

Weitere Beiträge zur Geologie des Stubachtales.

Von Hans Ascher.

(Mit 11 Textfiguren.)

In den Jahren 1930 und 1931 ließ die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen Landaufnahmen und Studien für den Ausbau der zweiten Stufe des Stubachwerkes ausführen. Sie boten Gelegenheit, die bei der Errichtung des oberen Kraftwerkes gewonnenen geologisch-technischen Erfahrungen zu vertiefen und zu erweitern. Die folgenden Zeilen knüpfen daher öfters an unsere Veröffentlichungen über die Geologie der ersten Stufe im Jahrbuche 1930 der Geologischen Bundesanstalt an.

Damals forderten die praktischen Bedürfnisse des Baues Antwort auf zahlreiche geologische und physikalische Fragen, und die Aufschlüsse der Baustellen öffneten den Einblick in den Leib des Gebirges. Nun, bei den Vorarbeiten für das Werk II, galt es, die geologischen Unterlagen für verschiedene Wahlvorschläge über die Oberwasserführung zu gewinnen und den Untergrund des künftigen Krafthauses und der Talsperre zu erkunden.

Zur Schaffung eines Ausgleichsbeckens unterhalb des bestehenden Werkes muß am Ausgange des Enzingerbodens eine Talsperre errichtet werden. Der Enzingerboden ist ein eiszeitliches, heute vollkommen verlandetes Felsbecken. Die Felsschwelle, die es gegen N abschließt, tritt nicht frei zutage, sondern ist durch Stubachgeschiebe und durch einen mächtigen Bergsturz verschüttet, der von der westlichen, linken Talwand der Ausgangsschlucht herabkam. Diese Schlucht liegt auf ihre ganze Länge im Peridotit. Auch der Bergsturz besteht aus diesem Gestein.

Der Bergsturz hat dort den Bach an den Fuß der östlichen Talwand gedrängt, an der überall gewachsener Fels ansteht. Das westliche, linke Ufer besteht dagegen durchweg aus Bergsturz; auch der Bach selbst fließt über dessen große Blöcke. In seinem Bette steht nirgends gewachsener Fels an. Die Tiefenlage der gewachsenen Felssohle war unbekannt.

Weiter abwärts teilt die Peridotitkuppe des Köpfels das Tal in zwei Furchen, deren westliche ebenfalls vom großen Bergsturz verschüttet ist. Er verdeckt auch die Stelle, wo beide Taläste voneinander abzweigen.

Der Bergsturz hat ungewöhnlich grobes Korn. Blöcke von 6 bis 8 m Durchmesser sind keine Seltenheit. Einzelne Blöcke übertreffen dieses Ausmaß um ein mehrfaches.

Der Bergsturz erstreckt sich von N nach S auf eine Länge von rund 400 m, sein Scheitel liegt 60 bis 90 m über dem Talboden, seine Durchschnittsneigung beträgt 65 ‰.

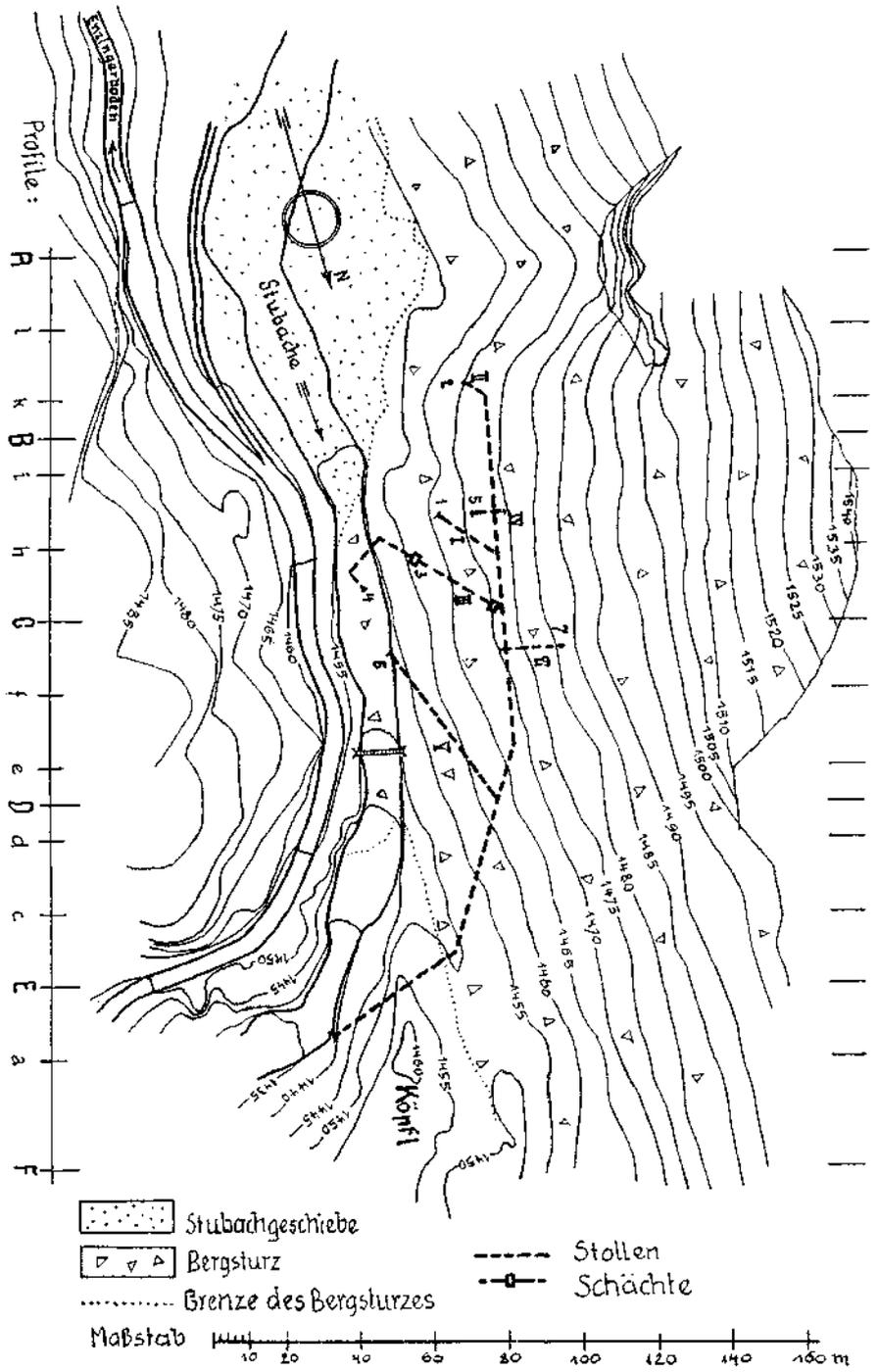


Fig. 1. Lageplan der Aufschließungsarbeit am Enzingerboden.

Diese große Steilheit spricht dafür, daß der Bergsturz nicht auf einmal herabgekommen ist, sondern sich allmählich gebildet hat; denn so große Massen legen sich, wenn sie auf einmal lawinenartig in Bewegung geraten, breit und flach aus.

Weiters fällt auf, daß die Seitenwände über dem Bergsturze kaum 30 bis 50 m hoch emporragen. Sein Nährgebiet ist also verhältnismäßig unscheinbar. An diese beiden Tatsachen werden wir später noch anknüpfen.

Über diesen niederen Wänden liegt flacheres Gelände, das zum Teil noch die Formung durch die letzte Großvergletscherung bewahrt hat.

Die Verhältnisse sind dargestellt im Lageplan, Fig. 1, in den Querschnitten, Fig. 2, und in der im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 1930 erschienenen Karte. Auch auf die damals gegebene allgemeine geologische Beschreibung des Enzingerbodens sei hier verwiesen. (L 3.)

In Fig. 1 bezeichnen I bis VI die Querschläge und Aufbrüche, 1 bis 7 die einzelnen Aufschlüsse und die Buchstaben *a* bis *l* und *A* bis *F* Querschnitte durch die Ausgangsschlucht. Auf diese Bezeichnungen nehmen die folgenden Ausführungen öfters Bezug.

In Fig. 2 bezeichnen kräftige schwarze Linien mit Schraffen die im Querschnitt liegenden Felsaufschlüsse, gestrichelte Linien benachbarte Felsaufschlüsse, die in den Querschnitt gerückt sind, gepunktete Linien den mutmaßlichen Felsverlauf, Strichpunktlinien die Grenze zwischen Stubachablagerung und hangendem Bergsturz.

Die Verfassung des Bauentwurfes der Talsperre in der Ausgangsschlucht des Enzingerbodens erfordert die Kenntnis der festen Felsform der Schlucht. Diese Kenntnis war nur durch bergmännische Sondierungsarbeiten zu gewinnen. Wenn auch vorerst über den verschütteten Felsverlauf nur Vermutungen ausgesprochen werden konnten, mußten die Vorschläge für jene Sondierungsarbeiten doch von ganz bestimmten Vorstellungen über den festen Untergrund ausgehen.

Eine ungezwungene Verlängerung der Felsprofile beider Talseiten unter die Überschüttung hinab ergab, daß die Felssohle etwa 15 bis 20 m tief unter der Stubache zu erwarten sei.

Diese beträchtliche Tiefe ließ Sondierungen durch Schächte von der Oberfläche aus schon wegen der Schwierigkeit der Wasserhaltung als wenig aussichtsreich erscheinen. Kernbohrungen sind teuer und geben bei Überlagerung des Felsens durch große Blöcke gleichen Gesteines keine eindeutige Auskunft. Auch verrohrte Stoßbohrungen liefern unzureichende Angaben. Bei allen erwähnten Sondierungsarten muß man sich von vornherein auf einen bestimmten Talquerschnitt festlegen; die anderen Profile bleiben unaufgeklärt.

Die elektrische Mutung gibt zwar Auskunft über die Lage der Grenzfläche zwischen Verschüttung und Felsuntergrund, aber nicht über die Beschaffenheit beider.

So entschloß sich die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen zur Erkundung des Untergrundes von einem Stollen aus, der im festen Felskörper der linken Talwand vorzutreiben war. Da bei der eben genannten Tiefe eine künstliche Wasserhaltung nicht wirtschaftlich ist, soll der Stollen das Wasser im natürlichen Gefälle abführen. Er muß daher von einem Punkte des Stubachlaufes als seines natürlichen Vor-

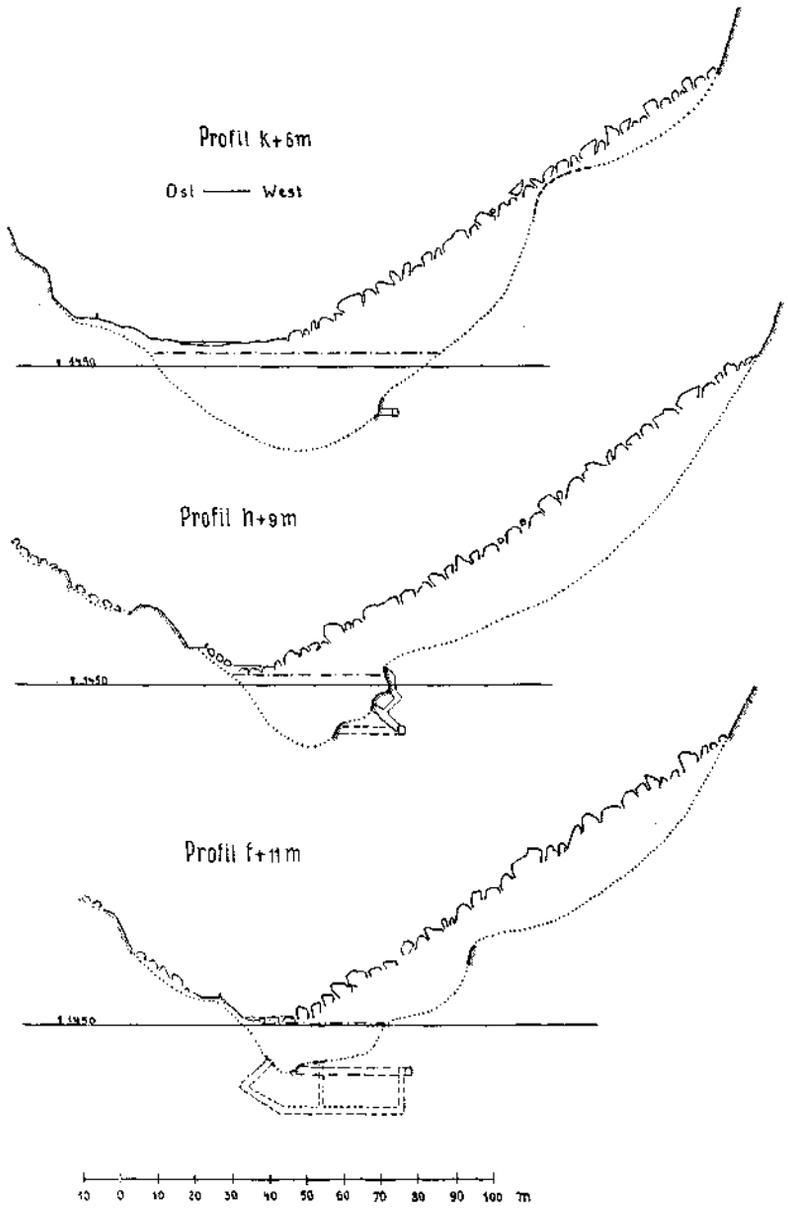


Fig. 2. Querschnitte durch die Aufschließungsarbeiten.

fluters angesetzt werden, wo dieser bereits 20 m Gefälle unterhalb der Ausgangsschlucht erreicht hat. Die Vorsicht und Verständnis erfordernde bergmännische Arbeit wurde von der Wiener Bauunternehmung Brüder Redlich und Berger ausgeführt.

Der Stollen wurde ungefähr parallel zum Flußlauf und grundsätzlich im Fels geführt. Die Aufschlüsse wurden daher durch horizontale oder toulägige Querschläge oder durch Vertikalaufbrüche, schließlich auch durch Bohrlöcher gewonnen, die von innen bis zur Felsoberfläche vorgetrieben wurden. Die dem Einzelfalle angepaßte Verbindung der verschiedenen Arbeitsvorgänge gestattete an jedem Aufschlußort die Bestimmung eines größeren Stückes Felsoberfläche in seiner räumlichen Lage.

Die Vorteile dieses Verfahrens seien kurz angeführt:

Die Wasserhaltung erfolgt leicht und sicher und kann daher die Erreichung des Zweckes der ganzen Arbeit nicht in Frage stellen. Deshalb können auch Kosten- und Zeitaufwand annähernd veranschlagt werden. Über die Untergrundverhältnisse wird ein allgemeiner Überblick gewonnen, der eine Auswahl unter verschiedenen, für die Sperre in Betracht kommenden Querschnitten erlaubt. Eine Verdichtung der Aufschlüsse ist nach Bedarf leicht und ohne große Kosten möglich. Man erhält auch Einblick in die Beschaffenheit des Untergrundes und seiner Überschüttung, in die Wasserführung der Sedimente und des Gesteines und in die technischen Eigenschaften des letzteren. Die Aufschlüsse bleiben dauernd zugänglich. Beim Ausbau der Staumauer kann der Stollen für die Entwässerung der Baugrube verwendet werden. Seine Kosten werden also beim Bau größenteils wieder hereingebracht.

Infolge der Sprengwirkung der Schüsse ist jeder Stollen unvermeidlich von einer Auflockerungszone umgeben, in welcher der Zusammenhang des Gesteines gelockert und daher auch dessen natürliche Wasserdichtheit herabgesetzt ist. Die bergmännische Aufschließungsarbeit gefährdet also die Wasserdichtheit desselben Fundamentes, das durch sie erkundet werden soll. Man muß daher im engeren Gründungsbereich des Stauwerkes die bergmännischen Arbeiten auf das unumgänglich Notwendige beschränken und vor allem vermeiden, daß Sondierungsstollen in der Längsachse der zukünftigen Sperre angelegt werden. Die eingehenden Sondierungen wurden daher nicht in das in Aussicht genommene Sperrenprofil gelegt, sondern in vor- oder zurückliegende Profile der Nachbarschaft. Wo sich die Durchörterung des Sperrenprofils nicht vermeiden ließ, geschah sie in möglichst steilem Winkel.

Die Berücksichtigung dieser Forderungen ergab eine Schrägführung der Querschläge in der Richtung NW—SO. (Fig. 1.) Die Aufschlüsse wurden anfangs nur spärlich angesetzt und erst dann verdichtet, bis ein Überblick über die Großform des Tales gewonnen und die Sperrenlage so weit eingegrenzt war, daß ihr engerer Bereich von den Aufschlüssen gemieden werden konnte.

Der Stollen erhielt einen Querschnitt von 1.90×1.60 m und eine Steigung von 5‰ . Ein am Fuße seiner linken Ulme ausgesprengtes Gerinne dient der Wasserableitung.

Der Anschlag erfolgte auf der Höhe 1436 m am Ostabfall des „Köpfels“. Die Sohle der Talfurche westlich des „Köpfels“ wurde nicht

durchstoßen, sondern knapp unterfahren. Starkes Tropfwasser im Stollen bezeichnete ihre Lage. Im weiteren folgte der Stollen dem Streichen der Talwand, beiläufig 10 m innerhalb des vermutlichen Felsverlaufes.

Der erste Querschlag, Nr. I, wurde vom Stollenmeter 150 aus angesetzt und durchstieß nach 19 m die steil nach O fallende Felswand auf der Höhe 1437 bis 1440. Überraschenderweise zeigte sich als Auflagerung nicht Bergsturz, sondern Stubachsand, vermischt mit Geschiebe bis zu 50 cm Korngröße. Das Geschiebe bestand ganz überwiegend aus Granitgneis, vereinzelt auch aus Gesteinen der unteren Schieferhülle. Die einzelnen Stücke waren wohlgerundet, was auf einen längeren Transportweg schließen ließ. Der Sand bestand überwiegend aus Quarz. Damit fiel die ursprüngliche Vermutung, daß sich die Zuschotterung des Enzingerbodens am Bergsturz angestaut habe.

Der nächste Querschlag, Nr. II, der vom Stollenmeter 195 vorgetrieben wurde, durchhörte schon nach 6 m in der Höhe 1437 bis 1441 die feste Talwand. Auch hier ergab sich als Talausfüllung nicht Bergsturz, sondern Stubachsedimente. Die Talwand fällt an der Aufschlußstelle fast saiger gegen O ein und zeigt einen schönen Kolk als Beweis ihrer Bearbeitung durch Wasser. Die Außenwand des Felsens war zufällig sichtbar, weil einige große Gneisblöcke sich darüber gewölbeartig verkeilt hatten und unter sich einen Hohlraum überdachten.

Die Durchschläge beider Aufschlüsse, besonders der erste, brachten auch Wasser in den Stollen. Seine Ergiebigkeit betrug zwischen 2.7 und 5.5 l/sec, gemessen am Hauptstollenmundloch, war also sehr gleichmäßig. Noch gleichmäßiger ist seine an den Einbruchstellen gemessene Temperatur, die sich im Verlaufe eines Jahres kaum um einige Zehntelgrade änderte, während die Temperaturen der 18 m darüber fließenden Stubach dem Einflusse der Jahreszeiten, also der Lufttemperaturen, unterworfen sind.

Die folgende Zusammenstellung gibt in einigen bezeichnenden Meßergebnissen einen Überblick über den Verlauf der Wassertemperaturen und der Ergiebigkeit im Jahre 1931:

Datum	Stollenwasser l/sec am Portal	Wassertemperaturen ° Celsius					Lufttemperatur ° C	
		im Stollen				Stubache	Im Stollen	Im Freien
		Aufschluß 1	Aufschluß 2	Aufschluß 6	Portal			
19. Jänner ...	2.7	5.8	—	—	5.5	1.5	—	-3
25. Jänner ...	4.3	5.9	—	—	5.7	1.7	—	±0
13. Februar ..	4.6	5.9	6.3	—	5.2	1.8	—	-5
24. März	4.6	5.7	6.1	—	5.5	3.1	—	+6
29. Juli	5.5	5.4	5.8	5.0	5.4	7.7	6.7	+8
13. August ...	2.2	5.4	5.8	5.5	5.4	8.6	6.8	+10
22. Oktober ..	4.2	5.4	5.6	5.8	5.2	4.5	6.1	+7
7. Dezember	4.8	5.4	5.6	5.8	5.4	2.4	5.9	-3

Ein Vergleich der Temperaturen zeigt, daß dieses Wasser nicht aus der Stubache stammen kann, sondern nur aus Quellen, welche tief unter der Schuttbedeckung aus den Berghängen austreten und einen Grundwasserstrom speisen, der unabhängig von der Stubach durch die Schutt-

auffüllung des Tales weiterfließt. Die Stubache selbst gibt an dieses Grundwasser keinen merkbaren Betrag ab, sondern fließt in ihrem durch Verschlickung gedichteten Bette.

Da die bisherigen Aufschlüsse ein mehr oder weniger steiles Einfallen der linken Talwand unter die Kote 1437 ergeben hatten, erschien es angezeigt, die nächste Sondierung gleich tiefer anzusetzen, um mit Sicherheit die Talsohle zu unterfahren. Selbst wenn diese von einer kleinen Klamm durchschnitten war, mußte eine Tieferlegung der Sondierung um 10 m jener Forderung genügen. Daher wurde beim Stollenmeter 134.5 ein 10 m tiefer Schacht abgeteuft und von seiner Sohle aus ein neuer Querschlag, Nr. III, parallel zu den bisherigen Querschlägen vorgetrieben.

Der Wasserzudrang während der Schachtabteufung war so gering, daß er mit einer Handpumpe leicht bewältigt werden konnte.

Die Lage des Schachtes unmittelbar neben dem Hauptstollen bot einen Einblick in die Mächtigkeit der Zerrüttungszone, die sich um einen solchen Stollen als Folge der Sprengwirkung beim Stollenvortrieb bildet. In dem vom Schacht erschlossenen Querschnitte durch die Umlagerung des Stollens machte das Bergwasser, das aus den Klüften des Gesteines sickert, diese Zone sichtbar. Ihre wahrnehmbare Stärke betrug 2 m. Dieser Wert für die Mächtigkeit des Auflockerungsbereiches stimmt gut überein mit dem, welchen ein Sprengversuch im Fundament der Nordsperrre des Spullersees ergab. (L 2.)

Von jenem tiefliegenden Querschlage aus wurde die Felsoberfläche zweimal erreicht: Zuerst durch einen saigeren Schacht ungefähr in der Talsohle (Aufschluß 3) und dann vom Ende des Querschlages aus durch einen tonlågigen Aufbruch, der mit zweifacher Wendung schon einen Punkt der rechten, östlichen Talwand in der Höhe 1440 m erschloß (Aufschluß 4). Auch hier bestand die Überlagerung aus Stubachgeschieben.

Ein fünfter, schon nördlich der Felschwelle liegender Aufschluß (Nr. 6) wurde durch einen 50 m langen Querschlag vom Hauptstollenmeter 82 aus erzielt. Er erschloß die Felsoberfläche in der Höhe 1437 bis 1441 und zeigte als Auflagerung der Talsohle ebenfalls Stubachgeschiebe.

Schon vor dem Vortriebe der letzten Strecken war die Verdichtung der Aufschlüsse so weit vorgeschritten, daß die Unversehrtheit des Fundamentes der künftigen Sperre sorgfältigste Beachtung erforderte. Deshalb mußte zu dieser Zeit über die Lage und Bauart des Stauwerkes schon eine vorläufige Entscheidung getroffen werden, damit ein Schutzstreifen von 8 bis 10 m unverletzten Gesteines zu beiden Seiten des Fundamentes unangetastet blieb.

Die Beobachtung hat an allen Aufschlüssen im Peridotit ergeben, daß eine 2 bis 3 m starke unversehrte Gesteinsschichte — abgesehen von einzelnen Verwerfern und offenen Klüften — schon wasserdicht ist.

Nur der Hauptstollen durchquert als einziger Stollen die Sperrachse, und zwar senkrecht zu ihr.

Eine offene, aber für die Bauvorbereitung wichtige Frage war noch die nach der Höhenlage der Grenze zwischen der liegenden Zuschotterung des Felsbeckens und der hangenden Bergsturzmasse. Der hiezu nötige Aufbruch (Nr. IV) wurde im Hauptstollenmeter 161 angelegt, weil im selben Profil schon der Aufschluß des Querschlages I lag. Damit erhielt

man hier zugleich ein zusammenhängendes Bild von der Form des linksufrigen Felshanges, das, wenn es auch in den Einzelheiten von dem des Sperrenquerschnittes abweicht, doch für den allgemeinen Charakter bezeichnend sein mußte.

Im Querschnitt wechseln flache mit steilen, selbst mit überhängenden Stellen, welche letztere Überreste alter Kolke darstellen. Die Überschlüttung hat diese alten Formen gut vor der Zerstörung bewahrt; im ganzen ergibt sich ein stufenförmiger Aufbau der Wand. Mit einem solchen wird man auch im Sperrenprofil zu rechnen haben.

Im Profil des Aufbruches IV (Aufschlüsse 5) wurde in den Höhen 1438, 1439, 1440, 1444, 1446, 1448, 1449 und 1450 durchwegs Stubachgeschiebe als Talausfüllung festgestellt. Im letztgenannten Horizont fanden sich vereinzelte scharfkantige Peridotitstücke zwischen dem Stubachsand und zeigten die Nähe des Bergsturzes an.

Der oberste Durchbruch in der Höhe 1452 erfolgte schon in die Bergsturzmasse, bestehend aus scharfkantigen Blöcken von Peridotit und Serpentin, deren Zwischenräume von einem braunen, sehr feinkörnigen Zerreibsel erfüllt sind. Die Grenze zwischen Geschiebe und Bergsturz liegt hier also ungefähr in der Höhe 1451 *m*. Gewisse Anzeichen sprechen dafür, daß sich diese Grenzfläche nach N schneller senkt als es dem heutigen Gefälle des fast ebenen Enzingerbodens entspricht. Die Grenzfläche liegt also wahrscheinlich im Sperrenprofil um ein wenig tiefer als im Aufbruch IV.

Durch den Aufbruch IV erhielt die aus den früheren Aufschlüssen abgeleitete Tatsache eine unmittelbare Bestätigung, nämlich, daß das Stubachgeschiebe nicht an der Felsschwelle und bis zu dieser gestaut wurde, sondern daß die Talverschüttung eine viel höhere war und daher auch allgemeine Ursachen haben muß.

Als Beispiel für die Ausgestaltung der Aufbrüche im einzelnen ist in Fig. 3 ein Aufriß durch den Aufbruch IV gegeben.

Eine wichtige Frage, die sowohl die Baukosten als auch die Bau-einrichtung wesentlich beeinflusst, ist die nach der Länge der Sperrenkronen. Sie beantwortet sich aus der Mächtigkeit des Bergsturzes im Sperrenprofil in der Kronenhöhe.

Deshalb wurde in der voraussichtlichen Sperrenachse ein Horizontalstollen durch den Bergsturz bis zur festen Talwand vorgetrieben (Stollen VI). Die voraussichtliche Höhenlage der Sperrenkronen ist 1465 *m*. Um diesen Stollen später auch für den Bau verwenden zu können, ohne ihn auf-fürsten zu müssen, wurde seine Sohle auf die Höhe 1467 *m* gelegt.

Nach 18-60 *m* von der ersten Kappe erreichte der Stollen die feste Felswand. Die horizontal gemessene Stärke des Bergsturzes beträgt an dieser Stelle 22 *m*. Die Felswand fällt dort mit etwa 70° gegen SW. Sie ist vom Eis geglättet und zeigt deutlich horizontal verlaufende Schliff-furchen. Der Fels besteht aus Serpentin.

Dieser Stollen gab auch über die Beschaffenheit des Bergsturzes Auskunft. Die Größe der Bergsturzböcke nimmt im allgemeinen gegen das Innere des Bergsturzes hin ab. Während die Zwischenräume zwischen den Blöcken im Mantel des Bergsturzes ganz oder zum Teil unausgefüllt geblieben sind, werden sie im Inneren (im Stollen etwa 10 *m* vom

Mundloch) von einem Zerreibsel ausgefüllt, das überwiegend aus Peridotit (Serpentin) stammt. Es wird in der Feuchtigkeit plastisch und enthält vereinzelte scharfkantige Splitter des Muttergesteines.

In der unmittelbaren Nähe des festen Felsens ist die Ausfüllung der Hohlräume eine ganz satte. Hier überwog aber nicht jenes Peridotitzerreibsel, sondern Gneissand und -gerölle, vermisch mit sehr vereinzelt scharfkantigen Peridotitstückchen. Die meisten Gneis- und Quarzstücke sind kantengerundet bis ganz gerundet. Sie haben Durchmesser bis zu 25 cm. Die Hauptmasse bildet Quarzsand ähnlich dem des heutigen Stubachbettes. Dieses Vorkommen ist wahrscheinlich der Zeuge eines

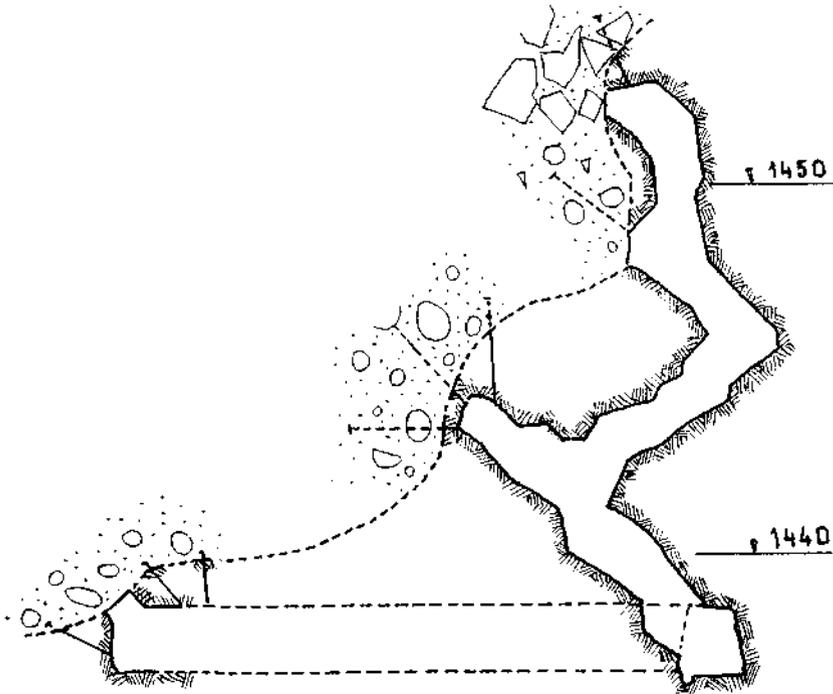


Fig. 3. Aufbruch IV und Aufschluß 1 des Querschlagel I.

einstigen hohen Standes der allgemeinen Talverschüttung, deren Reste heute noch den Enzingerboden erfüllen. Auf diese Zuschotterung werden wir noch zurückkommen.

Die Bergsturzmasse ist auch dort, wo ihre Zwischenräume ganz von feinem Zerreibsel ausgefüllt sind, nicht wasserdicht. Die Begrenzungsfläche zwischen Bergsturz und Felswand führt reichlich Wasser; schätzungsweise $\frac{1}{4} l$ in der Minute auf eine horizontale Breite von 1.5 m.

Die im vorstehenden nur in ihren Hauptzügen beschriebenen Aufschlüsse geben einen ausreichenden Überblick über den Felsverlauf in der verschütteten Talsohle, der grobe Irrtümer ausschließt und der Verfassung des Bauentwurfes sowie der Bauausschreibung eine genügende

Unterlage bietet. Diese Ergebnisse, die zum Teil aus Grundriß und Schnitten hervorgehen, sind:

Die Felsschwelle ist nur sanft aufgewölbt und liegt nahe dem Profil C, wahrscheinlich etwas nördlich davon. Ihr Scheitelpunkt wird von der Höhe 1437 nicht wesentlich abweichen. Die Schwelle ist nicht von einer Klamm durchschnitten. Der verschüttete Talhang hat im Querschnitt stufenförmigen Aufbau.

Die feste Talform ist ungefähr bis zur Höhe 1451 von Stubach-geschiebe aller Korngrößen ausgefüllt. Die Höhe dieser Überschüttung ist nicht an die Staukante der Felsschwelle gebunden. Die Überschüttung hat ein Gefälle gegen N. Auf ihr liegt der Bergsturz. Sein Korn ist an der Oberfläche gröber als in der Tiefe. Die Hohlräume zwischen seinen Blöcken sind mit zunehmender Tiefe in steigendem Maße mit Zerreibsel ausgefüllt. Aber auch dort ist der Bergsturz nicht wasserdicht.

In dem die feste Talform erfüllenden Stubachgeschiebe fließt ein Grundwasserstrom, der nicht von der Stubache, sondern von dem längs der Berghänge zuzitenden Wasser gespeist wird. Seine Wasserführung ist sehr gleichmäßig.

Mit dem Sondierstollen ist ein Vorfluter erstellt, durch den die Sperrbaugrube entwässert werden kann.

Die Aufschließungsarbeit bot natürlich Gelegenheit, das Gestein in seinem technischen Verhalten genau kennenzulernen und den Arbeitsaufwand für Stollen und Schächte zu ermitteln. Daneben ergaben sich aber auch Beobachtungen von allgemeinem, geologischem Belange.

Im tiefliegenden Querschlag III wurden keine ausgesprochenen Quellen angefahren. In seinem mittleren Teil und im Schacht war das Gebirge feucht, im übrigen trocken. Da für den ganzen Querschlag und Schacht das Wasser künstlich gehalten werden mußte, bot sich dort eine Gelegenheit, die Wassermenge zu messen, die durch das Gestein im tiefliegenden Stollen zuzitt. Sie betrug beim Querschlag III einschließlich des Schachtes und des Vertikalaufbruches, aber ohne den erst später ausgeführten Schrägaufbruch 6—8 Liter in der Minute. Bei einer freien Wandfläche des Querschlages von insgesamt rund 350 m² ergibt sich im Mittel eine Durchsickerung von 2 l/min auf 100 m² Stollenwandfläche bei einer durchschnittlichen Tiefenlage von 25 m unter dem Wasserspiegel der Stubach und von 7 m unter der Grundwasser führenden Sohle des festen Talprofils.

Das von den Stollen durchfahrene Gestein besteht durchweg aus Peridotit. Er ist gewöhnlich mehr oder weniger serpentinisiert. Diese Umbildung hat das Gestein, abgesehen von seinen Umgrenzungsflächen, besonders entlang der Klüfte erfaßt. Längs einiger Bewegungszonen, in welchen das Gebirge zerdrückt ist, hat die Ummineralisation weitere Fortschritte gemacht. Dort hat sich Chlorit, Talk, Asbest und Kalzit gebildet.

Der Stollen durchfuhr auch einige Mylonitzonen, in denen der Serpentin in nuß- bis faßgroße Stücke zerquetscht war, die rundum von windschiefen Harnischflächen begrenzt sind. Die Harnische tragen meist einen feinen Talkbelag und zeigen eine feine Striemung. Solche Zonen erreichen eine Mächtigkeit von 20 bis 60 cm. Ihre Saalbänder zeigen ebenfalls gestriemte Harnischflächen.

Nur an solchen Stellen und bei stärkerer Zerklüftung war zur Sicherung der Arbeiter ein Firstverzug nötig. Sonst blieb der standfeste Fels ohne Einbau.

Der Serpentin ist von unregelmäßigen Klüften durchzogen. Eine genaue Untersuchung der Klüfte führt zu deren Einteilung in 2 Gruppen:

Die eine Gruppe umfaßt diejenigen Klüfte, deren Bedeutung zunächst auf den engsten Umkreis ihres Vorkommens beschränkt ist. Sie bestreiten das kleine Geklüfte im Gebirge und bestehen größtenteils aus Flächenelementen schwächeren Zusammenhanges oder erhöhter Spannung, die sich durch die Erschütterung des Sprengens — oder bei freier Oberfläche durch Frostwirkung — öffnen, ohne daß an ihnen eine Verschiebung der benachbarten Felskörper stattgefunden hätte.

Sie werden, besonders in einem ungeschieferten Massengesteine, selten ein ausgesprochenes Gesetz in ihrer Anordnung zeigen. Die einzige Gesetzmäßigkeit, die sie öfters zeigen, ist eine Bevorzugung der ungefähr parallel zu den Stollenwänden streichenden Klufflächen. Diese Häufung ist natürlich nur eine scheinbare, weil die mechanische Einwirkung des Stollenvortriebes die Öffnung solcher Klüfte begünstigt und weil die zur Stollenrichtung steil stehenden Klüfte leicht der Beobachtung entgehen. Es werden ja nicht alle spannungsmäßig vorgezeichneten Klüfte verwirklicht, sondern nur die, denen sich ein Stückchen Gesteinsoberfläche als Daseinsgrundlage anbietet.

Nennen wir diese Klüfte, die gewöhnlich keine große Erstreckung aufweisen, Kleinklüfte.

Nur wo die Anordnung der Klüfte wirklich einer Gesetzmäßigkeit gehorcht, kann die Integration der durch diese Klüfte ausgedrückten Bewegungen einen merklichen Beitrag zur Tektonik des Gebirges liefern. Die Kluffstatistik wird dann ein oder mehrere, gewöhnlich 3, deutlich bevorzugte Klufflagen aufweisen.

Für die statistische Untersuchung der Verteilung der Klufflagen im Raum eignet sich am besten die von Walter Schmidt für Gefügestatistik eingeführte flächentreue Kugelprojektion. Jede Klufffläche wird dargestellt durch die Normale auf sie, die durch den Mittelpunkt einer gedachten Lagenkugel gelegt ist, wird also auch durch den Durchstoßpunkt dieser Senkrechten auf der Kugeloberfläche eindeutig bestimmt. Die auf gleiche Teile der Kugeloberfläche entfallenden Durchstoßpunkte werden nach ihrer Häufigkeit graphisch dargestellt und ergeben so eine äußerst übersichtliche Statistik, die auf den ersten Blick bevorzugte Kluffrichtungen erkennen läßt. (L 5, 6 u. 7.)

Eine nach diesem Verfahren durchgeführte statistische Untersuchung von 458 einzelnen im Stollen und seinen Querschlägen gemessenen Klüften ist in Fig. 4 wiedergegeben. Die (volle) Lagenkugel ist so gesehen, daß der sichtbare Teil ihres Äquators von N über W nach S verläuft. Die auf dem Äquator liegenden Punkte stellen also saigere Flächen vor. Schwebende Klüfte liegen an den Polen der Kugel.

Dort, an den Polen, tritt im Schaubild das einzige ausgesprochene Häufigkeitsmaximum auf. Nach dem oben Gesagten ist dies zum Teil darin begründet, daß eine annähernd horizontale Firste in allen Stollenstrecken, wie immer sonst deren Richtung ist, vorkommt und damit

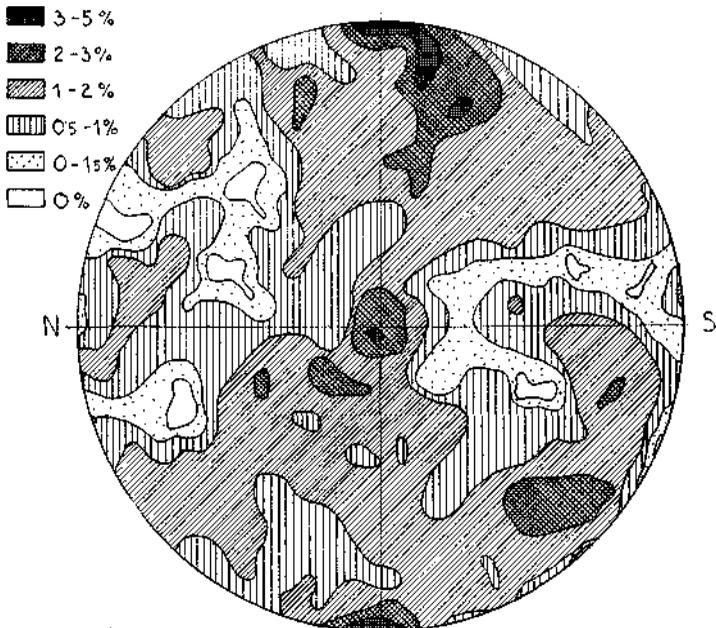


Fig. 4. Statistik der Kleinklüfte des Peridotits im Stollen Enzingerboden. Die Zahlen geben die Anzahl der Klüfte in Prozenten ihrer Gesamtzahl an, die auf 1% der Kugelfläche entfallen.

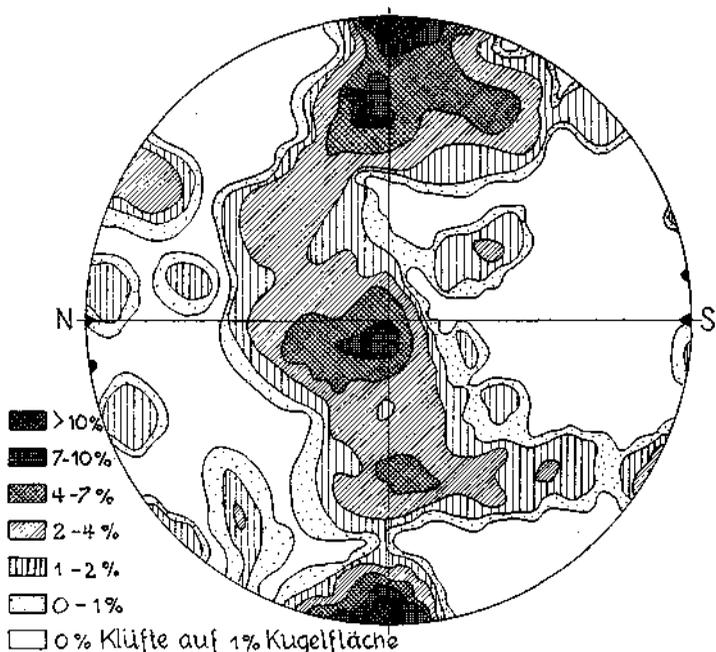


Fig. 5. Statistik der Verschiebungsklüfte im Peridotit des Stollens Enzingerboden. Schwarze Dreiecke = Richtung der Talachse, schwarze Halbkreise = Richtung der Strömung auf den Hornblendeflächen.

zur Beobachtung schwebender Klüfte Gelegenheit bietet. Im übrigen sind die Häufigkeitsunterschiede in der Besetzung der Lagenkugel sehr gering. Die Klüftungsrichtung ist also wenig ausgesprochen, ihr tektonischer Einfluß nicht bedeutend.

Es gibt aber noch eine zweite Gruppe von Klüften, denen zweifellos eine große tektonische Bedeutung zukommt. Man wird daher von vornherein eine ungleichmäßige Verteilung ihrer Lagen im Raume erwarten können, die eine kräftige Resultierende als tektonische Leitlinie hervortreten läßt. Zu dieser Gruppe von Klüften gehören alle als solche erkennbaren Verwerfer, Schmierlassen, Mylonitstreifen, Harnische, kurz alle Flächen, längs welcher unzweifelhaft eine Verschiebung stattgefunden hat. Fassen wir sie mit dem Namen Verschiebungsklüfte zusammen.

Die Klüfte dieser Gruppe treten an der Stollenwandung oder an freier Felswand so deutlich, ja aufdringlich in Erscheinung, daß der Einfluß der Stollenrichtung auf ihre Erfassung fast ganz verschwindet.

Im Stollen und seinen Abzweigungen wurden 85 einzelne Verschiebungsklüfte gemessen. Die statistische Auswertung ihrer Lagen zeigt Fig. 5, welche dieselbe Orientierung hat wie Fig. 4. Man sieht, daß 3, eigentlich 4 Kluftrichtungen deutlich bevorzugt sind, nämlich:

	1	2	3	4
Streichen.....	—	N—S	N—S	N—S
Fallen.....	schwebend	30° W	85° O	50° O

Ein Gürtel größerer Häufigkeit verbindet diese Maxima.

Dagegen sind die Streichrichtungen O—W mit steilem N- und S-Fallen fast gar nicht vertreten. Auch die Kluftrichtung N—45 bis 60—O mit steilem SO-Fallen, die im Granitgneis der oberen Stufe tektonisch immer wieder zu Wort kommt, ist kaum angedeutet.

Die Verschiebungsklufflächen liegen fast alle in einer Zone mit horizontaler, N—S streichender Achse, wobei das Wort Zone ähnlich wie in der Kristallkunde als Sammelbegriff aller zu einer Geraden parallelen Ebenen angewendet ist.

Es ist kein Zufall, daß die Striemung der meisten Harnischflächen mit der Achse dieser Zone nahezu zusammenfällt.¹⁾

Im Jahrbuch 1930 (L 3) sind die meist morphologischen äußeren Merkmale beschrieben, die zur Erkenntnis führten, daß die Peridotit-schlucht zwischen Enzingerboden und Wiegenböndl verhältnismäßig jungen Ursprungs ist und einer tektonischen Achse, einem Schaltstreifen, folgt. Die Statistik der Verschiebungsklüfte bestätigt nun aus dem Gestein heraus das Ergebnis äußeren Augenscheinens. Die Achse der Kluffzone fällt nämlich mit der Talachse zusammen.

Die Talanlage ist mittel- bis spättertiär. Aber die Bewegungen in diesem Schaltstreifen haben über das Diluvium bis in die allerjüngste Zeit angedauert. Dafür finden sich in der Umgebung der Stubachschlucht zahlreiche Belege. Zu ihnen zählt vor allem der Bergsturz am Ausgange des Enzingerbodens, der auf bereits größtenteils abgetragenen spätglazialen

¹⁾ Die Harnischstriemung zeigt auf den N—S verlaufenden Flächen ein Ansteigen von 5 bis 15° gegen S.

Schottern liegt. Sein steiler Böschungswinkel spricht für eine allmähliche Entstehung gelegentlich verschiedener Bewegungsphasen. Man muß also auch eine ganze Reihe von Impulsen annehmen. Auch die verhältnismäßig niedere Wand, die über ihm aufragt, ist als sein Nährgebiet nur dann für unsere Vorstellung annehmbar, wenn man sich die Schwerkraft mit Krustenbewegungen verbündet denkt.

Ebenso möchte ich für die vielen kleinen Bergstürze, welche die Gesimse entlang der Talwände mit oft abenteuerlich großen Blöcken beladen haben, die Mitwirkung tektonischer Kräfte in Anspruch nehmen, die bis in die jüngste Zeit tätig waren.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß im Stubachtal zwei größere Bergstürze aus historischer Zeit verbürgt sind: Der eine löste sich zu Ende des 18. Jahrhunderts von der östlichen Talwand etwa 7 km südlich von Uttendorf, der andere verschüttete am Ostfuße der Teufelsmühle, nördlich des Wiegenkopfes den ausgedehnten Weideboden einer Alm, deren Hüttenruinen heute noch am Rande des Trümmerfeldes stehen.

Im Granitgneis des oberen Stubachtales, in dem die ausgebaute Stufe des Kraftwerkes liegt, wurde als bevorzugte Klufttrichtung die Richtung N—45 bis 60—O mit saigerem oder steilem SO-Fallen beobachtet (L 3). Vor kurzem habe ich auch westlich des Enzingerbodens, im Granitgneis der Rauchwiegen, eine etwa 30 m lange, mehrere Meter weit geöffnete Kluft derselben Richtung gefunden. Die Morphologie bietet uns zahlreiche Belege für die Annahme, daß diese bis in die Gegenwart tätige Kluftschar ihre Wirksamkeit spätestens im mittleren Tertiär begann. Wegen ihrer klaren Beziehung zum tektonischen Streichen — sie steht senkrecht darauf — reicht sie wahrscheinlich noch weiter zurück.

Im Gegensatz hiezu sind als tektonische Klufttrichtungen im Peridotit N—S streichende mit schwebender und saigerer Stellung bevorzugt. Ihre Wirksamkeit fällt in denselben Zeitraum wie die der besprochenen Klüfte des Granitgneises.

Wir sehen also, daß die bevorzugten Klufttrichtungen zur selben Zeit im Peridotit und Granitgneis verschiedene waren, und erkennen damit, daß die Kleintektonik des Peridotits sich eine weitgehende Unabhängigkeit von der der Gneise bewahrt hat, mit denen er durch die Großtektonik der penninischen Decken schon seit langem zusammengeschmiedet ist.

Bei der jetzt häufig gestellten Frage nach der stratigraphischen Stellung der Peridotite im penninischen Deckensystem ist diese Erkenntnis von Wichtigkeit.

Von dieser Regel dürfen wir nur dort eine Ausnahme erwarten, wo die Peridotitmasse eine so geringe Ausdehnung besitzt, daß sie ihre Selbständigkeit gegenüber den umgebenden Gneisen nicht durchzusetzen vermag. Ein Beispiel dafür gibt das schmale Nordende der großen Peridotitlinse am Nordabfall der Wiegenköpfe, der wegen des dort in Aussicht genommenen Wasserschlosses für die zweite Stufe genauer erkundet wurde. Die Aufnahme führte dort zu einer Ergänzung des im Jahre 1930 veröffentlichten Kartenbildes, die in Fig. 6 dargestellt ist.

Eine N—45—O streichende und ungefähr 45° SO fallende Verwerfung tritt dort aus dem Granitgneis der Teufelsmühle in den Peridotit über, hat den Nordzipfel der Peridotitlinse gekappt und ist noch in dem sie überlagernden Amphibolit zu erkennen. Fig. 7 gibt schematische Schnitte durch diese Verwerfung.

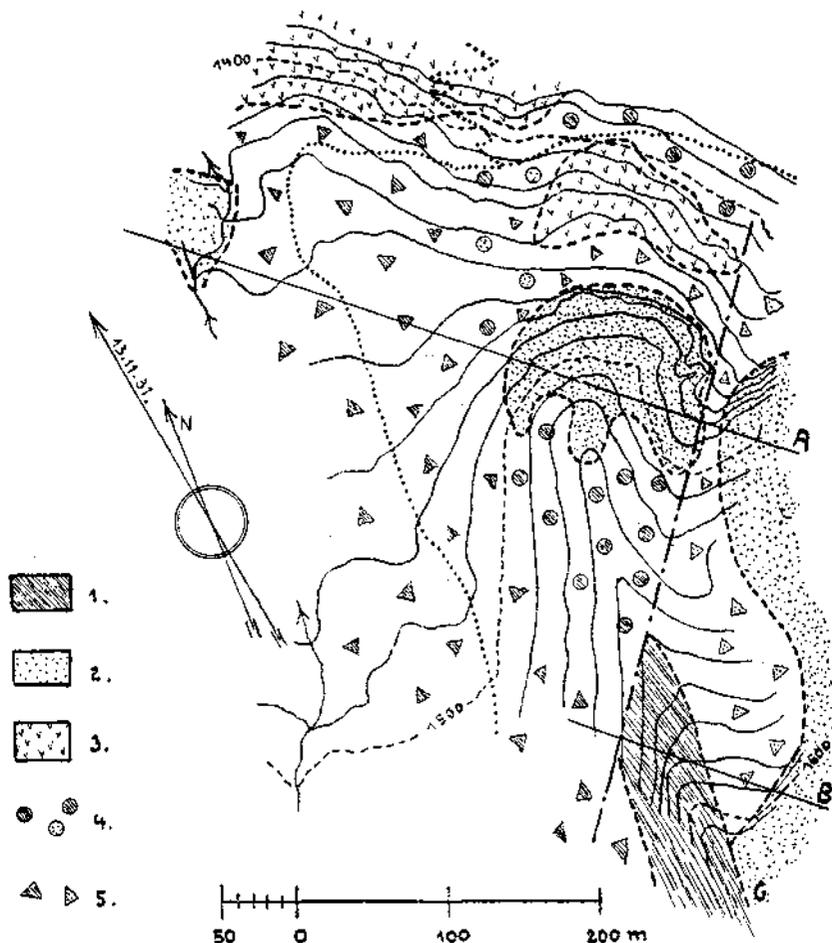


Fig. 6. Nordende der großen Peridotitlinse. 1 = Granitgneis, vielfach serizitisiert, 2 = Peridotit-Serpentin, 3 = Hornblendeschiefer, 4 = Moräne, 5 = Bergsturz. Strichpunktlinie = Verwerfung. A bis C = Querschnitte (s. Fig. 7—8).

Der serpentinisierte Peridotit ist längs dieser Verwerfung geschiefert. Die Erosion hat auch hier die schwache Stelle im Hartgestein zur Eintiefung eines kleinen Tales ausgenützt.

Weiter südlich, bei C (Fig. 6), ist am Kontakt zwischen geschiefertem Serpentin und serizitisiertem Gneis ein 60 cm starkes, ebenfalls geschiefertes Quarzitband eingeschaltet. Die Serizitschiefer sind eng gefaltet (Fig. 8).

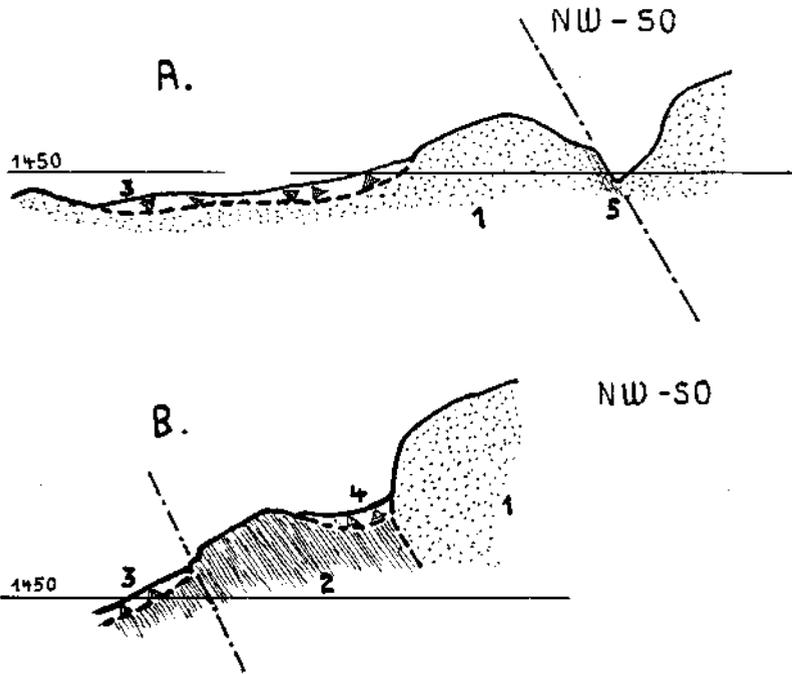


Fig. 7. Querschnitte zu Fig. 6 im selben Maßstab. 1 = Peridotit-Serpentin, 2 = Gneis, vielfach serizitisiert, 3 = Bergsturz aus Granitgneis, 4 = Bergsturz aus Serpentin, 5 = geschieferter Serpentin, z. T. in Chloritschiefer umgewandelt. Strichpunkte = Verwerfung.

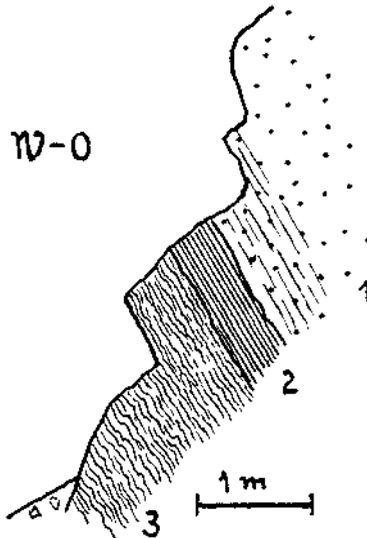


Fig. 8. Kontakt zwischen Zentralgneis und Serpentin bei C (Fig. 6). 1 = Serpentin, am Kontakt geschiefert, 2 = lichter Quarzit, geschiefert, 3 = Serizitschiefer, gefältelt.

Das anstehende Gebirge taucht nach NW unter den riesigen, von der Teufelsmühle herabgekommenen Bergsturz, der in einer Fläche von 1.5 km^2 den Fuß des Berges bedeckt.

Werfen wir zum Vergleich noch einen Blick auf die Klufftstatistik des Granitgneises im Sperrenfundament am Tauernmoos, die sich auf 538 Einzelmessungen erstreckt. Sie ist in Fig. 9 wiedergegeben, die auch so orientiert ist wie die Fig. 4 und 5.

Auch hier hat man es mit einem Massengestein zu tun, aber mit einem metamorphen, das zudem noch gefaltet ist. Hier tritt natürlich die Schieferung *s* als auffallendes Maximum hervor. Es tut dieser Betrachtung, die sich nur auf die Klüftung beschränkt, keinen Eintrag, daß

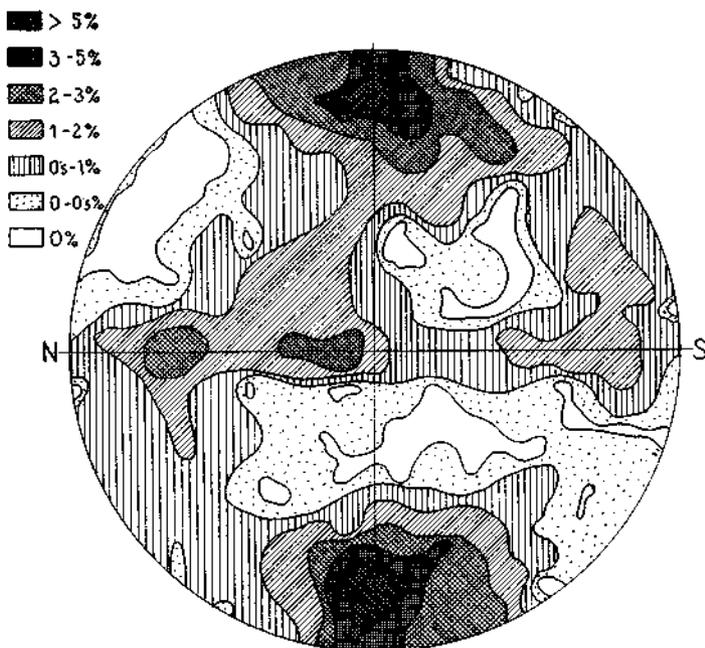


Fig. 9. Statistik der Klüfte im Granitgneis des Sperrenfundamentes am Tauernmoos.

das *s*, dem die Klüftung gerne folgt, im Gefüge verankert ist. Auch die Tatsache, daß das *s* meist als Scherfläche einen Winkel mit der erzeugenden Krafrichtung einschließt, ist hier nicht von Belang, weil sich diese Untersuchung nicht auf das Gefüge erstreckt (L 5).

Die Auswertung der Klüftung in Verbindung mit den gerichteten Eigenschaften des Gefüges bleibt einer späteren Bearbeitung vorbehalten.

Sinngemäß zählen nach unserer Einteilung die in *s* liegenden Klüfte zu den Verschiebungsklüften. Entsprechend den sanft schwebenden Falten im Bereiche des Sperrenfundamentes (L 3, Fig. 12 und Taf. XXI) gibt es eigentlich zwei *s*-Maxima, nämlich eines 10 bis 20° nach O fallend und eines mit derselben Neigung nach W.

Zwei andere Maxima, die sich ebenfalls zusammenfassen lassen, liegen in der steilgestellten Streichrichtung N — 45 bis 60 — O. Diese Richtung steht senkrecht auf die des tektonischen Streichens. Sie ist schon mehrfach als tektonisch wirksamste Kluftrichtung (abgesehen von S) im Granitgneis angeführt worden, bevor noch der statistische Nachweis erbracht worden war.

Ein dritter, schwächerer Häufigkeitsbereich ergibt sich im O — 20 bis 20 — S-Streichen mit saigerem bis steilem S-W-Fallen. Auch diese Kluftrichtung kommt tektonisch und morphologisch zum Ausdruck. Ihr entspricht zum Beispiel die junge Erosionsschlucht zwischen Tauernmoos und Enzingerboden.

Die Befunde aus dem Stollen geben noch zu einer zweiten Frage der regionalen Geologie einen Beitrag:

Bei der Beschreibung der Aufschlußarbeiten wurde schon erwähnt, daß bei jedem Durchstoßen der festen Felsform der Ausgangsschlucht als Auflagerung Stubachgeschiebe angetroffen wurde. Es besteht ganz überwiegend aus Granitgneis und dessen Mineralien (Quarzsand) und umfaßt alle Korngrößen vom Feinsand bis zu 50 cm Durchmesser. Die Geschiebe sind wohl gerundet. Weiters ergab sich, daß dieses Geschiebe wesentlich höher reicht, als die Staukante der festen Felsschwelle des Enzingerbodens liegt. Während diese kaum die Höhe 1437 erreicht, liegt die Grenze zwischen liegendem Geschiebe und hangendem Bergsturz in dem nur 30 m südlich der Schwelle angesetzten Aufbruch IV auf der Höhe 1451.

Dieser Horizont ist aber nur zufällig festgehalten, weil sich auf ihn schützend der Bergsturz gelegt hat; denn zu jener Zeit war der das Tal erfüllende Schuttstrom schon wieder größtenteils ausgeräumt. Gerade im Talquerschnitt der Felsschwelle hat der zur Bestimmung der künftigen Sperrenlänge durch den Bergsturz getriebene Stollen in der Höhe von 1468 m zwischen Bergsturz und Felswand unzweifelhafte Reste von Stubachsand und -geschiebe erschlossen.

Eine Zuschotterung, deren obere Grenze um einige Dutzend Meter über der Felsschwelle liegt, kann sich nicht auf die Verlandung der Wanne des Enzingerbodens beschränkt haben, sondern muß das Tal weithin und über alle Talstufen hinweg erfüllt haben.

Man konnte daher erwarten, daß sich auch sonst noch an den Talhängen Reste dieser Verschotterung finden ließen. Bisher ist dies aber nicht gelungen.

Der Grund dafür mag vor allem in der Bedeckung der — noch dazu bewaldeten — Talhänge mit späteren Ablagerungen liegen, nämlich mit Moränen der Schlußvereisung, Hangschutt und Bergsturz.

Daß jene Moränen, die allenthalben die Hänge der ganzen Stubachschlucht zwischen Enzingerboden und Wiegenböndl bedecken, der Schlußvereisung angehören, geht aus folgender Überlegung hervor:

Der Fels unter ihnen zeigt unzweifelhaft die Bearbeitung und Formung durch eine Großvergletscherung. Diese kann nur die Würmvergletscherung gewesen sein, weil sich in dem seither tektonisch stark bewegten Gebiet die Zeugen einer früheren Großvergletscherung nicht so gut erhalten hätten können.

Somit müssen die darüberliegenden Moränen entweder der Würmeiszeit oder einer späteren Vergletscherung angehören. Nun liegen aber die Schotter, die durch die Sondierarbeiten am Ausgang des Enzingerbodens angefahren wurden, unmittelbar auf den Gletscherschliffen der Würmeiszeit. Bei der Mächtigkeit, mit der die Schotter das ganze Tal erfüllen, ist mit Sicherheit anzunehmen, daß sich von ihnen auch noch Reste an den freien Talhängen erhalten haben. Und zwar müßten die Schotterreste auf den Moränen liegen, wenn diese Moränen Würmemoränen wären. Es finden sich aber keine Schotterreste an den Talhängen. Sie müssen daher entweder unter den Moränen liegen oder von dem jenen zugehörigen Eisstrom ausgeräumt worden sein. In beiden Fällen sind die Moränen jünger als die Schotter, daher nicht Würmemoränen. Deshalb können sie nur der Schlußvereisung zugewiesen werden.

Trotz scheinbaren Fehlens von Schotterresten gibt es aber doch Höhenmarken der Zuschotterung des Tales, und zwar in Form von Kolken im anstehenden Peridotit der Talflanken.

Von der Autostraße zwischen Niederwinkelbrücke und Enzingerboden kann man an zahlreichen Stellen der östlichen Talwand hoch über der Straße in den vom Eis geglätteten Felswänden solche Kolke wahrnehmen, die zweifellos vom Wasser ausgeschliffen wurden. Fast alle liegen in Lee der Richtung des Eisstromes. Dies und ihre ganz bezeichnende Form schließen ihre Entstehung durch Eiserosion aus und erklären auch ihre gute Erhaltung trotz der Überflutung durch das Eis der Schlußvereisung.

Man sieht sehr schön, daß diese Kolke nachträglich in die vom Eis geschaffenen Großformen eingetieft wurden.

Für diese Kolke gibt es nur die eine Erklärung, daß die Stubache zur Zeit, als ihr Tal hoch zugeschottert war, auf der Schotterfläche hin- und herpendelte und dabei die seitlichen Felswände ankolkte. Daher können wir die Kolke als Höhenmarken der Talverschüttung ansehen.

Die höchsten beobachteten Kolke liegen am Enzingerboden 31 bis 33 m über der heutigen Schotterfläche des Bodens. Kolke, deren Deutung zweifelhaft ist, finden sich noch höher. In der Niederwinkelschlucht beträgt der Höhenunterschied zwischen der heutigen Talsohle und den seitlichen Kolken bis zu 70 m.

In Fig. 10 ist eine Anzahl dieser Kolke in einem Längenschnitt des Stubachtals zwischen Grünsee und Niederwinkelbrücke eingetragen sowie der aus ihnen ermittelte Verlauf der Schotteroberfläche.

Die so erhaltene Oberfläche wird natürlich nicht genau mit dem wirklichen Höchststande der ehemaligen Zuschotterung übereinstimmen, sondern etwas unter ihr liegen. Die Einschotterung hat den unter ihr begrabenen Stufenbau des Tales zwar nicht verwischt, aber doch merklich ausgeglichen. Die Schotteroberfläche wies daher auch in den Flachstrecken ein kräftiges Gefälle auf. Diese Tatsache geht auch aus der Korngröße der Rollsteine hervor, die sich in den Aufschlüssen am Ausgange des Enzingerbodens fanden.

Die Kolke zeigen sich nur in der Talstrecke, die im Peridotit liegt. Weiter oben, im Granitgneis der Daberlschlucht, die zum Grünsee hinaufführt, lassen sich keine Kolke mehr feststellen. Das ist nicht verwunderlich; hat doch dieses Gestein in seinen Steilhängen auch die Spuren der

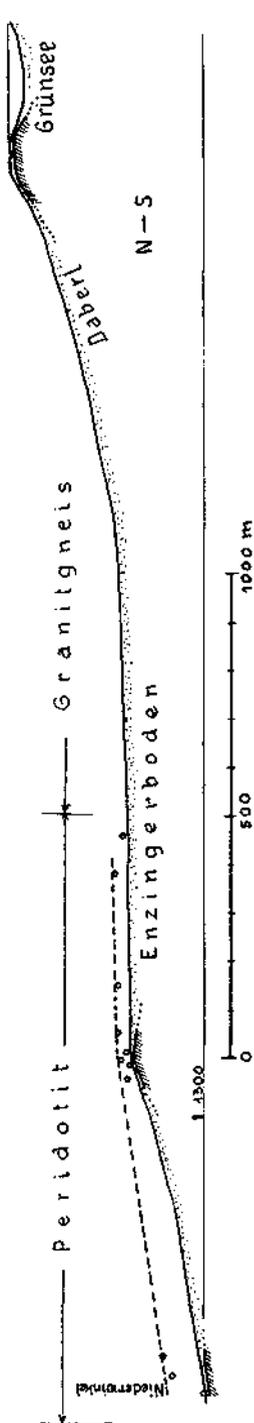


Fig. 10. Längenschnitt durch das Stubachtal vom Grünsee bis zum Niederwinkl. Voll ausgezogen = heutige Talsoble (mit Schraffen bei anstehendem Fels), gestrichelt = Höhe der ehemaligen Talverschüttung, Ringelpunkte = Wasserkolke am rechten Talhang.

Eisbearbeitung nicht mehr so unverwundet festhalten können. Nur die außerordentliche Härte und Zähigkeit des Peridotits konnte die verhältnismäßig unscheinbaren Schriftzeichen einstiger Wassertätigkeit durch viele Jahrtausende bewahren.

Reithofer berichtet aus dem Ferwall in Westtirol ebenfalls über mächtige Talverschüttungen, die er in die Zwischenzeit zwischen Würmeiszeit und Schlußvereisung stellt. (L 4.) Auch Ampferer¹⁾ fand ebensolche im obersten Tiroler Inntal und im Zillertal.

Zweifellos handelt es sich bei diesen mächtigen Verschüttungen nicht um einen Vorgang, der nur einzelne Täler betroffen hat, sondern um eine regionale Erscheinung von weiter Verbreitung. Es fällt auf, daß bisher so wenig Spuren dieser Großverschotterung gefunden worden sind.

In den Jahren 1927 und 1928 hatten wir versucht, die Schwebstoff- und Geschiebemenngen zu erfassen, die die Zubringer des Tauernmooses jährlich in seinem Becken ablagern. Der Ausgangspunkt dieser Untersuchungen waren zweierlei Messungen der im Tauernmoosbach am Sperrenprofil mit geführten Schwerstoffe. Aus Bezuglinien zwischen der relativen Schwerstoffführung des Wassers und den zugehörigen Pegelständen konnte die Gesamtmenge der jährlichen Ablagerungen berechnet werden. (L 3.)

Mit dem Beginn des Seestaaues im Jahre 1928 hörten die dortigen Pegelmessungen auf und damit die Möglichkeit, jene Berechnungen fortzusetzen. In den Jahren 1929/30 wurde nur der tägliche Gesamtzufluß zum See am Seepegel gemessen.

Dagegen gab der erste Vollaustau des Sees im Frühjahr 1929 Gelegenheit, die damals errechneten Werte durch eine unmittelbare Messung der Ablagerungen zu überprüfen. Der See gibt bei seiner Abarbeitung zwar schon im Spätwinter das Delta frei, das sein Hauptzubringer, der Ödwinkelbach, im vorhergehenden Sommer

¹⁾ Nach brieflicher Mitteilung.

angeschüttet hat. Doch ist seine Untersuchung erst nach der Schneeschmelze, also knapp vor dem Wiederaufstau, möglich. Sie erfolgte am 23. Juni 1930 bei einem Wasserstand von 1995 m.

Ein Blick auf Fig. 11 zeigt, daß bis dahin der zwischen den Seehöhen 1995 und 2003 gelegene Teil des Sees erst einmal gefüllt worden war. Das innerhalb eines Jahres vom Ödwinkelbach angeschüttete Delta wurde nun in einer Reihe von Profilen, die quer über den ganzen Talboden des Tauernmooses reichten, aufgenommen. An rund 60 Stellen wurde mit der Schaufel durch die junge Ablagerung bis zum alten Boden durchgegraben. Die Grenze zwischen beiden war wegen der Grasnarbe auf der alten Oberfläche sehr scharf zu erfassen.

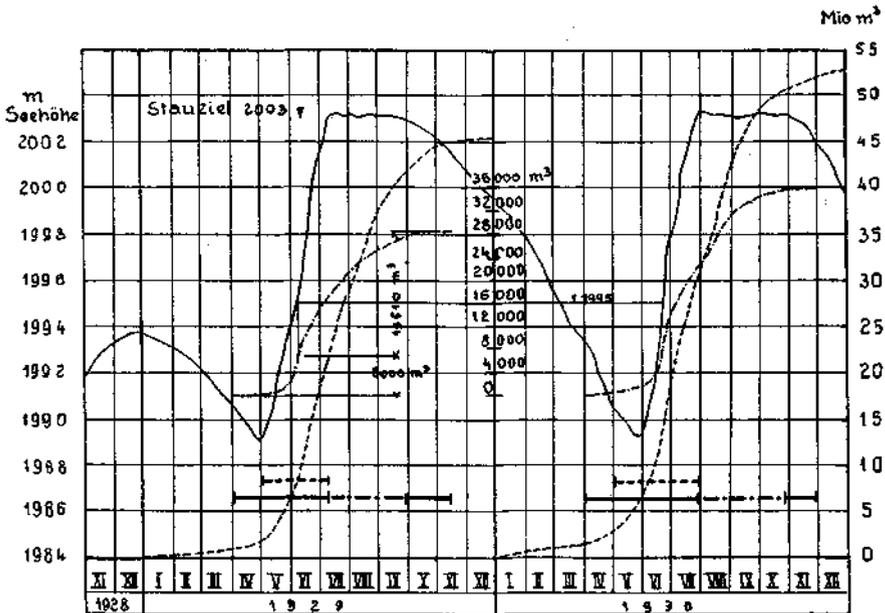


Fig. 11. Schematische Hydrographie des Tauernmoossees in den Jahren 1929/30. Feine Linien: voll = Seestandslinien, gestrichelt = Zuflußsummenlinien, Strichpunkte = Schwerstoffsummenlinien. Kräftige Linien: voll = Auflandung im tieferen Seebecken, Strichpunkte = Auflandung im Delta des Zubringers, gestrichelt = Abtrag im Delta des Zubringers.

Ein eigentliches Delta hat sich nur an der Mündung des Ödwinkelbaches in den Vollstau bilden können. Seine Mächtigkeit nahm von der Bachmündung nach dem See zu von 1.0 m auf 0 verlaufend ab. Seine Breite betrug 200 m, seine Länge 300 m. Es war also sehr flach gebaut.

Die neue Verlandung besteht aus einem Gemenge von Schlamm, Sand und Schotter. Das Feinkorn zeigte fast überall eine dünne Schichtung. In der Nähe des Stromstriches wechseln Lagen aus vorwiegend Schotter mit sandigen Schichten ab. Ausgesprochene Deltaschichtung war nirgends zu beobachten.

Wie vorauszusehen war, fand sich eine erhöhte Anschüttung längs des ganzen Bachlaufes innerhalb des Seebeckens; ein beim schnellen Seeanstieg in die Länge gezogenes Delta. Abgesehen von diesem Streifen längs des Baches, nimmt die Korngröße des Geschiebes von der Mündung gegen den See zu schnell ab. Schon in 30 m Entfernung sinkt sie unter 1 cm.

Der Inhalt der neuen Ablagerung des Ödwinkelbaches oberhalb der Höhe 1995 betrug $19.510 m^3$.

Wie erwähnt, waren in der Zeit, in der dieses Delta aufgeschüttet wurde, dreimal tägliche Pegelmessungen des Zuflusses nicht mehr möglich; deswegen konnte auch ein unmittelbarer Vergleich mit den Messungen der Jahre 1926 und 1927 nicht vorgenommen werden. Aus jenen Messungen läßt sich aber eine Bezuglinie zwischen der monatlichen Wasserzuflußmenge und der Menge der Feststoffe ableiten und auf dieser Grundlage die Schwerstofffracht berechnen. In der vereinfachten Fig. 11 sind die Summenlinien der so ermittelten Schwerstoffführung und auch die Seezuflüsse eingetragen. Aus dem Schaubild ist die über der Höhe 1995 liegende Zuschüttung des Jahres 1929 mit $28.600 - 6000 = 22.600 m^3$ zu entnehmen. Der Unterschied gegenüber den unmittelbar gemessenen Ablagerungen von $19.500 m^3$ beträgt $3100 m^3$, das ist 15 %, und liegt innerhalb der Fehlergrenze des Verfahrens.

Damit sind die Messungsergebnisse der Jahre 1926/27 bestätigt und die beiden damals angewandten Meßverfahren haben sich bewährt.

Die besprochene Probe läßt sich leider in den folgenden Jahren nicht wiederholen, denn die Grenzen zwischen den einzelnen Jahrgängen der jungen Ablagerungen sind nicht scharf. Zudem wird der Vorgang der Aufschüttung immer unübersichtlicher vom Spiel des Abtrages überlagert, das der Bach im Frühjahr zwar nur durch kurze Zeit, aber mit voller Kraft ausführt. Auch im Frühjahr 1930 war das Delta schon von einer tiefen Erosionsrinne durchschnitten.

Es ist auffallend, daß die größten Rollsteine, die im neuen Delta zu finden waren, knapp die Ausdehnung von 9 cm erreichen. Selbst im Baggerfeld, das 800 m unterhalb liegt, traf man beim Gewinnen des Betongutes für den Sperrenbau Rollsteine von 20 bis 30 cm Korn an. Allerdings gehörten diese Stücke einem alten Schotterbestande an, was aus den Oxydationsspuren an der Oberfläche der einzelnen Stücke hervorgeht. Denn auch unter den jungen Schottern, die — etwa während der letzten Jahrzehnte — durch Hochwasser in das Tauernmoos gebracht wurden, findet man nicht mehr so große Stücke. Die Korngröße hat also seit dieser Zeit abgenommen.

Etwas Ähnliches habe ich am Ochsenboden im obersten Montafon beobachten können. Darin scheint sich eine Schwankung in der Intensität des Gebirgsabtrages auszusprechen, die wahrscheinlich auf klimatische Ursachen zurückgeht.

Benutztes Schrifttum.

1. O. Ampferer, Über die Ablagerungen der Schlußeiszeit in der Umgebung des Arlbergpasses. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1929.
2. O. Ampferer und H. Ascher. Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spullerseewerkes. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1925.
3. H. Ascher und K. Powondra. Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Stubachwerkes. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1930.
4. O. Reithofer, Über den Nachweis von Interglazialablagerungen zwischen der Würmeiszeit und der Schlußvereisung im Ferwall- und Schönferwalltal. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1931.
5. B. Sander, Gefügekunde der Gesteine, Wien 1930, Springer.
6. W. Schmidt, Gefügestatistik, *Tschermaks min. u. petrogr. Mitteilungen*, 1925.
7. W. Schmidt, Gefügesymmetrie und Tektonik, *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 1926.