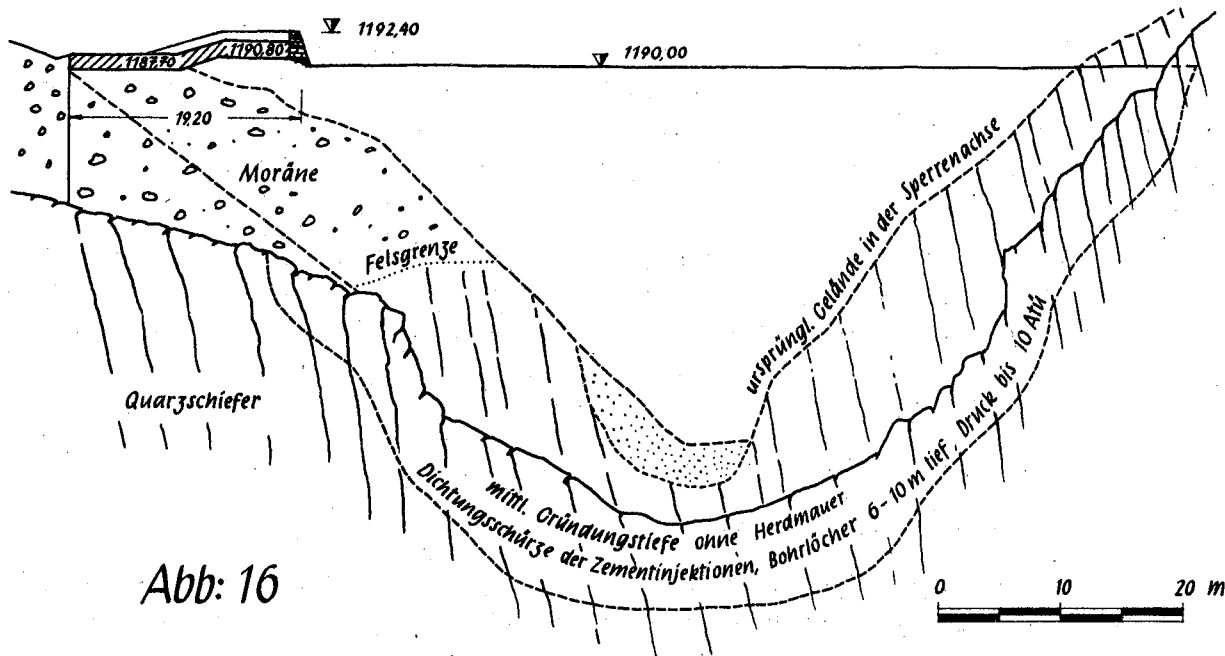


Abb: 16

Schnitt durch das Widerlager der Gerlossperre und das abgewinkelte Gewölbe

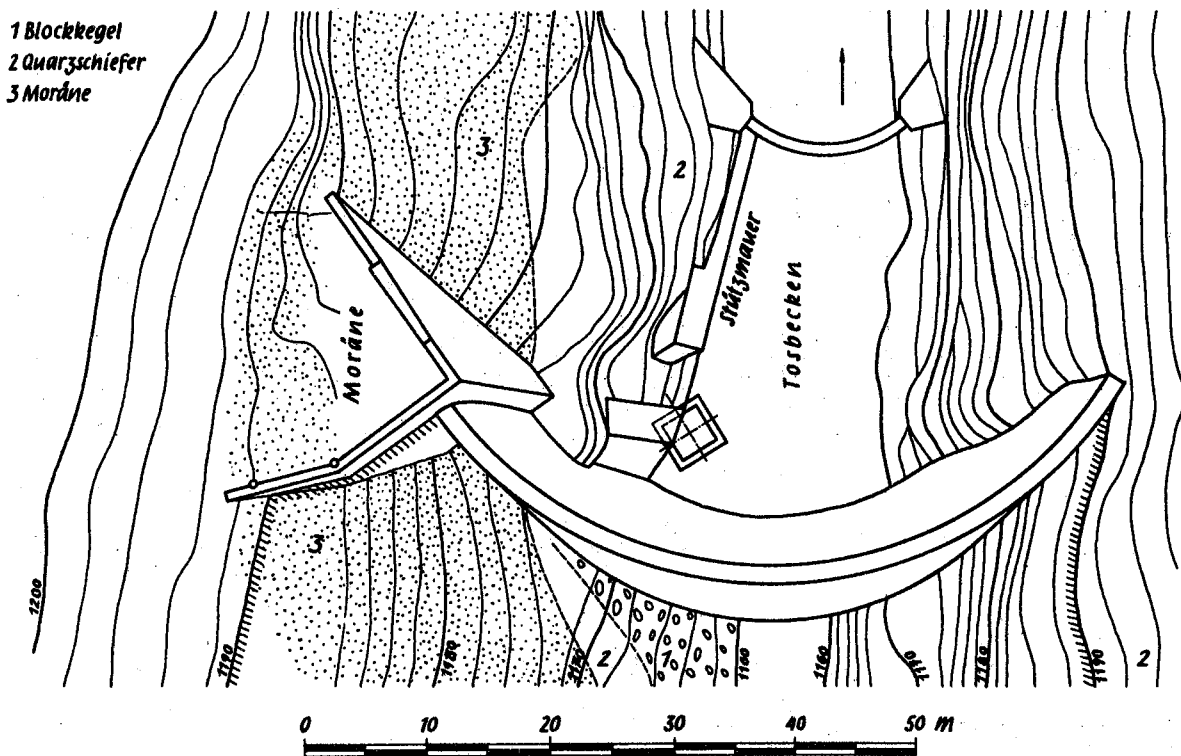


Abb: 17

Grundriss der Gerlossperre

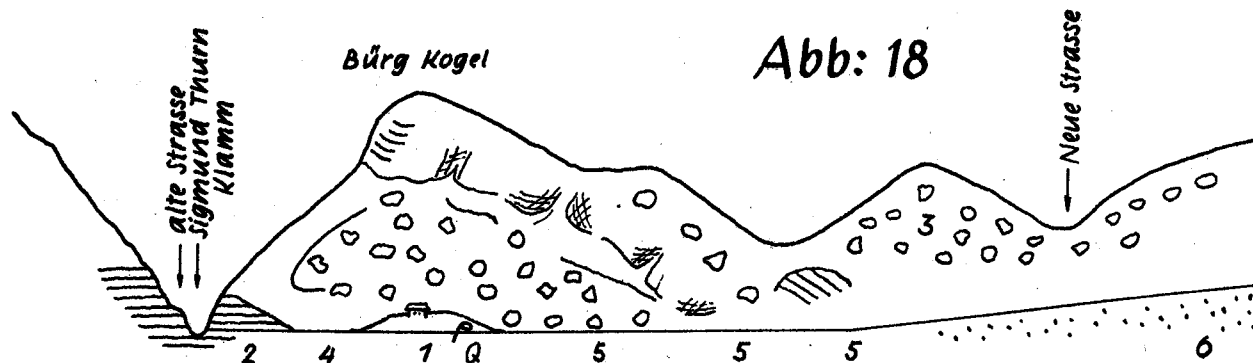
liches Widerlager zu übertragen. Man sprengte hier, waagrecht gemessen, bis zu 15,6 m Fels ab, um den Gewölbeschub sicher zu übertragen und den Widerlagerblock auf die hier hangauswärts fallenden Gesteinsbänke richtig aufsetzen zu können. Das alte Bachbett füllte eine Grundmoräne von einiger Mächtigkeit aus.

Man darf das Bauwerk als völlig gelungen betrachten; seit der Inbetriebnahme des Kraftwerkes haben sich keinerlei Wasserdurchtritte oder sonstige Mängel baugelogeischer oder technischer Art gezeigt.

15. Die Sperre Bürg

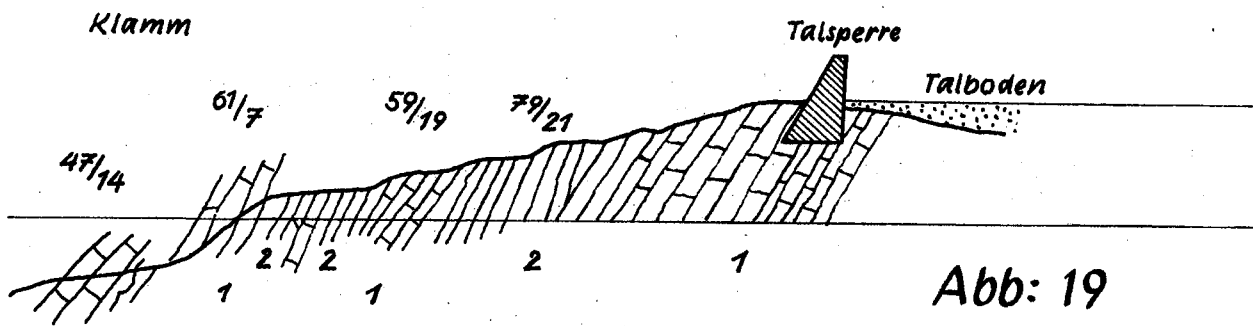
Schrifttum: Kropatschek H. E 1951.

Die 22 m hohe und kaum 11.000 m³ Beton beanspruchende gerade Gewichtsmauer für die Eigenbedarfsanlage der Hauptstufe Glockner-Kaprun erforderte wegen der ungünstigen geologischen Verhältnisse am linken Ufer der Kapruner Ache einen Aufwand von 8.700 rm Felsprengung und 16.400 rm Schuttabräumung. Und doch war ihr Bauplatz von der Natur vorgezeichnet am unteren Ende eines mässig weiten Talbodens und im sich öffnenden, südlichen Munde einer engen Schlucht, der einst vielbesuchten Siegmund-Thun-Klamm (Abb. 18 und 19).



Ansicht des Bürg-Kogels von Süden vor dem Bau der Talsperre

- 1) Hügel beim Bürgbauer, wahrscheinlich Grundmoräne (Drumling) oder aus einer alten Bachflur herausgeschnitten
- 2) Kalkglimmerschiefer bis Kalkphyllit, steil nordfallend
- 3) Endmoräne mit etlichen Bergstutzblöcken von der Falkenwand herab
- 4) junger Sturzschutt vom Bürgkogel herab, in Rundschotter aus dem Talinneren gebettet
- 5) Kalkglimmerschiefer bis Kalkphyllit, 83/12 verflächend, Quarzlinzen
- 6) Schwemmkegel des Falkenbaches; seinem Saume entsickern beim Bauernhause und südlich davon Quellriesel (Q)



Längenschnitt durch die Siegmund Thun-Klamm

- 1) vorherrschend Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllite und blau- bis schwärzlichgraue Kalkschiefer; Zwischenlagen von Dunkelschiefern
- 2) vorherrschend Dunkelschiefer mit einzelnen Zwischenlagen von Kalkschiefern

Das Grundgestein bilden in der Klamm selbst blaugraue bis schwärzlichgraue Kalkschiefer und Kalkphyllite, welche oft den "Klammkalken" zum verwechseln ähnlich sehen und mit graphitführenden, dunklen Schiefer schichtstossweise derart wechsellagern, dass in dem einen Schichtstosse die kalkreichen und in dem anschliessenden die glimmerreichen, quarzführenden Dunkelschiefer weitaus vorherrschen. Im oberen Munde der Klamm gewinnen glimmerhaltige Kalkschiefer die Oberhand, welche sich von den Kalkglimmerschiefern der Schieferhülle im Süden nur durch ihre dunklere Farbe unterscheiden. Die dunklen Kalkschiefer durchsetzen Netze von weissen Kalkspatadern; Adern, Putzen und Knauern von Kalkspat, oft ihrerseits wiederum von Quarz durchwachsen, durchschwärmen die Kalkglimmerschiefer.

Trotz ihres örtlich nicht geringen Glimmergehaltes sind die Kalkgesteine der Baustelle sehr fest und auch sonst technisch recht günstig ausgebildet. In der Sohle des Bauwerkes fuhr man sie ganz leicht an. Auf den beiden Flügeln dagegen waren ziemlich mächtige Massen von Moränen- und Hangschutt vorgelagert. Während diese rechtsufrig nicht hoch am Hange emporreichten und sich keineswegs bösartig verhielten, neigten die Hangschuttmassen am linken Ufer zu lästigen Rutschungen und gestalteten bei ihrer Mächtigkeit und sickerwasserbedingten Beweglichkeit die Einbindung des Westflügels sehr aufwendig.

Die Kalkglimmerschiefer fallen im weiteren Bereiche der Abschlussstelle steil bis sehr steil gegen Norden bis Nordnordosten ein (61/7, 47/14, 59/19, 79/21; rechtsufrig 74/1, 59/11, 83/12, 89/27, 74/29, 58/31, 89/31; linksufrig 72/19, 58/33, 72/35, 52/37). Kleinfältelung ist die Regel, vermindert aber die technische Eignung des Gesteins für die Aufnahme selbst höherer Talsperren kaum nennenswert. Querfältelung mit steil gegen N bis NNO fallenden Achsen ist häufig und wird durch weisse Kalkspatschnüre betont sichtbar.

Das Talauwärtsfallen der Schichtstösse wäre an sich für den Bestand einer hohen und langen Gewichtsmauer ungünstig. Es gefährdet

jedoch an dieser Örtlichkeit den Bestand der Talsperre in keiner Weise; ganz abgesehen von den sehr niedrigen Spannungen, welche die Mauer in ihrem Untergrunde erzeugt, trägt die fast saigere Aufrichtung der Schichten zu ihrer Standsicherheit und Tragfähigkeit für lotrecht wirkende Lasten bei; zudem sind die Schichten in die Flanken der engen Schlucht vorzüglich eingespannt und zu Gleitungen in ihrer Fallrichtung unfähig.

Die steile Lage der Schichtstösse und ihr Streichen quer über die Klamm begünstigen ihre Undurchlässigkeit; die Glimmerhäute auf den Schieferungsflächen verlegen dem Stauwasser den Weg. Daran ändert auch die der Talrichtung folgende Kluftschar nicht viel; das Eis der Gletscherzeit hat nämlich überall die klüftige Verwitterungsschwarte des Felsens abgehobelt; unter ihr sind die Schnitte des Gesteins bereits weitgehend geschlossen. Die Kluftscharen, welche Wasserverluste aus dem Stauraume erleichtern könnten, gehören zwei Scharen an. Die eine stimmt genau mit dem Streichen der sog. "Tauernklüfte" überein, welche an der Baustelle im statistischen Mittel 29 - 209 Grad (Nordnordost) streichen und hier wie die "Fäulen" der Bergbaugebiete meist gegen Westnordwesten (299 Grad) einschneiden. Die zweite Schar der Schnitte streicht fast genau Nord-Süd (174 - 354 Grad) und verflächt vorwiegend gegen Westen (264 Grad); sie ist u.a. auch aus dem Gebiete von Badgastein wohlbekannt (Gasteiner Wasserfall). Mit diesem hat die Abschlussstelle auch die Ostwestklüfte gemeinsam (Streichen 84 - 264).

Durch sorgfältiges Auswaschen aller überhaupt offenen Wasserwege und ihre Verpressung mit Zementmilch wurde allen möglichen Wasserdurchtritten vorgebaut. 24 Bohrlöcher, welche bis 33 m tief in den Fels vorstießen und eine Gesamtlänge von 465 Laufendmetern erreichten, nahmen nur 2500 l Zementmilch auf.

16. Salzasperre

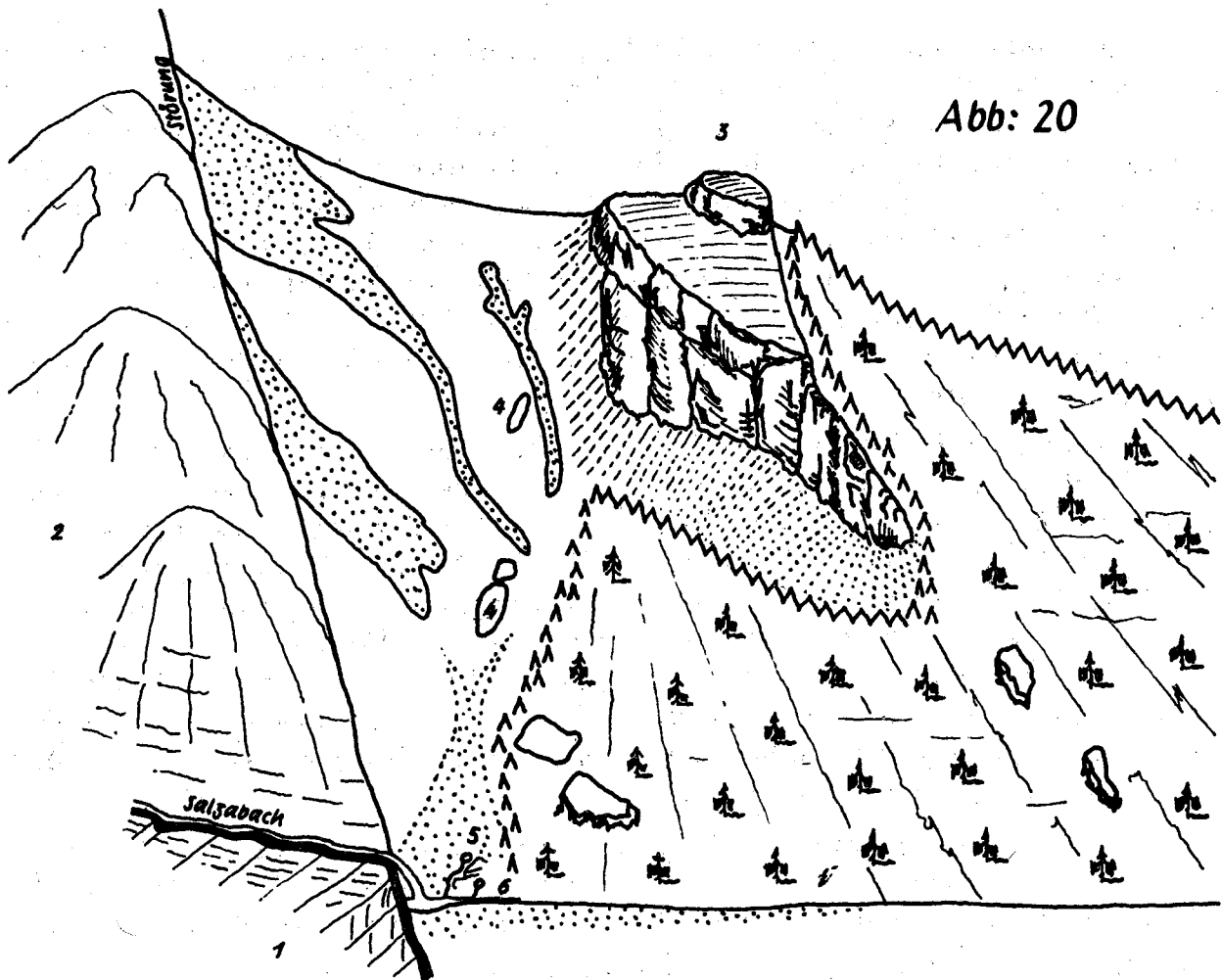
Schriften: Cornelius E 1939, Fischer und Grengg, G 1951, Stini E 1946, Stini E 1949, Häusler E 1943, Stini E 1953.

Eine Steilstufe, eine leicht ausführbare Triebwasserführung und die Möglichkeit, ein der Fliesse des Baches entsprechendes Staubecken zu schaffen, boten neben elektrizitätswirtschaftlichen Erwägungen der Steuweg den Anreiz, oberhalb des Salzafalles bei St. Martin i. Ennstale ein Kraftwerk zu bauen. Fischer - Grengg haben darüber kurz, aber treffend berichtet, so dass ich ihre Ausführungen nur zu erweitern brauche.

Die Baustelle liegt im sog. Riffkalk; dessen Alter ist durch zahlreiche Funde von *Halorella ambigua* (nach freundlicher Bestimmung durch Herrn Prof. Dr. Friedrich Trauth) während der Bauarbeiten als norisch (obertriadisch) gesichert. An der Baustelle ist er schwach dolomitisch entwickelt, von hellblaugrauer Farbe und entbehrt anscheinend der Schichtung. Möglicherweise verflächt er hier gegen Nordnordwesten, doch hat die Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich, dass die steilen Einfallwinkel

nach dieser Richtung Klüften der Schar 2 angehören, welche weiter unten erläutert werden soll. Weiter im Norden entwickelt sich aus dem Riffkalk der wohlgebankte Dachsteinkalk; seine Schichten fallen bei der nun überstauten, grossen Wiese gegen NNO ein (44/16, 51/17, 39/20, 44/27), ebenso an der Mündung des Klausgrabens (42/30, 51/35, 41/37, 41/42); es wäre freilich denkbar, dass sich das Streichen an der Baustelle mehr gegen Ostnordosten dreht.

Den Zug der fast massigen Riffkalke schneidet im Süden eine Verwerfung ab, welche ungefähr nach Nordost (48°) streicht und ausserordentlich steil gegen SO einschiesst (Abb. 20); der Salzwasserfall ver-



Schnitt durch den Salzafall nebst Ansicht des linksufrigen Hanges

- 1) dolomitische Riffkalke
- 2) Riffkalk
- 3) Vorkopf, abgesunken; kalkiger Wettersteindolomit
- 4) Riesenblöcke
- 5) starke Hauptquelle
- 6) Nebenquelle

dankt diesem "Sprunge" Entstehung und Erhaltung bis auf unsere Tage. Längs dieser Salzfallstörung stossen die Riffkalke scharf an zerhackten Dolomiten ab, welche der anisischen und ladinischen Stufe der Trias angehören; die karnische Stufe scheint zu fehlen; zumindest konnte sie bisher noch nicht nachgewiesen werden.

Im Liegenden der Dolomite erscheinen Werfenerschiefer, welche beim Baue des Krafthauses knapp nördlich von ihm gut aufgeschlossen waren; in ihnen scheint der Kalkturm beim Krafthause zu schwimmen. Die Grenze der Werfenerschiefer gegen das Paläozoikum ist nirgends aufgeschlossen; letzterem gehören Kalkblätterschiefer (Kalkphyllite), Seidenschiefer (Seri-zitphyllite) und eisengraue, leicht zerfallende Blätterschiefer (Phyllite) an.

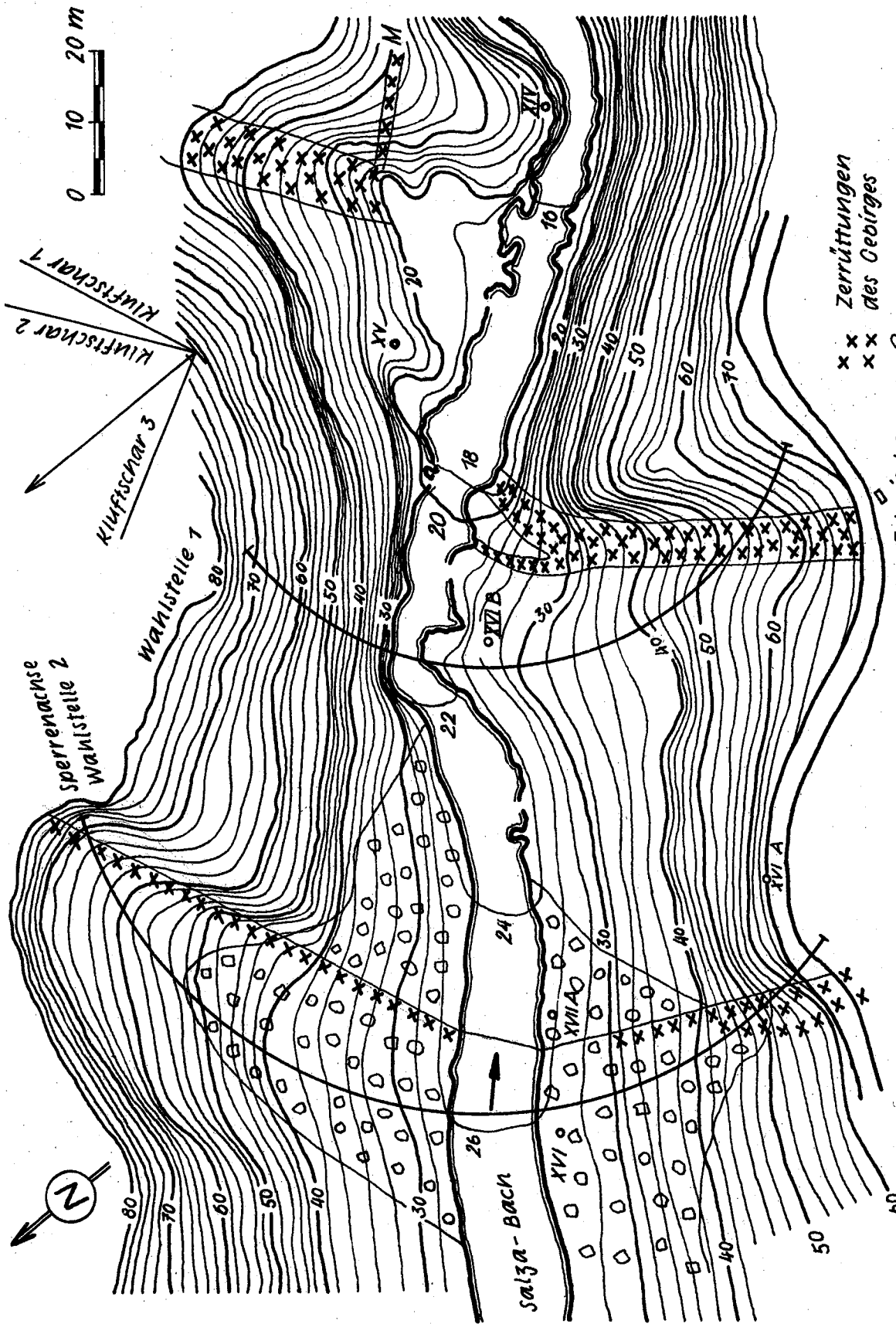
Die Hauptfragen geologischer Art, von deren Beantwortung der ganze Bauentschluss abhing, waren: 1. Sind Sperrenstelle und Becken dicht? und 2. - eigentlich mit 1 zusammenhängend - woher stammt das Wasser der Quellen am linken Ufer neben dem Tumpfe des Salzafalles (Abb. 20)? Frage 1 wurzelte nicht bloss im allgemeinen, schlechten Ruf des Kalkgebirges hinsichtlich Dichtigkeit, sondern wurde auch durch die Beobachtung hervorgerufen, dass sich in der Salzaschlucht an vielen Stellen in etwa 30 bis 50 m Höhe über dem jetzigen Stauziele (771 m) zahlreiche Schlünde von Schläuchen und kleinen Höhlen öffnen und gar nicht selten auch Spalten weit klaffen.

Die genaue Begehung der Schlucht in ihrer ganzen Länge ergab nun freilich, dass unterhalb von etwa 800 m Seehöhe die Klüfte des Riffkalkes sich bereits schliessen und nirgends zu Schläuchen erweitert worden sind. Die Salzstörung erklärt diese Beobachtung; längs ihr wurde die nördliche Scholle des Gebirges noch in geologisch sehr junger Zeit emporgehoben, so dass die Karsterscheinungen in den Felswänden rechts und links des Baches noch nicht Zeit gehabt haben, bis zum Grunde der Schlucht hinabzugreifen. Man durfte also sowohl das Becken als auch das Baugelände für soweit dicht halten, dass eine blosse Verpressung des Untergrundes vollen Erfolg versprach.

Schwieriger war vielleicht die zweite Frage zu beantworten. Rechts und links der untersten und engsten Schluchtstrecke - der eigentlichen, unbegehbaren Salzaklamm - entströmen dem Gebirge zahlreiche Quellen.

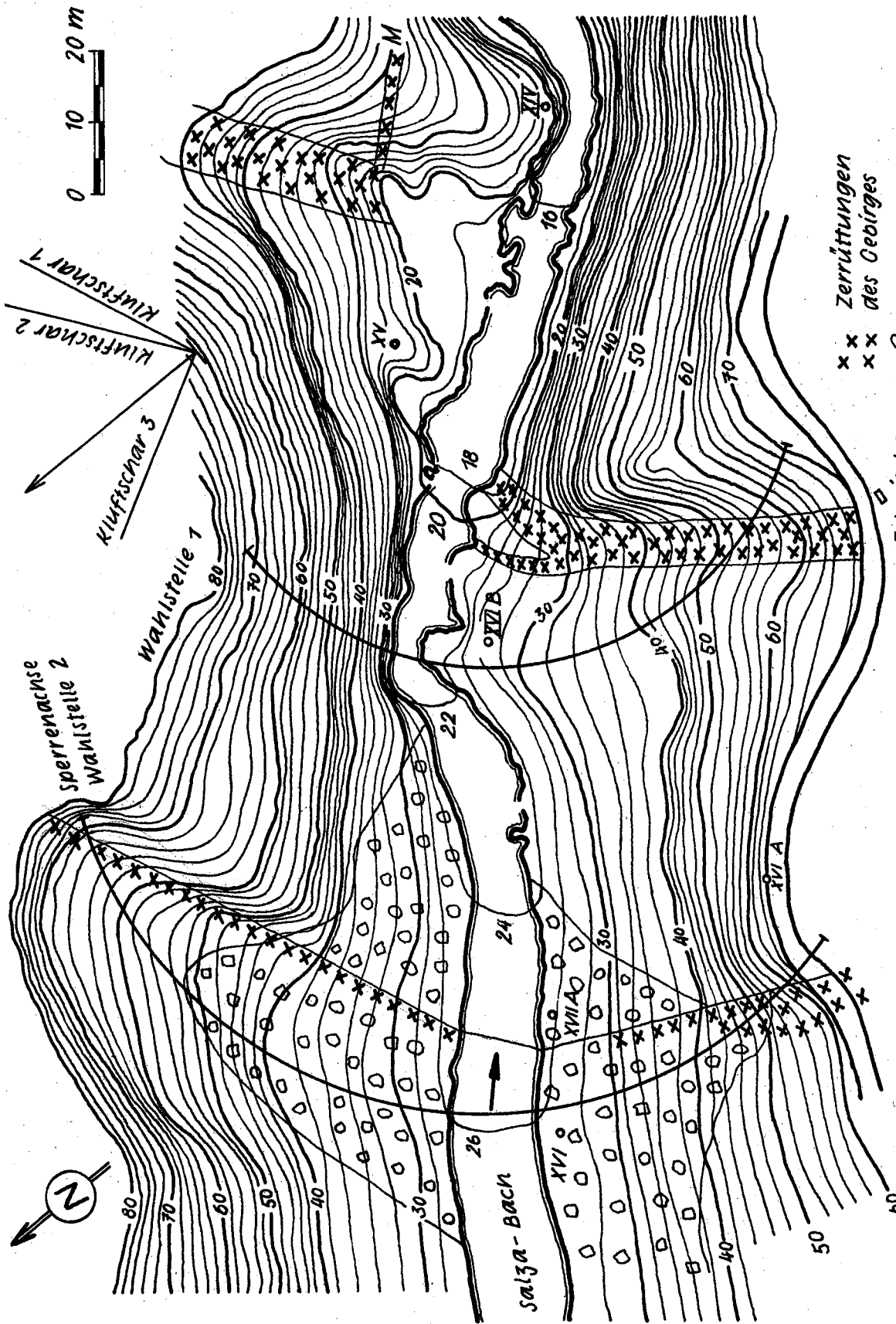
Jene am rechten Ufer entspringen knapp oberhalb der Strasse nach Mitterndorf und sind von vornherein unverdächtig, weil sie alle höher liegen als das Stauziel; ihr Wärmegrad schwankt zwischen 6,8 und 8,5° C je nach Jahreszeit und Austrittsstelle; ihr Einzugsgebiet ist der Rest der alten von Karstrichtern durchlöcherten, tertiären Landoberfläche, welche im Hochknall (1.558 m) und in der Lärchriese gipfelt.

Nachdenklich stimmte dagegen anfangs die von mehreren, schwachen Rieseln begleitete, kräftige Quelle am linken Ufer des grossen Kolkes unterhalb des Wasserfalles (siehe Abb. 20). Die Austritte liegen alle um



Tafel: 3 Lageplan der Salzasperranlage

- x x x Zerrüttungen des Gebirges
- Bergschutt
- Felsnische mit Bilasteck
- M eingequetschter Mergel



Tafel: 3 Lageplan der Salzasperranlage

viele Meterzehner tiefer als das Stauziel in dem Haldenschutte, welcher südlich des Salzasprunges in einer Art sehr breiter Schuttgasse herabströmt. Südlich der Quellen ragen aus dem schütterten Walde neben kleineren auch riesige Blöcke auf, von welchen man nicht genau weiss, ob sie "gewachsen" sind oder, was wahrscheinlicher sein dürfte, einer Felsgleitung ihren Platz verdanken. Ausser ihnen gibt es auf dem Hange unter dem Bergschutte natürlich auch anstehendes Gestein (dolomitischen Wettersteinkalk).

Die Karstquelle am Kolkufer bezieht ihre stark schwankende Wassermenge nicht aus dem Schutte, welchem sie zu entspringen scheint, sondern aus dem gewachsenen Felsen. Es wäre möglich, dass sie das Mittereck (1.827) am Grimming entwässert und ausserdem jenes Grundwasser aufnimmt, welches sich in der Bergvorlage südlich der Salzafalllinie sammelt; die Barre aus Werfenerschichten und Grauwackenschiefern hindert es nämlich, den näheren Weg geradeaus nach Süden einzuschlagen. Weniger wahrscheinlich scheint mir die Annahme, dass es zur Gänze dem Streifen von Braungesteinen zwischen Salzafallstörung und Werfenerschichten entstammt.

Dass die grosse Karstquelle am linken Ufer mit dem Salzabache in keiner Verbindung steht, zeigen vor allem die verschiedenen Eigenschaften der betreffenden Wässer. Die Messungen des Warmegrades ergaben erhebliche Unterschiede.

		Quelle am linken Ufer unterhalb des Falles		Salzabach unterhalb des Falles		Quelle recht. Ufer
20. 4.1948						6,8° C
28. 4.1947	13,1/4 ^h	6,65° C	100 l/s			
5. 6.1947						8,5° C
6. 6.1947	15 ^h	6,60° C				
	16,3/4 ^h			15,1° C		
28. 8.1946		7,1° C		12,6° C		
22.10.1946	15,30 ^h	6,70° C	50 l/s	7,45° C		
	17,15 ^h			8,45° C		7,02° C

	28.8.1946			24.4.1947		
	Hv	Hd	Hg	Hv	Hd	Hg
Salzwasser aus d. Tumpf unterhalb des Salzafalles	10,5	4,2	14,7	6,8	1,8	8,6
Starke Quelle am l. Ufer	6,4	2,6	9,0	5,4	1,0	6,4
Unterschied	4,1	1,6	5,7	1,4	0,8	2,2

Aber auch die Deutschen Härtegrade der beiden Wässer weichen so stark von einander ab, dass man dies nicht auf einen längeren Weg des

Salzawassers im Gebirge zurückführen konnte. Ausserdem schwanken die Werte beim Bachwasser weit mehr als beim Wasser der Grossquelle.

Obwohl alle hydrogeologischen Untersuchungen dafür sprachen, dass die Salza zur Karstquelle keinen irgendwie nennenswerten Zuschuss entsendet, versuchte man noch zwei Salzungen des Baches mit 2000 kg Vihsalz zur Zeit der winterlichen Niederwasserführung; beide, vom Geologen Dr. Erhard Winkler (jetzt Professor an der Universität in Notre Dame, Ind.) überwachten Versuche ergaben kein Chlor im Quellwasser. Wenn auch negative Ergebnisse von Salzungsversuchen für sich allein nicht beweiskräftig sind, so trugen sie in Verbindung mit den hydrogeologischen Erwägungen doch zur Beruhigung der Bauherrschaft bei.

Leichte Meinungsverschiedenheiten brachte die endgiltige Festlegung der Abschlusstelle. Wie schon ein flüchtiger Blick auf die Tafel 3 lehrt, verschmälert sich die Schlucht nicht bei der Wahlstelle 2, sondern erst bei der Örtlichkeit 1 zur engen, eigentlichen Klamm. Es war nur natürlich, dass man anfangs der letzteren den Vorzug gab, weil trotz der tieferen Lage der Aufstandfläche und der dadurch bedingten grösseren Mauerhöhe die weitaus kürzere Länge der Bögen eine erhebliche Einsparung von Beton versprach. Gegen die Wahlstelle 1 sprachen jedoch gewichtige, baugeologische Gründe.

Am rechten Flügel verbleibt hier gegenüber der jähren Klammwand viel zu wenig Fleisch; die Abdichtungsarbeiten hätten hier einen gewaltigen Aufwand an Zeit und Geld erfordert. Der linke Flügel wäre einem schweren Zerrüttungstreifen zu nahe gekommen, welcher ungefähr mit dem Zerrüttungstreifen in der bildstockverzierten Nische des rechten Flügels und mit der Salzafallstörung gleichläuft. Zudem vermutete man, dass die Störung beim oberen Mundloche des alten Stollens noch bis in die Baustelle hinein streichen werde; in diesem, 2 bis 2 ½ m breiten Zerrüttungstreifen sieht man gelbliche bis bräunliche Mergel eingequetscht, deren tertiäres Alter Cornelius für wahrscheinlich hielt. Diese Störung erlischt oberhalb der Wahlstelle I rasch und wurde beim Baue der Mauer nicht mehr angetroffen. Ihr scheint die Kluftschar 3 zu entsprechen; gemeinsam mit ihr dürfte sie das Einsägen der wilden Mündungsklamm beschleunigt haben.

Der Hauptvorteil der Wahlstelle 2 besteht darin, dass ihre Flügel gegen die Steilwand längs des Salzafallbruches soviel Fleisch lassen, dass die zusätzliche Abdichtung der Abschlusstelle sich leicht und verhältnismässig billig bewirken liess. Wie Fischer - Grengg berichten, genügte bei der Salzasperre eine mittlere Bohrlochlänge von 13 m gegenüber 30 m bei der Dichtung der Baustelle "Hierzmann", die Abstände der Bohrlöcher betragen bei H nur 4 m gegenüber 7,4 bei S, die mittlere Zementaufnahme bei S 7 kg/m gegenüber 120 kg/m bei H. Diese Ziffern zeigen deutlich, wie sehr eine noch nicht verkarstete Kalkmasse dem

lehmklüftigen Altkristallin hinsichtlich Dichtungsaufwand überlegen sein kann.

Obwohl der Hunger nach Kraft kaum Zeit für Aufschliessungsarbeiten liess, brachte die dem Bauentschluss sofort nachfolgende Aufdeckung der Aufstandfläche und der Flügeleinbindungen nur eine einzige Überraschung. Sie hängt mit dem Zerrüttungstreifen zusammen, in welchen man die Mauer mit voller Absicht hineinstellte; dies geschah so, dass das völlig geschonte Gestein hinter der Talsperrenflucht einen ausgezeichneten Stützkörper gegen die Gleitgefahr sowohl wie zur Aufnahme des Widerlager-schubes darbot. Man durfte diese etwas ungewöhnliche Art der Einfügung der Sperre ins Gelände wagen, weil die Gesteinzerrüttung hier nur in einem engeren Zusammenrücken der Fugen bestand und lateritische Stoffe die einzelnen Grundkörper des Felsens förmlich verkitteten. Es betrug nämlich der Hundertsatz an Klüften, welche einem bestimmten Abstände zuzuordnen waren bei

		Schar 1 (Langsklüfte)	Schar 2	Schar 3
Abstand im Zerrüt- tungsstreifen	0 - 5 cm	20	39	38
	6 - 10 "	23	21	22
	11 - 15 "	27	10	11
	16 - 20 "	16	5	7
	21 - 25 "	12	10	12
	26 - 30 "	2	15	10
Abstand im geschonten Gestein	31 - 40 "	23		
	41 - 50 "	15	40	34
	51 - 60 "	20	10	17
	61 - 70 "	13		
	71 - 80 "	8		
	81 - 90 "	8	50	49
	91 - 100 "	1		
	100 "	12		

Es fand also nur eine grobstückige Zerhackung des Gesteins und keine Zermalmung mit Zerreibselbildung statt. Dabei ergab das Mittel aus über 100 Messungen des Verflächens der Klufscharen folgendes Bild:

Kluftschar 1 streicht $65-245^{\circ}$ und fällt weitaus vorwiegend gegen NNW (335°) ein;

Kluftschar 2 streicht $44-224^{\circ}$ und schießt vorwiegend gegen NW (314°) ein; die ihr angehörenden Schnitte halten im Verflächens lang an und sind fast stets eben; es wäre möglich, dass einige sanfter einfallende unter ihnen Schichtflächen sind.

Kluftschar 3 streicht $151-331^{\circ}$ und fällt meist gegen ONO (61°) ein.

Mit der Kluftschar 2 streichen einige Leitlinien des Gebietes annähernd gleich; so z.B. die Salzafallstörung, der Wandabsturz der Lärch- riese gegen Südosten, die südwardtschauende Steilwand des Kammes Grimming (2354 m) - Multereck (2170 m), die annähernd mit der Salzafall- linie gleichlaufenden Begleitzerrüttungen beim Mundloche des alten Stollens (senkrecht zur Mergeleinquetschung), der Ruschelstreifen in der Bildstocknische am rechten Ufer und schliesslich der Zerrüttungstreifen

an der Abschlusstelle. Hier legten die mit der Ausräumung der künftigen Aufstandfläche betrauten Arbeiter knapp luftseitig der bachabwärtigen Aushubwand eine Schwelle von ungefähr 0,8 bis 1 m Höhe bloss, welche sehr steil gegen Süden aufstieg und oben mit scharfer Kante abschloss; sie verlief, immer etwas ausserhalb der Baugrube bleibend, nach der Gepflogenheit vieler Bewegungsflächen des Gebirges leicht windschief quer über das Salzabett und verflösst linksufrig mit der steilaufragenden Südwand der dortigen schmalen Ruschelgasse. Am rechten Flügel keilte sie rasch aus; sie verlor sich am Rande des dortigen Zerhackungsstreifens. An der Querstörung der Klamm endet ja auch die unvergleichlich stärkere Heraushebung des Grimmings gegenüber der Lärchriese.

Weder die Schürftätigkeit des Wassers noch die ausbrechende Arbeit des Eises sind imstande, die wie mit einem Messer zugeschnittene, niedrige Barre im Salzabette zu erklären. Ich bringe sie daher mit dem erwiesenermassen jungen Aufstiege des Grimmings und des Stoderzinkens in Zusammenhang; nur die Geschwindigkeit der Bewegung war hier kleiner; geschont durch die Einlagerung von Moräne und Bachgeschiebe und durch die Überdeckung mit den Geschiebewalzen des Baches entging die merkwürdige Felsstufe der Zerstörung. In die linksufrige Fortsetzung der Senke vor der Schwelle hat das Eis seine Grundmoräne so fest hineingepresst, dass man sie aussprengen musste. Den Felsboden der in der Hebung zurückgebliebenen "Einsenkung" bildeten, wie bereits erwähnt, Breschen aus Riffkalk mit lateritischem Kite; örtlich waren die Verbündlinge dieser alten Gesteinzerhackung schwach gerundet und riefen fast den Eindruck eines Rotkittkonglomerates hervor.

Unter der Voraussetzung, dass keine "Rucke" zwischen Ruhepausen des Aufstieges sich einschalteten, habe ich an anderer Stelle eine mittlere Jahresgeschwindigkeit von mindestens etwa 0,06 mm jährlich für den Fall angenommen, dass seit dem endgiltigen Rückzuge des Eises aus dem Klammunde kein Abschiff der Schwellenoberkante durch das Wasser mehr erfolgte. Da ausserdem eine noch fortdauernde Relativbewegung nur knapp neben (unterhalb) der Maueraufstandfläche vor sich gehen kann, besteht für die Sicherheit des Bauwerkes keine Gefahr. Eine Durchscherung der linksufrigen Flügeleinbindung würde höchstens einen schmalen, in Zeitspannen von Jahrzehnten immer wieder leicht auszupressenden Riss erzeugen, den Fluss der Kraftlinien aber nicht merklich verändern. Es hat sich in den sechs Jahren seit dem ersten Aufstau auch nicht der geringste Schaden an der Talsperre gezeigt.

Die Einpressung von Zementmörtel in die selten wegsamen Gesteinschnitte unter Anwendung mässiger Drücke hat gut gewirkt; bei der behördlichen Überprüfung des Bauwerkes im Oktober 1952 konnte man bloss in den oberen Höhenlagen des linken Flügels geringe Wasserverluste feststellen; sie lagen schätzungsweise unter 0,5 Sekundenliter.

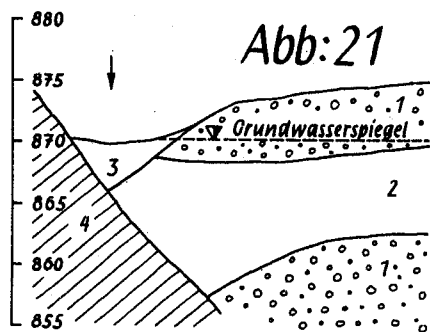
17. Der Hollersbachdamm (Hd.)

Schrifttum: Saffer G 1950.

Trotz seiner geringen Gesamthöhe von nur 16,5 m forderte der Bau des Hd. doch sowohl von der Planung als auch von der Ausführung grösste Aufmerksamkeit und Sorgfalt; ein Grundbruch würde gewaltige Verheerungen in der Ortschaft Hollersbach und auf ihren landwirtschaftlichen Gründen anrichten. Die technischen Einzelheiten des Bäuwerkes gehen aus der Veröffentlichung des Herrn Baudirektors Saffer hervor.

Die geologischen Voraussetzungen für den Abschluss des Tales etwas oberhalb der Einmündung des Bürgerbaches (B) schienen günstig zu sein (Abb. 21). Für die Einbindung des linken Flügels bot sich ein Grünschiefer von mittlerer Güte an, dessen Schieferungsflächen steil bergwärts, nämlich gegen Norden bis Nordnordosten einschliessen (58/12, 51/14, 58/17); zahlreiche Putzen, Linsen und Knauern von Weissquarz durchschwärmen ihn; örtliche Anreicherungen von Schwefelkies und Kupferkies ermutigten in früheren Zeiten zum Vortriebe von Bergbaustollen unweit der Baustelle.

Am rechten Ufer schieben sich beiderseits der Ausmündung des Bürgerbaches Murablagerungen ins Tal vor. Sie haben bei jedem Vorstosse den Talbach aufgestaut und unterhalb der Dammstelle eine Steilstufe in der Bachsohle erzeugt; die Wildbachverbauung staffelte sie mit einigen Querwerken, um die Abtrift von Geschiebe aus ihr zu verhindern. Man durfte die Murschübe als undurchlässig für die niedrigen Überdrücke des Stauwassers betrachten; diese Annahme haben die späteren Durchlässigkeitsversuche bestätigt (mittlerer k -Wert = $1 \cdot 10^{-5}$ cm/s). Die vom Geologen angenommene verhältnismässige Unwegsamkeit der Stauabsätze des Hollersbaches (H) gilt jedoch nur für die oberen Schichten (3 der Abb. 21). Die später abgestossenen Bohrungen durchsanken nämlich unter den dichten Murablagerungen und den jüngsten Absätzen des H. eine Folge von Sanden und Schottern des H. (2 der Abb. 21); ihre durchschnittlich grosse Mächtigkeit kann man nur so erklären, dass die Muren des B. durch längere

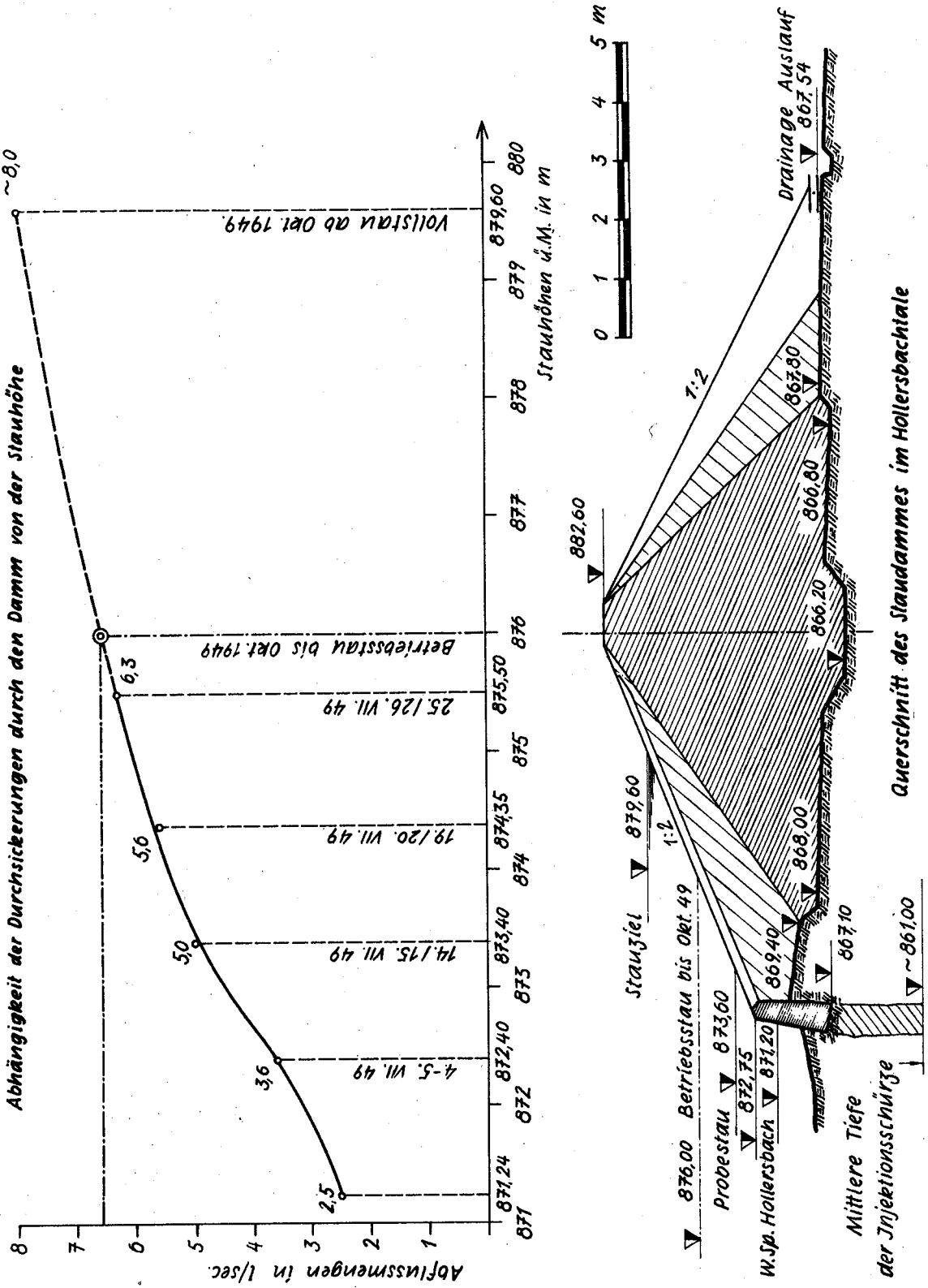


- 1) Murablagerungen des Bürgerbaches
- 2) Ablagerungen des Hollerbaches
- 3) Sand mit Kleinschotter
- 4) anstehender Grünschiefer

Geologischer Schnitt durch das Hollersbachtal ungefähr längs der Herdmauer des Dammes

Tafel: 4

nach einer Zeichnung der Interplan G.m.b.H. in Zell a. See



Zeit hindurch am Fusse des rechten Talhanges entlang abflossen, den Hauptbach ziemlich weit unterhalb der gewählten Abschlusstelle erreichten und erst dort aufstauten. Das geologische Gutachten hatte auf Grund von Beobachtungen in vielen anderen Alpentälern vorausgesetzt, dass die Verzahnung zwischen den Muren des Seitenwildbaches und den Absätzen des Talbaches nur metergrosse Zwischenräume zwischen den mächtigeren Schüben des Seitenbaches freigelassen habe.

Die Bohrung 1 durchsank jedoch unterhalb der obersten Mure des B. 6,8 m mächtige, grob durchlässige Sande und Schotter aus dem Einzugsgebiete des Talbaches. Wie die Theorie es erfordert, nimmt die Mächtigkeit dieser Einschaltung zwischen zwei Murenstirnen gegen das linke Ufer rasch zu. Dieses nicht vorausgesehene Schürfergebnis verteuerte den Bau, indem es umfangreiche Einpressungen von Zementmilch und Zementmörtel zur Verhinderung eines Grundbruches erzwang.

Als Schüttungsgut verwendete man wasserseitig die Grundmoränenreste, welche sich am rechten Hangfusse nächst der Baustelle an den Felskern anlehnen. Bei ihrer Verdichtung mittels Schaffusswalzen mochte man, bei regnerischen Wetter, schlechte Erfahrungen; es bildeten sich "Kuhwampen", so dass man bei der Häufigkeit von Niederschlägen in diesem Gebiete sehr oft Arbeitspausen einschalten musste. Da in unseren Alpen fast überall ähnlich ungünstige Witterungsverhältnisse herrschen, lehrt der Bau des Hd., auf den Bau von Erddämmen bei uns zu verzichten; als Schüttungsgut empfehlen sich in unseren Alpen nur gut wasserwegige Stoffe. Die weitere Verwendung von Schaffusswalzen verbot auch die geringe Breite des Dammes.

In den Jahren 1948 und 1949 versuchte man die Verdichtung der Hollersbachablagerungen unterhalb der Bürgerbachmuren mit Hilfe von 12 bis 14 m langen Bohrlöchern, in welche man, von unten nach oben vorgehend, Zementmilch einpresste; die durchbohrten, einen k-Wert von 3 bis $5 \text{ mal } 10^{-1} \text{ cm/sek.}$ zeigenden Sande enthielten Schotternester, welche sehr viel Zement verschluckten. Allein die im Jahre 1949 abgeteuften 22 Bohrlöcher verschlangen 92.2 t Zement. Da sich trotzdem kein restloser Erfolg einstellte, legte man Entwässerungsrohre in den Kernschlitz des Dammes und führte das gesammelte Wasser an die Luftseite. Die Abhängigkeit der Durchsickerungen von der Stauhöhe zeigt die Tafel 4 (oben). Beim Probeaufstau am 7. Juli 1949 bis 875,6 m Stauhöhe zeigte der Abfluss des Dränstranges an der Luftseite nur eine schwache Trübung; Sand fehlte in dem Wasser, welches nach einer halben Stunde völlig klar wurde. Der Vollstau im Dezember 1949 brachte Wasserverluste von 12 l/sek.; sie sanken bis zum Juli 1951 auf 9 l/sek. herab und halten derzeit bei 5 l/sek.

Bei den Einpressungen wendete man Drücke von 5 bis 6 atü an, welche selten bis auf 10 atü gesteigert werden mussten. Der Damm hat sich seit der Betriebseröffnung im Spätherbste 1949 gut bewährt.

Die Durchsickerungen, welche hauptsächlich an der Grenze zwischen den hangenden Murwalzen und den liegenden Bachablagerungen beobachtet wurden, hat die Entnahme von Sand und Schotter aus dem künftigen Stau-becken in unbekanntem Grade vergrößert. Die Schrapperrinne verletzte nämlich die obersten, wenig durchlässigen Ablagerungen des Talbaches, welche ich eingangs erwähnt habe.

Die Ausführungsweise als nicht überströmbarer, steinverkleideter Erddamm erregte bei einigen Fachleuten, so z.B. beim beratenden Geologen, Bedenken; das Hochwasser muss wie bei einem Streichwehre linksseitig über einen Überfall strömen und sodann durch den Grundablass - einem aus dem Grünschieferfels ausgesprengten Stollen - in sein natürliches Bett zurückkehren. Wie Saffer berichtet, hat aber die Anlage das grösste Hochwasser seit 50 Jahren im Sommer 1949 klaglos überstanden.

Die bodenmechanische Beratung der Dammausführung besorgte Prof. Dr. Fröhlich, dem Dr. Langer am Bauplatze zur Seite stand.

18. Hierzmannsperre (H.)

Schriften: Fill G 1950, Fischer - Grengg G 1951, Heritsch - Czermak E 1923, Stini E 1923, Stini E 1925.

Die Baustelle für die Hierzmannsperre im Teigitschgebiete war nach einigen missglückten Schürfversuchen an anderen, weit entfernten Stellen des Flüsschens bereits i. J. 1921 entdeckt und vom Geologen der Stewag als tauglich befunden worden. Die kurze Zeit später eingeleiteten Schürfungen waren die umfangreichsten, welche bis damals in Österreich ausgeführt worden waren. Wenn ihr Ergebnis auch die Beschränkung des Stauzieles auf 708 m empfahl, deckten sie unterhalb dieser Seehöhe doch einen Fels von völlig befriedigender Beschaffenheit auf; der in der Talsohle erschlossene, geringmächtige Zerrüttungstreifen (0,5 m - 2 m) versprach sich leicht überbrücken zu lassen. So entwarf der damalige Leiter der Konstruktionsabteilung der Stewag, seiner Zeit vorausseilend, eine Gewölbesperre, um durch die Einsparung von Beton den mässig geräumigen Schluchtspeicher wirtschaftlicher zu gestalten. Hätte der Geograph, welcher die Behörde damals beriet, die auch vom Geologen eindeutig befürwortete Gewölbemauer günstig beurteilt, dann wäre die erste österreichische Talsperre dieser Bauweise statt in der Gerlos um ein Jahrzehnt früher in der Teigitsch erstanden.

Die Schwierigkeit, in der Teigitsch wie in vielen anderen Gebieten des kristallinen Grundgebirges eine möglichst günstige Abschlussstelle zu finden, liegt in den vielen Krümmungen der Gewässer, zwischen welche sich meist nur kurze Furten (Pässe) einschalten. Die Prallstellen entblößen meist jäh aufsteigenden, guten Fels, während die gegenüberliegende Flanke mit ihrer sanften Neigung weit zurückweicht; es ergeben sich auf diese Weise Querschnitte mit Unspiegelbildlichkeiten, welche dem Entwerfer einer Gewölbemauer höchste Leistungen abringen. Auch an der

Baustelle der Hierzmannsperre reichten sich die Krümmungsenden zweier Schlingen fast passlos die Hände und erzeugten jene Ungleichseitigkeit des Talquerschnittes, welche bereits Fischer und Grengg beschrieben und bedauert haben.

Im übrigen liegen die geologischen Verhältnisse der Abschlusstelle ziemlich einfach. Die Schlucht des Baches greift mit steilen Flanken in Glimmerschiefer ein, welche durch Einspritzung von heissen Dämpfen und heissen Lösungen zu Gneisen geworden sind; Heritsch hat diese Ge-

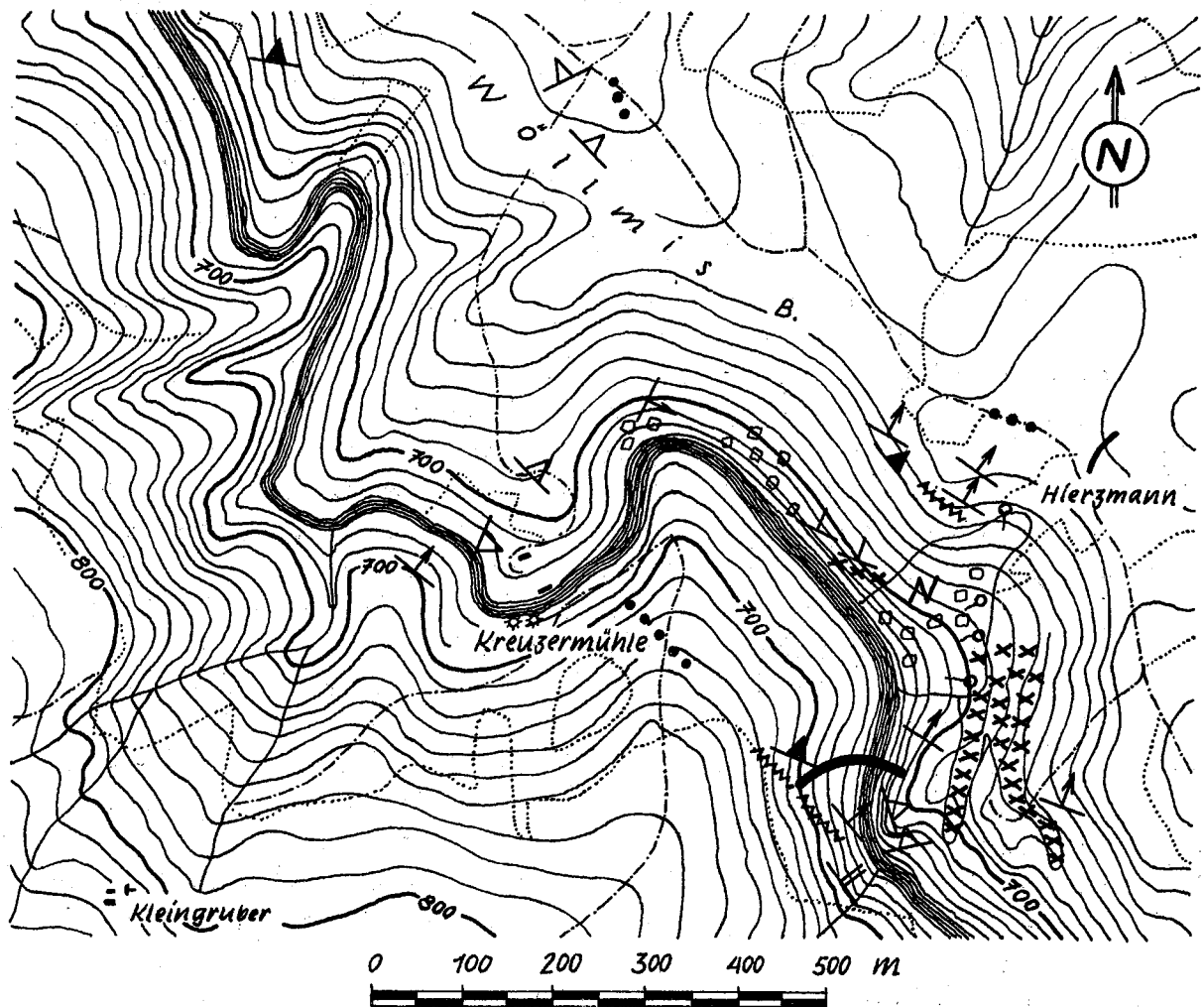


Abb: 22 Lage der Hierzmannsperre

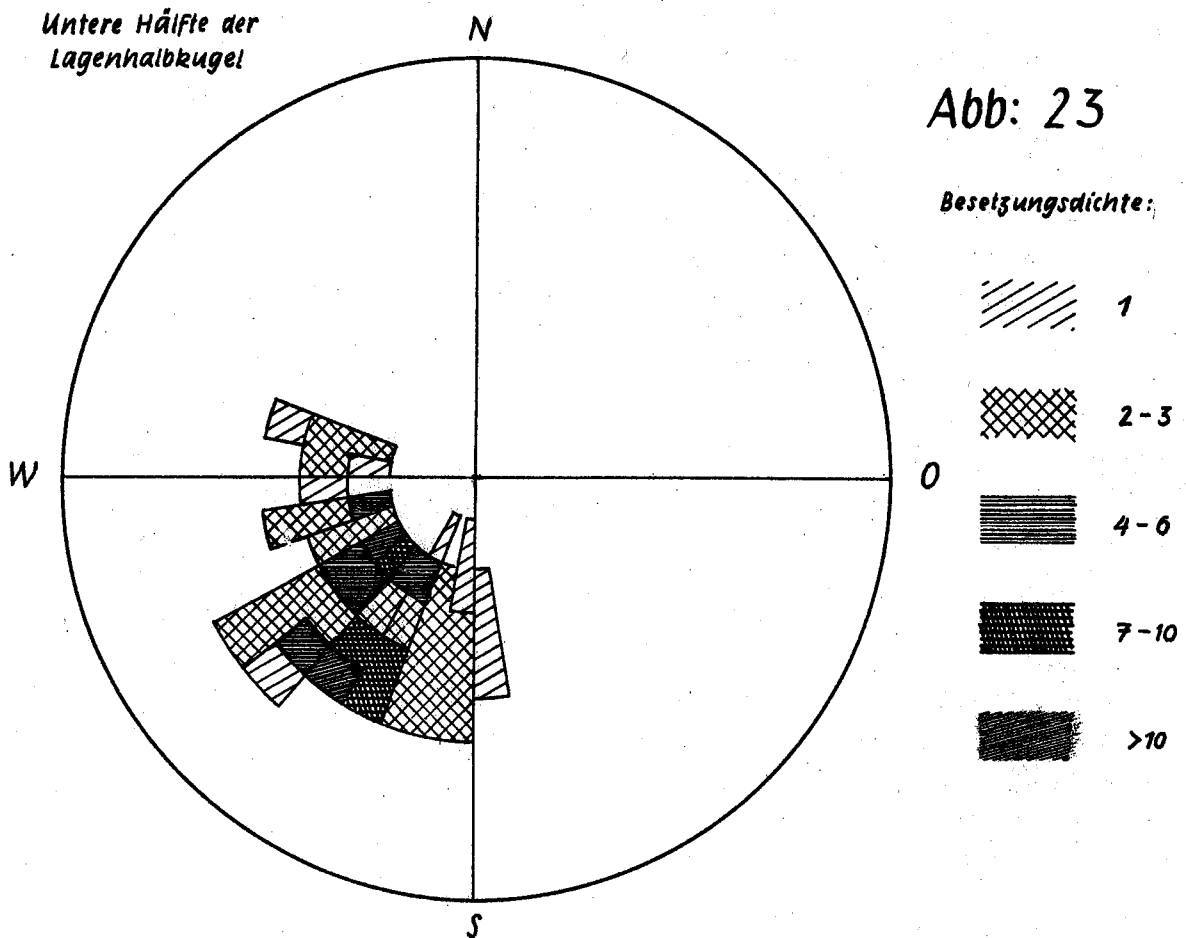
- | | | | |
|----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| Y | 1-30° einfallend | □ □ | Blockhalden |
| ↗ | 31-45° einfallend | ⊗ | Quelle |
| △ | 46-60° einfallend | N | Nassgallen u. Feuchtfldchen |
| ▲ | steiler als 60° | ⚡ | Amphibolitschnüre und -Linsen |
| •• | Riesenkorngneiseinschaltungen | | |

steine "Hirschegger Gneise" genannt. Die Gebirgsbildung hat sie heftig durchbewegt, kräftig geschiefert und ihnen Lagen und Linsenbau aufgeprägt. Ihr Mineralbestand wechselt auf kleinem Raume. Schuppen von hellem und dunklem Glimmer, Granat, Quarz, Feldspat, häufig auch Disthen und Sillimanit sind zwar überall vorhanden, nehmen aber mengenmässig recht verschiedenen Anteil am Gemenge. Der im Gebiete des Kraftwerkes Arnstein ziemlich häufige Amphibolit tritt im Gelände der H. zurück; ebenso die Riesenkorngneise (Pegmatitgneise), denen man weiter talaufwärts so oft begegnet. Die beim Baue der Packersperre gemachten Erfahrungen und die günstigere Verkehrslage schalteten die Verwendung bauplatznaher Vorkommen als Zuschlagstoffe für Beton aus und zwangen zur Herbeischaffung von Sand und Schotter aus dem Grazer Felde.

Landformenkundlich haben wir in der sanft gewellten Hochfläche des Wöllmisberges (Abb. 22) einen Staffel der Riesentreppe vor uns, welche aus der Murebene zur Kor- und zur Stubalpe aufsteigt. An der Gelenkstelle der Aufwölbung des Herzogberges (etwas über 1.000 m Seehöhe) hat die Teigitsch die hier häufigere Einschaltung von Zerrüttungstreifen benützt, um ihre tiefe Schlucht einzusägen. Glücklicherweise streicht an der Sperrenstelle nur eine 2 m mächtige Verruschelung durch; die übrigen sind noch schmaler. Breitere Zerrüttungstreifen ziehen erst über dem Stauziele durch, bei dessen Festsetzung sie eine wichtige Rolle spielten (vgl. das Kärtchen Abb. 22).

Die Klüftung des Gneises hat auf meine Anregung hin Fill eingehend untersucht und ihren Einfluss auf die Einfügung der Talsperre aufgezeigt. An seine ziffernmässige Lösung der Aufgabe füge ich die zeichnerische Darstellung der Tafel 5 an. Die Schnitte der 1. Schar erleichterten ungefähr von Block F an am rechten Flügel die saubere Aussprengung der beiden Wandfluchten der Baugrube. An der linksufrigen Einbindung übernahmen die Klüfte der 2. Schar diese Aufgabe, während jene der 1. Hauptschar hier für die Verteilung des Widerlagerschubes auf eine grössere Fläche sorgten, wenn sie, ebenflächig und meterweit anhaltend bei zementverkitteten Querklüften mehr oder weniger ausgiebig über die Längsfluchten der Einbindung hinausgriffen. Es trug die von Grengg angeregte, wenn auch geringe Zurücknahme des linken Endstückes der Kronenachse, die vorzüglich gelungene Fugenauspressung und die von der Natur dargebotene Ausbildung und räumliche Anordnung der Gesteinsfugen wesentlich zur Kräftigung der felskanzelgekrönten Rippe bei, deren Schlankheit und Abschnürung vom Hintergehänge wiederholt besorgte, statische und baugeschichtliche Überlegungen erzwang.

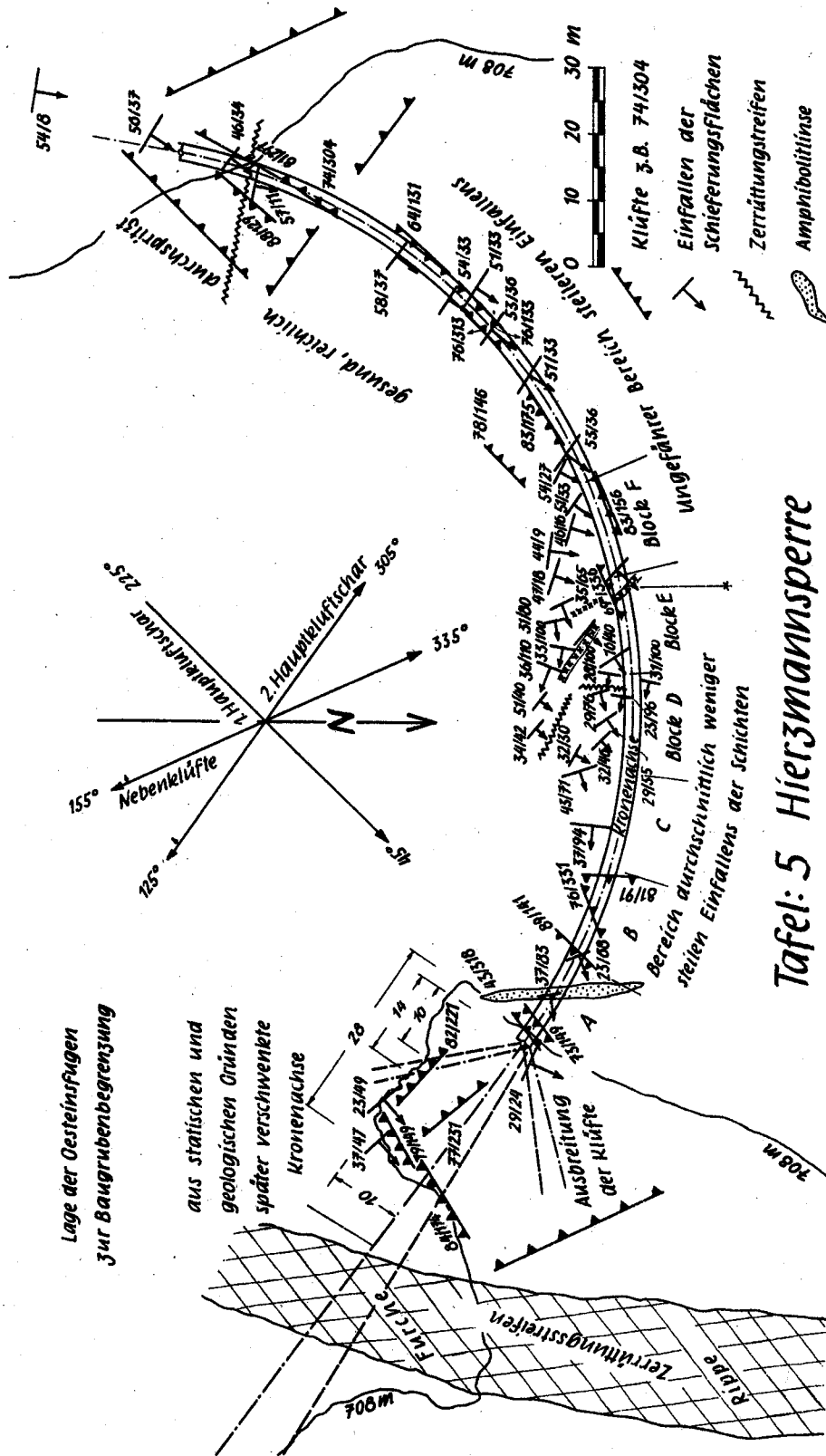
Nicht alltäglich ist die starke Streuung des Einfallens der Schieferungsflächen und zwar sowohl der Richtung als auch dem Neigungswinkel nach. Wir entnehmen der Abb. 23, dass sie sich über einen Kreisbogen von 120° Öffnungswinkel erstreckt. Man kann daher mit der Errechnung eines mittleren Verflächens der Schieferung bautechnisch nichts anfangen. Mehr Gewinn ziehen wir aus der Feststellung, dass ein Schwerpunkt der Häufig-



Hierzmannsperre und Umgebung. Verfläichen der Schieferung

keit bei einem Richtungswinkel um 30° herum und bei einer Neigung von etwa 40° liegt; der zweite Dichtewert erscheint richtungsmässig bei etwa 50° und fallwinkelmissig um 30° herum.

Die Betrachtung der Tafel 5 zeigt dementsprechend, dass Sohle und rechte Flanke steileres Einfallen bei einer mittleren Ausrichtung der Schieferung zwischen 30° und 35° NNO aufweisen. Nordwestlich eines Grenzbereiches - scharfe Grenzen verweigert die Natur fast immer - überrascht uns flachere Neigung der Schieferung verbunden mit einer Drehung der Einfallrichtung gegen NO (etwa 50°). Ich vermute, dass dieser Unterschied im Bauplane südwestlich und nordöstlich des Grenzbereiches mit der Feststellung von Fill zusammenhängt, dass die Kluftscharen rechts und links der Teigitsch anders verlaufen. Es wäre nun sehr verlockend, anzunehmen, dass die steilere Aufrichtung des Gneises am rechten Ufer durch die Aufwölbung des Herzogberges bedingt sei; so einleuchtend ein solcher Schluss auch sein mag, er ist nicht zwingend; einen Beweis könnte nur eine örtlich ausgedehnte Untersuchung liefern. Aber selbst in dem Falle, dass diese Annahme zutrifft, schmiegt sich die H. nur in das wenig beanspruchte Gelenk der Aufbeugung; erst neben dem



Lage der Oesteinsfugen
zur Baugrubenbegrenzung

aus statischen und
geologischen Gründen
später verschwenkte
Kronenachse

Tafel: 5 Hierzmannsperre

Ende des linken Flügels treffen wir einen breiteren und wenig höher einen noch ausgedehnteren Zerrüttungsstreifen; hier scheinen sich bei der Bildung der Kniefalte die Hauptbewegungen abgespiegelt zu haben. Der schwere, höher am Hange durchstreichende Ruschelstreifen bringt am Waldrande mehrere schwache Kluftquellen zum Austritte. Die vernässte Mulde, welche vom Hierzmanngehöfte zur Teigitsch herabzieht, trug vor dem Einstaue eine grössere Anzahl von offenen Wunden in ihrem grünen Rasenkleide (Blatt- und kleine Muschelanbrüche).

Wenn, wie im vorliegenden Falle, die Schichten mehr oder minder annähernd mit der Richtung der Krümmungshalbmesser einer Gewölbemauer zusammenfallen, so ist man darüber im allgemeinen nicht erbaut, weil man einer solchen Lagerung die Begünstigung grösserer Wasserverluste zuschreibt. Im vorliegenden Falle trifft diese von zahlreichen Ausnahmen durchlöchernte Regel nicht zu. Denn die Zusammenpressung der Schiefer bei der Gebirgsbildung drückte die Schichtfugen, wenn sie offen waren, völlig zu Schieferungsflächen zusammen; Gleitzerrüttungen erschloss die Baugrube nur an zwei Stellen; eine, etwa 2 m mächtig, am äussersten rechten Flügel und die zweite in der Talsohle (etwa $\frac{1}{2}$ m dick); feines Zerreibsel macht beide dicht. Wenn Fischer - Grengg über einen grossen Zementverbrauch für die Dichtungs- und Verfestigungsarbeiten klagen, so ist er so gut wie ganz der Gesteinsklüftung und keineswegs den seltenen Verruschelungen zuzuschreiben.

Im mittleren Drittel des rechten Flügels bieten die Schieferungsflächen dem Kraftlinienflusse günstige Aufnahmeflächen dar. Linksufrig übernehmen örtlich die Längsklüfte die Beanspruchungen und leiten sie in das Innere der Steillehne, ihnen dabei die volle Möglichkeit zur fächerartigen Ausbreitung bietend.

Dank der sorgfältigen Verpressungen der Felsklüfte, welche im Mittel etwa 120 kg Zement je Laufendmeter Bohrloch verschlangen, blieben die Gesamtdurchsickerungen neben und unterhalb der Mauer unter 1 l/s.

19. Rannasperre (R.)

Schriften: Faehndrich G 1952, Graber E 1902, Kölbl E 1925, Reitz G 1954.

Die landformenkundlichen Züge des Gebietes, in welches man die R. hineingestellt hat, schilderte bereits V. Graber in vorbildlicher Weise; Kölbl tat dies in geologischer Hinsicht. So bleibt mir wenig zu sagen übrig.

Den in Ingenieurkreisen verbreiteten Irrtum, Granit sei der Baustein der Abschlussstelle, berichtigt schon die Liste Grenggs 1954. Die bald annähernd gleichkörnig, bald porphyrartig (Augengneis) ausgebildete Bergart hat in örtlich verschiedenem Masse Nebengestein aufgenommen und verdaut; ausserdem hat die Gebirgsbildung eine selten fehlende, wenn auch meist recht schwache Schieferung hervorgerufen und Zerbrechungs-

erscheinungen erzeugt, welche Kölbl mit dem Mikroskope nachgewiesen hat.

Die Flügel der R. greifen in Furchen vor Rippen der tiefen Schlucht ein und ihre Kraftlinien fließen in günstiger Richtung in den Hang hinein. Trotzdem musste man linksufrig einen Widerlagerblock aufmauern, weil der Gneisgranit in den Höhenlagen zwischen 466 und 493 m engständig zerklüftet und aufgelockert war; unterhalb 466 m besserte sich in der Baugrube die Beschaffenheit des Felsens.

In der schmalen Talsohle gründete man die Gewölbemauer 2-3 m tief. Hier verquerte ein 0,5-0,6 m breiter, nur an einer Stelle auf 0,8 m sich erweiternder, schwach windschiefer Zerrüttungstreifen die Aufstandfläche ($89/88^\circ$ oder $89/268^\circ$ verflächend). Chloritisch zersetztes Zerreibsel geht an den Salbändern in 2-3 cm dicke Schmierlettenbeläge über und verbürgt eine befriedigende Wasserdichtheit der Baustelle. Der Ruschelstreifen gehört einem Bündel gleichlaufender Artgenossen an, welche die Einsägung der Mündungsschlucht der Ranna erleichtert haben.

Auch am rechten Flügel zeigte sich der Fels in den mittleren Lagen am festesten und gesündesten; höher am Hange lockerte er sich kräftig auf. Ein weithin eben fortstreichender, ziemlich ebener Schnitt nimmt den Widerlagerschub vorteilhaft auf.

Die Beobachtung zweier Hauptklufscharen im Druckstollen des Kraftwerkes durch Kölbl bestätigte sich auch an der Sperrenbaustelle. Sowohl im ONO-WSW streichenden, z.B. 89/341 verflächenden, als auch die SO-NW bis SSO-NNW streichenden, z.B. 77/78 einschliessenden Klüfte erleichterten längs gewisser Abschnitte der Baugrube die Herstellung ihrer Längswandfluchten.

Um die Zuförderlänge tunlichst abzukürzen, legte man den Steinbruch am linken Flügel unweit der Einbindung an; der von der Behörde vorgeschriebene Mindestabstand einer Sprengstelle von der Baugrube im Betrage von 80 m erwies sich als ausreichend, um das Bauwerk vor Nachteilen zu schützen.

20. Die Limbergssperre

Schriften: Cornelius und Clar E 1935 und E 1939, Stini G 1947, Grengg und Lauffer G 1948, Böhmer G 1948, Böck G 1949/50, Ascher G 1950, Böck G 1950, Horninger G 1951, Festschrift Kaprun G 1951 (enthält u.a. die Aufsätze: Ascher, geolog. Verhältnisse der Limbergssperre, Schüller, die Limbergssperre, Tremmel, Grundlagen der statischen Berechnung der Limbergssperre, Horninger, die geolog. Voraussetzungen für die Dichtung des Untergrundes der Limbergssperre, Blatter-Hübel, die Abdichtungs- und Verfestigungsarbeiten im Felsuntergrund der Limbergssperre, Wogrin, Entwicklung und Rührung des Betons für die Limbergssperre, Stini, die landformkundlichen und die geologischen Verhältnisse der Hauptstufe des Kapruner Werkes) Rind G 1952, Grengg G 1952.

Keine der zahlreichen Talsperren Österreichs bot soviel Anreiz zu Veröffentlichungen wie der Bau der rund 120 m hohen Gewölbemauer auf der Limbergalpe. Insbesondere haben Ascher und Horninger die

geologischen Verhältnisse dieses Bauwerkes so ausführlich geschildert, dass ich mich auf wenige geschichtliche und ergänzende Bemerkungen beschränken darf. Ich halte mich zu ihnen umsomehr berechtigt, als ich der einzige Geologe bin, dem es vergönnt war, vom Baubeginne im Jahre 1938 bis zu seiner Vollendung die Entwicklung der Planung des Kapruner Werkes durch die Alpelektrowerke und den Bau selbst in allen seinen Abwandlungen zu verfolgen.

Beeindruckt durch die Besichtigung der Talsperre "Dixence" liess Grengg als bautechnischer Leiter der Alpelektrowerke die Limberg-sperre als Pfeilerkopfmauer planen. Die schon im Sommer 1938 begonnenen geologischen Untersuchungen und Schürfungen, an welchen auch Ampferer teilnahm, zeigten, dass dieser Bauweise keine grundsätzlichen Bedenken entgegenstanden; es ergab sich nur die Notwendigkeit, die Aufstandflächen für die Pfeiler so tief in den Bergleib hineinzurücken, dass die nicht ungefährlich erscheinenden, gegen Westen einfallenden "Tauernklüfte" (Streichen SSW-NNO) sich schliessen und so die Stand-sicherheit der einzelnen Pfeiler gewährleistet ist. Eine sozusagen probe-wise Rohaussprengung der Aufstandfläche eines Pfeilers auf der rechten Steiflanke des Tales bestätigte die Ausführbarkeit einer Pfeilerkopfmauer. Man übersah also damals nicht die Notwendigkeit, den rechtsufrigen Mauerflügel tief genug einzubinden und war überzeugt davon, dass sich dabei örtlich gewisse, wenn auch überwindbare Schwierigkeiten ergeben könnten.

Wie schon Grengg i.J. 1952 berichtet hat, führte der erfolgreiche englische Luftangriff auf die Möhnetalsperre (in der Nacht vom 17. zum 18. Mai 1943) zu militärischen Vorschriften für die Ausführung einer Pfeilerkopfmauer, welche ihre Wirtschaftlichkeit in Frage stellten. Man begann daher noch im gleichen Jahre in Kaprun (Dr. Lauffer) mit der Planung einer Gewölbesperre und beauftragte zugleich den geologischen Berater der Baustelle über die Zulässigkeit dieser Bauweise, welche für die Opferstocksperrre im Gerlostale bereits beschlossen war, sich vom Stand-punkte des Baugrundes aus zu äussern. Das baugeologische Gutachten stimmte dem neuen Baugedanken zu; man begann daher schon i.J. 1944 mit der Abräumung der Lockermassen, welche die Felsschwelle am Bau-platze der Gewölbemauer bedeckten. Dabei zeigte sich, dass die vom Eise ausgehobelte Felswanne unter dem Boden der Limbergalpe beckenein-wärts rasch sich senkt; diese Feststellung und einige andere Schwierig-keiten, welche die Lage des bereits fertig gestellten Einlaufstollens und der rechtsufrigen Kabelkranbahn bereiteten, verhinderten den Lieblings-gedanken des beratenden Geologen, die Gewölbemauer als "Schluchtmund-sperre" mit hervorragend günstigen Aufstützflächen auf beiden Talflanken ins Gelände zu stellen und zwangen zur Wahl einer Abschlusstelle etwa 30 m weiter talabwärts. So war bereits i.J. 1944 technisch wie geologisch die Entscheidung zu gunsten der Gewölbesperrenbauweise gefallen, lange

bevor man versuchte, die von anderer Seite nochmals getroffene Wahl nachträglich mit rein geologischen Gegebenheiten zu begründen.

Die Klüfte des Osthanges bedrohen jede Bauweise, auch das Gewölbe, wenn man nicht tief genug einbindet. Die Aufschlitzung der ganzen Baugrube erheischen alle Bauweisen und es kann, wie der Bau der Drossensperre gezeigt hat, auch die Gewölbemauer den Ingenieur vor Überraschungen stellen. Die Auspressungen zur Verfestigung des Osthanges hätten bei Anwendung hoher Drücke jeder Talsperrenbauweise Verlegenheiten bereitet, nicht nur einer Pfeilerkopfmauer. Übrigens hat Ascher bereits jene baulichen Massnahmen aufgezählt, welche den Bestand der zuerst geplant gewesenen Pfeilerkopfmauer unter allen Umständen gesichert hätten.

Wenn ich - recht unvollständig - einige wenige Tatsachen angeführt habe, welche die Ausführbarkeit einer Pfeilerkopfmauer bejahen liessen, so bedeutet dies nicht etwa, dass ich die Ausführung der Limbergsperre als Gewölbemauer bedauern würde; das Gegenteil ist der Fall. Dass aber auch diese Bauweise auf gewisse Schwierigkeiten stiess, - namentlich auf der linken Talflanke -, hat bereits Ascher klar ausgesprochen. Sie kehren sich nicht gegen die gewählte Bauweise, sondern gegen die für die Gewölbesperre gewählte Örtlichkeit; diese war, wie bereits weiter oben erwähnt, leider durch die Lage von Einlaufbauwerk und Kabelkranbahn schon zwangsweise gegeben. Übrigens habe ich schon i.J. 1947 den Querschnitt der Schlucht unterhalb der Limbergsperre als gerade noch zulässigen Grenzfall für die Pfeilerkopfsperrenbauweise bezeichnet.

21. Die Weisseesperre

Schriften: Schiffmann G 1947, Fischer E 1954, Kölbl L. E 1924, Kölbl L. E 1925, Cornelius und Clar E 1935.

Die 38 m hohe, gerade Gewichtsmauer ruht auf einer 2-3 m starken Grundplatte aus Vorsatzbeton mit 300 kg Zement; auf ihrer Sohle läuft ein Überwachungsgang. Zur Beobachtung der Wasserverhältnisse der Aufstandsfläche betonierte man Glocken ein; nur in wenige derselben drang Wasser ein, wobei der Auftrieb höchstens u.z. nur an einer Stelle, 22 v.H. des statischen Wasserdruckes erreichte.

Das Betongut gewannen Seilbagger aus dem Seegrunde.

Das Grundgestein bildet ein im allgemeinen fester und gesunder, auf seiner Oberfläche geschliffener Kerngneis, welcher geologisch zum Granitspitzkern gehört. Entlang der Furche, welche der Weissenbach nach dem Verlassen des Sees ausgeräumt hat, streicht, von Zerrüttungstreifen begleitet, eine Störung; der Gneis fällt daher auf den beiden Flanken des Taleinschnittes verschieden ein. Die Verwerfung dürfte zur Ruhe gekommen sein, da sie bisher keinerlei Risse im Mauerwerk erzeugt hat.

22. Bächentalsperre

Schriften: Hamann G 1951, Lauffer G 1951, Ampferer E 1903 (und Geol. Karte).

Die 34 m hohe, doppelt gekrümmte Gewölbesperre bettet sich in gutgeschichteten, festen Hauptdolomit. Er fällt im allgemeinen mittelsteil bis steil gegen Süden bis Südsüdwesten ein; heftige Faltung erzeugt jedoch örtlich auch andere Richtungen des Verflächens.

Die geologischen Verhältnisse der Baustelle sind somit recht einfache und klare. Die fesselndste Massnahme beim Baue war vielleicht der gelungene Gedanke Dr. Lauffers, dem Gewölbe mit Hilfe von Druckwasser erstmalig eine Vorspannung zu geben.

Der Talquerschnitt zeigt eine Dreieckfurche, in welche eine Art seichter, enger Trog sich einsenkt; mit ihm beginnt eine immer tiefer werdende Klamm. Die Geländeverflachung am rechten Ufer machte die Aufmauerung eines Widerlagerklotzes erforderlich, mit welchem man das Entnahmebauwerk verband.

Das Staubecken hält dicht, wird aber in verhältnismässig kurzer Zeit verlanden. Zementeinpressungen stellten eine gute Verheftung der Aufstandfläche mit dem Untergrunde und weitere, tieferreichende einen wirksamen Dichtungsschleier her.

23. Die Dobrasperre

Schriften: Petzny G 1950, Newag E, Waldmann E 1951, Exner Chr. E 1953.

Höhe über alles 52 m, Stauziel 436 (soll auf 437 m erhöht werden).

Wenn man beabsichtigte, den wenig besiedelten Talboden des Kampflusses zwischen Krumau und Ottenstein zur Gewinnung von speicherungs-fähiger Wasserkraft auszunützen, so bot der schon lange vor 1945 von Direktor Whist gewählte, jetzige Bauplatz die erste Möglichkeit hierzu; weder talabwärts noch flussaufwärts fand sich im wirtschaftlich zulässigen Bereiche eine Örtlichkeit, welche mit jener unterhalb der verfallenen Oswaldsäge in ernstlichen Wettbewerb hätte treten können. Der linksufrige Hang versprach eine gesicherte Einbindung in seichtliegenden, festen Fels und in der Flussole war gewachsener Fels in geringer Tiefe anstehend zu erhoffen. Nur am rechten Flügel gaben die ungewöhnlich stark zerklüfteten Gneise am Talwege und das Fehlen jeglicher Aufschlüsse am Hange bis zur geplanten Aufdeckung des Felsens Überraschungen, welche über das erwartete Mass minderer Gesteinbeschaffenheit noch hinaus gingen.

Das Hauptgestein der Abschlusstelle gehört zum sog. Spitzer-gneis; dieser zu den Echtgneisen (Orthogneisen) gerechnete, meist feinkörnige Gneis zeigt in der Baugrube da und dort Augen von Feldspat und nähert sich so einem Augengneis; Amphibolitbänke von meist geringer Mächtigkeit schalten sich nicht selten ein. Striemung in der Richtung der Faltenachsen ist häufig und auf den Schieferungsflächen nicht zu über-

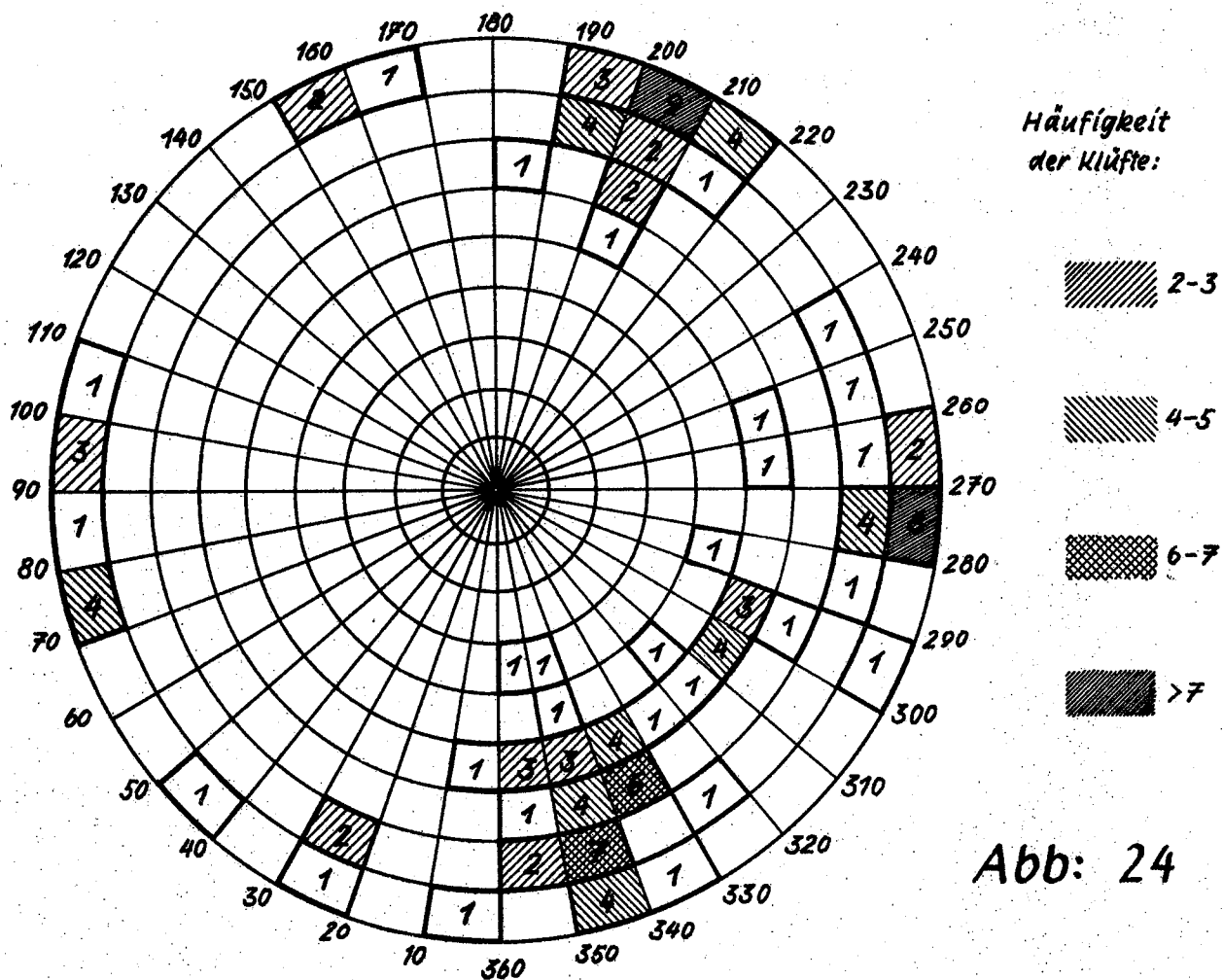


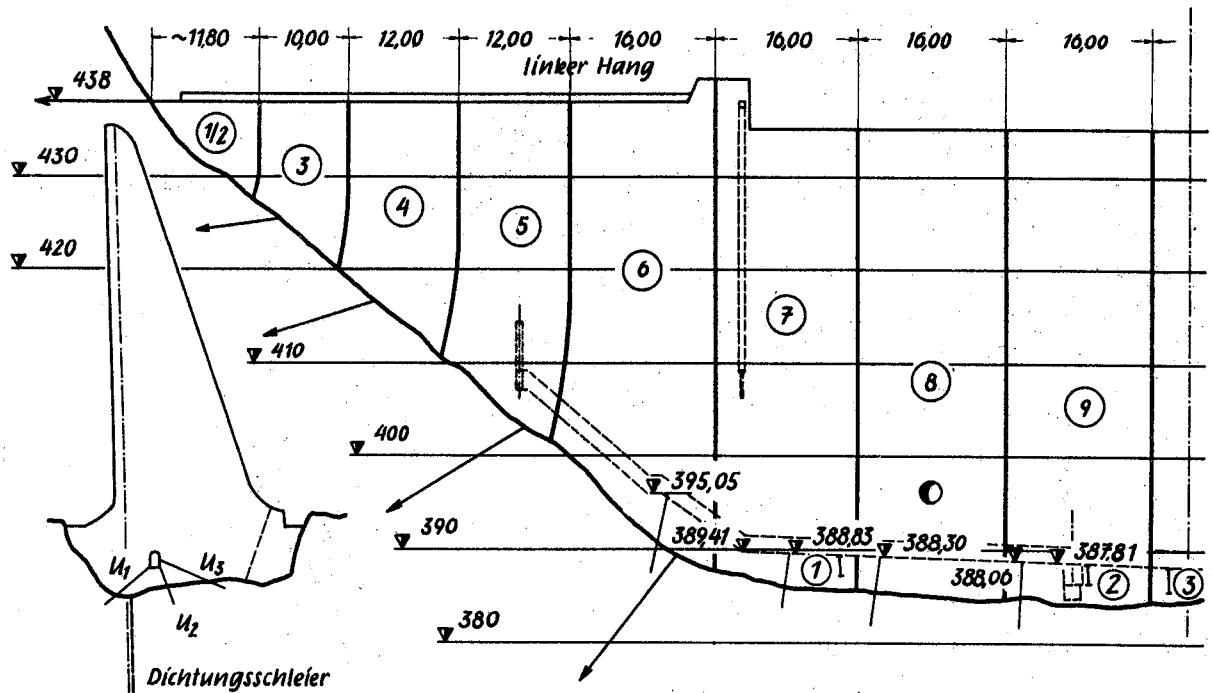
Abb: 24

Gewölbesperre Dobra

Klüfte unter Block 10, 11 und Tosbecken. (Untere Halbkugel, Flächenpole)

sehen. Der echte Spitzer Gneis ist hart und sehr fest, aber auch spröde. Bänderung verleiht ihm oft ein gestreiftes Aussehen, entwertet jedoch seine mechanischen Eigenschaften kaum; seine besten Abarten zerdrückte man zu Zuschlagstoff. Technisch unangenehm sind die Zwischenlagen von glimmerreichen Schiefen, welche meist Dunkelglimmeranhäufungen darstellen und dann am besten als Glimmerschiefer zu bezeichnen sind; manche von ihnen verdanken Gleitzerrüttungen ihre Entstehung.

Die Grossfaltung des Spitzergneises hat bereits Exner beschrieben. Am rechten Flügel der Talsperreneinbindung, etwa von Seehöhe 420 m an aufwärts, legten die Abräumungsarbeiten eine prächtige liegende Falte kleineren Ausmasses bloss. Sowohl der Sattel - als auch der Muldenkern waren sehr stark zerdrückt und lagenweise heftig verschiefert, während der Mittelschenkel zwar zerklüftet und zerrissen, aber doch noch deutlich als solcher zu erkennen war (vgl. Abb. 27). Damit erklärte sich auch die Ursache der schlechten Beschaffenheit des Felsens am rechten Flügel; zur Gesteinszerdrückung durch die Faltung gesellte sich hier noch die Wirkung



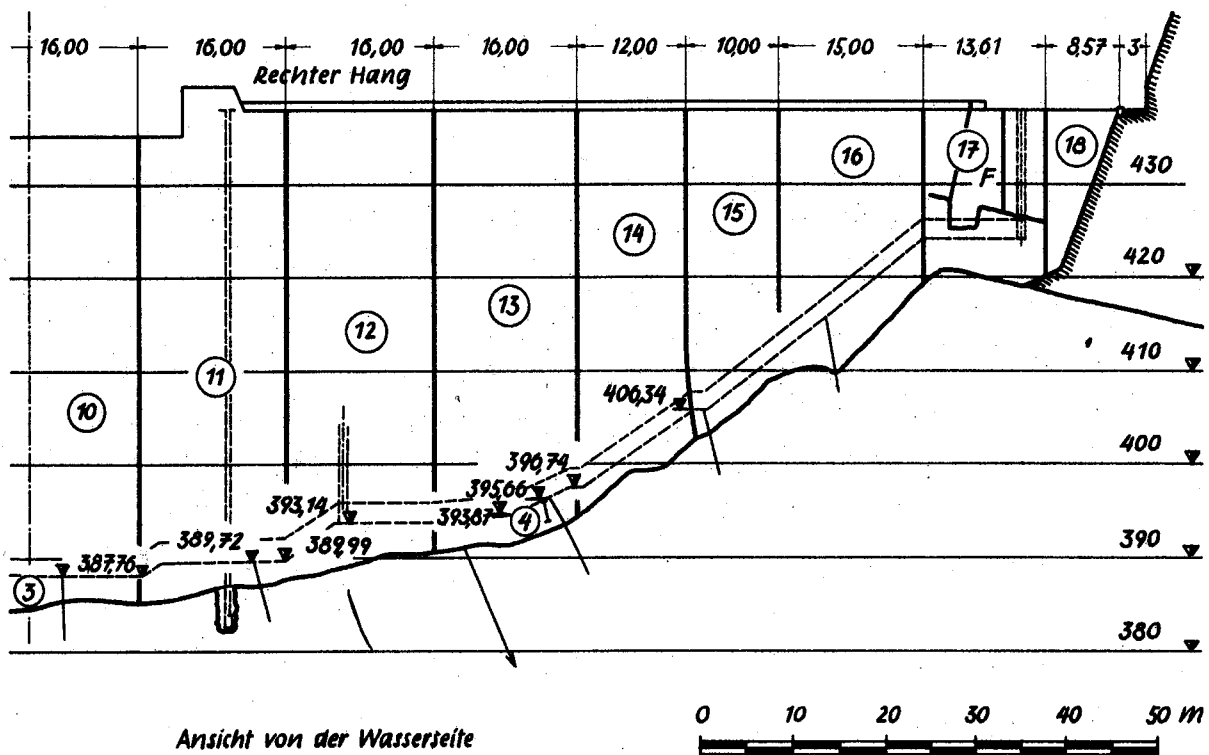
Tafel:6 Gewölbemauer Dobra

Abwicklung in der Sperrenachse

einer Art von Talzuschub (Bergzerreissung), begünstigt durch das schräg zur Falllinie der Lehne gerichtete Hangauswärtsfallen der Schieferungsflächen, welche dabei vielfach zu Gleitflächen wurden.

Die Versuchsstollen, welche man vor Beginn des Baues am rechtsufrigen Hange angesteckt hatte, gaben keinen klaren Einblick in die Beschaffenheit des Gebirges; diesen gewährte - wie in vielen anderen Fällen so auch hier - erst die volle Ausräumung der Baugrube. Es zeigte sich nun, dass der Gneis dort, wo er feste, harte Schichten bildete, durch offene oder mit Letten erfüllte Spalten von Millimeter- bis Zentimeterbreite aufgelockert war; es schien daher nicht ratsam, ihn mit Widerlagerschüben von mehr als 4 bis 6 kg/cm² zu beanspruchen. Herr Prof. Dr. Chwalla schlug daher vor, den Teil des Mauerflügels oberhalb etwa 420 m Seehöhe auf den in dieser Tiefe anstehenden, guten Gneis aufzusetzen und die Kraftlinien in diesem verbreiterten, den Hauptschub aufnehmenden Mauerkörper gegen das feste Liegendgestein zu richten; die Ausführung dieses Vorschlages entlastete das aus klüftigem Gneis bestehende Widerlager. Ausserdem wendete man das Lauffersche Vorspannverfahren an und verbesserte mit ihm durch Zudrücken der meisten, annähernd senkrecht zur Bewegungsrichtung stehenden Klüfte die Festigkeit des Gebirges. Messungen und Wahrnehmungen im März 1955 haben den vollen Erfolg aller getroffenen Massnahmen erwiesen; die Endblöcke des rechten Flügels zeigten sich vollkommen ortsfest.

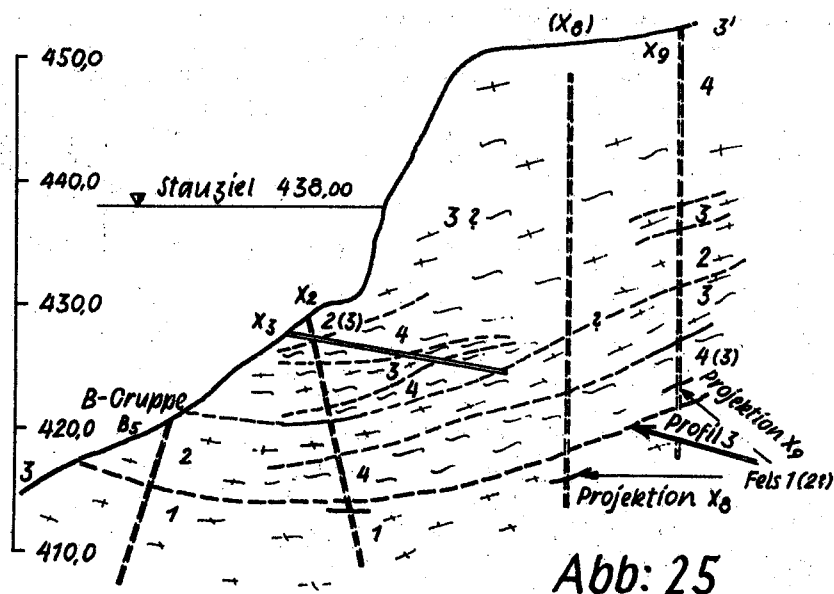
Um der Umläufigkeit zu begegnen, welche man bei der Auflockerung des Gneises in den höchsten Lagen des Flügels befürchtete, führte man wasserseits eine Mauer von der Sperre aus abwinkelnd in den Bergleib



hinein (Tafel 6, F). Die zwei schwachen Kluftquellen, welche vom Berg-
hange her in die Baugrube für die obersten Flügelteile rieselten, fasste
man und leitete sie in einem Dränstrange zur Luftseite hinaus. Die am
rechten Flügel getroffenen Massnahmen haben sich auch in dieser Hinsicht
restlos bewährt.

Wie die Abb. 25 lehrt, unterteufen die mit Zerrüttung und Verglimme-
rung des Gneises verbundene Falte wiederum feste, tragfähige Gneise,
welche den tieferen Lagen des rechten Flügels einen gesicherten Aufstand
bieten. In der Talsohle selbst war der Gneis wiederum von häufigen,
allerdings geringmächtigen Zerrüttungstreifen und Glimmerschieferzwi-
schenmitteln durchzogen. Diese Schwächestellen des Untergrundes liessen
sich jedoch mit dem Mauerbeton leicht überbrücken, so dass sie den Be-
stand des Bauwerkes in keiner Weise gefährden können. Am linken Flügel
besserte sich der Fels rasch und zeigte örtlich sogar ausgezeichnete
Beschaffenheit. Erst wenige Meter unterhalb der Krone zog quer über die
Einbindungsrisse ein mässiger Zerrüttungstreifen von etwa 3 bis 4 m
Mächtigkeit, dem jedoch für das Bauwerk keine Bedeutung zuzumessen
war.

Sieht man von der schlechten technischen Beschaffenheit des Fel-
sens in den höheren Teilen des rechten Flügels ab, so konnte man mit dem
Baugrunde zufrieden sein; das kristalline Grundgebirge weist anderwärts,
wie z.B. im Teigitschgebiete oder im Lavanttale zuweilen noch weit häss-
lichere Schönheitsfehler auf; sie gestalten die Suche nach einer günstigen
Abschlussstelle zu einer sehr mühsamen und viele, kostspielige Mutungen
erfordernden Aufgabe.



Gewölbesperre Dobra

Profil durch die Einbindung des rechten Flügels längs der Kronenachse.
(nach Dr. Brandecker)

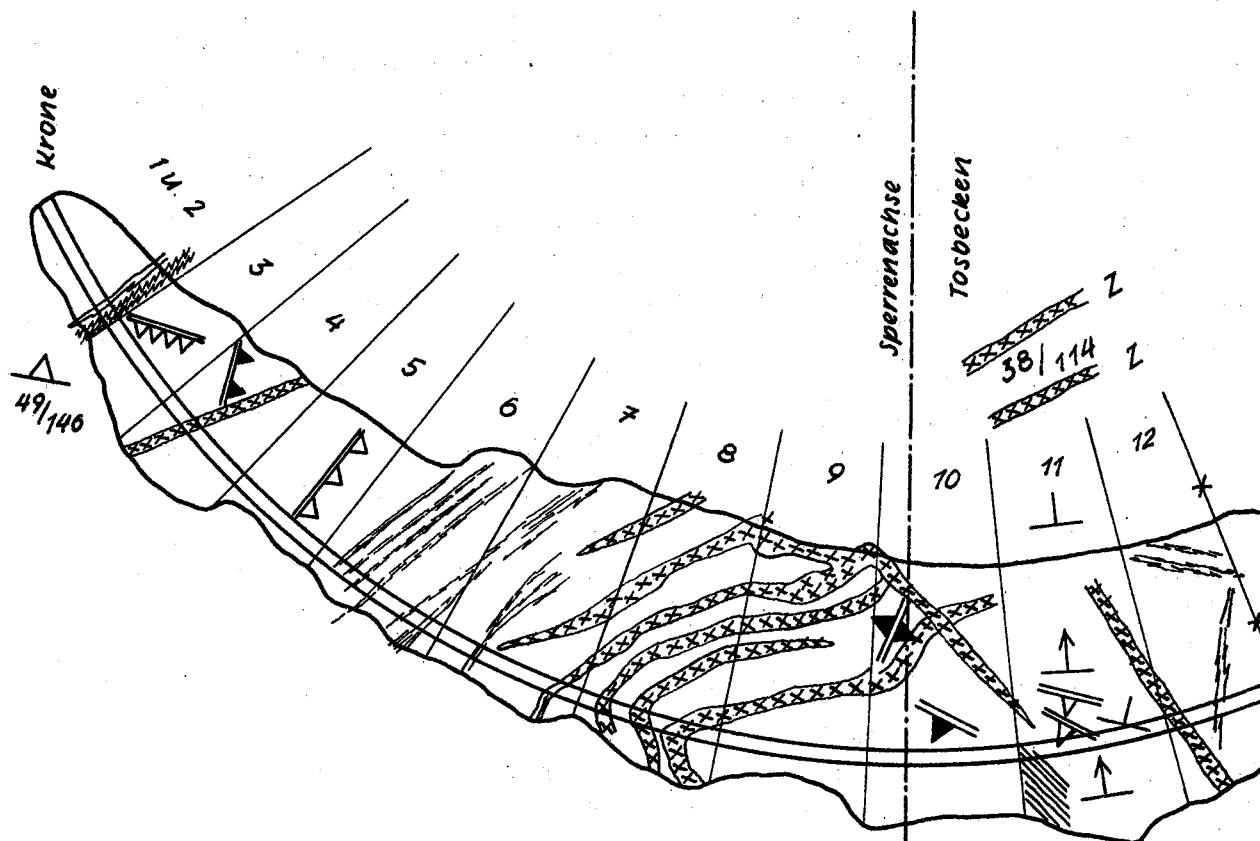
- "Fels 1": Gneis und Glimmerschiefer im festen Zustand, nur von zentimeterbreiten Klüften durchzogen. Kleine Schiefereinlagen im Gneis wurden nicht ausgeschieden.
- "Fels 2": Gneis mit geringen, unverfestigten, weichen Schieferzwischenlagen und Kluffüllungen bis etwa 20 v.H. der Gneisstrecke einnehmend.
- "Fels 3": Gneisbänke, wechsellagernd mit weichen Schieferlagen, die bis zu 50 v.H. der Gneisstrecke ausmachen.
- "Fels 4": Unverfestigte, weiche und vielfach angewitterte Schiefer mit geringmächtigen Einlagen von Gneislinsen oder Blöcken.

Die Trennung der einzelnen "Fels"-Gruppen kann nicht immer scharf durchgeführt werden, da zwischen ihnen oft Übergänge vorhanden sind. Die Grenzen sind daher teilweise schematisch gezogen worden.

Schon die ersten geologischen Erkundungen stellten fest, dass unmittelbar talaufwärts der Baustelle sich die Massen eines alten Berg-rutsches vor das Kerngerüst des rechtsufrigen Hanges legen. Diese Erkenntnis zwang dazu, den Einlauf für das Triebwasser am linken Ufer anzuordnen, statt, wie ursprünglich geplant, am rechten. Tatsächlich ereigneten sich während des Baues teils infolge der Aushubarbeiten, teils gelegentlich starker Niederschläge kleinere Ablösungen; diese wiederholten sich anlässlich der Stauspiegelschwankungen während des späteren Werksbetriebes. Der Talsperre selbst vermögen solche, auch noch in der Zukunft mögliche Hangbewegungen keinen Schaden zuzufügen, weil man das Bauwerk in Kenntnis der Sachlage knapp hinter dem talabwärtigen Ende der beweglichen Hangstrecke angeordnet hatte. Wenn ich noch hinzufüge, dass eine weitere Talabwärtsverschiebung der Mauer die Untergrundverhältnisse am rechten Flügel nicht verbessert, am linken Ufer aber in mancher Hinsicht merklich verschlechtert und obendrein den Betonaufwand erheblich vergrößert hätte, so wird man erkennen, wie sehr die Einfügung der Dobrasperre an einen ganz schmalen Abschnitt des Tales gebunden war.

Die Schieferungsflächen fallen im Mittel aus 45 Messungen mässig steil gegen Ostsüdosten ein (etwa unter 43 Graden gegen 123 Grad). Sie streichen also im Talgrunde schräg über die Aufstandfläche und zwingen hier zu einem ziemlich tiefen Aussprengen des Felsens, besonders an der Wasserseite. Am linken Flügel fliessen die Kraftlinien vom Sperrenkörper in die Schichtköpfe des Gneises recht günstig hinein. Rechtsufrig strichen die Gneise in den tieferen Teilen des Hanges ungefähr gleich mit der Kronenachse und bedingten hier ebenfalls ein tiefes Versenken der wasserseitigen Streifen der Aufstandfläche in das hier recht feste Gestein. In den obersten Abschnitten musste sich die Einbindung mit der Unregelmässigkeit auseinandersetzen, welche die schon erwähnte, liegende Falte des Gneises dort hervorrief; das Bestreben, den verbreiterten Mauerflügel auf gesundes, festes Gestein aufzusetzen, liess hier eine mehr als 30 m hohe Steilwand erstehen, welche die Arbeiter ständig mit Steinschlag aus dem natürlichen "Trockenmauerwerk" des Bergleibes bedrohte. Vorsichtsmassnahmen aller Art erlaubten jedoch, die Einbindung hier ohne einen ernstlichen Unfall zu beenden.

Das Verfläichen der Klüfte des Gneises wurde an mehr als 300 Stellen eingemessen. Wie die tieferstehende Übersicht lehrt, ist es, wie Horninger auch am Fels der Limbergsperre beobachtete, nicht über den ganzen Talquerschnitt hin vollkommen gleichmässig. Es dreht sich von den Blöcken 8 und 9 in der Richtung des rechten Flügels etwas im Sinne des Uhrzeigers und erreicht die grössten Abweichungen bei der Einbindung der Blöcke 17 und 18 (Abb. 24 und 26); ich halte es für möglich, dass diese Verschwenkungen des Mittels der Kluftscharen mit der Faltung zusammenhängen, bin dessen aber nicht sicher. Wenn wir davon absehen, dass in der Einbindung der obersten Blöcke des rechten Flügels eine neue Nebenkluftchar auftritt ($50-230^{\circ}$), sind übrigens die Unterschiede in den örtlichen Ergebnissen der Kluftmessung nicht sehr bedeutend und erreichen mit 16 Graden ihr Höchstausmass (8° beiderseits eines Mittelwertes). Der Unterschied ist immerhin so gross, dass wir ihn nicht auf Zufälligkeiten oder auf eine für die statistische Auswertung zu geringe Zahl von Einzelmessungen zurückführen können. Man würde im Falle "Dobra" übrigens keinen besonders grossen Fehler begehen, wenn man das Mittel aus sämtlichen Messungen bilden und für technische Zwecke verwenden würde. Immerhin lernen wir auch aus diesem Falle wieder, dass wir bei der statistischen Kluftmessung zuerst "trennen" und "prüfen" müssen und dann erst "zusammenwerfen" dürfen; ich gehe dabei seit etwa 30 Jahren so vor, dass ich beim Einsetzen der Messwerte in die von mir im Jahre 1951 (Geologie und Bauwesen Jahrg. 18, H. 2, S. 71) veröffentlichte Übersicht für die einzelnen Messorte verschiedene Zeichen (Striche, Punkte, kleine Kreise, Kreuzchen usw.) anwende; man sieht dann sofort, welche Örtlichkeiten eine Vereinigung der Messergebnisse gestatten und welche nicht. Einige Fachkameraden verwenden die verschiedenen Zeichen bei der Anfertigung der Kugeldarstellung; dadurch verliert diese allerdings an Übersichtlichkeit.



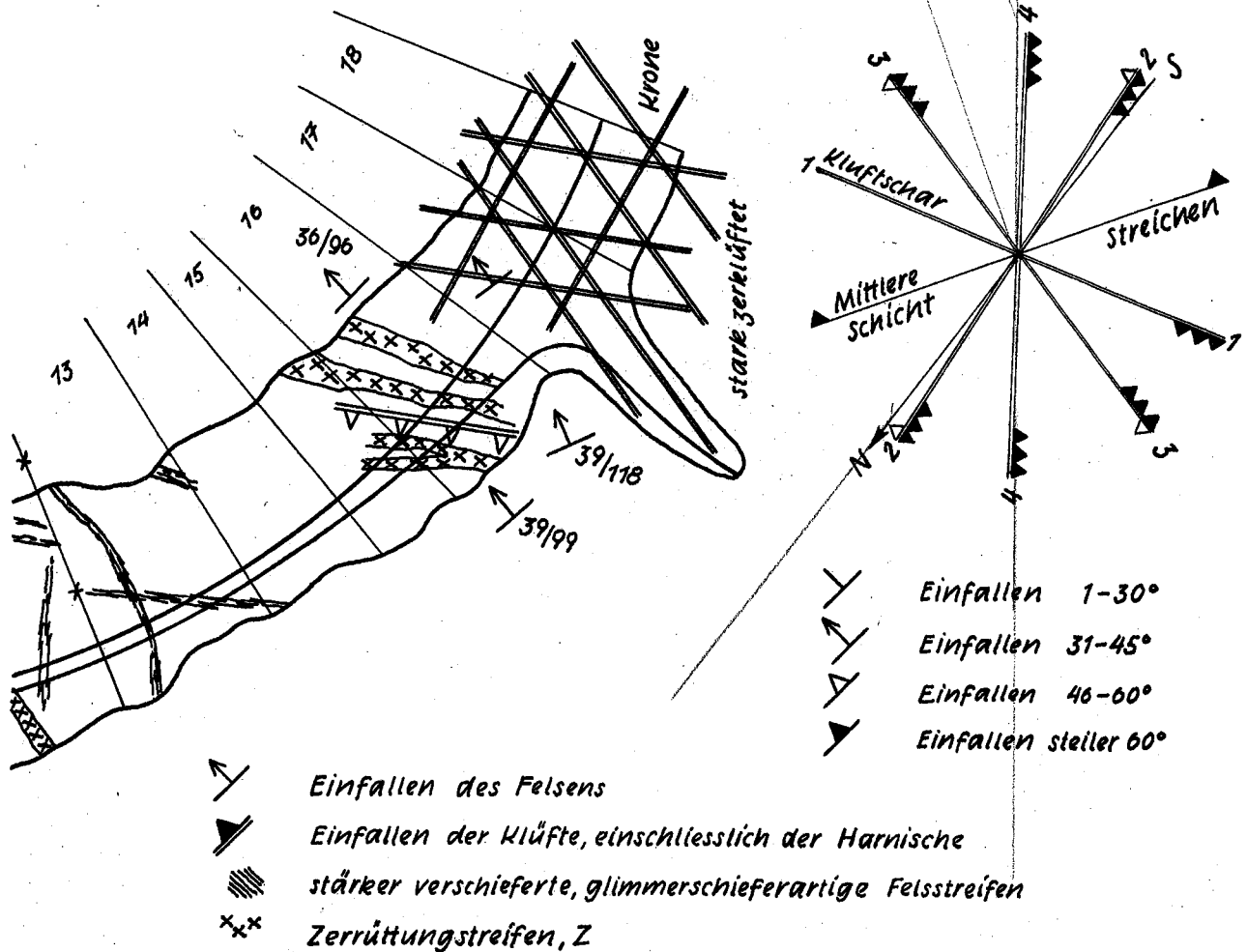
Tafel: 7 Lageplan der Gewölbesperre Dobra

Z-74/202

Streichen der Klüfte in der Aufstandfläche der Gewölbesperre Dobra.

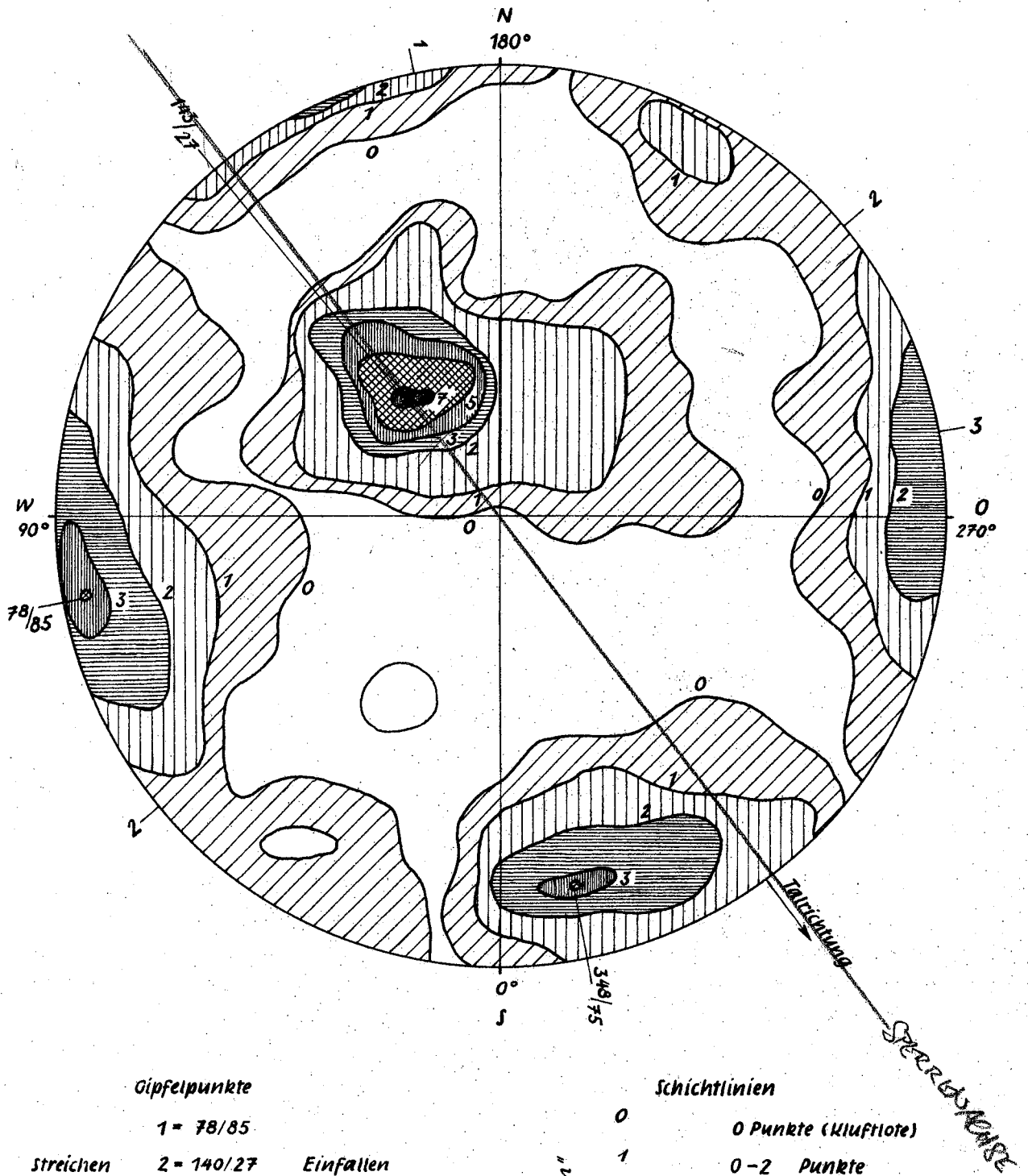
	Schar 1	Schar 2	Schar 3	Nebenschar 1	Nebenschar 2
Block 8, 9	69 - 249°	102 - 282°	0 - 180°	149 - 329°	
Block 10, 11 u. Tosbecken	73 - 253°	114 - 294°	3 - 183°	- -	
Block 16	75 - 255°	- . -	355 - 175°	145 - 325°	
Block 17 und 18	78 - 258°	118 - 298°	355 - 175°	- . -	50 - 230°
Gesamte Aufstandfläche ohne 17-18	75 - 255°	105 - 285°	356 - 176°	145 - 325°	

Gegen die Wasserseite zu senkte man von einer Bohrlochreihe aus einen Tiefenschleier in den Untergrund; die Bohrlöcher, 122 an der Zahl, standen durchschnittlich 4 m voneinander ab und waren 10 bis 49 m tief; ihre Gesamtlänge betrug einschliesslich der Prüflöcher 3.254 m. Die letzteren wurden schräg nach abwärts so in den Untergrund abgestossen, dass sie den Wirkungsbereich der lotrecht in die Tiefe gerichteten, ersten Bohrlöcher unter Winkeln mittlerer Grösse kreuzten. Zeigte sich bei dieser Überprüfung der Wirkung der ersten Reiheneinpressung, dass das Gebirge örtlich noch nicht genügend abgedichtet war, dann stiess man zwischen



den Löchern der alten Reihe nach Bedarf weitere Bohrlöcher ab. Nach Ausspülung jedes Bohrloches mit Wasser presste man Zementmilch, welcher Trass zugesetzt war, unter Drücken von 2 bis höchstens 35 atü ein; der durchschnittlich angewendete Druck liegt niedrig, indem 14 atü häufig unter-, aber selten überschritten wurden. Man verbrauchte insgesamt eine Menge von 450.826 kg Einpressgut, so dass auf den laufenden Meter Bohrloch rund 138 kg Dichtungsmittel entfielen. Auch dieses Beispiel zeigt, wie überlegen manches gut gewählte Kalkgebirge dem Kristallin bezüglich seines Dichtungsaufwandes ist.

Den stark aufgelockerten Gebirgskörper im Bereiche der Falte am rechten Ufer wollte man mittels Einpressungen nicht nur dichten, sondern auch verfestigen. Obwohl man zu diesem Zwecke eine erfahrene Sonderunternehmung - Dr. Ing. Christian Veder & Co. - heranzog, verhinderten die Lehmfüllungen der oft mehrere Zentimeter breiten Klüfte die volle Erreichung des erstrebten Zieles. Die hierzu nötigen Bohrungen ordnete man in zwei Reihen an und teufte sie unter möglichst günstigen Schnittwinkeln zu den Klüftflächen ab. Die Wasseraufnahme betrug im Mittel aus allen Bohrungen von Null bis 15 m Tiefe etwas über 3 Liter /min/m bei Höchst-



Gipfelpunkte

1 = 78/85

Streichen 2 = 140/27 Einfallen

3 = 348/75

Schichtlinien

0	0 Punkte (Kluftlöte)
1	0-2 Punkte
2	3-5 "
3	6-8 "
5	9-11 "
7	12-16 "

"Dichtelinien"

Abb: 26

Talsperre Dobra, rechter Hang; Dichteplan der Kluftlöte

(nach Dr. Brandecker)

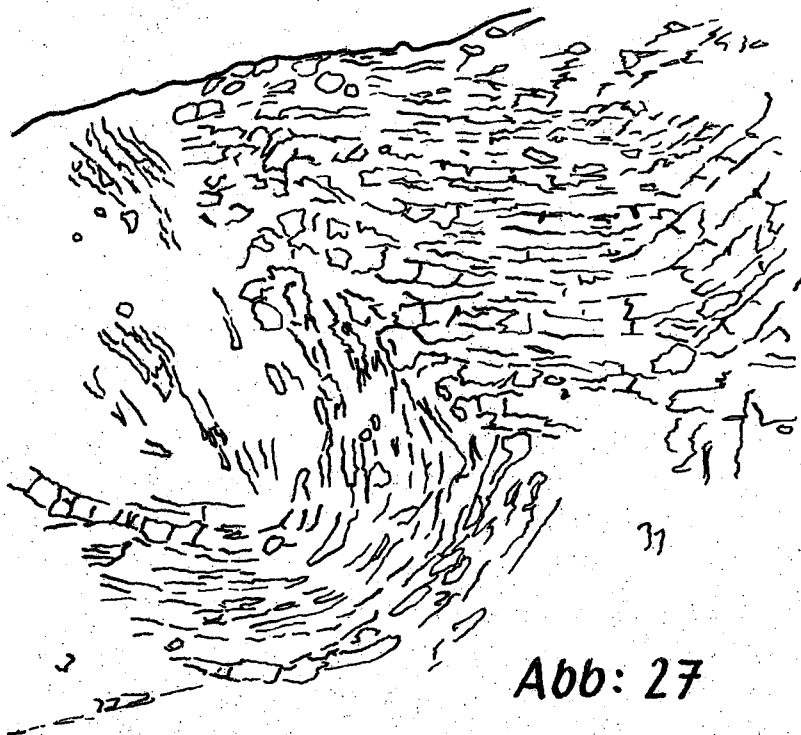


Abb: 27

Gneisfalte am rechten Flügel der Dobrasperre

drücken bis zu 5 atü. Die Einpressung erfolgte mit PZ 225, welchem im Verhältnis von 1 : 1 bis 1 : 4 Wasser beigemischt wurde; die Milch wurde mit einer Kolbenpumpe unter Drücken von 2 bis 20 atü von unten nach oben eingepresst. Dabei traf man förmliche "Kluftkammern" an, welche grosse Mengen von Einpressgut verschlangen und in einem Falle gegen 15 cm Weite besessen haben mochten. Der Gesamtverbrauch an Zement betrug 20.210 kg, im Mittel also rund 47 kg je Laufendmeter; bei einigen Versuchen mischte man auch Bentonit bei (im Ganzen 100 kg).

Die niedergebrachten Prüflöcher ergaben Wasserverluste von 1 bis 2 Litern /min/m, so dass der Abdichtungserfolg nicht voll befriedigen konnte; eine Verfestigung wurde kaum erzielt. Die Umläufigkeit scheint hier wirksamer durch die sickerwegverlängernde Flügelmauer verhindert zu werden.

Behufs laufender Beobachtung des Sohlenwasserdruckes bohrte man vom Prüfgänge aus Löcher durch den Beton bis etwa 0,5 m tief in den Fels hinein und führte das Sickerwasser in Rohren hoch. Ein Hahn mit Manometer gestattet die Ablesung. Nach ungefähr 2 ½ jähriger Betriebsdauer betrug der Sohlenwasserdruck an den meisten Messtellen immer noch rund 40 % der Stauhöhe, so dass also die häufig benutzte Annahme eines von der Wasserseite aus geradlinigen Abfalles des Sohlenwasserdruckes auf Null an der Luftseite hier nicht zutreffen würde. Trotz der vergleichsweise hohen Sohlenwasserdrücke hielten sich die Wasserverluste innerhalb mässiger Grenzen. Sie schwankten insgesamt zwischen 71 und 90 l/min

und betragen hinter dem Dichtungsschleier zwischen 34 und 36 l/min; dabei erreichte der Höchstwert im Block 10 in Drittelbreite - Entfernung von der Sperrenzehe 18 l/min.

Als Zuschlagstoff für die Betonbereitung dienten die glimmerarmen Abarten der Spitzer Gneise, welche man in zwei Steinbrüchen unweit des rechten Mauerflügels gewann. Den Sand bezog man von der rd. 25 km entfernten, tertiären Lagerstätte bei Kotzendorf.

24. Das Abschlusswerk Thurnberg - Wegscheid

Schriften: Exner E 1953.

Das Stauwerk Thurnberg-Wegscheid besteht aus einer insgesamt 24,5 m hohen, geraden, wehrartigen Gewichtsmauer, welche am linken Flügel in den Fels eingebunden ist und einem rechtsufrig anschliessenden Damm von 200 m Länge (Tafel 9).

Die 41 m lange Gewichtsmauer (Tafel 8) bindet mit ihrem linken Flügel in Truggneise (Paragneise) ein, welche mit Amphiboliten wechselagern und an der Baustelle mehr oder minder steil gegen Osten bis Ost-südosten einschiesse (58/98, 69/102, 58/96, 59/88). Der Aufstand der Gewichtsmauer (Abb. 30) auf Schichten, welche mit der Achse derselben genau gleich streichen und dabei nach dem Unterwasser zu einfallen, bedroht die Standsicherheit des Bauwerkes nicht, weil die Neigungswinkel der Schichten sehr steil sind; die Richtung der Mittelkräfte schliesst mit den Schieferungsfugen sehr spitze Winkel ein und es wird durch die räumliche Lage der Schichten auch das "Umkrempeln" der Schichten durch Schubkräfte erschwert ("Umdrücken"; "Rollen" nach Knop).

Die Kluftrmessungen wiesen fünf Klufscharen nach.

Schar 1 streicht O-W (82-262°) und schiesst vorwiegend gegen N (352°) ein; sie begünstigt die Unterläufigkeit des Felsens sehr (Querklüfte).

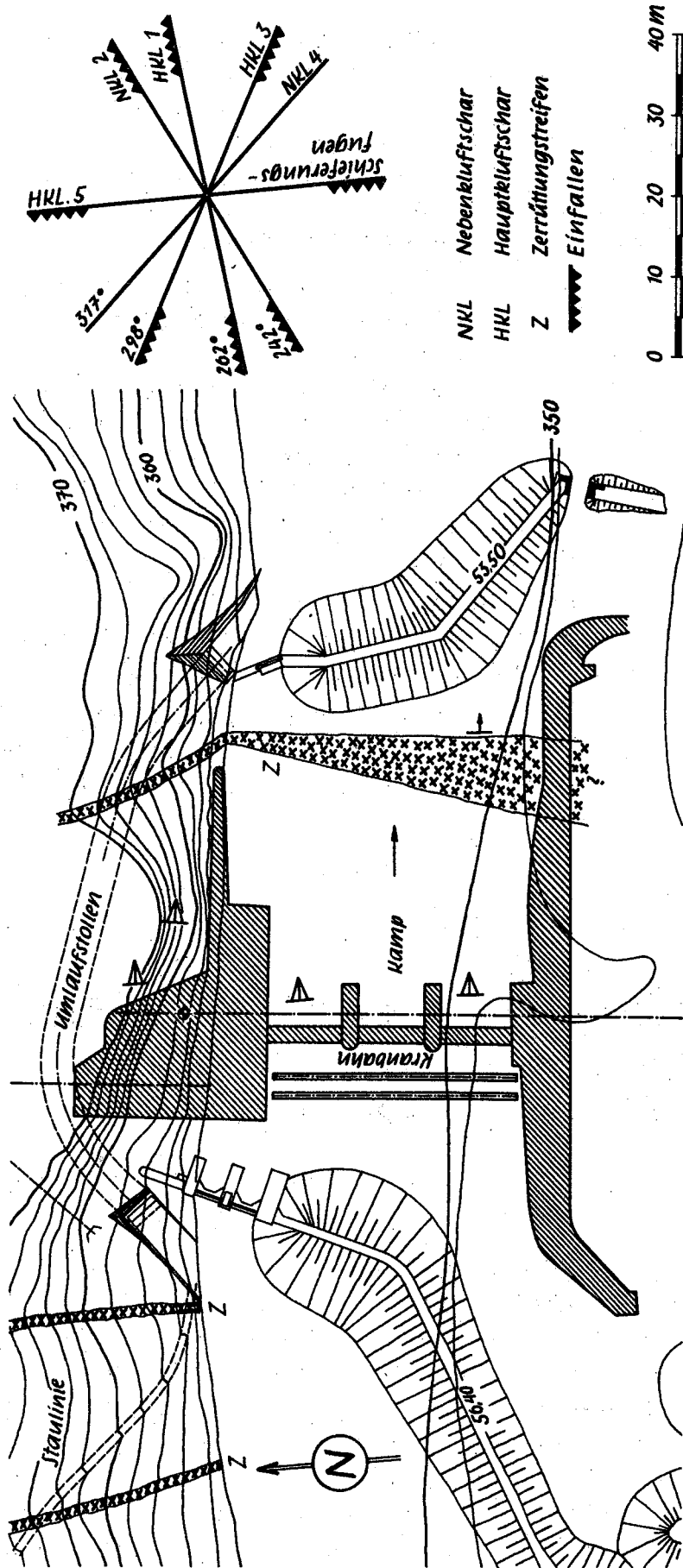
Schar 2 streicht ONO-WSW (62-242°) und schiesst meist gegen NNW (332°) ein; auch sie begünstigt die Unterläufigkeit.

Schar 3 streicht OSO-WNW (118-298°) und fällt fast regelmässig gegen SSW (208°).

Schar 4 streicht SO-NW (137-317°) und schiesst SW (227°) ein.

Schar 5 streicht N-S (178-358°) und schiesst vorwiegend W (266°) ein (Längsklüfte).

Während die Uferwände guten Fels entblössen, enttäuschte der Gneis in den Baugruben, welche an den Damm anschlossen, vielfach; hier erreichten die im Kristallin niemals fehlenden Zerrüttungstreifen örtlich Breiten von mehreren Metern. Sie liessen sich durch das Bauwerk umso leichter überbrücken, als es den Baugrund nur mässig beansprucht. Die luftseitige Neigung des Wehrkörpers beträgt 1 : 0,65, die ungünstigsten Zugspannungen 0,63 kg/cm² und die Hauptdruckspannungen, welche die Mauer auf ihre Aufstandfläche ausübt, 7,5 kg/cm²; die Mauerzehe greift



Tafel: 8 Wehrkörper Thurnberg

reichlich 2 m tief in den gesunden, festen Fels ein, so dass die in der Gründungsfläche zu erwartende, höchste Schubspannung von $1,7 \text{ kg/cm}^2$ zulässig erscheint. Nur in der an den Damm anschliessenden, rechten Wehrwange steigt die Bodenpressung örtlich bis auf 14 kg/cm^2 ; da man diese Flügelmauer (Abb. 30) tiefer gründete als die Sperre, durfte man dieser Belastung des Mischstosses aus Gneisen und Amphiboliten trotz seiner stellenweise minderen Güte ohne Bedenken zustimmen.

An der Wassenseite der Gewichtsmauer und ihres rechten Flügels brachte man einen zweireihigen Dichtungsschleier nieder; die 5-6 m tiefen Bohrlöcher stehen nur 2 bis 3 m voneinander ab; die Bohrlöcher nahmen im allgemeinen nur wenig Zementmilch (Verdünnung 1 : 4 bis 1 : 7) auf (35 kg/m im Mittel), so dass die späteren Nachprüfabpressungen ein Dichtheitsmass von 0,65 bis 0,9 Liter/min/m bei Drücken von 10 - 15 atü ergaben. Die Sohlenwasserdruckmessungen stellten 85 % des Vollstaues an der Wassenseite und etwa 44 % hinter dem Dichtungsschleier fest; diesen Erhebungen dient ein Prüfgang mit den Ausmassen 1,4 zu 2,4 m.

Das nach den Ergebnissen von Modellversuchen an der TH in Graz ausgeführte Tosbecken schliesst eine 3 m hohe Gegenschwelle ab; seine Sohle pflastern Betonplatten von rd. 1 m Stärke ab.

Die verhältnismässig grosse Breite der Talsohle entschied die Ausführung des Anschlusswerkes an das Überfallbauwerk in Form eines geschütteten Dammes (Abb. 28). Die Örtlichkeit des Talabschlusses

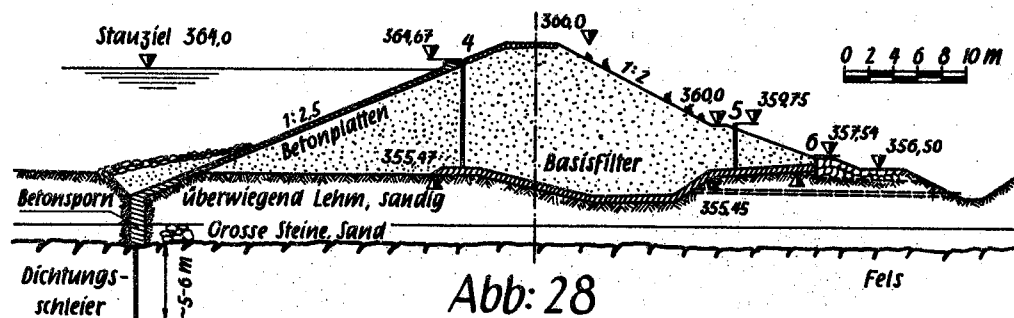


Abb: 28

Damm Thurnberg. _____ Querschnitt mit den Messröhren 4, 5 und 6

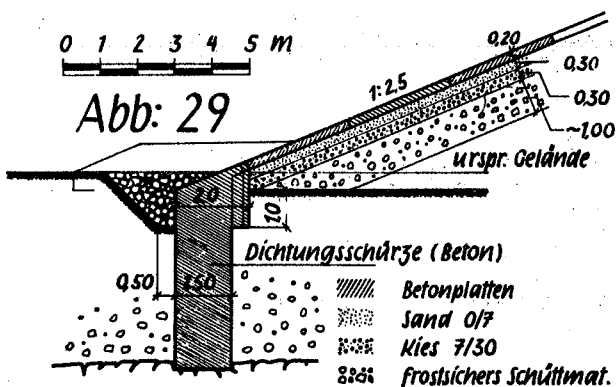
bestimmten die geographischen Verhältnisse; die Abarbeitung musste, um die Flusschlinge bei Thurnberg auszunützen und den Triebwasserstollen nicht ungebührlich zu verlängern, in Wegscheid erfolgen und der Aufstau bis Krumau, d.i. bis zum Unterwasser des dortigen Werkes reichen.

Nach dem Grundsatz, dass kein Damm so niedrig sein kann, dass man ihn ohne Beachtung der bodentechnischen Grundsätze ausführen dürfte, bereitete man den Dammbau sorgfältig durch zahlreiche Schurfschächte, Bohrungen und durch geoelektrische Untersuchungen vor. Die Mutungen bestätigten zwar die Richtigkeit der geologischen Annahme, dass

sich von der Baustelle bis weit zurück ins Becken ein dichter Teppich von Lehm über die ganze Talbreite hinziehe, zeigten aber gleichzeitig die unangenehme Tatsache auf, dass unterhalb dieser dichtenden Schichte Lagen, Nester und Linsen von Kampschottern, gelegentlich von Blöcken durchschwärmt, die Verwitterungsschwarte des Felsens überlagern. Ich gebe zwei Muster der Schichtfolge in Probeschächten wieder.

S ₄ 354,3 m Seehöhe	S ₁₃ 364,64 m Seehöhe
0 - 0,35 m Mutterboden	0,0 - 0,35 m Mutterboden
0,35 - 0,70 m Lehm, schwach sandig	0,35 - 0,70 m Lehm, braun, festgelagert, sandig
0,70 - 1,80 m Blöcke in grünlichem, lehmigen Feinkies und Grobkies	0,70 - 1,00 m Schluffton, grünlich
	1,00 - 1,80 m Blöcke in Lehm mit wenig Grobkies
1,80 - 2,00 m kleine Steinbrocken in lehmigem Grobkies	1,80 - 2,00 m sandiger Lehm, grünlich
ab 2,00 m verwitterter Fels	ab 2,00 m Verwitterungsschwarte der Felsoberfläche

Der Lehmt Teppich nimmt im allgemeinen gegen den rechten Hang hin an Mächtigkeit zu und gibt sich auch auf diese Weise als Gehängelehm zu erkennen. Der gewachsene Fels wurde meist in Tiefen von 4 bis 8 m angefahren und trug eine durchschnittlich 2 m mächtige Verwitterungsschwarte; man konnte daher der zu erwartenden Unterläufigkeit nur dadurch begegnen, dass man die wasserseitige Dichtungsschürze bis in den gesunden, wenn auch klüftigen Fels hinabsenkte (Abb. 29).



Damm Thurnberg.

Plattenabdeckung und Dichtungsschürze aus Beton

Die technischen Eigenschaften des Lehmes wurden im Erdbaulaboratorium der TH in Wien ermittelt (Prof. Dr. O. Fröhlich). Es ergab sich eine Durchlässigkeitsziffer von $3,6$ bis $6,0 \times 10^{-6}$, eine Fließgrenze von $21,6$ bis $36,8$, ein Porenraum von $0,29$ bis $0,36$, ein Winkel der inneren Reibung von 12 bis 16 Graden und eine Kohäsion von $0,28 \text{ kg/cm}^2$; die letzteren Werte verrieten eine gewisse Beweglichkeit der ockerfarbigen Lehme, welche es nicht gestattet hätte, sie unter Wahrung der Wirtschaftlichkeit als Dichtungstoff auf der Wasserseite irgendwie zu verwenden. Man entschloss sich daher, für die Schüttung des Dammkörpers durchläss-

siges Gut herbeizuschaffen. Man gewann es teils aus den Schotter- und Sandablagerungen oberhalb der Baustelle, teils baggerte man es 2 km weiter flussaufwärts aus dem Kampbette; der Stollenausbruch lieferte nur einen bescheidenen Teil der erforderlichen Masse von rd. 46.000 rm.

Die Dichtung bewirkte man wasserseitig mit Betonplatten, für welche die fertige Dichtungsschürze das nötige Widerlager abgab (Abb. 29). Die 2 x 4 x 0,2 m messenden Deckplatten (4850 m² Fläche) wurden auf eine Sauberkeitsschicht der mit Walzen und mit den auffahrenden Lastkraftwagen verdichteten Schüttung aufgebracht. Ihre Fugendichtung besorgt an der Oberfläche ein etwa 5 cm tief eingreifender Verguss aus Igaskitt von rd. 1,5 cm Breite, im unteren Teile der Fuge aber die belassenen, angequollenen Schalhölzer.

In den klüftigen Fels unterhalb der gemauerten, 0,6 bis 1 m starken Dichtungsschürze senkte man mittels 5 bis 6 m tiefer, durchschnittlich nur 1 m voneinander abstehender Bohrlöcher einen Dichtungsschleier hinab. Wie so häufig im kristallinen Gebirge, machte man auch hier die Erfahrung, dass rotklüftige, kluffletten führende Gneise und ähnliche Schiefergesteine durch Einpressungen schwer zu dichten sind. Obwohl man die Zementmilch sehr verdünnte und ihr versuchsweise Trass oder chemische Stoffe beigab, gelang es unter Anwendung von 5-10 atü Druck doch nicht, eine bessere Dichtheit als 1,3 bis 2,1 Liter/m/min. zu erzielen.

Der Aufstau hob den Grundwasserspiegel der rechtsufrigen Lehne nicht nur vor, sondern auch hinter der Dammachse so beträchtlich, dass an

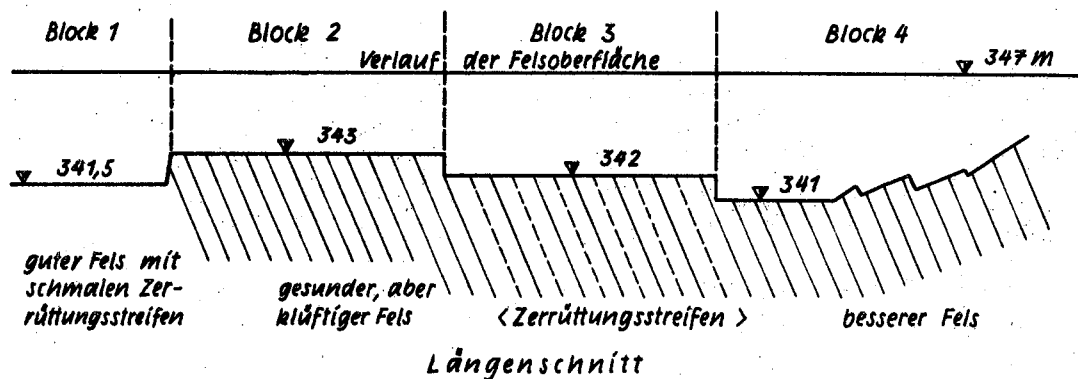
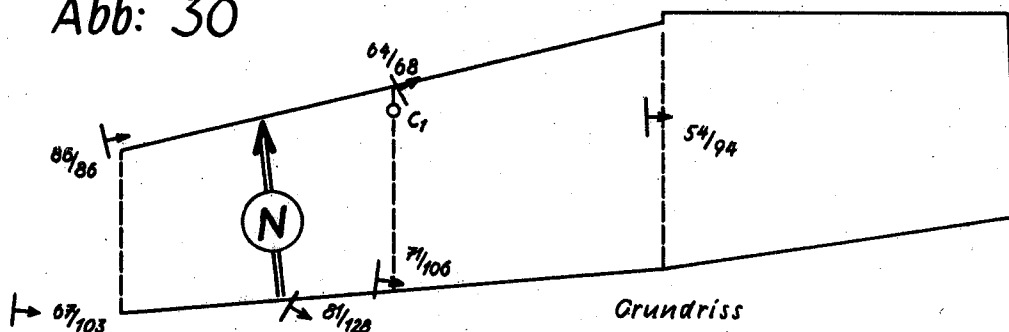


Abb: 30



Damm Thurnberg. Gründung des Dammanschlusses gegen den Wehrkörper

der Dammwurzel Wasser in die Dränung trat und bei ihrem Auslaufe im Sickergraben beobachtet werden konnte. Das Wasser lief nur kurze Zeit trübe und klärte sich bald. Die Sickerung verschwand, als man von der Dammwurzel aus eine 12 m lange Larsenwand in den Hang hineintrieb.

Die Kornzusammensetzung des Schüttungsgutes bewegte sich in folgenden Grenzen:

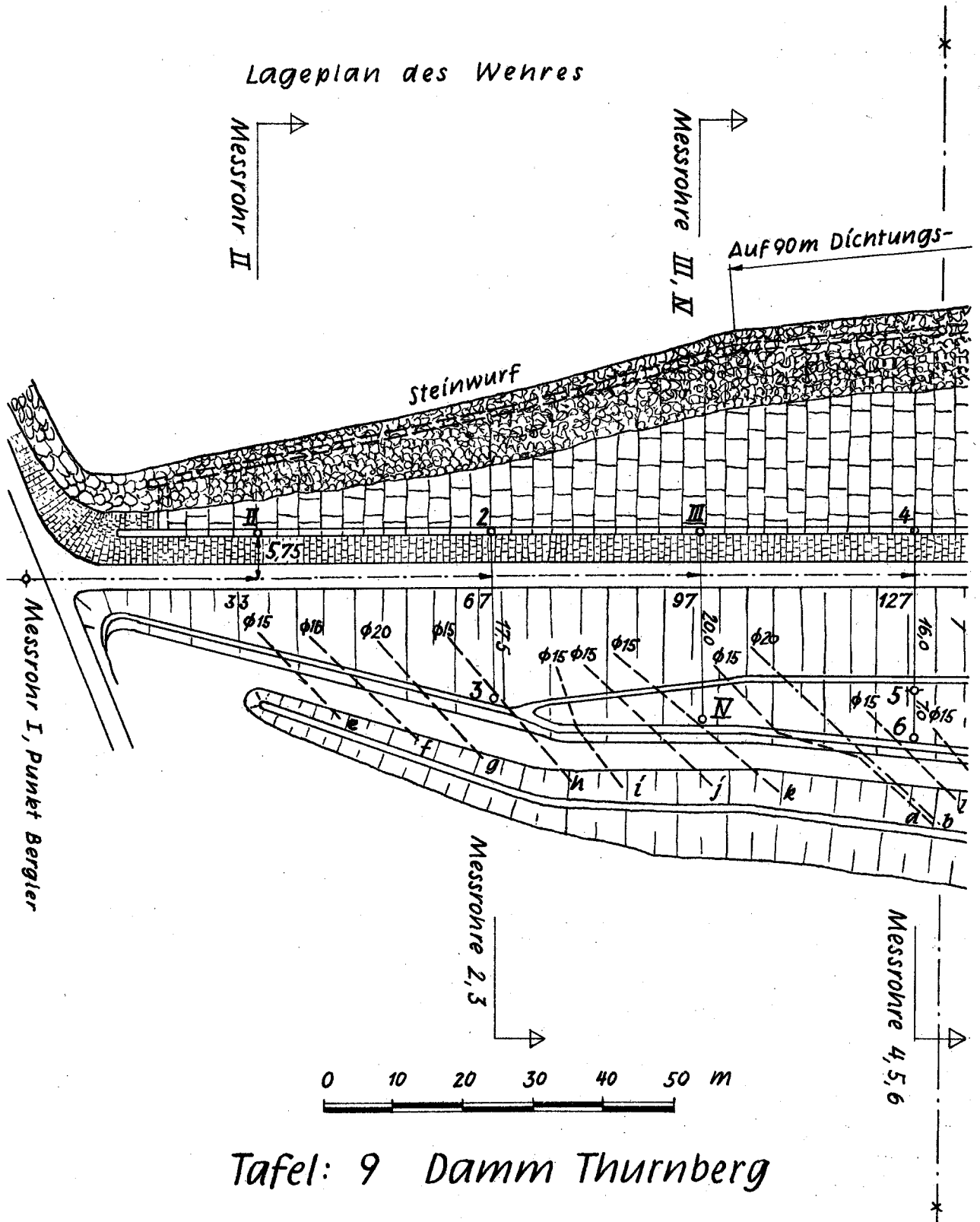
38 bis 81 % Kiessandgemisch mit mehr als 2 mm Durchmesser, im Mittel	57 %
60 bis 19 % Sand mit 0,1 bis 2 mm Durchmesser	41 %
2 bis 0 % Feinstoffe mit weniger als 0,1 mm Durchmesser	2 %

Das Raumgewicht des eben gewonnenen Gutes betrug 1,85 bei 15 bis 17 % Feuchtigkeitgehalt, der Porenraum etwa 0,40 und der Winkel der inneren Reibung 37 Grad, so dass man die geplanten Böschungsneigungen mit 1 : 2 bez. 1 : 2,5 beibehalten durfte. Das feucht eingebrachte Gut hatte im Damme bei nur 12-14 % Wassergehalt und 0,33 % Porenraum rd. 2,06 Raumgewicht; seine Verdichtung gelang so gut, dass eine Probebelastung mit 3,2 t auf der Fläche von 1 m² der Dammkrone bei ihrer grössten Höhe nur eine bleibende Setzung von 0,9 mm hervorrief; die dauernde Setzung erreichte nach einem Jahre nur den Betrag von 7 mm.

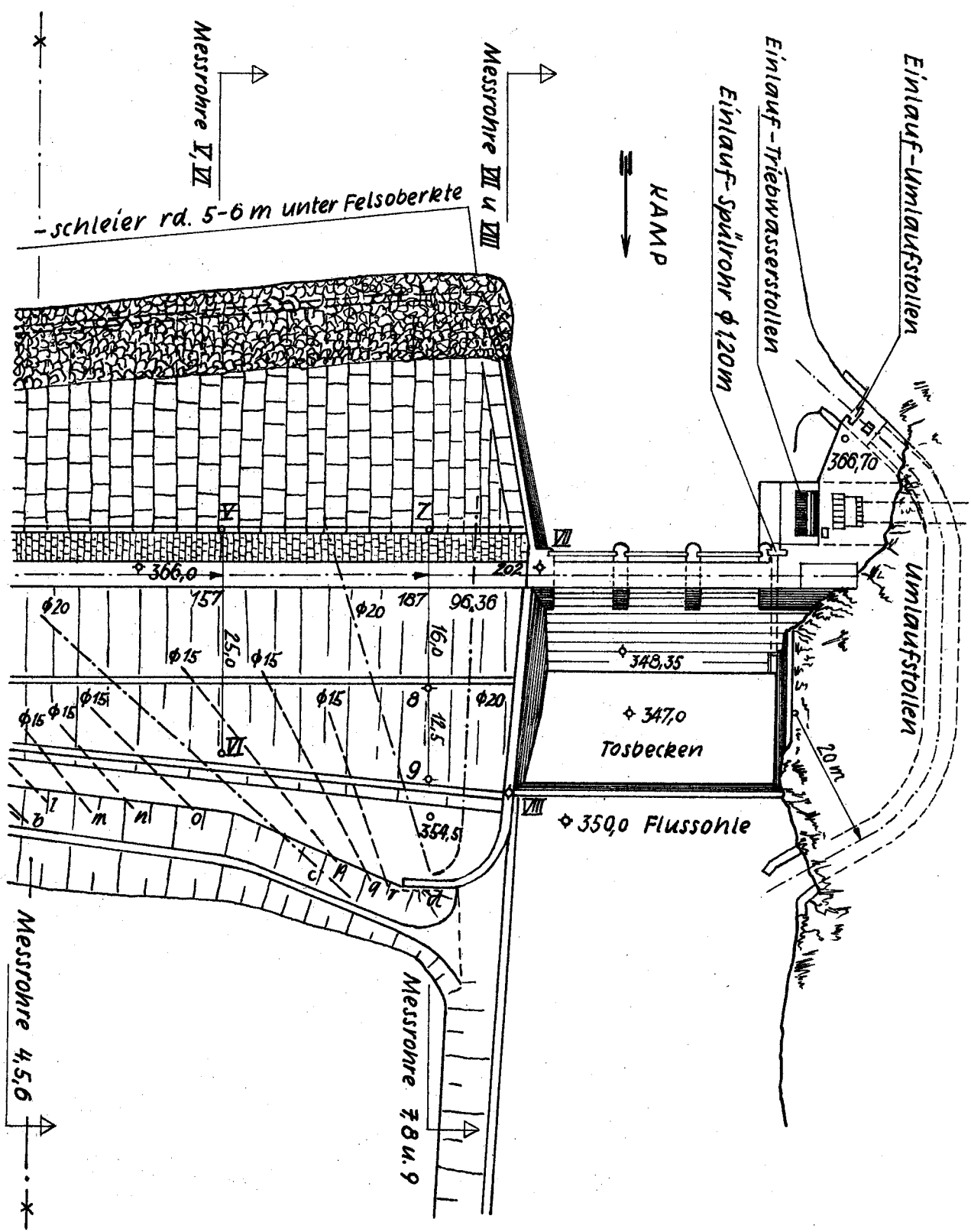
Der Anschluss der Flügelmauer an die Dammschüttung ist stets der heikelste Ort einer solchen gemischten Bauweise. Man versah deshalb die Rückwand der Betonmauer mit lotrecht verlaufenden Rillen und führte den Anschluss der Betonplattenabdichtung an sie besonders sorgfältig aus; so wurden z.B. die Anschlussplatten 25 cm stark gehalten und mit Stahl bewehrt.

Die Sickerwassermenge wurde nach einjährigem Werksbetriebe an den Dränsträngen insgesamt mit 1,5 bis 1,0 Sekundenlitern je nach der Stauhöhe gemessen. Der Damm selbst ist befriedigend dicht; von den 8 Messrohren, welche in den Filter der Dränungen reichen, gaben nur 3 Wasser und in diesen überstieg der Druck niemals 5-10 % der jeweiligen Stauwassersäule. Das an den Dränausläufen gemessene Sickerwasser durchströmt also hauptsächlich Klüfte des Felsens; dementsprechend mass man an den Rohren, welche bis auf den Fels hinabreichen, Unterdrücke, welche je nach der Stauhöhe im Becken 38 bis 48 % derselben und in einem Falle sogar 60 v.H. derselben erreichen. Die mit Amphiboliten vergesellschafteten Truggneise von Thurnberg verhalten sich also hinsichtlich ihrer Wasserwegigkeit ganz ähnlich den Spitzergneisen von Dobra.

Lageplan des Wehres



Tafel: 9 Damm Thurnberg



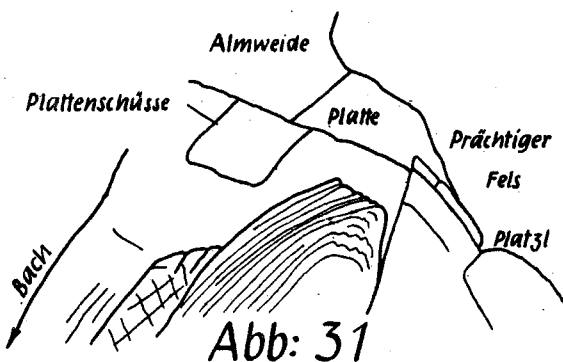
25. Die Möllsperre

Schriften: Cornelius und Clar E 1935 und E 1939, Schüller E 1954.

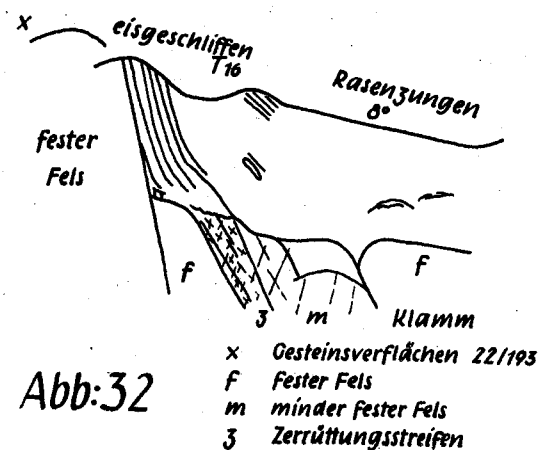
Die 93 m hohe Möllsperre ist das nördliche der beiden Werke, welche den sog. Margaritzenstausee abschliessen. Die Auswahl der Örtlichkeit am Schluchtmunde hat bereits Schüller vom technischen Standpunkte aus hinreichend begründet; sie bot baueologisch ausserdem noch den Vorteil leichter Ausräumbarkeit der Baugrube und einer ausgezeichneten Einmündung der Kraftlinien in das äusserste feste Gestein der beiden Widerlager.

Die Kalkglimmerschiefer, welche den Bauplatz aufbauen, verfläachen sanft oder unter mittleren Winkeln schluchteinwärts (38/206, 31/254, 41/294, 29/294, 34/302, 46/259, 24/219, 37/214).

Sie erscheinen in der schmalen, vom Wasser eingesägten Klamm unterhalb der Gewölbesperre dickschichtig bis bankig, glimmerarm und ungewöhnlich fest; dort aber, wo die eisgeschliffene Margaritze steil und fast geradlinig zum "Unteren Keesboden" absinkt, beginnt ein Störungsbündel, welches von der Stockerscharte herabziehend ins Tal des Pfandschartenbaches streicht. Ein letzter Ausläufer dieser bedeutenden Verwerfung quert mit schwärzlichen, eingeklemmten Schiefen jenen Teil des rechten Flügels, welcher sich bereits in den breiteren, vom Eise ausgehobelten alten Talboden bettet. Im Gefolge des Störungsbündels zeigen die Kalkglimmerschiefer eine dünnplattige Ausbildung und stärkere Zerhackung. In diesen leichter auszuräumenden, aber immer noch genügend festen Kalkglimmerschieferplatten ruht der grösste Teil des Mauerkörpers, während seine Flügel sich auf den selten gesunden Fels der Rippe aufstemmen, welche sich vom Glocknerhause heruntersenkt und auf der Kuppe der Margaritze ihre Fortsetzung findet.



Möllsperre; Ansicht der Einbindestelle des linken Flügels



Möllsperre; Ansicht der rechtsufrigen Einbindung von der Gegenseite

Die östlichste der den bedeutsamen "Stockerscharten-Verwurf" begleitenden Nebenstörungen gab während des Baues Anlass zu gewissen Bedenken; man konnte sie mit dem Hinweise auf die untergeordnete Bedeutung der wegfedernden Störung zerstreuen (Abb. 32).

Der durch sie verursachte Zerrüttungstreifen schliesst eine Linse weniger beansprucht gewesenen Kalkglimmerschiefers ein; zwei Äste des sich hier spaltenden Ruschelstreifens umfassen sie beiderseits. Der eine Ast fällt gegen SW ein (66/241) und streift die Baugrube an der Wasserseite; der andere Zweig schießt 72/266 ein, quert die Baugrube, biegt dann aber nach 62/291° und weiter gegen 57/298° um; anfangs nur 1 bis 1,5 m mächtig, tut er sich schliesslich auf ungefähr 2 m Stärke auf. Etwas tiefer am Hange erklärt sodann eine schwache Querstörung das Umbiegen des zweiten Astes gegen die Luftseite hin als Schleppung; ihr entspricht auf der Wasserseite eine Schleppung der Schichten in entgegengesetztem Sinne.

Die aufgeschlossene Begleitstörung des Stockerschartenverwurfes zwang dazu, die Baugrube tiefer als geplant war auszuräumen und die an die verschieferten Zweige der Nebenstörung angrenzenden, zerhackten Kalkglimmerschiefer durch Einpressungen zu verfestigen. Da man keine Anzeichen dafür feststellen konnte, dass die "Möllsperrstörung" heute noch tätig ist, war ein Verlassen des Bauplatzes zu gunsten einer Schluchtmauer nicht notwendig. Es hat das Bauwerk auch bisher keine Risse gezeigt, welche sich auf eine junge Schollenverschiebung zurückführen liessen.

Die Klüftung (Abb. 33) des Kalkglimmerschiefers begünstigte örtlich und auf kurze Strecken die Ausformung der Baugrube einschliesslich der Widerlager; die Schubkräfte, welche von den Flügeln ausstrahlen, nimmt z.B. rechtsufrig die Schar 3 willig auf, während die Scharen 4 und 1 dies in den unteren Streifen der "Trog" der alten Gletschersohle und der Flügelstirne an der linken Flanke (Abb. 31 und 33) tun.

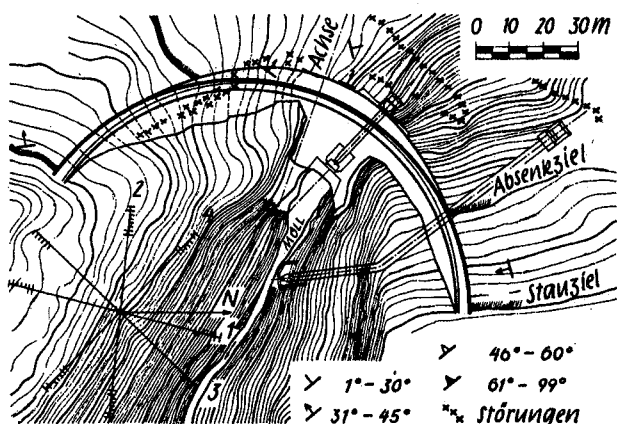


Abb: 33

Möllsperr

Lageplan

Im übrigen gab der vorzügliche Baugrund dem Ingenieur und dem Geologen keine harten Nüsse zum Knacken auf. Nach dem Aufstau äusserten einige Fachleute die Befürchtung, dass eine kräftige Quelle, welche von schwächeren Rieseln begleitet, am linken Klammwandfusse entspringt, mit dem Staubecken in Verbindung stehe; bisher hatten die Geologen sie als die Entwässerungsader des hierher sich herabsenkenden Alblitzenaus-

läufers angesehen. Die Untersuchungen, welche der Geologe Dr. H. Häusler daraufhin im Auftrage der Tauernkraftwerke durchführte, bestätigten die Unabhängigkeit dieses Wasseraustrittes vom Stauraume; die Quelle schwillt zur Zeit der Schneeschmelze mächtig an und droht in der kalten Jahreszeit zu versiegen.

26. Gewölbemauer Wiederschwing

Schrifttum: Schatzmayer E 1953.

Die niedrige Zylindermauer "Wiederschwing" schliesst mit einem Stauziele von 675 m und einer Gründungssohle von 648 m Seehöhe die einsame Felsschlucht des Weissenbaches in Oberkärnten ab. Das Grundgestein bildet ein eisengrauer, von Schnüren, Knauern und Schwielen von Quarz durchwachsender Blätterschiefer (Quarzblätterschiefer, Quarzphyllit), welcher örtlich sich an Quarz so sehr anreichert, dass er eine recht befriedigende Festigkeit gewinnt; manche quarzreiche Abarten nähern sich mit ihrer feinen, zarten Bänderung den ähnlichen Bergarten der Obersteiermark, welche Hammer "feinschichtige, quarzitische Grauwackenschiefer" genannt hat.

Die Quarzblätterschiefer der Baustelle streichen OSO-WNW (101-281°; Mittel aus mehr als 40 Messungen); sie fallen unter mittleren bis steilen Winkeln gegen SSW (191°) ein. An Kluftscharen sind mindestens drei vorhanden. Von ihnen verflächt die

Schar 1, 161-341° streichend, vorwiegend gegen WSW (251°)

Schar 2, 16-196° streichend, vorherrschend gegen WNW (286°)

Schar 3, 66-246° streichend, teils gegen NNW (336°), teils gegen SSO (156°).

Ausserdem scheint noch eine Nebenkluftschar vorhanden zu sein, welche OSO-WNW streicht und bald gegen NNO (25°), bald gegen SSW (205°) einfällt. Der Verlauf der Kluftscharen erleichterte streckenweise die Ausformung der Baugrube.

Wie dies im Kristallin so üblich ist, durchziehen mehrere schmale Zerrüttungstreifen die Baugrube, keiner derselben hatte für den Bau eine Bedeutung. Die vorgenommenen Einpressungen verhindern unzulässige Wasserverluste. Auch sonst darf man das Werk als gelungen bezeichnen.

27. Margaritzensperre

Schriften: Cornelius und Clar E 1935 und E 1939, Schüller E 1954.

Die rund 40 m hohe Margaritzensperre passt sich, wie Schüller richtig hervorhebt, der Ausformung des Geländes gut an (Abb. 34), indem sie den Mund der Schlucht des Margaritzenbaches verschliesst, deren Querschnitt ein leicht vom Eise überarbeitetes Dreieck ist und erst ein Stück weiter abwärts sich klammartig in den Fels eingräbt.

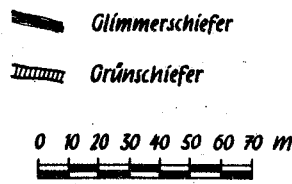
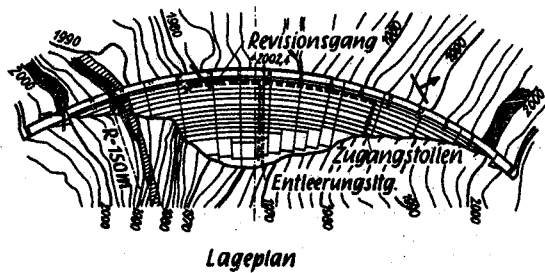
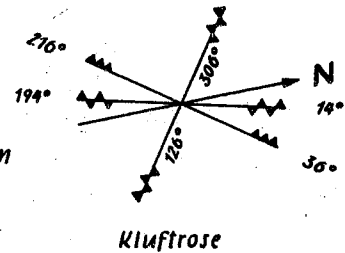


Abb: 34

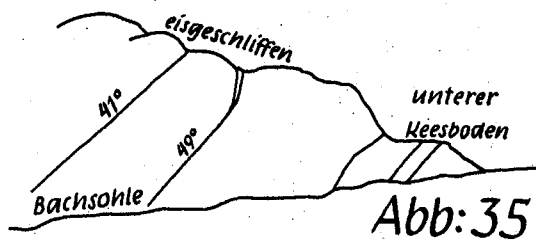


Kluftrose

Margaritzen - Sperre

Den Schluchtmund baut Kalkglimmerschiefer von guter Beschaffenheit auf; ein Band von Grünschiefer mit etwas Glimmerschiefer vergesellschaftet, quert nur die obere Hälfte des rechten Flügels. Die Stockerschartenstörung zieht mit fast genau nordsüdlichem Streichen vor der Abschlusstelle durch, ohne wie bei der Möllsperre einen Ausläufer in die Baugrube zu entsenden.

Der Fels zeigt ziemlich kräftige Verfallung; sein Verflächen schwankt (36/163 am l.U., 37/196, 36/196, 28/161 am r.U.; Abb. 35). In etwa



Margaritzen - Sperre

Ansicht des rechten Flügels vom gegenüberliegenden Ufer

1980 m Seehöhe quert eine Gleitzerrüttung den rechten Flügel; sie hat die Form einer schmächtigen Linse, indem ihr Bauch nur etwa 1 m dick ist. Die Schichten streichen im allgemeinen schräge über die Mauerachse.

Die Klüftung scheint von jener im Bereiche der Nordsperrre etwas abzuweichen; die Schar 2 streicht zwar ebenfalls 14°-194°, die Schar 1 aber fehlt fast gänzlich, während Schar 3 im Mittel ungefähr 36°-216° und Schar 4 durchschnittlich 126°-306° streicht. Die Gesteinklüftung begünstigt mithin an vielen Stellen die Ausformung der Baugrube und die vorteilhafte Aufnahme des Gewölbeschubes am linken Flügel, falls ein solcher überhaupt auftreten sollte. Die Ausformung des Geländes erzeugt Schichtenlinien, welche an der Abschlusstelle talabwärts sich einander in vorbildlicher Weise nähern.

Wasserverluste aus dem Becken konnte ich nicht feststellen. Die jugendliche Hebung der Glocknergruppe hinderte bisher die Verkarstungsvorgänge, von den Jungflächen des Talraumes bei den Talsperren Besitz zu ergreifen; die von ihnen geschaffenen Kleinformen stellt man erst höher oben fest; so z.B. auf der Tröger Alm.

28. Die Moosersperre

Schriften: Schüller E 1954 (vgl. auch die Schriften über die Limbergssperre). Horninger E 1954, Grengg G 1952, Frasl E 1954.

Die Moosersperre schliesst das Becken des Mooserbodens im Norden ab, während die Drossensperre den Abschluss im Osten (NO) besorgt. Den weiten, von Schlamm, Sand und Schotter erfüllten Mooserboden durchfliessen die Schmelzwässer des von Gehängegletschern begleiteten Karlingerkeeses; dieses hielt in der Vorzeit auf dem Mooserboden eine längere Rast und weitete ihn während derselben zu einem Zungenbecken aus. Damals floss der grösste Teil seines Schmelzwassers gegen Nordosten ins Drossental ab, während der Rest sich über die Einsenkung zwischen Höhenburg (2112 m) und Heidnischer Kirche gegen Norden ergoss; dorthin nimmt auch die heutige Kapruner Ache ihren Weg. Die vom Eise ausgeräumte Wanne des Mooserbodens ist sehr tief; Bohrungen südlich der Ache haben in 80-90 m Tiefe den Felsuntergrund noch nicht erreicht. Nach dem Rückzuge des Gletschers der Schlusseiszeit verlegte eine niedrige Stirnmoräne der Ache den Weg nach Nordosten und zwang sie, sich in die sanfte, ziemlich breite Einsattelung beim ehemaligen Gasthofs "Mooserboden" einzugraben. Die Schwelle, welche einstens das Eis überschritt, fällt sowohl hier, wie auch am Bauplatze der Drossensperre sehr rasch gegen den Grund der Wanne ab; diese Eigenheit aller von Gletschern der Vorzeit ausgeräumten Zungenbecken hat nicht nur die Wahl der Baustelle, sondern sogar jene der Bauweise entscheidend beeinflusst.

Sie nötigte im Norden zum Baue einer Gewichtsmauer, deren Krümmungsmass sie vorschrieb, wollte man nicht Beton verschwenden (vgl. diesbezüglich Schüller). Landformenkundlich ungünstig ist die Schmalheit des Riegels, welcher das Staubecken im Anschlusse an den linken Flügel gegen Nordwesten begrenzt und steil gegen das sog. "Grubach" abfällt; er nötigte zu sehr tiefen Einpressungen, welche häufig 100 bis 120 m weit in den Felsleib hineinreichen. Selbst der Ausläufer, welchen die Höhenburg gegen den rechten Mauerflügel hin entsendet, hat nur eine sehr geringe Breite und lässt seine Schroffen örtlich sogar in Wandfluchten übergehen.

Auch die rein geologischen Verhältnisse der beiden Abschlussstellen befriedigen nicht völlig. Gesteinkundlich handelt es sich nämlich um Mischstösse, d.h. um Schichtpakete, in welchen sich verschiedene Bergarten mit voneinander mehr oder weniger abweichenden, technischen Eigenschaften zusammengefunden haben. Nach den genauen, geologischen Aufnahmen, welche wir Cornelius und Clar verdanken, betten sich die beiden Abschlusswerke in den Grenzbereich zwischen der Unteren Schieferhülle, welche die "Riffeldecke" zusammensetzt, und der aus Bergarten der "Oberen Schieferhülle" aufgebauten "Decke der Oberen Schieferhülle". Wo diese beiden Gesteinstösse aneinandergrenzen, zeigen sie Verschuppungen, Verfaltungen und Störungen mannigfacher Art, welche das

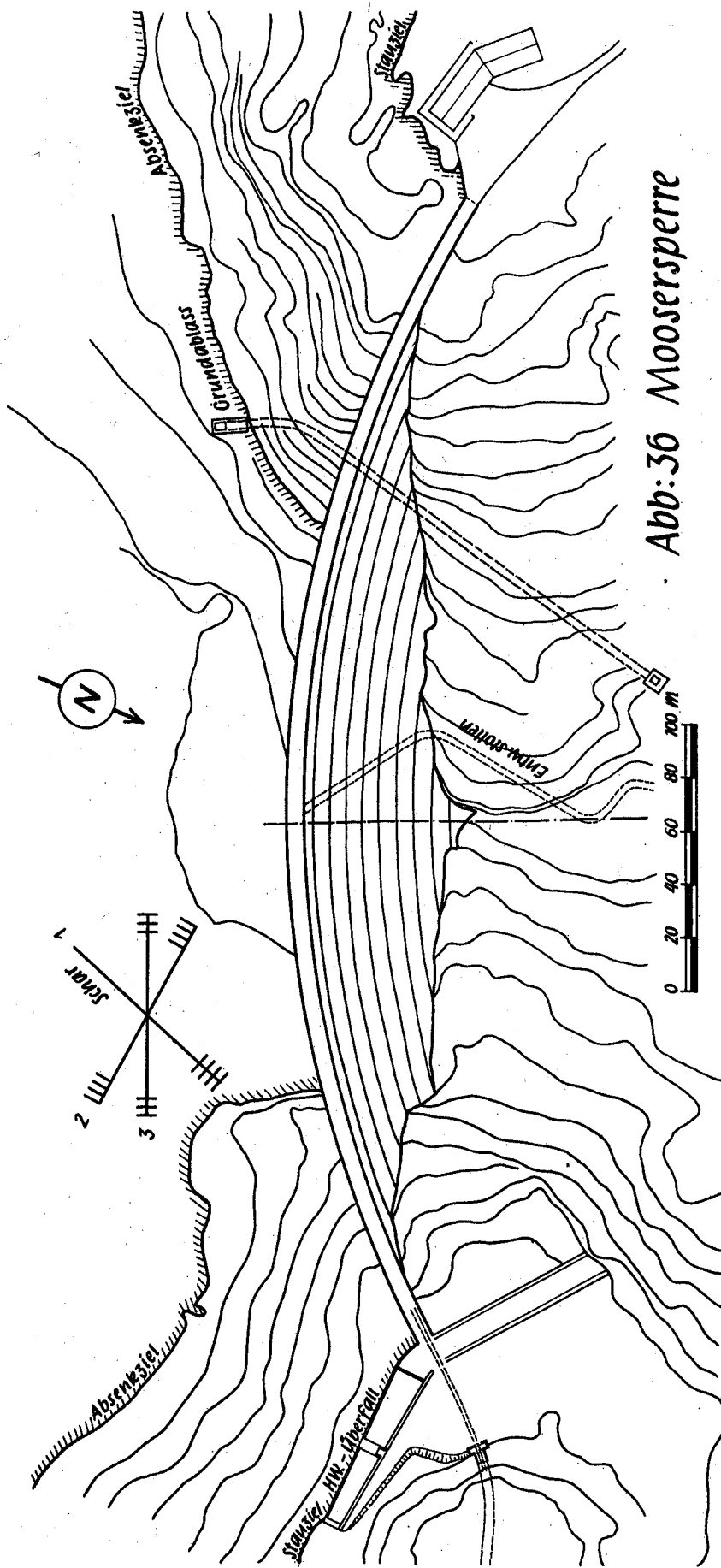


Abb:36 Moosersperre

geologische Bild trüben, den Gesteinsverband schwächen und auch die Festigkeit der einzelnen Bergarten herabsetzen.

Von der Oberen Schieferhülle kennen wir aus dem Baugelände hauptsächlich Kalkglimmerschiefer, oft mit Bänken von Kalkmarmor verknüpft, helle, zuckerkörnige Dolomite, Grünschiefer (Prasinite) und Quarzschiefer (Quarzite). In dem Quarzschiefer, welcher zwischen Seehöhe 1996 und 1998 m den rechten Flügel der Moosersperre quert, stecken die von Horninger beschriebenen Bänder von Manganmineralien, welche freilich nur rein wissenschaftliche Bedeutung beanspruchen.

Zur Unteren Schieferhülle gehören die dunklen Blatterschiefer (Schwarzphyllite) des Baugeländes, ferner Kalkglimmerschiefer, Dolomite, Quarzschiefer, Aplite, Glimmerschiefer, Kalkmarmore u.a.m. Nach der Meinung von Cornelius und Clar sind nun Fransen dieses Schichtstosses in die Obere Schieferhülle eingeschuppt, was Horninger bezweifelt. Man kann, wie Abb.37 darzustellen versucht, den Aufbau der Baustelle wohl durch Schuppung entstanden erklären, wenn man ohne

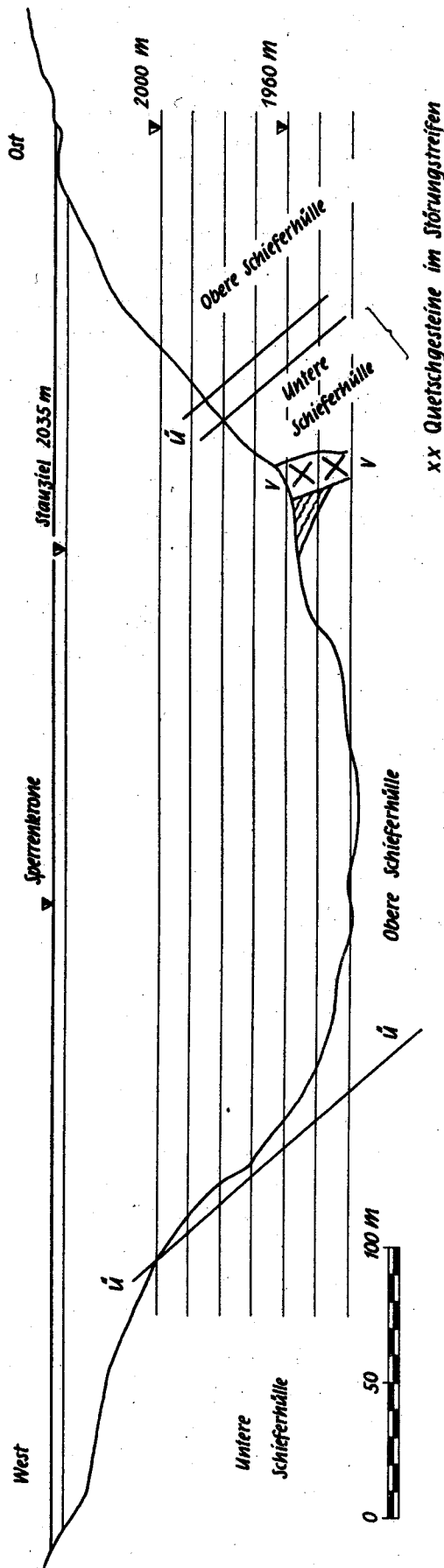


Abb. 37 Moosersperre

unter Mitbenutzung der Veröffentlichung von G. Horninger

Rücksicht auf die Deckengliederung, welche zeitlichen Wandlungen unterliegt, annimmt, dass rechts- und linksufrig die Schichten der Oberen Schieferhülle von Bergarten der Unteren unterteuft werden; der ungefähr vier Meter breite Quetschstreifen am rechten Hang, welchen Horninger in seiner Veröffentlichung zeichnerisch wiedergibt, wäre dann nicht als reines Blatt, sondern eher als ein Sprung aufzufassen, welcher die Scholle der Höhenburg gegenüber der Heidnischen Kirche um einen unbekanntem Betrag emporgehoben hat.

Da nach den neuesten geologischen Anschauungen die "Riffeldecke" aufzugeben ist und "Untere" und "Obere" Schieferhülle zum Schichtstosse der "Bündner Schiefer" vereinigt werden, gehen alle tatsächlich beobachteten Verschuppungen innerhalb eines und desselben, allerdings sehr mächtigen Schichtstosses vor sich.

Die Kalkglimmerschiefer des Baugeländes beginnen sich eben zu verkarsten; Horninger hat gezeigt, dass die Bildung von Schläuchen und ähnlichen Wasserwegen an der Grenze zwischen Kalkglimmerschiefern und Grünschiefern bereits besondere Fortschritte gemacht hat. Da das Eis in der Wanne des Mooserbodens noch zu einer Zeit lag, da die nach NW schauenden Hänge schon aper waren, hat die Frostverwitterung auf ihnen die Klüfte weiter öffnen können als die Schnitte des Felsens im Innern der Wanne. Dazu gesellt sich natürlich auf dem an 300 m hohen Steilabfalle gegen Ebmatten und gegen den Wasserfallboden hin der Zug der

Schwere, bzw. die Wirkung der hangauswärts gerichteten Teilkraft des Ruhedruckes. Dass die starke Zerklüftung des schmalen Riegels, welcher das Drossental und den Mooserboden von der Rückwand des Wasserfallbodens scheidet, tiefe und sorgfältige Einpressungen erforderte, wurde bereits weiter oben erwähnt. Das mittlere Einfallen der Schichten richtet sich gegen Nordosten; Abweichungen gegen Nordnordosten und gegen Ost-südosten sind häufig. Die Klüftung folgt im rohen Durchschnitte drei Richtungen (Abb. 36).

Schar 1 streicht 21-201 und fällt teils gegen W (291°), teils gegen O (111°) ein; ihre Schnitte entsprechen den sog. "Tauernklüften".

Schar 2 streicht W-O ($96-276^{\circ}$) und schießt vorherrschend gegen SSW (186°) ein.

Schar 3 streicht ONO-WSW ($66-246^{\circ}$) und schießt teils gegen SSO (156°), teils gegen NNW (336°) ein.

Die Klüftung hat örtlich die saubere Ausformung der Baugrube erleichtert. Einige westschauende Wandeln der Höhenburg sind nach den Tauernklüften herausgearbeitet; Kluftchar 3 hat örtlich die Bildung der Trogwände des Mooserbodens begünstigt. Eine Störung, welche die Kleinformen des Hanges verraten, streicht westlich des linksufrigen Widerlagers der Talsperre ungefähr gleichgerichtet mit dem "Schwarzschieferstreifen" am rechten Ufer über den Bergriegel. Im Gegensatz zu ihr haben die östliche Störung Moränen- und Gehängeschutt getarnt; man hätte sie vor dem Baue höchstens aus der Ixe des Hanges, welche sie erzeugt hat, ablesen können.

Die nur mittelmässigen, geologischen Eigenschaften der Baustelle haben den Bauherren auf den Rat des Geologen hin veranlasst, das Stauziel mit ursprünglich 2025 m, später mit 2035 m Seehöhe festzusetzen; die erste Planung durch die A.E.G. hatte einen weit höheren Aufstau ins Auge gefasst, welchen man geologisch wohl nicht vertreten konnte.

29. Die Drossensperre

Schriften: dieselben wie bei Abschnitt 28

Die Einfügung der Drossensperre ins Gelände machte umfangreiche Untersuchungen baugeologischer, statischer und bautechnischer Art notwendig. Schon i.J. 1938 begannen die Alpelektrowerke (A.E.W.) die Frage nach der Lage der Felsoberfläche unter jenem Geländeabschnitte zu lösen, welcher für den Bau eines Abschlusswerkes in Betracht kam. Man setzte einen Stollen so tief an, dass er nach geologischer Annahme im Fels aufgeföhren werden konnte und tastete von ihm aus die Schuttunterkante mit Hilfe von Aufbrüchen ab. Die Ergebnisse der Schürfungen waren nicht ungünstig; der Schwellenscheitel als höchster Punkt des alten Talbodens liegt darnach etwa 13 m unter der Geländeoberfläche.

Man untersuchte nun ein paar Wahlstellen und Bauweisen; in erster Linie kam, wenn ich mich recht erinnere, eine gekrümmte Gewichtsmauer

und erst in zweiter Linie eine Pfeilerkopfmauer oder eine Gewölbesperre in Betracht. Der Geologe entschied sich damals für die Einbindung in eine Furche, welche von der Höhenburg talabwärts des heutigen linken Sperrenflügels gegen S, bzw. SO herabzieht (Abb. 38).

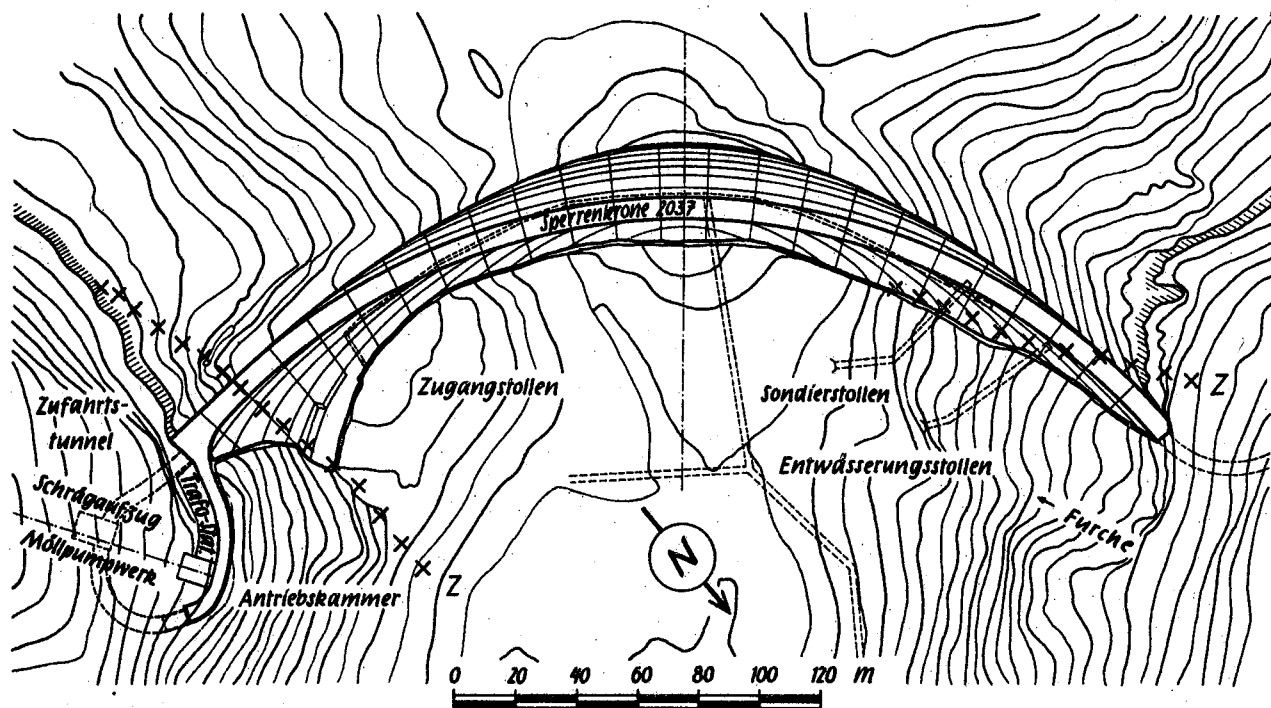


Abb:38 Drossensperre

Die weitere Entwicklung der Mauerplanung hat Schüller bereits trefflich geschildert. Als man sich endgiltig für den heutigen Bauplatz entschied, schien dieser, rein technisch und kostenmässig betrachtet, tatsächlich die billigste und damit die beste Lösung der Baustellenfrage zu sein. Die Aufschliessungsarbeiten zeigten jedoch linksseitig Schwierigkeiten auf; die Geologen hatten zwar auf sie aufmerksam gemacht, man konnte sie jedoch in ihrer technischen Auswirkung vermutlich nicht vollkommen richtig einschätzen. Man holte nun auch den Rat von Fachleuten der Schweiz und Italiens ein. Schliesslich gelang es aber doch den einheimischen Fachleuten, in erster Linie den Statikern, die Gewölbemauer so zu gestalten, dass ihre Einfügung ins Gelände nicht bloss den Anforderungen der Standberechnung, sondern auch jenen der Baugeologie entspricht.

Die geologischen Verhältnisse der Örtlichkeit sind nicht ganz klare, wenn man vom grossen Rahmen ausgeht, in welchen man sie einfügen muss. Kann man bei der Moosersperre noch von einer "Verschuppung" reden und ihr die geologische Verwirrung in die Schuhe schieben, welche die Gebirgsbildung im Raume zwischen der Höhenburgkuppe und der

Heidnischen Kirche hervorgerufen hat, so stehen wir angesichts der Aufschliessungen für die Drossensperre vor dem Musterbilde einer wilden und gewaltsamen Verfaltung von Schichten der beiden Schieferhüllen, wie sie uns die Natur selten jemals so schön enthüllt (Abb. 39, 40 und 41).

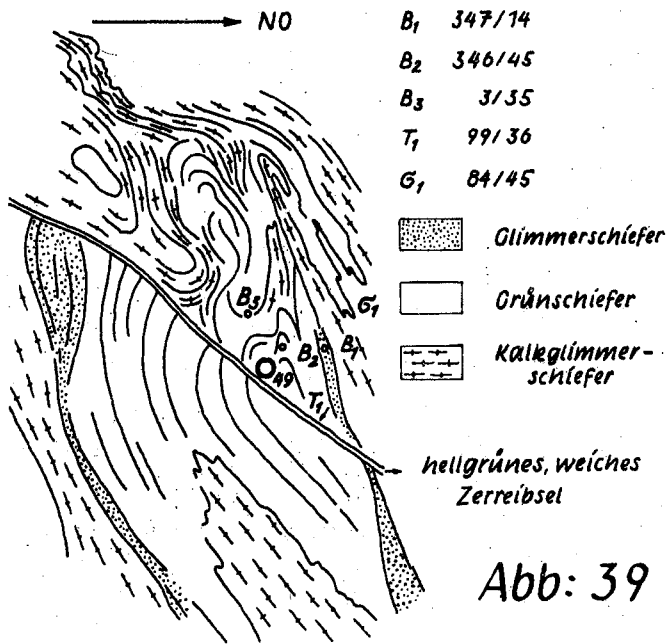


Abb: 39

Drossensperre

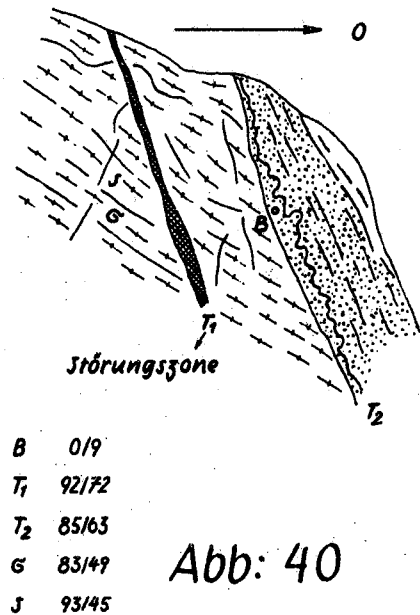


Abb: 40

Einzelheiten am linken Flügel
(Nach Aufnahme von Dr. Häusler)

Unter dem ersten Eindrucke einer solchen Verknäuelung ist es schwer, an eine blosse "Verschuppung" zu denken; man möchte die beobachteten Erscheinungen, über welche nun Hunderttausende Raummeter Beton einen undurchdringlichen Schleier breiten, lieber auf eine unerhörte Verfaltung an der Grenze der Oberen gegen die Untere Schieferhülle zurückführen; die Kristallisation hat sie überdauert und prachtvoll abgebildet. Die grossräumigen Umprägungsvorgänge waren so kräftig und so wirksam, dass sie frühere Unstetigkeitsflächen mannigfacher Art plätteten und verwischten; sie klären viele rätselhafte Erscheinungen in den Schaubildern der Natur auf und bewahren uns vor Missdeutungen. Dass die übertriebene Faltung da und dort auch Mittelschenkel zerriss und Bilder von "Schuppen" erzeugte, überrascht keinen zünftigen Geologen.

Jünger als die Tauernkristallisation sind die unter Bruch erfolgten Verformungen aller beanspruchungsempfindlichen Gesteine. Die in der Baugrube der Moosersperre entdeckte Verstellung findet ihre Seitenstücke im Drossentale.

Zwischen der Vorstufe P. 2108 der Alpenvereinkarte und dem Steilhange gegen das Heinrich Schwaigerhaus hinauf zieht eine Verwerfung vom rechten Ufer des Klockerinkeeses gegen Nordnordwesten. Ihr gleichge-

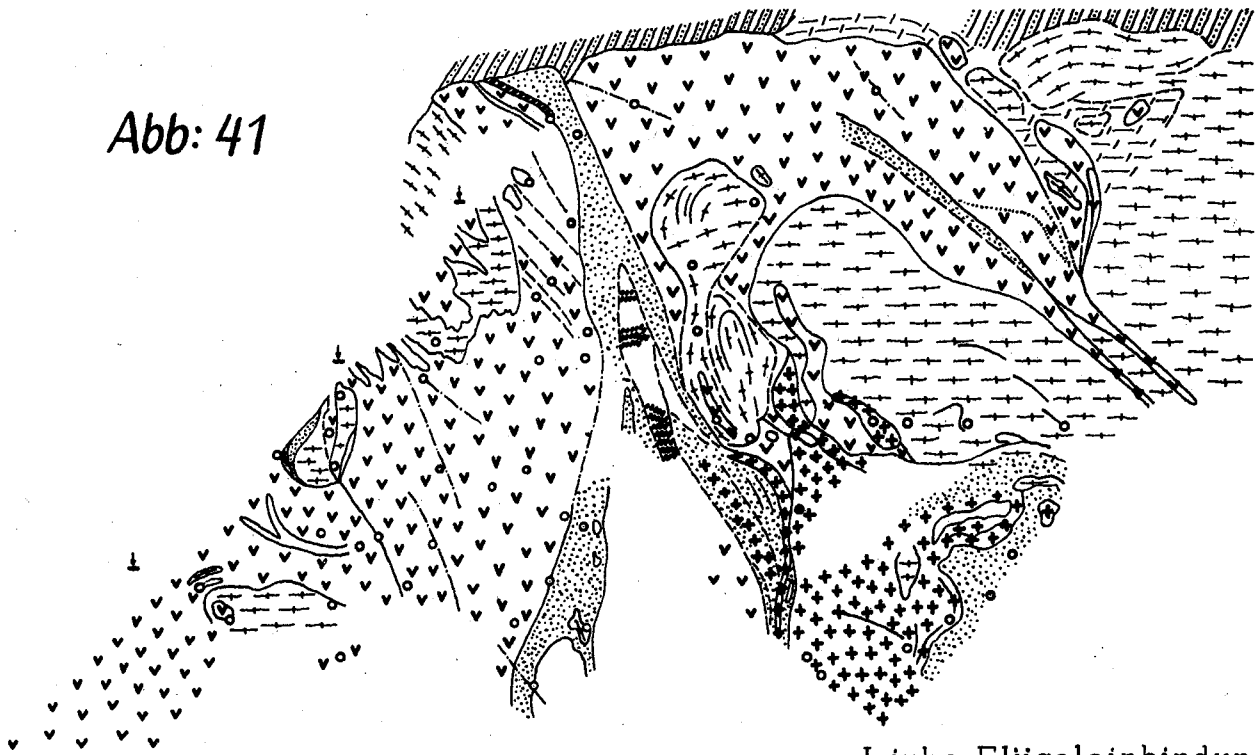
richtet streicht eine Begleitstörung im Grenzbereiche der Blöcke 19 und 21 annähernd in der Richtung des Krümmungshalbmessers durch den rechten Flügel der Mauer. Die Bewegungsfläche fällt im grossen gesehen gegen ONO ein, wellt sich jedoch im kleinen, so dass der Harnisch wie mit Führungsrillen versehen aussieht (64/65, 58/78, 72/86, 81/81, 75/76, 72/266, 86/261). Während östlich der überhängenden Wand des Aufschlusses Kalkglimmerschiefer guter Beschaffenheit anstehen, stossen im Westen Grüngesteine usw. an der Störung ab. Das Salband zeigte aufgeschossene Kristalle - z.B. vom Strahlstein - vollkommen unverletzt, so dass wohl die Bewegung als erloschen betrachtet werden darf. Diese Beobachtung ist eindeutiger als die Feststellung, dass auch die Moräne, welche der Gletscher vor einigen Jahrtausenden in den von der Geländeform abgebildeten Schwächestreifen hineinpresste, keine Spuren jugendlicher Bewegung verrät. Um aber allfällige spätere Bewegungen an dieser Fläche sicher feststellen zu können, brachten die für eine wissenschaftliche Behandlung von Talsperrenfragen sehr aufgeschlossenen Tauernkraftwerke eine Messvorrichtung nach den Angaben von Dr. Löschnner an; eine andere Messvorrichtung überwacht den Schwarzschieferstreifen im Untergrunde der Moosersperre. Der Zerrüttungstreifen zwang zu umfangreichen Ausräumungen des zerdrückten Gesteins und zur Einfügung einer massigen Plombe.

Vom unteren Teile der rechtsufrigen Baugrube beschrieb Horninger Manganminerale und gab bei dieser Gelegenheit auch einen geologischen Schnitt durch diesen Teil der Aufstandfläche des Flügels.

Am meisten Geschick erforderte die Einbindung des linken Flügels, welcher nach dem ursprünglichen Plane zu wenig stützendes Hinterland gefunden hatte; nach eingehenden, von Dr. Häusler besorgten, geologischen Kleinaufnahmen und langwierigen Standberechnungen nahm man ihn zurück, so dass er jetzt gut im Gelände sitzt.

Während der Aushubarbeiten glitt eine Felsscholle von einigen Tausend Raummeter Inhalt nach einer unter etwa 36° - 37° geneigten Schieferungsfuge ab (26.2.1952). Wie sonst auch häufig, haften nämlich die einzelnen Felsplatten im allgemeinen ziemlich fest aneinander; zwischen ihnen aber öffnen sich in unregelmässigen Abständen immer wieder einzelne Schieferungsflächen zu feinen Fugen, meist infolge des an steilen Abhängen wirksamen Zuges nach aussen. Die Felsrutschung hatte sicherlich eine gewisse, wenn auch nur kurze Vorbereitung; man konnte diese aber nicht wahrnehmen, weil eine dicke Schneedecke die Geländeoberfläche verdeckte und nicht einmal die Ausrissnische durch Spalten abbildete; die dicke Felstafel rutschte an der Abrisstelle unter der zusammenhängenden Schneedecke heraus, ohne ihren Zusammenhang irgendwie zu stören. Mit der Untersuchung dieses Felsrutsches beschäftigten sich vornehmlich die Herren Häusler, Horninger und Leopold Müller.

Abb: 41



Drossensperre

Linke Flügeleinbindung

(Nach einer Feldaufnahme von Dr. Häusler, 31.5. bis 3.6.1952)

Etwa von dem Blocke 12 an zeigte sich in der Baugrube eine Verwerfung, welche sie schräge durchsetzte und erst im untersten, westlichen Winkel des Blockes 20 in die Wasserseite hineinstrich. Sie fällt steil gegen ONO ein (72/92, 63/85, 55/80, 59/72) und wird gegen die Luftseite zu von einer ebenfalls viele Meter weit aufgeschlossen gewesenen zweiten Verwerfung begleitet; eine dritte verliert sich rascher. Die Störungen waren bereits in zwei Versuchstollen festgestellt und als vermutlich erloschen bezeichnet worden. Die Hilfsbauten oberhalb des linken Flügels hinderten mich, die Fortsetzung der Störung im Leibe der Höhenburg weiter zu verfolgen; sie dürfte sich meiner Meinung nach aber dort in einem Gesimse des Hanges und in einer daran anschliessenden, nach WNW schauenden Steilwand abbilden.

Die Messung von mehr als 100 Schieferungsflächen ergäbe einen Mittelwert von etwa $165-345^\circ$ Streichen, wobei das Einfallen weitaus überwiegend gegen 75° , also nach ONO erfolgt; dieser Wert kann nur im Grossen gelten, denn die Faltung und Fältelung ist so heftig, dass die Bestimmung der Verfaltetheit im Sinne von Pia wohl Anreiz böte, aber die Mühe kaum lohnen würde.

Die Ergebnisse der fast 180 Kluftmessungen gebe ich nur mit Vorbehalt wieder, weil es mir aus Zeitmangel nicht gelang, auf genügend kleiner Fläche hinreichend viele Messungen zu machen. Doch dürften die örtlichen Abweichungen vorwiegend darin bestehen, dass auf kleiner Fläche die eine oder andere Kluftschar zu gunsten einer anderen zurücktritt oder überhaupt wegfällt. Es verflücht die

Schar 1 überwiegend gegen O (107°) und selten gegen W (287°); ihre Klüfte gehören zu den sog. Tauernklüften und führen auch im Mooserbodengebiet da und dort etwas Erz, meist Schwefelkies.

Schar 2 vorwiegend gegen ONO (78°) bei einem Streichen SSO-NNW (168-348°).

Schar 3 gegen SSW (205°), selten gegen NNO (25° im Mittel); Streichen (115-295°).

Schar 4 gegen S (172°) oder gegen N (352°) bei einem Streichen 82-262°.

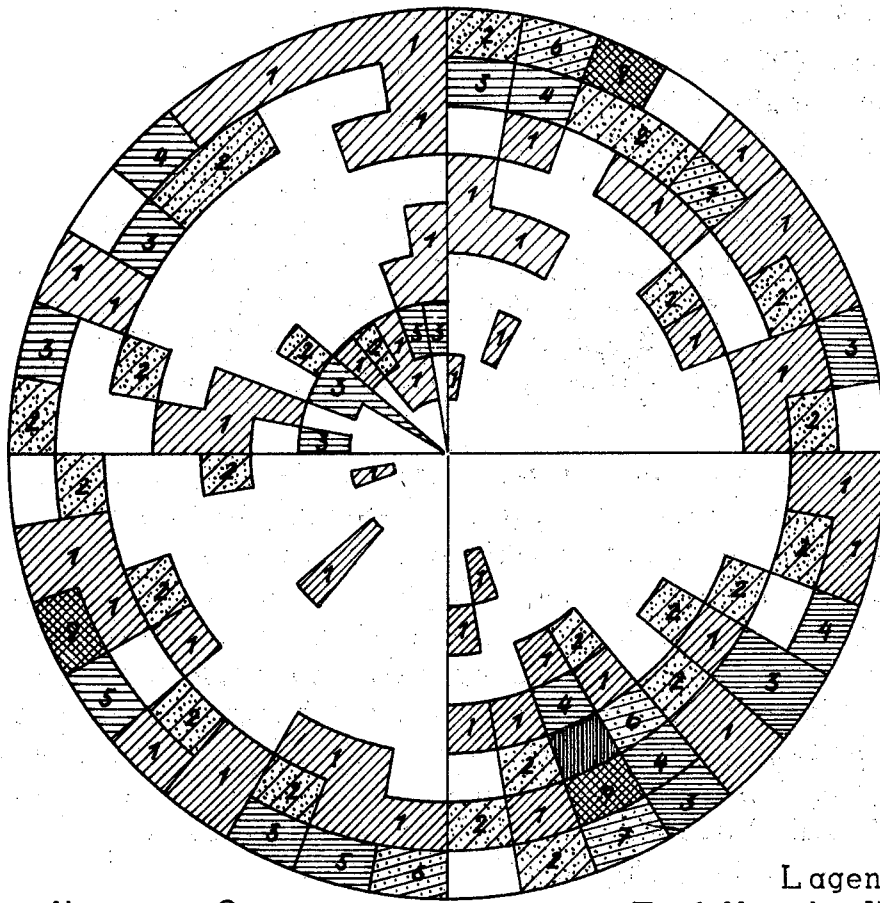
Die vorhandenen Undichtheiten des Untergrundes suchte man durch umfangreiche und sorgfältig überprüfte Einpressungen zu beheben; der im Oktober 1954 vorgenommene Teilaufstau bis Seehöhe 1985 m ergab keinen Anstand und man darf wohl hoffen, dass auch der bald bevorstehende Vollstau keine das zulässige Mass überschreitenden Wasserverluste bringen wird.

30. Die Sperre Ottenstein

Schrifttum: Exner E 1953, Waldmann E 1938, 1951, Köhler E 1941, Nickel E 1950, Stini E 1952.

Die Gewölbemauer Ottenstein, 68 m hoch, ist zwar noch nicht vollendet, ihr Baugrund ist aber bereits im Rohausbau aufgeschlossen und der Mittelteil der Mauer in Aufbetonierung begriffen. Die kurze Schilderung ihrer geologischen Verhältnisse ist daher berechtigt. Auch diese Mauer hat ihre Vorgeschichte. Von den in Erwägung gezogenen Wahlstellen entschied sich der Geologe i.J. 1944 für die jetzt gewählte. Als aber die "Newag" i.J. 1949 den Bau vorbereitete, schienen Voruntersuchungen hinsichtlich des Betonaufwandes mehr für eine Örtlichkeit etwas weiter oberhalb zu sprechen; die eingeleiteten Schürfungen ergaben jedoch gewisse Schönheitsfehler baueologischer Art, deren Behebung nicht bloss erhöhte Kosten verursacht, sondern auch sonst nicht befriedigt hätte. Man kehrte infolgedessen zur ersten Wahlstelle zurück und fand seine Erwartungen nicht enttäuscht. Der Untergrund der Ottensteiner Talsperre steht unter den baueologisch günstigen Abschlussstellen Österreichs in der vordersten Reihe.

Die landformenkundlichen Verhältnisse sind die gleichen, wie im Raume der Talsperre Dobra, obwohl sich die Gesteinverhältnisse gründlich geändert haben. In der Umgebung von Ottenstein baut nämlich der sog. Rastenberger Speckwurstgranit den Untergrund auf; er stimmt, wie Waldmann, Köhler und Nickel nachgewiesen haben, mit dem etwas weiter im Norden anstehenden Mischgestein von Echsenbach überein. Der Verband der Bergart ist porphyrtartig, d.h. in eine mit freiem Auge noch unterscheidbare Grundmasse betten sich grosse Kristalle; diese gehören einem Kalinatronfeldspate an, welcher häufig Karlsbader Zwillinge bildet und Längen von 10 cm und mehr erreicht. Auch die meist reichlich eingestreuten Hornblendesülchen werden ziemlich lang (bis mehr als 3 cm, so z.B. im Bereiche des Blockes 7). In die Augen fallen schon aus einiger Entfernung dunkelgrüne Schlieren dioritischen bis überbasischen Gepräges; da sie fast immer fest mit ihrem Muttergestein verwachsen sind, stören sie bei



- Häufigkeit 0-1
(unter 0,4 v.H.:
„Ausreisser“)
- Häufigkeit 2
- Häufigkeit 3-5
- Häufigkeit 6-8
- Häufigkeit 9-10
- Häufigkeit > 10

Gewölbemauer Ottenstein

Abb: 42
Lagenkugel, untere Hälfte;
Einfallen der Klüfte in die Talsohle

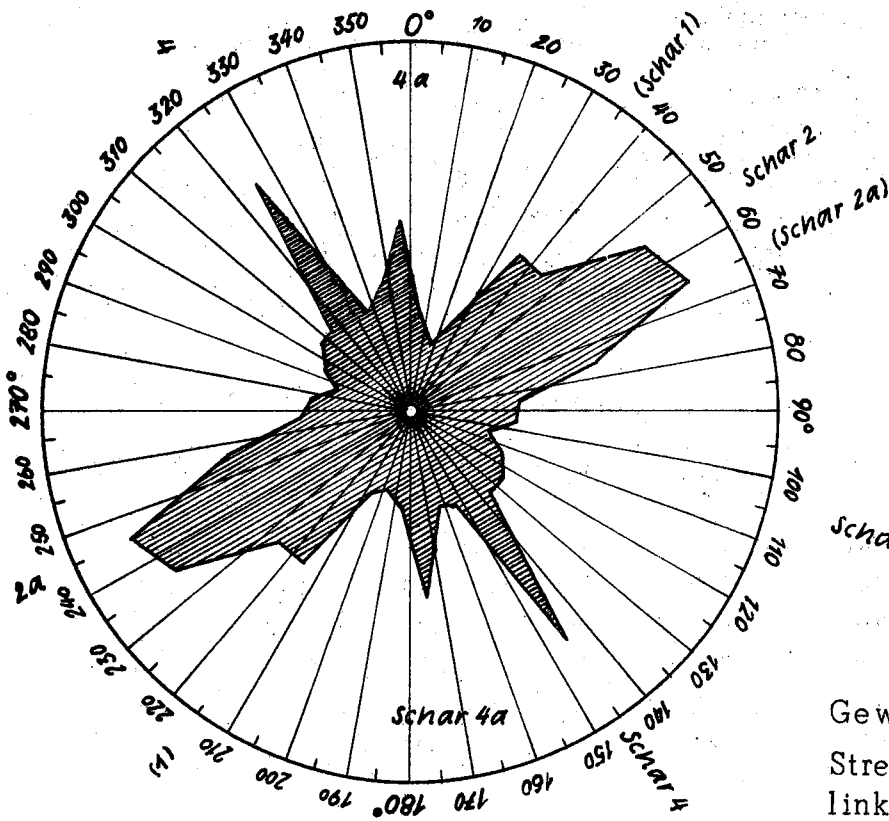


Abb: 43

Gewölbemauer Ottenstein
Streichen der Klüfte am
linken Flügel

Bauten nicht; sie verteilen sich sehr unregelmässig über die Baugrube.

Es wurden gegen 900 Kluftmessungen ausgeführt. Ihre statistische Auswertung soll nicht nur ihren Einfluss auf die Ausräumung der Baugrube aufzeigen; sie soll auch die grundsätzliche Frage - wenigstens für das vorliegende Gebiet - lösen helfen, ob es auch im Granitgelände des niederösterreichischen Waldviertels notwendig ist, bei der Deutung des Ergebnisses von Kluftmessungen von engen Räumen auszugehen. Die Prüfung der wichtigen Frage, wo die Grenze zwischen zwei verschiedenen "Kluftgebieten" zu ziehen sei, löst man vorteilhaft mit Hilfe der ziffermässigen Darstellung in Form von Übersichten oder auch zeichnerisch auf der Lagenkugel.

Eine vorläufige Untersuchung, deren Ergebnisse die Übersicht auf S. 83 bringt, ergab, dass es auch im Granitgebiete des Waldviertels notwendig ist, die Klüftigkeit des Gesteins kleinsträumig zu beurteilen. Man durfte dieses Ergebnis wohl voraussehen. Denn die brechende Gebirgsbildung wirkt auf den Granit ebenso wie auf Absätze und auf kristalline Schiefer. Abkühlungspalten, wie wir sie an den Ergussgesteinen wahrnehmen, sind bei der Erstarrung des Granites nicht beständfähig; entweder drückt sie der Ruhedruck, welcher in den in Betracht kommenden Tiefen bereits sehr gross ist, zusammen oder es spritzen in sie heisse Lösungen und Dämpfe als Nachgeburt des Schmelzflussaufstieges in sie hinein, füllen sie aus und bilden sie so ab.

Bezeichnung d. Kluftschar:	Streichen der Kluftscharen:		
	Aufstandfläche i.d.Talsole	rechter Flügel	linker Flügel
Schar 1	37 - 217	37 - 217	-- --
Schar 2	62 - 242	64 - 244	57 - 237
Schar 3	106 - 286	126 - 306	101 - 281
Schar 4	153 - 333	166 - 346	144 - 324
Schar 4a	135 - 315	157 - 337	176 - 356
Schar 4b	155 - 335	184 - 4	-- --

	Einfallen der Kluftscharen					
	meist	weniger häufig	häufiger	weniger häufig	häufiger	weniger häufig
Schar 1	124	304	307	127	--	--
Schar 2	332	152	334	154	146	326
Schar 3	196	16	36	216	11	191
Schar 4	63	243	256	76	234	54
Schar 4a	45 *)	225	67	247	266	86
Schar 4b	65	245	94	294	--	--

*) und gleich häufig

Ergebnisse der Kluftmessungen

Im vorliegenden Falle zeigt nun die Übersicht, dass die Scharen, welche die Aufstandfläche der Blöcke 0,1 und 3 durchziehen, entweder völlig oder bis auf 2 Grade genau mit den Kluftscharen übereinstimmen, welche auf der gesamten, talbodenmässigen Aufstandfläche der Mauer rechnerisch erhoben wurden. Nur die Schar 4 verhält sich etwas abweichend; in der Aufstandfläche der Blöcke 0,1 und 3 spaltet sich die längs der ganzen Talsohle klar sich abzeichnende Schar 4 mit 153° - 333° Streichen in zwei Äste, nämlich 135° - 315° und 155° - 335° ; verschiedene Anzeichen, insbesondere aber die Streichrichtung von Schnitten, welche sich über Flächen von mehr als 10 Geviertmetern verfolgen lassen, sprechen jedoch dafür, dass die Klüftung vielleicht doch über den ganzen Talboden kaum verändert durchzieht und dass die beobachtete Abweichung nur durch die geringe Anzahl von "nur" 106 Messungen auf der Unterlage der Blöcke 0, 1 und 3 vorgetäuscht wird. Diese Deutung führt uns vor Augen, wie gross die Anzahl von Kluftmessungen sein muss, um richtige, sowohl wissenschaftlich einwandfreie als auch technisch brauchbare Ergebnisse zu gewinnen.

Am rechten Flügel, welcher bisher über 250 Messungen erlaubte, erscheint die Kluftschar 3 gegenüber den Verhältnissen in der Talsohle etwas verschoben u.z. im Streichen von 106° gegen 126° ; geringer ist die Verschiebung der Schar 4 von 153° auf 166° . Da beide Richtungen durch grossflächige - und damit weitreichende - Schnitte betont sind, halte ich die Unterschiede für tatsächlich und nicht etwa durch Unvollkommenheiten der Messung vorgetäuscht. Eine Untergliederung der Messfläche in zwei Teile schien mir nicht am Platze zu sein.

Die grösste Verschiedenheit aber glauben wir am linken Flügel zu erkennen, wo die Schar 1 ganz ausfällt und auch die Schar 4a aus der Reihe tanzt. Lösen wir uns von dem Verfahren der Mittelbildung los und besehen wir uns eine Kluftrose (Abb. 43) oder eine Lagenkugelabbildung (Abb. 42) näher - es genügt schliesslich auch die Urübersicht - so sehen wir auch Klüfte der Schar 1 zahlreich und mit langen Schnitten vertreten; die gemessene Anzahl verschwindet aber bei der Mittelbildung; diese Feststellung macht uns vorsichtig bei der Beurteilung von Kluftmessungen einzig und allein nach dem genauen mathematischen Verfahren; wir müssen neben ihm auch unsere Feldbeobachtungen und die zeichnerischen Darstellungen sprechen lassen. Übrigens werden die nächsten Baugrubenaufnahmen noch eine grosse Anzahl weiterer Messergebnisse bringen.

Die Folgerungen aus den Messungen mit der Bergnadel für den Bau selbst und besonders für die Ausformung der Baugrube vermag man unmittelbar aus den Lageplänen abzulesen. So erzeugt z.B. die Schar 2 am rechten Flügel die Stirnen von speichenläufigen Stufen und deren Auftritten (z.B. 61/366, 34/164, 21/148); man hat ihre Kanten zur Verhinderung der Kerbwirkung abgerundet.

Am Fusse des rechtsufrigen Steilhanges streicht ein Zerrüttungsstreifen durch (68/332, 66/331, rechtsufrig, 64/333, 64/336, 71/334, 81/336 am l.U.); ihm sind also die Schnitte der Schar 2 zuzuordnen. Er war an dem früher beschürften Bauplatze mehrere Meter breit und hätte die Herstellung des Einlaufbauwerkes erschwert und verteuert. An der Wasserseite der neuen Abschlusstelle hat jedoch seine Breite bereits auf 60 cm abgenommen; wenn er sich auch an der Luftseite wieder auf rund 4 m Breite auftut, so wird ihn die Mauer doch ohne besondere Massnahmen unschädlich überbrücken; dabei fördert die Beobachtung, dass er im Bereiche der Längsachse der Aufstandfläche nicht wie weiter talaufwärts Zermalmungen bis zum Feinstkorn der Kluffletten erlitten, sondern sich bis zur leichten, engmaschigen Zerschneidung des Gesteins abgeschwächt hat. Von der Luftseite der Sperre streicht er dann schräg über das Tosbecken und erreicht am linken Ufer gerade noch die Zehe des Stützblockes, den man dort aufmauern musste, um der Sperrenzehe das erforderliche, stützende "Hinterland" zu geben.

Ungefähr dort, wo der linke Felshang schroff zur Talsohle abfällt, hat nämlich der Kamp vor einigen Jahrtausenden seine üblichen Schlingen bis an den Hangfuss heran geworfen und die Felslehne so kräftig unterwaschen, dass mehrere Tausend Raummeter des Granites und des Aplites in gewaltigen Blöcken abstürzten und sich schützend vor den Hangfuss legten; der Fluss sah sich gezwungen, sein Bett nach der Talmitte hin zu verlegen. Die Unterwühlung in der Flusskrümmung aber nahm der Mauer an dieser Stelle die nötige, stützende Felsaufragung - den "Hinterkopf" -; in diesen sollen die von ihr ausstrahlenden Kraftlinien hineinfließen. Was die Natur nicht gab, musste man künstlich schaffen.

Die bereits erwähnte, mit Zerrüttung verbundene Verwerfung, welche die Mauer an der Grenze zwischen Block 4 und Block 6 überbrückt, darf wohl als sehr alt und als erloschen gelten. Durch den Bauplatz zieht weder eine Erdbebenlinie noch zeigen sich auch nur die leisesten Anzeichen jugendlicher Bewegungen der Schollen beiderseits des Zerrüttungsstreifens. Sie trennt auch nicht Massen verschiedener Ausbildung. Südlich der alten Bewegungsfläche ist der Granit von bester Beschaffenheit, in der Talsohle befriedigt die Güte des Speckwurstgranites ebenfalls sehr; sie bildet sich schon in der Grösse der Kluffflächen ab, welche in stärker beanspruchten Gebieten an Ausbissen kürzere Spurlinien ergeben und viel weniger eben verlaufen. Einen Unterschied können wir allerdings in der Talsohle beobachten; es schwimmen hier erheblich mehr dunkle Schlieren im Speckwurstgranit als auf den beiden Hängen.

Betrachten wir den linken Flügel, dann fängt unseren Blick sofort die mehr als 30 m hohe Steilwand, welche der Ingenieur erzeugen musste, um die Aufstandfläche der Mauer genügend tief und lagerrichtig in ihren Untergrund einfügen zu können. Wir stossen hier auf die gleiche Ungunst der Ausformung des Geländes wie am linken Flügel der Drossensperre; sie

wird beim Baue der Tüberklamm Sperre in noch grösserem Ausmasse in Erscheinung treten. Hier am Kamp ist die eindrucksvolle Höhe der verrosteten Steilwand vor der Sperre glücklicherweise harmlos. Ihre reinliche und nicht besonders gefährliche Herausarbeitung verdankt man der grossflächigen Klüftung des Speckwurstgranites (Einfallen: 81/151, 81/141, 84/124, 76/309, 81/138); sie ordnet sich in die Schar 2 ein und läuft damit annähernd gleich der Verwerfung am rechtsufrigen Hangfusse.

In rund 470 m Seehöhe hebt sich nach Salbändern, welche etwa 21/226 bis 17/228 verfläichen, ein ungefähr 15 m mächtiger Aplitgang heraus, welcher über weite Strecken hin mit dem Speckwurstgranite so innig verbunden ist, dass der Gesteinwechsel technisch unschädlich genannt werden darf. Nur an einer Stelle des grossen Aufschlusses haften die beiden Bergarten minder innig aneinander; Einpressungen werden sie auch hier miteinander verschweissen. Die Kluftrichtungen verlaufen im Aplit genau gleich wie im Granit, was in anderen Gegenden schon Cloos festgestellt hat. Sie sind allerdings im Aplit, seiner grösseren Sprödigkeit entsprechend, regelmässiger ausgebildet und ausserdem kürzer (kleinflächiger).

Der Aplitgang streicht vom Sperrenbauplatze schräg über den Berghang gegen die alte Brücke über den Kampfluss herunter und kann auf dem rechten Ufer ungefähr so weit verfolgt werden, als dies die Karte von Exner zeigt. Streckenweise mag der Aplit, wie Exner angibt, in Feinkorngranit übergehen. In der Umgebung der Baugrube haben die Arbeiten noch zwei ganz schmale Aplitgänge aufgeschlossen; vermutlich sind es Äste des Hauptganges. Schreitet man von der Kroneneinbindung der Sperre gegen das Schloss Ottenstein zu, dann stösst man bei der Kapelle auf einen zweiten Gang des gleichen Gesteins; hier wäre Exner's Angabe zu berichtigen. Man wollte den Aplit ursprünglich als Zuschlagstoff für die Bereitung des Betons verwenden; wegen des zu geringen Massenalles entschloss man sich aber dann, auf dem linken Steilhange unterhalb der alten Loismühle einen Steinbruch aufzumachen und die dort anstehenden Feinkorngneise, Aplite, Hartgneise usw. aufzubereiten. Für Sandgewinnung ist das Kotzendorfer Vorkommen in Aussicht genommen, welches sich schon beim Baue der Dobrasperre bewährt hat.

Oberhalb des Aplitganges ist der Speckwurstgranit stärker beansprucht; seine Klüfte drängen sich näher zusammen; örtlich zerbröckelt er oberflächlich infolge seiner kräftigen Zerdrückung bei der Gebirgsbildung. In diesen Höhen bis hinauf zur Mauerkrone beansprucht das Bauwerk jedoch den Fels bereits weniger stark, so dass die Einbindung des Flügels keine Bedenken hervorruft.

Die Dichtung des Untergrundes ist in vollem Gange. Die Bohrlöcher reichen 20 bis 25 m tief in den Fels hinein und stehen einreihig durchschnittlich in 4 m Entfernung voneinander. Prüflöcher überwachen den Erfolg der Massnahmen. Am rechten Flügel bindet die Mauer in einen

schmalen Felssporn ein, welchen die Einwühlung des Beigartenbaches gegen das Kamptal zu verschont hat; hier ist es notwendig, auf etwa 100 m Länge einen Tiefenschleier von der Sperre abwinkelnd entlang der Staulinie talaufwärts abzusenken.

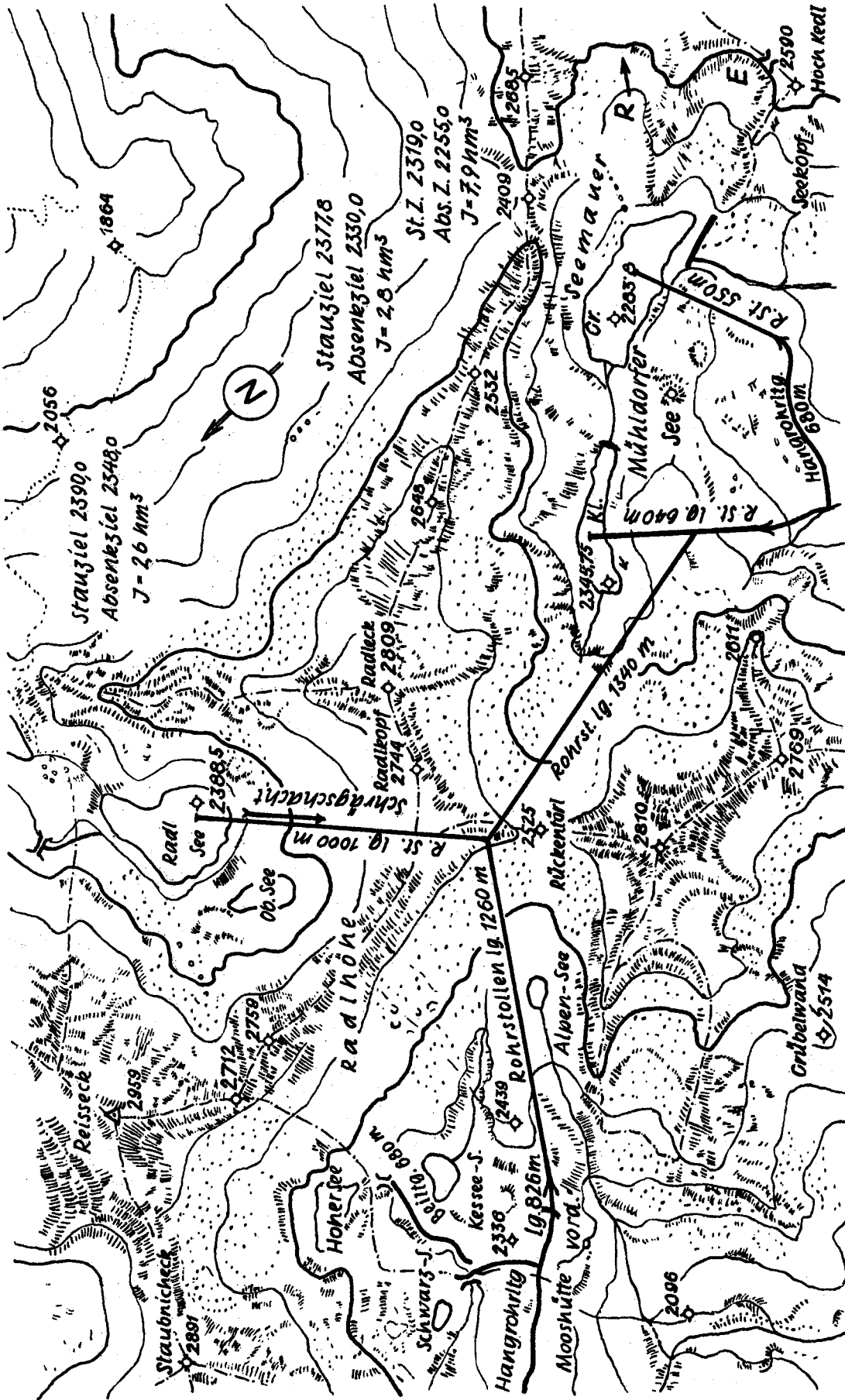
31. Sperre Mühldorfersee

Schriften: Schwinner E 1951, Stini E 1926, Österreichische Draukraftwerke, Das Winterspeicherwerk Reisseck-Kreuzeck, Steinböck G 1953.

Die gesteinkundlichen Verhältnisse der Talsperre, welche den Spiegel des grossen Mühldorfer Sees auf 2,319 m Seehöhe heben soll, liegen recht einfach. Eine einheitliche Bergart, der sog. Hochalmgneis, baut die Seeschwelle auf, welche die gerade, nur am linken Flügel in einen stützenden Bogen auslaufende Gewichtsmauer tragen soll. Dieser Gneis gehört zu den Echtgneisen (Orthogneisen) und schmückt sich am Seeriegel meist mit mehr oder minder grossen Feldspatäugen. Seine Schieferungsflächen fallen so regelmässig, als man es im Hochgebirge überhaupt verlangen kann, unter mittleren, bis sanften Winkeln gegen Südwesten ein; Ausreisser kommen, wie die Darstellung auf der Lagenkugel zeigt, vor, sind aber selten. Einheitlichkeit des Gesteins und geringes Ausmass der Faltung kommen dem Bauwerke zugute.

Das Mühldorfer Seental, welches sich mit mässigen Knickungen einerseits über die Seescharte (Hochkedlscharte) ins Hochgoasele und andererseits über das Rieckentörl ins Einzugsgebiet des Rieckenbaches fortsetzt, fällt unter den Abdachungstälern der Reisseckgruppe dadurch auf, dass sein Einzugsgebiet quer zu seiner Schluchtstrecke streicht (Abb. 44). Es bildet so den Zerrüttungstreifen ab, welcher aus der Gegend des Hochalpenlensees über die Rossalmscharte in das Tal des Reinitzbaches (Hirschbergergraben) zieht und vom Gr. Mühldorfer See aus einen Ast ins Hochgoasele entsendet. Der örtlich stärkeren Zerrüttung oder Verbreiterung des Ruschelstreifens verdankt die Seewannenreihe ihre leichte Ausräumung durch Verwitterung, Eis und Wasser. Der Seeriegel sperrt den Gr. und den Kl. Mühldorfer See gemeinsam ab; seine Höhe über dem Wasserspiegel ist jedoch streckenweise recht verschieden und nimmt, von Rückfallkuppen gegliedert, im allgemeinen vom Kl. Mühldorfer See gegen den Fuss des Seekopfes am Gr. See ab; Querstörungen, in deren Gefolgschaft die Klüfte der Schar 1 (siehe Abb. 46) auftreten, bedingen Einschaltungen. Die flachste, den Ausfluss des Gr. M. Sees ermöglichende, soll die im Baue befindliche Mauer abschliessen, für die weniger tiefe eingeschnittenen weiter im NW genügen niedrige Dämme.

Über den ganzen Seeriegel hin verflachen die Gneise hangauswärts. Die grosse Länge der niedrigen Schwelle verbietet die Annahme einer Gewölbewirkung oder einer seitlichen Verspannung; man darf daher diese Gneisplatten nicht unmittelbar auf der Kante des Riegels belasten; zudem sieht man im östlichen Teile des hier sehr schmalen Riegels einige der



E Sattel, östlich davon das „Elefantenweibele“ mit seinen Jungen
 R zur Rossalmscharte mit dem teuflischen Torwart

Abb: 44

Reisseck Seengebiet

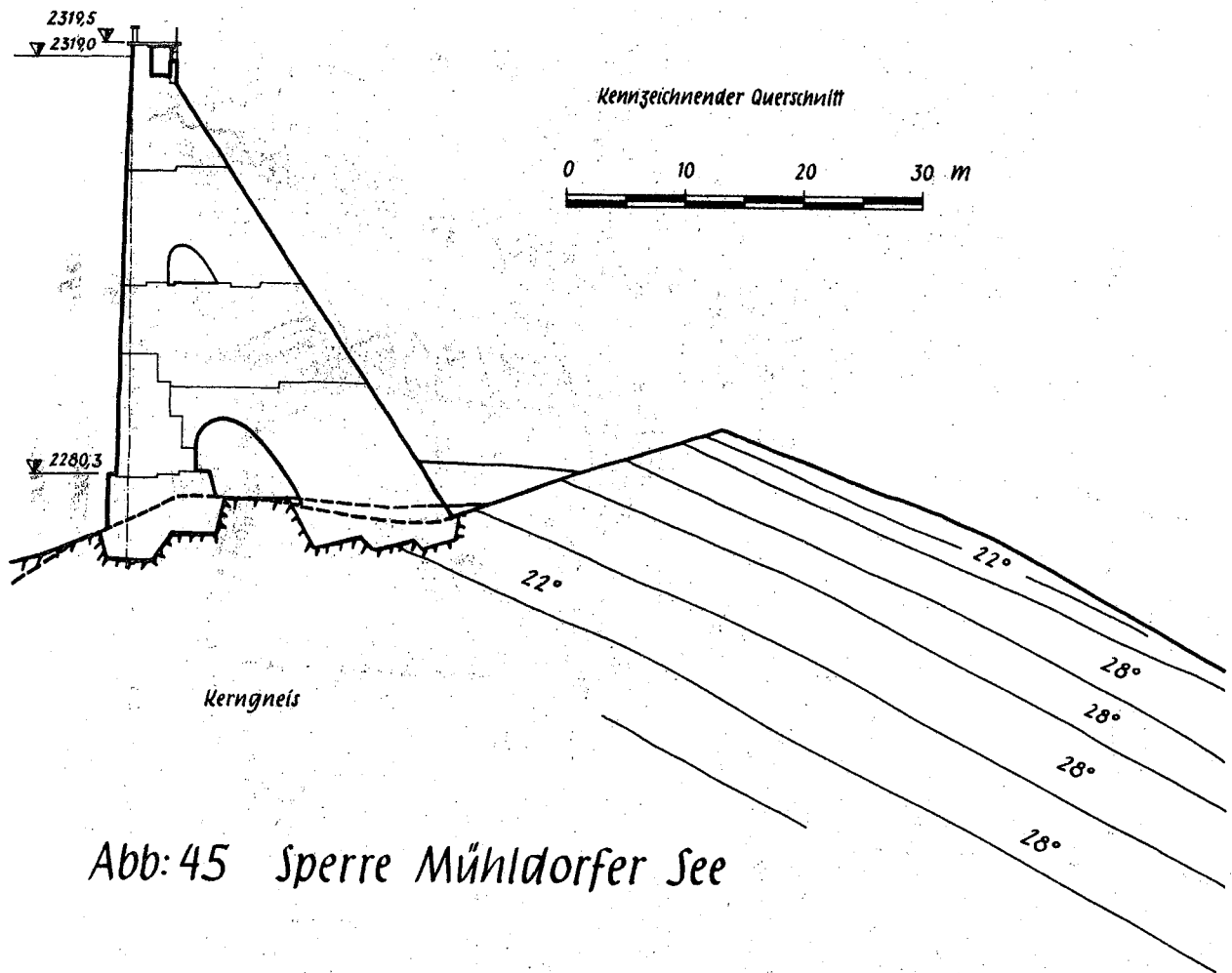
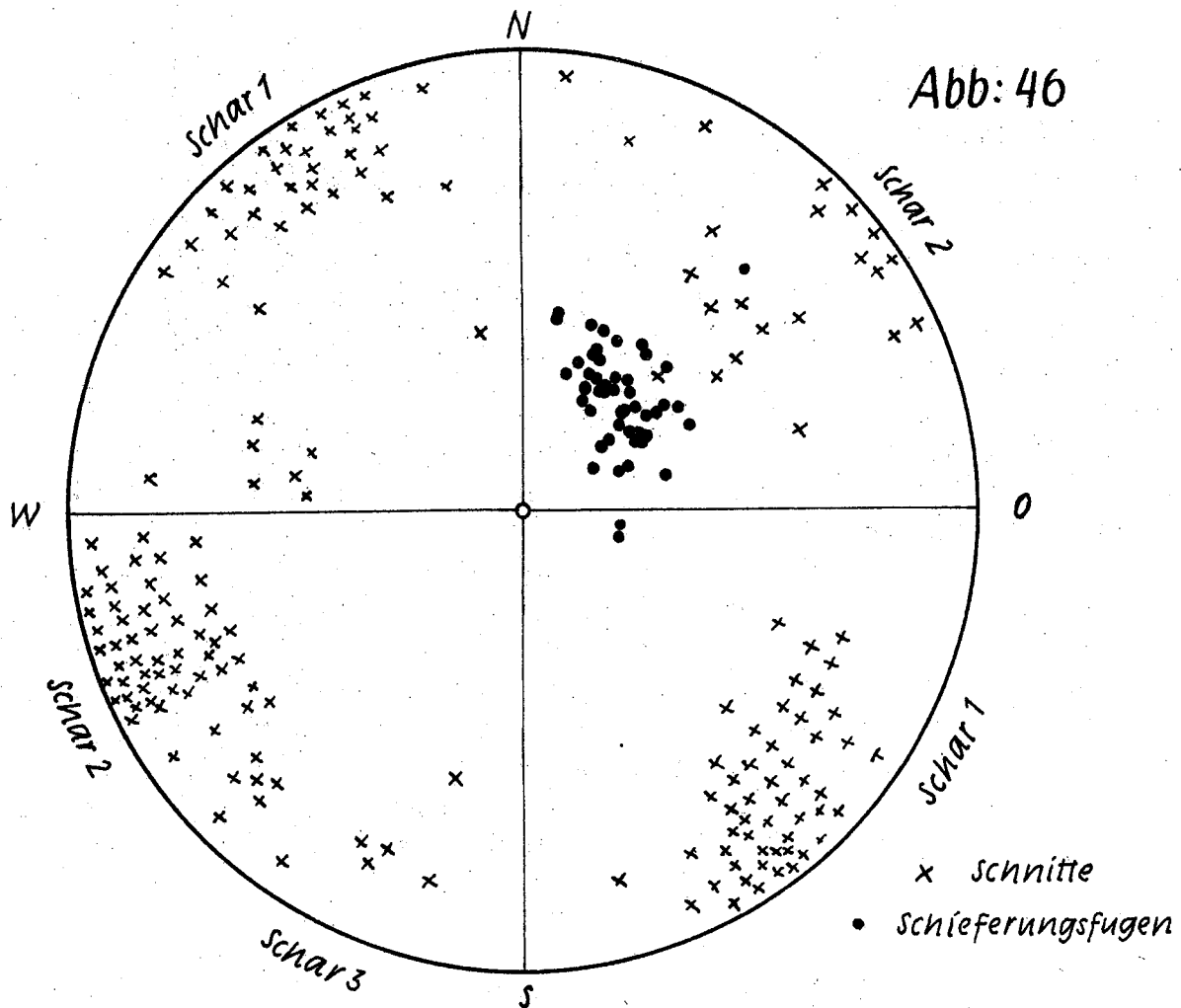


Abb: 45 Sperre Mühldorfer See

Schichten obertags ausbeissen; der Abtrag hat sie an diesen Stellen unter-schnitten. Diese Sachlage hat die sichere und dabei doch noch wirtschaft-liche Einfügung der Talsperre ins Gelände zu einer Hauptaufgabe des Planers gemacht. Ihre Lösung wurde durch den Umstand erschwert, dass jeder Meter, um welchen man die Mauerachse weiter in den See hinein-stellte, die Betonmasse rasch vergrösserte; denn die Wanne fällt üblicher-weise steil gegen den Seeboden zu ab; ausserdem rückte man damit den wasserseitigen Sperrenfuss auch weiter in den Bereich des Zerrüttung-streifens hinein. Dies mag jedoch bei der Ausbildung des Bauwerkes als Stelzenmauer (durchlaufender Hohl-gang in der Höhe der Aufstandfläche (Abb. 45) weniger bedeuten. Umsomehr aber muss die talseitige, bei Vollstau stärker belastete Betonstelze einen gesicherten Aufstand haben. Die endgültig gewählte Lage des Bauwerkes dürfte menschlicher Voraus-sicht nach allen billigen Anforderungen entsprechen.



Sperre Mühldorfer See

Pole der Kluftflächen am Seeriegel

32. Die Stauanlage Stierwaschboden (N.Ö.)

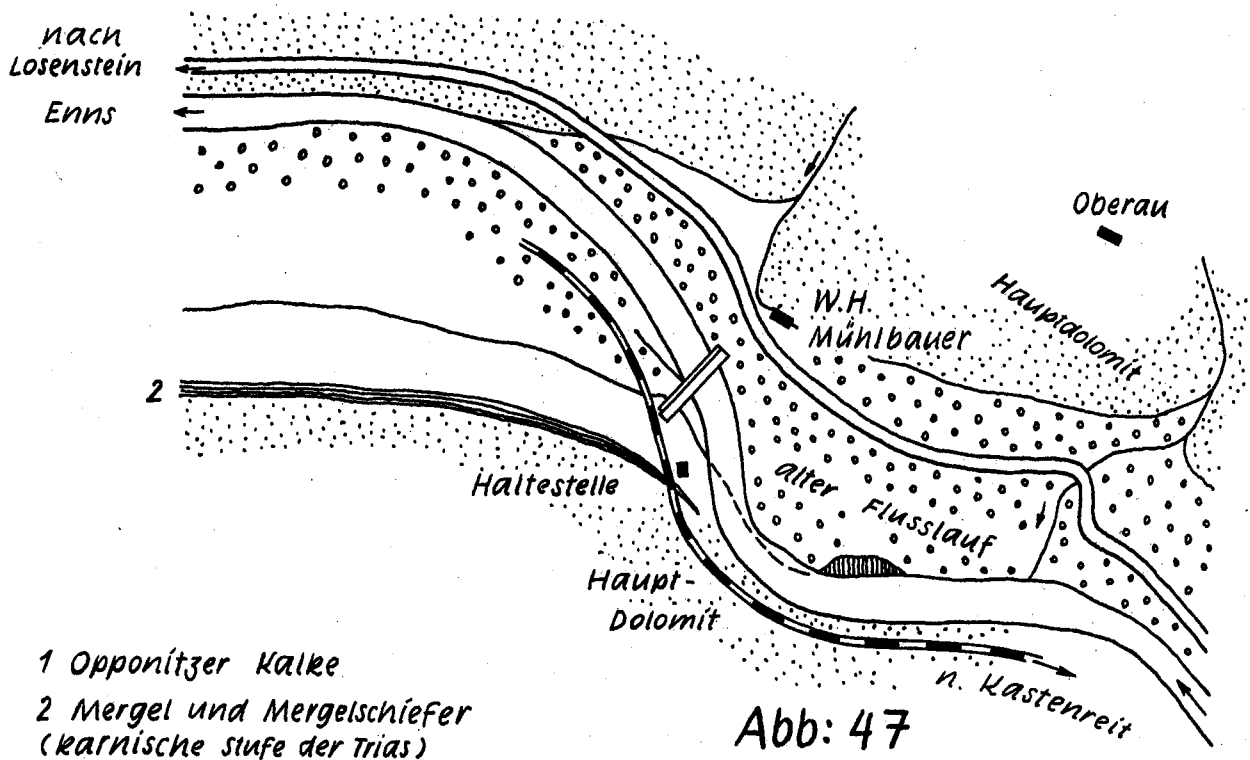
Schriften: Petzny E 1950.

Die Anlage Stierwaschboden der "Newag" beeindruckt nicht durch Grösse oder Höhe; ihre Gewichtsmauer ist bei 58 m Länge nur 12 m hoch und der an sie anschliessende Damm reicht mit seinem Kern nur 11 m tief in den Untergrund hinab. Ich erwähne dieses Ausgleichsbecken, welches zugleich die Wasserfassung für ein darunter befindliches Werk der "Newag" besorgt, nur, weil seine geologischen Verhältnisse technische Schwierigkeiten gebracht haben, welche auch die Spundwand nicht meistern konnte, welche man im Anschluss an den Betondichtungskern schlug. Die Mauer selbst steht auf triadischen Kalken und Dolomiten auf; die Spundwand aber konnte keinen dichten Felsuntergrund erreichen. In der Nähe anstehende Werfener Schichten erzeugen gipshältige Wasser, welche den Beton vorzeitig zerstörten. Eine ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse und des erforderlich gewordenen Umbaues schildert Petzny.

33. Die Stauanlage Grossraming

Schriften: Ennskraftwerke Gr. Raming E 1950, Ennskraftwerke 1949
Rind E 1954, Geyer E 1909.

Die Anlage Grossraming der Ennskraftwerke zählt technisch wohl zu den Wehren, ihre Höhe von mehr als 35 m aber und der Inhalt des Stausees mit seinen 16 Millionen Rm reihen das Werk, welches die Enns unterhalb von Gr. Raming abschliesst und rd. 24 m hoch aufstaut, unter die Speicherbauten Österreichs. Die geologischen Verhältnisse der Baustelle sind heute durchsichtig. Im Jahre 1942 war eine mehrtägige, geologische Begehung der Strecke zwischen Reichraming und Gr. Raming notwendig, um eine Baustelle zu ermitteln, welche die in Deutschland unnütz liegenden Turbinen für den Rio Negro in Südamerika tunlichst gut auszunutzen versprach und bauliche Anlagen ohne wirtschaftlich zu hohe Aufwendungen ermöglichte. Dies war deshalb nicht so leicht, weil für die vorgeschriebene Fallhöhe unterhalb des heutigen Wehres keine geologisch günstige Stelle zu finden war. Überall traf man nur auf einem der Ufer Fels an; bald bot nur das rechte, bald nur das linke Ufer sichere und dabei auch erschwingliche Einbindungsmöglichkeiten; die Gegenseite zeigte breite Aufschotterungen aus der Späteiszeit. Dies war allerdings auch beim W.H. Mühlbauer (siehe Abb. 47) der Fall. An dieser einzigen, für den Einbau der Turbinen gerade noch statthaften Stelle versprach allerdings der gleich hinter dem Gasthause anstehende Hauptdolomit eine



Kärtchen der Wehranlage Grossraming

nur schmale Vorlage der lagenweise zu Nagelfluh verkitteten Schotter. Es hätte aber an der Einbindungsstelle auch eine alte Prallstelle des Flusses den anstehenden, zur Dichthaltung erwünschten Dolomit ungünstig weit zurückdrängen können.

Der beratende Geologe stellte den Verlauf des alten Flussweges fest und schloss aus ihm, dass die Annahme einer wirkungsvollen, alten Prallstelle unwahrscheinlich sei. Ein rasch aufgefahrener, rd. 10 m langer Probestollen bestätigte die Vermutung des Geologen und entschied die Wahl der Baustelle.

Der Betonkörper der Wehranlage ruht auf gewachsenem ziemlich festem, wenn auch örtlich stärker zerklüftetem dolomitischem Kalk und Dolomit. Man darf diese Bergarten wohl zu den Opponitzer Schichten und zum Hauptdolomit rechnen; über ihnen sind am linken Steilufer der Enns unweit des Wächterhäuschens (jetzt Haltestelle der Bahnlinie St. Valentin - Steyr - Kastenreit) geringmächtige Mergel, Sandsteine und dunkle Schiefer der Lunzerschichten schlecht und recht aufgeschlossen; sie erzeugen hier eine schwache Quelle, welche das Häuschen mit Trinkwasser versorgt. Darüber folgt wiederum Hauptdolomit wie beim Gasthofe am rechten Ufer. Die Schichten der dolomitischen Kalke und der Dolomite zeigten in der Baugrube hellgraue bis bräunlichgraue Tönung und fielen steil ($60-75^\circ$) gegen SSO ein. Ihre Farbe wird am rechten Ufer heller; auch schalten sich hier nicht selten Zwischenlagen von dunklen oder grünlichen Tönen ein, wie man sie auch sonst im Hauptdolomit der östlichsten Nordalpen häufig findet. Am rechten Ufer dreht der Dolomit mehr in südwest-nordöstliches Streichen um. Der Fluss hat hier beim Einschneiden anscheinend einen geologischen Sattel aufgebrochen.

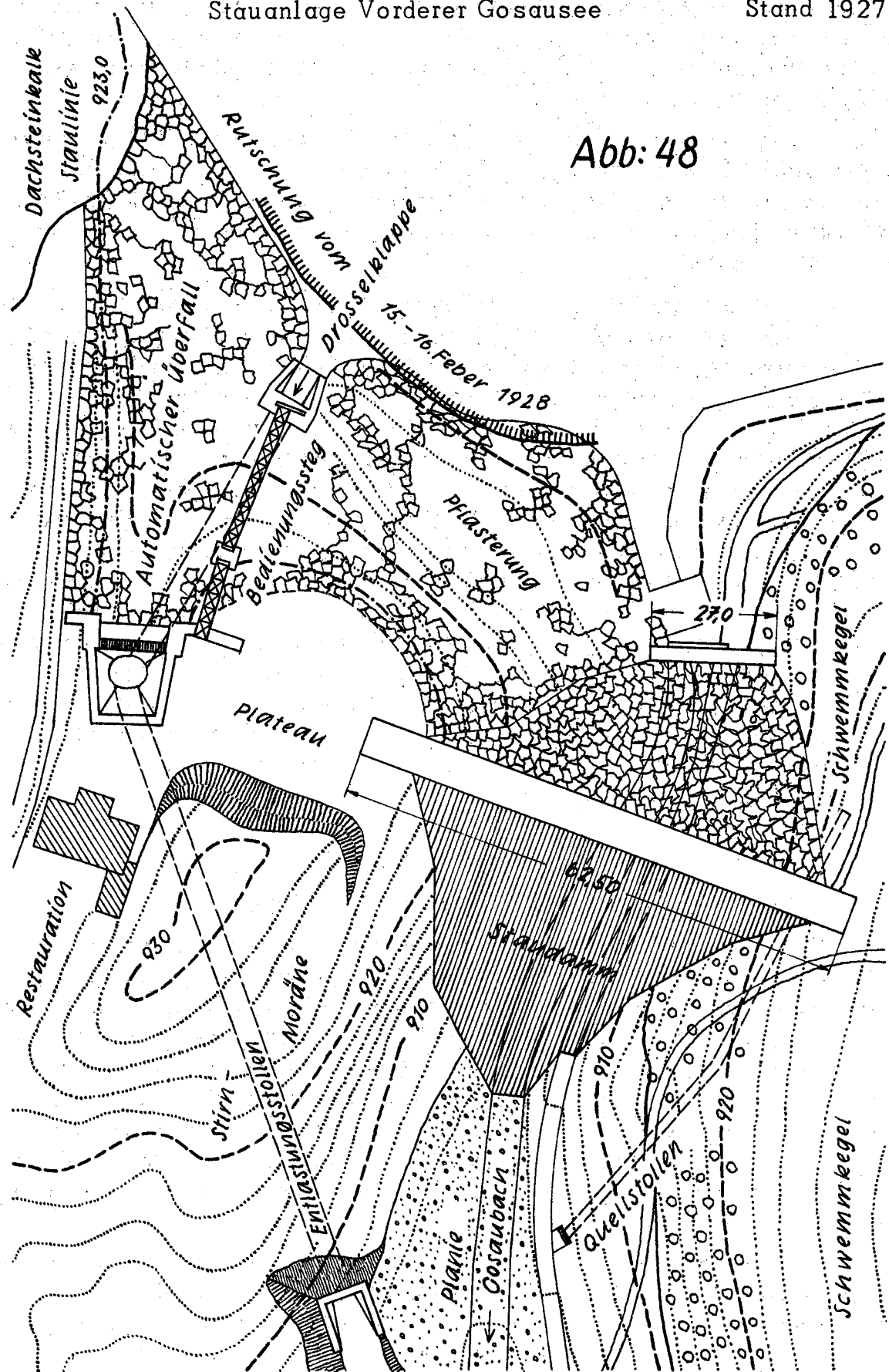
34. Der Gosaudamm

Schriften: Vas O. G 1930, Kotschi E 1928, Nietsch E 1930.

An Stelle einer alten Klause errichtete die Stern und Hafferl A.G. am Ausflusse des Vorderen Gosausees im Salzkammergute einen 20 m hohen, geschütteten Damm mit einem Betonkern und seewärts abgepflasterter Böschung; er erlaubte einen Aufstau des Sees um rund 14 m über seinen früheren, mittleren Wasserspiegel. Den Betonkern fügte man in den Endmoränenwall ein, welchen ein vorzeitlicher Gletscherhalt dort aufgehäuft hatte; seinen rechten Flügel band man in den gewachsenen Dachsteinkalk des Klauskogels ein, den linken in die genannte Stirnmoräne, welche von der Klausalpe her der Schwemmkegel eines Wildbaches von den Donnerkogeln herab überschüttet.

Die Endmoräne ist wie alle ihrer Art mehr oder weniger wasserwegig. Es stellte sich daher während des Werksbetriebes bei jedem Aufstau eine Unterläufigkeit ein, deren Ausmass die jeweilige Stauhöhe bestimmte. Bei Vollstau gingen 400 l/s und darüber verloren. Die Tragik dieses Ab-

Abb: 48



schlusswerkes liegt darin, dass man vor dem Baue weder eine geologische Aufnahme noch auch daran anknüpfende Schürfungen vornahm.

Nach Jahren entschloss man sich, der Gefahr eines Grundbruches dadurch zu begegnen, dass man hinter dem Damme ein Gegenbecken schuf, aus welchem man mittels eines Pumpwerkes die Wasserverluste wieder in den See zurückheben konnte. So traf man zwei Fliegen mit einem Schlage. Diesmal zog man bei den Vorarbeiten einen Geologen zu Rate. Man hob an einer von ihm angegebenen Stelle unterhalb des landseitigen Dammfusses eine Probegrube aus und fuhr in wenigen Arbeitsstunden im Liegenden der Endmoräne eine speckige, vollkommen wasserundurchlässige Grundmoräne an, welche es gestattete, das ganze Pumpbecken in sie gesichert hineinzustellen. Die Vermessung ergab, dass eine Vertiefung der Baugrube für die Kernmauer des Dammes um nur 2 m genügt hätte, um die Dichtungsschürze in die Grundmoräne einzulassen.

Auf die späteren, technisch und geologisch sehr fesselnden Arbeiten einzugehen, welche heute eine fast restlose Ausnutzung der Seewanne gestatten, fehlt in dieser Zusammenstellung sowohl Anlass wie Raum.

Schrifttum

Abkürzungen

G. Von Prof. Grengg im Hefte 1 dieser Schriftenreihe angeführte Veröffentlichungen.

E Veröffentlichungen der folgenden Liste.

Vermuntwerke der Vorarlberger Illwerke A.G. Wasserwirtschaft 1928, H. 17, S 303-306 und Wasserkraft und Wasserwirtschaft 1928, H. 23.

- | | |
|---|--|
| Ampferer O., | Geologische Beschreibung des nördl. Teiles des Karwendelgebirges. Jahrb. d. Geolog. Reichsanstalt, Wien 1903, Bd. 53, H. 2. S 24-252. |
| Ampferer O., | Geologische Karte 1 : 75.000, Blatt Achenkirchen. |
| Cornelius H., | Bericht über Aufnahmen in der Grauwackenzone des Ennstales. Verhandl. d. Zweigstelle Wien der Reichsstelle für Bodenforschung, 1939, H. 1/3. |
| Cornelius H.P. und
Clar E., | Geologische Karte des Grossglocknergebietes 1 : 25.000. Wien 1935. |
| Cornelius H.P., | Erläuterungen zur geol. Karte d. Gl. Wien 1935. Verlag der Geolog. Bundesanstalt. |
| Cornelius H.P., | Geologie des Grossglocknergebietes 1. Teil, Wien 1939, Geologische Bundesanstalt (Reichsstelle f. Bodenforschung). |
| Ennskraftwerke A.G., | Ennskraftwerke, Steyr O.Ö. 1949. |
| Ennskraftwerke und
O.Ö. Kraftwerke A.G., | Ennskraftwerk Grossraming, 1950. |

- Exner Christoph, Über geologische Aufnahmen beim Bau der Kampkraftwerke. Jahrb. d. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1953, 96. Bd., H. 2, S 217-252.
- Fiechtl, Das Strubklammwerk der Stadt Salzburg, Bautechnik, 1927, H. 12.
- Fischer E., Die Weisseesperre der ÖBB. Österr. Wasserwirtschaft 1954, H. 3, S.93/94.
- Frasl Günther, Aufnahmebericht 1953 betreffend Blatt Fauris. Verhandlg. d. Geolog. Bundesanstalt Wien 1954, H. 1, S. 38-42.
- Geyer G., Über die Schichtfolge der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. Jahrb. d. Geolog. Reichsanstalt, Wien 1909, S. 29-99.
- Graber V., Geomorphologische Studien aus d. österr. Mühlviertel. Petermann's Geographische Mitteilungen 1902.
- Häusler H., Zur Tektonik des Grimings. Mitteilungen des Reichsamtes für Bodenforschung, Zweigstelle Wien, 1943, H.5, S. 19-54.
- Heritsch-Czermak, Geologie des Stubalpengebietes, Graz 1923, Verlag U. Moser.
- Horninger Georg, Manganminerale vom Moserboden b. Kaprun. Tschermaks miner. und petrogr. Mitteilungen, 3. Folge, Bd. 5, H. 1-2 (1954) S. 48-69.
- Köhler A., Die moldaunbischen Gesteine des Waldviertels und seiner Randgebiete. Fortschr. d. Min., Krist. u. Petr. 1925.
- Kölbl L., Geologische Untersuchungen der Wasserkraftstollen im oberösterreichischen Mühlviertel. Jahrb. d. Geologischen Bundesanstalt Wien 1925, 75. Bd., H. 3/4.
- Kölbl L., Zur Tektonik des mittleren Abschnittes der Hohen Tauern. Zentralblatt f. Mineralogie usw. 1924.
- Kölbl L., Tektonik der Granitspitzgruppe in den Hohen Tauern. Sitzungsber. der Akademie d. Wiss. Wien 1925, math. nat. Kl., Bd. 133, Ab. I., S. 291.
- Kotschi, Die Entwicklung der Elektrizitätswerke Stem und Hafferl A.G., Elektrotechnik und Maschinenbau, 1928, H. 26.
- Kropatschek Hans, Die Nebenanlagen der Hauptstufe Glockner-Kaprun. In "Die Hauptstufe des Tauernkraftwerkes Glockner-Kaprun" 1951.
- Kurzel-Runtscheiner, Die n.ö. Elektrizitätswirtschafts A.G. Newag, Wien 1923, Manz'scher Verlag.
- Link H., Neuere Talsperrenbauten in Österreich. Bautechnik, 30. Jahrg. 1953, H. 2 und 4.
- Luckinger, Hochdruckwasserkraftanlage Vermunt, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1929, H. 24.
- Newag, Kampkraftwerke.
- Nietsch, Die Absenkung des Gosausees. Bericht 183 d. Weltkraftkonferenz, Berlin 1930.
- Nickel E., Das Mischgestein vom Typus Exenbach und seine Stellung im Rastenberger Tiefenkörper. Neues Jahrb. f. Mineralogie. Abhdlg. 81, 1950.

- Petzny H., Der Umbau der Stauanlage Stierwaschboden des Newag-Kraftwerkes Erlaufboden. Österr. Wasserwirtschaft, 2. Jahrg. H. 7, Wien 1950.
- Reitz A., Beobachtungen an der Rannasperre 1950 - 1952. Die Talsperren Österreichs, H. 3, Wien 1954, Selbstverlag d. Österr. Wasserwirtschaftsverbandes.
- Rind P., Über den Bau der Fangdämme des Ennskraftwerkes Grossraming. Österr. Wasserwirtschaft, Jahrg. 6, H. 3, S. 85 - 89.
- Schatzmayr H., Der Weissensee und die Wasserkraftnutzung. Österr. Wasserwirtschaft, 1953, S. 113.
- Schiffmann Tr., Seeabsenkungen. Wasserkraft und Wasserwirtschaft, 1942, S. 156.
- Schüller Heinrich, Die Talsperren der Oberstufe der Tauernkraftwerke Glockner-Kaprun. Österr. Bauzeitschrift, 9. Jahrg. (1954) H. 1/2 (Nachrichten des Österr. Betonvereines).
- Schwinner R., Die Zentralzone der Ostalpen. In Schaffer, Geologie von Österreich, Wien 1951, Franz Deuticke.
- Singer Max, Geologische Erfahrungen im Talsperrenbaue. Zeitschr. d. Österr. Ing. und Arch. Ver. 1913, H. 20/21.
- Stiny J., Die Mitarbeit des Geologen beim Baue von Wasserkraftanlagen. Die Wasserwirtschaft, Wien 1924, H. 2, S. 4.
- Stiny J., Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmegeologie. Jahrb. d. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1925, S.H. 1/2, S. 118 ff.
- Stiny J., Talsperrenbauten und Speicherbecken im Kalkgebirge. Allgemeine Bauzeitung, Wien 1946, H. 18/19.
- Stiny J., Talsperrenbauten und Speicherbecken im Kalkgebirge. Protokoll der 3. Vollversammlung der Bundeshöhlenkommission in Wien vom 26. und 27. April 1949.
- Stiny J., Verwerfungen und Talsperrenbau. Geologie und Bauwesen, 1953, Jahrg. 20, H. 3.
- Stiny J., Gesteinsklüftung im Teigtitschgebiet, Tschermaks mineral. u. petrogr. Mitteilg. Wien 1925, 38, Bd., S. 464 - 478.
- Stiny J., Über die Anschätzung der Lage des Felsuntergrundes beim Planen von Wasserkraftanlagen. Die Wasserwirtschaft 1923, H. 3, S. 25 - 27.
- Stiny J., Ganggestein und Bauwesen. Geologie und Bauwesen, Jahrg. 19, 1952.
- Stiny J., Einiges über Gesteinsklüfte und Geländeformen in der Reisseckgruppe. Zeitschrift f. Geomorphologie, 1 Leipzig, 1926, S. 254.275.
- Vas Oskar, Der Anteil Österreichs an der elektrizitätswirtschaftlichen Gemeinschaftsplanung in Europa. Schriftenreihe des Österr. Wasserwirtschaftsverbandes, H. 13.
- Vas Oskar, Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. Springer Julius, Wien 1930.

- Waldmann L., Das aussenalpine Grundgebirge Österreichs. S.A. aus "Geologie von Österreich", Wien 1951.
- Waldmann L., Über weitere Begehungen im Raume der Kartenblätter Zwettl-Weitra, Ottenschlag und Ybbs. Verhandl. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1938.
- Wasserkraftanlagen die, der Vorarlberger Illwerke A.G., "Der Aufbau", 1948, 3. Jahrg., H. 9, S. 198.
- Wasserkraftkataster, Österreichischer. Illwerke, Bd. 3, 1953.
- Werksgruppe "Obere Ill" Österreichische Kraftwerke in Einzeldarstellungen, Folge 19, Wien 1953, Herausgegeben v. Bundesministerium für Verkehr und verstaatlichte Betriebe.

23
24
32